

BACHELOROPPGAVE:

**TILBYGG FOR SYLJUÅSEN,
KALLERUDLIA 15
BYGGETEKNIKK**

FORFATTERE:

Pål Ø.B. Solberg
Håvard M. Kveum
Olav Skårer
Kristian Nilsen

Dato: 21.05.09

SAMMENDRAG AV BACHELOROPPGAVEN

Tittel:	Tilbygg for Syljuåsen, Kallerudlia 15 - Byggeteknikk	Nr. :
		Dato : 21.05.09
Deltaker(e):	Pål Ø.B. Solberg Håvard M. Kveum Olav Skårer Kristian Nilsen	
Veileder(e):	Harald B. Fallsen	
Oppdragsgiver:	Syljuåsen AS	
Kontaktperson:	Anders Myhre	
Stikkord (4 stk)	Last, statikk, brann, Revit,	
Antall sider: 36 + 220	Antall bilag: 13	Tilgjengelighet (åpen/konfidensiell): Åpen
Kort beskrivelse av bacheloroppgaven: <p>Da vi skulle begynne planleggingen av vår bacheloroppgave, kontaktet vi bl.a. Syljuåsen og spurte om de hadde noen aktuell oppgave. Vi fikk et raskt og positivt svar. Anders Myhre, deres prosjektleder på det reelle prosjektet, inviterte oss på byggemøte hvor vi ble presentert bygget. Det var allerede i prosjekteringsfasen, men vi skulle prøve å løse det på vår måte.</p> <p>Bygget skulle være utført i to etasjer med kontorer over en parkeringskjeller. 2.etasjen i kontorbygget skulle være utkraget 3 meter. På taket til det eksisterende bygget skulle det lages en egen konstruksjon for et uteareal. Dette gjorde selvfølgelig at vi fikk noen dimensjoneringsutfordringer i kontordelen.</p> <p>I overgangen i mellom parkeringskjelleren og kontordelen skulle det være et ”kryprom”. Dette ”kryprommet” måtte lages for at høyden på etasjene imellom eksisterende og nye kontorer skulle være lik, og fordi dekket til parkeringskjelleren skulle være lavt nok til å komme inn i eksisterende vaskehall.</p> <p>Dette parkeringsdekket skulle dimensjoneres slik at det tålte belastningen av en stor teleskoptruck. Trucken måtte kjøre på dekket for å komme inn i vaskehallen. I parkeringskjelleren skulle det være 14 parkeringsplasser for de ansatte, noe som gjorde at vi måtte se på flere løsninger angående bæresystemet for best mulig plass - utnyttelse. Nedkjøringen til parkeringskjelleren er under bakkenivå og det var ikke mulig å skrå terrenget ned mot innkjøringen på grunn av innkjøringen til tomten. Derfor skulle det støpes en støttemur for å holde jordmassene på plass.</p>		

Tilbygg Syljuåsen, Kallerudlia 15 - Byggeteknikk

Bachelor oppgave våren 2009
Høgskolen i Gjøvik



(Bilde fra byggearbeidet 06.05.09)

Gruppe 1

Forfattere: Pål Ø.B. Solberg
Håvard M. Kveum
Olav Skårer
Kristian Nilsen

Veileder: Harald B. Fallsen

Forord

Da vi skulle i gang med bachelor oppgaven sendte vi ut flere forespørsler til ulike interessante byggfirmaer. Etter hvert endte vi opp med to alternativer, Palm og Bratlie (fundamentberegninger) og et tilbygg på Syljuåsen avd. Gjøvik. Valget falt på Syljuåsen, både fordi vi fikk gode muligheter til samarbeid fra HiG og fordi vi syntes oppgaven så utfordrende og morsom ut.

Vi fikk god kommunikasjon med vår kontaktperson Anders Myhre på det første møtet vi hadde sammen med han og vår veileder Harald Fallsen. Anders har selv vært student ved HiG og visste mye om hva som var interessant for oss, som konstruktører, å se på. Vi har hatt omvisning på byggeplassen og fått være med på byggemøtene som har vært. Dette har gitt oss et godt innblikk i prosjektet slik det vil bli for oss i arbeidslivet. På møtene har vi hatt mulighet til å snakke med RIB (Ingar Kleiven, Oppland Bygg Consult), arkitekt (JAF), elektroansvarlig, ventilasjonsansvarlig og utførende byggeleder.

Vi vil rette en stor takk for god hjelp under prosjektarbeidet til Anders Myhre som har svart på e-post, tatt telefonen og latt oss delta på byggemøtene. Dette har vært til stor hjelp og vi har fått et innblikk i hvordan de forskjellige entreprenørene jobber/løser ting sammen ved å delta på byggemøtene. Vi vil også takke vår veileder Harald B. Fallsen for å ha hjulpet oss med å se på løsninger angående bygget og gitt oss gode råd om hvordan vi kan løse problemer vi har møtt på gjennom prosjektet.

Gjøvik, 21.05.2009

Olav Skårer

Pål Østen Brenna Solberg

Kristian Nilsen

Håvard Mork Kveum

Innholdsfortegnelse

Kapittel 1 – Innledning	7
Bakgrunn	7
Problemstilling	8
Målgruppe	8
Arbeidsmetode	9
Terminologi	9
Kort om bygget	9
Kapittel 2 – Teori og prinsipper	10
Kapittel 3 – Utstyr	11
Kapittel 4 – Utførelse	12
Tak	12
”Røyketaket”	13
2. etasje	15
Søylar	15
Gulv/etasjeskiller	16
Yttervegger	19
Vinduer	20
Himling	20
Kontorvegger	21
Nedbøyning av utkrager	22
Leddet knutepunkt i utkrager	23
1. etasje	24
”Kryprom”	25
Bjelker under kontordel	25
Kjeller	25
Dekke over parkeringskjeller	25
Bjelker i akse I, -3 og -5	26
Søylar med fundament	27
Vegger med fundament og pilaster	27
Innkjøring til parkeringskjeller	28
Gulv på grunn og støttemur	29
Avstiving for Vind	30
Heissjakt	30
Fuger mellom eksisterende og ny del	31
Revit	32
Kapittel 5 – Diskusjon av problemstilling	33
Kapittel 6 – Konklusjon	34
Kapittel 7 – Litteraturliste	35
Kapittel 8 - Vedlegg	36
Vedlegg A – Arkitekt tegninger	36

Vedlegg B – Last utregning i Exel	Feil! Bokmerke er ikke definert.
Vedlegg C - Tak	Feil! Bokmerke er ikke definert.
C1 - Dimensjonering	Feil! Bokmerke er ikke definert.
C2 - Avstivninger	Feil! Bokmerke er ikke definert.
C3 – ”Røyketak”	Feil! Bokmerke er ikke definert.
Vedlegg D – 2.etasje	Feil! Bokmerke er ikke definert.
D1 - Søylar	Feil! Bokmerke er ikke definert.
D2 - Hatteprofiler	Feil! Bokmerke er ikke definert.
D3 – Nedbøyning utkrager	Feil! Bokmerke er ikke definert.
D4 – Treghetsmoment ensidig vs. tosidig hatteprofil	Feil! Bokmerke er ikke definert.
D5 – Detalj: torsjonslås HD elementer	Feil! Bokmerke er ikke definert.
D6 – Detalj: leddet søyle i utkrager	Feil! Bokmerke er ikke definert.
D7 – Detalj: ”kaffenisje”	Feil! Bokmerke er ikke definert.
D8 – Detalj: heissjakt	Feil! Bokmerke er ikke definert.
D9 – Tabell Hunton I-bjelke	Feil! Bokmerke er ikke definert.
D10 – Tabell hulldekkeelementer	Feil! Bokmerke er ikke definert.
D11 – Tabeller brannklassifisering	Feil! Bokmerke er ikke definert.
Vedlegg E – 1.etasje	Feil! Bokmerke er ikke definert.
E1 - Søylar	Feil! Bokmerke er ikke definert.
E2 – Detalj: Kilsveis	Feil! Bokmerke er ikke definert.
E3 – Detalj: laskeplate	Feil! Bokmerke er ikke definert.
E4 - Betongdekke	Feil! Bokmerke er ikke definert.
E5 – Tabell armeringsnett	Feil! Bokmerke er ikke definert.
E6 – Detalj: Ramme rundt heissjakt	Feil! Bokmerke er ikke definert.
E7 – Branndimensjonering av søyle	Feil! Bokmerke er ikke definert.
Vedlegg F – ”Kryprom”	Feil! Bokmerke er ikke definert.
F1 - Tverrbjelker	Feil! Bokmerke er ikke definert.
Vedlegg G - Kjeller	Feil! Bokmerke er ikke definert.
G1 – Dekke over parkeringskjeller	Feil! Bokmerke er ikke definert.
G2 – Bjelker i parkeringskjeller akse I og -3/-5	Feil! Bokmerke er ikke definert.
G3 – Søylar i parkeringskjeller	Feil! Bokmerke er ikke definert.
G4 - Søylefundament	Feil! Bokmerke er ikke definert.
G5 – Dekke på grunn	Feil! Bokmerke er ikke definert.
G6 – Dekke akse -1 - 1	Feil! Bokmerke er ikke definert.
G7 – Vegger i parkeringskjeller	Feil! Bokmerke er ikke definert.
G8 – Bjelke over port i parkeringskjeller	Feil! Bokmerke er ikke definert.
Vedlegg H - Støttemur	Feil! Bokmerke er ikke definert.
Vedlegg I – Tegninger fra Revit	Feil! Bokmerke er ikke definert.
Vedlegg J – Møtereferater	Feil! Bokmerke er ikke definert.
Vedlegg K – Logg	Feil! Bokmerke er ikke definert.
Vedlegg L – Sendte og mottatte mailer	Feil! Bokmerke er ikke definert.
Vedlegg M – Forprosjekt	Feil! Bokmerke er ikke definert.

Kapittel 1 – Innledning

Rapporten er bygget opp og organisert som en teknisk rapport. Dette innebærer at vi innleder rapporten med en generell innledning av hva vi har gjort og hvordan vi har jobbet. Deretter kommer et kapittel med teori, eller hvilke type standarder som er benyttet under arbeidet, før vi i kapittel 3 kommer inn på hva slags dataprogrammer og utstyr vi har benyttet oss av. Først i kapittel 4 kommer inn på selve dimensjoneringen av bygget og hvordan vi har løst det. Dette kapitlet inneholder også resultatene våre, siden dette er knyttet til utførelsen vår. Kapittel 5 inneholder diskusjon av problemstillingen, før vi i kapittel 6 kommer med vår egen konklusjon. Videre i kapittel 7 kommer litteraturliste eller kildehenvisninger, før det i kapittel 8 kommer vedlegg. Dette vil være alle de statiske beregningene samt tegninger produsert i for eksempel Revit.

Bakgrunn

Vi er fire studenter ved Høgskolen i Gjøvik som holder på å avslutte vårt studie innen bygg – konstruksjon. Bakgrunnen for denne oppgaven er at vi skal gjennomføre en bacheloroppgave ved Høgskolen i Gjøvik. Bacheloroppgaven gir 15 studiepoeng og gjennomføres i det sjette semesteret av utdanningen. Vi kontaktet Syljuåsen via e-post for å forhøre oss om en mulig oppgave i november i fjor. Vi fikk kjapt svar og ble invitert til et møte der vi hadde med oss vår veileder Harald B. Fallsen. Her fikk vi møte prosjektansvarlig Anders Myhre som ga oss et prosjekt som allerede var i planleggingsfasen. Prosjektet virket meget interessant og lærerikt, så vi valgte dette som grunnlag til bacheloroppgaven.

Syljuåsen ble etablert i 2001 og er en videreføring av siv.ing Olaf Syljuåsen Entreprenørforretning A/S som ble grunnlagt i 1947. Bedriften er i dag delt i 2 avdelinger: en i Hedmark og en i Oppland, disse har til sammen 195 ansatte. Hovedkontoret er i Gjøvik kommune.

