

HOVEDPROSJEKT:

**OMBYGGING AV L-BYGGET
HØGSKOLEN I GJØVIK**

FORFATTERE:

**KJETIL SAUNES
KENNETH NICOLAISEN**

DATO:

19.05.2005

SAMMENDRAG AV HOVEDPROSJEKT

Tittel:	Ombygging av L-bygget	Nr. :	Gruppe 2
		Dato :	19.05.2005
Deltaker(e):	Kjetil Saunes		
	Kenneth Nicolaisen		
Veileder(e):	Harald B. Fallsen		
Oppdragsgiver:	Palm & Bratlie		
Kontaktperson:	Håvar Slåtten		
Stikkord	Statikkberegninger, termiske-betraktninger, prosjekteringsgrunnlag, visualisering.		
(4 stk)			
Antall sider:	Antall bilag:	Tilgjengelighet (åpen/konfidensiell):	
29	8	Åpen	
Kort beskrivelse av hovedprosjektet:			
<p>Prosjektet går ut på å bygge om og utvide det såkalte L-bygget fra dagens bruk som laboratoriebygg til nytt sentralbygg med fellesfunksjoner for høgskolen.</p> <p>Vi tar for oss følgende elementer:</p> <ul style="list-style-type: none">• Statiske beregninger vil avgrensnes til hovedbæresystemet i nybygg i sørvest fasaden.• Gjøre beregninger på oppgradering av eksisterende yttervegger når det gjelder varmeisolering.• Den endelige modellen av nybygg i sørvest fasaden vil bli modellert i Autodesk Architectural Desktop 2005, og et utvalg av tegninger vil bli generert ut fra modellen.• Et utvalg av stillbilder og videoer vil bli generert ut fra modellen ved hjelp av Autodesk Viz 2005.			

FORORD.

Denne oppgaven er utført og skrevet av to studenter ved linjen for Bachelor i ingeniørfag, bygg, ved Høgskolen i Gjøvik våren 2005. Rapporten er en del av obligatorisk innlevering til faget - hovedprosjekt 2005.

Vi har i dette prosjektet tatt for oss – Ombygging av L-bygget ved Høgskolen i Gjøvik. Prosjektet går ut på å bygge om og utvide det såkalte L-bygget fra dagens bruk som laboratoriebygg til nytt sentralbygg med fellesfunksjoner for høgskolen.

Spesielt sentralt i oppgaven er det nye påbygget i sør fasaden hvor vi tar for oss statikk beregninger av bærekonstruksjonen.

Innhold og avgrensninger er gjort i samarbeid med vår hovedveileder Harald Fallsen og vår kontaktperson hos Palm & Bratlie Håvar Slåtten. Det ble lagt vekt på å finne et bæresystem som var enkelt og hensiktsmessig, for der etter dimensjonere og utarbeide tegninger av bæresystemet. I tillegg ble det lagt inn omfattende arbeider med visualisering av prosjektet i både 2D og 3D med Autodesk ADT.

Arbeidet med hovedprosjektet har både vært lærerikt og interessant. I løpet av prosjektgjennomførelsen har vi fått en god repetisjon av fagstoffet vi har vært igjennom de siste tre årene her ved Høgskolen i Gjøvik. I tillegg har vi ved å løse de utfordringer som har oppstått fått en bredere og mer helhetlig syn på prosjekteringsfaget, og hvilke oppgaver og utfordringer vi står foran nå når vi skal ut i arbeidslivet igjen.

Ønsker spesielt å takke Palm & Bratlie ved Håvar Slåtten for å ta seg tid til veiledningsmøter og spørsmålsrunder over telefon. Det samme gjelder fagleder Harald B. Fallsen ved Høgskolen i Gjøvik som hjalp villig til med å løse problemstillinger som åpenbarte seg underveis ved arbeidet med prosjektet.

Gjøvik, 11.april 2005

Kjetil Saunes

Kenneth Nicolaisen

INNLEDNING	6
ORGANISERING AV RAPPORTEN	6
OPPGAVEN	6
MÅLGRUPPE FOR PROSJEKTRAPPORTEN	7
DELTAKERNES FAGLIG BAKGRUNN	7
ARBEIDSFORM I PROSJEKTGRUPPEN	7
GRUNNLAG OG BAKGRUNN	8
ARKITEKT TEGNINGER	8
BRANNKRAV	8
LYDKRAV	9
VINDAVSTIVNINGER	9
VURDERING AV ULIKE BÆRESYSTEMER	10
DEKKER, GULV PÅ GRUNN	10
TAKKONSTRUKSJON	10
DRAGERE	10
SØYLER	11
FUNDAMENT OG RINGMUR	11
BALKONGDEKKE	11
LASTBILDET PÅ TILBYGGET	12
SNØLAST	12
VINDLAST	12
EGENLAST	12
NYTTELAST	12
NEDBØYNINGSKRAV	13
ANDRE KRAV OG FORUTSETNINGER	13
GRUNNFORHOLD	13
RISSVIDDER	13
IKKE MEDTATTE ELEMENTER	13
STABILITET	13
RESULTATER AV UTFØRELSE	14
DEKKER, GULV PÅ GRUNN	14
TAKKONSTRUKSJON	15
HULLDEKKE	15
TRP-PROFIL	15
DRAGERE	16
STÅLDRAGERE	16
BETONGDRAGERE	17
SØYLER	18
STÅLSØYLER	18
BETONGSØYLER	19

FUNDAMENT OG RINGMUR	19
BRANNDIMENSJONERING	20
VARMEISOLERING OG VARMELAGRING	21
UTARBEIDING AV TEGNINGER	22
VISUALISERING	23
BESKRIVELSE	23
KONTROLL AV PRODUKSJON	24
EVALUERING AV PROSJEKTET	25
KONKLUSJON	26
LITTERATUR LISTE	27
BØKER OG KOMPENDIUM	27
NBI-BLAD	27
DIVERSE	27
LINKER	27
ANDRE HJELPEMIDLER	28
VEDLEGGSLISTE	29
VEDLEGG A - BEREGNINGER	29
VEDLEGG B - TERMISKE BETRAKTNINGER	29
VEDLEGG C - BESKRIVELSE TEKST	29
VEDLEGG D - MØTEREFERAT	29
VEDLEGG E - LOGG- TIMER/ARBEIDSOPPGAVER	29
VEDLEGG F - FORPROSJEKT MED FREMDRIFTSPLAN	29
VEDLEGG G - STILLBILDER GENERERT UT I FRA MODELL	29
VEDLEGG H - TEGNINGER	29

INNLEDNING.

ORGANISERING AV RAPPORTEN

Vi har i rapporten lagt vekt på en oversiktlig og grei struktur slik at det skal være enkelt og greit for andre å sette seg inn i momentene og metodene som vi har benyttet for å komme frem til det endelige resultatet.

