

HOVEDPROSJEKT:

BIRI / MILJØBYGG

Mariskovegen 19

FORFATTERE: ROAR DANIELSEN
HÅVARD DYBENDAL
OLE KRISTIAN EGGE
TOR ANDERS SKOGSTAD

Dato: 12.05.2005

SAMMENDRAG AV HOVEDPROSJEKT

Tittel:	<u>Biri / Miljøbygg</u> <u>Mariskovegen 19</u>	Nr. : Gruppe 4
		Dato : 12.05.05
Deltaker(e):	<u>Roar Danielsen</u> <u>Håvard Dybendal</u> <u>Ole Kristian Egge</u> <u>Tor Anders Skogstad</u>	
Veileder(e):	<u>Harald Berg Fallsen</u>	
Oppdragsgiver:	<u>Miljøbygg A/S</u>	
Kontaktperson:	<u>Robert Høynesdal</u>	
Stikkord (4 stk)	<u>Prosjektering av Mariskovegen 19</u>	
Antall sider: 140	Antall bilag: 1 CD	Tilgjengelighet (åpen/konfidensiell): Åpen
Kort beskrivelse av hovedprosjektet:		
<p>Vi har tatt for oss et bygg på Biri som Miljøbygg setter opp våren 2005.</p> <p>Bygget er et leilighetskompleks med fire leiligheter.</p> <p>Under prosjektet har vi tatt for oss statikk, praktisk utførelse, visualisering og utforming.</p>		



Forord

I november 2004 sendte vi en forespørsel til Miljøbygg for å høre om de hadde en passende oppgave for vårt hovedprosjekt, vi fikk positiv respons og ble invitert til et møte for å diskutere mulighetene. Dette endte med at vi fikk muligheten til å bruke deres kommende oppføring av et boligkompleks på Biri. Dette var en oppgave og type bygg som vi syntes kunne være meget interessant å bruke i vårt hovedprosjekt.

Dette var da starten på det som ble vårt hovedprosjekt og avsluttende oppgave som ingeniørstudenter ved Høgskolen i Gjøvik.

Tidlig i planlegging av hovedprosjektet var vi veldig opptatt av at prosjektet skulle inkludere flest mulig fagområder, og på den måten gi oss et lærerikt prosjekt som belyste forskjellige sider ved planlegging, prosjektering og oppføring av et bygg. Ved å knytte flere fag opp mot prosjektet ville vi oppnå et mer helhetlig inntrykk, en større forståelse for hvordan et byggeprosjekt foregår og i tillegg ville prosjektet bli mer utfordrende på den måte at vi ville få flere ulike problemstillinger.

Med dette som grunnlag formet vi en oppgave som i hovedsak skulle visualiser, prosjektere og dimensjonere bygget. Vi delte så prosjektet inn i følgende deler: visualisering, statikk, utforming og praktisk utføring. Med dette å jobbe ut ifra syntes vi å ha oppnådd den rammen vi ville ha for prosjektet.

Prosjektarbeidet har vært svært interessant og lærerikt. Det å gjennomføre et slikt prosjekt gjør at man ser litt bedre hvordan ting henger sammen, og skjønner litt mer helhetlig hvordan en byggeprosess foregår. Dette er svært nyttig både for de som har tenkt seg til entreprenørbransjen, men også et viktig innblikk for de som har tenkt seg til konsulentbransjen.

Vi har stort sett fått veiledning fra Harald Fallsen, men også fra Jan Steinar Egenes, Robert Høynesdal, Kari Johansen og Fred Robert Johansen. Vi vil derfor rette en stor takk til disse for hjelp under prosjektet.

Gjøvik, 12.05.05

Roar Danielsen

Håvard Dybendal

Ole Kristian Egge

Tor Anders Skogstad



Innholdsfortegnelse

FORORD	3
INNLEDNING	5
ORGANISERING AV RAPPORTEN	5
OPPGAVEN / PROBLEMSTILLINGER	5
MÅLGRUPPE	5
FAGLIG BAKGRUNN	6
ARBEIDSFORM	6
ARBEIDSFORDELING	6
GRUNNLAG OG HJELPEMIDLER	7
UTGANGSPUNKT	7
UTFORMING	8
BRANNTEKNISSK PROSJEKTERING	9
BÆREEVNE OG STABILITET	9
ANTENNELSE, UTVIKLING OG SPREDNING AV BRANN OG RØYK	10
RØMNING AV PERSONER	10
TILRETTELLEGGING FOR SLUKKEMANNSKAP	10
LYD	11
BYGNINGSDELER	12
ETASJESKILLER	13
SKILLEVEGG	14
YTTERVEGG I TRE	15
TAKKONSTRUKSJON	16
BETONGVEGG MOT TERRENG	17
VINDUER	18
GOLV	18
ENERGIRAMMEMETODEN	19
RADON	21
STATIKK	22
GRUNNLAG	22
BÆRESYSTEM	23
LASTBEREGNINGER	24
DIMENSJONERING	24
PRAKTISK UTFØRELSE	27
3D MODELLERING OG VISUALISERING	28
OPPSUMMERING	29
KONKLUSJON	30
KILDER / LITTERATURLISTER	32
VEDLEGG	35



Innledning

Organisering av rapporten

Vi vil at denne rapporten skal gi et inntrykk av hva vårt prosjekt har tatt for seg, gi et innblikk i hvordan vi har jobbet, beskrive hvordan vi har løst problemstillingene og gi en samlet konklusjon av hele hovedprosjektet. Vi vil at rapporten skal gi en helhetlig forståelse og beskrivelse av prosjektet.

Oppgaven / problemstillinger

Huset som vi har som utgangspunkt for hovedprosjektet er et 2-etasjes leilighetskompleks i Mariskovegen 19 på Biri. Det er Miljøbygg som setter dette opp våren 2005.

Bygget består av 4 leiligheter, og har en grunnflate på 137 m².

Oppgaven består i å prøve og prosjektere bygget på nytt, uten for mye informasjon om eksisterende prosjektering. Prosjektet består da i dimensjonering, visualisering, praktisk prosjektering og utforming.

Har så satt opp noen problemstillinger som vi ønsker svar på:

Hvordan visualisere og skape tegninger på en slik måte at allmennheten vil få et klart inntrykk og bilde av bygget?

Hvordan best utforme bæresystemet?

Hvordan prosjektere slik at lydklasse B overholdes?

Hvordan sikre bygningen mot radongass?

Hvilke konsekvenser vil det ha for prosjektet å velge et plasstøpt dekke fremfor å benytte lecaplank?

Hvordan strukturere gruppearbeidet på en slik måte at vi oppnår effektivitet, kvalitet og trivsel?

Målgruppe

Vår målgruppe for hovedprosjektrapporten vil hovedsakelig være:

- Oppdragsgiver / sensor (Miljøbygg / Robert Høynesdal)
- Veileder (Harald Berg Fallsen)
- Medstudenter ved bygglinja på HiG og andre tilsvarende skoler.

Med denne målgruppen forutsetter vi at de fleste har nok kjennskap til konstruksjon og generell byggevirkosomhet til at de har utbytte av rapporten.



Faglig bakgrunn

Alle gruppe medlemmene er avangsstudenter ved Høgskolen i Gjøvik på bygglinja. En av gruppens medlemmer har bakgrunn som tømrer med svennebrev, mens de resterende tre har allmennfaglig bakgrunn. En av disse har hatt sommerjobber på anlegg.

Med nesten tre år på bygglinja håper vi at vi får benyttet den oppnådde kompetansen gjennom prosjektets gang.

Arbeidsform

Prosjektarbeidet ble startet med å utarbeide 3D tegninger ut ifra de arkitekttegningene vi hadde fått av bygget. På denne måten fikk vi satt oss inn i tegningene på en god måte og skaffet oss et inntrykk av byggets utforming. Videre besto arbeidet i å identifisere laster som virket på bygget, krav til brannsikkerhet og lydforhold. Etter dette var gjort kunne vi begynne med dimensjoneringen og utformingen av bygningsdelene.