Helt i startfasen av arbeidet satte vi opp noen mål med prosjektet. Dette var:

- **Resultatmål**

Rapporten skal inneholde statiske beregninger og illustrasjoner av disse. Vi vil også ta for oss brann- og lydkrav i tilknytning til nybygget. Rapporten skal være utført på en slik måte at den kunne ha blitt benyttet av en byggherre.

- **Effektmål**

Målet med oppgaven er at vi ønsker å bruke det vi har lært oss gjennom studiet, i praktisk anvendelse. Oppgaven vil være en god forberedelse på det som venter oss etter endt studie.

- Læringsmål

Beskrevet av Høgskolen i Gjøvik i emnebeskrivelsen:
2008-2009 - ING3902 - Bacheloroppgave 15 - 15 sp.

Etter gjennomført bacheloroppgave skal studenten ha kompetanse til å:

- *planlegge og utføre en selvstendig oppgave*
- *finne mulige og realistiske løsninger og dokumentere disse med sine fordeler og ulemper*
- *velge beste løsning og dokumentere valgets resonnement*
- *forstå fordeler og ulemper med arbeid i grupper*
- *forstå viktigheten av god planlegging og oppfølging*
- *vurdere alternative arbeidsformer, deriblant en metode- og problemorientert arbeidsform*
- *presentere oppgaver/prosjekter på ulike måter*

Problemstilling

Januar og starten av februar i år benyttet vi til å prøve å sammenfatte en problemstilling som både tilfredsstillende kravene fra skolen, samt virker interessant og utbytterik for oss som studenter. Etter diskusjoner med både veileder og vår kontaktperson, Anders Myhre, kom vi til slutt fram til hva vi ønsket å ta for oss i denne avsluttende oppgaven. Siden vi har gått konstruksjonslinjen ønsker vi å se mest på det konstruksjonsmessige. Dette ble sammenfattet slik:

Syljuåsen skal utvide sitt eksisterende hovedkontor med et tilbygg som skal inneholde kontorer og parkeringskjeller. I forbindelse med utvidelsen skal vi se på:

- dimensjonering av søyler, dekker, fundamenter og bjelker i henhold til norsk standard
- tegninger av de tekniske løsningene i Revit og kontroll av konstruksjon i Focus 3D
- lydisolering mellom parkeringskjeller og 1 etasje
- dimensjonere bygget i henhold til dagens brannkrav

Dette innebærer at vi skal gjennomføre statiske beregninger av alle søyler, bjelker og dekker i hele bygget, samt fundamenter under søyler og vegger. Alle disse beregningene gjøres utifra Norsk Standard (NS). De norske standardene blir trukket tilbake i mars 2010 og erstattet av de nye Eurocodene (EC). Siden vår undervisning har basert seg på NS har vi valgt å benytte disse som dimensjoneringsgrunnlag. I tillegg ønsker vi å se på lydisolering fra parkeringskjeller og opp i kontordelen. Dette pga biltrafikk i parkeringskjelleren. Det skal også kontrolleres om søyler og bjelker holder dagens brannkrav. Når det gjelder Focus, benytter vi dette hvis vi får tid på slutten, og ikke minst hvis det fungerer som det skal på datasalene på skolen.

Målgruppe

Slik vi ser det, vil vår målgruppe være flere ulike instanser. Dette vil være først og fremst vår oppdragsgiver, veileder og sensor, men også andre studenter ved skolen. Også andre utenforstående personer vil kunne benytte seg av rapporten, siden den er åpen.

Arbeidsmetode

Vi har benyttet oss av flere ulike arbeidsmetoder gjennom prosjektet. I starten ble det mye idemyldring og tenking på hvordan vi skulle løse de ulike problemelementene. Samtaler mellom oss og veileder har det blitt opptil flere ganger i uken, mens samtaler med vår kontaktperson i Syljuåsen har forekommet da vi trengte å oppklare noen spørsmål. Anders Myhre i Syljuåsen AS har sendt oss invitasjoner og referater fra byggemøtene de har hatt i forbindelse med det virkelige prosjektet. Disse har vi vært til stede på og funnet svært interessante. Utover dette har vi stort sett vært til stede alle sammen da vi har sittet og dimensjonert på skolen. Dette har gjort at vi kan hjelpe hverandre og ikke minst komme med innspill til hvordan vi skal gjøre det. Løsningene vi har kommet frem til er diskutert innad i gruppen.

Terminologi

Av naturlige årsaker er det brukt svært mange faguttrykk og ord i denne rapporten. Dette er begreper som brukes i Norsk Standard, og som er allmentkjent innen byggebransjen. Ut ifra at denne rapporten leses av mennesker som mest sannsynlig er tilknyttet bransjen, velger vi og ikke ramse opp en hel del ord og uttrykk med forklaring av betydning.

Kort om bygget

Bygget består av to etasjer med kontorer over en parkeringskjeller. Taket utføres med stålplater, mens bærekonstruksjonen utføres som en momentstiv stålramme. Denne rammen lages av stålbjelker og søyler som sveises sammen. Under 1.etasjen skal det være et lite ”kryprom” for å komme på samme høyde som eksisterende bygg. Dekket over parkeringskjelleren skal tåle belastningen av en stor teleskoptruck som kjører over dekket for å komme inn i en vaskehall. Parkeringskjelleren skal ha plass til 14 parkeringsplasser til de ansatte. Vi har valgt å ha bare to søyler i parkeringskjelleren for å spare på plassen. På hver side av innkjøringen til kjelleren må det støpes en støttemur mot oppfylte masser. Vedlagt ligger det tegninger fra JAF arkitektkontor på Gjøvik, i **vedlegg A**.

Kapittel 2 – Teori og prinsipper

Som teoretisk grunnlag for dimensjoneringene har vi brukt en rekke norske standarder. Under følger en liste over de viktigste:

- NS 3470-1 5.utgave juli 1999 (Dimensjonering av trekonstruksjoner)
- NS 3472 3.utgave sept. 2001 (Dimensjonering av stålkonstruksjoner)
- NS 3473 6.utgave sept. 2003 (Dimensjonering av betongkonstruksjoner)
- NS 3490 : 2004 (Prosjektering av konstruksjoner – Krav til pålitlighet)
- NS 3491-1 des. 1998 (Prosjektering av konstruksjoner – Dimensjonerende laster – Del 1: Egenlaster og nyttelaster)
- NS 3491-2 (Prosjektering av konstruksjoner – Dimensjonerende laster – Del 2: Påvirkninger ved brann)
- NS 3491-3 mars 2002 (Prosjektering av konstruksjoner – Dimensjonerende laster – Del 3: Snølaster)
- NS 3491-5 mai 2002 (Prosjektering av konstruksjoner – Dimensjonerende laster – Del 4: Vindlaster)

Lover og regler som ligger i grunn til arbeidet er Plan og bygningsloven og Teknisk forskrift (TEK). Her finner vi en del krav til konstruksjonen utover det som står i standarden.

Kompendiene til vår veileder Harald B. Fallsen har blitt benyttet til hjelp under dimensjoneringen. Dette har vært våre lærebøker gjennom studiet.

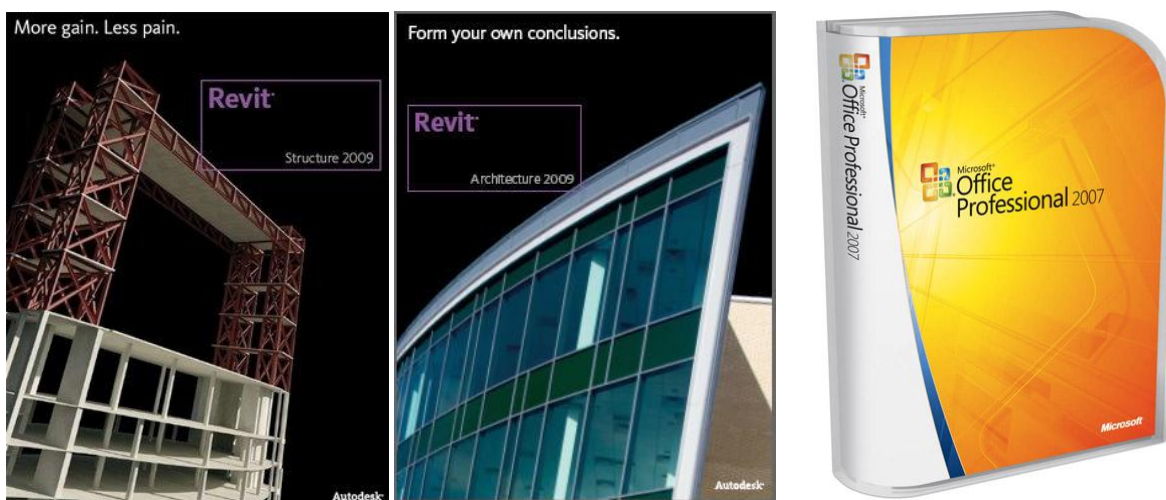
I tillegg til dette har vi benyttet anbefalinger fra Sintef Byggforsk gjennom deres NBI blader.



Bildet viser et eksempel på en standard, og er hentet fra www.standard.no

Kapittel 3 – Utstyr

Under arbeidet har vi gjennomført alle de statiske beregningene for hånd på ruteark. Det blir altfor mye jobb å skrive alle beregningene med kompliserte formler på data, så disse legges ved som vedlegg. Ellers har vi benyttet dataverktøy som Microsoft Office 2007 Word, Exel, Publisher og Adobe Acrobat Pro 9. Dette er til vanlig databehandling, mens til mer spesielle oppgaver har vi benyttet blant annet Revit Architecture 2009 og Revit Structure 2009. Disse ble benyttet til å tegne opp bygget i 3D, samt å lage plantegninger av etasjer, detaljer og armering. Disse tegningene legges ved som vedlegg.



Bildene er hentet fra www.autodesk.com og www.microsoft.com

Kapittel 4 – Utførelse

Det første problemet vi støtte på var ”hvor begynner vi”? Siden dette er helt nytt for oss, var det ikke noe åpenlyst svar på dette. Likevel syntes det naturlig for lastene sin del, å begynne på taket og så jobbe oss nedover i bygget. Vi hadde fått tegninger av prosjekterende arkitekt (JAF Arkitekt kontor) som skulle etterleves ”(i den grad det var mulig)”. Da var det bare å starte og diskutere løsninger som var både økonomiske og praktiske i den grad vi kunne det. Vi ville med tanke på studieretningen, dimensjonere dette bygget i **STÅL, BETONG** og **TRE**. Vår kontaktperson i Syljuåsen AS kom også med et ønske om at vi tok hensyn til byggherren, og ikke bare tok det som var enklest for oss. Det skulle vi prøve å oppnå. Videre følger beskrivelse av hvordan og hvorfor vi har prosjektert de ulike bygningsdelene slik vi har gjort.

Tak

Hvilke laster skulle vi bruke? Hva slags tak skulle vi benytte?

Dette var starten på vår tankegang. Da det gjaldt laster, så vi at det kun ble snølaster og egenlaster som virket på taket, også noen vindkrefter som vi neglisjerte. Vi fant karakteristisk snølast på mark for Gjøvik kommune i NS 3491-3, og fulgte standardens beregningsmetode for laster.

For å finne dimensjonerende egenlast måtte vi vite hva slags tak vi skulle bruke. På det eksisterende bygget er det brukt hulldekker, men etter vår vurdering blir dette unødvendig tungt med tanke på kreftene videre nedover i konstruksjonen.



Plannja 111M

Derfor falt vårt valg på en form for lettak, bestående av stålplater levert fra Plannja.