Videre har vi lagt vekt på innhenting av grunnlagsdata, valg av bæresystemet, lastbildet som virker på bygget og selve prosjekteringen av utbygget. Våre valg er begrunnet, og hyppige henvisninger er gitt for å støtte våre valg igjennom prosessen. Vi har videre også evaluert arbeidsmetodikk, mål, rammer og de begrensninger som er satt.

Oppgaven tar for seg statiske beregninger, termiske beregninger, utarbeidelse av arbeidstegninger, utarbeidelse av armeringstegninger (utdrag), og i tillegg en 3D-visualisering av bygget. Alle beregninger og tegninger som utføres vil legges ved oppgaven. I tillegg er konkluderende dimensjoner som skal benyttet listet opp i egne tabeller i rapporten for å gi en rask og enkel oversikt over resultatene.

Vi har også utarbeidet en beskrivelse som utfyller arbeidstegningene og armeringstegningene. Vedlagt har vi en utfyllende litteraturliste over bøker, kompendium, NBI-blad og diverse produktblad som benyttet som hjelpemiddel til avgjørelser som er tatt underveis.

Avslutningsvis ender rapporten opp i en konklusjon om hvordan arbeidet har vært og hvilke momenter vi vil spesielt trekke frem ved prosjektet.

OPPGAVEN

Bakgrunnen for oppgaven er at det ble i 1998 utarbeidet en bred utredning med sikte på en omfattende oppgradering og effektivisering av høgskoleområdet. Gjennom utredningen formidlet høgskolen bl.a. behovet for et representativt og attraktivt sentralbygg. Det aktuelle prosjektet skal imøtekomme dette behovet.

Gjennom samtaler med Palm og Bratlie i januar 2005, fikk vi tilbudet om å prosjektere deler av ombyggingen av L-bygget her ved HiG.

Prosjektet går ut på å bygge om og utvide det såkalte L-bygget fra dagens bruk som laboratoriebygg til nytt sentralbygg med fellesfunksjoner for høgskolen. Vår oppgave er å prosjektere deler av nybygget i sørfasaden.

Vi tar da for oss beregningene av konstruksjonen, visualisering av eksisterende bygg med nybygg, utarbeidelse av tegninger basert på 3D-modell, utdrag av armeringstegninger, og i tillegg en rekke detaljtegninger. Vi har også betraktet en oppgradering av eksisterende yttervegg.

MÅLGRUPPE FOR PROSJEKTRAPPORTEN

Målgruppen for prosjektet er personer med byggteknisk bakgrunn. Spesielt rettet i mot veileder Harald B. Fallsen, samarbeidspartnere ved Palm & Bratlie, rådgivende ingeniør bygg, og studenter på linjen Bachelor i ingeniørfag, bygg, ved Høgskolen i Gjøvik.

Det vil derfor være en fordel med en viss kjennskap til byggebransjen og dens faglige sjargong.

DELTAKERNES FAGLIG BAKGRUNN

Utdanningen vi har vært igjennom i løpet av de siste tre årene ved bygglinjen ved Høgskolen i Gjøvik med fordypning i konstruksjonslære har vært svært nyttig ved arbeidet med prosjektet. I tillegg har begge gruppemedlemmene god faglig bakgrunn ifra byggfaget generelt, med henholdsvis 10 og 20 års erfaring.

ARBEIDSFORM I PROSJEKTGRUPPEN

Siden gruppen besto av kun to medlemmer valgte vi å legge opp til en flat struktur på gruppearbeidet, dette for at vi begge skulle få best mulig oversikt over hele prosjektet i sin helhet, og dermed oppnå jevn fordeling av arbeidsoppgavene ved prosjektet.

Ansvarsforholdet er fordelt følgende.

Kenneth Nicolaisen har ansvaret for tegninger, 3D- visualisering og web innhold.

Kjetil Saunes har ansvaret for statiske beregninger, termiske beregninger og sammenstilling av rapporten.

Prosessen startet ved at vi diskuterte innad i gruppen for å finne et bæresystem som var enkelt og hensiktsmessig. Når valget av bæresystem var klart, gikk vi videre til arbeidet med de statiske beregningene, hvor vi begge beregnet forskjellige deler av prosjektet, for deretter å kontrollere hverandres utførelse. De aktuelle løsningene er deretter visualisert, og det er utarbeidet et produksjonsgrunnlag for selve utførelsen av byggeprosjektet, vedlagt som beskrivelse etter NS 3420, og arbeidstegninger.

Prosjektet er utført som teamarbeid på grupperom B208. Samarbeidet fungerte fint i hele prosjektgjennomførelsen, og vi er begge godt fornøyd med prosjekt resultatet.

GRUNNLAG OG BAKGRUNN

Før oppstarten av statikk beregningene kunne settes i gang måtte data som krevdes innhentes. Dette var blant annet Statsbygg egne krav, i tillegg til annen grunnlagsdata hentet i fra TEK, byggeforsk, Norsk Standard og diverse produkt blad. (Jfr. litteraturliste)

Vi så også på den praktiske gjennomføringen av bygget, slik at prosjekteringsarbeidet kunne gjennomføres så enkelt og greit som mulig.

ARKITEKT TEGNINGER

Prosjekteringsgrunnlaget besto i arkitekttegninger, statsbygg egne prosjekteringsanvisninger, og beskrivelse gitt ved byggeprogrammet. Vi har valgt å gjøre noen små endringer ved arkitektgrunnlaget for å gi bygget en noe bedre utnyttelse av innvendig areal. Disse små justeringer er gjort etter samtale med samarbeidspartner og er begrunnet og vedlagt på egne detalj tegninger. (Jfr. Vedlegg H, tegning nr D-501)

BRANNKRAV

Ved valg av bæresystem må vi ta hensyn til brannkravet som stilles i Teknisk forskrift. Vi forutsetter at bygget ikke skal benyttes til overnatting og at bygget er tilrettelagt for rask og enkel rømning.

Dette gir i følge REN (veiledning til teknisk forskrift):

Risikoklasse (skolebygg) 3.

Brannklasse 2 (3.etg.)

*Brannkrav til hovedbæresystemet: **R60***

(tilsvarer A60 ved gamle regler)

LYDKRAV

Prosjektanvisningene i fra Statsbygg stiller egne lydkrav for bygg som prosjekteres under deres "eie". (Jfr. PA 2991 bygningsakustisk prosjektering)

Utendørs støy

Krav til maks. støynivåer fra trafikk etc. (målt innendørs)

Kontorer 37 dB(A)

Undervisningsrom, Gruppe/Møterom, Bibliotek, Lesesal, 30 dB(A)

Innendørs støy

Kontorer (skillevegger 37 dB; etasjeskillere 48 dB)

Møterom / små grupperom (skillevegger 44 dB)

Undervisningsrom (skillevegger 48 dB; etasjeskillere 48 dB; Mot korridor 34 dB)

Auditorier / store møterom (skillevegger 48 dB; etasjeskillere 48 dB; mot korridor 34 dB)

Det er ikke gjort noen lydtekniske beregninger i vår utførelse, men vi har sett hvilke krav som er stilt og tatt hensyn til dette ved valg av bæresystem. Da spesielt med tanke på etasjeskillere. I tillegg anbefales det benyttet støydempende belegg eller lignende for å minske transmisjonslyd som forplanter seg i konstruksjonen.

