

Hovedprosjekt:

TRONDHJEMSVEGEN 3
BOLIG OG FORRETNINGSBYGG

Forfattere: Knut Jonny Holm
Jørn Stian Rismoen
Ole Martin Snesrud
Kristian Beck

Dato: 31.5.2007



SAMMENDRAG AV HOVEDPROSJEKT

| | |
|------------------|--|
| Tittel: | Trondhjemsvegen 3, bolig og forretningsbygg |
| Dato: | 31.5.2007 |
| Forfattere: | Knut Jonny Holm, Jørn Stian Rismoen, Ole Martin Snesrud, Kristian Beck. |
| Veileder: | Harald B. Fallsen |
| Oppdragsgiver: | Palm & Bratlie |
| Kontaktperson: | Odd Magne Nørjordet |
| Nøkkelord: | Statisk beregning, tegning og prosjektering. |
| Antall sider: | 30 |
| Antall vedlegg: | 26 |
| Antall tegninger | 24 |
| Tilgjengelighet: | Åpen |
| Sammendrag: | Vårt hovedprosjekt dreier seg om å utføre en rådgivende ingeniørs oppgaver i forbindelse med prosjekteringen av et bygg. Vi har sett på et planlagt bolig og forretningsbygg i Trondhjemsvegen 3. Bygget er planlagt over 5 etasjer, med parkeringshus i kjeller, forretningslokale i gateplan og 15stk leiligheter over de 4 øverste etasjene. |



FORORD:

Vi startet vårt prosjekt like før julen 2006, med å ta kontakt med Palm & Bratlie. De var velvillige til å hjelpe oss i gang, og gav oss arkitekttegninger og rammesøknad til et tenkt bolig og forretningsbygg i Trondhjemsvegen 3 her i Gjøvik. Bygget var bare i planleggingsfasen, og etter hvert ut på nyåret viste det seg at det ikke kom til å bli realisert, i hvert fall ikke i den formen som vi hadde fått det presentert. Boligene ble for dyre til at det lot seg gjøre å få solgt dem.

Til tross for dette har vi fått fortsette med det vi har begynt på, nemlig å prosjektere bygget. Det har vært svært lærerikt å sette oss inn i hvordan man går frem for å finne løsningene, og å få prøve teorien vi har lært på skolen i praksis.

Vi har jobbet jevnlig med prosjektet gjennom hele semesteret, og det tror vi at vi har fått igjen for i form av en rolig avslutning av prosjektet. Vi håper i alle fall at vi ikke har tatt det for mye med ro nå mot slutten.

Vi vil rette en stor takk til vår veileder Harald B. Fallsen for hans tålmodighet rundt alle mulige spørsmål som har dukket opp underveis.

Vi retter samtidig en stor takk til Palm & Bratlie ved vår kontaktperson Odd Magne Nørjordet, som har gitt oss et spennende og utfordrende prosjekt, og for råd og veiledning.

Gjøvik den: 31.5.2007

Knut Jonny Holm

Jørn Stian Rismoen

Kristian Beck

Ole Martin Snesrud



INNHALDSFORTEGNELSE

| | |
|---|----|
| Kapittel 1. Innledning..... | 6 |
| 1.1 Rapportens oppbygning..... | 6 |
| 1.2 Definisjon av oppgaven..... | 6 |
| 1.2.1 Oppgaven | 6 |
| 1.2.2 Begrensninger..... | 6 |
| 1.2.3 Spesielle utfordringer..... | 6 |
| 1.3 Målgruppe for rapporten..... | 6 |
| 1.4 Gruppens faglige bakgrunn..... | 7 |
| 1.5 Teoretisk grunnlag fra studiet benyttet i oppgaven..... | 7 |
| 1.6 Arbeidsform/strategi..... | 7 |
| Kapittel 2. Grunnlag..... | 8 |
| 2.1 Tegninger | 8 |
| 2.2 Brannkrav | 8 |
| 2.3 Lyd | 9 |
| 2.4 Varmeisolering..... | 11 |
| 2.5 Nedbøyninger..... | 11 |
| 2.6 Grunnforhold..... | 11 |
| 2.7 Eksponeringsklasser/krav til overdekning av armering..... | 12 |
| 2.8 Laster..... | 12 |
| Kapittel 3. Konstruksjoner..... | 13 |
| 3.1 Generelt om konstruksjonen..... | 13 |
| 3.2 Betongkonstruksjoner..... | 13 |
| 3.2.1 Dekker i leilighetene | 13 |
| 3.2.2 Dekke i forretningslokale..... | 14 |
| 3.2.3 Dekke i leilighet mot Bjørnsons gate..... | 17 |
| 3.2.4 Balkonger/svalgang/kuldebrytere | 18 |
| 3.2.5 Terrassedekke..... | 20 |
| 3.2.6 Takkonstruksjon, flat del..... | 20 |
| 3.2.7 Betongvegger og vindavstivning..... | 21 |
| 3.2.8 Frittstående vegger..... | 22 |
| 3.2.9 Betongsøyler..... | 23 |
| 3.2.10 Kjellermur | 23 |
| 3.2.11 Fundamenter..... | 24 |
| 3.3 Stålkonstruksjoner..... | 24 |
| 3.3.1 HSQ-bjelke for hulldekker..... | 24 |
| 3.3.2 Stålvinkel for opplegg av dekker | 24 |
| 3.3.3 Stålrammer for opplegg dekker..... | 25 |
| 3.3.3 Stålramme for opplegg svalgang..... | 25 |
| 3.3.4 Stålrammer for opplegg tegl..... | 25 |
| 3.3.5 Stål for opplegg dekker og balkonger..... | 25 |
| 3.3.6 Stålramme for dekke og balkong ved hjørne | 26 |
| 3.3.7 Søyler for tak og hems | 26 |
| 3.4 Trekonstruksjoner..... | 26 |
| 3.4.1 Takkonstruksjon, skrått tak..... | 26 |
| 3.4.2 Yttervegg med teglforblending | 27 |



| | |
|-------------------------------------|----|
| Kapittel 4. Konklusjon | 28 |
| Kapittel 5. Kildehenvisninger | 28 |
| Kapittel 6. Vedlegg | 29 |
| Kapittel 7. Tegninger..... | 30 |



Kapittel 1. Innledning

1.1 Rapportens oppbygning.

Vi har forsøkt å gjøre rapporten mest mulig oversiktlig og lettlest.

Vi har overlatt detaljene til vedleggene, og heller forsøkt å beskrive og begrunne valg av løsninger her i rapporten.

De ulike krav og forutsetninger som gjelder har vi beskrevet i kapittel 2, mens de ulike konstruksjoner er beskrevet i kapittel 3.

Rapporten avsluttes med en konklusjon som oppsummerer arbeidet vårt med prosjektet.

1.2 Definisjon av oppgaven.

1.2.1 Oppgaven

Prosjektet vårt omhandler et bolig og forretningsbygg, som er tenkt reist på en branntomt på adressen Trondhjemsvegen 3 i Gjøvik by.

Vi skal med grunnlag i arkitektens tegninger, utføre en del av en rådgivende ingeniørs oppgaver i forbindelse med prosjekteringen av bygget.

Vi har valgt å legge vårt hovedfokus på dimensjoneringen av den bærende konstruksjonen i bygget i henhold til Norsk Standard, og å produsere tegninger av hvordan dette skal løses.

1.2.2 Begrensninger.

- Vi har utelatt økonomiske betraktninger i prosjektet.
- Vi beregner ikke trapperommet og heissjakten.
- Vi utarbeider ikke beskrivelser utover det vi viser på tegninger og i rapporten.

1.2.3 Spesielle utfordringer.

- Teorien bak dimensjonering av frittstående vegger er ny for oss.
- Vi har ikke forkunnskaper om hvordan man benytter seg av kuldebrytere.
- Vi modellerer bygget i 3D i tegneprogrammet Tekla Structures, et program som er nytt for oss, og eksporterer tegninger over i Autocad for å lage detaljtegninger.

1.3 Målgruppe for rapporten.

Vi skriver rapporten med tanke på at det er personer med vårt eget faglige nivå eller høyere som skal lese den.

Målgruppen består av:

- Studenter på bachelor ingeniørfag, bygg.
- Veileder
- Sensor
- Oppdragsgiver



1.4 Gruppens faglige bakgrunn.

Knut Jonny Holm: Ingen byggfaglig bakgrunn, 3 år videregående allmennfag, 8 år i forsvaret hvorav 6 års ledererfaring som befal.

Ole Martin Snesrud: 3 år videregående allmennfag, ett år som snekkerlærling hos byggmester Kåre Lillehovde.

Kristian Beck: 3 år videregående allmennfag, ett år som produksjonsarbeider på Takstolfabrikken AS.

Jørn Rismoen: 2 år på yrkesfagskole, fagbrev som platearbeider, 2 års arbeidserfaring som stålmonter på byggeplass. Forkurs ingeniørutdanning.