Vi har valgt å benytte typen Plannja 111M- $t = 1. \text{ mm} - b = 720 \text{ mm}$, som hadde en maks spennvidde på ca 5,1 meter og en brannmotstand R30. Vi hadde to spenn på hhv 5 og 4 meter mellom opplegg slik at det gikk bra. Taket skal monteres av kvalifiserte arbeidere og krav til skruedimensjon etc. skal følges. Egenvekten av stålplatetaket med polystyrenisolasjon ble da 0.4 kN/m^2 (ifølge NBI 471.031 – Egenlaster for bygningsmaterialer, byggevarer og bygningsdeler) se lastberegning for tak, **vedlegg C1**.

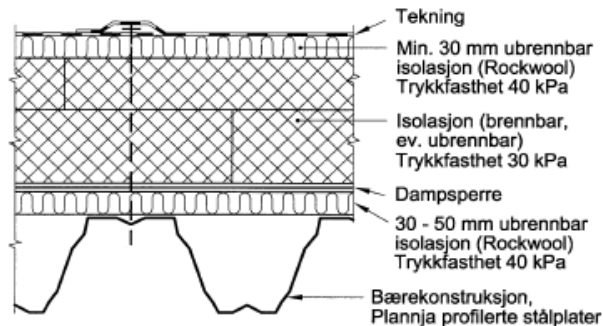
Vi hadde tre langsgående akser i taket, hhv I, J og K. Det mest logiske var da en bærende bjelke i hver av disse aksene. Etter diskusjon i gruppen falt valget på HUPK-bjelker fordi disse er enkle å sveise, samt at de er stabile i alle retningene. Formen gjør også at de blir enkle å isolere mot brann. Lastberegningen og fordelingen på disse vises i **vedlegg C1**.

Beregningene viser at vi endte opp med HUPK 140x140x8 i alle tre aksene. Det var av forenklingens hensyn at vi brukte de samme bjelkene og ikke bare de vi minst trengte.

Avstivinger valgte vi å vente litt med.

Bygget vi holder på med er et kontorbygg på 2 etasjer pluss kjeller. I veiledningen til TEK finnes det en tabell som viser risikoklasser med tanke på brann ut ifra type bygning. § 7-22 tabell 2 Eksempler på virksomhet og tilsvarende risikoklasse viser at kontorbygg er risikoklasse 2. Ser man videre på tabell § 7-22 tabell 3 Bygningers brannklasse (BKL) ser man at 2 etasjes kontorbygg holder seg i brannklasse 1 (tabellene finnes i **vedlegg D11**) Dette betyr at den bærende konstruksjonen må kunne tilfredsstillende et krav på REI 30. Dette betyr at den må kunne opprettholde bærefunksjonen i minimum 30 min, samt hindre røykgjennomtrengning og varmeisolering i samme tidsrom.

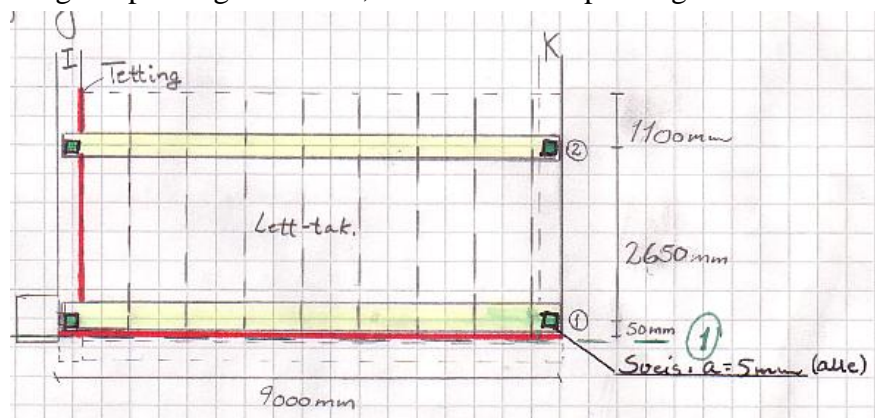
Når det gjelder isolering i taket har vi valgt å bruke en preakseptert løsning, hentet fra NBI Teknisk Godkjenning Nr 2313. Denne løsningen består av Plannjaplater med overforliggende ubrennbar, trykkfast isolasjon. Deretter legges dampspærre og mer isolasjon før det tekkes med papp. Figuren under illustrerer denne løsningen.



I følge Teknisk Forskrift - 1997-01-22-33 er kravet til U-verdi i tak på 0.13 kW/m^3 . Vi må derfor benytte en isolasjonstykkelse på 300mm. Isolasjonen bestilles fallskåren og legges slik at vi får avrenning av takvannet. Denne løsningen er preakseptert i henhold til varmeisolasjon (U-verdi) og brannkrav (R15 - R60).

”Røyketaket”

Vi skulle finne en god løsning for det såkalte ”Røyketaket” som skulle bygges opp på det eksisterende taket. Det første vi diskuterte var hvordan vi skulle få kreftene ned i den underliggende bærende konstruksjonen. I følge arkitekttegningene skulle det ikke være noen synlige søyler og det skulle være store glassvegger under taket. Dette så vi at enten ville bli veldig dyrt, eller veldig upraktisk. Det dukket også opp noen små problemer da vi så at den nye delen skulle være kontinuerlig inn på det gamle taket, hva da med de spenningene som kunne oppstå når betong og grunn fikk satt seg ordentlig? Tomten ble gravd ut vinterstid, noe som kunne medføre hevinger i grunnen og problemer i teleløsning. Svaret vi endte på var å lage dette ”Røyketaket” som en egen konstruksjon. Da kunne vi bruke fuger imot det nye bygget og vi måtte ha egen bæring på taket.



Vi valgte da å gå litt bort ifra arkitekttegningene og satte søyler ned fra taket slik at de traff de underliggende ”opplager”. For at dette skulle la seg gjøre måtte vi kontrollere de eksisterende søyler for den ekstra lasten disse ville få. Beregninger i **vedlegg C3**.

Hvilke ekstra laster ville nå virke? Etter litt diskusjon kom vi frem til at det kun blir egenvektene av den nye konstruksjonen som tilkommer. Det var eksisterende hulldekker som spente 9 meter der fra før og disse var dimensjonert med snølast som de nå ikke får. I tillegg skulle det skjæres hull i HD for en trappeoppgang slik at vekten av eksisterende tak blir redusert. Da virket tankemåten fornuftig og vi benyttet samme lett tak som på resten av

bygget. Takplatene la vi opp på to 9 meter lange IPE bjelker, disse måtte være 450mm høye for å holde kravet til nedbøyning (**vedlegg C3**). Skulle disse bli for store for konstruksjonen så kunne de legges opp i akse J da det mest sannsynlig ble et nytt bæresystem rundt trappeoppgangen der. Det visste vi ikke noe om slik at vi valgte å se bort ifra det. De to IPE bjelkene la vi opp på samme søyletype som vi hadde brukt i resten av 2. etg for enkelhets skyld og siden denne søyletypen hadde kapasitet (se beregninger av søyler i 2. etg).

Det måtte benyttes laskeplater i topp og bunn av søylen, da valgte vi å bruke samme laskeplate som beregnet for de andre søylene, **vedlegg E3**. Søylen inn mot eksisterende vaskehall satte vi ned på den eksisterende betongveggen og forankret mot eksisterende avstivinger og evt. med ekspansjonsbolter ned i betongveggen. Litt avhengig av tilstanden på den eksisterende betongveggen. For å få nytte av at ”røyketaket” ble en egen konstruksjon, brukte vi fuger imot resten av nybygget (se tegning forrige side, rød strek = fuge). Denne konstruksjonen ville da ikke bli påvirket av andre spenninger og skulle det skje forskyvinger i etterkant så var det bare å fuge opp på nytt.

2. etasje

Arkitekttegningene vi fikk ga oss en tankevekker da det gjaldt hvordan vi skulle løse denne etasjen. Kontordelen skulle krage ut 3 meter i hele 2.etasjen. Dette medførte at vi måtte tenke ut hvordan vi ville lage bærekonstruksjonen, slik at den tålte hele lasten av utkrageren. Rådgivende ingeniør i det reelle prosjektet hadde valgt å ta all bæringen av konstruksjonen i taket. Siden dette er vår oppgave og våre særegne løsninger, bestemte vi oss for å løse det på en annen måte. Dvs at vi legger bæringen i gulvet.

Vi bestemte oss med en gang at vi ønsket å benytte hulldekker som etasjeskiller mellom 1. og 2. etasje. Dette fordi det er brukt i det eksisterende bygget, samtidig som at det er enkelt og raskt å montere. Bærebjelkene plasserte vi i hver akse, slik at vi fikk 3 bjelker også her. Disse bjelkene skulle bære hulldekkene, slik at det var en fordel med bjelker med utstikkende underflens. Dermed kunne hulldekkene legges rett oppå flensene. I vårt tilfelle stod det da mellom to typer bjelker. Det ene var en "sofa-bjelke" i betong, og den andre var en hatteprofil i stål. Etter en rekke diskusjoner, konkluderte vi med at sofa-bjelken i betong ville blitt utrolig



Illustrasjonsbilde

tung, noe som var ugunstig for lastføringen videre nedover i bygget. Derfor avsto vi denne bjelken som et alternativ. Vi stod da igjen med hatteprofilen i stål. Denne bjelketypen blir mer og mer brukt, og er spesialtilpasset til å bære hulldekk elementer. Den består av en bred underflens, med to vertikale steg og en tykk, indre toppflens (se illustrasjonsbilde til venstre). Bildet viser en tosidig hatteprofil, og den blir benyttet i akse J, hvor det kommer et hulldekk fra begge sider. I akse I og K derimot, hvor det kommer hulldekk bare fra den ene kanten, samtidig som bjelken ligger inni veggen, har vi valgt å benytte ensidig hatteprofil. Den ser akkurat likeens ut, bare at underflensen på den ene siden er fjernet. Det ville vært svært uheldig å fått en utstikkende flens midt inne i veggen.

I og med at hele 2.etasjen krager ut, var vi nødt til å ta hensyn til nedbøyningen av utkrageren. Dette var viktig både for det estetiske, men også for at alle vinduene i veggene ikke skulle bli utsatt for trykk og eventuelt sprekke. Denne nedbøyningsberegningen ble noe spesiell og er beskrevet i eget punkt under.

Søylar

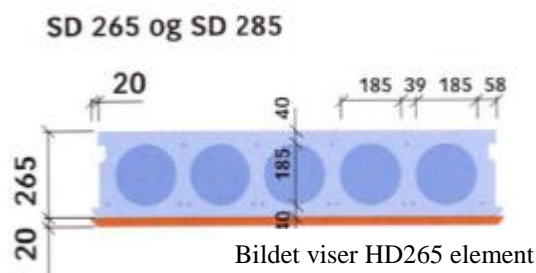
Siden vi har valgt å lage en form for stålramme som bærer bygget, har vi valgt å bruke også HUP som søyler i 2. etasje. Alle søylene i denne etasjen får hver sin aksiallast, som fremkommer som oppleggskrefter på takbjelkene. I tillegg til denne aksiallasten skal de dimensjoneres for et moment som fremkommer av vindlasten normalt på veggen. Vi har kategorisert søylene i grupper ettersom hvor store laster de har, og dimensjonert hver gruppe for den største lasten innenfor hver gruppe. Dette medførte at vi fikk flere søyletyper med ganske liten forskjell. Derfor besluttet vi at vi bruker bare den søylen som er dimensjonert for den største aksial lasten i hele 2. etasjen for å gjøre det mest praktisk for utførende. Beregningene finnes vedlagt i **vedlegg D1**. Vi endte dermed opp med å bruke en HUPK 90x90x5 i hele 2.etasje.



