

BACHELOROPPGAVE:

ADITRO KONTORBYGG

FORFATTERE:

MARIA BAGDASARYAN
SILJE MARIE OLIMB

Dato:

28.05.2009

SAMMENDRAG av BACHELOROPPGAVEN

Tittel:	Aditro kontorbygg	Nr. : 06HBINBK Gruppe 7
		Dato : 28.05.09
Deltaker(e):	Maria Bagdasaryan Silje Marie Olimb	
Veileder(e):	Harald Fallsen	
Oppdragsgiver:	Kontur arkitektur + konstruksjon AS	
Kontaktperson:	Jan Steinar Egens	
Stikkord (4 stk)	Bæresystem, brannprosjektering, brannisolering av stålsøyler	
Antall sider: 130	Antall bilag: 78	Tilgjengelighet (åpen/konfidensiell): Åpen
<p>Hovedprosjektet Aditro kontorbygg tar for seg prosjektering av bæresystem, brannprosjektering og brannisolering av stålsøyler.</p> <p>Kontorbygg settes opp på Mohagen i Gran kommune. Byggingen startet januar 2009 og skal være klar til overlevering november 2009.</p> <p>På byggets bæresystem er det dimensjonert hulldekker og lavflensbjelker fra betongelementfirmaet Spenncon AS, bærende stålsøyler og fundamenter. I tillegg har bygget et skråtak med 62⁰ helning, hvor det er beregnet bærende limtrebjelke, trykkstaver og ståltau.</p> <p>I brannprosjektering er det tatt utgangspunkt i teknisk forskrift med veiledning og laget løsninger som tilfredsstillende gjeldene krav.</p> <p>Under temaet brannisolering er det sett på ulike løsninger for brannsikring av stålsøyler, og gjort valg for den metode som passer best i Aditro kontorbygg. I forbindelse med arbeidet har det vært kontakt med Firesafe AS.</p>		

ADITRO KONTORBYGG



Hovedprosjekt

Bygg - konstruksjon

HIG 28.05.2009

Maria Bagdasaryan

Silje Marie Olimb

Forord

Denne rapporten er vår avslutningen på hovedprosjektet ved bygg- konstruksjonslinjen på Høgskolen i Gjøvik våren 2009.

Hovedhensikten med prosjektet, har vært å få bruke den kunnskap vi har tilegnet oss, gjennom tre år på byggingeniørutdanningen ved høgskolen. I tillegg håpet vi å få et lite innblikk i konstruktørens hverdag.

Utgangspunkt for prosjektet er Aditro kontorbygg, som vi fikk høre om etter kontakt med vår veileder ved høgskolen, Harald Fallsen.

Kontorbygget er under oppføring på Mohagen i Gran kommune. Konsulentfirmaet Kontur arkitektur + konstruksjon AS er rådgivende ingeniør på bygget, og har vært vår oppdragsgiver for prosjektet.

Etter ønske fra oss og oppdragsgiver har vi i denne rapporten hatt hovedfokus på prosjektering av bæresystem og brann.

I startfasen fikk vi tildelt tegninger av bygget. Disse er hovedgrunnlaget for prosjektet.

I den ferdige projektrapporten er problemstillingen endret noe i forhold til den i forprosjektet, da enkelte ting tok lengre tid enn planlagt. Samtidig har vi hele tiden vært opptatt av å velge få temaer og gå skikkelig i dybden på disse, fremfor mange og mindre grundig arbeid.

I prosjektgruppa er vi to studenter som også tidligere har jobbet sammen. Samarbeidet har alltid fungert godt, og vi ønsket derfor å skrive hovedprosjektet i lag.

Til slutt vil vi takke alle som har hjulpet oss på veien mot et resultat vi i dag er meget godt fornøyd med.

- Veileder ved Høgskolen i Gjøvik, Harald Fallsen
- Kontaktperson hos oppdragsgiver, Jan Steinar Egenes
- Kontaktperson hos betongelementfirmaet Spenncon AS, Per – Egil Hovin
- Kontaktperson hos Firesafe AS, Arvid Solli

Gjøvik, 4. mai 2009

Maria Bagdasaryan

Silje Marie Olimb

Innhold

1.	Innledning	1
1.1	Organisering av Rapporten	1
1.2	Mål	1
1.3	Problemstilling	1
1.4	Avgrensninger	2
1.5	Målgruppe for rapporten	2
1.6	Studentenes faglige bakgrunn	2
1.7	Arbeidsformer som er benyttet.....	2
1.8	Terminologi.....	3
2.	Byggebeskrivelse	5
3.	Byggets lastsituasjon.....	7
3.1	Tak.....	7
3.2	Hulldekker.....	8
3.3	Bjelke	9
3.4	Søyle.....	9
3.5	Fundament.....	9
4.	Dimensjonering av byggets bæresystem.....	11
4.1	Tak.....	11
4.2	Hulldekker.....	12
4.3	Bjelker	12
4.4	Søyler	13
4.5	Fundament.....	14
5.	Avstiving av bygget.....	17
6.	Detaljer i bæresystemet.....	19
6.1	Gjennomgående søyler eller ikke.....	19
6.2	Plassering av bjelkeskjøt.....	20
6.3	Forbindelse mellom hulldekker og lavflensbjelker.....	21
7.	Brannprosjektering.....	23
7.1	Brann og risikoklasse	23
7.2	Bæreevne og Stabilitet ved brann	24
7.3	Brannteknisk oppdeling	25

7.4	Materialvalg og utvendig brannspredning	29
7.5	Tekniske installasjoner	30
7.6	Brannvarsling, røykventilasjon, Sprinkler og ledsystem.....	31
7.7	Slokking	34
7.8	Rømning	34
7.9	Tilrettelegging for rednings og slokkemannskap.....	39
8.	Brannisolering av stålsøyler.....	41
8.1	Gipsplater.....	41
8.2	Steinullplater	42
8.3	Hardpressede plater.....	42
8.4	Brannmaling.....	43
8.5	Innstøpt betong og vannfylte systemer	43
8.6	Brannisolering – Aditro kontorbygg.....	44
9.	Konklusjon.....	45
10.	Kildeliste.....	47
11.	Vedlegg.....	53
11.1	Beregninger	55
11.2	Diagrammer og tabeller	101
11.3	Tegninger.....	108
11.4	Forprosjekt.....	111
11.5	Prosjektavtale	121
11.6	Logg.....	123

1. Innledning

1.1 Organisering av Rapporten

Rapporten er organisert på en slik måte at den følger hovedtemaene og de sentrale problemstillingene kronologisk. Underveis henvises det til lover, standarder og andre kilder. Beregninger, diagrammer og enkelte tabeller er lagt som vedlegg.

1.2 Mål

Målet med hovedoppgaven har vært å få bruke den kunnskap vi har tilegnet oss gjennom studiet ved bygg- konstruksjonslinjen. I tillegg ville vi ta utgangspunkt i et reelt bygg, lage en relevant problemstilling ut fra en konstruktørs øye, og komme med løsninger som er praktisk gjennomførbare.

1.3 Problemstilling

Hovedfokus for oppgaven er prosjektering av hovedbæresystem, brannsikkerhet og brannisolering av stålsøyler.

Sentrale problemstillinger:

- Definerings av byggets lastbilde/lastsituasjon
- Valg av bæresystem og dimensjonering av dette.
- Avstiving av bygget
- Detaljer i bæresystemet:
 - Bruk av gjennomgående søyler eller ikke?
 - Plassering av bjelkeskjøter
 - Forbindelse mellom bjelker og dekker
- Hvordan forebygge branntilløp i bygget?
- Brannisoleringsmetoder, hvordan bør Aditro kontorbyggs stålsøyler isoleres for å oppnå bæresystemets brannkrav?

1.4 Avgrensninger

Aditro kontorbygg er et stort bygg, og med tanke på arbeidsmengde og tid har vi sett oss nødt til å ta noen avgrensninger. Vi har derfor ikke satt fokus på følgende områder:

Generelt:

- Økonomiske betraktninger

Bæresystem:

- Dimensjonering av flatt tak over tredje etasje.
- Dimensjonering av balkongene i første og andre etasje.
- Dimensjonering av stålstag mellom skråtak og flatt tak.
- Avstivingsberegninger
- Dimensjonering av kantineområde.
- Dimensjonering av forbindelser

1.5 Målgruppe for rapporten

Målgruppe for rapporten er:

- Studenter og andre som har interesse av rapportens innhold.
- Veileder ved Høgskolen i Gjøvik
- Oppdragsgiver i Kontur arkitektur + konstruksjon AS

1.6 Studentenes faglige bakgrunn

Studentenes faglig bakgrunn før skriving av hovedprosjektet er tre års studier på byggkonstruksjonslinjen ved Høgskolen i Gjøvik.

1.7 Arbeidsformer som er benyttet

I arbeidet med rapporten har vi jobbet både sammen og individuelt. Underveis i hele prosessen har vi hatt løpende kontakt med veiledere. I tillegg har vi vært på bedriftsbesøk hos betongelementfirmaet Spenncon AS og totalleverandøren innen brannprosjektering Firesafe AS for innhenting av informasjon.

1.8 Terminologi

En oversikt over forkortelser som brukes i rapporten:

- Flatt tak - tak over teknisk rom i tredje etasje
- Øverste dekke - Hulldekke i tredje etasje
- Nederste dekke - Hulldekke i andre etasje
- Spenncon AS – Informasjon hentet hos Spenncon AS (websiteside eller besøk)
- TEK – Teknisk forskrift
- VTEK – Veiledning til teknisk forskrift
- HD 265 og HD 320 – Hulldekketyper fra Spenncon AS
- NBI 326.030 – Kildehenvisning til NBI – blad med nummer.

2. Byggebeskrivelse

Aditro kontorbygg hadde byggestart 22. januar 2009. Planlagt ferdigstillelse er november samme år. Bygget ligger på næringsområdet Mohagen i Gran kommune, og har et totalt bruksareal på ca 1857m². Byggherre og entreprenør på bygget er henholdsvis datafirmaet Aditro AS og Miljøbygg. Arkitekt og byggrådgivningsfirmaet Kontur arkitektur + konstruksjon er rådgivende ingeniør.

Bygget består av tre etasjer. Første og andre etasje er kontorlokaler, mens tredje etasje inneholder kun teknisk rom.

Hovedbæresystem:

Hovedbæresystemet består av hulldekker opplagt på lavflensbjelker. Heis og trappesjakt sammen med etasjehøye stålsøyler opptar alle lastene bygget er utsatt for. Som bæring i grunn brukes det søylefundamenter.

Grunnforhold og jordskjelvproblematikk:

Områdets grunnforhold er av fjell, og som byggegrunn for fundamenter brukes sprengstein. I alle beregninger er det sett bort fra jordskjelvpåvirking, fordi det i Norge er liten sannsynlighet for så store skjelv at de vil påvirke bygninger nevneverdig. (NBI 700.125)

Tak:

Bygget har et skråtak og et flatt tak. Skråtaket består av bærende limtrebjelke, glass og lettak. Og har en takvinkel på 62°. Flatt taket er et lett tak av stål og mineralullisolering.

Fasade:

Byggets fasade består av trekledning og store glassareal. Kledningen henger utenpå bjelker og bæres av lecablokker plassert på fundamentene.

Yttervegger:

Alle yttervegger er trebindingsverk med stenderavstand c/c 0,6 m, og varmeisolasjon med kledning på begge sider.

Pålitelighetsklasse:

Bygget har pålitelighetsklasse II. (NS 3490)

Balkonger.

Alle balkonger bærer seg selv ved hjelp av egne dekker, søyler og fundament. De er derfor ikke en del av byggets bæresystem.

Gulv på grunn:

Gulvet i første etasje er lagt på en såle av betong, og består av isolasjon og gulvbelegg.

Himling og sjakter:

I bygget finnes egne sjakter for tekniske installasjonene som ventilasjonsrør, avløpsrør og lignende. Byggets himlinger er nedforede og skjuler gjennomgående tekniske anlegg.

3. Byggets lastsituasjon

Punkter under overskriften ”Byggets lastsituasjon” gir en oversikt over alle laster bygget er påvirket av, med henvisninger til kilder eller lastberegninger som er gjort. Lastene brukes som grunnlag for videre dimensjonering av bygningselementene i bæresystemet. Alle laster er oppgitt i bruddgrensetilstand, bortsett fra hulldekkelastene som er beregnet etter Spenncon’s metode.

3.1 Tak

Flatt tak

Snølast:

Snølast beregnes ut fra dimensjonerende snølast i Gran kommune.

Formfaktor for flatt tak	0,8	NS 3491 – 1
Snølast - Gran kommune:	4,0 KN/m ²	NBI 471.041
Dimensjonerende snølast:	3,2 KN/m ²	Vedlegg s. 55

Vindlast:

Vindlasten beregnes ut fra en referansehastighet for Gran kommune.

Referansehastighet – Gran kommune, (V_{REF})	22 m/s	NBI 471.043
Dimensjonerende vindlast:	0,51 KN/m ²	Vedlegg s. 56

Egenlast:

Ståltak m/mineralullisolering	0,6 KN/m ²	NBI: 471.031
Himling	0,03 KN/m ²	NBI: 471.031

Skrå tak

Snølast:

Skråtaket har en takvinkel på 62°. I følge NS 3491- 1, Snølast, Tabell 1 - ” Størrelse av formfaktor for saltak, pulttak og sagtak”, kan vi derfor se bort fra dimensjonerende snølast på taket.

Vindlast:

Bygget blir dimensjonert for en vindlast fra vinden utenfor bygget og sug (overtrykk inni bygget). I tillegg ses taket på som en vegg på grunn av stor takvinkel. Se vedlegg s. 51 for beregning av vindlasten.

Utvendig vindlast:	1,155 KN/m ²	Vedlegg s. 58
Innvendig vindlast (sug):	0,84 KN/m ²	Vedlegg s. 58

Egenlast:

Egenvekt av limtrebjelke:	0,6 KN/m ²	NBI 471.031
---------------------------	-----------------------	-------------

3.2 Hulldekker

Øverste hulldekke

Snølast:

Snølast beregnes ut fra dimensjonerende snølast for Gran kommune.

Formfaktor for flatt tak:	0,8	NS 3491 – 1
Snølast - Gran kommune	4,0 KN/m ²	NBI 471.041
Dimensjonerende snølast:	7,0 KN/m ²	Vedlegg s. 55

Vindlast:

Vindlasten beregnes ut fra en referansevindhastighet for Gran kommune.

Referansehastighet - Gran kommune (V_{REF})	22 m/s	NBI 471.043
Dimensjonerende vindlast:	0,86 KN/m ²	Vedlegg s. 59

Nyttelast:

Kontorbygg	3,0 KN/m ²	NS 3491
Vegg i teknisk rom - yttervegg	0,5 KN/m ²	NBI: 471.031

Egenlast:

Påstøp og tekniske føringer	1,0 KN/m ²	Spenncon AS
-----------------------------	-----------------------	-------------

Nederste hulldekke

Nyttelast:

Kontorbygg	3,0 KN/m ²	NS 3491 – 1
Innervegger av stål eller tre	0,3 KN/m ²	NBI: 471.031

Egenlast:

Påstøp og tekniske føringer	1,0 KN/m ²	Spenncon AS
-----------------------------	-----------------------	-------------

I et kontorbygg er sannsynligheten stor for at byggherre ønsker plass til arkiver. Derfor ville vi også se på lastsituasjon ved arkivlaster.