Etter at prosjektarbeidet startet opp har vi hatt to møter med Miljøbygg, det første helt i startfasen. Dette møtet ble holdt ute på byggeplassen med formann Arnt Slettum. Det andre møtet var også på byggeplassen, men denne gang med Robert Høynesdal og Kari Johansen. På disse møtene fikk vi anledning til å befare bygget og få svar på spørsmål som vi hadde, samt diskutere løsninger.

Vi har jobbet tett i sammen og hatt faste arbeidstider der alle har vært tilstede. Vi har også hatt jevnlig fremdriftsmøter der hver enkelt har presentert framgangen innenfor sitt ansvarsområdet og tatt opp eventuelle problemstillinger.

Arbeidsfordeling

Vi har fordelt ansvarsområdene oss i mellom. Det betyr ikke at alle kun har jobbet med sitt arbeidsområde, men også samarbeidet med andre om ulike temaer.

Fordelingen har vært som følger:

Roar Danielsen:	Visualisering (2D og 3D)
Håvard Dybendal:	Brann og utforming (lyd, energiramme, radon)
Ole Kristian Egge:	Praktisk utførelse
Tor Anders Skogstad:	Statikk



Grunnlag og hjelpemidler

Fag vi har hatt direkte nytte av gjennom prosjektet:

- 3D Modellering/Visualisering
- Byggesaksprosessen
- Bygningslære
- Bygningsmessig brannvern
- Bygningsproduksjon
- Energi og miljø
- Konstruksjonslære I
- Konstruksjonslære II
- Mekanikk
- Stål- og trekonstruksjoner

Har også benyttet en rekke dataprogrammer:

- Autodesk ADT 2005
- Autodesk Autocad 2005
- Focus Konstruksjon
- Microsoft Excel 2003
- Microsoft Front Page
- Microsoft PowerPoint 2003
- Microsoft Project 2003
- Microsoft Word 2003

Utgangspunkt

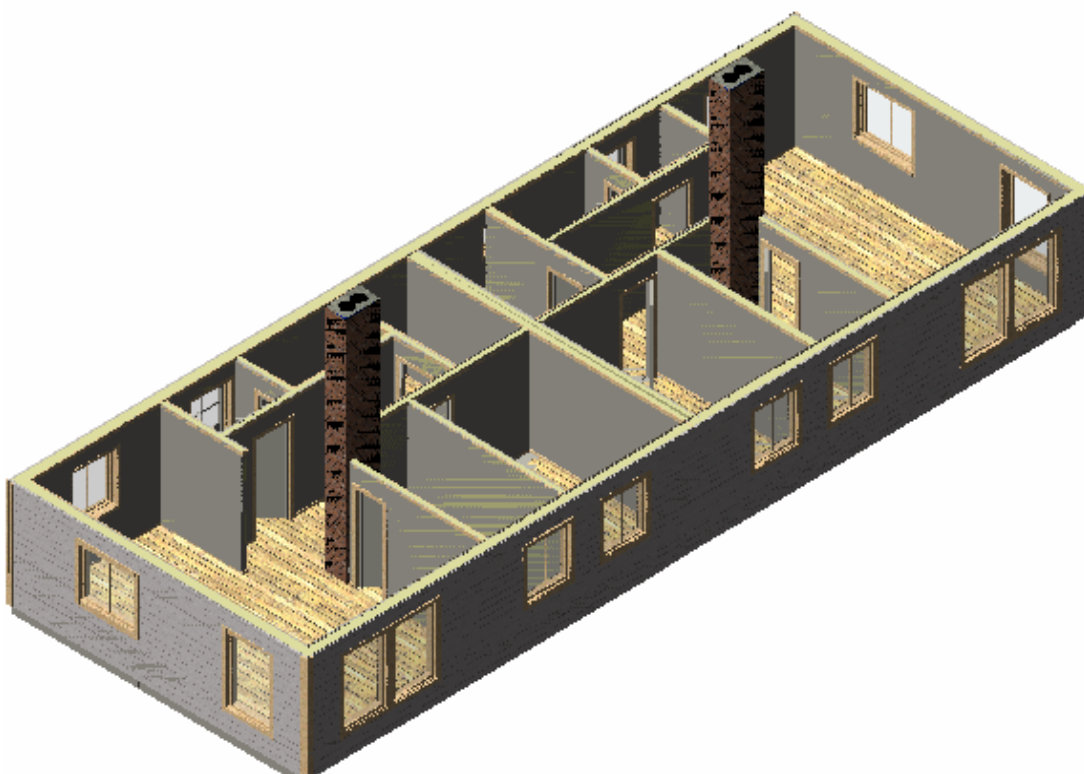
Vi mottok 3 arkitekttegninger fra Miljøbygg i starten av februar 2005:
Fasadetegninger, snittegninger og plantegninger.

Har også mottatt supplerende informasjon fra Miljøbygg underveis, blant annet om jordtrykk, radonproblematikken og lydklasser.

Utforming

Kapittelet om utforming er bygd opp på en slik måte at først identifiserer vi de krav som er stilt til bygget og de ulike bygningsdelene. Videre under delen *Bygningsdeler* beskriver og illustrerer vi løsningene som vi har valgt. Til slutt foretar vi en kontroll av byggets varmeisolering, for å kontrollere dette har vi valgt å bruke energirammemetoden

Kapitlet som beskriver bygningsdelene vil dokumentere at brann- og lydkravene til bygningsdelen er tilfredstilte.





Brannteknisk prosjektering

I denne branntekniske prosjekteringen vil vi identifisere hvilke krav som stilles til bygget. Prosjekteringen er utført i henhold til Teknisk forskrift til plan og bygningsloven.

For beskrivelse og dokumentasjon av bygningsdelers tilfredsstillelse av kravene se avsnitt "Bygningsdeler".

Informasjon om bygning:

2 etasjer, bestående av 4 boenheter.

Bare sporadisk personopphold: **NEI**

Alle kjenner til rømningsveiene og kan bringe seg selv i sikkerhet: **JA**

Bare beregnet for våkne personer: **NEI**

Lite brannfarlig aktivitet: **JA**

Ut ifra opplysningene ovenfor kan vi klassifisere bygget slik:

Risikoklasse 4

Brannklasse 1

Alle de 4 boenhetene har utgang til terreng, bygget har ingen trapperom eller svalganger. Dette fører til at den branntekniske prosjekteringen blir enkel, og med få krav, men allikevel viktig for å ivareta sikkerheten til personer og i størst mulig grad begrense skadeomfang ved en eventuell brann.

Bæreevne og stabilitet

Når man stiller krav til bygning og bygningsdelers brannmotstand så er dette for å ivareta sikkerheten til de personene som oppholder seg i bygget. For å ivareta denne sikkerheten må byggets materialer opprettholde sin bæreevne og stabilitet ved eventuelt brann, slik at personene i bygget rekker å rømme bygningen.

Bærende hovedsystem:

Yttervegger må ha klasse R 30.

Takkonstruksjon utføres med beskyttelse mot brann nedenfra med overflate K10/D-S2,d0 (gammel klasse = K2), dermed kan resten av takkonstruksjonen oppføres uten noen brannkrav.

Sekundære bærende hovedsystem / etasjeskille:

Etasjeskille må ha klasse R 30.



Antennelse, utvikling og spredning av brann og røyk

I tillegg til at bæreevne og stabilitet opprettholdes, er det viktig at bygningsdelene i minst mulig grad bidrar til antennelse, utvikling og spredning av brann og røyk. For dette bygget er det spesielt viktig at man hindrer brannen i størst mulig grad ifra å spre seg imellom boenhetene. For å hindre dette må hver boenhet utføres som en branncelle.

Utvendige overflater:

Overflate på utvendig panel må ha klasse D-s3,d0
(gammel klasse = Ut 2).

