



Svaneveien 13 Alta
Hovedprosjekt vårsemesteret 2006

HOVEDPROSJEKT:

SVANEVEIEN 13

En material/økonomisk vurdering av etasjeskillere i
horisontaldelte rekkehus.

FORFATTER: GEIR MORTENSEN

Dato: 18.05.2006



Svaneveien 13 Alta Hovedprosjekt vårsemesteret 2006

Sammen drag av hovedprosjekt

Tittel:	<u>Svaneveien 13</u>	Nr. : Gruppe
	<u>En material/økonomisk vurdering av etasjeskillere og bæring i horisontaldelte rekkehus.</u>	Dato : 18.05.2006
Deltaker:	<u>Geir Mortensen</u>	
Veileder:	<u>Harald Fallsen, Høgskolen i Gjøvik</u>	
Oppdragsgiver:	<u>Nordnorsk Byggkontroll Finnmark AS</u>	
Kontaktperson:	<u>Espen Suhr, daglig leder NNBK</u>	
Stikkord (4 stk)	<u>Konstruksjonsvalg, dimensjonering, økonomivurderinger, visualisering</u>	
Antall sider: 26	Antall bilag: 10	Tilgjengelighet: Åpen
Kort beskrivelse av hovedprosjektet:		
Prosjektet vurderer bruk av forspente hulldekke - elementer som etasjeskillere i vertikal-/horisontaldelte rekkehus.		
Følgende emner er berørt:		
<ul style="list-style-type: none">• Statistiske beregninger for hulldekker og stålkonstruksjon• Lastberegninger: laster som påvirker disse konstruksjonene• Økonomiske vurderinger og prisforespørsler til leverandører.• Finne det beste alternativ ut fra kriteriene byggetid, pris, fleksibilitet, kvalitet og myndighetskrav.• Tegninger produsert med Autodesk Architectural Desktop 2005 og Auto-Cad 2005• Visualisering av detaljer og konstruksjoner – Autodesk Viz Render 2005		



Svaneveien 13 Alta
Hovedprosjekt vårsemesteret 2006

Hovedprosjekt 2006

Svaneveien 13



Utført av Geir Mortensen

Beregninger, laster etter standarder, vurdering av ulike byggemåter, økonomiske vurderinger, valg av byggemåte.

Prosjektet er tegnet i Autodesk Architectural Desktop og visualisert med Viz Render



Svaneveien 13 Alta Hovedprosjekt vårsemesteret 2006

Forord

I desember 2005 ble jeg tilbudt ansettelse hos NNBK Finnmark AS, noe jeg takket ja til. Det ble da naturlig for meg i velge et oppdrag derfra, til min avsluttende oppgave som byggingeniørstudent ved Høgskolen i Gjøvik. Oppgaven var å finne fram til fornuftige løsninger ved bruk av forspente hulldekke – elementer på boliger, og se på økonomien i dette.

Sammen med Espen Suhr i NNBK, utarbeidet jeg en grovplan, hvor vi så på hvilke elementer han ønsket belyst. Ut fra grunnlaget jeg nå hadde, kunne jeg utforme en oppgave som inneholdt ulike fagområder. Tegning og visualisering, statikk, beregning av konstruksjonene, innhenting av priser samt en økonomisk vurdering, er hovedingrediensene i prosjektet.

Siden arbeidet skulle utføres alene, ble det viktig å avgrense omfanget og planlegge organiseringen godt. Jeg synes dette har fungert bra, selv om prosjektet har tatt en del uventede vendinger underveis. Det har i første rekke vært opplysninger fra ulike aktører i byggebransjen som, underveis i prosjektet har gitt meg ny kunnskap til arbeidet. Dette er selvsagt blitt brukt til å forbedre det ferdige produktet, og har påvirket meg til å gjøre mine valg. Etter å ha prosjektert en løsning med hulldekker opplagt på langveggene, viste det seg etter hvert nødvendig å utrede et alternativ til dette. Denne gang ble lengderetningen på hulldekke- elementene lagt motsatt vei av det jeg først hadde valgt, for å unngå så lange spennvidder. Dette er også denne løsningen jeg mener er den beste.

Prosjektets ulike oppgaver og sammensetning har vært utfordrende og interessant. Når det i tillegg ble utført alene, førte dette til en bred variasjon i arbeidsoppgaver. Det har også vært lærerikt å treffe bransjens aktører, folk med erfaring og innsikt i problemstillingene.

Jeg vil også rette en stor takk til følgende personer og firmaer:

- Jørgensen Bygg AS ved Arne Jørgensen og Jaro AS ved Olav Jørgensen som velvillig stilte opp med pristilbud og verdifulle innspill til prosjektet.
- Arne Kjeksrud og Svein Nilsen som med sin brede erfaring kom med gode tips.
- Espen Suhr og Bjørn Ivar Johansen ved NNBK Finnmark AS samt Harald Fallsen ved HiG for veiledning og assistanse underveis.

Hamar 12.mai 2006

Geir Mortensen



Svaneveien 13 Alta
Hovedprosjekt vårsemesteret 2006

Innholdsfortegnelse:

1. Innledning	7
Rapportens organisering og kapitlenes sammenheng.....	7
Hva går oppgaven ut på?	7
Prosjekt mål	7
Problemstilling.....	7
Omfang og avgrensning	7
Målgruppe.....	8
Teoretisk og faglig bakgrunn	8
Arbeidsmetoder	8
Utstyr	9
Programvare	9
Myndighetskrav.....	9
Brann	9
Lyd.....	10
2. Vurderinger og valg av byggemetode	10
Tradisjonell byggemetode.....	10
Fasthetsklasser treverk i bærende konstruksjoner	10
Etasjeskiller.....	10
Bæring i grunnplan	11
Fundamentering	11
Vekt av last.....	11
Brann og lyd.....	11
Hulldekke – konstruksjon	12
Etasjeskillere.....	12
Stålkonstruksjon for bæring	12
Bindingsverk, ”utkraget”	12
Fundamentering	12
Brann	12
Lyd	13
3. Last fra vegger og tak i 2. etasje	13
Valgt konstruksjonstype	13
Snø og vindlast	13
Egenlast	13
Nyttelaster	13
4. Resultater	14
Laster.....	14
Snølast	14
Vindlast	14
Hulldekke SD 265 - Alternativ 1	14
Hulldekke SD 200 – Alternativ 2	14
Last på limtretragere	15
Alternativ 1	15