VINDAVSTIVNINGER

Vindavstivning av bygget skjer ved hjelp av de faste skivene som dekkene representeres, disse innfestes i det eksisterende bygget ved hjelp av blant annet nåler som innbores og fastgyses med en senteravstand på 400mm. Ståldragere boltes inn i eksisterende bærekonstruksjon, mens betongdragerne forankres på samme måte som dekkene.

Ved 3.etasje er det utført vindavstivning ved hjelp av skråsøyler og avkryssingsstag utført i stål. (Jfr. Vedlegg H, tegn D-502)

VURDERING AV ULIKE BÆRESYSTEMER

Ved valg av bærekonstruksjon vurderte vi flere forskjellige varianter. Vi endte opp med en kombinasjonsløsning som benytter både stål og betong. Stål ble benyttet hvor vi hadde mulighet for å ha skjult bæring i yttervegg, og betong ble nyttet som etasjeskillere og for frittstående søyler i rommet. Vi mener selv at vi kom fram til en grei og anvendelig konstruksjonsløsning som gir brukerne gode innredningsmuligheter.

DEKKER, GULV PÅ GRUNN

Alle etasjeskillere i bygget ble uten unntak utført i plasstøpt betong. Dette var ønskelig for å oppnå best mulig stabilitet i utbygget. Plasstøpt betong gir også gode lydtekniske egenskaper i mellom planene i bygget.

TAKKONSTRUKSJON

Ved valg av takkonstruksjon vurderte vi flere alternativer og har endt opp med å benytte hulldekke elementer fra Spenncom på tak over møterom. Det avgjørende her var å unngå søyler i rommet, noe som førte til en spennvidde på over 11 meter. Da en lettakkonstruksjon med et så stort spenn ikke klarte snølasten, sto hulldekke elementer igjen som eneste fornuftige alternativ. Ved valg av tak over bibliotekdelen var avgjørelsen verre. Denne delen ville vi gjøre lettest mulig pga utkraget bygningsdel, i tillegg til å være fleksibelt og sterkt nok til å kunne benyttes som uteområde for skolens studenter og ansatte. Siden konstruksjonen innebærer et stort utkraget overbygg over 1. etasje var det ønskelig å redusere konstruksjonens tyngde. Vårt valg falt da på et stålprofilertak fra produsenten Plannja.

DRAGERE

For dragere som bærer hulldekke valgte vi stål, dette med tanke på at så det som det mest hensiktsmessige ved bruk i kombinasjon med stålsøyler og vindavstivningen for tredje etasje. Ved bæring i mot eksisterende bygg valgte vi også å benytte stål, da dette måtte innfestes i eksisterende bæresystemet til laboratoriebygget. Dragerne som tar seg av hovedbæringen under betong dekkene falt valget på plasstøpte dragere. Disse støpes da integrert i dekke, hvor dragers høyde er til overkant av dekke, og støpes i sammenheng med resten av etasjeskiller.

SØYLER

Ved valg av bærende søylekonstruksjon vurderte vi betong, stål og elementsøyler. Vi har benyttet både stål og betong søyler i konstruksjonen. Stål er benyttet på grunn av at får skjult søylene i ytterveggene. Søylene er brannisolert med Rockwool sitt brannbeskyttende produkt Conlit 150. Vi valgte da å holde oss til en tykkelse på 25mm, selv om den føres i flere dimensjoner. Dette ville gi litt slingringsmonn for monteringen av søylene, og allikevel gi rommelig plass inne i veggkonstruksjonen.

Ved søyler som er frittstående i rommet, har vi benyttet søyler av betong. Mener dette er det mest hensiktsmessige, da det er i samsvar med eksisterende bygg, og behovet for brannisolering forsvinner.

FUNDAMENT OG RINGMUR

Fundamentene er senket ned til underkant av kulvert. Dette for ikke å gi trykk inn på sidekantene til kulvert, i tillegg til vi oppnår frostfri overgang til grunn. Fundamentene har vi beregnet etter eksponeringsklasse XC2. Jordtrykket som er benyttet er oppgitt under ”andre krav og forutsetninger / grunnforhold”. I tillegg er ringmur benyttet under yttervegg mellom søylepunktene.

BALKONGDEKKE

Valg av konstruksjonsløsning ved inntrukket balkong i andre etasje ble gjort etter at vi foretok endringer ved hovedbæresystemet. Nå kunne vi vurdere plastøpt betong også her. Et annet alternativ som ble vurdert var hulldekke element, men vi følte at en kombinasjon i mellom plastøpt betong og UNP bjelker var den beste løsningen. (Jfr. Vedlegg H, tegning D-501)

LASTBILDET PÅ TILBYGGET

Vi har ved samtlige lastberegninger beregnet for et bygg på 3 etasjer. Opplysninger er hentet fra Norsk Standard.

SNØLAST

Gjøvik kommune har en karakteristisk snølast lik $S_{k,0} = 4,5 \text{ kN/m}^2$. Siden det aktuelle L-bygget ligger under 100 meters grensen for tillegg får vi $S_k = S_{k,0}$.

Det skal være flatt tak på bygget (liten helning mot innvendig sluk) dette medfører at vi benytter formfaktor $\mu = 0,8$.

VINDLAST

Referansevindhastigheten ved Gjøvik er i følge NS 3491-4 satt til 22m/s og terreng ruhet i klasse III $\rightarrow (k_T = 0,22 \quad z_0 = 0,3 \quad z_{\min} = 8)$.

Bakgrunnen for vindlastberegningen tar utgangspunkt i disse opplysningene.

Vedrørende tredje etasje har vi sett på vindlastberegninger på denne delen som en egen enhet.

Har da tatt forutsetning for at hulldekke elementene støpes fast i hverandre, og på den måte virker som en stiv plate.

Det er også nyttet to forskjellige referansehøyder, en for høydereferanse $z_e = 12$ meter for vindberegninger for tredje etasje (akse I \rightarrow L). For del 2 (akse E \rightarrow H) er referansehøyden $z_e = 8,5$ meter.