Illustrasjonsbilde

Gulv/etasjeskiller

Som tidligere nevnt har vi valgt å benytte hulldekker til etasjeskiller mellom 1. og 2. etasje. Dette er enkelt å sette opp, og har en bra bæreevne. Samtidig vil det fungere som avstivning mellom etasjene. Vi har to spenn på henholdsvis 4 og 5 m. Hulldekkene spenner fra akse I til J og fra J til K. Med tanke på at vi ikke har noen søyler som kommer ned på elementene (de kommer rett på bjelkene) har vi bare nyttelast fra kontorene i tillegg til egenlasten fra hulldekkeelementene, og den påførte egenvekten forårsaket av for eksempel lettvegger og tekniske føringer (satt til 1 kN/m^2). Verdien på nyttelasten for kontorer finner vi i NS 3491-1 tabell 6.2, og leser av denne til $3,0 \text{ kN/m}^2$. I eksisterende bygg er det benyttet HD 265, dvs hulldekker med høyde 265mm. Derfor har vi benyttet oss av samme type element i vår etasjeskiller. Dette også med tanke på moment og skjærkapasitet. Tabell over HD elementer fra Spenncon ligger vedlagt i **vedlegg D10**.



Bildet viser HD265 element hentet fra www.spenncon.no

De tre ulike hatteprofilene i de ulike aksene ble dimensjonert hver for seg. Disse fikk egenvekten av seg selv, vekten av hulldekkene og nyttelast fra kontorene.

Alt dette kommer som jevnt fordelt last, men i tillegg får de en rekke punktlaster fra søylene i 2. etasje. Dimensjoneringen av disse tre bjelkene ligger vedlagt i **vedlegg D2**.

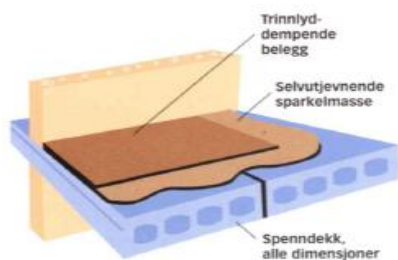
Bjelken i akse J må naturlig nok bli en del kraftigere enn de to andre, siden denne får jevnt fordelt last fra begge sider. Derfor har vi valgt å benytte en type bjelke i akse J, mens i akse I og K benyttet vi samme bjelke siden det ble såpass liten forskjell på dem. Pga nedbøyningen måtte vi øke dimensjonen litt i forhold til den beregnede dimensjonen ut ifra skjær og moment. Vi endte opp med en THP 250x6 – 250x35 – 512x20 i akse J. I akse I og K ville vi benytte en ensidig hatteprofil. Det finnes ingen ferdig tabell over slike bjelker, så vi løste det ved å regne ut treghetsmomentet I_y etter at vi hadde fjernet den ene utstikkene bunnflensen. Her brukte vi den vanlige formelen for treghetsmoment med Steiner-tillegg. Av dette fant vi ut hvor stor I_y vi hadde til rådighet med tanke på nedbøyning. Dette ga oss to bjelker av dimensjonen EHP 250x6 – 150x25 – 293x12 i akse I og K. Utrekningene av de ensidige hatteprofilene og treghetsmoment - kontrollen finnes i **vedlegg D4**.

Torsjonslåser

I akse I og K skulle hulldekkeelementene legges opp på ensidige hatteprofiler vi hadde beregnet. Dette medførte et torsjonsmoment som løses med en såkalt torsjonslås. Vi fikk i Konstruksjonslære II utdelt beregningseksempler på torsjonslåser av Harald B. Fallsen som vi fulgte. Beregningene av torsjonslåsen er vist i **vedlegg D5**. Det er viktig å presisere at de ensidige hatteprofilene må ”stemple”, til betongen rundt torsjonslåsene har tørket.

Den midtre tosidige hatteprofilen er ikke utsatt for det samme torsjonsmomentet, men av praktiske grunner var det vanlig å benytte såkalte pigger og bøylere uansett. Det fungerer da som en sikkerhet mot at HD ”glir av” opplager og tåler visse vektforskyvinger i lastene. Da det gjaldt dimensjoner på piggene, satte vi det som var mest vanlig å bruke ifølge eksempler vi har fått utdelt av Harald Fallsen.

Over hulldekkene legger vi på et avrettingslag på 20mm. Denne tykkelsen er for å få hulldekke elementene til å flukte med gulvet i utkrageren. Oppå avrettingslaget legges det fuktsperre og trinnlyddempende belegg. Denne oppbygningen gjør at vi tilfredsstiller kravet til lyd gjennomtrengning mellom etasjene (se bildet til venstre).



Bildet viser oppbygning av HD element med trinnlyd plate hentet fra www.spenncon.no

Når det gjelder gulvet i den utkragede delen, har vi valgt å benytte oss av tregulv. Her er nedbøyningen en viktig faktor, og da kan vi ikke legge hulldekkeelementer som er svært tunge i motsetning til en trekonstruksjon. Hattprofilbjelkene spenner ut over hele utkrageren, slik at gulvbjelkene i trekonstruksjonen vår kan spenne fra stålbjelke til stålbjelke, hhv 4 og 5 meter. Vi har diskutert fram og tilbake hvordan vi skal spenne disse bjelkene og ikke minst hva slags bjelker vi skal bruke. Siden spennet er hele 5 meter, blir en vanlig 48x198 mm litt for spinkel. Det var da vi kom på ideen om å bruke Hunton sin I-bjelke. I Hunton sin tekniske godkjenning fra Sintef står det følgende:



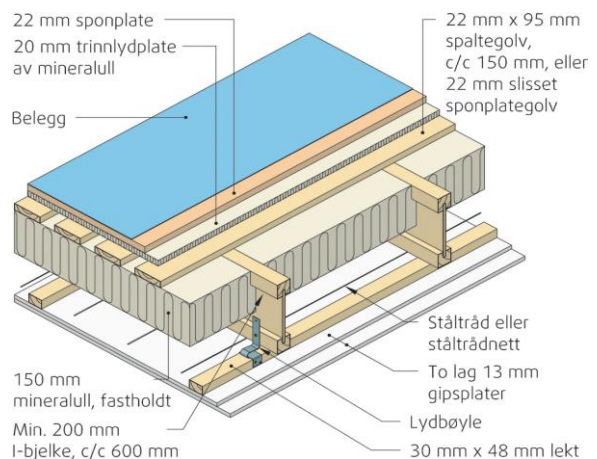
Bildet viser en Hunton I-bjelke og hentet fra www.hunton.no

”Hunton I-bjelken er en trebjelke med I-profil der flensene består av konstruksjonsvirke og steget av trefiberplater. Flenser og steg er sammenlimt med vannfast konstruksjonslim, og både flenser og steg er skjøtt med limte skjøter slik at bjelken forutsettes å ha samme styrke og stivhet langs hele bjelkelengden.”

Ifølge Hunton selv skal denne typen bjelke være perfekt til slike formål som vi trengte den til. De sier at den er perfekt til lange spenn, øker stivheten i konstruksjonen, har lav vekt, kan enkelt lages utsparinger til tekniske føringer, reduserer kuldebroer, samt at det er framtidens konstruksjonsbjelke som gjør hverdagen til både arkitekt, snekker og byggherre enklere.

Ut ifra dette har vi valgt å benytte oss av denne type bjelke. Siden disse bjelkene kun skal bære sin egen vekt pluss nyttelasten fra kontor og møterom, har vi ut ifra vedlagt tabell i **vedlegg D9** valgt å bruke en SJ 90 / 240. Dette er en bredflensprofil med høyde på 240 mm. Disse må legges med en senteravstand på 300 mm for at de skal tåle belastningene fra skjær og moment. Bildet øverst på neste side er hentet fra byggforsk, byggdetaljblad 520.321 figur 33. Vår oppbygning blir litt annerledes enn den på figuren, siden vi må holde et krav til u-verdi på 0,18 (gulvet får samme krav som ytterveggene). Vi trenger heller ikke å tenke på trinnlydproblematikk, siden det er friluft under gulvet. Vår gulvløsning vil ha følgende oppbygning: Utvendig kledning (sibirsk lerk 22mm), 20mm ventilert hulrom, 1 lag GU-gipsplater (9mm), mineralull (148+98mm, bjelken har en høyde på 240mm), dampspærre, 23x48mm lekt, 20mm sponplate og trinnlyddempende belegg. Utførende kan evt legge litt

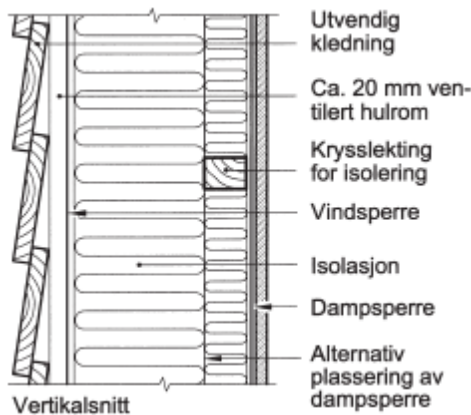
mer avrettingsmasse slik at denne kommer over hele arealet. Slik høydene er nå, flukter utkragergulv med hulldekegulv. Ute på verandaen på utkrageren må det benyttes gulvteking som tåler fukt, vær og vind.



I andre etasje ved lysgården skal det være en kaffenisje, **vedlegg D7**. Vi går med hulldekker som etasjeskiller for øvrig, men det lot seg ikke gjøre her. Vi måtte derfor legge opp et bjelkelag bestående av 48x198. Den ene sidebjelken ligger mellom flensene på hatteprofilene, mens den andre er opplagret på stålsøyle i den ene enden, og flens hatteprofil i den andre. Mellom disse bjelkene ligger det 48x198 i bjelkesko. For å overholde kravet til u – verdi må vi i tillegg fore opp 48x48 i overkant. På den måten får vi 246mm isolasjon. Undersiden utføres på samme måte som for utkrageren. På toppen legges 22mm Gulvspon Ekstra (impregnerte sponplater), og avrettes med selvutjevne masse sammen med hulldekke.

Yttervegger

Ytterveggene skal naturligvis være like som de eksisterende ytterveggene når det gjelder kledning. Dette betyr at den skal kles med sibirsk lerk, og at hvert kontor skal ha vindu. Søylene som står i alle aksene langs ytterveggen tar all lasten, slik at veggene ikke skal bære mer enn sin egen vekt. For enkelhetsskyld har vi valgt å benytte oss av vanlig bindingsverk av tre. Dette betyr at bunnsvillen festes på hatteprofilen i bunn, og toppsvillen festes til takbjelken i toppen. Mellom her settes stenderene. Bildet under viser oppbyggingen av en slik vegg, hentet fra byggforsk, byggdetaljblad 471.012 del 2.

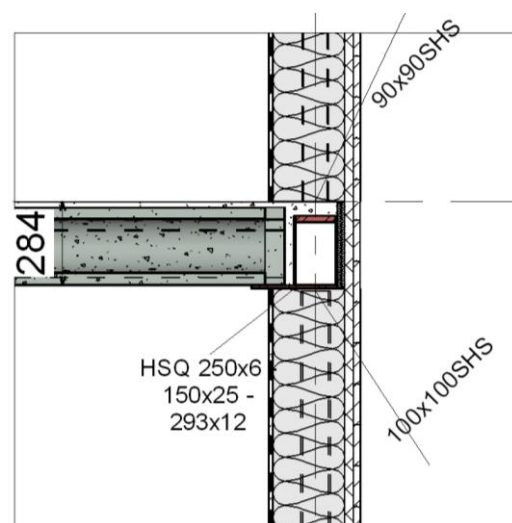


Stenderdimensjon, d mm	Isolasjonens varmekonduktivitet, λ W/(mK)			
	0,034	0,037	0,040	0,043
48 x (148 + 98)	0,18	0,19	0,20	0,21

Siden dette er en yttervegg, stiller TEK et krav til u-verdi på 0,18. Av tabellen over ser vi at veggens vår tilfredsstillende det kravet (tabellen er hentet fra samme NBI blad som figuren til venstre).

Vi har da kommet fram til en oppbygning av vegg med 20mm sibirsk lerk som ytterkledning, 20mm ventilert hulrom, 1 lag 9mm GU-gipsplater, 198mm mineralull (48x198 stenderverk), krysslekting (48x48) og 48mm mineralull, dampsperre og innvendig kledning i form av 13mm gipsplater for å tilfredsstillende brannkravet på REI 30.