Svaneveien 13 Alta
Hovedprosjekt vårsemesteret 2006

Hulldekker, SD – 265	15
Stålkonstruksjonen.....	16
Alternativ 2	17
Hulldekker, SD – 200	17
Stålkonstruksjonen.....	17
Bindingsverk	18
Fundamentering	18
Minimumsarmering, beregnet	18
Brukt armering.....	19
Brann og lyd.....	19
Lyd-/ brannvegg utføres som:	19
Hulldekker	19
Tradisjonell byggemetode – Alternativ 3	20
Etasjeskiller, spennvidder og retning	20
Limtre.....	20
5. Økonomi	20
6. Tegninger og visualisering	22
Tegningsliste	22
7. Diskusjon av resultater	23
8. Konklusjon.....	24
9. Litteraturliste.....	25
Boklitteratur	25
Kompendier	25
Brosjyrer	25
Web-adresser/referanser	25
10. Personkontakter	25
11. Vedleggsliste	26



Svaneveien 13 Alta Hovedprosjekt vårsemesteret 2006

1. Innledning

Rapportens organisering og kapitlenes sammenheng

I innledningen forklarer jeg de valg som er gjort, arbeidsmetoder, utstyrbruk samt min bakgrunn og kvalifikasjoner. Dernest belyser jeg de valgene som er gjort og vurderingene av de ulike byggemåtene, før resultatene presenteres. Til slutt vil jeg diskutere disse resultatene, gi en begrunnelse for de valgte løsninger, samt komme frem til en konklusjon. Vedlegg og referanser finnes sist i rapporten.

Hva går oppgaven ut på?

Prosjektet omfatter boligbygging, og tar for seg en vertikal-/ horisontaldelt firemannsbolig. I prosjektet vil jeg se på ulike løsninger i etasjeskillet og bærekonstruksjonen, samt sammenlikne disse med hensyn på bl.a. funksjonalitet og økonomi. Det er i første rekke interessant å sammenlikne tradisjonell byggemåte (trebjelkelag) med bruken av stål og spennbetongelementer.

Det vil være nødvendig med lastberegninger fra tak - og veggkonstruksjoner i 2. etasje. Disse gir nødvendige opplysninger til bruk i beregninger av bærende konstruksjoner og fundamentering. Jeg vil også se på økonomien i prosjektet, med tanke på å finne fram til de rimeligste alternativer.

Prosjekt mål

Målsetningen med prosjektet er å finne frem til en konstruksjon med hulldekke – elementer i etasjeskillet som tilfredsstillende kravet til funksjonalitet og sikkerhet, samtidig som løsningen er prisgunstig i forhold til tradisjonelle byggemetoder. Her vil det kunne være andre kriterier som også vurderes, da tenker jeg spesielt på økt grad av fleksibilitet som redusert bruk av bærevegger gir.

Problemstilling

Noen av problemstillingene i prosjektet:

- Hvordan visualisere bygget og detaljer
- Hvordan komme frem til den beste løsningen på etasjeskillet og bæringen
- Hvordan beregne priser på materiell og arbeid
- Tilfredsstillelse av lyd og brannkrav
- Arbeidsform i prosjektet, struktur og effektivitet. Hvordan vil det være å jobbe alene?

Omfang og avgrensning

I oppgaven er det kun gjort beregninger på det som omfatter hulldekker og bæringen av dette. Det er også gjort prisvurderinger rundt de ulike alternativer. Prosjektet går ikke i detalj, verken når det gjelder løsninger eller priser. Dette bør gjøres på de enkelte aktuelle prosjekter. Prosjektet gir derimot en god helhetlig vurdering av mulighetene som de ulike løsningsalternativer gir, samt en tilnærmet prisvurdering /-sammenlikning av disse. Rapporten vil i så måte være et grunnlag for videre detaljplanlegging av boligbygg.



Svaneveien 13 Alta Hovedprosjekt vårsemesteret 2006

Konstruksjonen i 2. etasje er ikke beregnet, men gjeldende tegninger legges til grunn for prosjektet. Denne delen av bygget vil utformingsmessig være upåvirket av hvilke løsningsalternativer som velges i 1. etasje, og det er kun vekta av denne konstruksjonen som må finnes. Vekten av konstruksjonen er funnet ved hjelp av erfaringstall, mens snø- og vindlast er beregnet ut fra stedlige forhold.

Den tradisjonelle byggemetoden er godt kjent og dokumentert. Etasjeskillet i tre vil derfor ikke bli beregnet, omfangsmessig ville det bli for mye arbeid for en person og gjøre dette også. Priser på dette innhentes fra en lokale entreprenører.

Bruk av massivtre i konstruksjonen er interessant, men det vil bli for omfattende å vurdere dette nå. Dette kan derimot bli aktuelt å ta opp igjen senere.

Målgruppe

Målgruppen for rapporten er personer i byggebransjen, i første rekke de med byggteknisk bakgrunn. Rapporten retter seg spesielt til oppdragsgiver NNBK Finnmark AS, veileder Harald Fallsen samt mine medstudenter ved HiG.

Teoretisk og faglig bakgrunn

Fag som er brukt i prosjektet: Utdannelsen generelt, men med hovedvekt på Konstruksjonslære I og II, Bygningsmessig brannvern, Bygningsfysikk, Bygnings- og materiallære, 3D-DAK.

Bruk av hulldekke har ikke vært så mye berørt i fagplanen. Det har derfor vært lærerikt å benytte nettopp dette i hovedprosjektet. Prisberegning og innhenting av priser er et viktig fagområde som jeg har fått brukt i prosjektet. Her har gode kontakter i bransjen lokalt, vært velvillige med å gi pristilbud på mitt fiktive bygg.

Utdanningen ved HiN/HiG har gitt meg de nødvendige kunnskaper til å gjennomføre hovedprosjektet. Fordypningen i konstruksjonslære har for meg, vist seg å være et riktig valg. Min praktiske bakgrunn med om lag 20 år i byggebransjen, gir i tillegg en god forståelse for det teoretiske stoffet.

Arbeidsmetoder

Arbeidet med prosjektet er utført av meg alene. Dette innebærer at det blir mange gjøremål, noe som fort kan bli en belastning. For å løse dette, måtte jeg ved å jobbe strukturert og planlegge godt. Fordelene med å jobbe alene er at det gir fleksibilitet i arbeidet, og at man lærer flere arbeidsoppgaver ved å måtte gjøre alt selv.

Ideen til prosjektet fikk jeg av Espen Suhr ved NNBK. Bedriften ønsket å få gjort en vurdering av ulike byggemetoder på boliger, så jeg valgte derfor dette emnet.



Svaneveien 13 Alta Hovedprosjekt vårsemesteret 2006

Når jeg hadde valgt hvilke konstruksjoner som skulle vurderes, begynte planleggingen av arbeidet. Konstruering, dimensjonering og lyd-/brann - vurdering er gjort for de ulike alternativene. Derneft kom turen til den økonomiske vurderingen. Her har jeg innhentet priser fra lokale leverandører. Planen var selv å bruke kalkulasjonsnøkkel fra Holte-prosjekt, men denne var det ikke mulig å finne tilgjengelig.

