



SAMMENDRAG AV HOVEDPROSJEKT

Tittel: 6-mannsbolig Hammerstadgata 2, Gjøvik		Nr: Gruppe 4
		Dato: 19.05.2006
Deltakere: Svein Harald Liodden Simen Stensrud Øyvind Myrvold		
Veileder: Harald Bernhard Fallsen, Håvard Slåtten		
Oppdragsgiver: Palm & Bratlie v/ Håvard Slåtten		
Kontaktperson: Håvard Slåtten, Odd Magne Nørjordet		
Stikkord: Arbeidsgrunnlag av 6-mannsbolig		
Antall sider:	Antall bilag:	Tilgjengelighet: ÅPEN
Kort beskrivelse av Hovedprosjektet: <p>Prosjektet omhandler en 6-mannsbolig tiltenkt vanskeligstilt ungdom, som er under bygging i Hammerstadgata i Gjøvik. Bygget har en grunnflate på ca 220m² og har 3 etasjer, hvor den underste etasjen delvis er under bakkenivå.</p> <p>Vår oppgave i dette prosjektet er å utføre en rådgivende ingeniørs oppgaver, som prosjektering, tegning og beregning. Vi skal ta for oss det bærende, samt isolasjon. Brann og lyd er en vesentlige temaer.</p> <p>Det bærende oppføres i både betong, stål og tre i form av fundamenter, støttemurer, vegger, bjelker og søyler.</p> <p>Vi skal utarbeide et komplett arbeidsgrunnlag for oppføring av det bærende i bygget.</p>		



FORORD

For å skaffe oss et hovedprosjekt tok vi kontakt med Roger Østvang i Palm & Bratlie A/S. Han var medgjørlig og interessert, og snart var det klart et prosjekt.

Det å jobbe med et prosjekt basert på et bestemt bygg som skal oppføres har vært noe nytt, og veldig inspirerende. Vi har virkelig fått bruk for mye av det vi har lært i løpet av studiet vårt her ved HIG. I tillegg har vi lært nye ting, så utbyttet av å avslutte med hovedprosjekt er vært fenomenalt.

Under vårt arbeid har vi hele tiden hatt fokus på å finne de beste løsningene og lage et grunnlag som er godt nok til oppføring av det bærende i bygget, akkurat som det vil være i det virkelige arbeidsliv.

Det har underveis dukket opp nye problemstillinger, slik at det har blitt noe mer arbeid enn ventet. Selv om det har vært slitsomt til tider så har vi lært av det, og det er da ekstra godt å kunne ferdigstille et prosjekt vi er fornøyde med.

Høgskolen i Gjøvik, 26.05.2005

Øyvind Myrvold

Simen Stensrud

Svein H. Liodden



INNHALDSFORTEGNELSE

SAMMENDRAG AV HOVEDPROSJEKT	1
FORORD	2
INNHALDSFORTEGNELSE	3
1. INNLEDNING	5
1.1 Oppbygging av rapporten	5
1.2 Oppgaven	5
1.2.1 Begrensninger	6
1.3 Målgruppe	6
1.4 Faglig bakgrunn	6
1.5 Teori	6
1.6 Strategi/arbeidsform	7
2 GRUNNLAG	7
2.1 Tegninger	8
2.2 Brann	8
2.3 Lyd	10
2.4 Eksponeringsklasser	11
2.5 Avstivning	11
2.6 Lastbilde	12
3. KONSTRUKSJONER	12
3.1 Oppbygning av bygget	12
3.2 Betong	13
3.2.1 Hulldekke	13
3.2.2 Plasstøpt dekke	16
3.2.3 Utkrager fra plasstøpt dekke	17
3.2.4 Bærevegger	18
3.2.5 Fundamenter	18
3.2.6 Støttemur	19
3.2.7 Trapper	20
3.2.8 Gulv på grunn	20
3.3 Stål	21
3.3.1 Deltabjelke	21
3.3.2 Utvekslingsbjelke POK	25
3.3.3 UNP-bjelker	26
3.3.4 RHS- Søyler	26
3.3.5 Strekkstag (Vindavstivning)	27
3.3.6 Søylefotplate	28
3.4 Tre	29
3.4.1 Bjelker over vinduer/dører	29
3.4.2 Stendere og søyler i 2.etg	29
3.4.3 Skillevegg mellom boenheter (brann / lyd)	30
3.5 Takkonstruksjon	31
3.6 Balkong	32



4	TEGNINGER	33
4.1	Tegningsliste	33
5	KONKLUSJON	34
6	LITTERATURLISTE	35
6.1	Bøker	35
6.2	Norske Standarder:	35
6.2	Linker	36



1. INNLEDNING

1.1 Oppbygging av rapporten

Vi har lagt vekt på å gjøre rapporten så oversiktlig og lettlest som mulig. Vi starter med en presentasjon av oppgaven. I hoveddelen av rapporten vurderer vi de forskjellige konstruksjonene og forteller litt om hva slags løsninger vi har brukt og hvorfor vi har brukt dem. Noen løsninger referer direkte til standarder, NBI –blader og tabeller som vi har satt inn, og andre refererer til detaljtegninger og beregninger som ligger som vedlegg. Vi har også vurdert mål og hva vi har oppnådd med rapporten, og deretter gitt en endelig konklusjon.

1.2 Oppgaven

Prosjektet omhandler en 6-mannsbolig som er under oppbygging i hammerstadgata 2. i Gjøvik kommune. Dette er et kommunalt bygg som er tiltenkt vanskeligstilt ungdom. Vår oppgave er å utføre en rådgivende ingeniørs jobb, som består i prosjektering og dimensjonering henhold til NS , samt tegning. Løsningene skal være billige og praktisk gjennomførbare for entreprenøren. Denne oppgaven er gjort på grunnlag av arkitekttegninger. Utover dette har vi stått fritt til valg av løsninger.

Emner vi har tatt for oss i dette prosjektet er:

- ✓ Yttervegger i 2.etg som tar ned last fra takkonstruksjon
- ✓ Trebjelker i 2.etg
- ✓ Hulldekke over 1.etg
- ✓ Stålbjelker som opplegg for hulldekke
- ✓ Stålsøyle i bærevegg
- ✓ Søylefotplate
- ✓ Vindavstivning
- ✓ Dekke i plasstøpt betong med utkrager
- ✓ Stålbjelke som opplegg for plasstøpt dekke ved åpent parti
- ✓ Vegger i underetasje i betong med og uten jordtrykk
- ✓ Fundamenter på grunn
- ✓ Støttemur
- ✓ Balkong
- ✓ Isolering
- ✓ Brann
- ✓ Lyd



1.2.1 Begrensninger

Vi har prøvd å gjennomføre oppgaven med minst mulig begrensninger. De begrensningene vi har gjort er:

- ✓ Regne på anbud.
- ✓ Se på hvor utsparingen gjennom dekket kommer mtp hvor nedløp og kabler/rør går ned i fra bad og kjøkken til etasjen under.
- ✓ En profilert stålbjelke til takkonstruksjonen.

1.3 Målgruppe

- ✓ Veileder
- ✓ Oppdragsgiver
- ✓ Sensor
- ✓ Studenter

Vi har prøvd å gjøre rapporten så lettlest og forståelig som mulig, men det er en fordel om man har noe byggteknisk forståelse.

1.4 Faglig bakgrunn

I tillegg til Ingeniørutdannelsen på HIG har gruppelemmene følgende faglig bakgrunn:

Svein Harald Liodden:

3 års erfaring som hjelpearbeider innen tømring, samt 1 år på konsentrert byggfag på Fagskolen i Gjøvik.

Simen Stensrud:

2 års erfaring som tømmer/hjelpearbeider.

Øyvind Myrvold:

Ingen særlig relevant erfaring.

1.5 Teori

Teoretisk grunnlag:

- ✓ Konstruksjonsfag
- ✓ Prosjektering
- ✓ Teknisk tegning (Dak)
- ✓ Grunnleggende geoteknikk
- ✓ Bygningsmessig brannvern



Vi dimensjonerer på grunnlag av Norsk Standard. All dimensjonering er utført i bruddgrensetilstand. Like type konstruksjoner med små forskjeller i last har blitt dimensjonert for den med størst last.

Verktøyet for tegningen har vært AutoCad. For å få kjennskap til tekniske løsninger har vi benyttet oss av de Norske Standardene som gjelder for byggedetaljer o.l.

1.6 Strategi/arbeidsform

Prosjektet ble innledet med møte med oppdragsgiver Palm & Bratlie. Da fikk vi et inntrykk av hva oppgaven gikk ut på. Etter hvert som vi satt oss mer inn i tegningene dukket det spørsmål som vi tok opp med veileder og oppdragsgiver.