Nyttelast – kontorbygg m/arkivlast:

Arkivlast	5,0 KN/m ²	NS 3491 – 1
Innervegger av stål eller tre	0,3 KN/m ²	NBI: 471.031

3.3 Bjelke

Nyttelast:

Bjelkenes nyttelast trengs kun for beregning av søylelastene, og er derfor inkludert i disse. Se vedlegg side 76 - 90

Egenlast:

Bjelkens egenlast i kilo:	429 kg/m	Spenncon AS
Bjelkens egenlast i Newton:	5,05KN/m ²	Vedlegg s.76

3.4 Søyle

Dimensjonerende last på de ulike søylene:

Andre etasje:

• Søyle 13,17,21,25,29,33,37 i akse A	235 KN	Vedlegg s. 76
• Søyle 5, 9, 41,45,49 i akse A og D	111,8 KN	Vedlegg s. 80
• Søyle 13,25,29,33,37 i akse D (under teknisk rom)	296,5 KN	Vedlegg s. 84
• Endesøyle 1 og 53 i akse A og D	41,9 KN	Vedlegg s. 88

Første etasje:

• Søyle 13,17,21,25,29,33,37 i akse A	370 KN	Vedlegg s. 78
• Søyle 5, 9, 41,45,49 i akse A og D	246,7 KN	Vedlegg s. 82
• Søyle 13,25,29,33,37 i akse D (under teknisk rom)	431,6 KN	Vedlegg s.86
• Endesøyle 1 og 53 i akse A og D	92,5 KN	Vedlegg s. 90

3.5 Fundament

Vekten at byggets kledning kan ses bort fra i beregninger, fordi kledningen blir båret av Leca - blokker. Den dominerende lasten blir derfor last fra skråtak og overliggende søyler i første etasje.

Skråtak

Vertikal last overført fra skråtaket:	368,8 KN/m ²	Vedlegg s. 68
---------------------------------------	-------------------------	---------------

Søyle

Fundament 13, 17, 21, 25, 29, 33, 37 i Akse A	370,3 KN	Vedlegg s. 92
Fundament 13, 25, 29, 33, 37 i Akse D	432 KN	Vedlegg s. 95
Fundament 5, 9, 41, 45, 49	246,95 KN	Vedlegg s. 98

4. Dimensjonering av byggets bæresystem

4.1 Tak

Flatt tak

Flatt taket over tredje etasje er et ståltak med mineralullisolering. Som tidligere nevnt under avgrensninger dimensjonerer vi ikke taket. Årsaken er at dette krever meget kompliserte beregninger. I stede hentes opplysninger om taket i NBI – bladet 471. 031.

Skråtak

Skråtaket består av en stor limtrebjelke som er festet i fundament ved hjelp av bolter og laskeplate i bunnen og et stålstag i toppen.

I forbindelse med dimensjonering av bæresystemet, ser vi bort fra det overnevnte stålstaget. Dette er fordi staget har liten egenlast og ingen nyttelast. Ingen nyttelast kommer av innvendig varme på glasskledningen mellom stag og takplate over tredje etasje. Varmen vil sørge for at snøen som legger seg smelter.

Skråtaket kan ses på som et fagverk bestående av en stor limtrebjelke og trykkstaver, også disse av limtre. Trykkstavene holdes på plass av et ståltau.

Beregninger som viser dimensjonering av bjelken og trykkstaver finnes i vedlegg s. 60 - 67

Forutsetninger tatt i beregningene:

- Lastbredde 4,8 meter

Løsning i Aditro kontorbygg:

Valgt limtrebjelke: 190 x 450
Valgte trykkstaver: 90 x 90
Ståltau: diameter = 30mm

Den valgte limtrebjelken holder både trykkraftene utenfra, og sug (overtrykk) som påvirker bjelken innvendig i bygget. Vi mener derfor at denne bjelken er tilfredsstillende nok til å klare lasten den er utsatt for.

4.2 Hulldekker

Bæresystemet består av hulldekker fra betongelementfirmaet Spenncon AS.

I dimensjoneringen av hulldekker har vi derfor brukt deres beregningsmetode.

Spenncon's kapasitetsdiagram for hulldekker, se vedlegg s. 101

Beregningen av dekkenes laster som brukes videre i Spenncon's kapasitetsdiagram for hulldekker kan finnes i vedlegg s. 72 - 75

Forutsetninger tatt i beregningene:

- Dekkenes lastbredde: 11,6 meter

Løsning i Aditro kontorbygg:

Dimensjonerende last, øverste dekke:	7,7	KN/m ²	=> HD 320
Dimensjonerende last, nederste dekke:	4,04	KN/m ²	=> HD 265
Dimensjonerende last, nederste dekke m/ arkivlast	6,04	KN/m ²	=> HD 265

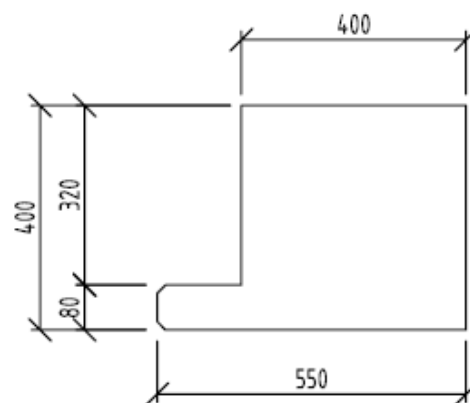
Vi ser at det kan brukes ulike typer på øverste og nederste dekke. Men vil anbefale å bruke HD 320 for begge. Dette vil øke fleksibiliteten for arkitekter, byggeherre og andre, med tanke på arkivlast og utsparinger.

4.3 Bjelker

Byggets bærende bjelker er lavflensbjelker fra Spenncon AS.

Disse bjelkene passer veldig godt i vårt bæresystem, fordi de er spesielt laget for bygninger med etasjehøy søyler, og kontinuerlige bjelker over søylene.

Bjelkene gir ekstra høyde med tanke på mulighet for ekstra store vinduer og mengde dagslys. Noe som er gunstig i et kontorlandskap. Samtidig reduserer man den totale høyden på bygget. Dette kan gi fordeler dersom man ønsker flere etasjer, men likevel vil tilfredsstille høydekravet i områdets reguleringsbestemmelser.



Figur 1: Lavflensbjelke

Bjelkene gir også mulighet for full frihet ved legging av tekniske føringer, uten å redusere noe på glassarealenes høyder.

Løsning i Aditro kontorbygg:

Ved bruk av hulldekke HD 320 og i følge Spenncon's tabell (vedlegg s 101) for lavflensbjelker, passer bjelken: VLB 550 – 400 x 400 best. Valget av lavflensbjelker gjør det nødvendig med bjelker over to spenn. Våre bjelker vil dermed være 9,6 meter lange.

4.4 Søylar

Byggets søylar er varmevalsede kvadratiske stålsøylar. Disse er valgt da risiko for knekking i kvadratiske søylar er lav, noe som er gunstig for de store aksialkreftene som er i byggets lastbilde.

Forutsetninger:

- Kledning er festet i trebindingsverk utenpå lavflensbjelkene slik at søylene ikke er påvirket av vindlast
- Avstand mellom søylene er 4,8 meter
- To søylar per bjelkespenn

Søyleberegningen finnes i vedlegg s. 76 -92

Løsning i Aditro kontorbygg:

Andre etasje:

Søylenummer	Dimensjoner	Vedlegg side
Søyle 13, 17,21, 25, 29, 33, 37 i akse A	100 x 100 x 6	76
Søyle 5, 9, 41,45,49 i akse A og D	100 x 100 x 4	80
Søyle 13,25,29,33,37 i akse D (under teknisk rom)	100 x 100 x 8	84
Endesøyle 1 og 53 i akse A og D	50 x 50 x 4	88

Første etasje:

Søylenummer:	Dimensjoner	Vedlegg side
Søyle 13, 17,21,15,29,33,37 i akse A	100 x 100 x 10	78
Søyle 5, 9, 41, 45, 49 i akse A og D	100 x 100 x 6,3	82
Søyle 13,25,29,33,37 i akse D (under teknisk rom)	140 x 140 x 8	86
Endesøyle 1 og 53 i Akse A og D	80 x 80 x 4	90

Hovedsøyletypen i kontorbygget er en 100 x 100 søyle. Deretter vil tykkelsen på søylene variere etter mengde last de ulike søylene må bære. Alle våre søyler er dimensjonert med god klaring i forhold til lasten de skal bære, noen ganger er søylens kapasitet det dobbelte av den kapasiteten som trengs. Søyler med mindre tverrsnitt er mulig, men for å minske detaljgraden på bæresystemet. Vil vi benytte likhetsprinsippet og bruke 100 x 100 søyler over alt. Unntak er søyler i akse D, første etasje. Disse må være større, da de også bærer last fra skråtak og teknisk rom, i tillegg til overliggende laster.

Likhetsprinsippet handler om at like søyler overalt ser finere ut designmessig enn forskjellige. At man minsker sjanse for produksjons og monteringsfeil, oppnår kort leveringstid, og man slipper folk som blir usikre på om søylene holder mål. En mindre og tynnere søyle midt mellom de andre med like dimensjoner, vil fort se mer spinkel ut enn den egentlig er. Nevner her spesielt søylene i andre etasje (5, 9,41, 49 i akse A og D). Disse kan være 80 x 80 x 4 – søyler, og likevel tåle dimensjonert last. Vi velger isteden 100 x 100 x 4 og følger likehetsprinsippet.

Ettersom vi varierer på tykkelse i stede for tverrsnitt vil det bli litt mer bruk av stål enn om vi hadde variert motsatt. Derfor er kanskje våre søyler ikke av de mest økonomiske.

Siden vårt hovedprosjekt tar for seg dimensjonering av bæresystemet, og ikke økonomien i byggeprosjektet. Velger vi å lage et robust bæresystem som tåler lastpåvirkningene godt, fremfor å spare inn mest mulig økonomisk.

Endesøylene ser vi er ganske mye mindre både tverrsnittsmessig og på tykkelse. Dette skal stemme fordi disse søylene bare skal ta halv last i forhold til resten.

4.5 Fundament

Området har god grunn av fjell, dette gjør at vi kan anta et grunntrykk på 350 KN/m².

Skråtak

Fundamenttypen vi bruker under skråtaket er veggfundament. Grunnen er at vi i beregningene ser vi på skråtaket som en vegg.

Fundamentberegninger finnes i vedlegg s. 68 - 71

Løsning i Aditro kontorbygg:

Armering: ø12 c/c 200 mm

Fundament høyde: 400 mm

Fundament bredde: 1200 mm

Søyer

Under alle søyer er det brukt søylefundamenter. I størrelse er alle like, men armeringsmengde varierer litt. Dette kommer av ulik last ned på de enkelte fundamentene.

Fundamentberegninger finnes i vedlegg s. 92 - 101

Løsning i Aditro kontorbygg:

Armering i fundament for søyle 13, 17, 21, 25, 29,33,37 i akse A $\varnothing 12$ c/c 250mm
Armering i fundament for søyle 13, 25,29,33,37 i akse D $\varnothing 12$ c/c 200mm

Fundament høyde: 400 mm

Fundament bredde: 1200 mm

Armering i fundament for søyle 5, 9, 41, 45, 49, i Akse A og D $\varnothing 10$ c/c 275mm

Fundament høyde: 300 mm

Fundament bredde: 1000 mm

For å redusere fare for feil ved montering, er det mulig å bruke c/c 200 på alle fundament i aksene ovenfor.

5. Avstiving av bygget

Byggets avstivning er viktig slikt at konstruksjonen holder seg i stabil likevekt og tåler de vindlastene den er utsatt for.

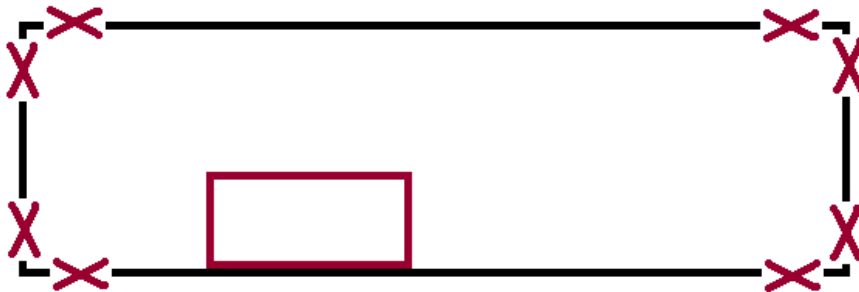
Avstivningen i Aditro kontorbygg gjøres ved hjelp av heis og trappesjakt, og vindkryss.

Heis og trappesjakten er av betong og går gjennom hele bygget. Dette gjør at den tar det meste av kreftene som har noe å si for ustabilitet.

Vindkryssenes største oppgave er å skape likevekt i bygget. Ser vi på Aditro kontorbygg finnes det på de tegninger vi har fått av oppdragsgiver, vindkryss i kortvegger og enden av langveggene i første og andre etasje. Vindkryssene er sveist fast i tynne stålsøyler som er plassert på balkongene. Søylene er gjennomgående i dekke fra topp til bunn i bygget og skal sikre at hulldekkene ikke får vertikal bevegelse.

Kreftene i vindkryssenes stålstag blir tatt opp av de gjennomgående søylene, som så fører lastene videre ned til fundamentene.

I teknisk rom mangler det noe avstiving. Vi tviler på at de områder som ikke berøres av trapp og heissjakt, vil klare både vindlast og last fra skråtak uten avstiving. Derfor bør det plasseres vindkryss på flatt tak og kortsider.



Figur 2: Avstiving i første og andre etasje



Figur 3: Avstiving av tredje etasje

6. Detaljer i bæresystemet

6.1 Gjennomgående søyler eller ikke

Et av våre spørsmål i problemstillingen var om man kunne bruke gjennomgående søyler eller ikke – gjennomgående søyler som bæreelementer for hulldekkene og bjelkene. Eventuelt hvorfor velges det ene fremfor det andre.

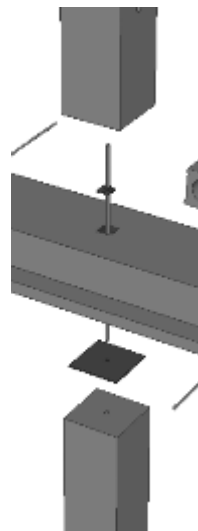
Ved søylevalg er det to viktige aspekter å ta for seg. Det ene er som alltid i byggebransjen: tid og penger. Det andre har med byggets lastbilde.

Gjennomgående søyler er en praktisk søyle med tanke på tid og penger, fordi de kan settes rett opp fra bunn til topp.

Ser vi på ikke - gjennomgående søyler tar monteringen lenger tid. Her må det bygges ”step by step” – bygningselementene må monteres i en bestemt rekkefølge.

Med hensyn på byggets lastbilde, blir valget påvirket av de andre bygningselementene. Dette gjelder spesielt i vårt tilfelle hvor det er brukt lavflensbjelker. Lav flens gir bjelken et stort indre moment, som ikke vil klare de utsparingene som trengs for gjennomgående søyler. Ved bruk av en vanlig bjelke (for eksempel HEA, HEB, IPE) vil ikke det indre momentet være like stort, og gjennomgående søyler er ikke noe problem.

Vi ser altså at i Aditro kontorbygg, er ikke - gjennomgående søyler en nødvendighet på grunn av bjelkevalget. I tillegg har vi ulike dimensjoner på søylene i første og andre etasje, slik at gjennomgående søyler nok en gang blir uaktuelt.