Jeg har også hatt samtaler med ulike personer i byggebransjen med erfaring på området. På denne måten har jeg fått et bra innblikk i hvilke konstruksjonsløsninger som er vanlig å benytte. Dette har ført til at jeg underveis har revurdert/justert mine plan - og detaljløsninger. Jeg tror at med disse "input" fra bransjen, har fått til et bedre produkt. Det meste av prosjektarbeidet er gjort ved HiG og ved studentbosted på Hamar. Jeg har også hatt noen møter med oppdragsgiver i Alta, så det har blitt noen besøk der.

Utstyr

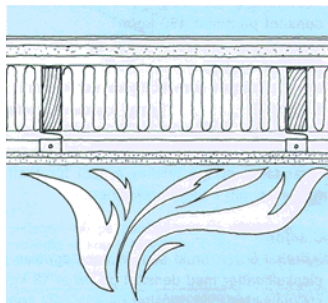
PC, NNBK server, med diverse tilganger til programvare.
Datautstyr, programvare og plotter ved HiG.

Programvare

Autodesk AutoCAD, Architectural Desktop, Viz Render.
Microsoft Word, -Front Page, -Excel, -Project.

Myndighetskrav

Brann



Klassifisering av bygningen ifølge TEK/REN, basert på NS 3919 og NS3904 2*

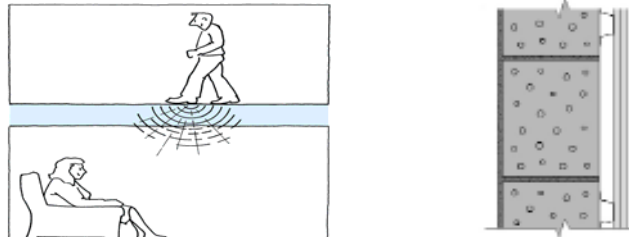
Bolig - Risikoklasse 4
2 etasjer - Brannklasse 1

Bygningsdelers krav

Bærende hovedsystem REI30
Branncellevegger EI30
Dører EI30C

Svaneveien 13 Alta Hovedprosjekt vårsemesteret 2006

Lyd



Krav til lydisolering etter NS 8175

Boligen skal oppfylle kravene i klasse C. Disse er ikke særlig strenge, så det anbefales å finne løsninger som er bedre enn minimumskravene.

Luftlyd

Veid feltmålt lydreduksjonstall (R'_w) 55dB

Trinnlyd

Normalisert trinnlydnivå ($L'_{n,w}$) 53dB

2. Vurderinger og valg av byggemetode

I prosjektet har jeg valgt å sammenlikne den tradisjonelle byggemåten med bruk av bjelkelag og bærende reisverk, mot bruk av hulldekker i etasjeskillet og stålkonstruksjon til bæring.

Tradisjonell byggemetode

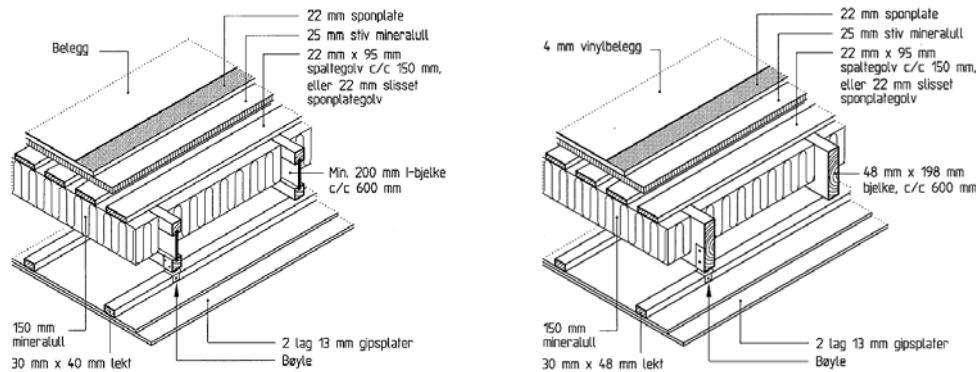
Fasthetsklasser treverk i bærende konstruksjoner

Minimum C18 til stendere og sviller
Minimum C24 til bjelkelag
Limtrebjelke klasse GL36c (Moelven)

Etasjeskiller

Trebjelker med lyddempende konstruksjon, benyttes i etasjeskillere mellom boenheter. Konstruksjonen er også branncelleinndeling. Bjelker dimensjoneres etter behov, og det bør blant annet tas hensyn til nedbøyning og stivhet.

Svaneveien 13 Alta Hovedprosjekt vårsemesteret 2006



Detaljer fra Byggforsk. Forslag til løsninger.

Bæring i grunnplan

Yttervegger

Yttervegg med bindingsverksdimensjon 36x198 og 200mm mineralull, gir tilstrekkelig bæring og isolasjonsevne for å tilfredsstille myndighetskrav.

Innvendig bæring

Bærevegger i tre 36x98
Limtrebjelker

Fundamentering

Stripefundamenter

Fundamentering(ringmur)for bærende konstruksjoner og yttervegger.

Vekt av last

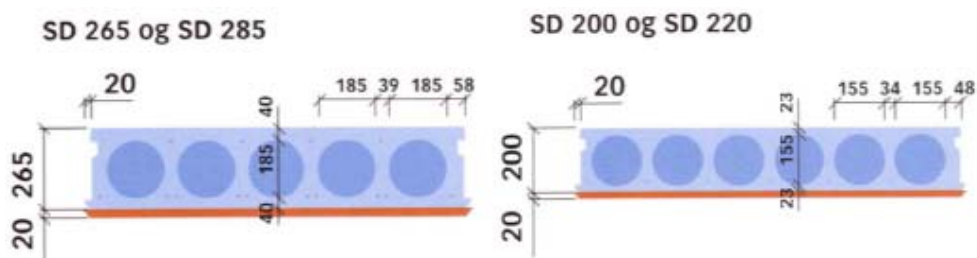
Vekt av vegger i 1. etasje og etasjeskille må finnes. I tillegg har jeg lasta fra 2. etasje, som til sammen danner grunnlaget for beregning av fundamenteringen.

Brann og lyd

Ved bruk av trekonstruksjoner, benyttes preaksepterte løsninger fra Byggforsk, som tilfredsstiller myndighetskrav. Det benyttes dobbel lydvegg, lydhimling og trinnlyddemping oppå golv.

Svaneveien 13 Alta Hovedprosjekt vårsemesteret 2006

Hulldekke – konstruksjon



Etasjeskillere

Det finnes ulike typer betongelementer til bruk i etasjeskillere. Lettbetongdekker (lecaplank) har vært vurdert i prosjektet, men dette tillater ikke de ønskede spennvidder. Derfor er forspente hulldekke - elementer valgt. Dette er også ønsket fra oppdragsgiver. Vurderinger er gjort over to alternativer, med ulik lengderetning og spennvidde.