En vesentlig del av prosjektet var å vurdere ulike løsninger opp mot hverandre. Dette brukte vi mye tid på før vi kom i gang med ”papirarbeidet”. Det har også blitt gjort vurderinger og enkelte forandringer etter at vi startet beregningene.

Dimensjoneringen fordelte vi i oss mellom der vi fikk ulike oppgaver/ansvarsområder. Vi har underveis diskutert løsninger mellom hverandre og med veileder.

Begrunnelse for valg av type løsninger og forutsetninger for dimensjoneringen er presentert i rapporten. Løsninger og detaljer er presentert i tegningene og beregningene som vi har lagt ved.

2 GRUNNLAG

Arkitekttegninger av fasader, plan og snitt er grunnlaget for vårt arbeid.

Hensyn til estetikk og utseende har gitt oss ekstra utfordringer:

- ✓ Det skal være åpent ned til u-etg. Dette fordi det skal komme inn sollys i fra de store vinduene og ned i stua. Her var det viktig å finne en løsning som gjorde lysforholdene best mulig.
- ✓ Liten plass mellom vinduer/dører i 2.etg og opp til takstolene krevde mye ekstra. Treveggene i 2.etg. skal ta all taklast, så det måtte konstrueres noe som tålte lasten samtidig som det tok liten nok plass.
- ✓ Komplisert takkonstruksjon med langt spenn skapte problemer med å få fordelt lastene ned i ytterveggene.
- ✓ Isolering rundt balkonger var også et lite tema, med flere løsninger som ble vurdert.

Vi har hatt et fint og utfordrende grunnlag i arkitekttegningene, og vi har holdt oss så godt som vi kan innenfor arkitektens ”krav”.



2.1 Tegninger

Våre valg er gjort på grunnlag av snitt-, fasade-, og plantegninger fra arkitekt. Tegningene viser kun hvordan det skal se ut, og sier ikke noe om valg av materialer og løsninger. Se kapittel 4.1 for tegningsliste.

2.2 Brann

Prosjektering av branntekniske forhold er en av de viktigste rammebetingelsene vi må forholde oss til. Det er viktig å se på dette tidlig i planleggingsfasen, da dette har stor betydning for hva slags bæresystem vi skal bruke og dermed for videre planlegging. Det er mange løsninger man kan velge som ligger innenfor angitte krav, men vi har prøvd å velge den enklest gjennomførbare og billigste.

I teknisk forskrift (TEK) får vi oppgitt hvilke brannkrav som gjelder.

Risikoklasse

Risikoklasse	Bare sporadisk personopphold	Alle kjenner til rømningsveiene og kan bringe seg selv til sikkerhet	Bare beregnet for våkne personer	Lite brannfarlig aktivitet
1	Ja	ja	ja	ja
2	ja/nei	ja	ja	nei
3	nei	ja	ja	ja
4	nei	ja	nei	ja
5	nei	nei	ja	ja
6	nei	nei	nei	ja

§ 7-22 tabell 1 Risikoklasser



Virksomhet	Risiko-klasse	Virksomhet	Risiko-klasse
Arbeidsbrakke	1	Kjemisk fabrikk/kjemikalielager	2
Arrestlokaler	6	Kongressenter	5
Asylmottak (ikke transittmottak)	4	Kontor	2
Barnehage	3	Laboratorium	2
Barnehjem	4	Lager	2
Bolig	4	Leirskole	6
Bolig for funksjonshemmede	6	Messelokale	5
Boligbrakke	4	Museum	5
Båtnaust	1	Overnattingssted	6
Carport	1	Parkeringshus (2 eller flere etasjer)	2
Driftsbygning i landbruk	1	Pleieinstitusjon	6
Fengsel	6	Psykiatrisk pleieinstitusjon	6
Feriekoloni	6	Sagbruk	1
Flyhangar	1	Salgslokale	5
Fritidsbolig	4	Selvbetjente hytter	4
Trafo/fordelingsstasjon	2	Skole	3
Forsamlingslokale	5	Skoleinternat	4
Fryselager	1	Skur	1
Garasje, lukket	1	Sprengstoffindustri	2
Garasje, åpen	1	Studentbolig	4
Idrettshall	5	Teaterlokale	5
Industri	2	Trafikkdirterminal	5
Internat	4	Trelastopplag	1
Kinoloale	5	Tribuneanlegg for flere enn 150 personer	5
Kirke	5	Turisthytte/vandrehjem	6

§ 7-22 tabell 2 Eksempler på virksomhet og tilsvarende risikoklasse

Ut i fra disse tabellene ser vi at 6-mannsboligen vår går inn under risikoklasse 4 for boliger.

Brannklasser

Risikoklasse	Etasjer			
	1	2	3 og 4	5 eller flere
1	-	BKL 1	BKL 2	BKL 2
2	BKL 1	BKL 1	BKL 2	BKL 3
3	BKL 1	BKL 1	BKL 2	BKL 3
4	BKL 1	BKL 1	BKL 2	BKL 3
5	BKL 1	BKL 2	BKL 3	BKL 3
6	BKL 1	BKL 2	BKL 2	BKL 3

§ 7-22 tabell 3. Bygningers brannklasse (BKL)



Ut i fra tabellen ser vi at bygningen plasseres i **brannklasse 2** siden vi er i risikoklasse 4 og har 3 etasjer. De underliggende etasjene vil havne i samme brannklasse siden disse ikke kan ha lavere brannklasse.

Bæreevne og stabilitet.

Vi kan nå bestemme de ulike bygningsdelers brannmotstand siden vi vet hvilken brannklasse vi befinner oss i.

Bygningsdel	Brannklasse (BKL)		
	1	2	3
Bærende hovedsystem ^{1,5}	R30 ³	R60 ²	R90 ^{2,7}
Sekundære, bærende ^{5,6} bygningdeler, etasjeskillere	R30 ³	R60	R60 ²
Trappeløp ⁴	-	R30	R30 ²
Bærende bygningsdel under øverste kjeller ²	R60	R90	R120

§ 7-23 tabell 1 Krav til bærende bygningsdelers brannmotstand ut fra brannklasse (NS 3919)

Det **bærende hovedsystemet** og **takkonstruksjonen** skal tilfredsstille en brannmotstand **R60**. Dette betyr at konstruksjonen skal tåle en brannpåkjenning i 60 minutter.

2.3 Lyd

Vi dimensjonerer for **lydklasse C**. Klassen tilsvarer minstekravet i forskriften NS 8175 som omhandler lydforhold i bygninger og lydklassifisering av ulike bygningstyper.

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

Laveste grenseverdi for lydreduksjonstall



Type bruksrom	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)	Klasse D $L'_{n,w}$ (dB)
Mellom boenheter og fra fellesarealer/felles gang til en boenhet	43	48	53	58
Til en boenhet fra nærings- og servicevirksomhet, fellesgarasje, takterrasse o.l.	38	43	48	53
Til en boenhet fra toalett, bod, altan, terrasse o.l.	48	53	58	63

Høyeste grenseverdi for trinnlydnivå

Tabellene er hentet fra NBI 522.514

Disse tabellene viser at vi må velge løsninger som gir lydreduksjonstall på minimum 55 dB, og trinnlydnivå på maksimum 53 dB

2.4 Eksponeringsklasser

Våre konstruksjoner kommer inn under XC1 og XC2.

Eksponeringsklasse	Beskrivelse av miljø	Eksempler på hvor eksponeringsklassene kan forekomme (informativt)
1 Ingen risiko for korrosjon eller nedbrytning		
XD	Betong uten armering eller innstøpt metall: Alle miljøer, unntatt der det er frysing/tining, slitasje eller kjemisk angrep For betong med armering og innstøpt metall: meget tørt	Betong inne i bygninger med meget lav luftfuktighet
2 Korrosjon framkalt av karbonatisering		
XC1	Tørt eller permanent vått	Betong inne i bygninger med lav luftfuktighet Betong som permanent er neddykket i vann
XC2	Vått, sjelden tørt	Betongoverflater i kontakt med vann over lengre tid Fundamenter
XC3	Moderat fuktighet	Betong inne i bygninger med moderat eller høy luftfuktighet Utvendige konstruksjoner som er beskyttet mot regn
XC4	Vekselvis vått og tørt	Betongoverflater i kontakt med vann, som ikke er i eksponeringsklasse XC2

2.5 Avstivning

Vi har funnet ut at det er 1.etg som trenger avstivning mot vind. U.etg er i betong og er under terreng så her fungerer det ikke noen vindkrefter, og 2.etg er oppført i trevirke med mange stendere og god avstivning i fra gipsplater og eventuelle skråband. Stålstenderne i 1.etg står langt i fra hverandre så her trenger man noen stålavstivere for å ta vindlasten fra alle retninger. Det er en viss fare for at bygget kan blåse over hvis vi unnlater å montere strekkstag.