1.5 Teoretisk grunnlag fra studiet benyttet i oppgaven.

- Konstruksjonslære 1 & 2
- Stål og Trekonstruksjoner
- Bygningsmessig brannvern
- DAK
- Husbyggingsteknikk

1.6 Arbeidsform/strategi

Vi har valgt å arbeide mest mulig i samlet gruppe. Dette har gjort det enkelt for oss å utveksle informasjon, samt å diskutere løsninger.

Vi har jobbet jevnlig med prosjektet gjennom hele semesteret, for å slippe med minst mulig hardkjør mot slutten. I starten av semesteret holdt vi oss til ett møte i uka, mens vi nå mot slutten har gått over til å jobbe 10-16 hver dag. Se egen møtelogg.

Vi har tegnet bygget fortløpende som en 3D-modell, slik at det lettere skulle være mulig å se spesielle utfordringer i forbindelse med prosjekteringen.

Arbeidsoppgaver har vi fordelt fortløpende, etter ledig kapasitet hos gruppens medlemmer.

Gruppemedlemmene har hatt følgende hovedansvarsområder:

Knut: Frittstående vegger/dekker, vindavstivning, rapport.

Jørn: Tegning i Tekla, stål

Ole Martin: Takkonstruksjon, fundamenter, støttemur

Kristian: Takkonstruksjon, betongsøyler, stål

Vi har gjort det meste av løsningene på bakgrunn av det vi har lært her på skolen.

Der vi har sett spesielle utfordringer har vi kontaktet vår veileder Harald Fallsen, eller vår kontaktperson hos Palm & Bratlie, Odd Magne Nørjordet.

Vi har også benyttet oss en god del av Byggforsk databasen, og søk på internett.



Kapittel 2. Grunnlag

Arbeidsgrunnlaget vi har fått utdelt av oppdragsgiver er arkitektskisser av plan, snitt og fasader i forhold 1:100, samt prosjektets rammesøknad. Ellers står vi ganske fritt til å velge løsninger innenfor de gjeldende forskrifter.

I det følgende kapittel vil vi redegjøre for de krav og forutsetninger vi må ta i forbindelse med prosjekteringen av bygget.

2.1 Tegninger

Arkitektens tegninger er kun førende for hvordan bygget skal se ut til slutt. Vi velger selv hva som skal inngå i den bærende konstruksjonen av det som er vist på tegningene. *Vedlegg B*.

2.2 Brannkrav

I henhold til rammesøknaden er bygget i risikoklasse 4(boliger), med 5 etasjer som gir dimensjonering for brannklasse 3. (*Vedlegg A*) Dette har vi også kontrollert opp mot klassifiseringsreglene i TEK.

Dette innebærer for konstruksjonen:

§ 7-23 tabell 1 Bærende bygningsdelers brannmotstand avhengig av brannklasse (fra REN)

| Bygningsdel | Brannklasse | | |
|---|----------------------|--|------------------------|
| | 1 | 2 | 3 |
| Bærende hovedsystem | R 30 [B 30] | R 60 [B 60] | R 90 A2-s1,d0 [A 90] |
| Sekundære, bærende bygningsdeler, etasjeskillere som ikke er stabiliserende | R 30 [B 30] | R 60 [B 60] | R 60 A2-s1,d0 [A 60] |
| Trappeløp | - | R 30 [B 30] | R 30 A2-s1,d0 [A 30] |
| Bærende bygningsdeler under øverste kjeller | R 60 A2-s1,d0 [A 60] | R 90 A2-s1,d0 [A 90] | R 120 A2-s1,d0 [A 120] |
| Utvendig trappeløp, beskyttet mot flammepåvirkning og strålevarme | - | R 30 s1,d0 [B 30] eller A2-s1,d0 [ubrennbart] | A2-s1,d0 [ubrennbart] |

Bærende konstruksjoner må tilfredsstillende R90.

Etasjeskillere og takkonstruksjon R60.

Trappeløp R30.

Brannceller må tilfredsstillende EI60.

I tillegg skal bygget skilles fra eksisterende og fremtidig bebyggelse med brannavler som tilfredsstillende REIM 120 krav. Dette innebærer at disse må utføres i betong.

Garasjekjelleren er over 400m² og skal skilles fra resten av bygningen med konstruksjoner med brannmotstand EI90



Rømming

Et trykksatt trapperom er eneste rømningsvei, største avstand til dette er 15 meter via svalgang.

2.3 Lyd

Bygningsmyndighetenes krav til lydforholdene i bygget anses som tilfredstilt dersom løsningene tilfredsstillt kravene til lydklasse C i NS 8175. Jfr. Veiledning til TEK.

Vegger (tabeller hentet fra NBI-blad 524.321):

Tabell 11 a

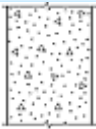
Luftlydisolasjon for boliger

Laveste grenseverdi for veid, feltmålt lydreduksjonstall R_w (inkl. omgjøringsstall for spektrum $C_{50-5000}$ i klasse A og B). Utdrag fra NS 8175

| Type bruksrom | Klasse A | Klasse B | Klasse C |
|--|------------------------|------------------------|----------|
| | $R_w + C_{50-5000}$ dB | $R_w + C_{50-5000}$ dB | R_w dB |
| Mellom boenheter innbyrdes og mellom boenheter og fellesarealer/felles gang/trapperom o.l. | 63 | 58 | 55 |
| Mellom boenheter og nærings- og servicevirksomhet, fellesgarasje o.l. | 68 | 63 | 60 |
| Mellom rom innbyrdes i én boenhet (minst til ett av rommene i boenheten) | 48 | 43 | – |

Tabell 6 a

Lydisolasjonsegenskaper til betongvegger

| Type | Flate- masse | Vegg- tykkelse | Laboratorie- målte verdier | Verdier i ferdig bygg | | |
|---|-------------------|-------------------|-------------------------------|---------------------------------|--|---------|
| | | | | Veid lydredusjonstall, R_w dB | Veid feltmålt lydredusjonstall, R_w dB | |
| | kg/m ² | mm | | | | |
| Massiv betong  | | Tykkelse mm | | | | |
| | | 60 | 135 | 60 | 43 ¹⁾ | – |
| | | 90 | 210 | 90 | 49 ¹⁾ | – |
| | | 120 | 275 | 120 | 55 | 47 – 50 |
| | | 150 | 345 | 150 | 58 | 50 – 52 |
| | | 180 | 415 | 180 | 61 | 54 – 56 |
| | | 250 | 575 | 250 | 64 | – |
| 350 | 805 | 350 | 66 ¹⁾ | – | | |

Vi ser ut fra tabell 6 a) at vi må ha vegger mellom boenhetene med tykkelse minst 180mm.
Dekker: (tabeller hentet fra NBI-blad 522.513):

Tabell 122 a

Luftlydisolasjon for boliger. Utdrag av NS 8175



Laveste grenseverdi for feltmålt, veid lydreduksjonstall R'_w (inkl. omgjøringsstall for spektrum $C_{50-5000}$ i klasse A og B)

| Type rom | Klasse A $R'_w + C_{50-5000}$ dB | Klasse B $R'_w + C_{50-5000}$ dB | Klasse C R'_w dB |
|--|--|--|--------------------------|
| Mellom boenheter innbyrdes og mellom boenheter og fellesarealer/ felles gang/ trapperom o.l. | 63 | 58 | 55 |
| Mellom boenheter og nærings- og servicevirksomhet, fellesgarasje o.l. | 68 | 63 | 60 |

Tabell 122 b

Trinnlydnivå for boliger. Utdrag av NS 8175

Høyeste grenseverdi for feltmålt, veid trinnlydnivå $L'_{n,w}$ (inkl. omgjøringsstall for spektrum $C_{1,50-2500}$ i klasse A og B). Det stilles ikke krav til trinnlyd fra bruksrom med areal $\leq 2,5 \text{ m}^2$ i klasse B, C og D.

| Type rom | Klasse A $L'_{n,w} + C_{1,50-2500}$ dB | Klasse B $L'_{n,w} + C_{1,50-2500}$ dB | Klasse C $L'_{n,w}$ dB |
|---|--|--|------------------------------|
| Mellom boenheter og fra fellesarealer/ felles gang til en boenhet | 43 | 48 | 53 |
| Til en boenhet fra nærings- og servicevirksomhet, fellesgarasje, takterrasse o.l. | 38 | 43 | 48 |
| Til en boenhet fra toalett, bod o.l. samt fra altan, terrasse o.l. | 48 | 53 | 58 |

Tabell 33

Orienterende verdier for luftlydisolasjon og trinnlydnivå (forventet feltverdi) for dekker avhengig av flankeoverføringsgrad (se tabell 322). Ingen verdi betyr at flankebetingelsen ikke kan oppnås pga. begrenset spennviddekapasitet e.l.

| Dekkekonstruksjon | Flatemasse kg/m ² | Ekstra liten flankeoverføring | | Liten/middels flankeoverføring | | Normal/stor flankeoverføring | |
|-------------------|---------------------------------|-------------------------------|--------------|--------------------------------|--------------|------------------------------|--------------|
| | | $L'_{n,w}$ dB | R'_w dB | $L'_{n,w}$ dB | R'_w dB | $L'_{n,w}$ dB | R'_w dB |
| Betongdekke | | | | | | | |
| 160 mm | 380 | – | – | 80 | 53 | 82 | 51 |
| 180 mm | 430 | – | – | 78 | 54 | 80 | 52 |
| 200 mm | 480 | – | – | 75 | 55 | 77 | 53 |
| 220 mm | 530 | 71 | 58 | 72 | 57 | 74 | 55 |
| 250 mm | 600 | 69 | 60 | 70 | 60 | 72 | 55 |
| 270 mm | 650 | 66 | 60 | 68 | 60 | 70 | 55 |
| 300 mm | 720 | 64 | 60 | 68 | 60 | 70 | 55 |



Vi ser at vi må legge oss på en dekketykkelse på 220-250 mm for å tilfredsstille kravet til luftlydisolasjon. Lange spenn på dekkene gjør at vi antagelig må opp i denne tykkelsen uansett. På dekket som ligger over butikken, bør vi også benytte oss av lydisolerende matter eller lignende.