Stålkonstruksjon for bæring

Dragere og søyler i stål foretrekkes til bæring i første etasje. Disse egner seg utmerket, og er enkle å montere. Her blir det valgt IPE – profiler, fordi disse er smale og kan kles inn i ytterveggen. Dette er gunstig både med tanke på flanketransmisjon, brannisolering av stålet, og for å unngå kuldebro. Bjelkene bør stegforsterkes over søyler. HUP – søyler innfestes til fundamentet med faststøpte stålplater.

Bindingsverk, ”utkraget”

Bindingsverket utføres slik at stålet/betongen ikke lager kuldebro, og at flanketransmisjon unngås. Dette gjøres ved at ytterdelen av bindingsverket går forbi IPE – profilen/hulldekket, mens innerdelen støter mot underside av hulldekket.

Fundamentering

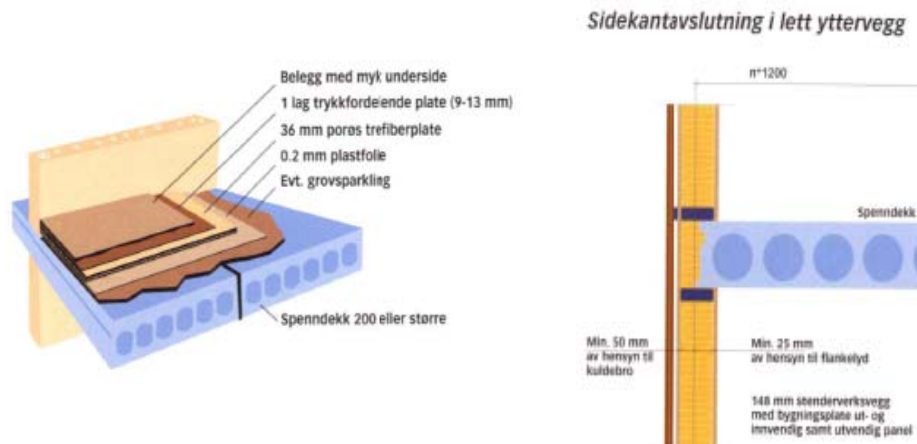
Fundamenteringen utføres som stripefundamenter. Dersom nødvendig, forsterkes dette under søylefot.

Brann

Når det gjelder brannkravene er disse tilfredsstillende når det benyttes hulldekke (REI60). Yttervegger og branncelleinndeling utføres i henhold til Byggforsk sine anbefalinger, bl.a. med bruk av gipsplater som kledning. Det er også viktig at alt stål forhindres fra å bli eksponert for brann.

Svaneveien 13 Alta Hovedprosjekt vårsemesteret 2006

Lyd



Forslag til løsninger på problematikken med trinnlyd og flanketransmisjon.

Lydkravet tilfredsstilles ved å benytte seg av løsningsforslagene fra Spenncon - brosjyren. Disse baserer seg på Byggforsk. Andre løsninger, bl.a. påstøp vurderes også. På SD265 elementer kan også 14 mm parkett benyttes i stedet for mykt belegg. **3***

3. Last fra vegger og tak i 2. etasje

Lasta fra den konstruksjonen i 2. etasje vil være lik, uavhengig av hvilken konstruksjonsløsning som velges. Snø og vindlast er beregnet ut fra lokale forhold, mens egenlastene er basert på erfaringstall og NS. Disse lastene kommer i tillegg til lasta fra etasjeskillet/bæring, og danner grunnlaget for dimensjoneringen av bæring og fundamenter.

Valgt konstruksjonstype

Konstruksjonen som her er valgt, er basert på den tradisjonelle byggemåten. 36x198 bindingsverk med mineralull og liggende kledning, w-takstoler, gipskledd himling med 250mm mineralull og tungt tak.

Snø og vindlast

Beregningene gjøres på grunnlag av de stedlige forhold. Talldata hentes fra NS 3491-3 og 4 **1***

Egenlast

Dette beregnes ut fra erfaringstall. Her legges til grunn NS 3479 Prosjektering av konstruksjoner. Dimensjonerende laster. 3. utg. 1990. Byggforskblad 471.031

Nyttelaster

Boliger har en nyttelast på 2,0 kN/m². NS 3491-1 Desember1998.

I risikoklasse 1-boliger, kan sikkerhetsfaktor 1,5 multipliseres med en reduksjonsfaktor 0,9.



Svaneveien 13 Alta Hovedprosjekt vårsemesteret 2006

4. Resultater

Kapitlet inneholder presentasjon av beregningsgrunnlag, valgte dimensjoner og byggemetode for bolig med hulldekke som etasjeskiller og stålbæring.

Det er gjort vurderinger av to alternativ, med ulik lengde og retning på hulldekkene.

Laster

Her presenteres lastene påført de ulike konstruksjonene. Dette legges til grunn for beregning av dimensjoner for stål, hulldekker og fundamenter.

Snølast

Byggeplass 47 moh. Snølast lokalt i Alta <150moh. er $4,5 \text{ kN/m}^2$.

Takvinkel på 22grader gir en μ på 0,8.

Vindlast

Terrengruhet III, V_{ref} : 28m/s.

Dimensjonerende vindlast for vegger blir på $1,0 \text{ kN/m}^2$.

Hulldekke SD 265 - Alternativ 1

Dimensjonerende lengde: 11,5m

EL = 4 kN/m^2 + påstøp $0,5 \text{ kN/m}^2$

NL - Lettvegger installasjoner $0,5 \text{ kN/m}^2$

NL boliger 2 kN/m^2

NL for boliger risikoklasse1, kan reduksjonsfaktor 0,9 benyttes.

Linjelast påført drager

Fra 2. etg: $q_f = 43,4 \text{ kN/m}$

Fra etasjeskillet: $q_f = 50,6 \text{ kN/m}$

Totalt : $q_f = 94,0 \text{ kN/m}$ - $q_{nedbøyning} = 74,15 \text{ kN/m}$

Last på søyler

Dette gir en maksimal last på søyler(ved lengste spenn 2,4m):

$N_f = 114 \text{ kN}$

Hulldekke SD 200 – Alternativ 2

Dimensjonerende lengde: 7,4m

EL = $2,8 \text{ kN/m}^2$ + påstøp $2,0 \text{ kN/m}^2$ (80mm)

NL - Lettvegger installasjoner $0,5 \text{ kN/m}^2$

NL boliger 2 kN/m^2

NL for boliger risikoklasse1, kan reduksjonsfaktor 0,9 benyttes.