Denne typen yttervegg brukes i hele bygget, dvs at 1.etasje har samme veggtype. Den spesifiseres derfor ikke på nytt under avsnittet; 1.etasje. Med denne veggoppbyggingen vil vi slippe kuldebroer ved søyler, og vi får omtrent 20mm mineralull på utsiden av hatteprofilen. Vi får ikke mer isolasjon på grunn av at ytterveggen skal flukte med eksisterende bygg. Se detaljert oppbygging av vegg med hatteprofil og hulldekkeelementer under.

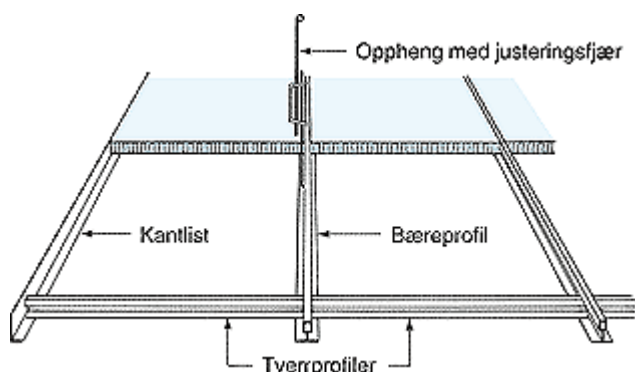


Vinduer

Det skal være vinduer på hvert kontor både i 1. og 2. etasje. Disse skal være av samme type og utseende som de eksisterende vinduene. Derfor ser vi bort i fra dette her, siden vi ikke har tilstrekkelig informasjon om disse vinduene. Men ved bestilling av vinduer forutsetter vi at krav til u-verdi og brann er tilfredsstillt fra leverandørens side.

Himling

Himlingen er viktig for å ta hensyn til problematikk i forhold til brann og lyd. Dette har vi valgt å løse på den måten at innerveggene går hele veien fra gulv til tak i begge etasjene. Deretter legges det inn nedsenket himling inne på hvert rom. Dette betyr en seksjonering av himlingen. Figuren under er hentet fra byggforsk, byggetaljblad 543.613 figur 681 a, og viser hvordan vi har valgt å utføre himlingsløsningen vår.

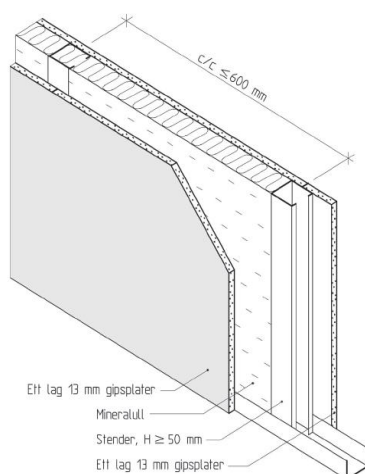


Denne løsningen består av plater av presset mineralull og skjelett av aluminiumsprofiler. For at vi skal oppnå best mulig lydabsorbasjon skal himlingsplatene senkes ned minimum 300 mm fra taket (dette avhenger også av installasjon av tekniske føringer og ventilasjon). Platetykkelsen skal være 50mm av brannteknisk hensyn. Tross tykkelsen, holder disse platene et

brannkrav på bare 10 minutter. Derfor må vi plate inn ståldragerene i 1. og 2. etasje med 13mm gips, slik at de blir isolert og kan motstå brann i 30 minutter iht kravet til brannmotstand. Avstagingene kan også eventuelt isoleres med gips, men hvorvidt dette er nødvendig blir en vurderingssak mellom RIB (rådgivende ingeniør bygg) og byggherre. Denne løsningen benyttes i både 1. og 2. etasje, derfor spesifiseres ikke løsning for himling under avsnittet; 1. etasje.

Kontorvegger

Når det gjelder skilleveggene mellom kontorene, skal disse kun hindre lydgjennomtrengning og brannisolering. De har ingen form for bæring utover sin egen vekt. Etter litt diskusjon endte vi opp med å benytte bindingsverk av tynnplateprofiler. I 1.etasje festes disse i betongdekket og i hulldekke elementene, mens i 2.etasje festes de i hulldekke elementene og i lett taket. Søylene skal kunne tåle et brannkrav på 30 minutter. Dette betyr at vi har valgt å plate inn søylene med 13mm gips på alle fire sider. Et alternativ hadde vært og plassert hele søylen inni veggen, men da hadde skilleveggene blitt unødvendig tykke. Derfor har vi valgt å isolere søylene separat. Skilleveggene består av tynnplateprofiler med senteravstand på 600mm. Mellom disse legges 50mm tykk mineralull. Veggen kles med 13mm gips på begge sider. Figuren er hentet fra byggforsk, byggdetaljblad 524.233 figur 4a, og illustrerer oppbyggingen av denne vegen.



I NBI bladet som er nevnt over, står det at denne type vegg er mer gunstig mtp lydisolering enn en tradisjonell bindingsverk vegg av tre. Dette er svært gunstig for oss, siden lydisoleringen mellom kontorene er avgjørende. Slik vi har valgt å lage denne vegen, tilfredstiller den både krav til brannmotstand og lydisolering.

Veggen føres i hele etasjehøyden, noe som gjør at ventilasjon og tekniske føringer føres gjennom vegen over himlingsplatene, slik at dette blir usynlig. Skjøter og skruehoder må oversparkles for at løsningen skal være tilfredsstillende.

For å få et lyst og luftig kontormiljø har vi valgt å benytte oss av glassvegger mot gangen. Vi ønsker å benytte oss av enkle vinduer med en tykkelse på 4mm. Dette gir oss en lydreduksjon på 30dB (tabell 42, byggdetaljblad 524.331). Dette er tilstrekkelig siden glassveggen kun vender mot gangen. Glassveggen har ikke noe brannkrav, siden hvert kontor ikke er inndelt i egen branncelle. Veggen skal heller ikke dekke noen bærende søyler. Figuren under er hentet fra byggforsk, byggdetaljblad 524.331 figur 42a, og illustrerer denne veggtypen.



Nedbøyning av utkrager

Vi forsto tidlig at nedbøyningen av utkrageren kom til å bli et kritisk punkt. 3 meter er et langt spenn, samtidig som tyngden av en hel etasje blir ganske stor. Den mest korrekte måten å regne nedbøyningen ville vært å tatt hensyn til momentene i hver akse innover bjelken, men etter en lang diskusjon med vår veileder, Harald B. Fallsen, kom vi fram til at vi kunne forenkle situasjonen betraktelig ved å se på utkrager delen som fast innspent. Dette gjorde også regnearbeidet vesentlig enklere. Vi satte oss et nedbøyningskrav på $L/250$, noe som ga oss maksimal nedbøyning på 12mm. For øvrig er bjelkene sammenfattet med søyler. Disse har vi leddet i hver ende, slik at små forskyvninger kan aksepteres ved nedbøyning. For detaljering av denne løsningen, henvises det til neste punkt.

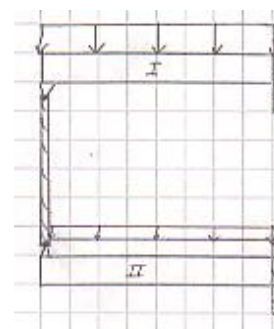
Siden vi allerede hadde bestemt oss for å benytte HUPK 140x140x8 som takbjelker, visste vi hvor stort treghetsmoment (I_y) denne hadde. Deretter regnet vi ut hvor stort treghetsmoment vi trengte for å få ønskelig nedbøyning på 12mm på grunnlag av jevnt fordelt last. Da nødvendig I_y var funnet, trakk vi verdien som HUP bjelken hadde fra denne verdien. Vi stod da igjen med hvor stor I_y vi mangler. Måten vi tenkte på, er at vi ser først på hvor mye av kapasiteten til bjelken som brukes opp til den jevnt fordelte lasten, for så å bruke resterende kapasitet til punktlasten.

Den opprinnelige formelen for nedbøyning av fast innspent bjelke med punktlast på enden, ble omformet slik at vi regnet ut hvor stor oppadrettet punktlast vi trengte på manglende I_y for

å få 12mm oppbøyning.
$$P = \frac{3 \cdot E \cdot I \cdot \delta}{L^3} \quad (\text{formelen kommer fra } \delta = \frac{P \cdot L^3}{3 \cdot E \cdot I})$$

Denne P ble så sammenliknet med den punktlasten som er beregnet at kommer ned i søylen som binder sammen tak og gulvbjelke i utkrageren. Den burde, og var, mindre enn den opptredende punktlasten i søylen.

Vi gjorde så den samme beregningen av nødvendig treghetsmoment for hatteprofilen med bare jevnt fordelt last. Dette trakk vi så fra treghetsmomentet til den hatteprofilen vi måtte bruke, med tanke på skjær og moment. Det treghetsmomentet vi så sto igjen med, skulle ta punktlasten ytterst på bjelken alene. Vi regnet da ut hvor stor kapasitet bjelken hadde med tanke på punktlastens størrelse. Denne punktlasten sammenliknet vi mot den reelle lasten, og fant ut at opptredende last er mindre enn det som trengs for å få 12mm nedbøyning. Det vil si at vi er på sikker side. Til slutt kontrollerte vi nedbøyningen av hatteprofilen med både jevnt fordelt last og punktlast samtidig. Siden den totale nedbøyningen her ble under 12mm, er nedbøyningsproblemet løst.



Utrekningen av nedbøyningskontroll i hhv akse I/K og J ligger vedlagt i **vedlegg D3**. Dette er nok enklere å forstå ved å se på utregningene. Prinsippet bak utregningen er å finne ut hvor stor stivhet vi trenger i gulvbjelken for å klare å holde oss under nedbøyningskravet.

Leddet knutepunkt i utkrager

De tre søylene i den utkragede delen måtte utføres litt annerledes enn de andre. Her kunne vi ikke sveise da vår nedbøyingsberegning gikk ut ifra at hatteprofilen hjalp takbjelken til ikke å få en nedbøyning på over 12mm. Hadde vi sveist søylene oppe og nede ville vi fått et vridemoment som hadde ødelagt sveisen og bøyd ut søylen. Derfor diskuterte vi innad i gruppen og kom frem til at vi skulle lage en leddet forbindelse både i topp og bunn av søylene. På den måten kunne takbjelken bøye seg litt ned og hatteprofilen kunne holde den oppe. Vi så at det bare forekommer trykk i søylen da hatteprofilen ikke får noe nevneverdig nedbøyning med sin egen last. Knutepunktene lagde vi med en del av en u-profil som ble sveist til hatteprofilene i bunn og til hullprofilene i taket. Deretter dimensjonerte vi en bolt som går tvers igjennom u-profilen og søylen. Da fikk vi knutepunkter som var bevegelige i bjelkenes lengderetning. Beregningene er vist i **vedlegg D6**. Vi har valgt å se bort ifra den torsjonsvridningen de to ensidige hatteprofilene får i den utkragede delen da dette momentet ble ganske lite. Det samme knutepunktet benyttes i avstivingen i enden av takbjelkene (-5) da det også der må være rom for litt bevegelse.

1.etasje

Ut ifra bjelkeberegningen i 2. etg fikk vi aksialkreftene som søylene i første etasje skulle dimensjoneres for. Vi måtte dele lastene inn i to grupper på grunn av at utkrageren medførte til dels store variasjoner i aksiallast. Det var å tilstrebe og få samme dimensjoner på søylene i samme etasje, men her ble forskjellen for stor. Beregninger av søylene finnes i **vedlegg E1**.