EGENLAST

Egenlast av betong har vi benyttet tyngden 25 kN/m^3 , mens vi for egnevekt av stålsøylene har brukt $0,5 \text{ kN}$ per løpemeter for å forenkle dimensjoneringen. For egenlast av taktekking har vi brukt $0,5 \text{ kN/m}^2$ (Jfr. NBI 471.031)

NYTTELAST

Karakteristisk nyttelast på gulv blir i henhold til NS 3491-1, kategori C1; grupperom med bord og stoler, samt kontorlokaler $q_k = 3,0 \text{ kN/m}^2$. I tillegg må vi forholde oss til prosjekteringsanvisningene til Statsbygg (PA-2001 Bygningsteknisk prosjektering), som sier ingen nyttelast skal beregnes som mindre enn $q_k = 3,0 \text{ kN/m}^2$.

Krav for bokhandel er $q_k = 5,0 \text{ kN/m}^2$, men ligger i 1.etg og har gulv mot grunn.

Vi har i tillegg sett bort fra arealreduksjonsfaktoren α_A og etasjereduksjonsfaktoren α_n i all vår lastberegning. Del 2 (akse E \rightarrow H) inneholder dekke i bibliotek, denne er satt til $6,0 \text{ kN/m}^2$.

NEDBØYNINGSKRAV

Her har vi benyttet oss av Statsbygg egne krav til nedbøyning – δ , som sier at maks nedbøyning ikke skal overstige $l/300$ eller maks 25mm. (Jfr. PA-2001 Bygningsteknisk prosjektering)..

ANDRE KRAV OG FORUTSETNINGER

GRUNNFORHOLD

Grunnspenning på fundamenterer satt til $\sigma_d = 200\text{kN/m}^2$ etter samtale med vår samarbeidspartner Palm & Brattlie, ved Håvar Slåtten.

Vi har i tillegg benyttet 19kN/m^3 for massens tyngdetetthet over fundamenter.

RISSEVIDDER

Etter samtaler med Fallsen og telefonhjelp i fra Norsk Standard fikk vi opplyst at rissvidde beregning ikke ville være aktuelt ved vår konstruksjon. Dette førte til at vi la oss på X0, og lite korrosjons ømfintlig armering (tørt innklima), ingen rissvidde beregning nødvendig.

Fundamentberegningene er utført ved XC2 konstant vått miljø, og her er de nødvendige rissvidde beregningene utført.

IKKE MEDTATTE ELEMENTER

Bygningsdel i mellom H – I er ikke medtatt i våre beregninger, dette på grunn av allerede store arbeidsmengder. Vi har heller ikke beregnet sveiser og bolter. Ringmur beregninger er heller ikke utført, men er medtatt i rapporten med valg av jern osv. I tredje etasje begrenser våre beregninger seg til møterom akse I – L. Heller ikke ombygging i eksisterende bygg er utført. Disse begrensninger er tatt etter samtale med veileder Harald B. Fallsen.

STABILITET

Vi har oppnådd stabilitet i de 2 nederste etasjene ved plasstøpte etasjeskillere som fastgyses til eksisterende konstruksjon. Dermed vil vindkreftene fordeles og jevnes ut i konstruksjonen.

Ved akse E → H fører byggets store utkrager del, kombinert med sug krefter fra nordlig vind til at vi må legge ekstra vekt på innfesting mot strekkreftene. Dette ble løst med innfesting av dragere. Betongdragerne blir innboret og fastgyst med $4 \times \text{Ø}12$ jern pr drager, i tillegg blir betongdekket innboret og fastgyst med $\text{Ø}12$ jern c/c 600mm. Ståldragerne blir innboltet med 4stk HSL-3-B M16 bolter som tar strekk kreftene i 2etasje.

Ved stabilitet for møterom i tredje etasje er det 2 skråstøtter som opptar kreftene ved vind i Sørlig og nordlig retning. Ved vind fra vest / øst vil kreftene fordeles til alle tre avstivere, og i tillegg vil gangparti mot eksisterende bygg hjelpe imot vridningskreftene. (Jfr Vindberegninger)

RESULTATER AV UTFØRELSE

Det var ønskelig at plassering av søyler og andre bærende elementer ble sett i sammenheng med fasadeinndelingen av bygget, og ønsket om størst mulig fleksibilitet for brukerne av bygget til innredning, møblering og lignende. Dette førte til at vi gjorde små justeringer i arkitektgrunnlaget for å gi en enda bedre romløsning for bruker. Disse forandringer førte til en liten endring i fasaden, men gikk ikke utover arkitektens helhetlige særpreg av utbygget. Disse forandringer ble gjort etter dialog med samarbeidspartner og veileder.

For å unngå kuldebro ved konstruksjonen er yttervegg trukket ut slik at vi får isolert med 50 - 100mm isolasjon utenfor dekkekant. I tillegg er alle stålsøyler og ståldragere som kommer i yttervegg isolert med minimum 30mm isolasjon i tillegg til 25mm brannisolering.

DEKKER, GULV PÅ GRUNN

Gulv på grunn støpes med 80mm tykkelse, med betongfasthet B30 på 150mm ekspandert polyester. Armeringen blir utført med armeringsmatter K189 med overdekning på 35mm. For å beskytte golvkonstruksjonen mot vanddamp / fukt fra grunnen, benyttes fuktsperre av 0,2 mm plastfolie.

Benyttet armeringsnett.

Nettype	Tråдавstand b mm	Tråddiameter mm	Nettets armeringsareal mm ² /m
K189	150	6	189

Vårt valg av etasjeskillere i plastøpt betong gir bygget god stivhet. Dekkene over første og andre mellom akse I → L festes inn i eksisterende bygg med innboring og fastgysing av Ø12 jern c/c 400mm. Ved akse E→H er det i hovedsak dragerne som innfestes, men i tillegg er også her dekket over første etasje innboret og fastgyst med hjelp av Ø12 jern c/c 600mm. Forankringslengden settes til 500mm.

Armeringsvalg dekker:

Akse	Etasjeskiller over	Dekke h	Hovedarmering	Svinn/fordelingsarmering
E → H	1	250	Ø12 c/c 275mm	Ø12 c/c 275mm
I → L	1	280	Ø16 c/c 250mm	Ø10 c/c 225mm
I → L	1(balkong)	200	Ø12 c/c 300mm	Ø10 c/c 300mm
I → L	2	250	Ø12 c/c 300mm	Ø10 c/c 225mm
I → L	2(utkrager)	250	Ø16 c/c 200mm	Ø10 c/c 225mm

TAKKONSTRUKSJON

HULLDEKKE

Beregningene av hulldekke utførte vi etter spennvidde diagrammet til hulldekke leverandøren Spenncom. Hvor spennvidde på litt over 11 meter ga oss et par alternative dekker som kunne benyttes. Ved å kontrollere egne momentberegninger opp mot en gitt maks verdi endte vi opp med å bruke SD265 dekke fra Spenncom, som tåler maksimummomentet $M_d = 225 \text{ kNm/m}$ på dekkemidten, samt skjærkraften $V_d = 95 \text{ kN/m}$ ved opplager.