Svaneveien 13 Alta Hovedprosjekt vårsemesteret 2006

Linjelast påført drager

Fra etasjeskillet: $q_f = 33,7 \text{ kN/m}$

Fra gavlvegg : $q_f = 1,7 \text{ kN/m}$

Totalt : $q_f = 35,4 \text{ kN/m}$ - $q_{\text{nedbøyning}} = 28,5 \text{ kN/m}$

Last på søyler

Dette gir en maksimal last på søyler (innersøyle, lastvidde 2,7m)

$N_f = 96 \text{ kN}$

Last på limtretragere

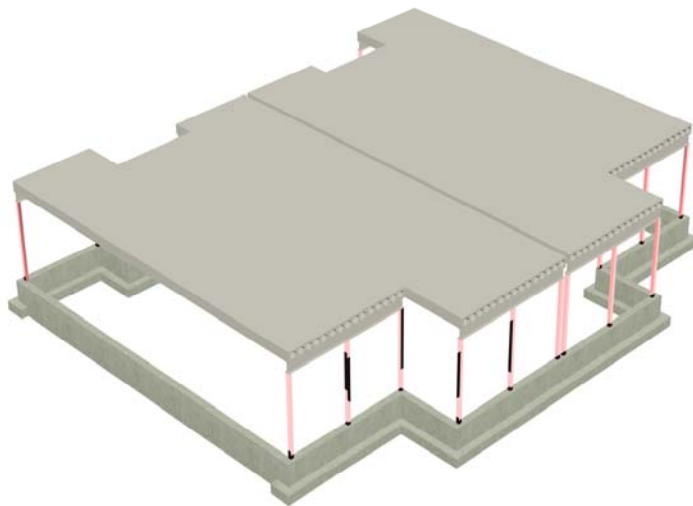
$q_f \text{ dekke} = 4,0 \text{ kN/m}^2$ Lastbredde: 2,8m

Krypfaktorer $EV \times 1,6 + NL \times 1,2$

Fra etasjeskillet: $q_f = 11,2 \text{ kN/m}$ $q_{cr} = 13,6 \text{ kN/m}$

Alternativ 1

Hulldekker, SD – 265



Hulldekker med stål som bærende konstruksjon. (Alternativ 1)

Elementene er opplagt på IPE 270 – profiler i langveggene.

Det benyttes hulldekker av typen SD 265. Lengste element i bygget er 11,5 meter, og for å være rasjonell legges dette til grunn for alle beregningene.

Standard bredde på elementer er 1,2 m, og bygget er tilpasset elementene. Dette medførte at originaltegninger måtte justeres noe.

Det er beregnet 20 mm avretting, plastfolie, 36 mm porøs trefiberplate, et lag 9 mm trykkfordelende plater og beleg med myk underside i 2. etasje.

Svaneveien 13 Alta Hovedprosjekt vårsemesteret 2006

Data for SD265:

- $EV = 4\text{kN/m}^2$ ferdig fuget.
- $V_d = 95\text{kN/m}$,
- $M_d = 225\text{kNm/m}$
- Grenser for påført last($L=11,5\text{m}$): $6,5\text{kN/m}^2$

Stålkonstruksjonen

Stålet veier 1900kg

Stålkvalitet S235, pålitelighetsklasse 3, elastisk dimensjonering.

Brannsikringen av stålet blir ivarettatt ved at det blir kledd inn i veggen med gipsplater på begge sider.

Dragere

Det benyttes stålbjelker av typen IPE -270.

Stegforsterkes ved opplegg over søyler.

Lengder: 2,4m og 3,6m

Nedbøyningskrav: $\delta_m = L/350$

Søyler

Lende: 2,18m $L_k = 1,7\text{m}$

Det benyttes søyler av typen HUP 90x90x6,3

Søylene sveises fast til stålplater innstøpt i fundamentet - fast innspent. På lengste bjelkespenn- 3,6m settes det en søyle midt på spennet.

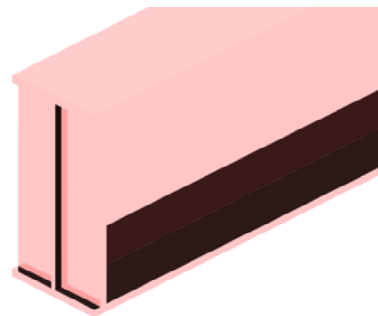
Stålet avstives med påsveisede flatjern (ca. 10x40mm) i gavlveggene og beholdes minst i byggeperioden.

Festeplater for søyler, støpes fast i ringmur. Søyler sveises til disse.

Dimensjon: 135x135x10, 2-Ø16 for innfesting.



Feste- og trykkfordelings plate for søyler.

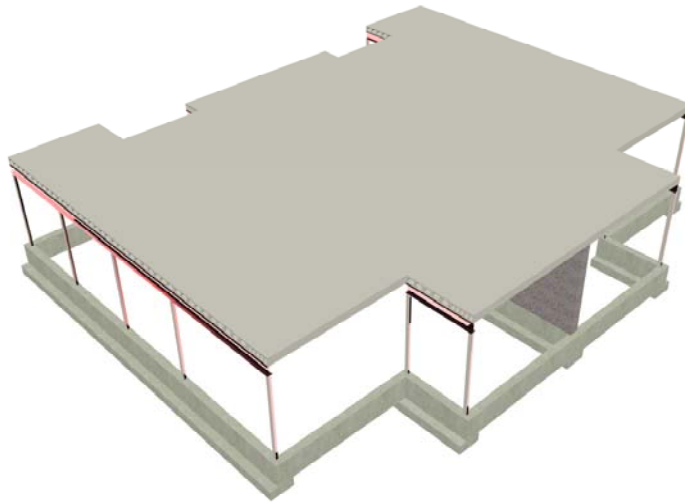


Stegforsterkning over søyler

Svaneveien 13 Alta
Hovedprosjekt vårsemesteret 2006

Alternativ 2

Hulldekker, SD – 200



Hulldekker med stål som bærende konstruksjon. (Alternativ 2)

Elementene er opplagt på IPE 240– profiler i gavlvegg med 250mm lydvegg i leca under dekkeskjøt.

Det benyttes elementer av typen SD 200, med lengde 7,4meter.

Bredde er std.1,2m, i tillegg vil noen elementer måtte tilpasses.

Beregnet golv i 2. etasje: 50mm tung isolasjon, plastfolie og 80mm påstøp med armeringsnett og beleg. Det bør prosjekteres for vannbåren varme i golv→energifleksibilitet.

Data for SD200:

- $EV = 2,8\text{kN/m}^2$ ferdig fuget.
- $V_d = 65\text{kN/m}$
- $M_d = 112\text{kNm/m}$
- Grenser for påført last($L=7,4\text{m}$): 10kN/m^2

Stålkonstruksjonen

Stålet veier 1300kg

Stålkvalitet S235, pålitelighetsklasse 3, elastisk dimensjonering.