2.4 Varmeisolering

Vi har valgt å ikke se på et samlet energiregnskap for bygningen, men å holde oss til preaksepterte løsninger som tilfredsstiller energikravene i teknisk forskrift. Vi har også sett på problemstillinger vedrørende kuldebroer ved balkonger.

TEK gir følgende krav til bygningsdeler:

Energiltak

Energiltak i bygning skal tilfredsstille følgende nivå:

- Samlet glass-, vindus- og dørareal: maksimalt 20% av bygningens oppvarmede bruksareal (BRA).
- U-verdi yttervegg: 0,18 W/m² K.
- U-verdi tak: 0,13 W/m² K.
- U-verdi gulv på grunn og mot det fri: 0,15 W/m² K.
- U-verdi glass/vinduer/dører: 1,2 W/m² K som gjennomsnittsverdi inkludert karm/ramme.
- Normalisert kuldebroverdi skal ikke overstige 0,03 W/m² K for småhus og 0,06 W/m² K for øvrige bygg, der m² angis i oppvarmet BRA.

2.5 Nedbøyninger

Fra oppdragsgiver har vi fått opplyst et nedbøyningskrav for dekker på L/300.

2.6 Grunnforhold

Fra oppdragsgiver får vi opplyst at grunnforholdene er steinholdig grusig morene som ligger på Mjøsleire. Mjøsleiren ligger så dypt at vi neppe kommer i særlig kontakt med denne.

Vi kan også se bort i fra grunnvannstanden.

Vi kan regne med en skjærfasthet på 300kN/m² i bruddgrensetilstanden.



2.7 Eksponeringsklasser/krav til overdekning av armering.

Det aller meste av konstruksjonen kommer inn under XC1 som gjelder tørt eller permanent vått miljø. Dette betyr at vi ikke trenger å ta hensyn til rissvidder på betongkonstruksjonene. Fundamentene kommer under XC2 så på disse må det kontrolleres for rissvidder.

Regner vi med 100års dimensjonerende levetid, og lite korrosjonsømfintlig armering har vi et minimumskrav til overdekning av armeringen på 25mm ihht. NS3473.

2.8 Laster

Vi har regnet med følgende egenlast og nyttelaster:

- Betong 25 kN /m³
 - Lettvegger og tekniske føringer 0,5 kN /m²
 - Snølast Gjøvik kommune 4,5 kN /m²
 - Nyttelast bolig 2,0 kN /m²
 - Nyttelast salgslokale 5,0 kN /m²
 - Nyttelast balkonger 4,0 kN /m²
 - Vind: Referansevindhastighet Gjøvik kommune er 22m/s, terrengruhet anses til kategori 3, byggets referanse høyde er 15 meter. Dette gir en vindkastlast på 0,63 kN/m².
 - Seismiske laster: Ikke nødvendig å ta hensyn til ihht. kontroll mot NS 3491-12.
- Vedlegg C*



Kapittel 3. Konstruksjoner

3.1 Generelt om konstruksjonen

Vi har valgt å føre opp bygget med en kombinasjon av stål og betong.

Bygget fundamenteres delvis på stripefundamenter og delvis på søylefundamenter.

Parkeringskjelleren har gulv på grunn, og veggene er dimensjonert som støttemurer.

Etasjeskille mellom parkeringskjeller og forretningslokale, har vi valgt å utføre med forspente hulldekker fra Spenncon, opplagt på HSQ-bjelker som vi har utformet selv.

Da forretningslokalet skal være åpent, uten for mange søyler, har vi løst dette med at leilighetene over holdes oppe av veggkonstruksjonene. Dette vil si frittstående vegger, lagt opp på betongsøyler langs langveggene i butikklokalet. Dekkene i leilighetene forankres i disse veggene.

Etasjeskillerne for leilighetene har vi valgt å utføre i plasstøpt betong for leilighetene mot Trondhjemsvegen, og i plasstøpt betong på forspente plattendekker for leilighetene mot Bjørnsonsgate.

Takkonstruksjonen har vi valgt å utføre i tre på skrådelen, og betong på det flate taket.

Bygget avstives mot vindkrefter ved hjelp av skivevirkning fra vertikale og horisontale skiver.

Alle leilighetene har en innglasset uisolert balkong, som medfører noe ekstra kuldebroproblematikk.

Fasadene vil bestå av teglstein og glass.

3.2 Betongkonstruksjoner

Alle betongkonstruksjoner utføres i betongkvalitet B30, med unntak av søylefundamentene som må ha B35.

3.2.1 Dekker i leilighetene

Vedlegg D, ARM-004 → 007, ARM-009

På bakgrunn av lydkravene har vi valgt en dekketykkelse på 240 mm. I tillegg vil golv og himlinger hjelpe til for lydisolasjonen så dette bør være mer enn nok. Brannkrav på R60 er oppfylt ved en dekketykkelse på 80 mm og en armeringsdybde på 20 mm jfr. byggdetaljblad 520.321.

Krav til overdekning er på 25 mm, men vi har valgt å legge denne til 30 mm, mest fordi vi var litt usikre på brannkravet da denne beregningen ble gjort.

Dekkene spenner 7,5 meter mellom aksene A,B,C,D OG E.

Armeringsberegningene er gjort på grunnlag av den forenklete momentkoeffisientmetoden, og et nedbøyningskrav på $L/300$ som tilsvarer 25 mm i dette tilfellet.

Det viste seg at det ble nedbøyningskravet som ble dimensjonerende for endefeltene mellom akse A og B og mellom akse D og E.

Vi måtte ty til overhøyde på forskalingen for å holde oss innfor nedbøyningskravet.



Maks overhøyde på forskaling er $L/300 = 25$ mm, og når vi la inn ekstra armering og 25 mm overhøyde holdt vi kravet for endefeltene. Midtfeltene klarte vi å holde med nødvendig momentarmering og en overhøyde på forskaling på 10 mm.

Dekkene forankres i de frittstående veggene i aksene. Nødvendig opphengsforankring for det nederste dekket, skjøtes med vertikal veggarmring med omfar på 50 x kamstangens diameter.

I etterpåklokskapens navn, så ser vi at det mest rasjonelle ville være å benytte seg av forspente plattendecker også her, slik vi har gjort det under kapittel 3.2.3.

Vi har likevel valgt å gå for den plastøppte løsningen da vi ønsker å vise at vi mestrer dette også, samt at det ville ha vært mye bortkastet arbeid hvis vi skulle forkaste denne løsningen.

3.2.2 Dekke i forretningslokale

ARM-003

I dekkeløsningen for forretningslokalet har vi valgt å gå for spennarmerte hulldekker fritt opplagt på HSQ-bjelker, såkalte hatteprofiler. Dette valget er først og fremst gjort fordi vi ønsker å unngå bjelkesteg som kommer ned fra taket i parkeringskjelleren.

Butikklasten på 5 kN/m² gjør også at det ville kreves svært mye armering for å holde med plastøppte betong.

Hulldekker vil også medføre at vi får en lavere egenvekt enn ved plastøppte, og dette gjør at vi klarer oss med en mindre stålbjelke.

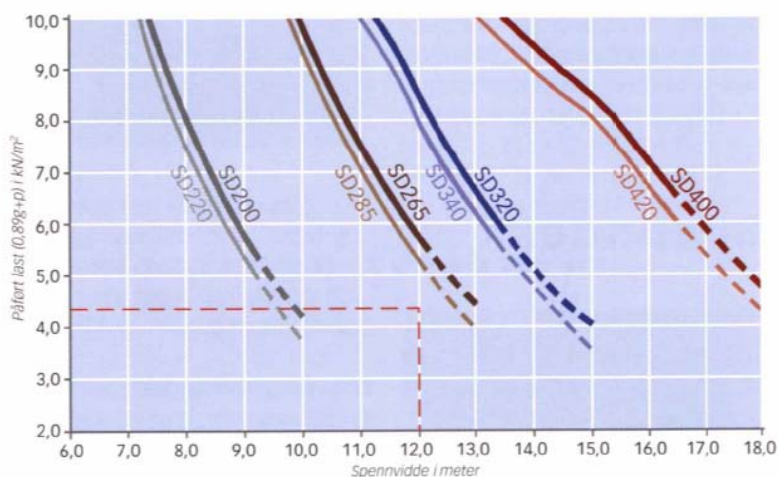
Fra Spenncons Spenndekkbrosjyre har vi sakset følgende dimensjoneringsdiagram.