Innvendige overflater:

Overflate på innvendige vegger, tak og himlinger må ha klasse D-S2,d0
(gammel klasse = In 2)

Isolasjon:

All isolasjon skal være ubrennbar.

Branncellebegrensende bygningsdel:

Hver enkelt boenhet må utføres som egen branncelle
derfor må skilleveggen / lydveggen tilfredsstillende klasse EI 30.

I tillegg vil vi føre denne skilleveggen helt opp til yttertak, slik at den også deler loftet. Den vil på denne måten hindre brann eller røyk i å spre seg mellom branncellene via kaldtloftet.

Rømning av personer

Det må monteres godkjente røykvarslere og brannslukningsapparat i hver boenhet, og ellers så vil byggets planløsning tilfredsstillende krav til rømning av personer. Alle boenhetene har utgang til terreng, avstanden til nærmeste nabobygg er ikke under 8m og antall rømningsveier er tilfredsstillende.

Tilrettelegging for slukkemannskap

Bygget ligger i et boligstrøk med lett adkomst. Videre sier TEK at bygninger med seksjonerte loft skal ha en utvendig eller innvendig atkomst til hver seksjon. Dette ivaretar vi ved å lage en liten dør / luke i hver gavlvegg.



LYD

I henhold til NS 8175 "Lydforhold i bygninger" må dette bygget tilfredstille lydklasse C som er minstekravet, men vi velger å utforme bygget slik at det vil tilfredstille lydklasse B. Det er også spesifisert i kontrakten mellom byggherre og entreprenør at bygget skal tilfredstille lydklasse B. Denne lydklassen tilsvarer betydelig bedre lydforhold enn minimumskravene gitt i klasse C, og betraktes som god lydstandard.

For beskrivelse og dokumentasjon av bygningsdelers tilfredsstillelse av kravene, se avsnitt "Bygningsdeler".

R_w = Feltmålt lydreduksjonstall målt i dB

$L_{n,w}$ = Feltmålt trinnlyd reduksjonstall målt i dB

NS 8175 angir følgende lydkrav for bygget:

Lydklasse B

Luftlyd (R_w) ≥ 58 dB

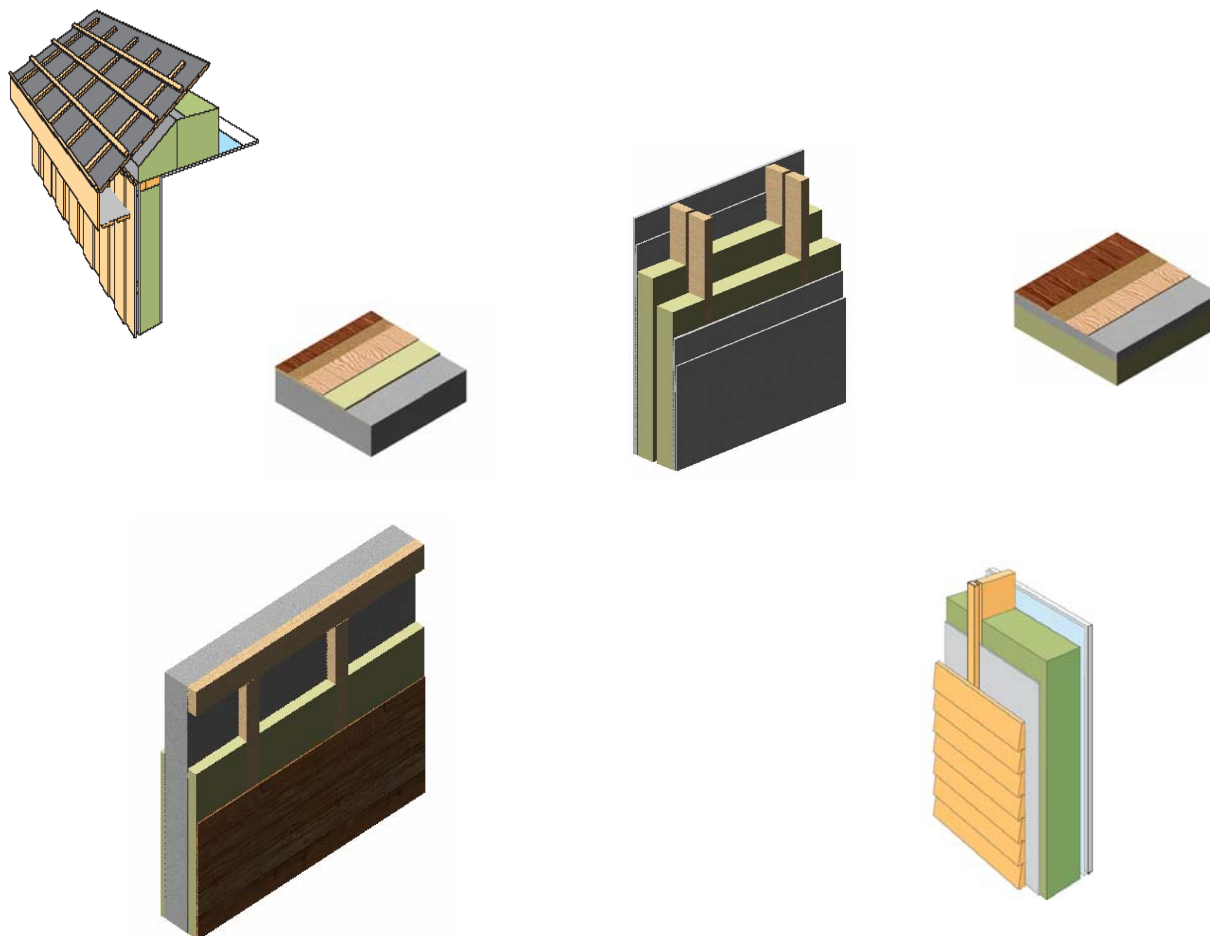
Trinnlyd ($L_{n,w}$) ≤ 48 dB

BYGNINGSDELER

På grunnlag av de krav og rammer vi har funnet for brann, lyd, energi og statikk har vi på de neste sidene gjort noen valg av materialer og materialtykkelser til de forskjellige bygningsdelene.

Vi har lagt vekt på å holde oss til én produsent av isolasjon, og dette valget falt på Rockwool.

På noen av bygningsdelene har vi valgt å legge inn en sikkerhetsmargin i form av ekstra tykkelse på materialsjikt, dette for å være helt sikker på at kravene til bygget blir ivaretatt. Dette fordi noen løsninger viste seg å akkurat tilfredstille kravene, da alt står og faller på utførelsen. Det vil være mye bedre å være på den sikre siden, slik at man slipper å måtte rette opp feil, hvilket i noen tilfeller kan få en stor økonomisk konsekvens for entreprenør.



Etasjeskiller

Krav:

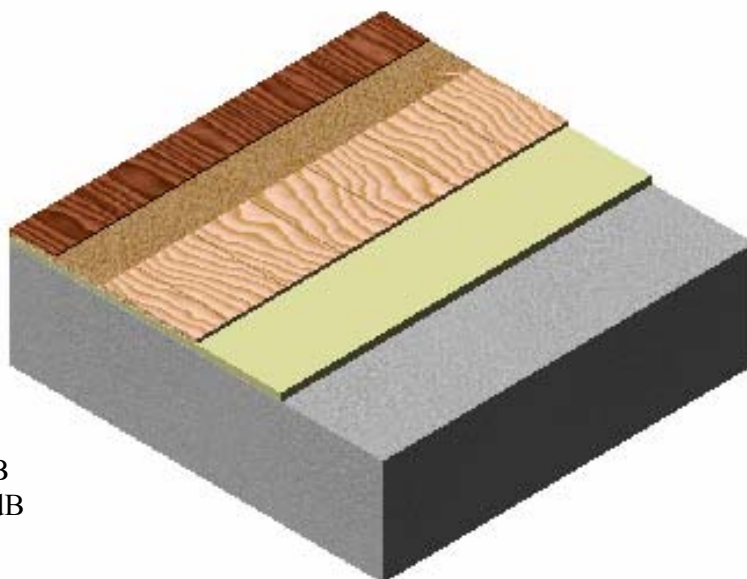
Brann: REI 30
Lyd: Luftlyd: ≥ 58 dB
Trinnlyd: ≤ 48 dB

Vårt valg:

Parkett
Ullpapp
Platelag
RW trinnlydplate
Betong 280mm

Egenskaper:

Brann: REI 30
Lyd: Luftlyd ≥ 60 dB
Trinnlyd ≤ 47 dB



Kommentar:

Vi vil kunne tilfredstille trinnlydkravet allerede med et betongdekke på 220mm, men må ha et 280mm betongdekke for å tilfredstille moment, nedbøyning og rissvidder.