Brannsikringen av stålet blir ivaretatt ved at det blir kledd inn i veggen med gipsplater på begge sider.

Dragere

Det benyttes stålbjelker av typen IPE –240.

Stegforsterkes ved opplegg over søyler.

Lengder: 2,3m og 3,2m

Nedbøyningskrav: $\delta_m = L/350$



Svaneveien 13 Alta Hovedprosjekt vårsemesteret 2006

Søylar

Lende: 2,2m $L_k = 1,8m$

Det benyttes søylar av typen RHS 100x50x4

Søylene sveises fast til stålplater innstøpt i fundamentet - fast innspent.

Stålet avstives med påsveisede flatjern (ca. 10x40mm) i gavlveggene og beholdes minst i byggeperioden.

Festeplater for søylar, støpes fast i ringmur. Søylar sveises til disse.

Dimensjon: 135x135x10, 2-Ø16 for innfesting.

Bindingsverk

Uansett byggemåte vil det være samme behov for yttervegg- konstruksjon i tre. Denne vil følgelig være lik i utforming og pris.

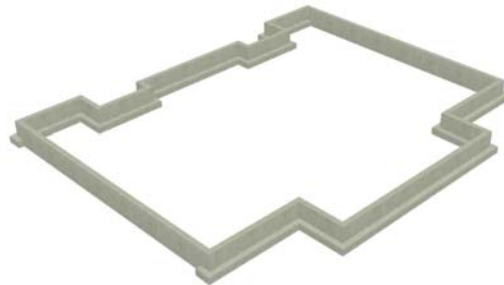
13mm gipskledning, diffusjonssperre, 36x198mm bindingsverk, 200mm mineralull,

11mmGU med vindtetting, 30mm utlektring, 19mm kledning.

Bindingsverket skytes fast til stålet der dette er nødvendig.

Fundamentering

Dimensjonerende marktrykk: 200kN/m². Det er kanskje noe høyt, men jeg velger å bruke dette som utgangspunkt for beregningene.



I stedet for å lage mange søylefundamenter, lages sålen som et stripefundament. Dette gjør arbeidet enklere, og vil være rasjonaliserende. Sålen betraktes som en drager, og beregninger gjøres. Belastningen blir liten, så det vil være minimumsarmeringen som blir gjeldende. Den valgte armeringspakken er større.

Betongkvalitet B30

Eksponeringsklasse XC2 (fundamenter), 100år- $C_{min}=35mm \rightarrow$ Bruk C=50mm

B500C stålqualität.

Såledimensjon b x h: 0,6 x 0,25m

Ringmur b x h: 0,2 x 0,6

Minimumsarmering, beregnet

Strekkarmering i bunn: 2 – Ø10

Trykkarmering i topp: 2 – Ø8

Skjærarmering: Ø10 bøylar c/c 450mm

Svaneveien 13 Alta Hovedprosjekt vårsemesteret 2006

Brukt armering

Strekkarmering i bunn: 2 – Ø12

Trykkarmering i topp : 2 – Ø12

Fordelingsjern i midt : 2 - Ø10

Skjærarmering: Ø10 bøylor c/c 450mm, ekstra bøylor legges inn ved søylefot.

Se for øvrig detalj.

Brann og lyd

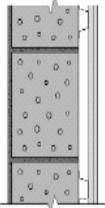
I dette prosjektet er det ikke gjort spesielle beregninger angående brann og lyd, men det er minst fulgt de anbefalinger som Byggforsk har.

Stålet brannisoleres ved at det kles inn i yttervegger med gips på begge sider. Det er viktig å tette gipsveggen innvendig, her må det fuges i alle åpninger.

Lyd-/ brannvegg utføres som:

Dobbel lydvegg trekonstruksjon: Dobbel 36x98 med 3cm avstand, 2x10cm mineralull og 2 lag gips på begge sider.

Leca lydvegg: Utføres som Type J med 25cm Leca. **4***

	<p>Type J Leca Blokk/Finblokk 20 cm med fulle ligge- og stussfuger og 10 mm puss på én side. Gyproc Akustikkprofil c/c 600 mm mot den upussede siden av Leca veggen pga. hulromsresonans. 2 lag 13 mm gipsplater.</p>	<p>Leca Blokk / Finblokk 20 cm (3/770) / (4/770)</p>	<p>- Gyproc akustikkprofil - 2 x 13 mm gipsplater</p>	<p>265</p>	<p>59 dB</p>
--	--	--	---	------------	--------------

- Alternativ 1 med dobbel lydvegg i begge etasjer.
- Alternativ 2 med dobbelvegg i 2.etasje og bærende leca lydvegg i 1.etasje.

Hulldekker

Hulldekke gir tilfredsstillende luftlydreduksjon, men trinnlydproblematikken må løses.

På alternativ 1, SD – 265 velges: 20mm avretting, 36 med mer trinnlydplater og min. 9mm trykkfordelende plate med belegget oppå dekket.

På alternativ 2, SD 200, er det brukt 5cm tung isolasjon og 8 cm påstøp. Dette for å få en bedre trinnlyd – demping.

Langs ikke-bærende yttervegger skal hulldekke - elementene føres minimum 25mm inn i konstruksjonen for å unngå flanketransmisjon.

Alternativ 1 har 25mm, og **alternativ 2** har 71mm.

Svaneveien 13 Alta Hovedprosjekt vårsemesteret 2006

Tradisjonell byggemetode – Alternativ 3

I dette kapitlet er det ikke gjort beregninger, men standard byggemetode danner grunnlaget for sammenlikningene videre i rapporten.

Etasjeskiller, spennvidder og retning

Utføres som: 22mm sponplate, 13mm gips, 20mm trinnlydplater, spaltegulv 22 x98 , 8” bjelkelag, 15cm mineralull, 30mm lekter på lydbøyler, 2 lag 13mm gips samt 11mm himlingsplater.

Retningen på bjelkelaget legges på tvers av møneretningen, slik at langveggene blir bærende. Dette vil gi to bærende innervegger, bjelkeutvekslinger i åpninger i gang og limtre drager i stue. Spennvidden på gulvbjelker holdes under ca. 3,8m. Det er viktig med tilstrekkelig stivhet i gulvet.