TRP-PROFIL

Ved utregningene av TRP profilene benyttet vi dokumenter fra leverandøren Plannja. Her var det flere elementer som var avgjørende for type profil, og tykkelse på gods som skulle benyttes. Etter å ha funnet lastene som virket på taket / terrassen regnet vi ut maks momentet som virket over opplager, deretter sjekket vi det opp imot en profiltipe i tabellen til leverandøren. I tillegg måtte vi beregne opplager kreftene fordelt på opplagsbredden. Dette førte til at vi måtte beregne de bærende ståldragene før vi kunne avgjøre profil tykkelsen. Ved å benytte HE 200 A som ståldragere ved endeopplegg, og HE 360 A indre opplegg ente vi opp med TRP-profilet 111M (0,72mm) fra Plannja.

Ved begge disse forskjellige takkonstruksjonene vil vi benytte ”Hardrock Takfall System” fra Rockwool som legges med fall til sluk, i tillegg til vanlig Hardrocks plater for å oppnå ønsket isolasjonstykkelse. Disse tekkes med takpapp som forankres med pluggen som forankrer papp og isolasjon til takkonstruksjonen.

DRAGERE

STÅLDRAGERE

Vi har her benyttet tre forskjellige typer profiler som ståldragere.

IPE profilen ble benyttet på grunn av sin slanke bredde, selv ved større dimensjoner. Dette ble benyttet i tredje etasje som bæring for hulldekke, og for bæring av betong dekke over henholdsvis første og annen etasje. Hvor en slank profil hadde sine fordeler.

HEA profilen ble benyttet som bæring under TRP-profiltaket, dette for mest av alt å gi en bredere opplagring for TRP-taket. (Jfr TRP- beregning)

UNP profilen ble benyttet til bæring for plaststøpt balkongdekke. Ved denne konstruksjonsmetoden fikk vi utnytte full etasjehøyde i første etasjen under ballkong. I tillegg blir nedbøyningen minimal, da drager å dekke jobber i sammen for å motstå nedbøyning over spennene. (Jfr. Vedlegg H, tegning D-501)

Vi har beregnet disse dragerne for moment, skjær, nedbøyning, vipping og brann, da forutsatt innkledd med Conlit 150 brannmateriale fra leverandøren Rockwool. (Jfr. Branndimensjonering)

Benyttede ståldragere:

Akse	Etasje	Antall	Profil	Lengde mm	Høyde/Bredde
34	1	1	UPE 200	11100	200/80
31	1	3	IPE 220	3450	220/110
31	2	3	IPE 220	3450	220/110
E og H	2	2	HE 200 A	6225	190/200
F og G	2	1+1	HE 360 A	6225 / 6075	350/300
I og L	3	2	IPE 400	7625	400/180

BETONGDRAGERE

Ved betongdragere har vi holdt oss til to dimensjoner armeringsjern som momentarmering, Ø25mm og Ø20mm, i tillegg er det ved samtlige beregninger benyttet Ø8 bøyer. Beregningene som er gjennomført er basert på eksponeringsklasse X0, som medfører til at ingen rissberegning er nødvendig.

Alle dragere er integrert i dekke. Det er lagt til rette for at både strekk og trykk armering legges i hele dragernes lengde, da det er snakk om forholdsvis korte lengder.

Avstanden på Ø8mm bøylearmeringen varierer mellom c/c 260- 280, og er utført i hele bjelkene. På grunn av skjærkreftene ved opplegg i akse F og G over første etasje, må det benyttes bøylearmering Ø8mm c/c 240mm i 1meters lengde på begge sider av opplegg, resterende av bjelken benyttes Ø8 c/c 270mm.

Armeringsvalg betongdragere.

Akse	Etasje	Høyde/Bredde	Ant	Armeringsjern	Bøyer	O.D -C
E og H	1	300 x 600	2	5-Ø20 ^{strekk} / 3-Ø20 ^{trykk}	Ø8 c/c 260	35
F og G	1	300 x 600	2	3-Ø25+2-Ø20 ^{strekk} /3-Ø20 ^{trykk}	Ø8 c/c 270	35
I→L-32	1	300 x 600	1	2-Ø20 ^{strekk} /2-Ø20 ^{trykk}	Ø8 c/c 280	35
I→L-32	2	300 x 600	1	2-Ø20 ^{strekk} /2-Ø20 ^{trykk}	Ø8 c/c 280	35

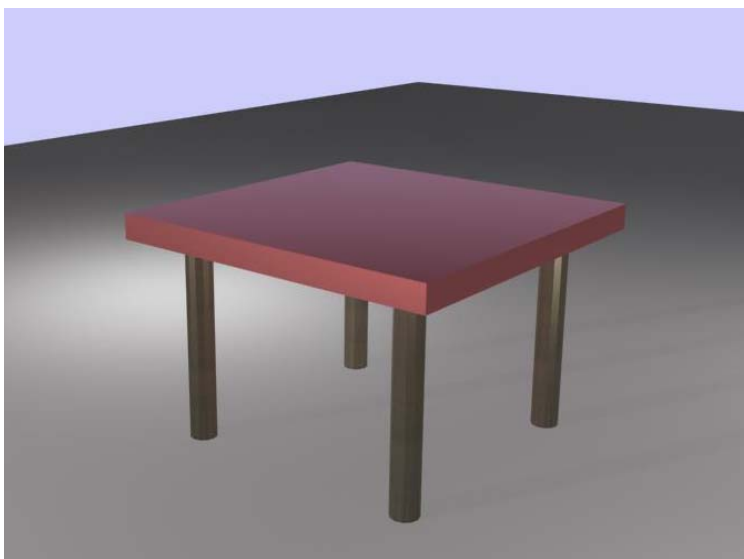
SØYLER

STÅLSØYLER

For alle opplagringspunkt under stålsøyler har vi benyttet innstøpte stålplater, disse er i dimensjon minimum 200 x 200 x 15, med unntak av akse 32-(I og L). Dette punktet er platen utvidet til 200 x 300 x 15, for å gi plass til innsveising av skråsøyler i tillegg. Vi har også testet alle stålsøyler mot brudd og for brann, med forutsetning av branndimensjonering med Conlit 150, 25mm med et varmeledningstall på $\lambda_p = 0,20$. Hvor det har vært hensiktsmessig har vi valgt å bruke en annen søyledimensjon enn den som har fremkommet i beregningene, dette fordi vi mener det ikke er hensiktsmessig med får mange forskjellige dimensjoner.

Benyttede stålsøyler.