Se kapittel 3.3.5 Strekkstag.



2.6 Lastbilde

Referanse: Vedlegg beregninger.

Nyttelastene er hentet fra Norske Standarder og rådgivning fra veileder.
Egenlastene er også hentet fra Standarder og fra produsenter av prefabrikerte komponenter.

Snølast:

Gjøvik kommune har en karakteristisk snølast $S_k = 4,5 \text{ kN/m}^2$, i følge NS 3491-3
Formfaktoren $\mu = 0,8$, da takvinkelen ligger innefor intervallet.

Vindlast:

Referansevindhastigheten henter vi fra tabell (NS 3491-4) Gjøvik kommune gir $V_{\text{ref}} = 22 \text{ m/s}$.
og terrengruhet III. Dette er forutsetningene vi har for å beregne vindlast.

Nyttelast:

Karakteristisk snølast:	S_k	= 4,5 kN/m ²
Formfaktor:	μ	= 0,8
Bolig	N.L	= 2,0 kN/m ²
Lettvegger	N.L	= 0,5 kN/m ²

Egenlast:

Takkonstruksjon:	E.L	= 1,4 kN/m ²
Armert betong:	E.L	= 25,0 kN/m ²
Stål	E.V	= 0,5 kN/m

3. KONSTRUKSJONER

3.1 Oppbygning av bygget

Bygget er fundamentert på stripefundament. I u.etg er det betong i bærevegger og gulv på grunn. Dekke over u.etg er plasstøpt og hviler på de bærende betongveggene under og på UNP-bjelker hvor det skal være "åpent". Bæreveggene i 1.etg er bygd opp av HUP-søyler som går ned i betongveggene under. Det vil bli benyttet stenderverk i trevirke mellom stålsøylene. Deltbjelker blir sveist fast på toppen av stålsøylene. Disse skal bære hulldekke



over 1. etasje. I praksis ville vi gått for Hulldekke i begge etasjeskillene fordi vi mener dette er mer fordelaktig enn plasstøpt. Men for at vi skal vise at vi behersker beregning av plasstøpt dekke har vi valgt å benytte dette også. Bæreveggene i 2.etg går i yttervegg og består av stenderverk i tre. Over vinduer og dører vil det bli lagt inn trebjelker for å ta belastningen fra takkonstruksjonen. Taket er helvalmet, selvbærende og hviler på de utvendige bæreveggene i 2. etasje. Bygget har generelt store/høye vinduer. Ved utvendige trappeganger under bakkenivå er det støttemurer som tar jordtrykket.

Alle detaljer over løsninger, isolasjon, målsettinger ligger ved som tegninger.

3.2 Betong

Alle våre betongkonstruksjoner er lagd med betongkvalitet B30. Dette er den mest brukte for vår type konstruksjoner.

Armeringen i konstruksjonene er i kvalitet B500C. Det brukes forskjellig armeringsdiameter, og den legges med overdekning ut fra hva slags eksponeringsklasse som gjelder for de forskjellige konstruksjonene.

3.2.1 Hulldekke

Referanse:

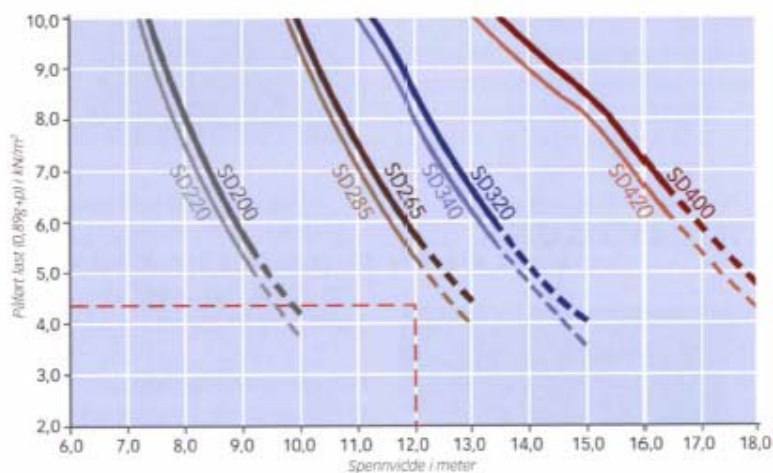
Tegning: FOR103
DET101
DET102-C

Hulldekkene våre har vi valgt i fra Spenncon. Under har vi noen gode grunner til hvorfor vi valgte å benytte oss av hulldekker:

- ✓ Lange spenn → Opptil 18 meter (plasstøpt ca 7 meter). Står fritt til inndeling av lokalene. Mulighet for innvendige endringer senere, uten at man trenger å ta hensyn til bærevegger.
- ✓ Kortere byggetid.
- ✓ Mulighet for å legge ventilasjon og andre rør i hullene i dekket.
- ✓ Spenndekk fremfor plasstøpt dekke gir:
 - 40% mindre betong. |
 - 50% mindre armering. | → Dette fører til en lettere konstruksjon.
 - 35% mindre avfall. |

Dimensjoner og kapasiteter

Det lengste spennet vi har er 5,6meter. Vi går inn i tabellen til Spenncon og finner maksimallast (Bruksgrense).



Vi kommer til å gå for en SD265, men maksimale lasten denne tar ser vi ikke ut ifra denne tabellen. Det er i alle fall over 10kN/m².

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
SD 285	4,2	4,5	95	225
SD 320	4,1	4,4	106	300
SD 340	4,6	4,9	106	300
SD 400	4,6	5,0	130	496
SD 420	5,1	5,5	130	496

Ut i fra denne tabellen finner vi at egenvekta på spenndekket ferdig fuget er 4,0 kN/m².

$$E.V + N.L = 4,0 + 2,0 = \underline{6,0 \text{ kN/m}^2} \quad 6,0 < 10,0 \quad \rightarrow \text{Ok!}$$

Bestandighet

Vi velger klasse LA : Lite aggressivt miljø. Konstruksjoner i tørt miljø innendørs uten aggressive gasser. → Miljøklassene krever forskjellig minimum overdekning over armeringen. Ser ut i fra tabell under at SD265 tilfredsstillende denne miljøklassen. Det er bra!



Elementtype	Tilfredsstiller miljøklasse
SD 200	LA
SD 220	MA
SD 265	LA
SD 285	MA
SD 320	LA
SD 340	MA
SD 400	LA
SD 420	MA

Brannsikkerhet

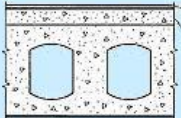
SD 265 i standard utførelse tilfredsstiller brannklasse REI-M60.

Bygningsdel	Bygningsbrannklasse		
	BKL 1	BKL 2	BKL 3
Hulldekker i bygning over åtte etasjer ¹	REI 30	REI 60	REI 90
Hulldekker i bygning til og med åtte etasjer ²	REI 30	REI 60	REI 60
Hulldekker i brannceller	REI 30	REI 60	REI 60
Hulldekker i brannseksjonering	REI-M90 - 180	REI-M120 - 240	REI-M120 - 240

1 bærende hovedsystem
2 sekundære, bærende bygningsdeler, etasjeskillere

Lyd

Vi ser av tabellen nedenfor at hulldekke med trinnlyddempende belegg på påstøp (tykkelse 265 + 50) får 55-57dB i luftlyd som er innenfor kravene (55dB). Når det gjelder trinnlyd får vi verdien 56-53dB som er litt i overkant, siden trinnlyden ikke skal overstige 53dB. Påstøpen som vi har dimensjonert med er 30mm, men tror dette vil gå greit siden vi leker ned og bruker gips på undersiden av hulldekket. Da kommer vi innenfor kravene også når det gjelder trinnlyd.

Hulldekkeelementer (forspent betong)	Tykkelse, bærekonstruksjon (mm)	Total dekketykkelse (mm)	Laboratiormålte verdier		I ferdig bygg (feltmålte verdier)	
			Trinnlyd $L'_{n,w}$ (dB)	Luftlyd R'_w (dB)	Trinnlyd $L'_{n,w}$ (dB)	Luftlyd R'_w (dB)
 <p>Trinnlyddempende belegg på påstøp</p> <p>Med trinnlyddempende belegg på påstøp (kfr. pkt. 41)</p>	200+35	235		54-56	60-57	51-53
	265+50	315		57-61	56-53	55-57

Tabellen er hentet fra NBI 522.514

Løsninger:

265mm dekke, 30mm påstøp og trinnlyddempende belegg. I underkant av dekket blir det lektet ned og gipset med et lag 13mm.