Limtre

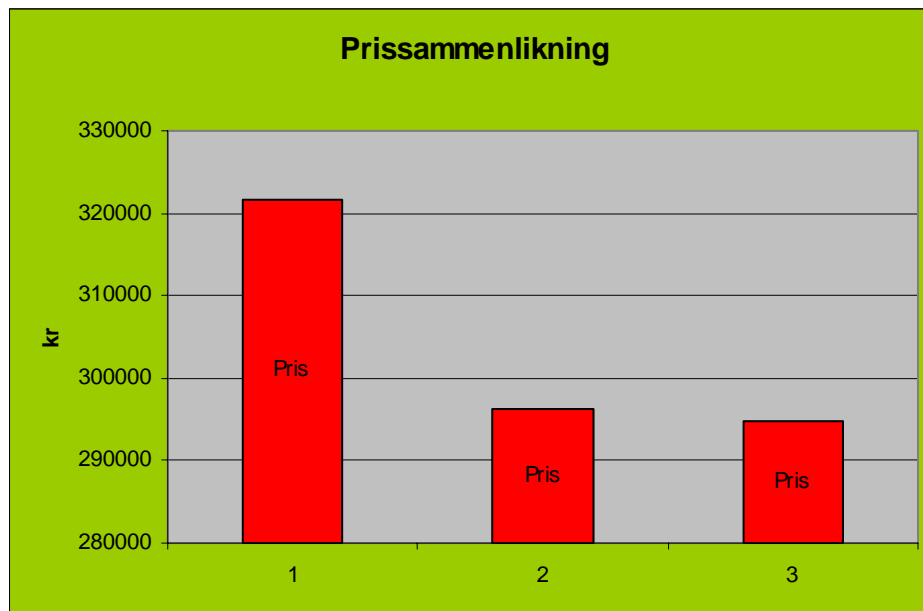
Det benyttes limtre drager med dimensjon GL 90x300x3800

5. Økonomi

Kapitlet inneholder prisvurderinger av de ulike alternativer. Det er ikke gjort prisberegninger på hele bygget, men kun de deler av det som er nødvendig for å finne *prisdifferansen*. I arbeidet med dette har jeg samarbeidet med lokale bedrifter i Alta. Jeg har sendt ut prisforespørsel på hulldekker, stål og betong samt trekonstruksjoner.

Jeg har på dette grunnlaget satt opp en prissammenlikning ved hjelp av Excel, og kommet fram til et resultat som jeg mener er realistisk.

Jeg vil ut fra sammenlikninger av dette, samt faktorer som fleksibilitet, funksjonalitet og byggetid, vurdere om alternativet med hulldekker er konkurransedyktig ved boligbygging.



Grafisk fremstilling av økonomien i de ulike alternativer.



Svaneveien 13 Alta Hovedprosjekt vårsemesteret 2006

- Pris på hulldekker og stålkonstruksjon - alternativ 1- er innhentet fra lokal leverandør, Jaro AS Alta.(se vedlegg)
- Prisvurdering av alternativ 2, er gjort på basis av opplysninger fra Jaro AS (vedlegg), samt Jørgensen Bygg AS.
- Prising av trearbeider og støping/muring er foretatt av Jørgensen Bygg AS. Her er det benyttet Holte-prosjekt sin priskalkulator, som bygger på NS 3420.
- Pris på flikksparkling og maling av hulldekke-himling: Fargehandelen AS Alta.

PRISOPPSETT

Konstruksjoner	Mengde	1	2	3	kr/m2
		HD 265	HD 200	Trebjelkelag	
Hulldekker	155 m2	107000	102000		
Tillegg for saging 0,6m element: 60kr/m	26,8m		1600		
Stål	1900kg	90000			
Stål	1300kg		69000		
Påstøp golv 2. etg. 80mm (12,4m3)	152m2		30400		200
Tung isolasjon 50mm	155m2		11780		76
Avretting golv 2.etg. 20mm (3,1m3)	152m2	11400			75
min.9mm trykkfordelendeplater	152m2	9880			65
Porøs trefiberplate 36mm	152m2	37240			245
Plastfolie	152m2	4560	4560		30
Flikksparkling og maling i hulldekke-himling	152m2	9120	9120		60
Etasjeskiller i tre 1550kr/m2 (se beskrivelse)	152m2			235600	1550
2 stk Limtretragere GL36 410kr/m	2x90x300x3800			3116	
Bærevegger i grunnplan 36x98	52,0m2			26000	500
Delevegger i grunnplan 36x68	51,0m2	24990	24990		490
250mm leca + Gyproc-profiler og 2 lag gips	29,6m2		42920		1450
Lydvegg i tre, dobbel	31,9m2			30000	950
Lydvegg i tre, dobbel	28,9m2	27500			950
		Pris	321690	296370	294716

Oppsettet viser mengder og enhetspriser på de ulike alternativene. Det er verdt å merke seg hvor små differansene på totalsummene er.



Svaneveien 13 Alta
Hovedprosjekt vårsemesteret 2006

6. Tegninger og visualisering

Bygget er basert på tegninger fra arkitekt Kirsti Knutsen i Alta. Disse ble det gjort en del justeringer på, slik at bygget ble tilpasset hulldekke-elementenes standardmål.

Etter ønske fra oppdragsgiver er prosjektet tegnet i 3D. Ut fra dette er det produsert plan- og grunnmurstegninger, mens Auto-cad er brukt til å lage detaljtegning. Jeg har også brukt Viz – render til å lage fotorealistiske bilder av bygget og av konstruksjonsdeler. Dette arbeidet er i sin helhet vedlagt prosjektet på CD-rom.

Det er ikke produsert komplette tegninger. Her har jeg begrenset arbeidet til å lage de nødvendige tegninger for gjennomføringen av prosjektet. Flere tegninger, som fasader og snitt, kan enkelt produseres fra ADT-filene.

Tegningsliste

Tegn nr.	<i>TEGNINGSLISTE</i>
1	Snittdetaljer
2	Plan 1.etasje alt. 1
3	Plan 2.etasje alt. 1
4	Grunnmursplan alt. 1
5	Plan 1.etasje alt. 2
6	Plan 2.etasje alt. 2
7	Grunnmursplan alt.2



Svaneveien 13 Alta Hovedprosjekt vårsemesteret 2006

7. Diskusjon av resultater

Hovedprosjektet startet med å utarbeide et alternativ til etasjeskillere i tre. Det var ønskelig å vurdere bruk av forspente hulldekker i boliger. Jeg vurderte først om bæring på trevegger var mulig. Selv om dette tidligere har vært gjort, fikk jeg inntrykk av at det ikke er vanlig og heller ikke en god løsning. Jeg bestemte meg for et alternativ med hulldekker opplagt på IPE-stålfiler og søyler innkledd i langveggene, og gikk i gang med å lage en løsning.

Etter å ha utredet dette, så jeg nødvendigheten av å se på enda et alternativ. Denne gang snudde jeg retningen på hulldekkene, for å få kortere spennvidder og mindre dimensjoner på elementene. Grunnen til dette var innspill jeg underveis fikk fra folk i byggebransjen. Prosjektleder ved Jaro AS mente at når spennvidden blir så lang som 11 meter, vil overhøyden på elementene skape problemer. Selv om dette var gjennomførbart er det på boliger mer vanlig å benytte kortere spennvidder, og heller gå ned på dekke – dimensjonen.