Last- og spennviddediagram for Spenndekk

Kurvene angir maksimallast (bruksgrense) som kan påføres. Ved dimensjonering skal det kontrolleres at aktuell last angitt som $0,89g + p$ er mindre enn bæreevnen angitt i diagrammet.

Ved forhåndsdimensjonering anbefales at man har omtrent 20 prosent reservekapasitet for utsparinger, uforutsatte laster og liknende.

Eksempel på bruk: Dekke med spennvidde 12 meter, påstøp $g = 0,5$ kN/m² og nyttelast lik $p = 4,0$ kN/m². Nødvendig dimensjon: SD 265.



Diagrammet er basert på lastkombinasjonen $1,2g + 1,35p$. Dette tilsvarer pålitelighetsklasse 2 med bare én variabel last, konferer NS 3490 og NS 3491-1. For andre tilfeller må dimensjoner kontrolleres mot tabellen under. Deformasjoner bør alltid sjekkes, spesielt i de stiplede områder.

Med påstøp på 0,5 kN/m² og butikklast på 5 kN/m² får vi en påført last: $0,89 \cdot 0,5 + 5 = 5,5$ kN/m².

Ut fra en spennvidde på 7,5 meter skal det holde med SD200 hulldekke.



For dekket er det listet opp følgende data:

| Dekketype | Egenvekt kN/m ² | Egenvekt ferdig fuget kN/m ² | Dimensjonerende skjærkraftkapasitet Vd (kN/m) | Dimensjonerende momentkapasitet Md (kNm/m) |
|-----------|-------------------------------|---|---|--|
| SD 200 | 2,6 | 2,8 | 65 | 112 |
| SD 220 | 3,1 | 3,3 | 65 | 112 |
| SD 265 | 3,7 | 4,0 | 95 | 225 |

Vi tar en kontroll for moment og skjær for sikkerhets skyld for å se om hurtigdiagrammet holder mål.

$$Q_f = 1,2 \cdot e_v + 1,5 \cdot n_l = 1,2 \cdot (2,8 + 0,5) + 1,5 \cdot 5,0 = 11,46 \text{ kN/m}^2$$

$$M_f = Q \cdot l^2 / 8 = 11,46 \cdot 7,5^2 / 8 = 80,6 \text{ kNm} < 112 \text{ O.K.}$$

$$V_f = Q \cdot l / 2 = 11,46 \cdot 7,5 / 2 = 43,0 \text{ kN} < 65 \text{ O.K.}$$

Vi ser at vi har rundt 30% kapasitet å gå på til eventuelle utsparringer og uforutsette laster. Da horisontale laster tas på andre måter behøver vi ikke å armere dette dekket som en skive. Opplegg på hatteprofil er vist på detaljtegning.

I brosjyren leser vi også at SD 200 tilfredstiller kravet til etasjeskillere på REI-M60

Når det gjelder lyd har hulldekker gode egenskaper for luftlydisolasjon.

Det gjeldende dekket behøver ikke spesielt gode trinnlydegenskaper, da det nok ikke er noe problem at man hører folk gå i butikken når man skal ut med bilen.

Vi antar at det er de veiledende verdiene for kontorbygg i tabellen under som gjelder for forretningslokalet da disse etter sigende skal tilfredstille arbeidstilsynets krav.

NS 8175, lydklasse C

| Bygningstype | Luftlydisolasjon Laveste grenseverdi for veid feltmålt lydreduksjonstall R'_w | Trinnlydnivå Høyeste grenseverdi for feltmålt veid norma- lisert trinnlydnivå $L_{1,w}$ |
|-----------------------------|--|--|
| Boliger | 55 dB | 53 dB |
| Skoler og undervisningsbygg | 48 dB | 63 dB |
| Barnehager og fritidshjem | 48 dB | 58 dB |
| Sykehus | 48 dB | 58 dB |
| Pleieanstalter | 52 dB | 58 dB |
| Overnattingssteder | 52 dB | 58 dB |
| Kontorbygg | 37 dB* | 63 dB* |

* Verdiene merket stjerne er ikke krav etter Teknisk forskrift/Plan- og bygningsloven, men dekker krav i forskrifter fra Direktoratet for Arbeidstilsynet og andre forskrifter.

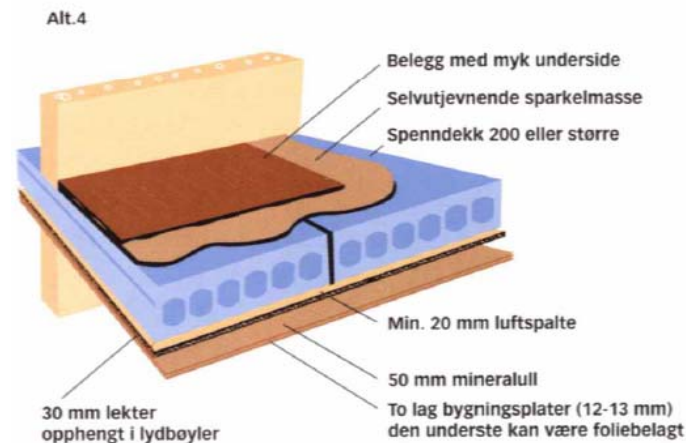


Fra byggforsk blad 522.513 har vi følgende verdier for luftlyd og trinnlydsreduksjon:

| Dekkekonstruksjon | Flatemasse kg/m ² | Ekstra liten flankeoverføring | | Liten/middels flankeoverføring | | Normal/stor flankeoverføring | |
|--|---------------------------------|----------------------------------|----------------------|-----------------------------------|----------------------|---------------------------------|----------------------|
| | | L _{n,w} dB | R _w dB | L _{n,w} dB | R _w dB | L _{n,w} dB | R _w dB |
| Hulldেকে + avretting 200 mm + 10 mm | 290 | – | – | 82 | 52 | 84 | 50 |

Vi ser at luftlydreduksjonstallet på 50 tilfredstiller anbefalingen på 37, men vi vil likevel benytte oss av en lydhimling i parkeringskjelleren som vist på løsningen fra spenndekk-brosjyren. Dette er for å hindre at kundene i butikken skal sjeneres i noen grad fra bilstøy fra kjelleren, samt at det også gir en positiv gevinst mtp. energibruk i forretningen.

Alternativ 4: SD 200 og større dimensjoner tilfredsstiller kravene når de utføres med lydhimling under dekket (30 mm lekt nedforet 40 mm i lydbøyler, 50 mm mineralull og 2 lag 12 – 13 mm bygningsplater). Oversiden av dekket utføres med selvutjevne sparkelmasse og beleg med myk underside.





3.2.3 Dekke i leilighet mot Bjørnsons gate

Vedlegg E, ARM-004 → 007

Dette dekket spenner 9,0 meter fra akse 9 til 12 i leilighetene.

Vi forsøkte først å få det til med plasstøpt betong, men vi fant fort ut at det ikke ville holde for nedbøyning, samt at det ville bli svært armeringskrevende.

Vi bestemte oss derfor for å se på andre metoder, og kom opp med en løsning med forspente plattendecker, og forankring i nabodekket.

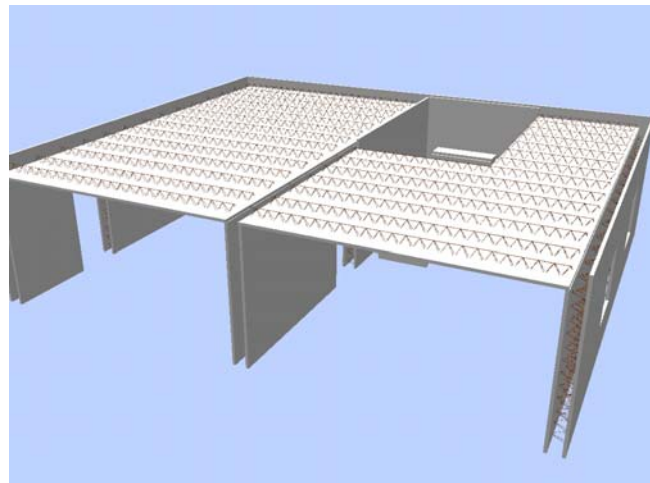
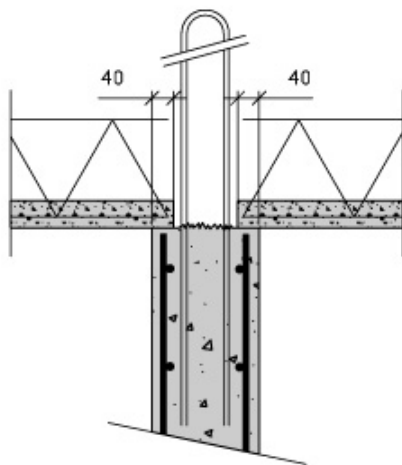
På Con-form sine nettsider finner vi at disse kan leveres med lengder fra 7,2 til 12 meter og en standard bredde på 2,4 meter.