3.2.2 Plasstøpt dekke

Referanse: Vedlegg beregninger
Tegning: ARM101
DET101

Som dekke over u.etg har vi valgt å bruke plasstøpt betongdekke. Vi velger å bruke et kontinuerlig dekke som spenner på langs av tallaksene.

Tykkelse:

Ved utregning ser vi at det hadde holdt med en dekketykkelse på 250mm pluss 10mm påstøp. Ser vi på lyd finner vi ut at det er lydkravene som blir det dimensjonerende. Da må vi ha et dekke på 270mm pluss påstøp med trinnlyddempende belegg. Dette tilfredsstiller lydkravene for lydgjennomgang. Vi vil også benytte gipsplater i underkant, dette bidrar også til at lydgjennomgang reduseres.

Massive betongplater (Plasstøpt betong med densitet ca. 2 400 kg/m ³)	Tykkelse, bærekonstruksjon (mm)	Total dekketykkelse (mm)	Laboratiormålte verdier		I ferdig bygg (feltmålte verdier)	
			Trinnlyd L _{n,w} (dB)	Luftlyd R _w (dB)	Trinnlyd L _{n,w} (dB)	Luftlyd R _w (dB)
 Med trinnlyddempende belegg (vinyl på filt, vinyl på skumplast eller parkett på 2 – 3 mm eksp. polyetylen) (kfr. pkt. 41)	160	Fra 160		58	60 – 58	51 – 54
	180	Fra 180		59	58 – 56	51 – 54
	200	Fra 200		60	58 – 55	53 – 58
	230	Fra 230		61	56 – 54	53 – 58
	250	Fra 250		62	55 – 53	55 – 60
	270	Fra 270		–	54 – 52	55 – 60
	300	Fra 300		–	53 – 50	57 – 62

Dimensjonering for moment og nedbøying.

Armering:

Momentene regnes ved hjelp av Momentkoeffisientmetoden. Vi får strekk i nedkant i feltene, og strekk i overkant over oppleggene. Nedbøying vil gjøre seg gjeldende i ytterfeltene. Innerfeltet får ingen særlig nedbøying, mye pga at momentene i ytterfeltene vil være med på å ”presse opp” dekket i innerfeltet. Vi benytter ”hovedarmering” og ”svinn- og fordelingsarmering” der hvor det bli strekk.

Overdekning:

Overdekningen blir styrt av hensynet til korrosjon. Ut fra XC1, 50 års levetid er minimumsoverdekningen 25mm. I henhold til NS 3473.

Eksponeringsklasse XC1 gjør at regning for riss ikke blir nødvendig.

**Overhøyde:**

Med hensyn til litt for stor nedbøyning i ytterfeltene skal det brukes overhøyde på midten av spennene ved støping. Det er lov med opp til 25mm overhøyde ved støping. For at vi skal komme i mål med vår valgte armering, benytter vi oss av å legge inn en overhøyde på midten av ytterfeltene ved støping.

Forankringslengder av armering:

Vi har også regnet på forankringslengden over oppleggene. Dvs. hvor langt inn på oppleggene armeringen skal gå.

3.2.3 Utkrager fra plasstøpt dekke

Referanse: Vedlegg beregninger
Tegning: ARM101
DET101
DET102-A

I akse A3-B3, A4-B4 får vi en utkrager fra dekket. Denne skal også være i plasstøpt betong.

Tykkelse:

Vi fortsetter med en tykkelse på 270mm pluss påstøp.

Vi dimensjonerer for moment og nedbøyning.

Armering

Vi vil her få strekk i overkant av utkrageren, og må legge inn armering i overkant. Muligheten for at denne måtte dimensjoneres for trykk trodde vi var til stede. Men etter beregninger fant vi ut at kapasiteten til betongen var såpass stor i forhold til moment, at dette ikke var nødvendig. Hovedarmeringen vil forankres inn i det kontinuerlige dekket og forankringslengden er lik lengden på utkrageren. Nedbøyning ble avgjørende for bruk av hovedarmering. Det legges bøylearmering og horisontalarmering i enden.

Overdekning:

Da dette er en innendørs/utendørs konstruksjon velger vi overdekning på 50mm for å være på den sikre siden.



3.2.4 Bærevegger

Referanse: Vedlegg beregninger

Tegninger: ARM101
DET101
DET102-B

I underetasjen vil de bærende veggene bli støpt i betong.

Bæreveggene vil bli ytterveggene og de to skilleveggene i akse 3 og 4. Vi dimensjonerer med utgangspunkt i to forskjellige type vegger; vegger som tar jordtrykk, og vegger som ikke tar jordtrykk.

Tykkelsen på veggene har vi valgt til 200mm etter rådføring med veileder.

Jordtrykksvegg:

Veggene i akse C1-C2, C5-C6, E2-E3 og E4-E5 tar jordtrykk.

Denne veggen dimensjonerer vi som et dekke med jordtrykk som skaper moment.

Det regnes ikke for nedbøying.

Armering

Det vil bli lagt armering mot strekk i innerkant av veggen og svinn- og fordelingsarmering..

Vegg uten jordtrykk:

Resterende bærevegger i underetasje regnes som vegger som kun tar last rett ovenfra.

Armering:

Disse veggene må ha lik horisontal- og vertikalarmering på begge sider.

Overdekning for ytterveggene er 50mm. I innvendige vegger blir overdekningen på 30mm.

I tillegg på alle veggene legges det vertikalarmering der hvor søylene ovenfra hviler.

Det legges vertikalarmering i hjørner til forankring.

3.2.5 Fundamenter

Referanse: Vedlegg beregninger

Tegning: FOR102
ARM101



Under de bærende veggene i underetasjen får vi fundamenter. I utgangspunktet tenkte vi å bruke en type fundament for innervegger, og en annen type for yttervegger. Etter nærmere beregninger fant vi ut at lastene ble rimelig like. Vi dimensjonerte da begge fundamentene for den største lasten.

Grunnlaget for beregningene var det tillatte grunntrykket vi satte til 300 kN/m^2 . Høyden ble valgt ut fra en "minimumshøyde" for fundamenter på 250mm, noe som ble diskutert med veileder.

Vi har regnet for moment, skjær og rissvidder.

Armering:

Det armeres for strekk i underkant av fundament med hovedarmering. Det legges også svinn- og fordelingsarmering.

Rissvidden ble det avgjørende for valg av hovedarmering. Vi måtte legge tettere hovedarmering for å innfri kravet til rissvidde.

Det skal legges armering som skal forankre veggen over til fundamentet. Vi har beregnet lengden på denne.

3.2.6 Støttemur

Referanse: Vedlegg beregninger

Tegninger: DET101
ARM100

Nord og øst

Murene som skal ta jordtrykket ved trappene i nord og øst ble dimensjonert som støttemurer. En annen mulighet var dimensjonering med horisontalarmering i topp, der trappene og inngangspartiet ble brukt som "avstivere". Men pga langt spenn og at dekket over da ville blitt forskjøvet valgte vi å dimensjonere disse som støttemurer. En annen fordel med støttemuren (nord) er at det blir isolert bedre der det er trappenedgang under inngangspartiet. Støttemurene har tilnærmet lik høyde, så vi dimensjonerer likt med hensyn på den høyeste.

Forutsetninger:

Disse støttemurene er dimensjonert som drenerte, forskyvelige støttemurer. Det er beregnet med hensyn til moment, skjær og rissvidder.

For hovedarmeringen var det til slutt rissvidden som ble dimensjonerende. Dvs. at for stor rissvidde førte til at det måtte armeres tettere. Grunnen til at en regner for riss, er at når det dannes sprekker blir det kortere vei for vann å komme inn til armeringen. Dette fører til større sjanse for korrosjon, som gjør at stålet svekkes.



Syd og vest

Vi har også støttemurer på sør og vest siden. Det blir murt en kombinert såle/dekke som skal festes til utvendig vegg med dybler. Støttemurene har ca 0,5 meter høydeforskjell, og har blitt dimensjonert for den høyeste.

Forutsetninger:

Disse er dimensjonert som drenerte, men uforskyvelige pga murens utforming.

Konstruksjonen får likt trykk på begge sider og vil derfor ikke bli forskjøvet. Det er tatt hensyn til moment, skjær og rissvidder.

Også her var det hensynet til rissvidder som ble det dimensjonerende for hovedarmeringen.

Isolasjon

Etttersom det kan være telefare på stedet har vi valgt å isolere støttemurene mot tele både i sålen og i veggen.