Jeg hadde så en ny samtale med en erfaren prosjekterer, som mente at Byggforsk's og Spenndekk's anbefalte løsninger med trinnlydplater ikke holder lydkravet i praksis. Målinger han har gjort i den forbindelse, viste at dette ikke ga tilstrekkelig reduksjon av trinnlyd. Hans anbefaling var å legge tung isolasjon med påstøp oppå hulldekkene. Dette tok jeg til etterretning, og i alternativ 2 er det prosjektert med nettopp en slik løsning. Denne løsningen gir også mulighet til å prosjektere med vannbåren varme i golvet. Dette gir energifleksibilitet i boligen, noe som det i enkelte områder allerede stilles krav om.

Når det gjelder fundamenteringen av bygget, har jeg ikke lagt så mye vekt på dette i den økonomiske vurderingen. Dette må prosjekteres særskilt for hver enkelt byggeplass, mhp. marktrykk, lokal snølast, taktekke, etc. Økonomisk vil dette heller ikke utgjøre vesentlige prisforskjeller på prosjektene.

Bygget er ikke fullprosjektert, noe som heller ikke har vært meningen. Jeg har derimot tatt for meg de deler av bygget som innehar vesentlige forskjeller i konstruksjon og utførelse i de ulike alternativene. Det er også mulig å få ned kostnadene noe, ved tidlig i prosjekteringen å tilpasse bygget til de standardmål og utførelse som hulldekkene har. Det viste seg til slutt at de ulike alternativene ble ganske like prismessig, så kostnadene vil ikke være det avgjørende ved valg av byggemetode.



Svaneveien 13 Alta Hovedprosjekt vårsemesteret 2006

8. Konklusjon

Målet med prosjektet var å vurdere bruken av hulldekker til etasjeskille på boliger, samt å se på det økonomiske aspektet ved det. For å kunne gjennomføre dette måtte jeg finne fram til hensiktsmessige konstruksjoner, dimensjonere disse, produsere nødvendige tegninger og innhente priser på de ulike alternativene jeg kom fram til. Siden prosjektet har vært utført alene, har jeg måttet sette begrensninger på arbeidsmengden. Jeg mener likevel at målene i prosjektet er oppnådd, og at jeg kan framvise et godt produkt.

Arbeidet med prosjektet har vært varierende og lærerikt. Det å utføre et slikt arbeide alene gir utfordringer, men fører også til et variert arbeidsfelt fordi alt må gjøres selv. Jeg synes jeg har fått et godt faglig utbytte av gjennomføringen av hovedprosjektet. Dette skyldes ikke minst kontakten med fagmiljøet i byggebransjen, kombinert med mine tilegnede teoretiske kunnskaper fra utdannelsen ved HiG og HiN. Det har også vært en fordel å ha praktisk erfaring fra byggebransjen, noe som har gjort det enklere å finne frem til gode og fornuftige detaljløsninger.

Produksjonen av tegninger og visualiseringen av bygget har vært en interessant del av prosjektet. Dette er gjort parallelt med gjennomføringen av faget 3D-DAK.

Ut fra de vurderinger jeg har gjort i prosjektet, viser det seg at forspente hulldekker til boligbygging er et godt alternativ til den tradisjonelle byggemetoden. Dette er en metode som reduserer byggetiden, og tiden det tar for å lukke bygget. Den har også fordeler når det gjelder lyddemping og brannsikkerhet. Flexibiliteten som en slik byggemåte gir, vil også være avgjørende. Her trengs det ingen bærevegger i underetasje, noe som gir valgfrihet ved innredningen av etasjen. Det er alternativ 2 i denne rapporten som får best karakter av meg. Dette er en løsning jeg har kommet fram til i samråd med erfarne folk innen prosjektering, og som tilfredsstillende krav til lyddemping og funksjonalitet på en god måte.

Det som burde vært gjort annerledes i prosjektet, er at jeg på et tidligere tidspunkt skulle rådført meg med personer med erfaring i byggebransjen. Dette er viktig for å få en føling med hva som er vanlig, og ut fra dette finne løsninger som er fornuftige og gode.

Jeg synes at jeg har nådd de målene som ble satt da prosjektet startet. Jeg har gjennom en lærerik prosess, kommet fram til et godt og realiserbart produkt. Resultatene i rapporten egner seg godt som grunnlag for senere detaljprosjektering av liknende boliger.



Svaneveien 13 Alta
Hovedprosjekt vårsemesteret 2006

9. Litteraturliste

Boklitteratur

Espedal, Knut Jonas - Bygningsfysikk, Byggenæringens forlag Lillestrøm, 2.utg. feb 2004
Haugan, John - Formler og tabeller, NKI Forlaget Bekkestua, 1.utg. 6.opplag 2002

Kompendier

Harald Fallsen: Dimensjonering av stål-, tre - og betongkonstruksjoner, Høgskolen i Gjøvik, jan 2005.

Tarald Rørvik: Konstruksjonssikkerhet og belastning, 3. utgave juni 2004

Brosjyrer

Spenncon: Spenndekk

Moelven Tre: Limtreboka

Web-adresser/referanser

1* NS 3491-3:2001, NS 3491-4:2002, Norske Takstolprodusenters Forening

2* Tabell 7.4 og 7.5 TEK § 7-22/ §7-22, tabell 2 i REN

3* Spenndekk

4* http://www.maxit.no/teknisk_info/index.html (leca prosjektering)

<http://www.maxit.no/bilder/pdf/opti105407.pdf> (lydtabellen)

Diverse Byggforsk - detaljblader

10. Personkontakter

Espen Suhr og Bjørn Ivar Johansen NNBK Finnmark AS Alta

Olav Jørgensen, Jaro AS Alta

Arne Jørgensen, Jørgensen Bygg AS Alta

Kurt Ek, Alta Farvehandel & Parfymeri AS

Svein Nilsen Oslo

Arne Kjeksrud Oslo

Harald Fallsen, Høgskolen i Gjøvik



**Svaneveien 13 Alta
Hovedprosjekt vårsemesteret 2006**

11. Vedleggsliste

Vedlegg A – Beregninger

Vedlegg B - Fotorealistiske bilder

Vedlegg C - Forprosjekt med fremdriftsplan

Vedlegg D - Grunnlagstegninger fra arkitekt

Vedlegg E - Prisforespørsel til Jaro AS

Vedlegg F - Pristilbud fra Jaro AS

Vedlegg G - Pristilbud fra Jørgensen Bygg AS

Vedlegg H – Tegninger

Vedlegg I - Timelister

Vedlegg J - CD - Rom