Akse	Etasje	Antall	Profil	Høyde	Dimensjon
E og H	1	4	RHS	3310	120 ^x 120 ^x 6,0
I og L -32	1	4	RHS	3380	120 ^x 120 ^x 8,0
I→L -34	1(balkong)	4	RHS	3280	80 ^x 80 ^x 4,0
E og H	2	4	RHS	3370	100 ^x 100 ^x 5,0
F og G	2	4	RHS	3210	120 ^x 120 ^x 8,0
I og L -32	2	2	RHS	3140	120 ^x 120 ^x 8,0
I og L - 31	3	2	RHS	3570	120 ^x 120 ^x 6,0
I og L - 32	3	2	RHS	3570	120 ^x 120 ^x 8,0
I og L (skrå)	3	2	RHS	4390	100 ^x 100 ^x 5,0
31(avstiver)	3	1	RHS	5050	100 ^x 100 ^x 5,0



Bildet viser innstøpingsplater som benyttes for opplagring av HUP-søylene. Søylene sveises til platen med 5mm kilsveis. 4stk Ø12mm armeringsjern på 120mm lengde gir innfesting i betongkonstruksjonen.

BETONGSØYLER

Hvor søylene er frittstående inne i bygget falt valget på bruk av betongsøyler. Dette av flere årsaker som arkitektonisk hensyn, stabilitet til konstruksjonen, branntekniske og i tillegg et helhetlig preg i sammenheng med betongsøylene i eksisterende bygg.

Dimensjonen vi valgte som utgangspunkt var 300 x 300mm, søylene har god kapasitet, med relativt lite påført belastning. I følge våre beregninger er det kun behov for minimums armering.

Valg av armering søyler.

Akse	Tverrsnitt	Armering	Overdekning C	Bøyler
Alle	300 x 300	2 x 2-Ø20	(25+10)	Ø8 c/c 250mm

FUNDAMENT OG RINGMUR

For å fordele kreftene fra bygget ned i grunnen er det beregnet forskjellige søylefundamenter.

Størrelsen på fundamentene avspeiler størrelsen på kreftene de er dimensjonert for. Vi kom frem til fem forskjellige fundamentstørrelser som er listet opp under.

Valg av fundament.

Akse	L / B mm	Høyde mm	Arm.valg midtre	Arm.valg ^{1/4} ytre
E og H	2000 x 2000	300	Ø 16 c/c 125	Ø 16 c/c 225 1/4 -deler
F og G	2300 x 2300	350	Ø 16 c/c 100	Ø 16 c/c 200 1/4 -deler
I-32 og L-32	2300 x 2300	350	Ø 16 c/c 100	Ø 16 c/c 200 1/4 -deler
J-32 og K-32	2100 x 2100	350	Ø 16 c/c 100	Ø 16 c/c 200 1/4 -deler
I-34 og L-34	800 x 800	200	Ø 12 c/c 300 begge retn.	---
J-34 og K-34	1000 x 1000	200	Ø 12 c/c 200 begge retn.	---

Alle pilarer ned til fundamentsålene er satt til 300x300mm, og i tillegg er det innstøpte stålplater i overgang til stålsøyler. For armeringsvalg i pilarene, se armeringsvalg betongsøyler.

Ved utkraget ringmursparti er det lagt inn to punkter søylefundamenter for bæring av ringmur i front av akse E → H, disse er i størrelses orden med valgt fundament akse I-34 og L-34.

Ringmuren støpes i 200mm bredde, med armering benyttes horisontal minimums armering på Ø12 c/c 250mm.

BRANDDIMENSJONERING

På grunn av stålets dårlige branntekniske egenskaper har vi ved branddimensjoneringen av stålkonstruksjoner forutsatt benyttet Rockwool sitt brannisolerende produkt, Conlit 150 med tykkelse på 25mm og $\lambda_p = 0,20$. Uten brannisolering vil stålets kapasitet halveres allerede etter 7 minutter. Da er temperaturen kommet opp i 500°C. Dersom stålkonstruksjonen beskyttes med Conlit 150 vil vi unngå en ukontrollert temperaturstigning i selve stålet, og kravene til brannklassifisering R60 tilfredsstilles. (Jfr. Vedlegg A - beregninger)

Vi valgte her kun å benytte denne dimensjonen på isoleringen, og heller økt på dimensjonen på søyle/dragere når det har vært behov for dette. (Jfr. www.rockwool.no)

Det er utført branddimensjonering av samtlige stålkonstruksjonsdeler i bygget. Alle stålsøyler og ståldragere står dermed i mot et brannkrav på R60. Ved betongkonstruksjonene har vi overdekning på 35mm (25mm+10mm) dermed blir kravet for brann også tilfredstilt her. Denne løsningen er grei hvor stålet blir skjult inne i yttervegg. Ved ståldragere for andre etasje akse F og G er våre beregninger av stålsøylene også her forutsatt Conlit 150, men her som søylene ikke vil bli skjult inne i noe vegg bør brannmaling vurderes som et alternativ.

TERMISKE BETRAKTNINGER

Siden det skal gjennomføres omfattende oppgraderinger på den eksisterende bygningsdel, ønsket vi i tillegg å utføre enkle energibetraktninger av bygget. Da før og etter utbedring av eksisterende ytterveggkonstruksjon. Utførelsen på dette området er ikke ment som en full gjennomgang, men en enkel oversikt over forbedringer som kan oppnåes ved å oppgradere eksisterende yttervegg. De store utfordringene her var alle kuldebroene i eksisterende konstruksjon. Ved å utføre yttervegg med ytterligere 100mm vegg, ville vi oppnå store forbedringer ved alle dragere og søyler. Gulvkonstruksjonen er et problemområde hvor kuldebroen ikke lar seg fjerne. Vi mener det beste her vil være å benytte harde lydtrinnplater oppå eksisterende betongdekke, da med ny gulvoverflate som slitesjikt over dette.

Vi ønsket først og fremst å se på energirammen ved bygget, men dette ville utgjøre en så stor arbeidsmengde på grunn av byggets størrelse og kompleksitet. Den eldre bygningsmasse innehar i tillegg svært mange dårlige løsninger som fører til store arealer med kuldebroer. Derfor falt valget på en forenklet betraktning av eksisterende yttervegg kontra oppgradering med ytterligere 100mm utføring av eksisterende yttervegg. Tallene for ytterveggs U-verdi før og etter eventuell utbedring gir en referanse for besparelser ved utbedring. Utførte også beregninger med medfølgende skisse av temperaturfallet i yttervegg både før og etter eventuell utbedring. (Jfr. Vedlegg B - Beregning av varmemotstand.)

VARMEISOLERING OG VARMELAGRING

Ved utbygget i sørfasaden vil vi unngå at betongkonstruksjonene vil være i kontakt med utvendig miljø. Betong har høy varmeledningsevne ($\lambda = 1,7 \text{ W/mK}$). Bidraget til varmeisoleringen er derfor ubetydelig. I følge tekniske forskrift og plan- og bygningsloven angående krav til varmeisolering, må betongelementene isoleres for å unngå kuldebro. Dette oppnås ved å isolere på utsiden av de bærende bygningsdelene. (Jfr byggedetaljblad 523.611)

På grunn av betongens store varmekapasitet er den ideell til å brukes som varmelagring. Ved å bruke betongkonstruksjoner i et innemiljø kan vi utnytte denne varmelagringsevnen til en utjevning av innetemperaturen gjennom hele døgnet. Dette kan føre til store besparelser i oppvarmingskostnader. Forutsatt da at vi unngår kuldebroer.