Figur 4: Ikke – gjennomgående søyle festet med bolt i bjelke

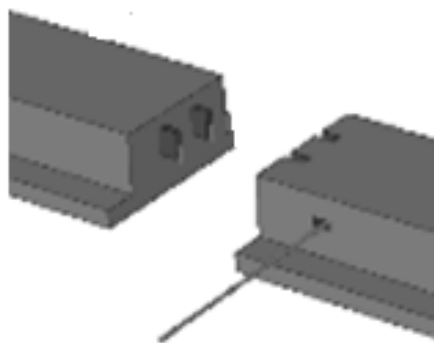
6.2 Plassering av bjelkeskjøt

Bjelker kan skjøtes på flere steder; midt i mellom søyler, over søyler og i nærheten av søyler. I vår problemstilling stiller vi spørsmål om hvordan vi, i vårt bygg bør plassere bjelkeskjøtene.

Ved skjøting over søylene får vi et knutepunkt som må ha en enorm kapasitet, fordi den skal holde både en søyle, et hulldekke og to bjelker. Knutepunktet vil her bli svært sårbart, når skjøter for flere bygningselementer (to søyler og to bjelker) befinner seg på samme plass.

Skjøtes derimot bjelkene i felt (midt i mellom eller i nærheten av søylen), trenger skjøten bare å ha nok kapasitet til et hulldekke og to bjelker. Lasten blir redusert betraktelig, og vi får bare en bygningsdel som skjøtes i hvert knutepunkt.

I Aditro kontorbygg skjøtes derfor lavflensbjelkene midt i mellom stålsøylene, slik at spennet på bjelkene blir 9,6 meter. Det er en avstand mellom søylene på 4,8 meter, og mellom søyle og skjøt på 2,4 meter.



Figur 5: Bjelkeskjøt

6.3 Forbindelse mellom hulldekker og lavflensbjelker.

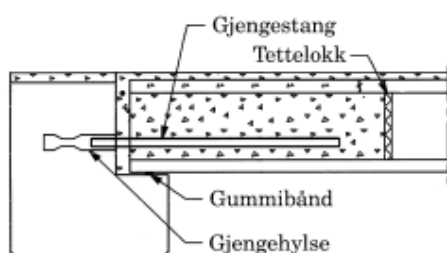
En forbindelse mellom hulldekker og lavflensbjelker kan gjøres på flere måter. Det viktige i valget av festningsmetode, er om skjøten skal være stiv for moment eller ikke. Dette er viktig å vurdere, fordi laster fra dekkeelementer svært ofte angriper sterkt eksentrisk. I tillegg må man se på hva som er enkleste måte monteringsmessig. Om koblingen ikke skal være momentstiv må bjelken dimensjoneres for torsjon.

Den første og vanligste metoden er bruk av gjengestang og fuging. En gjengehylse med gjengestang sitter i bjelken. Hulldekker tres inn på denne, og det fuges igjen rundt stanga. Denne metoden gjør forbindelsen momentstiv, og man trenger ikke dimensjonere lavflensbjelken for torsjon.

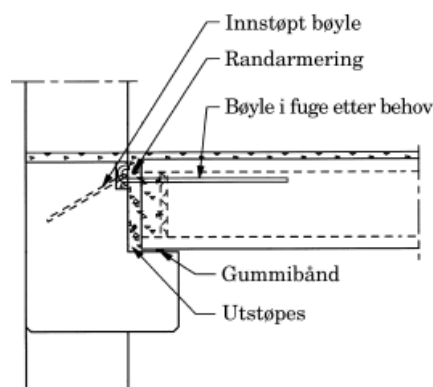
Bruk av bøylearmering i forbindelsen er den andre metoden. Her settes bøylearmering inn i både bjelke og dekke. Deretter kobles de sammen ved hjelp av randarmering og utstøping. Forbindelsen er ikke vridningsforhindret, og det må dimensjoneres for torsjon.

Forutsetning for bruk av denne metoden er at søylene under bjelken overfører torsjon, opptar moment og er fastholdt mot horisontalkrefter.

I Aditro kontorbygg vil vi bruke metoden med gjengestang og fugning. Årsaken til dette er at den er mest brukt, tar kortest tid, og vi vil tro at dette er den mest sikre metoden, siden man unngår vridning på bjelke helt.



Figur 6: Forbindelse med gjengestang



Figur 7: Forbindelse med armering

7. Brannprosjektering

Vårt grunnlag for prosjektering av Aditro kontorbyggs brannsikkerhet er teknisk forskrift med veiledning (TEK/VTEK) og NBI blader. Vi vil konsentrere oss om klassifisering av byggets brann og risikoklasse, passive og aktive brannsikringstiltak. I prosjekteringen tar vi først for oss de krav TEK, VTEK og NBI-blader stiller til kontorbygget, for deretter komme med løsninger som oppfyller kravene.

I vedlegg s. 108 - 109 finnes rømningstegning av bygget.

Passive brannsikringstiltak omfatter: brannteknisk oppdeling, materialbruk i bygningen, bæresystemet og fasade, rømning, tekniske installasjoner, og brannvesenets adgang.

Aktive brannsikringstiltak: Varsling, ventilasjon, sprinkling, ledesystem og slukkeutstyr.

7.1 Brann og risikoklasse

Byggets brann og risikoklasse har stor innvirkning på krav som stilles til bygningen i den videre brannprosjekteringen. Bygningens risiko- og brannklasse finner vi TEK:

Risikoklasse

TEK § 7 – 22, pkt 1:

”Ut fra den risiko en brann kan innebære for skade på liv og helse, inndeles byggverk i risikoklasser som legges til grunn for å bestemme nødvendige tiltak for å sikre rømning ved brann”.

Tabell: Risikoklasser

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

Et kontorbygg har som oftest sporadisk personopphold, våkne og kjente personer og lite brannfarlig aktivitet => Aditro kontorbygg har risikoklasse II.

Brannklasse

TEK § 7 – 22, pkt 2

”Ut fra den konsekvens en brann kan innebære for skade på liv, helse, samfunnsmessige interesser og miljø, inndeles byggverk i brannklasser etter tabell 2 Brannklasser, som legges til grunn for å bestemme byggverkets bæreevne m.v. ved brann”

Tabell: Brannklasser

Brannklasse	Konsekvens
1	Liten
I	Middels
3	Stor
4	Særlig stor

En brann i bygget medfører middels konsekvenser for mennesker og bygg
=> brannklasse II.

I bestemmelsen av brann og risikoklasse har vi også brukt tabeller fra VTEK. Disse finnes i vedlegg s. 102

7.2 Bæreevne og Stabilitet ved brann

I følge TEK § 7 – 23 skal et byggverk og dets bygningselementer utføres slik at det har tilstrekkelig stabilitet i tilfelle brann.

Bestemmelsen av bæresystemets motstandsdyktighet ved brann, avhenger av byggets brannklasse. Tabell 1 i VTEK's § 7 – 23 viser kravet til bæresystemets brannmotstand:

§ 7 – 23 tabell 1 Bærende bygningsdelers brannmotstand avhengig av brannklasse

Bygningsdel	Brannklasse		
	1	2	3
Bærende hovedsystem	R 30 [B 30]	R 60 [B 60]	R 90 A2-s1,d0 [A 90]
Sekundære, bærende bygningsdeler, etasjeskiller som ikke er stabiliserende	R 30 [B 30]	R 60 [B 60]	R 60 A2-s1,d0 [A 60]
Trappeløp	-	R 30 [B 30]	R 30 A2-s1,d0 [A 30]
Bærende bygningsdeler under øverste kjeller	R 60 A2-s1,d0 [A 60]	R 90 A2-s1,d0 [A 90]	R 120 A2-s1,d0 [A 120]
Utvendig trappeløp, beskyttet mot flammepåvirkning og strålevarme	-	R 30 [B 30] eller A2-s1,d0[ubrennbart]	A2-s1,d0 [ubrennbart]

Brannklasse 2 krever at bærende hovedsystem motstår brann uten å kollapse i en tid på 60 minutter (R60). Bygget skal opprettholde sin stabilitet i den tid det tar å rømme bygning.

Løsning i Aditro kontorbygg:

Byggets bæresystem tilfredsstillende brannkravet ved bruk av følgende bærende elementer:

Hulldekker:

Spenncon HD320 – dekker:

Brannmotstand: R60

Spenncon

Bjelker:

Spenncon lavflensbjelkene VLB 550 – 400 x 400:

Brannmotstand: R90

Spenncon

Søylar:

Stålsøylene må brannisoleres slik at de klarer R60 kravet. Innkassing av stålet ved bruk av myke mineralullplater er den enkleste, kjappeste og billigste isoleringsmetoden for Aditro kontorbygg. Mer info om isoleringsmetoden finnes under punkt 8 ”Brannisolering av stålsøylar”.

Trapp og heisjakt:

I følge tabellen ovenfor (tabell 1 i VTEK’s § 7 – 23) er brannkrav R60 gjeldene for sjakter som er bærende elementer. Heis og trappesjakten må derfor dimensjoneres deretter. I Aditro kontorbygg tilfredstilles kravet ved bruk av betongsjakter.

Limtrebjelke i skråtak:

Bjelken må tilfredsstillende R60 kravet. Beregninger i vist i vedlegg s. 63, viser at bjelken klarer kravet uten brannisolering.

7.3 Brannteknisk oppdeling

TEK’s generelle krav til brannteknisk oppdeling er at; ”Byggverk skal oppdeles i brannseksjoner og brannceller slik at brann og røykspredning inne i byggverket reduseres eller hindres, med mindre andre tiltak forebygges slik spredning.”

(TEK § 7 – 24 pkt. 3)

Brannseksjoner

Ved bestemmelse av krav og størrelse på eventuelle brannseksjoner, tar vi utgangspunkt i byggets eierskap, spesifikke brannenergi, etasjenes arealer og tabell 6 i VTEK § 7-24:

Antatt spesifikk brannenergi:	50 – 400 Mj/m ²	NBI: 321.030
Bruttoareal per etasje:	Første etasje:	966m ²
	Andre etasje:	744m ²
	Tredje etasje:	147m ²

§ 7 – 24 tabell 6 Størrelse på brannseksjon

Spesifikk brannenergi MJ/m ²	Største bruttoareal pr. etasje uten seksjonering			
	Normalt	Med brannalarm – anlegg	Med sprinkler - anlegg	Med brann - ventilasjon
Over 400	800	1200	5000	Uegnet
50 – 400	1200	1800	10 000	4000
Over 50	1800	2700	Ubegrenset	10 000

Løsning i Aditro kontorbygg:

Bygget skal brukes av kun et firma, og det skal installeres brannalarm og sprinkelanlegg.

Ut fra etasjenes arealer, byggets spesifikke brannenergi og tabellen overfor ser vi at største bruttoareal pr etasje uten brannseksjonering er 10 000m². I kontorbygget er største etasjeareal 966m². En eier og lite areal pr etasje gjør at brannseksjonering i Aditro kontorbygg ikke er nødvendig.

Brannceller

I Aditro kontorbygg må teknisk rom, heis og trappesjakt, samt rømningsveiene (korridorene) og installasjonssjakter bygges som egne brannceller.

For resten av bygget har vi to alternativer når det gjelder inndeling i brannceller:

- Hver etasje er egne brannceller
- Første og andre etasje er en branncelle.

NBI 321.030 krever at det må installeres sprinkelanlegg i en branncelle større en 800m². I Aditro kontorbygg betyr dette at dersom hver etasje er egen branncelle må det brannseksjoneres i første etasje, fordi arealet her er 966m². Velger vi alternativet hvor første og andre etasje er en branncelle, må vi ha sprinkelanlegg i begge etasjer, men trenger ingen brannseksjonering i bygget.

Vi velger inndelingen der første og andre etasje er en branncelle, fordi dette er mest praktisk, billigst og tar kortest tid. Brannseksjonering er både dyrere, krever mer planlegging og tar lengre tid enn sprinkling. Dessuten får man ved sprinkling av bygg gode fordeler i forbindelse med forsikring av bygget.

Kantinen i første etasje må ikke bygges som egen branncelle (utskilt fra kontorlokalene), men det anbefales på grunn av usikkerhet omkring personantallet den er dimensjonert for. NBI - bladet 31.030 stiller krav om at serveringssteder med areal over 120m², eller beregnet personantall høyere enn 150 personer er egne brannceller. Dessuten kan kantineområdet dersom det blir laget som egen branncelle, også brukes som rømningsvei.

Løsning i Aditro kontorbygg:

Første og andre etasje som en branncelle, teknisk rom, rømningsveier, kantine, installasjonssjakter, og heis og tappesjakt.

Vi vil nå se på to krav som stilles til en branncelle og komme med løsning for hvordan kravene kan oppfylles i Aditro kontorbygg.

1) Branncellebegrensende bygningsdeler:

I en branncelle stilles det krav om at alle bygningsdeler er brannbegrensende, og har et brannkrav deretter. For Aditro kontorbygg gjelder følgende krav hentet fra NBI 321.030

Tabell 621a Nødvendig brannmotstand for branncellebegrensende konstruksjoner.

Brannklasse	Brannmotstand
1	EI 30 (B 30)
2	EI 60 (B30)
3	EI 60 A2-s1,d0 (A 60)

Kontorbyggets brannklasse II pålegger de branncellebegrensende konstruksjonene å ha en brannmotstand på EI 60.

Løsning Aditro kontorbygg:

Gulv og tak:

Etter kontakt med Spenncon AS, vet vi at 320 hulldekkene tilfredsstillter brannkravet EI 60 dersom de fugestøpes. Dette vil si at skjøtene mellom hulldekkene fuges igjen med brannmotstand EI 60.

Flatt taket over teknisk rom i tredje etasje bør utføres med ubrennbar isolasjon og takteking av metallplater. (Tekking tilfredsstillter VTEK's krav til takteking § 7-24.)

For himlingene bør disse være av gipsplater av minimumstykkelse 9,5mm, oppheng med brannmotstand EI 60. Se mer om krav til overflater og gulvbelegg under punkt 7.4 "Materialvalg og utvendig brannspredning"

Vegger:

Disse kan bygges av trestendere med tverrsnitt 48 x 123mm (c/c 600mm), mineralullisolering og panel eller to lag plater. Oppbyggingen av veggen er en preakseptert løsning hentet fra NBI - bladet 524.213.

Dører:

Det generelle kravet til dører og vinduer i en branncelle, er at de har samme brannmotstand som den branncellebegrensende veggen. I Aditro kontorbygg blir førende krav dermed EI 60. Brannkravet til dørene gjelder spesielt i trappesjakten kanten og teknisk rom. I rømningsveiene kan pålagt brannmotstand for dørene reduseres noe. Se punkt 7.7 "Rømning" for mer informasjon.

Brannkravet for dørene gjelder både for dørbladet på døra og karmene rundt.

Vinduer:

Alle vinduer i branncellebegrensende vegg må som for dører, ha samme brannmotstand som veggen. I glassveggen mellom kantineområder og kontorlokaler må derfor vinduene (både glass og karm) ha brannmotstand EI 60, dersom kantinen lages som egen branncelle. Vinduer med to lags glass og 15mm luft i mellom vil tilfredsstillere kravet.

Vinduene i de innvendige hjørnene (Akse D / Akse 37 og Akse D/ Akse 13) har spesifiserte brannkrav på grunn av kort avstand mellom de branncellebegrensende veggene. Følgende brannkrav i VTEK gjelder:

§7-24 Tabell 5 Nødvendig brannmotstand til vinduer i branncellebegrensede vegg for å begrense horisontal brannsmitte.

Utfordring av motstående vinduer i yttervegger		
Innbyrdes plassering	Avstand L i meter mellom vinduer [glassflater]	Nødvendig brannmotstand
Vinduer i innvendige hjørner i BKL 2 og 3	$L < 2,0$	Ett vindu EI 60 eller begge EI 30
	$2,0 < L < 4,0$	Ett vindu E 60 [F60] eller begge E 30 [F30]
	$L > 4,0$	Uspesifisert

Gjennomføringer:

Branntettingen rundt kabler, kanaler og lignende må gjøres med samme brannmotstand, som bygningsdelen de går igjennom. I Aditro kontorbygg kan Roockwools Conlit brannfugemasse av akryl brukes som branntetting. Det er svært viktig at branntettingen utføres av kvalifisert fagfolk, og at disse merker tettingene med godkjenningssmerke.