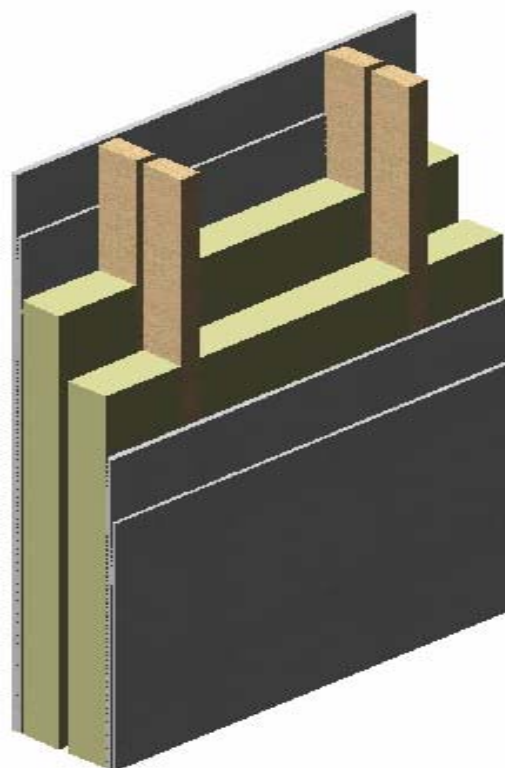
Skillevegg

Krav:

Brann: EI 30
Lyd: Luftlyd ≥ 58 dB

Vårt valg:

Gipsplate
Gipsplate
Trestendere 48 x 98mm
Flexi A plate 100mm
Luftspalte 20mm
Flexi A plate 100mm
Trestendere 48 x 98mm
Gipsplate
Gipsplate



Egenskaper:

Lyd: > 58 dB
Brann: EI 60

Kommentarer:

Denne lydveggen vil tilfredsstillere et krav $R'w > 57$ dB med 70-70mm isolasjon og en luftspalte på 17mm.

For å tilfredsstillere vårt krav som ligger 1 dB over hva veggen med 140mm isolasjon tilfredsstiller, har vi økt tykkelsen på isolasjonene til 100 + 100mm og økt luftspalten til 20mm. Ved å gjøre dette vil vi kunne tilfredsstillere lydkravet på 58dB. Vi har også vært i kontakt med Rockwool og de kunne bekrefte at ved å øke isolasjonstykkelsen slik vi har gjort ville vi tilfredsstillere kravet.

Skilleveggen går helt opp og deler kaldloftet i to, dette gjøres for å ivareta sikkerhet ved brann.

Yttervegg i tre

Krav:

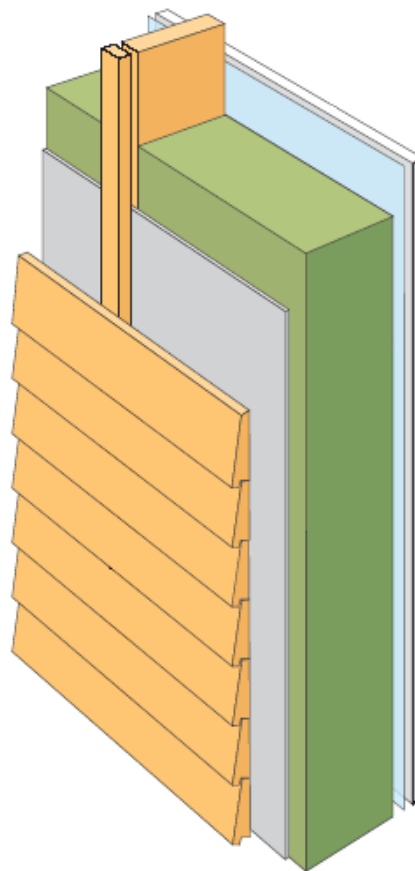
Brann:
REI 30

Vårt valg:

Utvendig kledning
Utlekking og sløyfer
Vindsperre
Rockwool Flexi A-plate 100 + 100mm
Stendere 36 x 198mm
Dampsperre
Innvendig kledning

Egenskaper:

U-verdi = 0,22
Brann:
REI 30



Takkonstruksjon

Krav:

Brann:

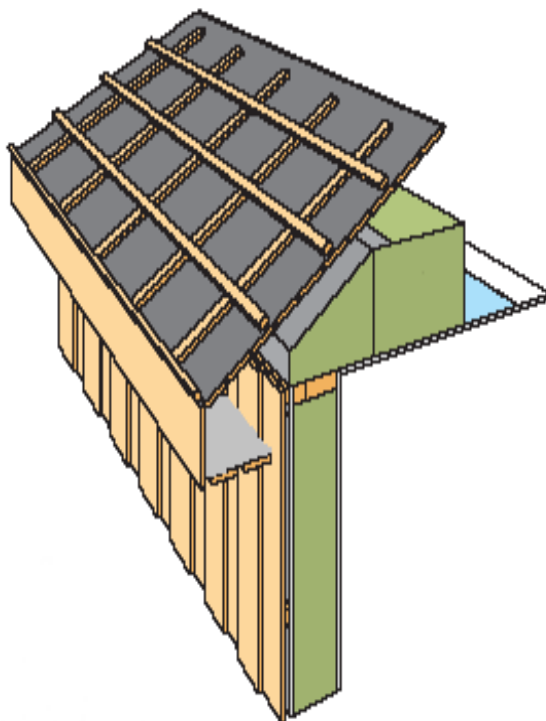
Takkonstruksjonen kan utføres uten krav til brannmotstand, dersom takkonstruksjonen er beskyttet mot brann nedenfra med overflate i klasse b-s1,d0 og isolasjonen er ubrennbar.

Vårt valg:

250 mm isolasjon
Norgips himlingsplater.
Gipsplater innvendig i gesimskasse.

Egenskaper:

U-verdi: 0,16



Kommentar:

Vi har her kaldtloft som beskyttes mot brann ved å isolere med 250 mm isolasjon over himling. I gesimskassene har vi også lagt inn gipsplater, og i tillegg vet vi at lydveggen vil gå helt opp å dele loftet. Alt dette til sammen gir en god takkonstruksjon som er mer en godt nok rustet til å tilfredsstillere kravene til brannmotstand og sikring.