UTARBEIDING AV TEGNINGER

Vi har ved prosjektet lagt stor vekt på modellbasert prosjektering, dette går ut på å modellere bygget i 3D og videre generere plan, snitt og detaljer direkte ut fra modellen. Programmet som er blitt benyttet for denne delen av prosjekter er Autodesk ADT 2005.

Tegningene er utført etter følgende system:

Tegningsliste	
H-100	Hovedtegning
A-400	Fundamentplan
A-401	Plan 1. etasje
A-402	Plan 2. etasje
A-403	Plan 3. etasje
B-450	Plan 1. etasje – Armering
D-501	Detaljer 1. etasje
D-502	Detaljer Fund. 2. og 3. etg
M-601	Mengder – Fundamenter
M-602	Mengder – Stål 1. etasje

Vi har ikke hatt tid eller mulighet for å produsere alt av tegninger, men har valgt å trekke ut deler som vi mener er viktige.

Kontroll og kvalitetssikring av tegningene er utført av annet gruppe-medlem en den person som sto for utførelsen av tegningen.

VISUALISERING

Ved hjelp av programmer som Autodesk Viz 2005 og Autodesk Viz Render 2005 har vi produsert et utdrag av fotorealistiske bilder av modellen, samt noen video- snutter (AVI- filer), som vil benyttes ved fremførelsen av prosjektet. Bildene er lagt ved som vedlegg til prosjektet. (Jfr. Vedlegg G, Stillbilder generert ut i fra modell)

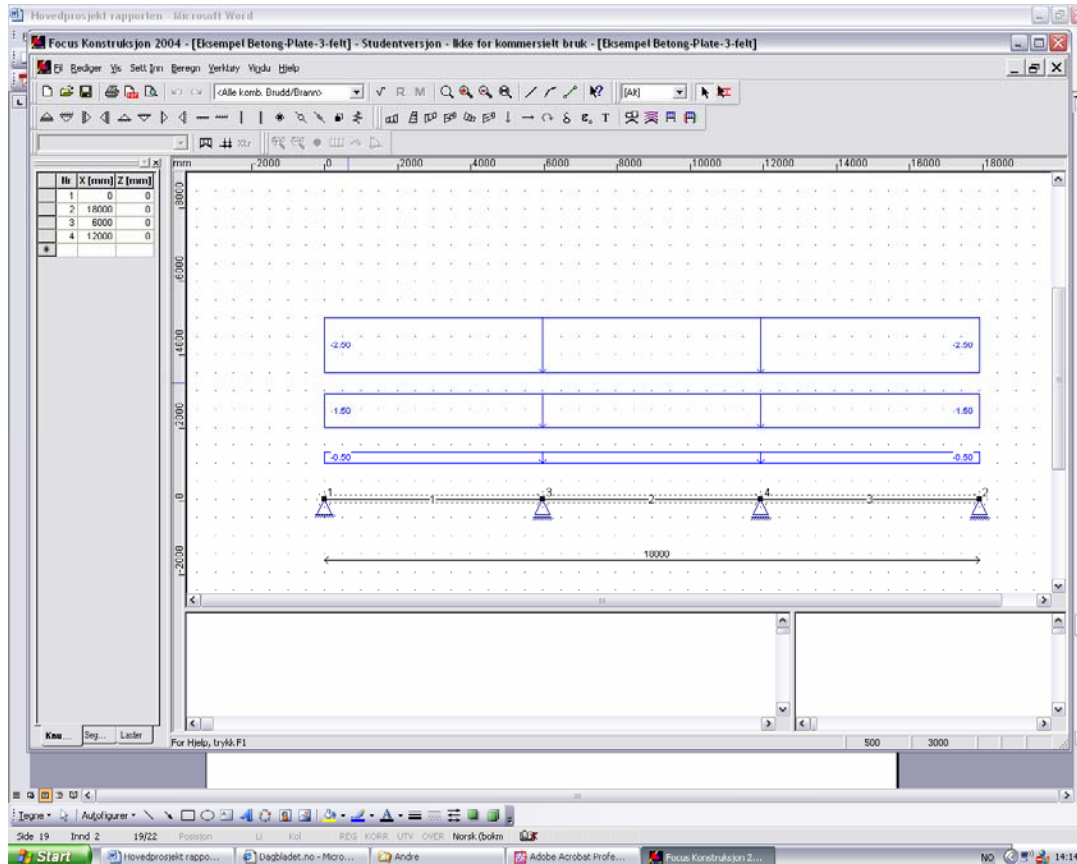
BESKRIVELSE

Fra tegningsmodellen ble det generert en rapport som innehold ikke grafisk informasjon, som bredde, høyde, overflateareal, volum og sideareal osv. Disse opplysningene ble brukt som grunnlag i Focus Anbud, slik at vi fikk generert beskrivelsestekstene etter NS 3420. Vi konsentrerte oss kun om beskrivelsestekster vedrørende fundamenter. Disse tekstene ble deretter overført til kalkyleprogrammet BA-kalk, hvor vi utarbeidet en kalkyle for beskrevne poster. Vi valgte her bare å gjøre et lite utdrag, for å fremvise hvilke muligheter samspillet mellom disse programmene gir. Vi valgte da å benytte fundamentene som utgangspunkt for demonstrasjonsuttaket. Denne delen av prosjektet har som vi kjenner til ikke blitt gjennomført tidligere her på Høgskolen i Gjøvik. (Jfr. Vedlegg C – Beskrivelses tekst (utdrag))

KONTROLL AV PRODUKSJON

For å kvalitetssikre prosjektarbeidet har vi resolutt gjennomført kontroll av alle beregninger som er utført ved prosjektet. I tillegg er *Focus Konstruksjon* benyttet til kontroll av statikk beregninger av blant annet søyler og dragere i både stål og betong utførelse.

Vi har ved kontrollen ikke avdekket noen feil eller mangler ved utførelsen.



Bildet er av programmet Focus Konstruksjon. Som ble benyttet til kontrollberegninger.

EVALUERING AV PROSJEKTET

Utgangspunktet for evalueringen er bakgrunn for prosjektet, og de mål og rammer som er satt for prosjektgjennomførelsen. Selv om vi bare har vært to gruppemedlemmer har vi prøvd å holde oss til fremdriftsplanen som fulgte med i innlevert forprosjekt.
(Jfr Vedlegg 6, forprosjekt med fremdriftsplan)

Første periode ble benyttet til innhenting av grunnlagsdata og å planlegge oppgavene som skulle utføres for å få en arbeidsstruktur som begge medlemmer var fornøyde med. Det ble også avgjort å ha et møte annenhver fredag for å kontrollere hvordan vi lå an etter fremdriftsplanen, samt å diskutere eventuelle problemstillinger.