3.2.7 Trapper

Referanse:

Tegninger: FOR101
DET101

Utvendig skal trappene oppføres i betong. Alle trappene blir isolert under med 100mm trykkfast isolasjon.

Trapp ved inngang i 1.etg, trapp opp til terrassene og innvendig trapp har vi ikke tatt for oss. Disse ville nok trolig ha blitt oppført i impregnerert utvendig og vanlig trevirke innvendig.

3.2.8 Gulv på grunn

Referanse:

Tegninger: FOR102
DET101

I underetasje og i trappegangene nord og øst blir det lagt gulv på grunn. Vi er forsiktige og velger å dimensjonere dette ut fra XC 2.



Eksponeringsklasse	Minimumsoverdekning (mm)			
	50 års levetid		100 års levetid	
	Korrosjonsømfintlig armering ^b	Lite korrosjonsømfintlig armering ^a	Korrosjonsømfintlig armering ^b	Lite korrosjonsømfintlig armering ^a
X0	–	–	–	–
XC1	25	15	35	25
XC2, XC3, XC4	35	25	45	35
XD1, XD2, XD3	50	40	60	50
XS1, XS2	50	40	60	50
XS3	60	50	70	60
XSA	Fastsettes særskilt		Fastsettes særskilt	

Tabell fra NBI 520.026

Ut fra eksponeringsklassen som er XC2 velger vi en overdekning på 35mm. Dekketykkelsen blir 100mm for innvendig, og 80mm ute ved trappegangene. Vi velger bevisst lavere dekke ute. Dette fordi det er nødvendig at gulvet i trappegangene ligger noe lavere for å hindre vannlekkasje inn.. Som armering bruker vi armeringsnett K 189 som har tråдавstand 150mm og tråddiameter 6mm. Gulvtykkelse og armeringstype er valgt i samråd med veileder.

I de resterende trappegangene utvendig vil de bli støpt en støttemur med såle som går under hele trappegangen. Vi trenger ikke legge noe gulv der da såla i støttemuren blir brukt som det.

Viktig at disse utvendige dekkene har en sluk som får drenert vekk vannet som vil legge seg på gulvet

3.3 Stål

Vi bruker stål kvalitet S355 i alle stålkonstruksjonene, det gir $f_d = 322,7 \text{ N/mm}^2$

3.3.1 Deltabjelke

Referanse:

Tegning: FOR103
DET101
DET102-C

For å holde Hulldekke over1.etg legges delta-bjelker på søylene. Dette er fordelaktig spesielt med tanke på at man kan legge dekke kant i kant med bjelken.. Dette er ”plassbesparende” i vegg, og i tillegg bra estetisk.

DELTA -bjelken dimensjoneres for fullt samvirke mellom de monterte dekke -elementene uten tilleggsarmering på byggeplass. DELTA -bjelken leveres ferdig brannarmert for brannkrav opptil 120minutter. Det trengs ingen brannhemmende maling eller ekstra brannisolasjon under bjelken. Gjennomgående hull på tvers av bjelken tillater føring av rør og kabler både på tvers og langs i bjelketverrsnittet. DELTA -bjelken stjeler ikke etasjehøyde under dekket og skaper ingen lydbro i dekket (se figurer)

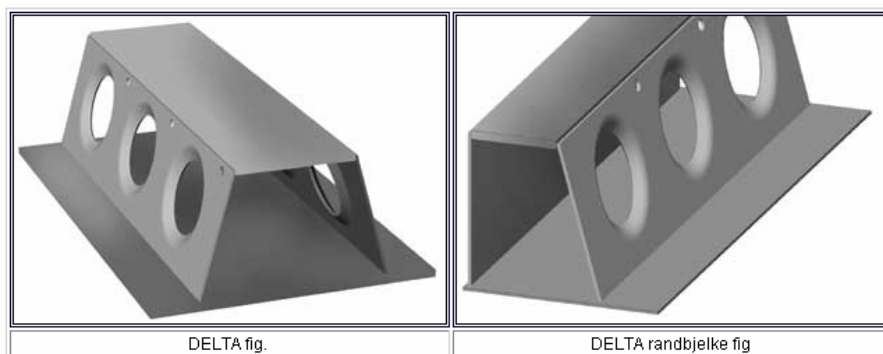


Slik gjøres det uten



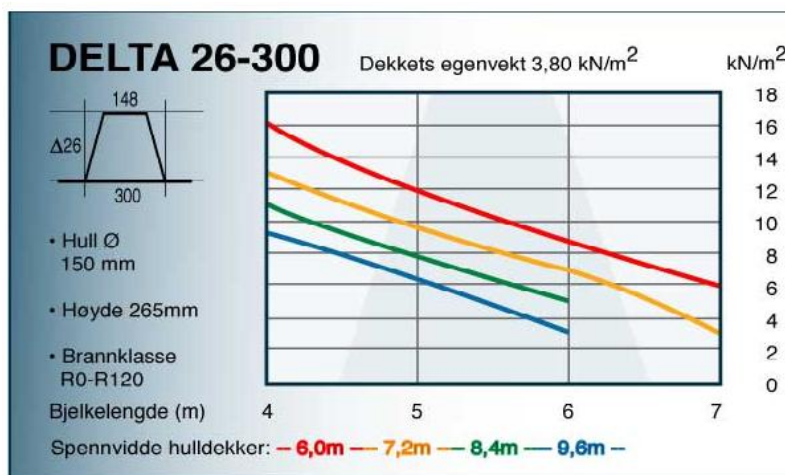
og slik med DELTA bjelken

Under har vi de to typene Delta-bjelkene som vi har brukt.



Dimensjonering

Vi bruker kurven nedenfor og måltabellen for å sjekke hvilken last delta-bjelken tåler. Vi har 6 meter spennvidde på hulldekkene og lengste bjelkelengde på 3,6 meter. Ser da at vi tåler en last på 16 kN/m². Ut i fra den andre tabellen ser vi at vi kan tillate oss en linjelast på ca 175kN/m. Dette holder i massevis for begge to.



DELTA 26-300: X-aksen viser DELTA-bjelkens lengde. Y-aksen viser dekkets bæreevne (nyttelast i bruddgrensetilstand*) i tillegg til 3,80kN/kvm som er dekkets sammensetningens beregnede egenvekt.
*30% av last er definert som permanent last.

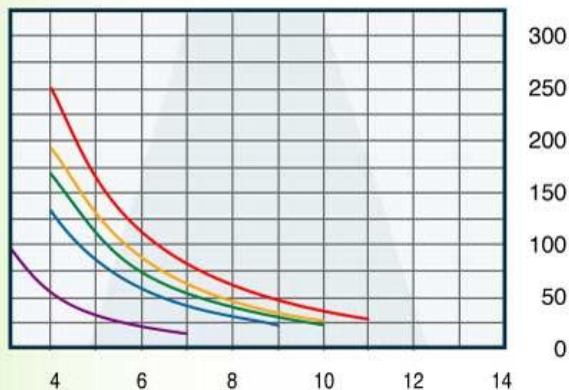


Linjelastkapasiteter

D20 og D26

- D20-200
- D20-300
- D20-400
- D26-300
- D26-400

Bjelkelengde (m)



X-aksen viser DELTA-bjelkens lengde. Y-aksen viser bjelkens bæreevne uttrykt i kN pr. løpemetre bjelke betraktet i bruddgrensetilstand der 30% av last er definert som permanent last.

MÅLTABELL OG BJELKEUTVALG

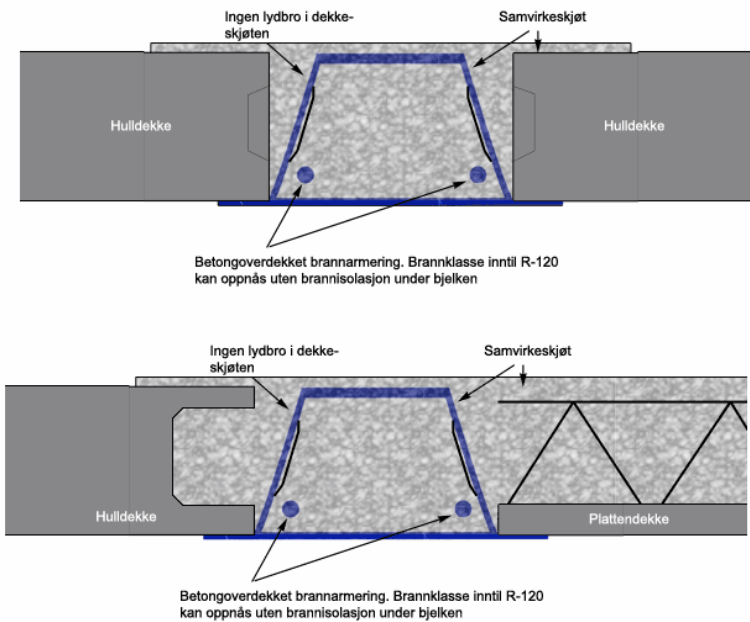
Måltabell	Bjelketype	b	b1	b2	d2	h	Ø
	D20-200	200	97,5	100	5-25	200	80
	D20-300	300	130	180		265	
	D20-400	400	130	278			320
	D26-300	300	97,5	148		370	
	D26-400	400	130	245			400
	D32-300	300	97,5	110		485	
	D32-400	400	130	210	330		
	D37-400	400	130	180			
	D37-500	500	130	278			
	D40-400	400	130	180			
	D40-500	500	130	278			
	D50-500	500	130	230			
D50-600	600	130	330				
	DR20-b	Kundefinert	100	Fastsettes iht.b (min 100mm)	5-25	200	80
	DR26-b					265	
	DR32-b		320			150	
	DR37-b		370				
	DR40-b		400				
	DR50-b		500				