Betongvegg mot terreng

Krav:

Brann:
REI 30

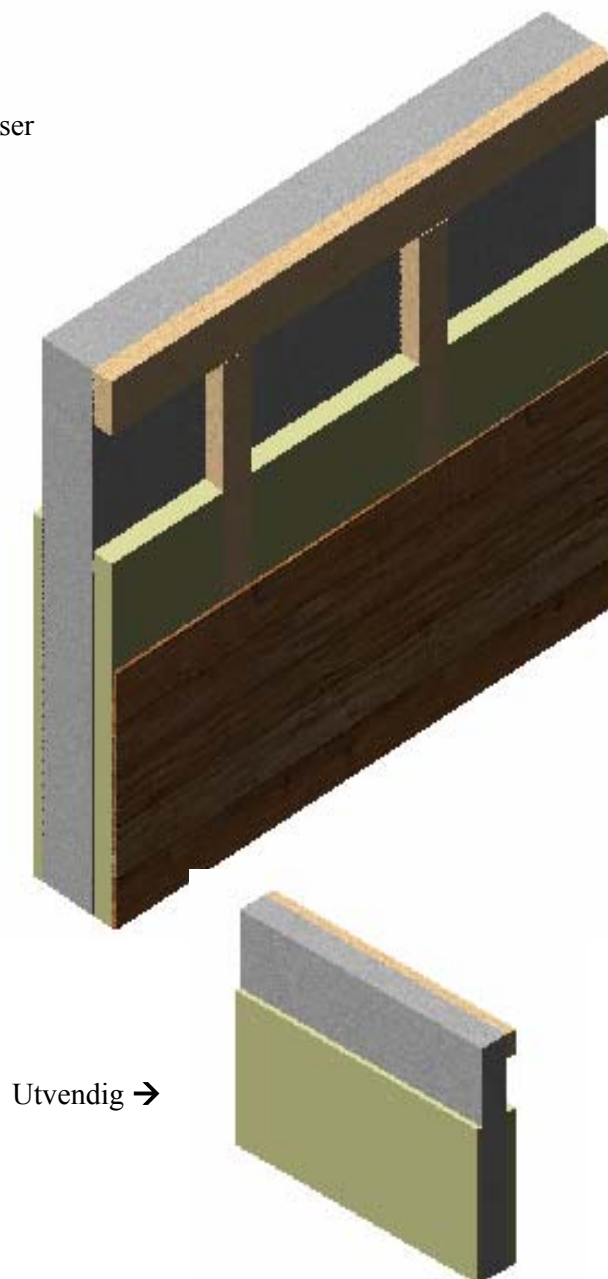
Vårt valg:

Utvendig oppfylling av løsmasser
50mm trykkfast isolasjon
180mm Betong
100mm innvendig isolasjon
36 x 98 stenderverk
13mm innvendig kledning

Egenskaper:

REI 90
U-Verdi: 0,24

Innvendig →



Utvendig →

Vinduer

Vårt valg:

H-vindu med toppsving.
2 lag belagte glass.
Fylt med argongass mellom glassene.

Egenskaper:

U-verdi = 1,4

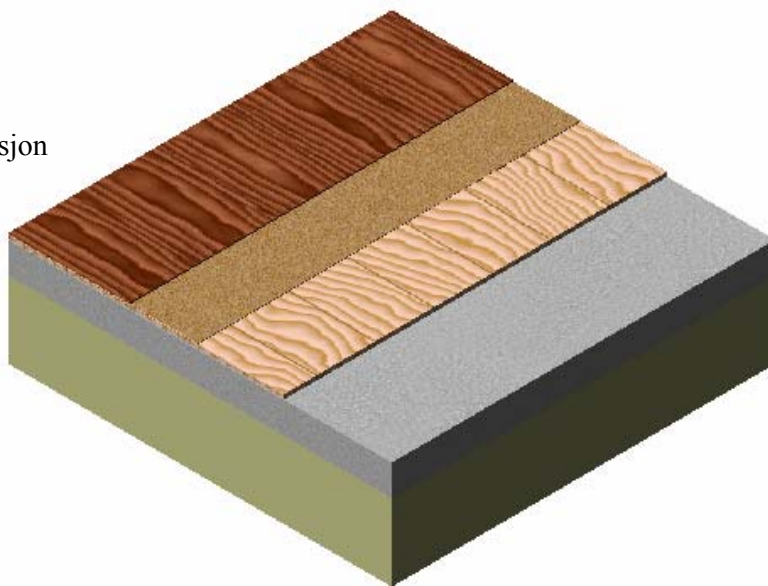
Golv

Vårt valg:

Parkett
Ullpapp
Platelag
80 mm betongplate
200mm trykkfast isolasjon

Egenskaper:

U-verdi: 0,155





Energirammemetoden

Energirammemetoden er en beregningsmetode for å kontrollere og dokumentere bygningers tilfredsstillelse av forskriftens (TEK) spesifikke energikrav. Metoden kan også brukes som et verktøy til dimensjonering og materialvalg til de ulike bygningsdeler, noe som kan være økonomisk gunstig for byggherre. Da vi sier at dette kan være økonomisk gunstig må man ta i betraktning at utregningene i denne metoden er meget tidkrevende.

Vi valgte å bruke energirammemetoden for å kontrollere og dokumenter at forskriftens spesifikke energikrav blir ivaretatt med våre løsninger

Energirammemetoden kan sies å være todelt.

1. Energirammen
2. Det forventede energiforbruket

1. Energirammen:

Utregning av et maksimumsnivå som angir det høyst tillatte energiforbruket. Denne rammen regnes ut på grunnlag av gitte koeffisienter, U-verdier pga størrelser gitt i REN (veiledningen til TEK) § 8-21.

Vår utregnede energiramme ble **36064,81 kWh**

2. Det forventede energiforbruket:

Kontroll mot energirammen. Dette er en utregning av hva det forventede energiforbruket vil bli, en utregning som gjøres på grunnlag U-verdiene som gjelder for de bygningsdelene vi har valgt å benytte.

Energiforbruket er summen av varmetap pga. varmetap igjennom bygningsdeler (transemisjon), utettheter (infiltrasjon) og ventilasjon. Samt et fratrekk for energitilskudd fra personer, utstyr, belysning og solinnstråling.

Utregningen av byggets forventede energiforbruk regnes ut etter NS 3031, for vårt bygg regnet vi ut et forventet energiforbruk på **26786,29kWh.**

36064,81 kWh > 26786,29kWh

Som vi ser så vil byggets forventede energiforbruk tilfredstille kravet som er regnet ut i energirammen, og de spesifikke kravene som er satt i TEK er tilfredstilte.

Valg av isolasjonstype:

I starten av prosjektet så vi på løsninger både fra Rockwool og fra Glava. Vi ville prøve å holde oss til én type isolasjon og derav én produsent. Valget falt på Rockwool da de hadde flere konstruksjonsløsninger som kunne ivareta lydkravene som ble stilt til vårt bygg. Rockwool kunne også legge frem bevis på at steinull var et sikrere og mer tilfredsstillende isolasjonsmateriale ved brann.

Testen nedenfor er utført av SINTEF / NBL, og veggkonstruksjonen er av 36x148mm stendere, 150mm isolasjon og et lag med 13mm gips.

Steinull vs. glassull som brannbeskyttelse av tre.



Trekonstruksjon isolert med 150 mm Rockwool før test.



Trekonstruksjon isolert med 150 mm glassull før test.



Brannpåvirkning av trekonstruksjon med Rockwool etter 50 minutter.



Brannpåvirkning av trekonstruksjon med glassull etter 50 minutter.

Som vi ser, oppnår steinull fra Rockwool et mye bedre resultat enn glassull.



Radon

Da vi fikk omvisning på byggeplassen på Biri for første gang, fikk vi se at de hadde benyttet radonsperre. Dermed fikk vi lyst til å ta opp dette som et tema i hovedprosjektet vårt.

Det viste seg at Mjøsregionen har en grunn mye preget av alunskifer, noe som fører til store forekomster av radon i området. Vi tok derfor og undersøkte litt rundt radon i Gjøvik kommune, og fant da at Biri var en av de plassene i kommunen med høyest konsentrasjoner med radon.

Vi sjekket ut forskjellige tiltak mot for høye radonverdier, og fikk en grei oversikt over hvilke tiltak som kunne benyttes.

Vurderte flere løsninger og fant til slutt en som gruppa gikk for. Denne løsningen var ikke tilsvarende til den Miljøbygg hadde valgt, men ut i fra vårt ståsted tok vi et annet alternativ enn dem.

Alternativet vårt vil være å legge ned radonsperre i bruksgruppe A, samt å legge ned ventilering i grunnen over radonsperren og ha naturlig ventilering inne i huset. Dette vil si at radonsperren legges i grunnen og at man legger ned perforerte rør som ventilering over radonsperren.