Vi har begge jobbet svært godt med prosjektet, og selv om vi bare har vært to medlemmer synes vi at vi har gjennomført et stort stykke arbeid.

Vi har hele tiden jobbet med den tanke at vi ikke ville kunne dekke alle deler i prosjekteringen, men prøve å fordele arbeidsoppgaver på en slik måte at vi begge kunne få en god gjennomgang av de fleste aspekter ved en reell prosjekteringsoppgave.

Fra oppgaver som å regne på vindkrefter, til å beregne fundamentet i grunnen, har vi vært igjennom mange forskjellige utfordringer ved beregninger av konstruksjonsdeler på bæresystemet nedover i bygget. Beregningene er alle basert etter gjeldende norsk standard, og i tillegg har vi fulgt prinsipper fra veileder Harald B. Fallsen sine egenproduserte kompendium.

Med en så stor arbeidsmengde som prosjektet har vært, har vi i etterkant sett at vi med fordel kunne ha avgrenset prosjektet ytterligere i oppstartsfasen av prosjektet. Men klok av skade vet vi nå at vi jobber godt i sammen som gruppe selv under korte tidsfrister og med store arbeidsmengder. Arbeidsdagene har blitt lange og både kveld og helge jobbing har blitt nødvendig for å komme gjennom prosjektet etter de satte mål og rammer.

Vi har lært svært mye underveis i prosjektet, og har gode erfaringer med å jobbe som gruppe. Det har stadig dukket opp nye utfordringer som vi på best mulig måte har prøvd å løse. Vi er begge fornøyde med resultatet, og vi føler at vi har dradd lasset i riktig retning mot målet, noe som vi mener gjenspeiles i det ferdige resultatet.

KONKLUSJON

Vi hadde som utgangspunktet for gjennomføringen av prosjektet å komme fram til et hensiktsmessig bæresystem, prosjektere dette, samt utarbeide tegninger og beskrivelse. Med iherdig innsats i fra begge gruppemedlemmene gjennom alle fasene i prosjektet, mener vi selv at vi har kommet fram til et hensiktsmessig og gjennomførbart prosjekteringsgrunnlag for utførende entreprenør. På grunn av prosjektet sitt begrensede tidsaspekt, hadde vi som tomanns gruppe ingen mulighet til å gjennomgå alle sider av prosjekteringen av bygget, men vi mener vi har klart det mest essensielle.

Ved gjennomføringen av statikkberegningene har vi fått jobbe med bæresystem i både stål- og betongkonstruksjoner. Elementene vi har vært igjennom er svært varierende, og har gitt oss en god repetisjon av fagstoffet vi har vært igjennom de siste 3 årene her ved Høgskolen i Gjøvik. Vi kan kort nevne beregninger av elementdekke, ståldragere, stålsøyler, betongdekker, betongsøyler, betongdragere og fundamenter. I tillegg er det gjennomført branndimensjonering, vindlastdimensjonering og snølastdimensjoneringer.

For å støtte opp om våre valg har vi visualisert utbygget i et utvalg stillbilder og en egen video fremstilling. Det er i tillegg utformet prosjekteringsstegninger, armeringstegninger, og plan -og detaljtegninger.

Vi føler at vi har fått god faglig utbytte av gjennomføringen av hovedprosjektet, mest av alt på grunn av god repetisjon av fagstoffet, og fordi vi har truffet på nye utfordringer som vi ikke har vært igjennom før nå under gjennomføringen av prosjektet. Dette førte til egen forskning og gode løsninger i samarbeid med veileder.

Samarbeidet i gruppen har fungert godt, og vi føler begge at vi har fått et godt faglig utbytte av prosjekt samarbeidet. Arbeidet har vært gjennomført som gruppearbeid sågar som selvstendige arbeidsoppgaver, oppgavene er gjennomført med stor pågangslust. Ansvarsområdene ble delt opp slik at vi begge har fått konsentrert oss om de områdene man mestrer best og har størst interesse for.

Vi mener selv at vi har nådd de målene vi har satt for prosjektet, og at vi har vært igjennom en lærerik prosess. Vår målsetning er nådd, og vi føler at vi har gjennomført et relativt komplett prosjekteringsgrunnlag, da forutsatt at vi tar hensyn til de begrensninger som ble satt for prosjektet.

LITTERATUR LISTE

BØKER OG KOMPENDIUM

- Mekanikk for ingeniører, ”Statikk og fasthetslære”
av Øystein Vollen
- Kompendium i dimensjonering av betongkonstruksjoner etter NS 3472
av Harald B. Fallsen
- Kompendium i dimensjonering av stålkonstruksjoner etter NS 3473
av Harald B. Fallsen
- Kompendium i lastberegninger ”Konstruksjonssikkerhet og belastning”
av Tarald Rørvik

NBI-BLAD

- 520.120 Planlegging av betongelementbygg
- 522.514 Lydisolerende tunge etasjeskillere. Konstruksjonseksempler
- 522.885 Hulldekker på hattebjelker av stål eller hyllebjelker av betong
- 520.321 Brannmotstand for etasjeskillere
- 527.305 Lydforhold i skoler, fritidshjem og barnehager
- 471.031 Egenlaster for bygningsmaterialer, byggevarer og bygningsdeler
- 522.111 Betonggulv på grunn
- 522.117 Industrigulv av betong på grunnen
- 321.055 Brannteknisk prosjektering av skoler og barnehager

DIVERSE

- Produktblad ”Spenndekk, raskt sikkert og fleksibelt” fra Spenncon
Produktblad ”Armeringstilbehør” fra Norsk Stål

LINKER

- www.rockwool.no branndimensjonering
www.be.no TEK / plan- og bygningsloven
www.plannja.no Dimensjonering av TRP-profiltak

ANDRE HJELPEMIDLER

Det er i prosjektperioden benyttet en rekke dataprogrammer som hjelpemiddel frem til det endelige resultat. Listet opp i tabellen under.

Word / Adobe Acrobat Reader	Rapportskriving, lagring for ferdig filformat.
Powerpoint	Hjelpemiddel til framføring av hovedprosjektet 2005.
Excel	Ved bruk av tabeller og grafiske fremstillinger.
Onenote	Loggskrivning (timeforbruk, arbeidsoppgaver, møtereferat, osv..)
Autocad ADT 2005	Tegning av bygget i 3D, tegninger og grunnlag for masseberegning.
Autodesk VIZ 2005	Visualisering av bygget og video snutter av bygget.
BA-kalk	Kalkyleprogram etter NS 3420, benyttet til kalkulering, osv..
Focus Konstruksjon	Kontrollberegninger av stål og betongkonstruksjoner.
Macromedia Dreamweaver MX 2004	Produksjon av hjemmeside.
Macromedia Fireworks MX 2004	Bilredigering og logo til hjemmesiden.