Heis og trappe og installasjonssjakter

Heis og trappesjakten er av betong og har derfor høy nok brannmotstand til at de vil oppfylle kravene som branncellebegrensende bygningsdeler. Installasjonssjaktene må bygges av ubrennbar materiale, for eksempel gips og stål. Av praktiske og plassbesparende hensyn, bør de plasseres i tilknytning til heis og trappesjakten.

2) Utgang fra branncelle:

TEK § 7 – 27 pkt 3 pålegger en branncelle å ha minst en rømningsvei til

- sikkert sted, eller
- rømningsvei som har to alternative retninger til forskjellige rømningsveier eller sikre steder

Løsning i Aditro kontorbygg:

Kravet tilfredstilles ved at det i første etasje kan rømmes ut hovedinngang, branntrapper, balkonger og en ekstra dør i kantinen. I andre etasje gir branntroppene i hver ende av korridorene mulighet for rømning i to retninger. I teknisk rom (tredje etasje) sikrer ekstra dør ut på tak sikker rømning. I utgangspunktet er denne rømningsveien god nok, da det ikke utføres vanlig arbeid i teknisk rom. Men bruk av dør ut til tak, forutsetter at brannvesen er tilstede før overtenning. Derfor mener vi byggets trappesjakt også bør være en mulighet.

7.4 Materialvalg og utvendig brannspredning

Materialvalg:

Ved valg av materialer skal det i følge TEK § 7 – 24 pkt. 2 velges materialer og overflater som ikke gir uakseptable bidrag til brannutvikling.

Vi bruker tabeller i VTEK og NBI 530.335 som retningslinje for materialvalgene i bygningen. (VTEK's tabell 1A i § 7- 24 og NBI – bladets tabell 42 finnes i vedlegg s. 103)

Overflater:

Ut fra de krav som stilles i tabellen fra VTEK, vil vi anbefale at det brukes følgende materialer i Aditro kontorbygg:

1) Kledninger:

Brannkrav er som for øvrige flater i bygget, men de må kunne beskytte seg selv mot antennelse i 10 minutter. (Brannkrav i K₂10 i tabell 1A i § 7 – 42, VTEK)

2) Overflater i rømningsveier (korridorer, trappesjakt og branntrapp):

De bør være av gips eller brannhemmende sponplater. (EU – klasse B eller bedre).

3) Overflater i brannceller som ikke er rømningsveier:

(Teknisk rom, kantine, første og andre etasje)

- Tre, tapet på gips, vanlig gips mineralull eller brannhemmende sponplater på overflater inntil 200m². (EU- klasse D og bedre)
- Brannhemmende sponplater eller gips på overflater over 200m². (EU – klasse B og bedre)

4) Himling:

Brannkrav er EU – klasse A2. Det bør derfor brukes mineralull eller gipskartong. I hulrommene over himling må overflatene har samme brannkrav like de andre overflatene i rommet.

5) Sjakter og hulrom:

EU – klasse A2. Det bør brukes mineralull eller gipskartong.

Gulv:

VTEK's overflatekrav til gulv i rømningsveier er EU- klasse D eller bedre. Dermed kan treparkett være et gunstig materialvalg. Et annet forslag uavhengig av EU- klasser er tepper av 80 % ull. Ull er lite brennbart og et godt brannforebyggende materiale.

Inventar:

Ved valg av byggets inventar anbefaler vi bruk av stoffer med høy densitet og tykkelse, fordi disse brenner saktere enn tynne og lette tekstiler. For eksempel er tykke og tunge gardiner gode brannforebyggende tiltak. Skumplast er et stoff som bør unngås da dette er svært brannfarlig.

Utvendig brannsmitte:

Byggets fasade bør bygges slik at sjansen for utvendig brannspredning reduseres.

I Aditro kontorbygg kan det gjøres på følgende måte:

- Fasaden i andre etasje bygges med brannmotstand E30 slik at brannspredning reduseres, dersom det brenner i første etasje eller teknisk rom.
(VTEK § 7 – 24 pkt 3)
- Kledning bør være i euroklasse D eller bedre.
(gips, tre, brannhemmet sponplate eller glass med brannmotstand)

7.5 Tekniske installasjoner

VTEK stiller krav om at alle tekniske installasjoner skal utføres slik at de ikke vesentlig øker faren for at brann oppstår eller sprer seg. I tillegg skal alle installasjoner som har en funksjon under brann, være slik at deres funksjon opprettholdes best mulig gjennom brannforløpet. (VTEK § 7 – 24 pkt 4)

Utstyr som brukes under brann (i Aditro kontorbygg: brannalarmanlegg, ledelys og sprinkelanlegg) og byggets ventilasjons - og elektriske anlegg, er de viktigste områdene i brannprosjektering på teknisk utstyr.

Ventilasjons - og elektrisk anlegg som går mellom etasjene bør legges i egne installasjonssjaker bygget som brannceller. (Se punkt 7.3 for info om krav stilt til brannceller). Dette gjør ettermontering enklere, og det blir færre gjennomføringer å tette. Det trengs ikke tetting mellom rørene i sjakten, dersom gjennomføringene inn til sjakten har godkjent branntetting (EI 60 - branncellebegrenset bygningsdel).

Elektrisk anlegg:

Alle installasjoner som føres gjennom branncellebegrensende bygningsdeler må utføres slik at bygningselementenes brannmotstand ikke reduseres. Kabler kan kun legges bak nedforet himling eller i rømningsveienes hulrom. Dersom de har liten brannenergi mindre enn 50MJ pr løpemeter. Eller himlingen har brannmotstand lik de branncellebegrensende bygningsdelene. Er kablene av høy brannenergi må de brannisoleres.

Ventilasjonsanlegg:

Anlegget må tettes godt og isoleres med isolasjon av minst brannklasse PII, slik at man unngår varmeledning fra kanalgodset. I tillegg bør det være spjeld med brannklasse EI 60 ved gjennomføringer gjennom branncellebegrensende bygningsdeler. Anlegget må bygges i ubrennbart materiale og det bør være egne kanaler i hver branncelle. Kjøkkenvifta i kantinen bør ha fettfilter, og avtrekkskanalene må være enkle å rengjøre slik at lettantennelig fett fjernes enkelt. Ventilasjonsskanalenes oppheng skal ha samme brannmotstand som de branncellebegrensende bygningsdelene. I tillegg må det under brannforløpet, være sikker drift på tilluft og avtrekksiden. (NBI 520. 342)

Brannalarmanlegg, nødlys, sprinkelanlegg:

Disse anleggene må ha kontinuerlig strømtilførsel også under brann. Strømkablene må derfor brannisoleres. Dette kan gjøres med betong og en overdekning på minst 30mm. Det stilles krav om at spenningen opprettholdes i 60 minutter under brann for bygg i risikoklasse 2 (VTEK § 7 – 24)

7.6 Brannvarsling, røykventilasjon, Sprinkler og ledesystem

Krav til brannvarsling, røykventilasjon, sprinkler og ledesystem i Aditro kontorbygg finner vi i VTEK § 7 – 27 tabell 1:

§ 7 – 27 tabell 1 Aktuelle tiltak for forskjellige bygg/risikoklasser

Risikoklasse	Røykvarsel	Brannalarm	Røykventilasjon	Sprinkler	Ledesystem
1		(●)	(●)	(●)	(●)
2		(●)	(●)	(●)	(●)
3	●	(●)	(●)	(●)	(●)
4	●	(●)	(●)	(●)	(●)
5		●	(●)	(●)	●
6		●	(●)	(●)	●

● Tiltak er nødvendig for å ivareta kravene i teknisk forskrift til sikkerhet

(●) Tiltaket er nødvendig i enkelte bygninger for å ivareta kravene i teknisk forskrift til sikkerhet

Brann og røykvarsling

Aditro kontorbygg har stort personantall og som en følge av dette, krever VTEK§7 – 27 at det installeres brannvarslingssystem som raskt gir informasjon om brann.

Løsning Aditro kontorbygg:

Vi anbefaler at det installeres et system som er tilkoblet brannvesenet i Gran kommune, og som har sporingsfunksjon slik at en eventuell brann oppdages tidlig. VTEK stiller ingen krav til kategori på brannalarmene for bygg i risikoklasse II, valg av brannalarmtype er derfor valgfritt. Det er viktig at røykdetektor plasseres både under og i himlingenes hulrom, slik at varsling starter tidlig dersom det er røykutvikling over himling.

Røykventilasjon

VTEK stiller krav om at trapperom som rømningsveier i bygg, med mer en to etasjer må røykventileres. Aditro kontorbygg har tre etasjer, og trappesjaktene er planlagte rømningsveier. Kravet blir dermed gjeldene.

Løsning i Aditro Kontorbygg:

Røykventilasjon bør gjøres ved trykksetting (mekanisk røykventilasjon) i trapperommene. Vi velger denne metoden fremfor termisk røykventilasjon, da den er mindre avhengig av vindtrykk og oppdrift. I mekanisk røykventilasjon er det brannvifter som suger røyken ut av trapperommet. Installasjonssjaktene bør også røykventileres.

Sprinkler

Krav om spinkelanlegg gjelder for bygninger i risikoklasse 1, 2, 4, og 5 med brannceller over flere plan. (VTEK § 7 – 27).

Løsning i Aditro Kontorbygg:

Aditro kontorbygg har risikoklasse II og brannceller over flere plan slik at sprinkleranlegg må installeres. Det kan velges mellom våt eller tørr – rørsystem og vanntåkeanlegg.

For Aditro kontorbygg vil vi anbefale våtanlegg hvor systemet har kontinuerlig vanntrykk klar for utløsning til enhver tid. Dette er tilfredsstillende nok i et kontorbygg med lite brennbar arbeid og materiale. I forbindelse med installering må det bestemmes en fareklasse for bygningen. I Aditro kontorbygg vil denne være OH (ordinær risiko for brann), se vedlegg s. 104 med fareklassetabell fra NBI 550.361. Fareklassen stiller enkelte krav til sprinkelanlegget:

- Maks areal per sprinkelhode: 12 m²
- Maks tillatt avstand mellom hvert sprinkelhode: 4 meter
- Maks avstand mellom vegg og sprinkelhode: halvparten av valgte lengde mellom hodene.

Som vannkilde bør byggets hovedvannkilde brukes (Antagelig vannverkets hovedvannkilde til området). Det må monteres stenge og alarmventiler som sikrer utløsning, og gjør reparasjoner mulig. Rør bør ligge over himling siden dette er finest designmessig. Sprinkelhode monteres under himling, men ikke lavere enn 30 cm ved brennbar himling og 45 cm ved ubrennbar. (krav fra NBI 550.361)

Ledesystem

Ledesystemet i Aditro kontorbygg må fungere i minst 60 minutter ved alle redningsassisterte operasjoner (VTEK § 7 – 27). Minimumskrav til installert ledesystem er synlig linjemerking og merkede utgangsdører. (NBI 321.038)

Løsning i Aditro kontorbygg:

Linjemerking kan gjøres ved bruk av linjebelysning eller selvlystende striper i gulv, på gulvlister eller i vegg. På vegg plasseres merkingen en meter opp fra gulvet. Selvlysende striper i gulv passer godt som merking på trappetrinn. Linjebelysningen kan være tent til en hver tid, eller aktiviseres ved brannalarm.

Vi antar at aktivisering ved brannalarm er greit nok i et kontorbygg hvor folk er kjent med omgivelsene. All linjemerking må ende ved en merket utgangsdør. Som merking på utgangsdører anbefaler vi markeringsskilt. Disse plasseres minimum to meter over gulvnivå.

I tillegg til de overnevnte punktene må det i hver etasje og ved hovedinngang finnes branntegninger som viser klassifiserte brannvegger, dører, slukkeutstyr, rømningsveier og nødlys. (VTEK § 7 – 28)



Figur 8: Markeringsskilt

7.7 Slokking

TEK's generelle krav til slokking av brann, er at det i alle byggverk skal være tilrettelagt for effektiv slokking, tilstrekkelig nok slökkemiddel og brannslukkingsutstyr (TEK § 7 -25, pkt 1 og 2).

I Aditro kontorbygg er det krav om enten håndslukkingsapparat eller brannslange som rekker inn i alle rom. (VTEK § 7 – 25)

Løsning i Aditro kontorbygg:

Vi anbefaler bruk av brannslange som hovedslukkingsapparat i bygget. Årsaken er stor rekkevidde og fastmontert utstyr som hindrer at slangen blir flyttet eller tatt. Ønskes supplement bør det brukes skumapparat fremfor pulver. Skum medfører mindre ødeleggelser enn pulver, spesielt på teknisk anlegg hvor pulver trenger inn de fleste steder, og vanskeliggjør rengjøringen etter bruk på små branner. I tillegg vil et brannteppe i kantinekjøkkenet vil være gunstig ved en eventuell kjelebrann.

Alt slokkeutstyr bør plasseres i nærheten eller i rømningsveiene. Brannslangen i trappesjakten er et unntak på grunn av mulig røykspredning fra åpne trappedør, dersom denne slangen brukes i korridorene. Lengden på brannslangen bør ikke overstige 30 meter da dette vanskeliggjør håndtering.

7.8 Rømning

Rømningsveier

TEK § 7 – 27 pkt 4;” Rømningsvei skal på oversiktlig og lettfattelig måte føre til sikkert sted. Den skal være utført som egen branncelle tilrettelagt for rask og effektiv rømning.”

I Aditro kontorbygg bør hovedinngang, korridorer, branntrapper og trappesjakten midt i bygget brukes som rømningsveier ut til sikkert sted. Som supplement kan balkong og vinduer i første etasje også brukes.

VTEK stiller både generelle og spesifikke krav til de ulike rømningsveiene. Her er en oversikt over de viktigste:

1) Dimensjonering og bygging av rømningsvei:

- Alle rømningsveiene må bygges som egne brannceller.
- Ved dimensjonering må det tas hensyn til rømning fra flere etasjer samtidig.

2) Fluktveienes bredde og lengde:

VTEK's krav (jfr. § 7- 27) til rømningsveiers bredde og lengde i Aditro kontorbygg er:

- Ved dimensjonering av bredde regner vi 1cm pr person i fri bredde, og 100 personer per etasje. => minste pålagte bredde for rømningsveiene er en meter.
- I kantineområde kreves det 1,2m i fri bredde, på grunn av stort personantall.
- Maks tillatt avstand fra branncellens dør til nærmeste trapp eller utgang er 30m.
- Maks tillatt avstand fra et valgt sted i branncellen til nærmeste utgang/dør er 50m, j.fr VTEK's tabell 4 i § 7 – 27:

§ 7 – 27 tabell 4 Lengste vei fra et valgt sted i en branncelle til nærmeste utgang

Risikoklasse	Maksimal lengde (m) på fluktvei
1 og 2	50
3 og 5	30
6	25

3) Dører i rømningsveiene:

I TEK og VTEK stiller § 7 – 27 en rekke krav til dører i rømningsveiene:

Brannmotstand:

Jamfør tabell 4 i VTEK's § 7 – 24 stilles følgende krav til brannmotstand i dører i og til rømningsvei:

VTEK § 7 – 24 tabell 4 Brannmotstand til dør til og i rømningsvei

Dørplassering	Brannklasse	
	1	2 og 3
Branncelle – trapperom Tr 1	EI ₂ 30 - CS _a [B 30 S]	EI ₂ 30 - CS _a [B 30 S]
Korridor – trapperom Tr 1	E 30 – CS _a [F 30 S]	E 30 - CS_a [F 30 S]
Mellomliggende rom – trapperom Tr 3	-	EI ₂ 60 - CS _a [B 60 S]
Garasje – brannsluse	EI ₂ 60 - CS _a [B 60 S]	EI ₂ 60 - CS _a [B 60 S]
Branncelle – korridor	EI ₂ 30 – S _a [B 30]	EI₂ 30 – S_a [B 30]
Korridor – det fri (i kombinasjon med trapperom Tr 3)	-	EI ₂ 30 – S _a [B 30]

C = Krav om selvlukkende dør (dørpumpe) Sa = Dersom døra ikke er klassifisert for røyk tetthet, må det monteres terskel og tettelister på alle sider, slik at tilstrekkelig røyk tetthet oppnås.