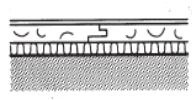
Siden søylene våre ble ganske små, måtte vi sjekke om det var behov for laskeplater. Det viste seg at vi trengte lask både i topp mot hatteprofil og i bunn mot betong. Beregninger i **vedlegg E3**. Søylene skulle sveises til laskeplatene med a-mål = ca. 5mm og i topp sveises laskeplaten til hatteprofilene. Vi valgte å bruke kun ett a-mål gjennomførende for å gjøre ting enklere for utførende, det er ikke sikkert en sveiser gjør forskjell på 5mm og 3mm a-mål og da var det greit å ha en liten sikkerhetsmargin, beregning av a-mål i **vedlegg E2**.

Mot betongen måtte vi avgjøre hvordan laskeplaten skulle festes. Betongen ble plasstøpt slik at det var mulig å støpe inn gjengebolter eller bruke ekspansjonsbolter som borres ned i etterkant. Vi valgte å bruke ekspansjonsbolter av dim. Ø20 M8.8 for å slippe nøyaktighetene rundt bolteplasseringen. På denne måten fikk vi et ”stivt” rammeverk som hjalp oss med momentet pga. vindtrykk/sug.

Yttervegger – skillevegger etc. som beskrevet under 2. etg.

Gulvet i 1. etg ble plasstøpt, beregning i **vedlegg E4**. Der valgt vi å fylle hullrommet mellom dekke på parkeringskjeller og kontorgulvet i 1. etg. med løs leca. Løs leca har gode varmeisolasjonsegenskaper og et vannavvisende lag. Lecaen ble komprimert. Angående støydempingen til dette materialet kontaktet vi Maxit Norge for å få mer informasjon. Det viste seg at det ikke fantes noen sikre tester på hvor støydempende løs leca var, og vi så oss da nødt til å legge på noe mer lydisolasjon på gulvet.

Svaret ble å følge Byggdetaljblad 522.515 og legge fuktspærre, 15mm trinnlydplate av komprimert mineralull, 22mm sponplate og gulvbelegg. Dette hadde en tilfredsstillende støydemping, og tatt i betraktning at det er 400mm betong og 570mm løs leca under, skulle ikke lyden bli noe problem.

Konstruksjon	Beskrivelse	Bedømmelse
	Golvbelegg 22 mm sponplate 15 mm trinnlydplate av mineralull	+

Detaljblad 522.515 Tab.62

”Kryprom”

Bjelker under kontordel

Da vi var ferdige med beregningene av selve kontorene måtte vi omstille oss litt, fra stål- og tre -dimensjonering til plasstøpt betong. Hvordan skulle vi løse bæringen i parkeringskjelleren slik at vi både fikk god plass til parkering og en fornuftig konstruksjon? På grunn av høydeforskjeller mellom eksisterende kontorbygg og maks høyde på terreng fikk vi en ”krypkjeller” på 720mm mellom 1.etg kontorer og topp av dekke på parkeringskjeller. Dette var noe vi måtte benytte oss av og diskuterte oss frem til at der kunne vi fordele og samle aksiallastene. Det ble bestemt at vi skulle ha tverrgående bærebjelker, i akse -4, -3,-2 samt en bærende vegg i akse -1.

Fra akse J -1 til 1 var det på grunn av underliggende rominndeling ikke mulig å få bæringen på den samme måten. Der konstruerte vi en bjelke som gikk langsmed aksene. Med denne retningen på bjelkene klarte vi å få understøttet alle aksiallastene og tatt bæringen i akse I og K. Beregningene er vist i **vedlegg F1** og detaljert armeringstegning er simulert i Revit, **vedlegg I**.

Kjeller

Dekke over parkeringskjeller

Før vi kunne starte å dimensjonere dette dekket, måtte vi bestemme oss for en eksponeringsklasse for denne betongkonstruksjonen. Dekket fungerer som et veidekke på oversiden, mens det er innvendig tak i parkeringskjelleren. Vi har antatt at bilene vil dra med seg salt fra veiene inn i kjelleren om vinteren. Dette vil medføre at det kommer klorider inn i konstruksjonen. Når disse kloridene fordampes, kommer også dette opp på undersiden av taket. Derfor har vi ved hjelp av NBI 520.026 (sending 2 – 2004) Viktige parametere for prosjektering og utførelse av bestandige betongkonstruksjoner, bestemt oss for å benytte eksponeringsklasse XD1/3. Dette er betongoverflater utsatt for luftbårne klorider og deler av parkeringsanlegg i kontakt med klorider. Ved å anta 50 års levetid og lite korrosjonsømfintelig armering, får vi en overdekning på $C_{nom} = C_{min} + 10 = 40 + 10 = 50\text{mm}$.

Det første vi måtte bestemme oss for, var lastene på dekket. Vi antok at dekket er 250mm tykt og at det skal være 80mm isolasjon, 20mm betong og 30mm asfalt oppå dekket. Grunnen til at det legges på isolasjon, er for å hindre varmegjennomtrengning fra parkeringskjelleren om vinteren. Dette ville ha medført en ”skøytebane” på oversiden hvor det skal kjøres, samtidig at det ville kunne forekomme drypping av kalk fra taket i parkeringskjelleren. Det tynne betonglaget er for å fordele trykket fra kjøretøyene bedre utover. Bare asfalt hadde ført til for stort trykk på isolasjonsplaten. Dette var egenlasten, mens nyttelasten ble enten en jevnt fordelt trafikk last på 5kN/m^2 (tabell 6.4 i NS 3491-1) eller punktlaster fra hvert hjul på trucken. Vi forstod raskt at det var punktlastene som var avgjørende.

Når det gjaldt lastene fra trucken var vi usikre. Vi kontaktet prosjektleder Anders Myhre for å høre hvilke belastninger som vil kunne oppstå på dekket i fremtiden. Han var klar på at det kun vil være aktuelt å kjøre over dekket med ubelastet truck, på vei inn i vaskehallen. Vi ringte så den norske importøren, Normann Olsen Maskin, og fikk vite akseltrykk på fremre og

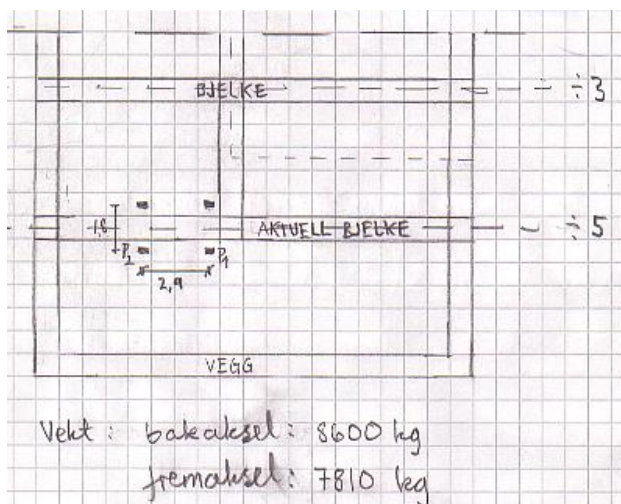
bakre aksel. Det viste seg at for tom, rullende truck er trykket størst på bakakslingen. Dermed satte vi på to punktlaster (representerer bakhjulene og hver last er halve akseltrykket) sammen med jevnt fordelt egenvekt på dekket, for så å dimensjonere dekket for den delen det kan kjøres på. Vi har ikke regnet med at punktlastene kommer til å spre seg utover et areal i dekket, så vi er i alle fall på sikker side. Plasseringen av punktlastene var avgjørende for maksimal verdiene for skjær og moment. Vi prøvde flere plasseringer og fant til slutt maksimalt skjær og moment for dekket.

Vi dimensjonerte dekket vest for akse I, hvor det kan kjøres med truck. Pga strengt krav til rissvidder i henhold til eksponeringsklassen, måtte vi øke armeringen noe ut i fra skjær og moment dimensjoneringen. Selv om det ikke kommer noen punktlaster på dekket øst for akse I, endte vi opp med å bruke den samme armeringen også her. Dette pga at risskravet på bare 0,3mm tvingte oss til å øke armeringen ganske mye. Dimensjoneringen av dekket over parkeringskjelleren finnes i **vedlegg G1**.

Bjelker i akse I, -3 og -5

Siden vi har planlagt å legge to søyler i akse I-3 og I-5, la vi en bjelke i akse -3 og -5 samt en i akse I fra -1 til -5. Bjelken i akse I bærer tilnærmet halve kontorbygget med jevnt fordelt last og punktlaster. Den har to spenn på 6 meter. Høyden av bjelken er bestemt av takhøyden i kjelleren. Dvs at bjelkehøyden er låst til 600mm. Dimensjoneringen av denne bjelken ligger vedlagt i **vedlegg G2**.

Da vi gjorde de statiske beregningene av de to bjelkene i akse -3 og -5, plasserte vi trucken symmetrisk over bjelken. Se skisse under. Siden vi fikk oppgitt akseltrykket på trucken, hadde vi kraften på hvert hjul. Symmetrisk plassering om bjelken medfører at vi setter hele fremre akseltrykket som en punktlast, og tilsvarende med bakre akseltrykk. Slik vi har valgt å løse dette, bærer disse to bjelkene hele dekket.



Vi regnet på de to bjelkene hver for seg først, for å se om det ble stor forskjell på maks moment og skjær. Også her benyttet vi forskjellige lastplasseringer for å oppnå maks skjær og moment. Det viste seg at de ble svært like, så vi bestemte oss for å dimensjonere bjelkene likt. Beregninger i **vedlegg G2**.

Søyler med fundament

Som tidligere nevnt har vi valgt å benytte oss av bare to søyler i kjelleren. Dette medfører at vi får store laster ned i søylene. Begge søylene får egentlig ikke like stor last, men vi dimensjonerte dem like etter det verste tilfellet. Vi valgte å bruke runde søyler da dette er mer estetisk enn rektangulære. Søylen ble sett på som en stav som var hengslet i bunn (søylen er støpt på fundamentet, men dette kan bevege seg i grunnen) og tilnærmet fast innspent i toppen (søylen er støpt sammen med dekket). Dette ga oss en knekk lengde på $0,85 \cdot L$. Vi benyttet samme eksponeringsklasse her som på dekket over kjelleren, dvs $C = 50\text{mm}$. Aksiallasten som kommer ned på søylene er bruddlast. Disse består av både egenlast og nyttelaster i fra alle overliggende konstruksjonsdeler. Som en tilnærming har vi antatt at brukslasten er omtrent fordelt slik: $N = 0,65 \cdot N_f$.

Diameteren på søylen prøvde vi på 400mm. Dette er bare for å ha noe å starte med, men diameteren måtte samsvare med det som er standard dimensjoner på søyleforskaling. Den valgte diameteren var selvsagt en av standard dimensjonene. Selv om ikke en diameter på 40cm er så stort, tåler betongen vanvittig mye. Dette resulterte til at vi trengte bare minimums lengdearmering. Dimensjonering av søylene ligger vedlagt i **vedlegg G3**.

Når det gjelder fundamentene, bestemte vi at bunnen av fundamentet skulle ligge 1 meter under toppen av kjellergulvet. Videre skulle fundamentet være 600mm høyt slik at vi hadde 400mm mellom overkant gulv til overkant fundament. Siden høyden av fundamentet nå var låst, bestemte vi hvor stort areal fundamentet skulle ha, før vi beregnet armeringen. Dimensjoneringen av fundamentene ligger vedlagt i **vedlegg G4**.

Vegger med fundament og pilaster

Hvordan dimensjonerer vi veggene og pilasterne? Hvilke laster skulle vi ta med for å være på den sikre siden?