Utførelse

Etter at dekket er ferdig montert skal deltabjelken og resten av dekkefugen utstøpes. Ved bruk av hulldekker gjøres dette samtidig med utstøping av fugene mellom hulldekkene. Det er oftest nødvendig med forskaling ved deltabjelkens ender. Etter dette monteres eventuell armering ifølge konstruksjonsplanen. Ved hulldekker er Ø12mm armering på tvers av bjelken i hulldekkfugene vanlig. Armeringsstengene tres gjennom perforeringene i bjelken og skal



ha minimum 1000mm forankringslengde i hulldekkefugen. Delta-bjelken leveres med integrert brannarmering i bjelkens lengderetning montert innvendig i bjelken.



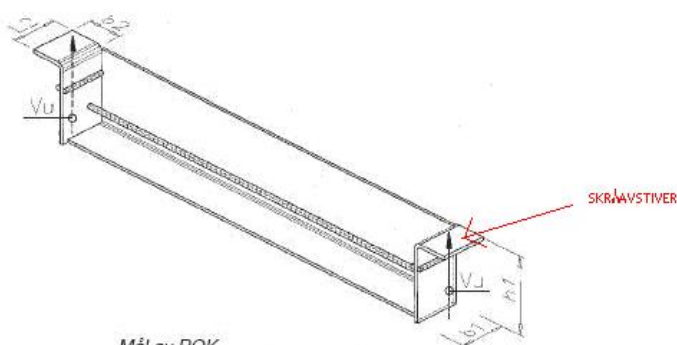


3.3.2 Utvekslingsbjelke POK

Referanse:

Tegning: FOR103
DET101

Vi trenger en utvekslingsbjelke for trappenedgangen i dekke over 1.etg. Bruker dermed en bjelke som ligger opplagret på hulldekkene ved utsparingen. Vi slipper dermed å bruke ståldrager under dekkene for å få til denne utvekslingen. Dette er bedre både med tanke på tid og penger, og man slipper å ta hensyn til hva som er under utvekslingen. Utvekslingsjerna er typegodkjente og brannklassede, og kommer i standard lengde på 1200mm og 2400mm. Vi kontaktet Spenncon om det var mulig å bruke et slik utvekslingsjern siden vi har et spenn på 2900mm. Dette er litt over hva som er standard, men de bekreftet at dette ville la seg gjøre siden lengden på spenndekkene som utvekslingsjerna ville ligge på var kun 5,4meter lange. Utvekslingsjerna bør forsterke "hakene" der hvor alle kreftene vil komme ned, ved å sveise inn en trekant her.



Figur 1

Mål av POK

Type	POK 150	POK 200	POK265	POK 320	POK 400	POK 500	Toleranser (mm)
Høyde h1	150	200	265	320	400	500	+3,-0
Underflens b1	120	120	120	140	140	140	+0,-3
b2	100	100	100	100	100	100	+3,-0
l2	130	130	130	150	150	150	+3,-0
Lengder POK	1200-2400	1200-2400	1200-2400	1200-2400	1200-2400	1200-2400	+0,-3
Lagerført	1200	1200	1200	1200	1200	1200	+0,-3

Installasjon	Oppleggskraft Vu (kN) på enden av utvekslingsjernet						Armeringsbøyle Ø12 forutsatt (se pkt. 5.2)
	16,0	22,0	44,0	55,0	62,0	70,0	
Brannsituasjon	Kontroll av spennlengder i brannsituasjon (R60) (se grafer sidene 14-19)						(se pkt. 5.2)
Nyttelast	Kapasiteter for forskjellige dekkspennlengder (se grafer sidene 8-13)						

Tabell 1

POK mål, kapasiteter og toleranser



Ser ut i fra tabellen at oppleggskraften denne tåler ved standard lengde er 44,0kN. Vi gjorde et kjapt overslag, å kom frem til en last på 16,6kN. Så dette skulle holde i massevis.

3.3.3 UNP-bjelker

Referanse: Vedlegg beregninger
Tegninger: DET101
DET102-D

Vi bruker en UNP280 som opplagring for det plasstøpte dekket der det skal være ”åpent ned”. En slik bjelke legges under alle de 3 åpningene. Grunnen til bruk av en bjelke som går inn i dekket er at vi unngår at en bjelke under dekket stjeler sollys som skal ned i stua. Et annet viktig moment er at det er lettere å brannisolere denne. Vi har beregnet for den største lengden på 5,4meter. UNP280 holdt for moment og skjær, men ikke et nedbøyningskrav på L/350. Det holder der i mot når det sveises et 20mm flatstål på bjelken. I endene av Bjelken sveiser vi inn en 10mm tykk stegforsterkning som skal ta opp kreftene i endeopplegg. Tykkelsen hentet vi ut fra flenstykkelsen på UNP280 som er 10mm. Vi forhindrer vridning av bjelken hvis vi sveiser fast armeringsstål til stegene som blir innstøpt i dekket. Her bruker vi $\varnothing 10$ c/c250 under og $\varnothing 10$ c/c 500 over.

3.3.4 RHS- Søyle

Referanse: Vedlegg beregninger
Tegninger: FOR103
DET101
DET103-H

Før beregning så vi på tykkelsene av veggene der hvor stål-søylene skulle stå. Vi gikk så ut i fra at man skulle bruke en rektangulær søyle med sider mindre enn 100mm. Ut i fra beregningene kom vi frem til at ved den største belastningen fikk vi en RHS 80x80x6 til å holde. Med tanke på brannisolering med et lag gips gikk vi opp til RHS 80x80x8, siden det stilles krav til en godstykkelse på min. 7mm. Stål-søylene blir sveist fast i søylefotplatene i bunn. I topp blir den sveist fast til deltabjelkene.

Skråsøyle

Vi setter inn en skråsøyle som tar ned lasten i fra taket, dekket og veggene i 2.etg, og fører dette ned i innvendig betongvegg. (B-3 og B-4). Grunnen til at vi må ta ned lasten her er at det er utkrager i plasstøpt dekke under. Denne vil ikke klare påkjenningene over uten å få for stor nedbøy. Skråsøylen ble dimensjonert til RHS 70x70x5, men for enkelhetens skyld bruker vi RHS 80x80x80 rund baut. Skråsøylen sveises fast i bunn til den søylen som står der fra før og til deltabjelken over.



Overgang dobbel til enkel deltabjelke.

Vi setter inn en RHS 160x80x8 i overgangen av disse bjelkene. Det er for at det skal ha nok opplager til bjelkene. Denne blir satt inn i E-3 og E-4.

Brannisolering av søylene.

De bærende stålsøylene i dette bygget er kledd inn i veggene med gips som platekledning, og får dermed en god brannisolering der.

Den bærende konstruksjonen i dette bygget må ha en 60minutters brannmotstand (se avsnitt om brann) Nedenfor er en tabell over hvor mange platelag som behøves for å få en brannmotstand på 60minutter

Brannisolering med gipsplater

Veiledende antall platelag for 60 minutters brannmotstand, avhengig av stålprofiltype og -dimensjon. Kritisk ståltemperatur er satt til 500 °C.

Profiltype	Profilhøyde (mm)		Antall platelag med 15 mm brann gipsplate
	Firesidig brannpåkjent	Tresidig brannpåkjent	
IPE	80–270	80–220	2
	300–600	220–600	1
HE-A	100–140	100–600	2
	160–600		1
HE-B	100–600	100–600	1
HUP	100–200		2
Kvadratisk	100–400		1 ¹⁾

¹⁾ Ett platelag forutsetter minst 7 mm godstykkelse for de fleste profildimensjoner

Vi bruker HUP søyler med 8mm godstykkelse og vi kan derfor bruke 1 lag 15mm gips som innvendig kledning. Brannisolering utover det vi får av denne kledningen trengs ikke.