Ved opplegget i akse 9 legger vi inn strekkarmering i toppen, som støpes inn og forankres i nabodekket.

Plattendekkerne bestilles med krav om at de skal holde et moment på 81,7 kNm i bruddgrense tilstanden og en nedbøyning på $L/300$ ved angitt last, og produsenten utfører dimensjoneringen av disse.

Andre fordeler med plattendecker er at man slipper unna forskalingsarbeidet. Når dekkene er heist på plass, og nødvendig topparmering er lagt inn, er det bare å støpe på.

Eventuell nødvendig overhøyde justeres enkelt med stemplingen under.



Plattendecker bør ha 40 mm oppleggskant.



3.2.4 Balkonger/svalgang/kuldebrytere

Vedlegg F, ARM-004 → 007

Både Balkonger og svalgang skal være kalde. Dette medfører ikke noe energi- og u-verdikrav utvendig og inn i balkong/svalgang, men vi får et kuldebroproblem videre inn i leiligheten.

Dette har vi løst ved å bruke kuldebrytere fra ISOTEC.

Balkongene langs sideveggene regnes som en utkrager og bæres med topparmering på tvers av hovedarmering i dekke.

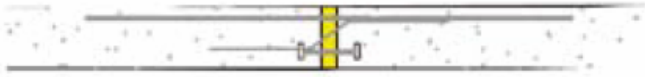
Det brukes forskjellige kuldebrytere på de forskjellige veggene etter hvilke krefter kuldebryteren må ta opp. Over bærende skillevegg og motsatt vegg, på tvers av hovedarmering dekke, må det både tas opp moment og skjær. På innerveggen, langsmed hovedarmering dekke, trengs ikke ta opp verken skjær eller moment. Bruker her 80mm rockwool isolasjon uten gjennomgående armeringsjern.

Hjørnebalkong regnes som utkrager i begge retninger og bæres derfor med topparmering i begge retninger. Her har vi både moment og skjær i begge retninger så vi finner kuldebrytere som kan ta opp disse kreftene.

ISOTEC BALKONGANKER

Det er to hovedtyper av ISOTEC balkongankere.

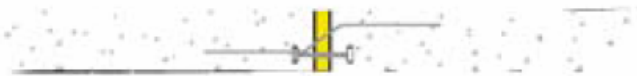
TYPE MV for fritt utkragende balkonger



som opptar både momentkrefter og skjærkraft.

og

TYPE V for understøttede balkonger



som er konstruert for opptak av skjærkraft.





Kuldebrytere fra ISOTEC som både tåler skjær og moment.

| MVD-100 | | 6/12 | | 8/12 | | 10/12 | | 12/12 | |
|--|------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|
| Strekkestaver | | 2 x 6Ø12 | | 2 x 8Ø12 | | 2 x 10Ø12 | | 2 x 12Ø12 | |
| Diagonaler | | 2 x 2Ø8 | | 2 x 2Ø10 | | 2 x 2Ø10 | | 2 x 4Ø10 | |
| Lengde strekkstaver | | 1480 | | 1480 | | 1480 | | 1480 | |
| cm Plate-tykkelse* | Diagonaler | V* kN/m | M* kNm/m | V* kN/m | M* kNm/m | V* kN/m | M* kNm/m | V* kN/m | M* kNm/m |
| 16 | 35° | 23,0 | 17,8 | 36,0 | 23,2 | 36,0 | 29,9 | 72,0 | 32,9 |
| 18 | 40° | 25,8 | 22,1 | 40,3 | 28,8 | 40,3 | 37,2 | 80,7 | 41,1 |
| 20 | 45° | 28,4 | 26,4 | 44,4 | 34,6 | 44,4 | 44,1 | 88,8 | 49,6 |
| 22 | | | 30,8 | | 40,3 | | 51,3 | | 58,0 |
| 24 | | | 35,1 | | 46,0 | | 58,6 | | 66,4 |
| 25 | | | 37,3 | | 48,9 | | 62,2 | | 70,6 |
| * Kapasiteter er dimensjonerende verdier i bruddgrensetilstand. - Elementlengde = 1 meter. | | | | | | | | | |

Svalgang

På svalgangen prøvde vi å unngå å få moment på kuldebrytere for en billigst mulig løsning og for å få brukt forskjellige løsninger. Legger derfor inn armering innenfor innhakk balkong og lager en bjelke der som vi kan henge svalgangen i. Regner som om vi har et ledd langs ytterveggen på bolig for å unngå moment. Trenger da en kuldebryter som kan ta opp skjærkrefter langs ytterveggen.

I innhakk for balkong skjøtes ikke armering balkong inn i dekke bolig og får da verken skjær eller moment her. Legger inn 80mm hard rockwool uten gjennomgående armering.

Regner innhakk og utkrager balkong som fast innspent utkrager med armering i overkant dekke. Disse kreftene blir overført til øvrig svalgang med armering i underkant dekke.

Kuldebrytere fra ISOTEC som tåler skjærkrefter.

| ISOTEC V-100 | | 4/6 | 4/8 | 6/8 | 8/8 | 10/8 |
|---|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Trykkankere | | 2 x Ø12 | 2 x Ø12 | 2 x Ø12 | 4 x Ø12 | 4 x Ø12 |
| Diagonaler | | 4 x Ø6 | 4 x Ø8 | 6 x Ø8 | 8 x Ø8 | 10 x Ø8 |
| cm plate-tykkelse* | Diagonal | V kN/m | V kN/m | V kN/m | V kN/m | V kN/m |
| 16 | 35° | 25,9 | 46,1 | 69,1 | 92,2 | 115,3 |
| 18 | 40° | 29,0 | 51,6 | 77,5 | 103,3 | 129,2 |
| 20 | 45° | 31,9 | 56,8 | 85,3 | 113,7 | 142,1 |
| 22 | | | | | | |
| 24 | | | | | | |
| 25 | | | | | | |
| * Kapasiteter forstås som "dimensjonerende i bruddgrensetilstand" | | | | | | |



3.2.5 Terrassedekke

Vedlegg G, ARM-003

Inne i bakgården ved svalgangen skal det være et uteareal med noe planting. Terrassedekket er taket på kjelleren og skal i tillegg til seg selv bære et jordlag på 55cm, den største av snølast/balkonglast og en last langs ytterkanten på grunn av forhøyning som er plantet i.

Ekstralasten vi får langs ytterkanten er ikke større enn at svinn- og fordelingsarmeringa klarer å bære den. Sier derfor at svinn- og fordelingsarmeringa bærer denne lasten så vi ser bort fra den når vi regner hovedarmering.

Valgte å bruke den største av balkong-/snølast på grunn av at det er veldig lite sannsynlig at begge disse lastene blir fullt utnyttet samtidig. Det er ikke så mye aktivitet ute, midt på vinteren, når vi har maksimal snølast på dekket. Karakteristisk snølast på mark ble dimensjonerende.

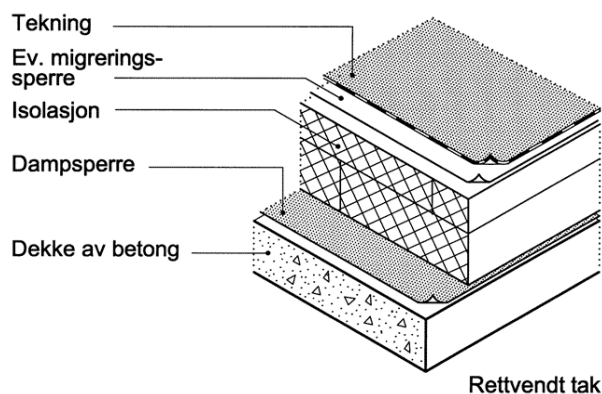
Bruker forenklet momentkoeffisientmetode selv om det egentlig er litt for stor forskjell på lengden på spennene. Kommer fram til at over midtstøtte og i feltet lengst fra bygget Bruker vi $\Phi 16$ c/c 167mm og for å unngå for stor nedbøyning støpes dekke i dette feltet med en overhøyde på 25mm. I feltet nærmest bygget og svinn- og fordelingsarmering bruker vi minimumsarmering og ingen overhøyde her.

3.2.6 Takkonstruksjon, flat del

Vedlegg H, vedlegg I, ARM-008

Vi har valgt å utføre taket med tre på skrådelen og betongdekke på den rette delen. Vinkelen på skrådelen er 35 grader. Karakteristisk snølast for Gjøvik kommune er $4,5\text{kN/m}^2$. Med bruk av formfaktor får vi $3,6\text{kN/m}^2$ på flatt tak og $3,0\text{kN/m}^2$ på den skrå delen.