Pilastere

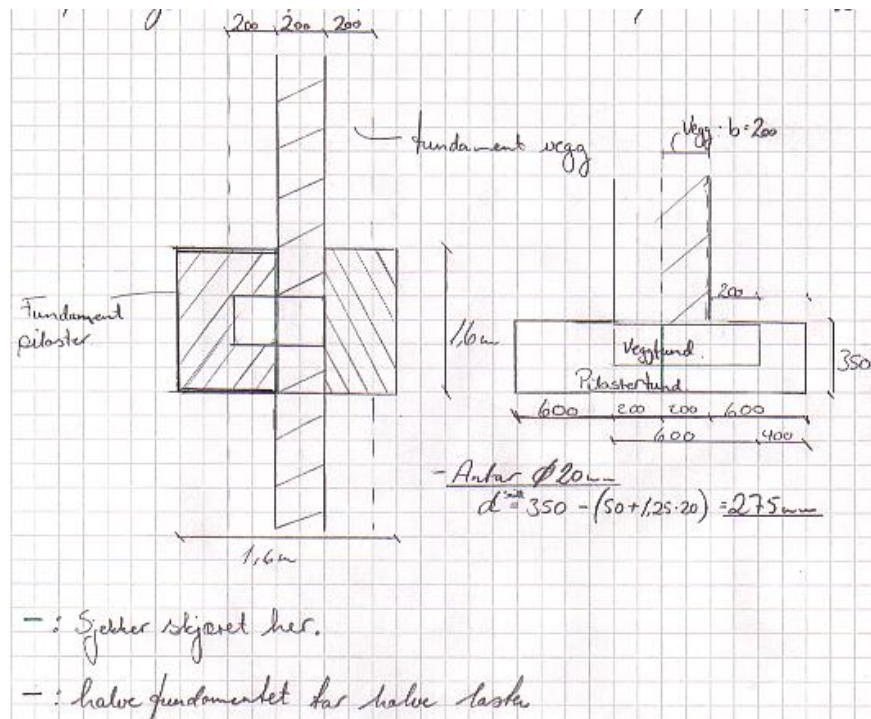
Alle punktlastene og egenvektene fra dekket over parkeringskjeller var nå gitt, da måtte vi bestemme oss for hva slags bæring som ville bli mest praktisk og "økonomisk". I tillegg til lastene fra konstruksjonen kom jordtrykket fra tilbakefylte masser. Etter samtaler med vår veileder Harald B. Fallsen om hva som var vanlig å dimensjonere vegger/fundamenter for, så vi at vi var veldig på sikker side med det vi gjør. Ettersom vi hadde til dels store punktlaster under oppleggene ville det bli mest praktisk å benytte pilastere der. Vi tok utgangspunkt i den verste punktlasten og dimensjonerte alle pilasterne for denne lasten. Pilasterne skulle brukes i alle punktene der hvor aksiallastene kom ned for å avlaste veggen og de ble beregnet for eksponeringsklasse XD1/50År.

Fundamentet til pilasterne måtte følgelig være større enn veggfundamentet og vi gjorde det så stort at vi kunne gå med kun tversgående armering (en - veis armering) i ”søylefundamentet”. Ved rissberegning i fundamentene var det ikke behøvelig med eksponeringsklasse XD1 da disse ikke var i kontakt med ”kjellerrommet”, der dimensjonerte vi for eksponeringsklasse XC2/50År. Bildet til høyre viser en skisse av vegg med pilaster og tilhørende fundament.

Veggene

Veggene i parkeringskjelleren fikk en del jevnt fordelt last fra overliggende dekke og et jordtrykk fra tilbakefylte masser. Jordtrykket skapte et ”bøyemoment” i veggen og vi forenklet beregningen til en konsentrert last i tredjedelpunktet.

Beregning av veggen forenklet vi også noe, vi valgte å se på veggen som et fritt opplagt dekke. For å bruke ”normale” dimensjoner måtte vi forhøre oss med bl.a. vår veileder om hva som var vanlig. Veggene ble noe overdimensjonerende siden vi ikke tok hensyn til at dekket over ville motvirke momentet fra jordtrykket, og at pilasterne ville virke avstivende. Ut ifra eksponeringsklasse XD1/50År ble riss dimensjonerende og vi måtte benytte forholdsvis mye armering. Veggfundamentet beregnet vi ut ifra XC2/50År. Alle beregninger er vist i **vedlegg G7**



Innkjøring til parkeringskjeller

Det måtte nødvendigvis finnes en innkjøring i parkeringskjelleren. Hvor denne skulle ligge ble delvis bestemt ut ifra tomtegrensene og situasjonsplan, se **vedlegg A**.

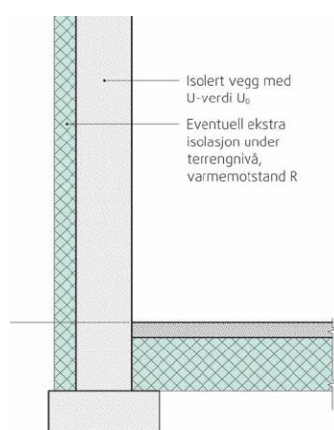
Høyden på porten var gitt fra innvendige høyder og det skulle ikke være rom for at to biler kunne møtes slik at bredden kunne være ca. 3 meter. Vi tok utgangspunkt i veggtykkelsen og gjenværende veggghøyde over porten da vi skulle beregne den overliggende bjelken. Lasten hadde vi funnet ved veggbergingene i parkeringskjelleren. I bjelken ble riss dimensjonerende da denne også måtte beregnes ut ifra eksponeringsklasse XD1.

Beregningene finnes i **vedlegg G8**. Det er viktig å presisere at gaffeltruckene ikke kan parkere over porten, men da det var planlagt belegningsstein og et lite uteområde fra byggherrens side, forutsatte vi at dette ikke skjedde. Gruppen ble enige om at det også skulle settes opp skilt eller merkes hvor kjøring ikke var tillatt.

Gulv på grunn og støttemur

Gulv

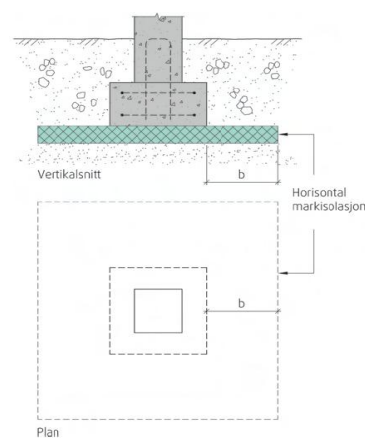
Gulvet i parkeringskjelleren ligger på grunn, så her var det ikke nødvendig å ta hensyn til moment. Dette medførte at vi greide oss med minimumsarmering iform av armeringsnett (tabell over armeringsnett i **vedlegg E5**). Dette dekket er både gulv i parkeringskjelleren, og såle i innkjøringen til kjelleren. For å finne krav til isolasjon på telefarlig grunn brukte vi byggdetaljblad 521.811 figur 341 og byggdetaljblad 451.021 tabell 3 Oppland. Vi leste da ut av grafen at vi minst måtte ha 120mm isolasjonstykkelse. Vi valgte da å bruke 120mm trykkfast isolasjon under både kjellergulv, veggfundamenter, søylefundamenter og på utsiden av betongveggene i kjelleren mot fyllinger sammen med ”vortepapp”. Siden parkeringskjelleren ikke skal være noen oppvarmet bygningsdel er det derfor ikke nødvendig å se på u-verdi krav på vegger og gulv. Parkeringskjelleren ligger også under bakkenivå, så



det er tvilsomt om det vil bli minusgrader i kjelleren om vinteren. I veggen der innkjøringsrampen ble laget, spares det ut en åpning i veggen som er 3 meter bred og 2,2 meter høy. Dette er innkjøringen til parkeringskjelleren. I denne åpningen monteres det en isolert leddport som hindrer kulda å trenge inn. Dimensjoneringen av dekket

ligger vedlagt i **vedlegg G5**.

Hentet fra byggforsk byggdetaljblad 471.014. Fig. 22
Viser isolering av dekke og vegg



Hentet fra byggforsk byggdetaljblad 517.631. Fig. 13
Viser isolering av fundament

Dekke akse -1 - 1 (etasjeskiller)

Vi fant ut at det mest hensiktsmessige var å spenne dekke fra betong/leca – vegg i akse 1, til betongvegg i akse -1, spennvidde blir dermed 5 m. Det kommer ned ei stålsøyle i akse J – 0 som vi måtte ta hensyn til. Punktlasten skaper stort moment, og stor skjærkraft. Vi fant ut at vi ville legge en betongbjelke lokalt i dekke. Bjelken måtte vi spenne likt med dekke, selv om den kunne vært med å korte ned spennvidden til dekke, ved å spenne andre veien. Dette lot seg ikke gjøre, pga at dekke skal utspares for heissjakt (1,4m bred og 1,8m dyp).

Støttemur

Siden parkeringskjelleren er under bakkenivå og terrenget rundt er like høyt som dekke over parkeringskjeller, måtte vi lage en støttemur ned mot innkjøringen. Sidene kunne ikke skræes ned mot innkjøringen, på grunn av beligenheten til innkjøring til tomten. Vi fikk da en støttemur som var 3,4 meter høy, forskyvelig og drenert. Vi valgte å bruke en egenvekt på tilbakefylte masse på 20 kN/m^3 og i tillegg en trafikk nyttelast på 5 kN/m^2 . Dimensjoneringen og armeringstegning ligger vedlagt i **vedlegg H**.

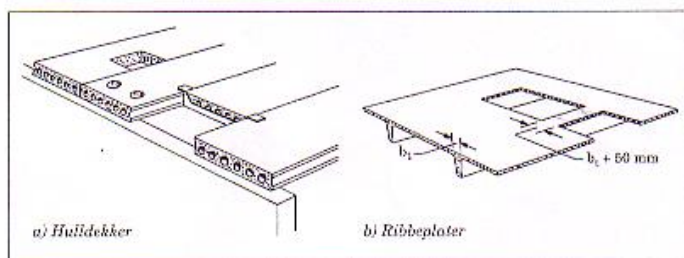
Avstiving for Vind

Kontorbygget skulle avstives mot vind og de tradisjonelle kryssene i stålrammen lot seg ikke gjennomføre pga. rominndeling og vindusplassering. Da bestemte vi oss for å ta vinden med en hel og stiv stålramme. Alle knutepunkter i rent stål i 1. etg. ble sveist og dermed momentstive. Da fikk vi en sammenbundet konstruksjon i 1 etg med hulldekker som en stiv plate i etasjeskilleren mot 2. etg. Hulldekkene er sammenbundet med de ensidige hatteprofilene i akse I og K med torsjonslåser og til den midtre hatteprofilen med pigger/bøyler og overgående armeringsjern (std. for hulldekke i hatteprofil). Det måtte også til avstivinger i taket for å komplettere hele stålrammen i hver "tverrakse". Beregningene av avstivingsbjelkene er vist i **vedlegg C2**.

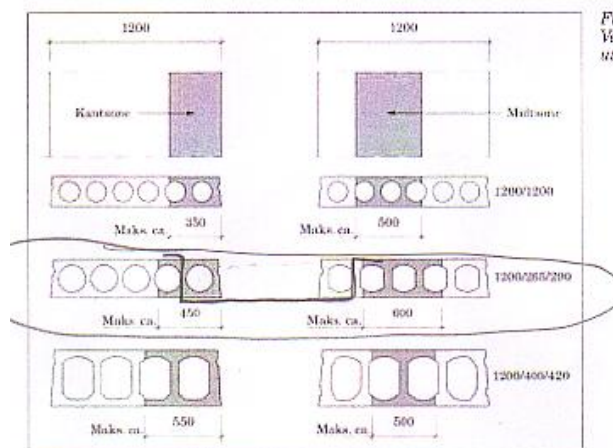
Heissjakt

På arkitekt-tegningene vi har fått utdelt, er det inntegnet heissjakt. Etter samtale/møte med Anders Myrhe har det vist seg at bygget ikke skal inneholde noen ordentlig heis, med sjakt. Det skal kun etableres en enklere heis, som er bestilt ferdig, med ramme av treverk. Vi må allikevel ta høyde for at det skal tas hull, i huldekket. Tilstrekkelig utsparing for heisen har vi fått bekreftet fra vår kontaktperson, er på $1,4\text{m} \times 1,8\text{m}$. I fra betongelementboken bind A, punkt 8.2.2 utsparinger står det litt om utvekslingsjern. "To elementer kan veksles når naboelementene ikke er for hardt utnyttet". Det vil i våres tilfelle ikke være nødvendig å veksle ut to hele element, siden vi kun har behov for $1,4\text{m}$ bred utsparing. Hulldekkene er på ingen måte hardt belastet, bærer kun egenvekt og kontorlast, og spennvidden er på det aktuelle stedet i underkant 5m (Sammenligner da med diagram fra Spenncon sine sider). Ved bestilling av HD-elementene må man da opplyse om utsparingen, slik at det kan gjøres ferdig på fabrikken. De vil da også vurdere om tilleggsarmering vil være nødvendig i naboelementene. Vi løser utsparingen for heis med utvekslingsjern.