Fordelen med denne metoden er at når man legger radonsperren i grunnen, vil man ikke trenge noen gjennomføringer igjennom radonsperren. Dette er positivt for da kan det blir problemer med lekkasjer rundt disse gjennomføringene. Det er også fordelaktig å legge ned ventilering i grunnen uansett, dette er et billig tiltak som ofte har høy effektivitetsgrad.



Statikk

Grunnlag

Arkitekttegninger

Grunnlaget vårt for utforming av huset var kun arkitekttegninger. Vi har valgt å foreta egne vurderinger av de løsningene som er foreslått på disse tegningene for å se om de kunne løses på andre og bedre måter. I noen tilfeller har vi valgt løsninger som nødvendigvis ikke er den enkleste utveien, men foretatt forandringer som vi mener gjør at bygget får en bedre helhetlig løsning.

Brann

Brannkravene til dette bygget får ikke veldig store følger for utformingen av bygget, men det medfører noe ekstra isolering av stålkomponenter.

”REN veiledning til teknisk forskrift til plan og bygningsloven” plasserer oss i følgende klasser:

- *Risikoklasse 4*
- *Brannklasse 1 (2 etg).*
- *Brannkrav til bæresystemet: R30*

Lyd

Etter NS 8175, ”Lydforhold i bygninger” tilsier at dette bygget kunne vært plassert i lydklasse C med hensyn på både luftlyd og trinnlyd. Vi ville nok allikevel valgt å plassere det i lydklasse B, i tillegg til at dette også var et krav fra byggherren.

- *Trinnlyd: Lydklasse B*
- *Luftlyd: Lydklasse B*

Avstivning

I første etasje må vi ta hensyn til horisontal vindlast og stive av for denne. Vi fant imidlertid ut at kreftene ble så små at vi velger å la platekledningen ta denne lasten.

I underetasjen får vi en stiv skive i form av dekket, som vil overføre vindlasten til betongveggene og videre ned i fundamentene.



Bæresystem

Dekke

Arkitekttegningene antydte et prefabrikkert elementdekke som krevde et opplegg omtrent midt i huset. Vi vurderte i hovedsak tre forskjellige løsninger på dekket:

Plattendekke

Leca byggeplank – med et opplegg midt i huset

Plasstøpt betong

Plattendekke er et dekke som er delvis ferdigstøpt, men krever ilegging av ekstra armering og støping på toppen. Med denne løsningen ville vi kunne spart noe tid fordi vi ikke trenger mye forskaling.

Leca byggeplank er lettklinkerelementer med ilagt armering. Denne løsningen ville vært veldig tidseffektiv, men den medfører samtidig at vi måtte hatt et opplegg midt inne i huset som gir begrensende muligheter for oppdelingen av leilighetene.

Plasstøpt betong er den løsningen som krever mest tid, men gir oss mest kontroll på det ferdige resultatet. Vi slipper også det ekstra opplegget midt inne i huset, som ville ha redusert mulighetene for å forandre romløsningen lengre ut i byggets levealder.

Vi mener at ved å velge plasstøpt betong får vi den beste løsningen totalt sett, selv om det ikke er det raskeste valget.

Bruker plasstøpt betong i etasjeskiller

Bjelke

I ytterveggen var det nødvendig å legge inn en stålbjelke for å fordele lasten fra dekket til søylene. Her kunne vi ha valgt mange forskjellige type bjelker, men vi valgte en som tok opp minst mulig plass i veggen og som vi kunne benytte som forskaling under støping av dekket.

Bruker UNP-profil

Søylar

Hvor, og hvilke type søylar vi trenger er avhengig av dekkevalget. Hvis vi hadde valgt lettklinkerelementer ville vi kunne brukt bindingsverket som bæring i ytterveggen. Vi måtte allikevel hatt en søyle inne i huset på grunn av et krav om åpent spenn i en av leilighetene. Ved bruk av plasstøpt betong må vi sette inn stålsøylar som bæring i ytterveggen.

Vi velger å bruke rektangulære RHS-hullprofil søylar i ytterveggen.



Fundamenter

Selv om vi har stålsøyler i den ene ytterveggen velger vi allikevel å bruke stripefundament fremfor søylefundamenter av to grunner: Lasten er ikke veldig stor, og vi har også bindingsverk mellom søylene som må ha et fundament å stå på. I tillegg ville vi fått sju punktfundamenter med relativt kort innbyrdes avstand, noe som gjør at det er mer rasjonelt med et stripefundament. Under betongveggene er det naturlig å bruke et stripefundament.

Bruker stripefundament under stålsøyler og betongvegg

Betongvegger

Bygget er plassert i skrånende terreng. For å ta jordtrykket som virker på veggene i underetasjen er det tenkt brukt betongvegg. Denne veggene bruker vi også til å forankre dekket, som tar opp vindlasten fra de andre veggene. På innsiden av betongveggen settes det opp en bindingsverksvegg, som isoleres med 100mm isolasjon og kles.

Lastberegninger

Snø

Biri ligger i Gjøvik kommune som har en karakteristisk snølast på $4,5 \text{ kN/m}^2$. Høyden på vårt hus har vi målt med GPS til å være 150-160 m.o.h. Høydegrensen for den karakteristiske snølasten på $4,5 \text{ kN/m}^2$ er 250 m.o.h. Vårt tak har en helning på 22 grader, som vil si at vi kan bruke en formfaktor - $\mu=0,8$ - (for tak med helning mellom 0 og 30 grader) som gir oss en snølast på $3,6 \text{ kN/m}^2$ horisontalt.

Vind

Grunnlaget for vindberegningene:
Oppland fylke → Gjøvik kommune → $V_{REF} = 22 \text{ m/s}$
Terrengruhetskategori III

Egenlast

Egenlastene som er brukt i lastberegningene er hentet fra NBI blad 471.031 og er listet opp i en tabell i vedlegget.

Nyttelast

Karakteristisk nyttelast på gulv er hentet fra NS 3491-1, kategori A, boliger $q_k = 2,0 \text{ kN/m}^2$. Vi legger til $0,5 \text{ kN/m}^2$ for tekniske føringer og skillevegger. Nyttelast på terreng er satt til 5 kN/m^2 .

Dimensjonering

Dekke, gulv på grunn, vegger og fundamenter i betong

All betong er dimensjonert i henhold til NS 3473. Vi har valgt å bruke betongkvalitet B25 og armeringsstål kvalitet B500C i alle konstruksjonsdeler.



Dekke

Dekketykkelse ble bestemt på grunnlag av moment, nedbøying og riss og satt til 280mm. Lydkravet ble tilfredsstilt allerede ved en dekketykkelse på 220mm fordi trinnlydplater måtte brukes uansett dekketykkelse.

Brannkravet R30 er oppfylt allerede ved en dekketykkelse på 60mm, og med et krav til overdekning på 10mm (NBI 520.321), men dette overstyres av kravet til korrosjonsbeskyttelse som gir en overdekning på minimum $15+25 = 40$ mm

Vi har forutsatt eksponeringsklasse XC1 og en dimensjonert levetid på 50år.

Dekketykkelsen er 280mm og med armering som vist på figurer i vedlegg

Gulv på grunn

Siden gulvet bare skal ta opp krefter fra ikke-bærende vegger og vanlig innredning, velger vi på grunnlag av NBI-blad 522.111 en tykkelse på 80mm og armeringsnett K257.

Vegger

For bakveggen har vi valgt en tykkelse på 180mm og dimensjonert den som et dekke med to punktlaster fra henholdsvis jordtrykk og nyttelast.

Gavlveggene har vi valgt å lage på samme måte som bakveggen, uten å regne noe mer på det. Dette fordi det praktisk er mest hensiktsmessig å bruke en lik vegg som bakveggen. I tillegg til at disse veggene også må ta noe jordtrykk, er de med på å forankre dekket.