Flatt tak:



Den flate delen av taket regnes som et kontinuerlig dekke med armering i underkant i felt og i overkant over støtter. I tillegg til å bære seg selv og snølast får dekket også punktlaster i



ytterkant fra den skrå delen av taket. For å ta opp dette regnes den ytterste halvmetre av dekket som en bjelke med samme armering i overkant og underkant hele vegen. Armeringen i overkant skjøtes i felt, armering i underkant skjøtes over opplegg. Dekket er 240mm med 250mm isolasjon med tekking (for eksempel asfalt-tekking). Dette gjør at vi kommer under U-verdikravet på 0,13.

Tabell 52

Beregnet U-verdi (W/(m²K))

Kompakte tak på dekke av betong

Massiv betong, hulldekke¹⁾ eller DT-elementer

| Isolasjons- tykkelse, d mm | Isolasjonens varmekonduktivitet, λ W/(mK) | | | | | | |
|-------------------------------------|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 0,031 | 0,034 | 0,035 | 0,036 | 0,038 | 0,041 | 0,043 |
| 30 | 0,81 | 0,87 | 0,89 | 0,91 | 0,95 | 1,00 | 1,03 |
| 50 | 0,54 | 0,58 | 0,60 | 0,61 | 0,64 | 0,68 | 0,70 |
| 60 | 0,46 | 0,50 | 0,51 | 0,52 | 0,55 | 0,58 | 0,61 |
| 70 | 0,40 | 0,44 | 0,45 | 0,46 | 0,48 | 0,51 | 0,53 |
| 80 | 0,36 | 0,39 | 0,40 | 0,41 | 0,43 | 0,46 | 0,48 |
| 100 | 0,30 | 0,32 | 0,33 | 0,34 | 0,35 | 0,38 | 0,39 |
| 120 | 0,25 | 0,27 | 0,28 | 0,29 | 0,30 | 0,32 | 0,34 |
| 130 | 0,23 | 0,25 | 0,26 | 0,27 | 0,28 | 0,30 | 0,31 |
| 150 | 0,21 | 0,22 | 0,23 | 0,23 | 0,25 | 0,26 | 0,28 |
| 160 | 0,19 | 0,21 | 0,22 | 0,22 | 0,23 | 0,25 | 0,26 |
| 180 | 0,17 | 0,19 | 0,19 | 0,20 | 0,21 | 0,22 | 0,23 |
| 200 | 0,16 | 0,17 | 0,18 | 0,18 | 0,19 | 0,20 | 0,21 |
| 220 | 0,15 | 0,16 | 0,16 | 0,17 | 0,17 | 0,19 | 0,20 |
| 230 | 0,14 | 0,15 | 0,16 | 0,16 | 0,17 | 0,18 | 0,19 |
| 250 | 0,13 | 0,14 | 0,14 | 0,15 | 0,16 | 0,17 | 0,17 |
| 260 | 0,13 | 0,14 | 0,14 | 0,14 | 0,15 | 0,16 | 0,17 |
| 280 | 0,12 | 0,13 | 0,13 | 0,13 | 0,14 | 0,15 | 0,16 |
| 300 | 0,11 | 0,12 | 0,12 | 0,13 | 0,13 | 0,14 | 0,15 |
| 350 | 0,10 | 0,10 | 0,11 | 0,11 | 0,12 | 0,12 | 0,13 |
| 400 | 0,09 | 0,09 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,11 | 0,11 |
| 450 | 0,08 | 0,08 | 0,09 | 0,09 | 0,09 | 0,10 | 0,10 |
| 500 | 0,07 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,09 | 0,09 |

3.2.7 Betongvegger og vindavstivning

Vedlegg J, vedlegg K

Vi har beregnet minimumsarmering for alle støpte vegger. Vegger som er bærende eller fungerer som vindavstivende skiver er utført som dobbeltarmerte, mens øvrige vegger er enkeltarmerte.

Bygget har 5 vegger som vi har regnet med er med på å avstive bygget mot vindkrefter. I tillegg kommer heissjakten og trapperommet som også vil kunne ta opp vindkrefter, så vi har noe å gå på der også.

Dekkene i etasjene over bakkenivå, støpes som horisontale skiver, og i samarbeid med de vertikale veggskivene utgjør dette vindavstivningssystemet.

Vi har beregnet de horisontale skjærkreftene i veggene, og funnet at minimumsarmeringen for veggene holder i massevis mot disse.



3.2.8 Frittstående vegger

Vedlegg L, ARM-009

Da bygget skal ha et stort åpent butikklokale i 1. etasje fikk vi en utfordring med tanke på å få til dette uten for mange søyler.

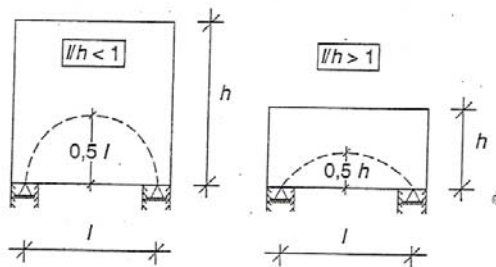
Løsningen ble å bære dekkene i de øvrige etasjene med frittstående vegger, hver vegg opplagt på to betongsøyler langs ytterveggene i butikklokalet.

Dette vil si at veggene mellom leilighetene blir brukt som bjelker.

Fordelen med slike høye bjelker er at de får en stor indre momentarm, som gjør at de kan ta svært mye moment.

Ut fra R90 brannkrav må vi ha en minste veggtykkelse på 170mm, og for å tilfredstille lydkravet må vi ha 180mm veggtykkelse. Når veggene i tillegg kles med gipsplater, vil de holde godt både for lyd og brann. Vi valgte derfor å gå for 180mm veggtykkelse.

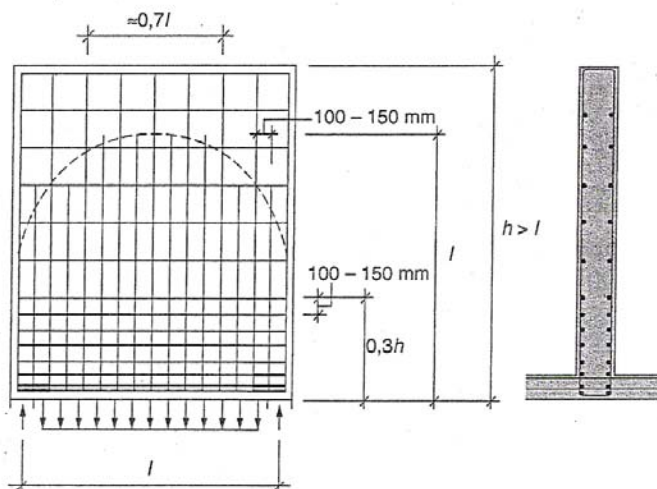
Dekkene og den delen av veggene som kommer under den tenkte hvelvingen, må forankres i veggens trykksone, se figuren under.



Figur 10.7

Det må lages en egen «opphegsarmering» for laster påført innenfor de stiplede områdene, inkludert skivens egen tyngde.

Last påført nedre rand:



Figur 10.10 Armering av fritt opplagte veggskiver



3.2.9 Betongsøyler

Vedlegg M, ARM-002, ARM-003, FOR-010

Søylene befinner seg i akse B1, C1, D1, B8, C7 og D7 i parkeringskjeller og butikklokalet.

På grunn av krav til opplegg på frittstående vegger ble minimumsbredden på søylen 1250mm, dette medfører at høyden på tverrsnittet av søylen ble 250mm ($b \leq 5h$).

Søylen spenner fra dekket i parkeringskjeller til dekket over butikklokalet. Vi har valgt å se på den delen av søylen som befinner seg i parkeringskjelleren. Vi legger da på lasten av søylen som befinner seg over i tillegg til lasten den får i fra dekket over. Lasten varierer noe i fra hver enkelt akse, vi ser derfor på den akselen med mest last og dimensjonerer alle søylene etter dette.

3.2.10 Kjellermur

Vedlegg N, ARM-001, FOR-010, FOR-001

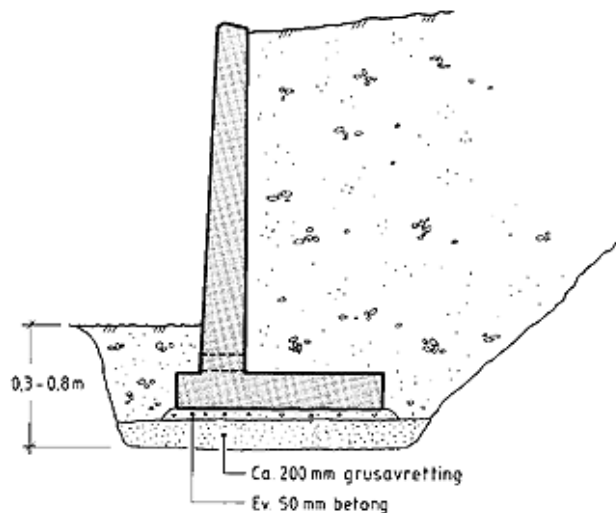
Vi har valgt å beregne fundament og kjellervegg som en støttemur. Dette er på grunn av at vi har jordtrykk utenifra og at vi har valgt å bruke hulldekker i butikklokalet i 1. etasjen og ønsker og unngå horisontale laster på disse.