Figuren er hentet fra betongelementboken bind A, punkt 8.2.2 og viser løsninger med utvekslingsjern.



Figur A 8.13. Eksempler på utsparinger.



Figur A 8.14. Veiledende maksimale utsparinger i hulldekker.

Utsparing for heis i 1.etasje

Heisen skal være veldig enkel, med en selvbærende ramme av treverk. Vi regner ikke med at rammen kan bære noe annet enn seg selv. Utsparingen gjorde at vi måtte sørge for opplagring til betongdekke, på begge sider av heisen. Vi etablerte derfor ei ramme av treverk under, som betongdekke opplagres på. Vi har overdimensjonert, så det er godt mulig at denne også kan brukes for installasjon av selve heisen. Hadde vi visst mer om type, vekt osv kunne vi svart på det. Informasjonen fra Syljuåsen har vært mangelfull på dette punktet, men det skyldes at de ikke har vært sikre på hva slags heis de skal ha. Vi velger å ikke beregne brann på denne trekonstruksjonen nærmere, men det er svært viktig at den ikke blir et svakt punkt der brann kan spre seg oppover i etasjene. Et forslag til brannisolering fra vår side vil være og plate inn hele trerammen med 2 stk. 13mm gipsplater. En mer detaljert beregning ville være nødvendig når type heis er bestemt. Detaljoversikt og beregninger av heissjakt/utsparing/treramme finnes i **vedlegg E6**.

Fuger mellom eksisterende og ny del

For at fugingen vår ved røyketaket skulle ha noen funksjon, måtte vi også fuge videre nedover i bygget. 1. etg måtte fuges imot eksisterende kontordel ned til gulvet. Videre nedover fra gulvet i 1. etg har vi plasstøpte vegger og fundamenter som ikke er sammenfestet med eksisterende (gammel) betongvegg. Nå skulle hele nybygget kunne "bevege" seg fritt og vi unngikk ubehagelige overraskelser i etterkant. Utførende har ansvar for at fugen blir riktig utført og at nytt og gammelt bygg ikke sammenfestes med annet en fuger, siden vi ikke har noen forutsetninger for å vite hvordan dette gjøres.

Revit

To av oss på gruppen har hatt et valgfag som heter DAK for bygg – Revit. Av denne grunn har vi valgt å benytte dette programmet istedenfor det tradisjonelle AutoCAD. Vi har benyttet både Revit Architecture og Revit Structure. I startfasen brukte vi Architecture til å modellere hvordan bygge vi bli seende ut i 3D. Etter hvert som vi hadde dimensjonert søyler og bjelker, gikk vi over til å bruke Structure. Her kunne vi legge inn søyler og bjelker i riktige dimensjoner. Det første som ble opprettet var grid- nettet, slik at dette var gunstig plassert og i samsvar med arkitekttegningene.

Søyler og bjelker i 2.etasje var raskt å modellere. Dette var standarddimensjoner som fantes i programdatabasen. Taket som bestod av stålplater klarte vi ikke å få med på tegningene, men dette er ikke en del av selve bærerammen til bygget. Hjelp- funksjonen i programmet ble benyttet stadig vekk, og var til god hjelp. Da vi kom dit hen at vi skulle modellere hatteprofilene, støtte vi på et problem. De fantes ikke i programmet. Vi tok da kontakt med faglæreren vi hadde i faget tidligere på året. Han hadde gjennom skolen en brukerstøtte avtale med Focus Software, som er den norske forhandleren. Det ble kontaktet Focus og forespurt om de hadde en fil med disse profilene. Etter mye om og men, og fram og tilbake, fikk vi til slutt ei fil på mail som inneholdt alle mulige HSQ- profiler. Dette var til stor hjelp for oss i det videre arbeidet.

Da vi hadde fått hatteprofilene på plass, la vi inn søyler i 1.etasje, samt hulldekker mellom bjelkene. På utkrageren fikk vi også lagt på I- profiler i tre. Alt dette lå inne i programmet, og var svært gunstig for oss. Deretter var det klart for å begynne å modellere betongen. Dekker, bjelker og søyler gikk svært raskt å modellere, da det var egne funksjoner for disse bygningsdelene. Det vanskeligste med betongen var å få lagt inn all armeringen riktig. Også dette gikk forholdsvis greit med hjelpfunksjonen i programmet. Eneste problemet var at programmet klikket en gang i blant under armeringsarbeidet. Det var nok en liten ”bug” i programmet som var årsaken til dette.

Avslutningsvis opprettet vi ”sheets” for utskrift. Her la vi inn ulike plantegninger, detaljer og snitt som var ønskelige å skrive. Disse er vedlagt denne rapporten i **vedlegg I**.

Kapittel 5 – Diskusjon av problemstilling

Etter hvert som oppgaven er gjennomarbeidet, har vi fått et mer konkret syn på hva vi ga oss ut på. Vi synes ikke at dette var for mye å gjøre for en 4'er gruppe og inntrykket er at vi var heldige med valg av oppgaveomfang. Likevel måtte det til noen avgrensinger underveis. Da vi i problemstillingen satte opp kontroll av konstruksjonen i Focus 3D, forutsatte vi gjennomgang av Focus 3D i faget Revit. Det hadde vi ikke noen gjennomgang på. Dette programmet viste seg også å være på utviklingsstadiet og tilnærmet umulig å bruke på skolen. Da brukte vi heller mer tid på å detaljere revit - tegningene våre. Hadde vi i tillegg gitt oss ut på Focus 3D kunne arbeidsmengden blitt så stor at det hadde påvirket resultatet.

Lydisoleringen vi tenkte på i problemstillingen var i hovedsak imellom parkeringskjeller og kontorer. Her tok iveren litt overhånd og vi tok hensyn til lyd i alle de innvendige rommene også. Dette vurderte vi som naturlig da de preaksepterte løsningene også var det for lyd.

Branndimensjoneringen måtte vi begrense litt i den grad at vi kun så på kontorbygget og stål - rammen i hovedsak. Det hadde blitt omfattende og sett på alle betongbjelker og sjakt - gjennomføringer i hele bygget.

Som en oppsummering vil vi påpeke at vi er tilfreds med vår problemstilling. Vi kunne ikke gjort dette noe annerledes med vår bakgrunn. Ved hjelp av denne problemstillingen har vi vært innom hele vår målsetting med oppgaven.

Kapittel 6 – Konklusjon

Denne oppgaven viste seg å være veldig interessant for oss. Bakgrunnen vår var kun det vi hadde lært igjennom tre år på HiG, og vi føler at vi har vært inne på de fleste av de **relevante** (les: byggrelaterte) emner vi har vært igjennom. I tillegg fikk vi muligheten til å utvikle egne metoder/egne modelleringer, i beregningene av de forskjellige bygningsdeler.

Det dukket opp emner som vi i liten grad hadde gjennomgått i undervisningen, slik at vi fikk muligheten til å lære dette også (dimensjonering av vegger, runde betongsøyler etc.).

Fordi denne oppgaven var så helhetlig, lærte vi særs mye både om den dimensjoneringen vi faktisk kommer inn på i arbeidslivet, og om arbeidsmetodene som blir mye brukt, nemlig gruppearbeid.

Gruppen har fungert tilnærmet perfekt. Vi er en gjeng som har holdt sammen i de tre årene vi har gått på Gjøvik. Dette innebærer at alle gruppe medlemmene har hatt samme mål med oppgaven og en ”stå-på-vilje” hele veien. Diskusjonene som har foregått i fellesskap har resultert i at vår løsning er et gruppeprodukt. Vi så virkelig hvorfor et godt samarbeid er viktig i arbeidslivet.

Det konkrete produktet vårt, nemlig den armering, de søylene, bjelkene og de materialer vi er kommet frem til, er i mer eller mindre grad litt overdimensjonert. Dette skyldes nok vår måte å dimensjonere på samt at vi er opplært til å være på den sikre siden. Ettersom vi får litt erfaring i dimensjonering vil vi nok se at vi har vært alt for eksakte og forsiktige med dette prosjektet.

Vi har prøvd å vise at vi har tenkt på de fleste lastsituasjoner, krefter, krav og standarder når vi har dimensjonert. Det kan kanskje være viktigere en det ferdige produktet i akkurat denne oppgaven. Vår løsning ville nok blitt dyrere en den originale, men vi mener den ville blitt like praktisk.

Kapittel 7 – Litteraturliste

Norske Standarder:

- NS 3470-1 5.utgave juli 1999 (Dimensjonering av trekonstruksjoner)
- NS 3472 3.utgave sept. 2001 (Dimensjonering av stålkonstruksjoner)
- NS 3473 6.utgave sept. 2003 (Dimensjonering av betongkonstruksjoner)
- NS 3490 : 2004 (Prosjektering av konstruksjoner – Krav til pålitlighet)
- NS 3491-1 des. 1998 (Prosjektering av konstruksjoner – Dimensjonerende laster – Del 1: Egenlaster og nyttelaster)
- NS 3491-2 (Prosjektering av konstruksjoner – Dimensjonerende laster – Del 2: Påvirkninger ved brann)
- NS 3491-3 mars 2002 (Prosjektering av konstruksjoner – Dimensjonerende laster – Del 3: Snølaster)
- NS 3491-5 mai 2002 (Prosjektering av konstruksjoner – Dimensjonerende laster – Del 4: Vindlaster)

Bøker:

- Kompendium i Dimensjonering av trekonstruksjoner etter NS 3470-1: Harald B. Fallsen (HiG) (januar 2008)
- Kompendium i Dimensjonering av betongkonstruksjoner etter NS 3473: Harald B. Fallsen (HiG) (januar 2008)
- Kompendium i Dimensjonering av stålkonstruksjoner etter NS 3472: Harald B. Fallsen (HiG) (januar 2008)
- Kompendium i Lastberegning: Tarald Rørvik (tidl. HiÅ) og Harald B. Fallsen (HiG) (august 2008)

Websider:

- www.be.no (byggeregler fra Statens Byggetekniske Etat - TEK)
- www.lovdatab.no (Plan og Bygningsloven)
- www.hig.no/student/bacheloroppgave/retningslinjer (retningslinjer fra skolen)
- www.hunton.no (leverandør av Hunton I-bjelke)
- www.spenncon.no (leverandør av hulldekker)
- www.nom.no (Norman Olsen Maskin – importør av truck)
- <http://bks.byggforsk.no> (NBI blader fra byggforsk)
- www.jackon.no (leverandør av trykkfast isolasjon, sendt mail)
- www.rockwool.no (leverandør av isolasjonsprodukter)
- www.maxit.no (leverandør av leca produkter, sendt mail)

Personer:

- Anders Myhre, oppdragsgiver tlf.: 92081581
- Norsk Sål, tlf.: 66842800
- Norman Olsen Maskin v/Ragnar Ovenstad, tlf.: 67178413

Kapittel 8 - Vedlegg

Vedlegg A – Arkitekt tegninger

Situasjonaplan over området

AFA 100: Fasade syd/øst og fasade nord/vest

AFA 200: Fasade syd/vest og fasade nord/øst

APLU01-2: Kjeller

APL100-2: Plan 1.etasje

APL200-2: Plan 2.etasje