Løsning Aditro Kontorbygg:

Brannkrav til dører i og til rømningsvei er E 30. Forslag til dør kan være en dør oppbygd av heltre med en plate av aluminium i midten, og brannhemmende stoff i åpningene.(www.glassportal.no)

Slagretning:

Alle dører skal slå utover i rømningsvei. Unntak finnes dersom branncellen er beregnet for lavt personantall (ca 10 pers), i disse tilfeller kan døren slå innover.

Løsning Aditro kontorbygg:

I kontorbygget kan dørene slå innover i kontorer, bøttekott, lager og lignende på grunn av lite personantall. Alle andre steder må de slå ut i rømningsvei.

Dørbredde:

Påkrevd dørbredde i og til rømningsveiene er som ellers i rømningsveiene 1 meter.

Låsesystem:

TEK § 7 – 27 pkt 4 stiller krav om at dører i rømningsveier skal være lette å åpne uten bruk av nøkkel. I branntrapper, heis og trappesjakt bør låsesystemet være på en slik måte at det er mulig å vende tilbake, om rømningsveiene er blokkert. De bør være selvlukkende og vanligvis holdes i lukket stilling. Dette vil hindre røykspredning om folk glemmer å lukke døra. (VTEK § 7 – 27)

3) Rekkverk i rømningsveier:

Rekkverk og håndlister må ikke stikke ut mer en 0,1 meter fra veggen. (VTEK § 7 - 27)

4) Heis som rømningsvei:

Heis kan ikke brukes som rømningsvei, og skal stoppe ved utløsning av brannalarm. (TEK § 7 – 27 pkt 4 og VTEK § 7 – 27)

5) Trappesjakter som rømningsvei:

For sikker rømning pålegges Aditro kontorbygg å ha minst to trapperom av typen Tr 1. Jamfør tabell 6 i VTEK § 7 – 27:

VTEK § 7 – 27 tabell 6 Bygninger må ha minst to trapperom som angitt i tabellen

Risikoklasse	Etasjer	
	≤ 8	>8
1	Tr 1	Tr 3
I	Tr 1	Tr 3
3	Tr 2	Tr 3
4	Tr 1	Tr 3
5	Tr 2	Tr 3
6	Tr 2	Tr 3

Løsning i Aditro kontorbygg:

Rømningsveiene i hver ende av bygget er Tr 1 trapperom (Dør til trapperom fører direkte ut til trappa), og sikrer dermed at krav til trappesjakter som rømningsvei er oppfylt.

I tillegg er hovedtrappesjakten et trapperom av typen Tr 2. Skal denne trappesjakten brukes som godkjent rømningsvei, slik vi anbefalte under punktet 7.3 – 2 ”Utgang fra brannceller”, bør det settes inn dører i 1. Etasje (mot kantinen). Slik at sjakten blir en lukket branncelle og dermed sikker rømningsvei.

Ut fra de tegninger vi har mottatt fra oppdragsgiver har ikke sjakten ekstra dører, og kan dermed ikke klassifiseres som rømningsvei. I vår brannprosjektering anbefaler vi å lage rømningsvei her, fordi folk ofte går på vane i stressende situasjoner, slik en brann kan være. De vil dermed gå ut der de kom inn isteden for å bruke rømningsveiene.

6) Balkong som rømningsvei:

Ved bruk av balkong som rømningsvei stilles det krav om at avstand fra balkongrekkverkets topp til sikker grunn er maksimum fem meter.

Løsning i Aditro kontorbygg:

Balkongen står på terreng i første etasje, slik at kravet tilfredstilles.

7) Vindu som rømningsvei:

Dersom vinduene i første etasje skal brukes som rømningsvei må de ikke plasseres i en avstand høyere enn fem meter fra vinduets underkant til planert terreng. Sum av høyde og bredde må være minimum 1,5meter. Vinduene bør være sidehengslet og lette å åpne.

8) Rømning fra kantineområdet:

I kantineområde må det være minst to utganger til rømningsvei på grunn av stort personantall (TEK § 7 – 27 pkt 3).

Løsning i Aditro kontorbygg:

Kravet til rømningsveien tilfredstilles ved bruk av hovedinngang og en ekstra dør.

9) Korridorer som rømningsvei:

Byggets korridorer er hovedrømningsveier for personer i første og andre etasje. Siden det er branntrapper i hver ende, og mulighet for rømning begge veier. Stiller TEK § 7 – 27 pkt 2 krav om at korridorene må deles opp i enheter, slik at røyk og branngasser ikke blokkerer begge retninger samtidig.

Løsning i Aditro kontorbygg:

Kravet kan oppfylles ved å plassere en dør med brannmotstand E 30 midt i korridorene.

Rømningstid

TEK § 7 – 27” Byggverk skal utformes og utføres for rask og sikker rømning. Den tiden som er tilgjengelig for rømning, skal være større enn den tiden som er nødvendig for rømning fra byggverket. Det skal legges inn en tilfredsstillende sikkerhetsmargin”

For Aditro kontorbygg er det regnet nødvendig rømningstid ved rømning gjennom:

- Branndører ut til branntrapp i første etasje
- Branntrapper i andre etasje.

Vi har ikke beregnet rømningstid for rømning fra teknisk rom eller kantineområdet. I teknisk rom foregår ingen varig arbeid slik at sannsynlighet for rømning fra dette stedet er liten. I kantineområdet anser vi dørbredde i hovedinngang som store nok, og avstand til dørene så små, at forsvarlig rømning ikke vil være et problem. Vi ser derfor ikke disse rømningstidsberegning som en nødvendighet for brannprosjekteringen av bygget.

I beregningene er det hentet data fra ulike tabeller i NBI- bladet 520.385. Tabellene og rømningstidsberegningene finnes i vedlegg s. 104 - 107

Forutsetninger tatt i rømningstidsberegningene:

- Personantall som skal rømme 100 personer Antatt
- Avstand fra punkt midt i kontorlokalet (1. og 2. etasje) 30 meter Tegning
- Oppdagelses/ deteksjonstid ved brann i bygget: 1,5 minutter Antatt
- Reaksjonstid ved brann i bygget 1 minutt Tabell 421
- Ganghastighet horisontalt (lav persontetthet) 1,3 m/s Tabell 551
- Ganghastighet ned trapp (lav persontetthet) 0,75 m/s Tabell 551
- Sikkerhetsmargin 4 minutter Antatt
- Dørbredde (min. krav for dører til og i rømningsvei) 1 meter Punkt 7.8 – 3
- Antar at ingen personer i bygget har nedsatt funksjonsevne.
- Trappesjakt midt i bygget er røyklagt, slik at den ikke kan brukes som rømningsvei.
- Ved beregning antar vi at alle de 100 personene i hver etasje skal rømme fra samme sted og bruke samme rømningsvei.

Rømning fra første etasje ved bruk av dør nederst i branntrapp / balkongdører

Det antas av folk må gjennom en dør (branndør/ balkongdør) ved rømning fra punkt midt i kontorlokalene.

Nødvendig rømningstid ved bruk av dør nederst i branntrapp: 8 min og 24 sekunder

Rømning fra andre etasje ved bruk av branntrapper:

Det antas at folk må ut gjennom to dører på vei ut til sikkert sted. Dette er dør fra kontor til korridor, og dør fra korridor til branntrapp.

Nødvendig rømningstid ved bruk av branntrapper: 7 min og 51 sekunder

Vurdering av rømningstidene:

Vi ser at rømningstidene i første etasje er noe lengre enn i andre etasje. Dette kommer av at folk i andre etasje skal gjennom to dører på vei ut, og dørkapasiteten blir større. I denne etasje spres folk på to dører, slik at det mest sannsynlig blir en mer jevn strøm. Enn i første etasje hvor alle skal gjennom en dør samtidig. Noe som vil gjøre plassen i døren trangere.

Vi har satt 100 personer som brannscenario. Antagelig kan rømningstidene være noe mindre i virkeligheten, da det finnes flere rømningsveier enn brukt i beregningene, og folk vil spre seg på disse. I våre beregninger er det tatt forutsetning om at alle 100 rømmer fra samme sted og bruker samme rømningsvei.

7.9 Tilrettelegging for rednings og slökkemannskap

For tilrettelegging for rednings og slökkemannskap stilles bygget følgende krav:

”Ethvert byggverk skal plasseres og utformes slik at rednings og slökkemannskap, med nødvendig utstyr har brukbar tilgjengelighet til og fra byggverket ved rednings og sløkkearbeid. Byggverk skal tilrettelegges slik at en brann lett kan lokaliseres og bekjempes.” (TEK § 7 – 28)

Løsning i Aditro kontorbygg:

For oppfyllelse av kravene anbefaler vi:

- Bruk av parkeringsplass som oppstillings og ankomstplass for brannvesen. Tegning av oppstillingsplass i forhold til bygget, se vedlegg s. 110
- Det bør finnes en universalnøkkel i alle rom, slik at brannvesenet ikke taper tid ved lokalisering av brannen.
- Alle hulrom og installasjonssjakter bør gjøres lett tilgjengelig ved bruk av luker.

8. Brannisolering av stålsøyler

Innpakking av bærende stålsøyler er svært viktig for å hindre bæresystem i å kollapse ved en eventuell brann. Hovedgrunnen til isoleringen, er at stålkonstruksjoner i seg selv, kun klarer å motstå brann i 10 – 15 minutter, før det oppstår deformasjoner og/eller sammenbrudd. Noe som i de fleste bygg vil være alt for kort tid i forhold til de brannkravene som kreves.

Vi vil nå ta for oss ulike brannisoleringsmetoder, for så å finne den mest anvendelige isoleringen til søylene i Aditro kontorbygg, slik at de tilfredsstiller sitt brannkrav på R60.

Flere firmaer produserer brannisoleringsprodukter for stålsøyler. I vårt arbeid har vi tatt kontakt med Firesafe AS. En av Norges største totalleverandør innen brannsikring, brannrådgivning og tegning.

De mest brukte metodene er bruk av ulike plater som inneholder brannhemmende stoffer, og brannmaling. I tillegg ser vi på mindre brukte måter som innstøping av betong og vannsystemer.

8.1 Gipsplater

Innpakking av stålsøyler i gipsplater er svært anvendelig med hensyn på brannforebygging, da de inneholder store mengder vann og er svært varmeisolerende. Når gipsen varmes opp, fordamper vannet og det bindes energi. Ved brann vil gipsen på denne måten stjele energi brannen trenger for å utvikle seg. I tillegg til dette, vil gipsen være varmeisolerende for bakenforliggende bygningselementer.

Gips brukes mer som kledning uten på annen isolering, enn som hovedisolering fordi platene krever mye plass og tar lang tid å montere. Gipsplatene kan ikke festes rett på stålet på grunn av varmeutvidning.

Tynnplateprofiler og selvgjengende skurer brukes ved montering, og antall plater montert utenpå hverandre, bestemmer oppnådd brannmotstand.

8.2 Steinullplater

Steinullplater er plater bestående av ull, en blanding av den vulkanske bergarten Diabas og kalkstein. Disse platene blir mye brukt i byggverk fordi de har gode egenskaper som varme- og lydisolasjon, i tillegg til høy brannmotstand.

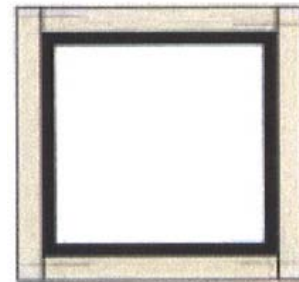
Steinullplater er gunstige å bruke som brannisolasjon på stålsøyler fordi de er formstabile ved varme, har høy smeltetemperatur (1000°C), og ikke avgir giftige gasser under brann. De mest brukte platene har en densitet på 140 – 300 kg/m³ og isolasjonstykkelse bestemmer oppnådd brannmotstand.

Platene er billige og raske å montere. De bør brukes på søyler som ikke skal være synlig, og ved montering bør søylene kasses inn, i stede for isolering av steg og flens hver for seg. Isoleringsmetoden må vurderes i hvert enkelt tilfelle, men innkassing vil føre til lavere profilfaktor på stålet, som igjen gir mulighet for bruk av mindre isoleringstykkelser.

Ved montering til søyler brukes det fastsveisende isolasjonspinner eller spesial lim.



Figur 9: Stålsøyle pakket inn i steinullplater på 4 sider



Figur 10: Stålsøyle innpakket i hardpressede plater på 4 sider

8.3 Hardpressede plater

Hardpressede plater er basert på steinull og tilsatt ulike tilsetninger. Av tilsetninger brukes blant annet leire og den vulkanske glassbergarten Perlitt.

Vanlig densitet for platene er mellom 420 til 460 kg/m³. Antall platelag bestemmer isolasjonstykkelse og oppnådde brannmotstand.

Platene er noe dyrere enn mineralullplater, men kan til gjengjeld brukes som synlig bygningselementer, fordi overflaten levers ferdigbehandlet og klar for maling.

Montering er rask og skjer ved fastsveisede pinner, skruer eller stifter.

8.4 Brannmaling

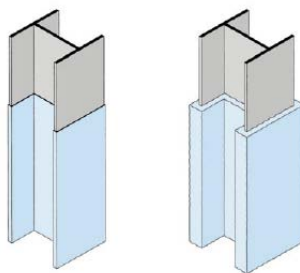
Brannmaling er en kostbar og tidkrevende metode, men smart dersom stålsøylene er synlige.

Malingen fungerer ved at det med varmeutvikling på stålet (ca. 200°C), utvikles et skum som sinker stålets temperaturøkning. Ved høyere temperatur forkulles skummet, men isoleringsevnen varer likevel opp til 900°C.

Forutsetninger for bruk av brannmaling er at stålsøylen er synlig og står i tørt miljø. Høy fuktighet reduserer brannbeskyttelsen kraftig. Synligheten er nødvendig dersom malingens isoleringsevne skal fungere på planlagt måte.

Det finnes flere typer brannmaling; vannbasert for bruk innvendig og løsemiddelbasert for utvendig bruk. Innvendig maling dekker brannkrav R30 til R 60, mens utvendig brukes for høyere brannkrav.

Ved skader på brannmalingen kan den males på nytt, og brannmotstanden vil være som den opprinnelige.



Figur 11: Brannmaling på søyler

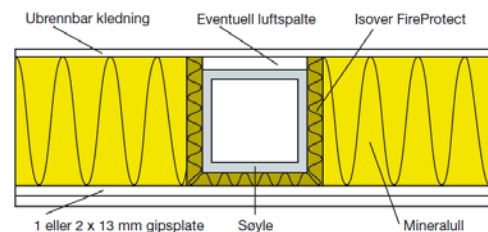
8.5 Innstøpt betong og vannfylte systemer

Brannisolering med innstøpt betong og vannfylte systemer er svært lite brukt i Norge. I korthet går prinsippet ut på å fylle HUP - profilens hulrom med vann eller betong.