Kjellerveggen og fundament regnes som en vanlig støttemur med den armeringen dette medfører.

Den er i eksponeringsklasse XC2 og vi bruker 100 år som dimensjonerende levetid. Dette medfører et krav til overdekning på min 25mm. Dette skal støpes direkte på mark noe som gir større sjanser for ujevnheter i underlaget. Beregner derfor fundamentet med en overdekning på 50mm.

For å være sikre på at jordtrykket blir tatt opp av veggen vil den ytterste delen av dekket i butikken være plasstøpt og armert til både kjellervegg og søyler langs ytterveggen i kjelleren. Dette vil gi veggen en ekstra stabilitet sideveis og vil ikke gi så mye ekstraarbeid på grunn av at det ytterste hulldekelementet uansett måtte tilpasses.

Kjellervegg ut mot Trondhjemsvegen og mot Bjørnsons gate armeres på samme måte. Den ekstra lasta veggen mot Bjørnsons gate får, rett ovenfra, vil ikke ha noe å si for armeringa av støttemuren.





3.2.11 Fundamenter

Vedlegg O, ARM-001, FOR-001

Under alle veggene ned i kjelleren, utenom vegg mot Trondhjemvegen og Bjørnsons gate, har vi beregnet stripefundament og alle søylene ned i kjelleren har et søylefundament.

På grunn av at det ikke er så stor last på en del av veggene og at vi har veldig gode grunnforhold, 300 kN/m^2 , får vi ganske små fundamenter og noen av stripefundamentene får minimumsarmering.

Fundamentene er støpt med betongkvalitet B30 med unntak av søylefundamentene i B7/C6/D6/B1/C1/D1 som er støpt med betongkvalitet B35. Vi måtte gå opp på betongkvaliteten på disse fundamentene for å kunne ta opp skjærkreftene.

Alle fundamentene støpes 800mm under overkant dekke i parkeringskjeller. De regnes i eksponeringsklasse XC2 som krever en overdekning på minst 25mm og en rissvidde på maks 0,4mm. Vi har brukt 50mm som overdekning på grunn av at fundamentene støpes rett på avrettet grunn og i tilfelle det er ujevnheter i underlaget har vi litt å gå på.

3.3 Stålkonstruksjoner

Alle stålkonstruksjoner utføres i stålqualität S355

3.3.1 HSQ-bjelke for hulldekker

Vedlegg P, FOR-003, DET-004

Bjelkene er brukt i akse B, C og D for å bære dekke over kjeller. Bjelken i akse B har noe lenger spenn enn de i akse C og D, så vi har dimensjonert alle tre for det moment og skjær som den i akse B får. Bjelken er dimensjonert for moment og skjær over opplegg på midten (betongsøyle) og nedbøyning på lengste spenn. Ved endeoppleggene er bjelken lagt på en klakk som er sveist til en innstøpningsplate i betongsøyle. Alle innstøpningsplatene for HSQ er dimensjonert for den største oppleggskraften. For at bjelken skal holde brannkravet på R90 er underflens malt med brannmaling ($3,0 \text{ g/m}^2$)

3.3.2 Stålvinkel for opplegg av dekker

Vedlegg Q, FOR-003 → 006, DET-003-1

Vi har brukt vinkel $130 \times 130 \times 12$ sveist til innstøpningsplater som er støpt inn i brannveggene. Det er sveist 4stk Ø25 til hver innstøpningsplate. Da tåler hver innstøpningsplate en vertikallast på 85kN. For å finne avstanden mellom disse benyttet vi Focus Konstruksjon. Oppleggene ble plassert i en avstand slik at oppleggskraften ikke oversteg 85kN. Grunnen til at vi valgte å bruke stålvinkel er for å spare mye tid på armeringsarbeid og forskaling.



3.3.3 Stålrammer for opplegg dekker

Vedlegg R, FOR-004 → 006, DET-001, DET-003-2

Her har vi benyttet en UPE240. 240 er den minste bjelken vi ville bruke siden dekket er 240mm høyt. Da vil denne bjelken også fungere som forskaling når dekket blir støpt. UPE har rette flenser slik at det også er mulig å benytte plattendekker hvis dette er ønskelig. For at bjelken ikke skal vippe, sveises annenhver armering til bjelken i over og underkant (c/c 350). Bjelken som bærer dekke over 1.etg er dimensjonert for å bære vekten av teglforblending for alle etasjene. Tegeln skal ikke stå oppå bjelken, men utenfor. Det finnes preaksepterte løsninger for dette, men vi har ikke sett nærmere på det. Samme bjelke blir benyttet for å bære dekke over 2. og 3.etg. For at den ikke skal knekke sammen grunnet lasten av søylene er det sveist inn stegplater i bjelken der søylene står. Bjelkene er kledd med 20mm Conlit 150 for å holde brannkravet på R90. Bjelken er sveist til en innstøpt plate i betongvegg i hver ende og to søyler mellom betongveggene. Søylen er plassert i forhold til tegning og alle er dimensjonert for den største lasten i 1.etg. Disse er også kledd med 20mm Conlit 150 for å holde brannkravet R90.

3.3.3 Stålramme for opplegg svalgang

Vedlegg S, FOR-004 → 006, DET-003-2, DET-001

Rammen befinner seg i akse 9 og består av tre deler, en i akse C9, en i D9 og en i E9. Her benytter vi oss av UPE-240 bjelker, på grunn av at dekket 240mm, opplagt på RHS 80x80x6,3. Vi ser på aksene med størst moment og skjærkraft, og dimensjonerer samtlige bjelkedeler og søyler etter dette. Både bjelkene og søylene holder R90 brannkravet med brannmaling (3,0 g/m²).

3.3.4 Stålrammer for opplegg tegl

Vedlegg T, FOR-004 → 006, DET-001, DET-002

Rammen omslutter butikkvinduene i akse 1. Den består av tre deler; akse A1-B1, akse C1-D1 og akse D1-E1. På grunn av størst moment i A1-B1, dimensjonerer vi alle delene som denne. Vi benytter en HE100-A som er dimensjonert for å tåle brannkrav R90 kledd med 20mm Conlit 150 plater.

Som søyle har vi valgt å bruke RHS 80x80x6,3. Kledd med samme plater som bjelken holder også denne R90 brannkravet.

Her brukes det fotplate 100x130x10mm.

3.3.5 Stål for opplegg dekker og balkonger

Vedlegg U, FOR-004 → 006, DET-001, DET-003-2

Denne rammen befinner seg i akse 10. Her benyttes også UPE-240 opplagt på RHS 80x80x6,3. På grunn av mindre last på denne delen av bygget benyttes samme beregning for vipping her som for UPE-240 i akse A, samt samme branndimensjonering som for UPE-240 i akse E.

Søylen her dimensjoneres for brann som søylene i stålramme for opplegg tegl; 20mm Conlit 150 plater brukes for å tilfredsstille brannkravet.



3.3.6 Stålramme for dekke og balkong ved hjørne

Vedlegg V, FOR-004 → 006, DET-001, DET-003-2,

3150mm fra akse A er det benyttet HE160A fra akse 1 til 2 for å bære dekke og balkong i 2,3 og 4.etg. Grunnen til at vi valgte en HEA er fordi over bjelken er det en kuldebrobryter som tar moment, å det vil da ikke egne seg med UPE. Bjelken er fritt opplagt i begge ender og er kledd med 15mm gips. Bjelken er sveist til en innstøpt plate i betongvegg akse 1 og til en stålsøyle i akse 2. Søylene står på dekke på grunn og går til bjelken som bærer dekke/balkong over 3.etg. Søylene er delt opp slik at den stikker opp over det dekke bjelken holder for at det skal være enklest mulig under montasje. Hulldekkene er plassert slik at søylene går igjennom dekke der hullet i hulldekket er. Dette for å unngå å kappe strekkarmeringen i hulldekket. Søylene i kjeller har størst kneklengde og størst last, så søylene er dimensjonert etter dette. Søylene er også kledd med 15mm gips for å holde R90.

3.3.7 Søylar for tak og hems

Vedlegg W, FOR-006, FOR-007, DET-001

Både den flate delen av taket og hemsene er tenkt som om den ytterste delen av dekket skal armeres som bjelke i hjørneleiligheten. Disse bjelkene/dekkene må legges opp på noe ut mot hjørnebalkongen og her har vi valgt å bruke stålsøylar. Vi bruker RHS-profiler som beregnes for aksiallast. I tillegg er søylene en del av den bærende konstruksjonen og det medfører at de skal tåle et brannkrav på R90 og for å tilfredsstille dette kravet isoleres søylene med 20mm conlit150. Vi bruker samme dimensjon både for tak og hems og dette er også samme dimensjon vi har brukt andre steder i bygget.