Tabellen er hentet fra byggforsk.

3.3.5 Strekkstag (Vindavstivning)

Referanse: Vedlegg beregninger
Tegninger: FOR103
AFA100



Ved beregning av vindkrefter tok vi arealet fra halve 1.etg og opp for å finne høyden. Bredden fordelte vi inn i soner. Dermed fikk vi et areal som vi kunne bruke videre i beregningene. Vi tok ikke hensyn til fratrekk i arealberegningen grunnet valmtak.

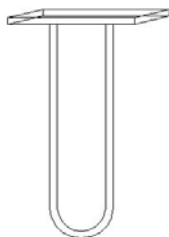
Vi har brukt vinkelstål 25x25x4mm som strekkstag rundt i hele bygget. Tykkelsen på godset i vinkelstålet er en millimeter tykkere enn beregnet. Dette er pga at det er lettere å sveise jo tykkere gods man har. Vi har satt strekkstagene i kryss som tar opp vindkreftene som kommer i fra nord og sør. Dette kunne vi gjøre siden vi hadde stålstendere som sto relativt nære hverandre og uten noen vindu/dør i mellom. Vindkreftene som kommer i fra øst og vest har vi tatt opp med kun enkelt avstivere, siden det er vinduer/dører i mellom stålsøylene. Det må settes ned en søylefotplate 2,5 meter i fra hvert hjørne (B-2, E-2, B-5, E-5) hvor vi sveiser fast dette vinkelstålet i nedkant.

3.3.6 Søylefotplate

Referanse: Vedlegg beregninger

Tegning: FOR103

Under hver stålsøyle i 1.etg skal det være en søylefotplate der søylene blir sveist fast. Vi så at de største lastene som ville opptre kom i akse B-3 og B-4. Brukte disse kreftene for å dimensjonere søylefotplaten, i tillegg til at vi dimensjonerte for skråsøylen som vil gi en skjærkraft. Vi kom fram til at 200x200x10 med en sveis på 4,0mm brukes under alle søyler. Dette passer akkurat med bredden på veggene (200mm). Under søylefotplaten blir det sveist fast noen jern som blir støpt fast i betongen når veggene blir støpt. Overkant av fotplaten skal flukte overkant av støpen. Se figur under for utseende av fotplate.





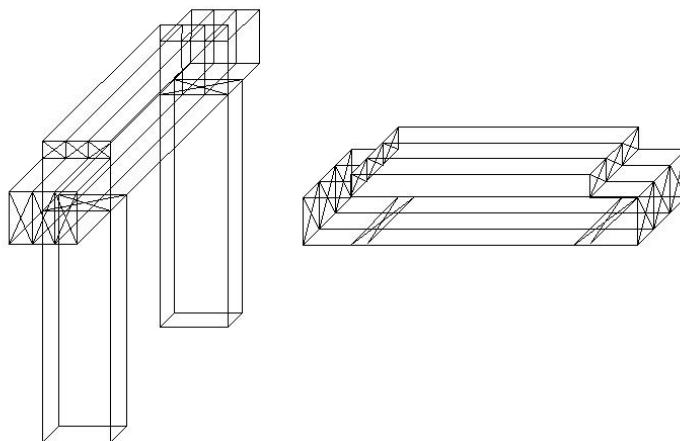
3.4 Tre

Vi har benyttet oss av trevirke fra nordisk gran med trekvalitet C30.

3.4.1 Bjelker over vinduer/dører

Referanse: Vedlegg beregninger
Tegning: FOR100
 FOR104

Takstolplanen viser hvor taksperrere er plassert på toppsvilla. Dette må man vite når man skal regne ut bjelker over vinduer/dører, om de holder for moment, skjær og nedbøyning. Grunnen til at det er viktig å sjekke bjelkene for nedbøy er at det er liten avstand i mellom vinduet og bjelken (10mm). Virkningen av stort trykk på vinduer/dører er at de blir vanskelige å få opp, eller i verste fall ødelagt. Vi regnet på bjelke over vindu der det kom ned 3 takstoler på en lang lengde, og for en bjelke med 2 takstoler som belastning med større punktlast, men kortere bjelkelengde. For å gjøre det enkelt og mest praktisk bruker vi 3 stk 48x148 C30 (nordisk gran) som bjelke over alle vinduer/dører. Dette tilfredsstiller alle krav. Nedbøyen ble kun 5mm i det verste tilfellet. Dette bygget har høye vinduer, så det er lite med plass til bjelker over vindu. Dette har vi løst ved at det skjæres ut i endene av bjelken, og toppsvilla legges inn her og spikres godt. Viktig at dette "innhaket" skjæres ut etter søyleopplegg. Overkant av bjelke og toppsvill flukter da med hverandre. Se figur under.

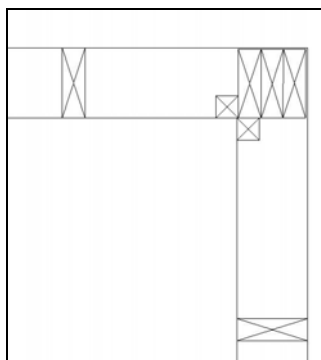


3.4.2 Stendere og søyler i 2.etg

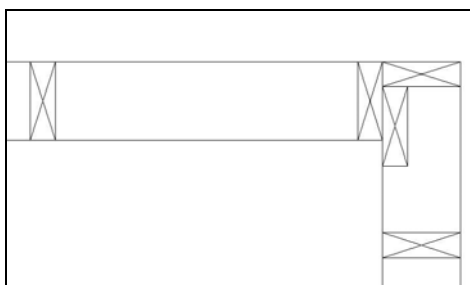
Referanse: Vedlegg beregninger
Tegninger: FOR104
 FOR100
 APL200



Det består av trevirke i 2.etg, unntatt den ståldrageren som hindrer takstolene fra knekking. Etter beregningene holder det med 36x148 C30 som stendere i bygget, også der det kommer 3 taksperrer på en bjelke. Så vi bruker denne dimensjonen for hele bygget. De største punktlastene (150 kN) kommer der ståldrageren er over i B-3 og B-4. Disse er avstivet fra å knekke siden dette er hjørner med gips på begge sider. Utregningene viser at det holder med 2stk 48x148 C30. For å gjøre det enkelt med tanke på utførelse og isolasjon setter vi her 3 stk 48x148 C30 i sammen, med en lekt (48x48) på hver side for å få utvendige spikerslag. Se figuren under.



De andre hjørnene som er "utvendige" klarer seg med 1.stk 48x148 C30. Men får å gjøre dette praktisk også her både med å få innvendige og utvendige spikerslag, grei isolering, og god avstivning i hverandre setter vi 3 stk 36x148 C30 inntil hverandre. Se figur under.



3.4.3 Skillevegg mellom boenheter (brann / lyd)

Referanse:

Tegning: DET101
DET103-E

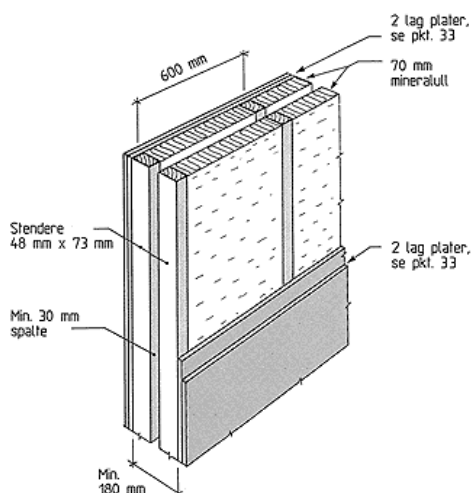
Mellom boenhetene i 2.etg må vi ha en brann og lydvegg. Vi må ha en lett konstruksjon her siden denne vegg står midt på et spennedekke, noe som er lite gunstig mtp nedbøy. Denne vegg fører vi opp i bindingsverk av tre. Vegg er ikke bærende, så det som er avgjørende



for konstruksjonen er krav til lyd- og brann. Konstruksjonen skal tilfredsstillere krav for brannmotstand (EI60) og lydreduksjon (R'_w , 55 dB)

Veggens oppbygning

Ut fra kravene har vi valgt en løsning med dobbelt reisverk oppført i tre der vi har to bunnsviller som ligger atskilt. Minimumsavstanden mellom disse er 30mm. Vi satte inn 50mm spalte i mellom disse. Veggene isoleres med 70mm steinull i begge veggene. Det kles med 2 lag gips lag gips på hver side. Det er helt avgjørende både for brannmotstanden og lydisolasjonen at skilleveggen er fullstendig lufttett. Derfor må spalten mellom de to veggdelene må være tettet mot inntrengning av luft utenfra og nedenfra. Dette gjøres med fuging.