Ved bruk av betong blir stålet mer en forskaling enn bærende element, fordi betongen armeres. I vannsystemer må vannet tilsettes frostvæske dersom søylen står utvendig. I tillegg må vannet sirkulere slik at fordamping unngås.

8.6 Brannisolering – Aditro kontorbygg

Tegninger fra oppdragsgiver viser synlige søyler, men i vårt prosjekt hvor det er prosjektert med kvadratiske søyler i bæresystemet, vil vi isteden skjule søylene i ytterveggene. Dette gir mulighet for 4-sidig brannisolering, som er den sikreste metode for å hindre brannpåvirkning på stålsøyler.



Figur 12: Skjult søyle i yttervegg

Etter kontakt med Firesafe AS vet vi at søylenes brannkrav også tilfredstilles med kun 3 siders isolering og gipskledning utenpå. Vi regner her med at gipsen gir bidrag slik at kravet oppnås.

Vi velger likevel 4-sidig isolering, da dette sikrer at hele søylen isoleres av kvalifisert fagfolk. Og man slipper i ettertid å bli usikker på hvem (ved 3-sidig isolering vil det være to aktører; snekker og kvalifisert brannetter, som kler inn søylen) som står ansvarlig for søylenes brannetting dersom huset brenner.

I Aditro kontorbygg velger vi mineralullplater som brannisolering. Vi anbefaler bruk av mineralullplater fremfor harde plater og brannmaling, fordi de er billigere, raskere å montere og tar lite plass.

Ut fra diagrammer og tabeller vi fikk etter besøk hos Firesafe AS, (beregninger og tabeller finnes i vedlegg s. 107) kan følgende mineralulltykkelser brukes i Aditro kontorbygg:

Ved beregninger er det tatt forutsetning om full kapasitetsutnyttelse av stålet i bruksgrensetilstand og brannkrav R 60. Profilmotoren er utregnet etter metode i Harald Fallsen's kompendium "Dimensjonering av stålkonstruksjoner etter NS 3472".

Løsning i Aditro kontorbygg:

Søyler	Profilmotoren (m^2/m^3)	Tykkelse på isolasjon (mm) Avhengig av stålets profilfaktor
Andre etasje:		
100 x 100 x 6	173	25
100 x 100 x 8	132	20
100 x 100 x 4	257	35
50 x 50 x 4	264	35
Første etasje:		
100 x 100 x 10	107	20
140 x 140 x 8	130	20
100 x 100 x 6,3	166	25
80 x 80 x 4	258	35

9. Konklusjon

Prosjektrapporten Aditro kontorbygg er vårt avsluttende hovedprosjekt ved bygg - konstruksjonslinjen på høgskolen i Gjøvik. I prosjektet satte vi oss som mål å få bruke den kunnskap vi har tilegnet oss gjennom tre års studier på bygg, og få et innblikk i en konstruktørs hverdag.

Vi mener at vi har nådd målet, og er i dag svært fornøyde med den ferdige prosjektrapporten.

I prosjektet tok vi for oss dimensjonering av bæresystem, brannprosjektering og brannisolering av stålsøyler.

Bæresystemet mener vi ut fra de beregninger vi har gjort, er godt dimensjonert og kanskje noe overdimensjonert. Dette kommer av at vi ikke har sett på noe form for økonomi i byggeprosjektet. Underveis har vi også vært opptatt av fleksibilitet for byggherre, og forbygging av feil og mangler som med stor sannsynlighet vil komme under byggingen. Disse to faktorene kan også være årsak til et noe overdimensjonert bæresystem.

Brannprosjekteringen som er gjort i prosjektet har hatt grunnlag i teknisk forskrift med veiledning og NBI – blader, som i Norge er de mest brukte rettingslinjene på dette fagområdet. Det finnes mange løsninger innen brannsikring av bygninger. Vi har valgt å gjøre ting på vår måte, men vet samtidig at alternative metoder finnes. Det viktigste er at man tilfredsstillter gjeldene brannkrav til en hver tid.

Teamet brannisolering av stålsøyler dukket opp etter diskusjon med oppdragsgiver og nysgjerrighet hos oss studenter. Etter undersøkning av forskjellige metoder og kontakt med Firesafe AS, mener vi å ha funnet den billigste, raskeste og sikreste metoden for brannisolering av stålsøylene i Aditro kontorbygg.

Gruppearbeidet har fungert utmerket, og vi har lært masse. Gjennom prosjektet har vi klart å jobbe jevnt og trutt, være grundige, og begge studenter har lagt ned like mye innsats.

Den største lærdom er vel at vi nå forstår hvordan valg av ulike bygningselementer i bæresystemet påvirker hverandre, og at god planlegging er nøkkelen til et vellykket byggeprosjekt.

10. Kildeliste

Bæresystem

- Siv. ing. Jon Hopp og siv. ing. Sven Alexander.(2005) Betongelementboken – Bind B. Produksjon: SB Grafisk. Asker
- Siv. ing Sven Alexander. (2006) Betongelementboken – Bind C. Produksjon: SB Grafisk. Asker
- Øistein Vollen.(2006) Mekanikk for ingeniører. Statikk og fasthetslære. Utgiver: NKI Forlaget. Bekkestua
- Harald Fallsen.(2008) Kompendium i dimensjonering av trekonstruksjoner etter NS 3470 – 1 5. Utgave juli 1999
- Harald Fallsen.(2008) Kompendium i dimensjonering av betongkonstruksjoner etter NS 3473 6. Utgave sept. 2003
- Harald Fallsen.(2008) Kompendium i dimensjonering av stålkonstruksjoner etter NS 3472 3. Utgave sept.2001
- NS 3490:2004 Prosjektering av konstruksjoner – Krav til pålitelighet
- NS 3491 – 1:1998 [Prosjektering av konstruksjoner - Dimensjonerende laster - Del 1: Egenlaster og nyttelaster](#)
- NS 3491-3:2001 [Prosjektering av konstruksjoner - Dimensjonerende laster - Del 3: Snølaster](#)
- NS 3491 – 4:2002 [Prosjektering av konstruksjoner - Dimensjonerende laster - Del 4: Vindlaster](#)
- Betongelementboken [online]
URL: <http://www.betongelement.no/betongbok/default.asp> (15.02.09)
- Hulldekke. I: Spenncon. [online]
<http://www.spenncon.no/informasjon.asp?meny=6,196,305,306,327#Dimensjonering> (30.01.09)
- NBI 471.041 Snølast på tak. Dimensjonerende laster. I: Sintef Byggforsk. [online] URL:
<http://bks.byggforsk.no/DocumentView.aspx?sectionId=2&documentId=216> (11.02.09)

- NBI 471.031 Egenlaster for bygningsmaterialer, byggevarer og bygningsdeler. I: Sintef Byggforsk. [online]
URL: <http://bks.byggforsk.no/DocumentView.aspx?sectionId=2&nodeId=244&level=2&documentId=215> (11.02.09)
- NBI 471.043 Vindlaster på bygninger. I: Sintef Byggforsk. [online]
URL: <http://bks.byggforsk.no/DocumentView.aspx?sectionId=2&nodeId=244&level=2&documentId=3118> (11.02.09)
- NBI 471.051 Snølast på glasstak. I: Sintef Byggforsk. [online]
URL: <http://bks.byggforsk.no/DocumentView.aspx?sectionId=2&nodeId=244&level=2&documentId=217> (11.02.09)
- NBI 521.011 Valg av fundamentering og konstruksjoner mot grunnen. I: Sintef Byggforsk. [online]
URL: <http://bks.byggforsk.no/DocumentView.aspx?sectionId=2&nodeId=367&level=2&documentId=327> (11.02.09)
- NBI 522.874 Dekke av armert betong understøttet av søyler. Dimensjonering og utførelse. I: Sintef Byggforsk. [online]
URL: <http://bks.byggforsk.no/DocumentView.aspx?sectionId=2&documentId=345> (11.02.09)
- NBI 522.881 Dekker av betong- og lettbetongelementer. I: Sintef Byggforsk. [online] URL: <http://bks.byggforsk.no/DocumentView.aspx?sectionId=2&documentId=346> (11.02.09)
- NBI 520.120 Planlegging av betongelementbygg. I: Sintef Byggforsk. [online] URL: <http://bks.byggforsk.no/DocumentView.aspx?sectionId=2&docNumber=520120> (11.02.09)
- NBI 700.125 Skader på bygninger fra rystelser. Forebygging I: Sintef Byggforsk [online] URL: <http://bks.byggforsk.no/DocumentView.aspx?sectionId=2&documentId=1545> (14.05.09)

Brann

- Knut Jonas Espedal.(2002) Bygningsfysikk. Byggenæringens Forlag AS. Lillestrøm
- Tekniske forskrifter og teknisk forskrifter med veiledning
URL: <http://www.be.no/beweb/regler/regeltop.html> (30.04.09)
- NBI 520.335 Brann og løs innredning. I: Sintef Byggforsk [online] URL:
<http://bks.byggforsk.no/DocumentView.aspx?sectionId=2&documentId=3234>
(03.05.09)
- NBI 321.038 Ledesystem for rømning. I: Sintef Byggforsk [online] URL:
<http://bks.byggforsk.no/DocumentView.aspx?sectionId=2&documentId=3116>
(04.05.09)
- NBI 321.044 Tilrettelegging, utstyr og øvelse for manuell brannslukking. I: Sintef Byggforsk [online] URL:
<http://bks.byggforsk.no/DocumentView.aspx?sectionId=2&documentId=3113>
(04.05.09)
- NBI 520.380 Røykkontroll i bygninger. I: Sintef Byggforsk [online] URL:
<http://bks.byggforsk.no/DocumentView.aspx?sectionId=2&documentId=321>
(05.05.09)
- NBI 321.036 Rømning fra bygninger ved brann. I: Sintef Byggforsk [online] URL:
<http://bks.byggforsk.no/DocumentView.aspx?sectionId=2&documentId=80>
(06.05.09)
- 524.213 Innvendige skillevegger av tre. I: Sintef Byggforsk [online] URL:
<http://bks.byggforsk.no/DocumentView.aspx?sectionId=2&documentId=373>
(06.05.09)
- NBI 520.385 Nødvendig rømningstid ved brann. I: Sintef Byggforsk [online] URL:
<http://bks.byggforsk.no/DocumentView.aspx?sectionId=2&documentId=322>
(07.05.09)
- Conlit Brannfugemasse Akryl. I: Rockwool AS [online]
URL:<http://guiden.rockwool.no/produkter/passiv-brannsikring/conlit-brannfugemasse-akryl> (03.05.09)
- Pulverapparat, klasse ABC/BC/D. I: Trygg og Sikker AS [online]
URL: <http://www.tryggogsikker.no/html/93.html> (05.05.09)

- NBI 520.342 Gjennomføringer i brannskiller I: Sintef Byggforsk [online] URL: <http://bks.byggforsk.no/DocumentView.aspx?sectionId=2&documentId=316> (15.05.09)
- Vindusleverandøren H- vindu. Pr Telefon. URL: <http://h-vinduet.com/> (10.05.09)
- NBI 321.030 Brann teknisk oppdeling av bygninger I: Sintef Byggforsk [online] URL: <http://bks.byggforsk.no/DocumentView.aspx?sectionId=2&documentId=79> (02.05.09)
- NBI 550.361 Sprinkleranlegg I: Sintef Byggforsk [online] URL: <http://bks.byggforsk.no/DocumentView.aspx?sectionId=2&documentId=510> (19.05.09)
- NBI 543.613 Nedforet himlig I: Sintef Byggforsk [online] URL: <http://bks.byggforsk.no/DocumentView.aspx?sectionId=2&documentId=494> (19.05.09)
- Icopal Takbok I: Icopal [online] URL: <http://www.icopal.no/upload/icopalno/takboka/takbok1.pdf> (22.05.09)
- Glassportal.no I: Glass og fasadeforeningen [online] URL: <http://www.glassportal.no/doerer.77009.no.html> (22.05.09)

Brannisolasjon for stålsøyler

- Brannisolering av stål. I: Rockwool AS [online] URL: http://guiden.rockwool.no/media/17610/conlit_brosjyre_2000.pdf (....)
- Brannsikring av stålsøyler og – bjelker I: Norgips AS [online] URL: <http://www.norgips.no/prosjektering/brannsikring> (07.05.09)
- NBI 520.315 Brannmotstand i Stålkonstruksjoner. I: Sintef Byggforsk [online] URL: <http://bks.byggforsk.no/DocumentView.aspx?sectionId=2&documentId=314> (05.05.09)
- Brannbeskyttelse. I: Firesafe AS [online] URL: http://www.firesafe.no/entreprenor_Brannbeskyttelse.asp (13.05.09)

Figurer:

Figur 1: Lavflensbjelker – www.spenncon.no

Figur 2: Byggets avstiving, 1. og 2. etasje – Selvtegnnet

Figur 3: Byggets avstiving, 3. etasje – Selvtegnnet

Figur 4: Ikke – gjennomgående søyle festet med bolt til bjelke – www.spenncon.no

Figur 5: Bjelkeskjøt – www.spenncon.no

Figur 6: Forbindelse med gjengestang – www.spenncon.no

Figur 7: Forbindelse med armering – www.spenncon.no

Figur 8: Markeringskilt – NBI – blad: 321.038

Figur 9: Stålsøyle pakket inn i steinullplater på 4 sider – www.firesafe.no

Figur 10: Stålsøyle innpakket i hardpressede plater - www.firesafe.no

Figur 11: Brannmaling på søyler – www.firesafe.no

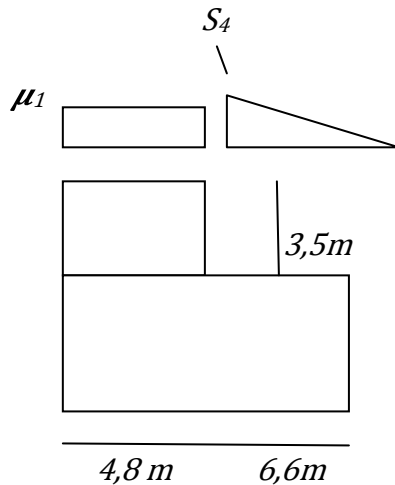
Figur 12: Søyle skjult i yttervegg – www.firesafe.no

11. Vedlegg

Navn	Sidetall	Antall sider
11.1 Beregninger		
Dimensjonerende snølast på flatt – tak og øverste hulldekke	55	1
Dimensjonerende vindlast – flatt – tak	56	1
Skråtakets lengde	57	1
Dimensjonerende vindlast – skråtak	58	1
Dimensjonerende vindlast – øverste dekke	59	1
Dimensjonering av skråtak og trykkstaver	60	7
Dimensjonering av ståltau	67	1
Dimensjonering av fundament - skråtak	68	3
Branndimensjonering av limtrebjelke	71	1
Dimensjonering av øverste dekke	72	3
Dimensjonering av nederste dekke	75	1
Dimensjonering av søyler	76	16
Dimensjonering av fundament – søyler	92	9
11.2 Tabeller og diagrammer		
Spenncons kapasitetsdiagram for hulldekker	101	0,5
Spenncons tabell for bjelkedimensjoner	101	0,5
Brann og risikoklasse i VTEK	102	1
Brannkrav til overflater og kledninger	103	1
Fareklasser og Sprinkelanlegg	104	0,5
Rømningsstidsberegninger	104	2,5
Mineralulltykkelse på stålsøyler	107	1
11.3 Tegninger		
Rømningsplan - første etasje	108	1
Rømningsplan – andre etasje	109	1
Situasjonsplan med rømningsvei og oppstillingsplass for brannvesen	110	1
11.4 Forprosjekt	111	9
11.5 Prosjektavtale	121	2
11.6 Logg	123	8