3.4 Trekonstruksjoner

3.4.1 Takkonstruksjon, skrått tak.

Vedlegg H, vedlegg X, FOR-009, DET-005

Vi har valgt å utføre taket med tre på skrådelen og betongdekke på den rette delen. Vinkelen på skrådelen er 35 grader. Karakteristisk snølast for Gjøvik kommune er $4,5\text{kN/m}^2$. Med bruk av formfaktor får vi $3,6\text{kN/m}^2$ på flatt tak og $3,0\text{kN/m}^2$ på den skrå delen.

Bruker limtresperrer med dimensjon 190x315mm, samt lekter i heltre med dimensjon 48x198mm. For å få minst mulig høyde på taket skjærer vi lektene 110mm ned i limtre sperrene. De blir ikke skjært lenger ned for å unngå å komme under sperrens nøytralakse. Hjørnet på taket utføres som et valmtak, med gradspærre som øvrige sperrer i hjørnet festes til. Taksperrere festes til betongkant med 2 stk vinkeljern (70x140x6), 2 gjennomgående 12mm bolter med 62mm ensidig bulldogg i sperrene og 4 stk 8mm sprengbolter M8.8 til betongen. Takkonstruksjonene holder et brannkrav på R60.

En annen løsning ville være å bruke betong på skrådelen, men vi valgt å bruke tre for å få med beregninger på tre i oppgaven, i tillegg så blir takkonstruksjonen lettere med tre.



3.4.2 Yttervegg med teglforblending

Vedlegg Y, FOR-004 → 006

Bygget skulle stå i stil med nærliggende bebyggelse og vi har derfor tegl som forblending på ytterveggen. Vi har valgt å sette opp veggen i tre på grunn av at ytterveggen ikke får mye last og med tre får vi den letteste konstruksjonen. Det er eneste veggene i 4 etasje ut mot Bjørnsøns gate og trondheimsvegen som får last fra skrå tak ellers skal bare veggene bære seg sjøl.

4. etasje mot Bjørnsøns gate og trondheimsvegen: Bruker 2x36x148mm som stenderer under taksperrene. På grunn av lange og ujevne avstander mellom taksperrene setter vi inn 1x36x148mm slik at avstanden mellom stenderne ikke blir mer enn 600mm

I øvrige vegger bruker vi 1x36x148 c/c 600mm som stenderer.

Lekter ut med 36x73mm c/c 600mm på tvers av stenderne for å unngå gjennomgående kuldebroer.

Teglsteinsforblendinga settes på HEA-bjelken over butikklokale og festes til stenderveggen med kroker.

I henhold til byggdetaljblad 471.012 hos byggforsk, vil denne løsningen gi oss en u-verdi på 0,17 W/(m²K) som er innenfor nevnte krav på 0,18 for yttervegger.

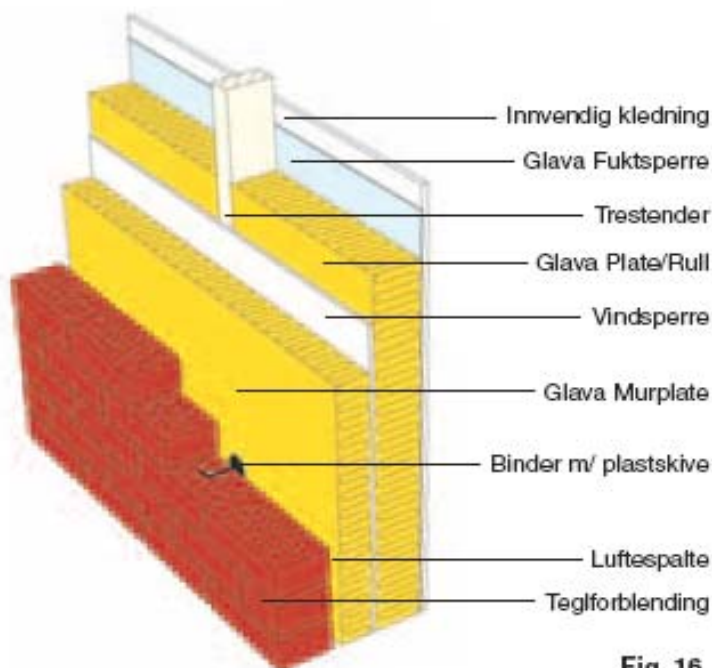


Fig. 16



Kapittel 4. Konklusjon

Nå når prosjektet endelig er avsluttet, kan vi oppsummere med at vi sitter igjen med mange erfaringer som det er bra å ha med seg videre.

Vi mener at de løsningene vi har valgt er fullt ut brukbare, og praktisk gjennomførbare.

Vi tror vi har lagt oss på en fremgangsmåte som er realistisk, men akkurat hvordan dette fungerer i virkeligheten er vi fortsatt litt usikre på.

Vi har hatt godt utbytte av å jobbe i gruppe, og samarbeidet har fungert svært godt innad.

Det at vi hele tiden har vært avhengige av hverandres arbeid, har vist oss nødvendigheten av god kommunikasjon. Det har vært et par tilfeller av at vi har måttet gjøre om igjen noe fordi det har vært forutsetninger som en har gjort som ikke en annen har fått med seg, men dette har vi lært av.

Vi har hatt god tid til å diskutere løsninger, og gjøre beregninger, men til tross for dette ble det litt hektisk mot slutten likevel fordi det tok lengre tid å få ferdigstilt tegningene enn vi hadde anslått på forhånd. I den sammenheng mener vi at det vi har lært her på skolen om tegning har dreid seg for mye om å lære seg programvaren, og for lite om hvordan byggtegninger skal utformes.

Oppgaven vi har tatt på oss har vært svært omfattende, og mange arbeidstimer er lagt ned. Alt i alt er vi svært godt fornøyde med egen arbeidsinnsats og det ferdige prosjektet vårt.

Kapittel 5. Kildehenvisninger

Litteratur

- Kompendium i dimensjonering av betongkonstruksjoner etter NS 3473, Harald B. Fallsen.
- Kompendium i dimensjonering av stålkonstruksjoner etter NS 3472, Harald B. Fallsen.
- Kompendium i dimensjonering av trekonstruksjoner etter NS 3470-1, Harald B. Fallsen.
- Kompendium i lastberegning, Tarald Rørvik, Harald B. Fallsen.
- Div. utdelte kompendier innenfor fagene konstruksjonslære I & II
- Trehusboka, håndbok 45 Norges byggforskningsinstitutt.

Internett:

- www.byggforsk.no/
- www.be.no
- www.spenncon.no
- www.con-form.no
- www.peikko.no

Programvare:

- Tekla Structures
- Autocad 2005
- Fokus Konstruksjon



Kapittel 6. Vedlegg

- Vedlegg A: Rammesøknad
- Vedlegg B: Arkitekttegninger
- Vedlegg C: Kontroll seismiske laster
- Vedlegg D: Armering dekker, akse A til E
- Vedlegg E: Dekke, akse 9 til 12
- Vedlegg F: Balkonger/svalgang
- Vedlegg G: Terrassedekke
- Vedlegg H: Snølast
- Vedlegg I: Flatt tak
- Vedlegg J: Armering vegger
- Vedlegg K: Vindavstivning
- Vedlegg L: Frittstående vegger
- Vedlegg M: Betongsøyler
- Vedlegg N: Kjellermur/støttemur
- Vedlegg O: Fundamenter
- Vedlegg P: HSQ-bjelke for hulldekke
- Vedlegg Q: Vinkelstål opplegg dekker
- Vedlegg R: UPE 240
- Vedlegg S: Opplegg svalgang
- Vedlegg T: Stål for opplegg tegl
- Vedlegg U: Stål for opplegg dekker og balkonger
- Vedlegg V: Stål for dekke og balkong ved hjørne
- Vedlegg W: Søyler for tak og hems
- Vedlegg X: Skrått tak
- Vedlegg Y: Stendervegg
- Vedlegg Z: Prosjektdagbok



Kapittel 7. Tegninger

Formtegninger.

FOR-001: Fundamenter

FOR-002: Gulv på grunn

FOR-003: Dekke over kjeller

FOR-004: Dekke over 1.etg.

FOR-005: Dekke over 2.etg.

FOR-006: Dekke over 3.etg.

FOR-007: Dekke over 4.etg.

FOR-008: Dekke over 5.etg

FOR-009: Tak

FOR-010: Snitt

Armeringstegninger.

ARM-001: Armering fundamenter

ARM-002: Armering gulv på grunn, og søyler.

ARM-003: Dekke over kjeller

ARM-004: Dekke over 1.etg.

ARM-005: Dekke over 2.etg.

ARM-006: Dekke over 3.etg.

ARM-007: Dekke over 4.etg

ARM-008: Takdekke

ARM-009: Armering frittstående vegger/oppheng dekker

Detaljtegninger.

DET-001: Stålsøyler

DET-002: Bjelker for tegl

DET-003: Bjelker for dekker/balkonger

DET-004: Bjelker for hulldekker

DET-005: Takbjelker