Fundamenter

Med utgangspunkt i en minimumstykkelse på 200mm i henhold til NS 3473, valgte vi en tykkelse på 250mm. Fant deretter en nødvendig bredde i forhold til belastningen og maks grunntrykk på 250 kN/m^2 . Armeringen av fundamentet ble gjort ut ifra moment, skjær og rissvidder. Forbindelsen til veggen er dimensjonert for å ta jordtrykket som virker på veggen.

Tak

Dimensjoneringen av takstoler valgte vi å sette bort til et firma som produserer takstoler, ettersom det vil være vanlig å gjøre dette ute i arbeidslivet også. Et firma som produserer takstoler har den nødvendige programvaren for å dimensjonere takstoler, og gjorde dette for oss etter å ha mottatt nødvendige data.

Stålsøyler og UNP-profil

Alt stål er dimensjonert i henhold til NS 3472. Vi har valgt å bruke stål kvalitet S235.

RHS profiler

Som bæring for dekket i ytterveggen har vi valgt RHS hullprofiler. Vi måtte plassere disse slik at vinduene som var plassert av arkitekten kunne beholde sin opprinnelige plassering.



Søylenes størrelse kunne heller ikke være for stor fordi det ville gitt for stor kuldebrovirkning. Med dette som grunnlag for beregningene endte vi opp med å bruke RHS 80x80x8 søyler.

UNP profil

Dekket har vi valgt å støpe inn i en UNP profil. Grunnen til at vi valgte denne profilen, var at da slipper vi å bruke noe ekstra plass i veggen for en bjelke. I tillegg fungerer bjelken som forskaling ved støping av dekke. Tykkelsen på dekket ble avgjørende for størrelsen på UNP profilen, da det ville holdt med en UNP 260 på grunn av moment.

Bruker en UNP 280 som opplegg / bæring for dekket

Trestendervegg i første etasje

Alt treverk er dimensjonert i henhold til NS 3470. Vi har valgt å bruke trekvalitet C24.

Dimensjonering av stenderne på en slik type hus er noe som ikke vil blitt gjort i praksis fordi det er så mye kapasitet å gå på, men vi har allikevel valgt å gjøre det for læringens skyld. Vi endte opp med å bruke en mindre dimensjon enn det som har blitt brukt i huset.

Bruker 36x 198 stendere



Praktisk utførelse

Hovedprosjektene på bygglinjen har ofte kun konsentrert seg om dimensjonering, men vi ville ha med litt andre sider ved byggeprosessen også, derfor valgte vi å ta med litt om den praktiske delen av byggeprosessen.

Har valgt å sette opp en riggplan kun for det huset vi har tatt for oss, og ikke for hele prosjektet. Vi mottok prosjektets riggplan, og med info fra den, sammen med tidligere erfaringer og eksempler i faget "Bygningsproduksjon" kom vi opp med et forslag til ny riggplan.

En riggplan kan selvsagt settes opp på en hel rekke forskjellige måter, men vi synes at vårt forslag kan være en god løsning.

Vi har også satt opp en enkel framdriftsplan kun for bygget vi har konsentrert oss om, og ikke for hele prosjektet. Også her mottok vi framdriftsplanen fra det virkelige prosjektet. Vi benyttet den samme tidsforbruk per post som dem. Dette på grunn av manglende informasjon om mengder og enhetstider.

Har kalkulert med at huset skal stå ferdig i uke 19.

Avgjørelsen om vi skulle ha plasstøp etasjeskiller eller benytte lecaplank som etasjeskiller var et viktig spørsmål. Vi har satt opp noen punkter både for og imot begge delene, men kom til slutt fram til at vi ville benytte plasstøpt betong. Hovedgrunnen til dette er at det ga den beste romløsningen inne i bygget, og med plasstøpt betongdekke tilfredsstillere man lettere trinnlydskravet. I tillegg er det positivt at man slipper bæreveggen midt inne i huset.

Siden grunnen bygget på Biri står på er preget av mye alunskifer, har det vært en problemstilling om vi skulle benytte vanlig betong eller sulfatresistent betong. Dette kommer av at svovelholdig grunn og vann skaper svovelsyre, som igjen kan skade betongen på huset. Miljøbygg har ikke benyttet SR-betong, og etter samtaler med Unicon, som leverer betong i området, har vi funnet ut at det ikke benyttes mye SR-betong i området, og vil da ikke benytte oss av den type betong. Derfor velger vi altså å benytte helt vanlig ferdigbetong.

Gjennom disse små innblikkene i praktisk planlegging og utførelse har vi fått litt innblikk i hverdagen til en funksjonær på en byggeplass eller på et anlegg.



3D modellering og visualisering

For å vise resultatet av beregninger og løsninger er figurer og tegninger den kanskje mest forklarende måten. Om man benytter 2D eller 3D kommer mest an på hva man ønsker å vise. Ønsker man å vise hvordan ting vil se ut når det er ferdig, er nok 3D den beste løsningen ettersom det da vil gi et mer korrekt bilde. Er det derimot ønskelig å vise løsninger og detaljer for hvordan ting skal utføres, er nok 2D et bedre alternativ. For eksempel vil nok ikke en tømmer eller forskalings snekker være noe særlig fornøyd med å få ei arbeidstegning i 3D, hvis det skulle være nødvendig å måtte måle på tegninga. Er det derimot en tegning som skal vise hvordan den ferdige bygningen blir seende ut, er 3D tegninger en fin måte å illustrere dette ovenfor byggherre og eventuelle kjøpere.

Vi har derfor valgt å benytte både 2D og 3D tegninger til å vise løsninger og detaljer som vi har kommet fram til. Som for eksempel i statikkdelen har det vært mest hensiktsmessig å bruke 2D tegninger til å vise plasseringen av armeringsjern og løsninger for hvordan de enkelte bygningsdelene blir festet sammen. I delen for brann/lyd/energi har vi derimot trekt inn noen 3D tegninger, blant annet for å vise de forskjellige lagene i etasjeskiller og vegger. Disse tegningene er ikke ment direkte for å bygge etter, men for å vise hvordan en konstruksjon lagvis bygges opp for å tilfresstille kravene som er satt til den.

Det første vi gjorde når det gjelder tegninger, var å tegne hele huset i 3D ut i fra de arkitekttegnningene som vi fikk fra Miljøbygg. Dette gjorde vi for å skaffe oss selv muligheten til å hente ut de tegninger vi måtte trenge, i tillegg til å gi oss en tegning som er fin å bruke til en presentasjon av prosjektet. Ved å tegne hele huset, fikk vi også satt oss ganske grundig inn i hvordan huset skulle se ut, og hvordan det var tenkt oppbygd. Vi har også produsert en tegning som viser bæresystemet i bygget og som legger grunnlaget for hva som må beregnes i statikkdelen.



Oppsummering

Hovedtrekkene ved bygget er:

Planmessig:

- Bygget har 2 etasjer med 2 boenheter pr. etasje
- Hver boenhet utformet som egen branncelle, med utgang til terreng
- Lydvegg som skaper et vertikalt skille i hver etasje samt kaldloftet
- Yttervegger av trestender samt noen av betong

Utforming

- Tilfredsstillende Lydklasse B
- Er utført med tiltak mot radongass
- Tilfredsstillende utregnet energiramme og dermed kravet til varmeisolering
- Er brannteknisk prosjektert

Bæresystem:

- Kaldtloft med W-takstoler
- Yttervegg 1. etasje av 36 x 198mm trestendere
- 280mm dekke av betong
- UNP 280-profil som opplegg og bæring av dekket
- RHS 80x80x8-søyler som bæring i yttervegg
- Betongvegg 180mm for å ta jordtrykk og forankre dekket
- Gulv på grunn av 80mm betong med armeringsnett
- Stripecfundament under betongvegg og søyler



Konklusjon

Målet ved dette prosjektet har vært å benytte det som vi har lært gjennom tre år som studenter på linjen for konstruksjon ved Høgskolen i Gjøvik. Vi skulle benytte kunnskapene i en praktisk rettet situasjon, som en overgangsfase mellom studietiden og arbeidslivet. Det skulle gi oss et innblikk i en reel arbeidssituasjon, hvor vi prosjekterer enkelte deler av et bygg samtidig med at bygget har blitt satt opp på Biri. Et mål har også vært å samarbeide i en gruppe om å komme fram til en løsning på en problemstilling, ved å dra nytte av den enkeltes kunnskaper og erfaringer.