11.1 Beregninger

Dimensjonerende snølast på flatt tak og øverste hulldekke



Snølast Gran kommune: 4,0 kN/m² (NBI 471.041)
Formfaktor: 0,8 (NS 3491-1)

$$S = \mu \cdot Sk = 0,8 \cdot 4 = 3,2 \text{ kN/m}^2 \text{ (dimensjonerende snølast - flatt tak)}$$

$$\mu_4 = \mu_s + \mu_\omega$$

$$\mu_\omega = \frac{b+b_1}{2 \cdot h} \leq \frac{\gamma_s \cdot h}{Sk}$$

$$\mu_\omega = \frac{4,8 + 6,6}{2 \cdot 3,5} = 1,6 \leq \frac{2 \cdot 3,5}{4} = 1,75$$

$$\mu_\omega = 1,75$$

$$\mu_s = 0, \text{ fordi } \alpha \leq 15^\circ\text{C}$$

$$\mu_4 = 1,75$$


$$S_4 = \mu_4 \cdot Sk = 1,75 \cdot 4 = 7 \text{ kN/m}^2 \text{ (dimensjonerende snølast - øverste hulldekke)}$$

$$S_1 = \mu + (S_4 - \mu) \cdot \frac{1}{5} = 3,2 + (7 - 3,2) \cdot \frac{1}{5} = 3,96 \text{ kN/m}^2$$

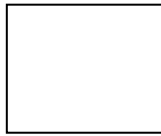
Lengde av snøfonn:

$$l_s = 2 \cdot h = 2 \cdot 3,2 = 7 \text{ m}, \quad 5 \leq 7 \leq 15$$

Dimensjonerende vindlast – Flatt tak



$$3,2 \text{ kN/m}^2$$



$$v_{ref} = 22 \text{ m/s (NBI 471.043)}$$

$$z = 3,5 \text{ m}$$

$$K_{\omega} = 1,11$$

$$q_{kast} = K_{\omega} \cdot v_{ref}^2 = 1,11 \cdot 22^2 = 532,4 \text{ N/m} = 0,53 \text{ kN/m}^2$$

$$e = 2 \cdot h = 2 \cdot 3,5 = 7 \text{ m}$$

Sone F:

$$C_{pe10} = -1,8$$

$$W_f = -1,8 \cdot 0,53 = -0,95 \text{ kN/m}^2$$

Sone G:

$$C_{pe10} = -1,2$$

$$W_f = -1,2 \cdot 0,53 = -0,64 \text{ kN/m}^2$$

Sone H:

$$C_{pe10} = -0,7$$

$$W_f = -0,7 \cdot 0,53 = -0,37 \text{ kN/m}^2$$

Sone I:

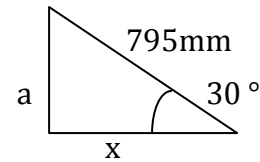
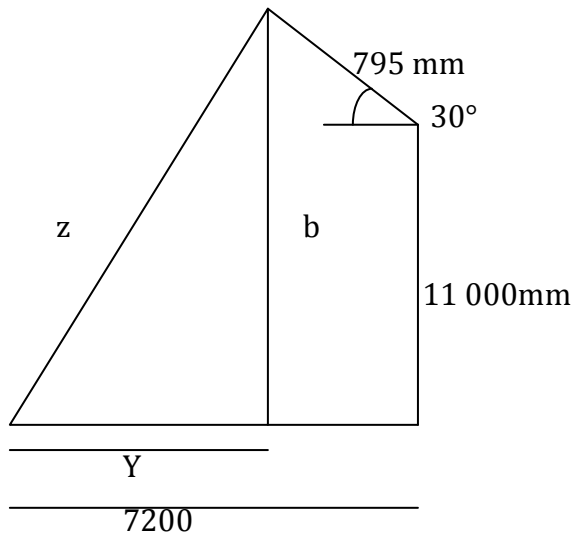
$$C_{pe10} = \pm 0,2$$

$$W_f = \pm 0,2 \cdot 0,53 = \pm 0,1 \text{ kN/m}^2$$

Karakteristisk vindlast:

$$q_f = -0,64 \cdot 0,53 \cdot 1,5 = -0,51 \text{ kN/m}^2$$

Skråtakets lengde



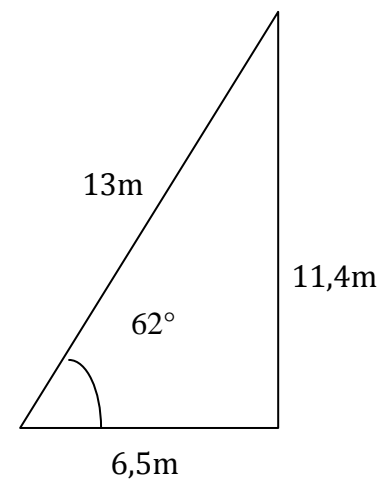
$$\sin 30^\circ = \frac{a}{795} \quad a = 398 \text{ mm}$$

$$\cos 30^\circ = \frac{x}{795} \quad x = 689 \text{ mm}$$

$$b = 11000 + 398 = 11398 \text{ mm} = 11,4 \text{ m}$$

$$y = 7200 - 689 = 6511 \text{ mm} = 6,5 \text{ m}$$

$$z = \sqrt{(11389^2 + 6511^2)} = 13126 \text{ mm} = 13 \text{ m}$$



Dimensjonerende vindlast - Skråtak

Terrengruhet II (NS 3491-4:2002)

$v_{ref} = 22 \text{ m/s}$ (NBI 471.043)

$z = 11,4 \text{ m}$

$K\omega = 1,52$ (NS 3491-4:2002)

$q_{kast} = K\omega \cdot v_{ref}^2 = 1,52 \cdot 22^2 = 735,7 \text{ N/m} = 0,736 \text{ kN/m}^2$

Utvendig vindlast:

$$\frac{h}{d} = 1$$

Sone D:

$C_{pe10} = 0,8$, fordi $A > 10 \text{ m}^2$

$C_{pi} = 0,3$

$$W_e = (C_{pe} + C_{pi}) \cdot q_{kast} \cdot 1,5 = (0,8 + 0,3) \cdot 0,7 \cdot 1,5 = 1,155 \text{ kN/m}^2$$

(utvendig vindlast)

Innvendig vindlast:

Sone E:

$C_{pe10} = -0,5$

$C_{pi} = -0,3$

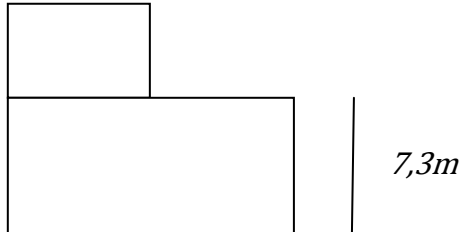
$$W_i = (C_{pe} + C_{pi}) \cdot q_{kast} \cdot 1,5 = (-0,5 + 0,3) \cdot 0,7 \cdot 1,5 = -0,105 \text{ kN/m}^2$$

(Innvendig vindlast)

$$q = 1,155 + (-0,5 \cdot 0,6 \cdot 1,2 \cdot 0,5) = \underline{1,335 \text{ kN/m}^2}$$

$$q = 0,84 + (-0,5 \cdot 0,6 \cdot 0,5) = \underline{0,69 \text{ kN/m}^2}$$

Dimensjonerende vindlast – øverste dekke



$$v_{ref} = 22 \text{ m/s (NBI : 471.043)}$$

$$z = 7,3 \text{ m}$$

$$K_{\omega} = 1,34 \text{ (NS 3491-4:2002)}$$

$$q_{kast} = K_{\omega} \cdot v_{ref}^2 = 1,34 \cdot 22^2 = 648,6 \text{ N/m} = 0,69 \text{ kN/m}^2$$

Sone F:

$$C_{pe10} = -1,8$$

$$W_f = -1,8 \cdot 0,69 = -1,24 \text{ kN/m}^2$$

Sone G:

$$C_{pe10} = -1,2$$

$$W_f = -1,2 \cdot 0,69 = -0,83 \text{ kN/m}^2$$

Sone H:

$$C_{pe10} = -0,7$$

$$W_f = -0,7 \cdot 0,69 = -0,48 \text{ kN/m}^2$$

Sone I:

$$C_{pe10} = \pm 0,2$$

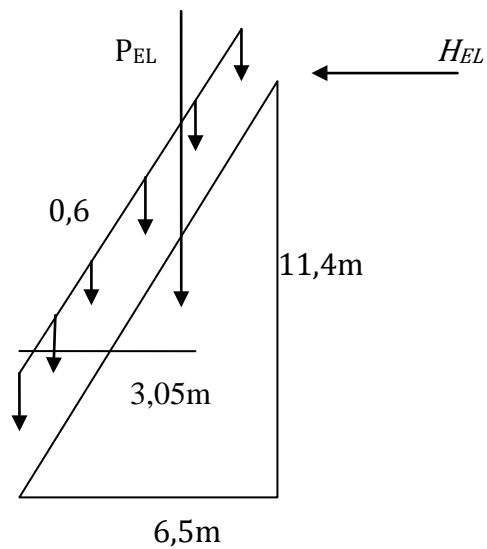
$$W_f = \pm 0,2 \cdot 0,69 = \pm 0,14 \text{ kN/m}^2$$

Karakteristisk vindlast:

$$q_f = -0,83 \cdot 0,69 \cdot 1,5 = -0,86 \text{ kN/m}^2$$

Dimensjonering av skråtak og trykkstaver

Laster på skråtak på grunn av EL:



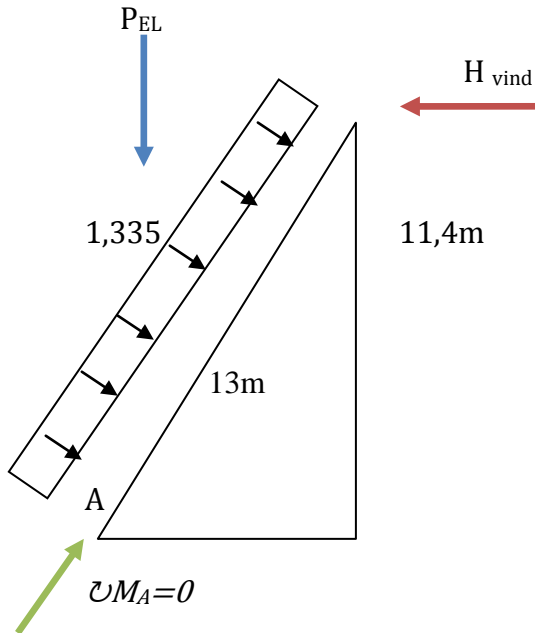
$$P_{EL} = 0,6 \cdot 13 \cdot 1,2 \cdot 4,8 = 45 \text{ kN}$$

$$\mathcal{M}_A = 0$$

$$P_{EL} \cdot l - H_{EL} \cdot 11,4 = 0$$

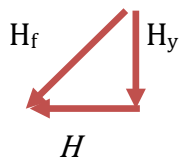
$$H_{EL} = \underline{12 \text{ kN}}$$

Laster på grunn av vind (trykk):



$$4,8 \cdot 13 \cdot 1,335 \cdot 6,5 - H_{vind} \cdot 11,4 = 0, \quad H_{vind} = \underline{47,5kN}$$

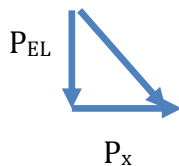
$$H = H_{EL} + H_{vind} = 12 + 47,5 = \underline{60kN}$$



$$H = 60kN$$

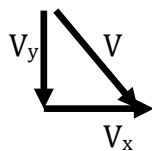
$$H_y = \tan 28^\circ \cdot 60 = 31,9kN \quad (\text{Dimensjonerende last fra skråtak til søyler})$$

$$H_f = \sqrt{(60^2 + 31,9^2)} = 68kN$$



$$P_{EL} = 45kN$$

$$P_x = \frac{45}{\tan 62^\circ} = 24kN$$



$$V_{vind} = 1,335 \cdot 13 = 17,355kN$$

$$V_y = \sin 62^\circ \cdot 17,355 = 15,3kN$$

$$V_x = \cos 62^\circ \cdot 17,355 = 8,15kN$$

$$\sum F_y = 0$$

$$A_y - V_y - P_{EL} - H_y = 0$$

$$A_y = 15,3 + 45 + 31,9$$

$$A_y = \underline{92,2kN}$$

$$\sum F_x = 0$$

$$A_x + V_x + P_x - H = 0$$

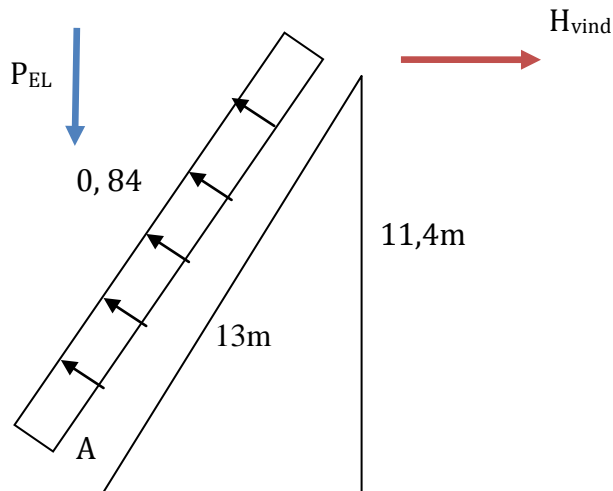
$$A_x = -8,15 - 24 + 60$$

$$A_x = \underline{27,85kN}$$

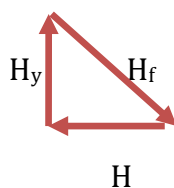
(92,2kN er dimensjonerende last på fundament - skråtak)

$$A = \sqrt{(92,2^2 + 27,85^2)} = \underline{96,3kN}$$

Laster på grunn av vind (sug)



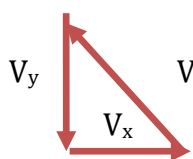
$$\begin{aligned} \sum M_A &= 0 \\ 0,84 \cdot 13 \cdot 6,5 \cdot 4,8 + H_{vind} \cdot 11,4 &= 0 \\ H_{vind} &= -29,9 \text{ kN} \\ H &= H_{EL} + H_{vind} = 12 + 29,9 = 41,9 \text{ kN} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} H &= 41,9 \text{ kN} \\ H_y &= \tan 28^\circ \cdot 41,9 = 22,27 \text{ kN} \\ H_f &= \sqrt{(41,9^2 + 22,3^2)} = 47,5 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$P_{EL} = 45 \text{ kN}$$

$$P_x = 24 \text{ kN}$$



$$\begin{aligned} V_{vind} &= 0,84 \cdot 13 = 10,92 \text{ kN} \\ V_y &= \sin 62^\circ \cdot 10,92 = 9,6 \text{ kN} \\ V_x &= \cos 62^\circ \cdot 10,92 = 5,13 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\sum F_y = 0$$

$$A_y - V_y - P_{EL} + H_y = 0$$

$$A_y = 9,6 + 45 - 22,3 = 0$$

$$A_y = 32,2 \text{ kN}$$

$$\sum F_x = 0$$

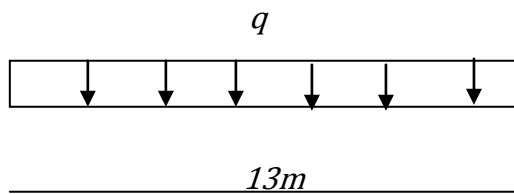
$$A_x + V_x + H + P_x = 0$$

$$A_x = -5,13 + 41,9 - 24 = 0$$

$$A_x = 12,77 \text{ kN}$$

$$A = \sqrt{(32,2^2 + 12,77^2)} = 35 \text{ kN}$$

Dimensjonering av limtrebjelke (trykk)



$$GL = 36C$$

$$\gamma_m = 1,1$$

Klimaklasse I (NS 3470 - 1)