3.5 Takkonstruksjon

Referanse: Vedlegg beregninger
 Tegning: FOR100
 APL300
 APL200

Det var mye arbeid å finne ut av hvordan lasten i fra takkonstruksjonen skulle komme ned til ytterveggene. Taket er bygd opp av 10,8 meter lange prefabrikkerte takstoler i trevirke som er selvbærende. Noe av problemet var å se for seg valmtakets oppbygning. For å få en oversikt over dette lagde vi en takstolplan. Etter at denne planen var analysert sammen med veileder så vi at det måtte lages en løsning over inngangspartiet som hindret at takstolene knakk sammen. Det ville ikke ha vært estetisk og lagt inn en ståldrager inne på badet og kontoret for og tatt noe av denne belastningen, siden det er skråtak innvendig. Her må det bli en stålprofil i en eller annen slags form som følger skråtaket. Vi ser ikke noe nærmere på detaljen her, men går



ut fra at taklasten over inngangsparti går ned i akse B-3 og B-4. Man kan se en oversikt over hvor vi tar ned taklastene for hele taket (se takplan). Bygget er symmetrisk bygd.

3.6 Balkong

Referanse:

Tegning: DET101
DET103-G

Balkongen er oppført i SD200 hulldekke med DR20-215 deltabjelke som opplegg. Hulldekket blir forankret fast til deltabjelken ved bruk av bøyer. Over hulldekke er det påstøp med fall mot sluk 1:100. Vannet som går ned i sluket skal gå ned i rør i innerveggene. Her kan det være fare for at det blir kondens i nedløpene om vinteren. Vi går ikke noe nærmere inn på løsningen her. Oppe på påstøpet er det lagt impregnerert terrassegulv. Høyden på dette gulvet og innvendig er da tilnærmet lik. Vi bruker samme stålsøyler under balkongen siden denne får mindre last enn resten av bygget.



4 TEGNINGER

Det er utarbeidet både armeringstegninger og formtegninger. Tegningslista viser en oversikt over hvilke tegninger som har blitt utarbeidet. Grunnlaget for prosjektet, arkitekttegningene, er også vedlagt.

Forkortelser:

- ✓ APL og ASN – Arkitekttegninger
- ✓ FOR – Formtegninger
- ✓ ARM- Armeringstegninger

4.1 Tegningsliste

TEGNINGSLISTE - HAMMERSTADGATA		
Tegning nr:	Målestokk:	Tittel
<i>Arkitekttegninger</i>		
AFA100	M 1:50	Fasader
APLU00	M 1:50	Plan U.etg
APL100	M 1:50	Plan 1.etg
APL200	M 1:50	Plan 2.etg
APL300	M 1:50	Takkonstruksjon
ASN110	M 1:50	Snitt 1-1
ASN120	M 1:50	Snitt 2-2
<i>Armeringstegninger</i>		
ARM100	M 1:20	Støttemur
ARM101	M 1:50	Plasstøpt dekke
<i>Formtegninger</i>		
FOR100	M 1:100	Takkonstruksjon
FOR101	M 1:50	Trapper
FOR102	M 1:50	Fundamentplan
FOR103	M 1:50	Dekke over 1.etg
FOR104	M 1:50	Stendere i 2.etg
<i>Detaljtegninger</i>		
DET101	M 1:50	Snitt 1-1 og 2-2
DET102	M 1:20	Detaljer A-D
DET103	M 1:20	Detaljer E-H



5 KONKLUSJON

Hovedmålet med prosjektet har vært å bruke den kompetansen vi har fått gjennom studiene til å løse de problemstillingene vi vil komme over. Her var konstruksjon og tegning to sentrale temaer, men vi har også fått bruk for fagområder som prosjektstyring og samarbeid da vi har jobbet i en gruppe.

Vi føler at vi i aller høyeste grad har vi tatt i bruk kompetanse vi har tilegnet oss som studenter.

Vi har holdt oss innen temaene ”beregninger av stål, betong og tre i bærende konstruksjoner” og at vi skulle ”lage tegninger av konstruksjonene i detalj, snitt og plan”. Vi hadde satt 3-D tegning som et eventuelt tema, men vi begrenset dette etter hvert som prosjektet gikk sin gang og vi fikk mer enn nok å gjøre. Grunnisolasjonen var også tema vi bestemte oss for å jobbe grundigere med.

Alt i alt er vi fornøyde med hva vi fikk utført i forhold til satte tema, mål og begrensninger.

I startfasen av prosjektet hadde vi ikke særlig grunnlag for å vite hvor omfattende en slik jobb er. Nå har vi erfart det og har kommet i mål på en bra måte selv om det ble mye på slutten. Hovedprosjektet har ført til at vi har tilegnet oss stort faglig kompetanse, og vi er mer klare til å gå ut i en jobb etter å ha fått en slik erfaring.

Arbeidet ble gjort mye i fellesskap, det er ikke før på slutten vi har kunnet sitte noe hver for oss med våre individuelle oppgaver. Det har alltid vært greit å ha noen å diskutere problemstillinger med, så selv om oppgaver ble fordelt har vi jobbet i mest fellesskap.

Vi takker oppdragsgiver Palm & Bratlie for at de gav oss et såpass utfordrende bygg, med mange forskjellige ting å ta tak i. Det har gjort prosjektet ekstra lærerikt.

Vi har som sagt fått mye erfaring gjennom prosjektet. Aller viktigst er nok erfaringen vi har fått fra alle vurderinger vi har gjort av ulike løsninger, samt det å få total oversikt over bygget.

Deltakerne på hovedprosjektet har den ære av å kunne takke følgende personer og firmaer for hjelp som har vært uvurderlig og lærerik:

Harald B. Fallsen (Veileder HIG)

Håvard Slåtten (Veileder/kontaktperson Palm & Bratlie)

Odd Magne Nørjordet (Veileder/kontaktperson Palm & Bratlie)

Palm & Bratlie (Oppdragsgiver)



6 LITTERATURLISTE

6.1 Bøker:

- **Dimensjonering av trekonstruksjoner (Harald B. Fallsen)**
 - Kompendium etter Norsk Standard NS 3470-1 (5.utgave juli 1999)
Harald B. Fallsen, HIG, januar 2005
- **Dimensjonering av stålkonstruksjoner (Harald B. Fallsen)**
 - Kompendium etter Norsk Standard NS 3472 (3.utgave sept 2001)
Harald B. Fallsen, HIG januar 2005
- **Dimensjonering av betongkonstruksjoner (Harald B. Fallsen)**
 - Kompendium etter Norsk Standard NS 3473 (6.utgave sept.2003)
Harald B. Fallsen, HIG, januar 2005
- **Konstruksjonssikkerhet og belastning**
 - Kompendium i lastberegning
Tarald Rørvik
- **Egne notater fra forelesninger + utleverte stensiler.**

6.2 Norske Standarder:

NS 3472	Prosjektering av stålkonstruksjoner Norges standardiseringsforbund, Oslo 2001
NS 3473	Prosjektering av betongkonstruksjoner. Beregnings- og konstruksjonsregler Norges Standardiseringsforbund, Oslo 2003
NS 3491	Laststandard for vind Norges Standardiseringsforbund, Oslo 1998
NS 3491-1	Dimensjonerende laster. Egenlaster og Nyttelaster Norges Standardiseringsforbund, Oslo 1998
NS 3491-3	Dimensjonerende laster Snølaster Norges Standardiseringsforbund, Oslo 2001
NS 3491-4	Dimensjonerende laster Vindlaster Norges Standardiseringsforbund, Oslo 2002
NS 8175	Lysforhold i bygninger Norges Standardiseringsforbund, Oslo 2002



6.2 Linker:

- http://www.spenncon.no/Brosjyrer_pdf/Spenndekk.pdf (Spenndekke)
- <http://www.peikko.no/> (Deltabjelke og utvekslingsjern)
- <http://www.byggforsk.no/>
 - NBI 522.511 – Lydisolerende etasjeskillere med trebjelkelag.
 - NBI 522.514 – Lydisolering i tunge etasjeskillere.
 - NBI 520.026 – Viktige parametere for prosjektering og utførelse av bestandige betongkonstruksjoner
 - NBI 520.315 - Brannbeskyttelse av stålkonstruksjoner
 - NBI 520.321 – Brannmotstand for etasjeskillere.
- <http://www.be.no> (Statens Bygningstekniske Etat)
TEK 1997