Ved å velge et prosjekt som går utover bare statikken, får vi et mer helhetlig bilde over forskjellige deler av et byggeprosjekt. Brann, lyd, energi og radon er viktige deler å ta hensyn til ved prosjekteringen, slik at det oppnås en best mulig løsning. Ikke bare en løsning som skal tilfredsstille de krav som stilles av myndighetene, men som også er til fordel for de som skal sette opp bygningen og de som skal oppholde seg i den. Koblingen opp mot det praktiske blir også bedre, ettersom vi må finne løsninger for flere elementer (statikk, brann, lyd, energi og radon) som lar seg gjennomføre i praksis og ikke bare finner et svar uten å ta hensyn til de andre elementene. Kravene til bæring, brann, lyd og energi skal alle tilfredstilles i konstruksjonene, samtidig med at konstruksjonen skal kunne brukes i praksis.

Ved siden av å ha benyttet preaksepterte løsninger og løsninger som var angitt på arkitekttegninger, har vi vært nødt til å finne egne løsninger. Dette har gitt oss stadig nye utfordringer underveis, som vi har prøvd å løse etter best mulig evne. Dette gjelder blant annet løsningen med plasstøpt dekke, hvor vi valgte å dimensjonere bæresystemet på en annen måte. Her har vi også benyttet oss av veileder og eksternt fagpersonell for å komme fram til det som vi mener har blitt gode løsninger.

Sammensetningen av gruppa falt ganske naturlig ut ifra tidligere samarbeid og en interesse om å skape et prosjekt som går utover det med bare statikk. Noen har interesse om å gå inn i konsulentbransjen, mens andre søker mer mot entreprenørbransjen. Bakgrunnen til de forskjellige gruppemedlemmene gav også et godt utgangspunkt for utveksling av kunnskaper, med noe erfaring både fra anleggsbransjen, byggebransjen og de som har allmennfaglig bakgrunn.

Samarbeidet innad i gruppa har fungert bra, med effektiv jobbing, et trivelig arbeidsmiljø og en åpen tone mellom gruppemedlemmene. Vi har gjennomført framdriftsmøter hvor alle har hatt muligheter til å legge fram sine forslag å delta i diskusjoner. Disse framdriftsmøtene har gjort at alle har hatt oversikt over hva de andre har drevet med til enhver tid og hvor langt vi totalt sett har kommet i forhold til det endelige målet.



Mariskoveien - Biri

Hovedprosjekt vår 2005 - HiG



Vi synes at vi har hatt god nytte av det vi har lært her ved Høgskolen i Gjøvik gjennom arbeidet med dette prosjektet, og dermed nådd målet med å få brukt våre kunnskaper i en praktisk situasjon. Vi har ikke bare hatt nytte av kunnskapene fra konstruksjonsfagene, men også fag som for eksempel bygningsproduksjon, bygningsmessig brannvern og bygningsfysikk. Vi har også nådd målet ved å skape et godt samarbeid innad i gruppa, gjennom gruppemedlemmenes samarbeidsevne, stå på vilje, kunnskaper og evnen til å finne løsninger.

Alt i alt kan prosjektet oppsummeres med 3 ord: **Lærerikt, Utfordrende og Engasjerende**



Kilder / litteraturlister

SKREVNE:

Harald B. Fallsen:

- Kompendium (forelesninger) i dimensjonering av trekonstruksjoner etter NS 3470-1
- Kompendium (forelesninger) i dimensjonering av betongkonstruksjoner etter NS 3473
- Kompendium (forelesninger) i dimensjonering av stålkonstruksjoner etter NS 3472

Tarald Rørvik:

- Konstruksjonssikkerhet og belastning – Kompendium i lastberegning

Norges Byggforskningsinstitutt:

- Trehus, Håndbok 45
- NBI-blad: 321.075 – Brannteknisk prosjektering av boligbygninger
- NBI-blad: 321.090 – Brannteknisk prosjektering av bygninger med kaldt loft
- NBI-blad: 471.012 – U-verdier. Vegger over terreng
- NBI-blad: 471.014 – U-verdier. Vegger mot terreng
- NBI-blad: 471.017 – Kuldebroer. Tabeller med kuldebroverdier. Del I og II
- NBI-blad: 471.020 – Dokumentasjon av forventet energibruk i bygninger.
Energirammer
- NBI-blad: 471.031 – Egenlaster for bygningsmaterialer, byggevarer og bygningsdeler
- NBI-blad: 520.315 – Brannbeskyttelse av stålkonstruksjoner
- NBI-blad: 520.321 – Brannmotstand for etasjeskillere
- NBI-blad: 520.322 – Brannmotstand for vegger
- NBI-blad: 522.111 – Betonggolv på grunnen
- NBI-blad: 522.513 – Lydisolerende tunge etasjeskillere
- NBI-blad: 522.881 – Dekker av betong – og lettbetongelementer
- NBI-blad: 523.002 – Yttervegger. Typer og egenskaper
- NBI-blad: 524.321 – Lydisolasjonsegenskaper til tunge innervegger
- NBI-blad: 533.102 – Vinduer. Typer og funksjoner
- NBI-blad: 541.002 – Golvbelegg for bolig -, kontor- og institusjonsgolv. Egenskaper, krav og bruksområder
- NBI-blad: 573.344 – Varmeisolasjonsmaterialer. Typer og egenskaper
- NBI-blad: 573.420 – Lyddata for materialer og konstruksjoner

Byggenæringens forlag:

- Bygningsfysikk – Knut Jonas Espedal

Universitetsforlaget:

- Byggstatikk – Knut Røhne og Kjell Vangestad



NKI forlaget:

- Mekanikk for ingeniører, Statikk og fasthetslære – Øistein Vollen
- Formler og tabeller – John Haugan

Forlaget Uhrskov:

- Architectural Desktop 2005 – Feriehus – Jørn Skauge

Standard Norge:

- NS 3031 ”Beregning av bygningers energi- og effektbehov til oppvarming og ventilasjon”.
- NS 8175 – Lydforhold i bygninger
- NS 3473 – Prosjektering av betongkonstruksjoner - Beregnings- og konstruksjonsregler
- NS 3470 – Prosjektering av trekonstruksjoner - Beregnings- og konstruksjonsregler
- NS 3472 – Prosjektering av stålkonstruksjoner - Beregnings- og konstruksjonsregler
- NS 3491 – Prosjektering av konstruksjoner - Dimensjonerende laster
- NS 3490 – Prosjektering av konstruksjoner - Krav til pålitelighet

Cappelen:

- Tekniske tabeller – Jarle Johannessen

Plan- og bygningsloven

Arkitekttegninger fra Fibra Prosjekt AS

PERSONER:

Harald Fallsen	HiG
Jan Steinar Egenes	Barhytta AS
Fred R. Johansen	HiG
Aksel K. Pettersen	Takstolfabrikken AS
Arnt Slettum	Miljøbygg AS
Kari M. Johansen	Miljøbygg AS
Robert Høynesdal	Miljøbygg AS



INTERNETT:

- <http://www.rockwool.no> Rockwool
- <http://www.glava.no> Glava
- <http://www.nrpa.no> Statens strålevern
- <http://www.icopal.no> Icopal
- <http://www.leca.no> Leca
- <http://www.gjovik.kommune.no> Gjøvik kommune
- <http://www.inneklima.no> InneklimaTeknikk AS
- <http://www.be.no> Norsk Byggstandardiseringsråd
- <http://www.energistedet.net> Energistedet
- <http://www.natre.no> Natre – Vinduer og dører
- <http://www.hig.no> Høgskolen i Gjøvik