Lastv. kl C (vind) $\Rightarrow K_{mod} = 1,0$

$$q = (1,1 \cdot 0,7 \cdot 1,5 + 0,5 \cdot 0,6 \cdot 1,2 \cdot 0,5) \cdot 4,8 = \underline{6,4 \text{ kN/m}}$$

$$M_f = \frac{1}{8} q \cdot l^2 = \frac{1}{8} \cdot 6,4 \cdot 13^2 = 135,2 \text{ kNm}$$

$$V_f = q \cdot \frac{l}{2} = 6,4 \cdot \frac{13}{2} = 41,6 \text{ kN}$$

$$f_{md} = f_{mk} \cdot \frac{K_{mod}}{\gamma_m} = 36 \cdot \frac{1,0}{1,1} = 32,73 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{vd} = f_{vk} \cdot \frac{K_{mod}}{\gamma_m} = 3 \cdot \frac{1,0}{1,1} = 2,73 \text{ N/mm}^2$$

$$W_{min} = \frac{M_f}{f_{md}} = \frac{135,2 \cdot 10^6}{32,73} = 4130,8 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$A_{min} = \frac{3}{2} \cdot \frac{V_f}{f_{vd}} = \frac{3}{2} \cdot \frac{41,6 \cdot 10^3}{2,73} = 22857 \text{ mm}^2$$

Bruk 190 x 450

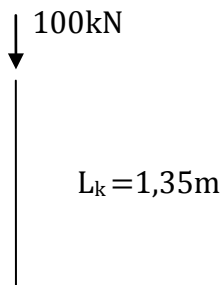
$$W_y = 6412,5 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$A = 85\,500 \text{ mm}^2$$

Dimensjonering av trykkstav (trykk)

$$M_f = \frac{1}{8} \cdot q \cdot l^2 = \frac{1}{8} \cdot 6,4 \cdot 13^2 = 135,2 \text{ kNm}$$

$$T = \frac{M}{z} = \frac{135,2 \cdot 10^6}{1350} = 100148 \text{ N} = 100 \text{ kN}$$



GL 36C

Klimaklasse I (NS 3470 - 1)

m_γ = 1,1

$$f_{cod} = 29 \cdot \frac{1,0}{1,1} = 26,36 \text{ N/mm}^2$$

Prøv b=90mm

$$\lambda = \frac{Lk}{i} = \frac{1350}{0,289 \cdot 90} = 52$$

NS 3470 - 1, Tabell 21

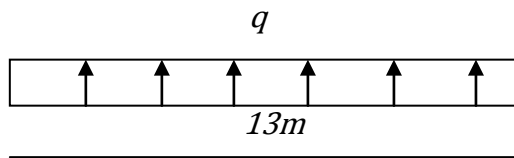
k_λ = 0,74

$$A_{min} = \frac{N_f}{k_{\lambda} \cdot f_{cod}} = \frac{100\ 000}{0,74 \cdot 26,36} = 5126,5 \text{ mm}^2$$

Bruk 90 x 90

A = 8100 mm²

Dimensjonering av limtrebjelke (sug)



$$GL = 36C$$

$$Y_m = 1,1$$

Klimaklasse I (NS 3470 - 1)

Lastv. kl C (vind) $\Rightarrow K_{mod} = 1,0$

$$q = (0,84 \cdot 0,7 \cdot 1,5 + 0,5 \cdot 0,6 \cdot 0,5) \cdot 4,8 = \underline{3,5 \text{ kN/m}}$$

$$M_f = \frac{1}{8} q \cdot l^2 = \frac{1}{8} \cdot 3,5 \cdot 13^2 = 74 \text{ kNm}$$

$$V_f = q \cdot \frac{l}{2} = 3,5 \cdot \frac{13}{2} = 22,75 \text{ kN}$$

$$f_{md} = f_{mk} \cdot \frac{K_{mod}}{Y_m} = 36 \cdot \frac{1,0}{1,1} = 32,73 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{vd} = f_{vk} \cdot \frac{K_{mod}}{Y_m} = 3 \cdot \frac{1,0}{1,1} = 2,73 \text{ N/mm}^2$$

$$W_{min} = \frac{M_f}{f_{md}} = \frac{74 \cdot 10^6}{32,73} = 2260,9 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$A_{min} = \frac{3}{2} \cdot \frac{V_f}{f_{vd}} = \frac{3}{2} \cdot \frac{22,75 \cdot 10^3}{2,73} = 12500 \text{ mm}^2$$

Bruk 190 x 270

$$W_y = 2308,5 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

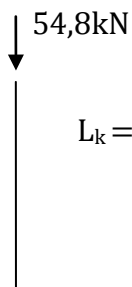
$$A = 51\,300 \text{ mm}^2$$

Bruker limtrebjelke 190 x 450 som ble utregnet under punkt "Dimensjonering av limtrebjelke (trykk)", da denne tåler både trykk og sug.

Dimensjonering av trykkstav (sug)

$$M_f = \frac{1}{8} \cdot q \cdot l^2 = \frac{1}{8} \cdot 3,5 \cdot 13^2 = 74 \text{ kNm}$$

$$T = \frac{M}{z} = \frac{74 \cdot 10^6}{1350} = 54800 \text{ N} = 54,8 \text{ kN}$$



GL 36C

Klimaklasse I (NS 3470 - 1)

m_γ = 1,1

$$f_{cod} = 29 \cdot \frac{1,0}{1,1} = 26,36 \text{ N/mm}^2$$

Prøv b=90mm

$$\lambda = \frac{L_k}{i} = \frac{1350}{0,289 \cdot 90} = 52$$

NS 3470 - 1, Tabell 21

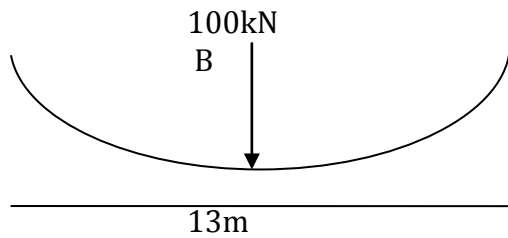
k_λ = 0,74

$$A_{min} = \frac{N_f}{k_{\lambda} \cdot f_{cod}} = \frac{54\,800}{0,74 \cdot 26,36} = 2809,3 \text{ mm}^2$$

Bruk 90 x 90

A = 8100 mm²

Dimensjonering av ståltau



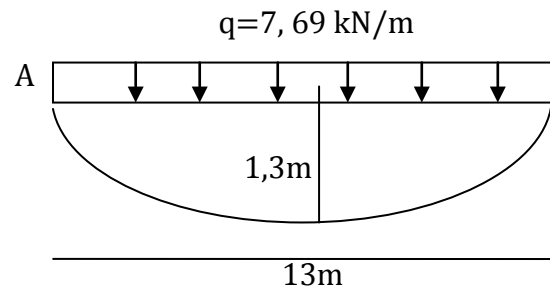
$$q = \frac{100}{13} = 7,69 \text{ kN/m}$$

$$\sum M_B = 0$$

$$A_y \cdot l - q \cdot l \cdot \frac{l}{2} = 0$$

$$A_y \cdot 13 - 7,69 \cdot \frac{13^2}{2} = 0$$

$$A_y = 49,98 \text{ kN}$$



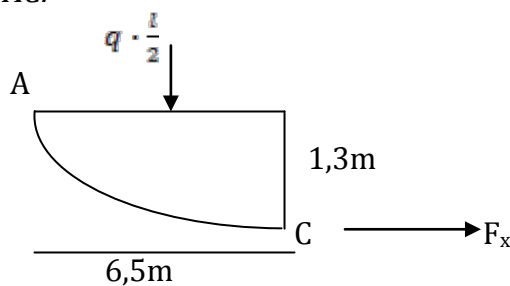
$$\sum F_y = 0$$

$$B_y + A_y - q \cdot l = 0$$

$$B_y + 52 - 7,69 \cdot 13 = 0$$

$$B_y = 47,97 \text{ kN}$$

Delen AC:



$$\sum M_C = 0$$

$$-F_x \cdot p + A_y \cdot \frac{l}{2} - q \cdot \frac{l}{2} \cdot \frac{l}{4} = 0$$

$$-F_x \cdot 1,3 + 49,98 \cdot \frac{13}{2} - 7,69 \cdot \frac{13}{2} \cdot \frac{13}{4} = 0$$

$$F_x = \frac{324,87 - 162,45}{1,3} = 124,9 \text{ kN}$$

Prøv d=30

$$F_x < S_d$$

S 355 og $\gamma_m = 1,1$

$$S_d = \frac{355}{1,1} \cdot 707 = 228,2 \text{ kN}$$

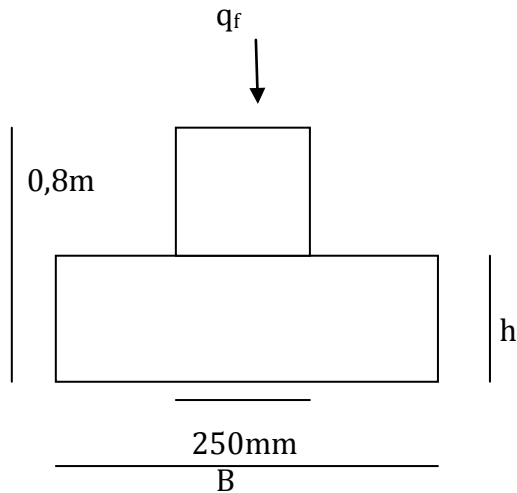
707 m² areal i d = 30, (Stål Håndbok Del 1:2008)

$$124,9 \text{ kN} < 228,2 \text{ kN}$$

O.K

Bruk d=30

Dimensjonering av fundament - Skråtak



Eksponeringskl. XC 2

Betongkvalitet B 35

Armeringskl: B500C

Maks. grunntrykk: $\sigma_d = 350 \text{ kN/m}^2$

$e = 50 \text{ mm}$

$$N_f = 92,2 \text{ kN (Beregning, se side 53)}$$

Dimensjonerende last på fundament:

$$q_f = \frac{N_f}{l} = \frac{92,2 \text{ kN}}{0,25 \text{ m}} = 368,8 \text{ kN/m}$$

$$\frac{q_f}{B} + 24 \cdot 0,8 \cdot 1,2 \leq 350$$

$$\frac{368,8}{B} = 350 - 23,04 = 326,96$$

$$B = 1,12 \text{ m}$$

Bruk fundament 1,2m

Dimensjonerende grunntrykk - spenning:

$$\sigma_{nf} = \frac{q_f}{B} = \frac{368,8}{1,2} = 307,3 \text{ kN/m}^2$$

$$M_f = \sigma_{nf} \cdot \frac{0,475^2}{2} = 34,67 \text{ kNm/m}$$

$$h_{\min} \geq \frac{a}{3,5} = \frac{475}{3,5} = 135,7 \text{ mm}$$

Prøv $h = 300 \text{ mm}$

$$d = 300 - (50 + 1,25 \cdot 8) = 240 \text{ mm}$$

$$m = \frac{Mf}{f_{cd} \cdot b \cdot d^2} = \frac{34,67 \cdot 10^6}{19,5 \cdot 1000 \cdot 240^2} = 0,03$$

$$A_s = \frac{Mf}{f_{sd} \cdot (1 - 0,6m) \cdot d} = \frac{34,67 \cdot 10^6}{400 \cdot (1 - 0,6 \cdot 0,03) \cdot 240} = 367,76 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Prøv h=300mm med \varnothing 10 c/c 200mm $A_s = 393 \text{ mm}^2/\text{m}$

Kontroll av skjær:

$$V_f = \sigma_{nf} \cdot (a - d) = 307,3 \cdot (0,475 - 0,24) = 72,2 \text{ kN/m}$$

$$V_{\text{kap}} = 0,3 (f_{td} \cdot b \cdot d + 71,43 \cdot A_s) \cdot k_v \\ = 0,3(1,43 \cdot 1000 \cdot 240 + 71,43 \cdot 393) \cdot (1,5 - 0,24)$$

$$V_{\text{kap}} = \underline{140 \text{ kN}} > \underline{72,2 \text{ kN}} \quad \text{O.K.}$$

Kontroll av rissvidder:

$$M_{\text{bruk}} = \frac{Mf}{\gamma_f} = \frac{34,67}{1,3} = 26,7 \text{ kNm/m}$$

$$W_k = S_{rk} \cdot (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} - \epsilon_{cs})$$

$$S_{rk} = 1,7 \cdot \left[c + 0,597 \cdot \frac{S_b \cdot e}{\varphi} \left(1 - \frac{1,25 \cdot e}{h - \alpha \cdot d} \right) \right]$$

$$S_{rk} = 1,7 \cdot \left[50 + 0,597 \cdot \frac{200 \cdot 60}{10} \left(1 - \frac{1,25 \cdot 60}{300 - 0,4 \cdot 240} \right) \right] = 855 \text{ mm}$$

$$S_{rk} = 855 \text{ mm} > 2(h - \alpha \cdot d) = 2(300 - 0,4 \cdot 240) = \underline{408 \text{ mm}}$$

$$\epsilon_{sm} = 0,6 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{M_{\text{bruk}}}{A_s \cdot d} = 0,6 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{26,7 \cdot 10^6}{393 \cdot 240} = 1,69 \cdot 10^{-3} \text{ mm/mm}$$

$$\epsilon_{cm} = 0,000042 \text{ mm/mm} \quad (\text{B35})$$

$$\epsilon_{cs} = -0,0003 \text{ mm/med mer}$$

$$W_k = 408 \cdot (1,69 \cdot 10^{-3} - 0,000042 + 0,0003) \\ = 0,79 \text{ mm} > 0,4 \text{ mm} \quad (\text{Eksposering. kl. XC 2}) \quad \text{NG.}$$

Prøv h=400mm med \varnothing 10 c/c 200 mm $A_s = 393 \text{ mm}^2/\text{m}$

$$d = 400 - 60 = 340 \text{ mm}$$

$$s_{rk} = 1,7 \cdot \left[50 + 0,597 \cdot \frac{200 \cdot 60}{10} \left(1 - \frac{1,25 \cdot 60}{400 - 0,4 \cdot 340} \right) \right] = 956,8 \text{ mm}$$

$$s_{rk} = 956,8 \text{ mm} > 2(h - \alpha \cdot d) = 2(400 - 0,4 \cdot 340) = \underline{528 \text{ mm}}$$

$$\epsilon_{sm} = 0,6 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{M_{bruk}}{A_s \cdot d} = 0,6 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{26,7 \cdot 10^6}{393 \cdot 340} = 1,198 \cdot 10^{-3} \text{ mm/mm}$$

$$\epsilon_{cm} = 0,000042 \text{ mm/mm} \quad (\text{B35})$$

$$\epsilon_{cs} = -0,0003 \text{ mm/mm}$$

$$W_k = 528 \cdot (1,198 \cdot 10^{-3} - 0,000042 + 0,0003) = 0,76 \text{ mm} > 0,4 \text{ mm} \quad \text{NG.}$$

Prøv h=400mm med \varnothing 12 c/c 200 mm $A_s = 565 \text{ mm}^2/\text{m}$

$$d = 400 - 60 = 340 \text{ mm}$$

$$s_{rk} = 1,7 \cdot \left[50 + 0,597 \cdot \frac{200 \cdot 60}{12} \left(1 - \frac{1,25 \cdot 60}{400 - 0,4 \cdot 340} \right) \right] = 811,6 \text{ mm}$$

$$s_{rk} = 811,6 \text{ mm} > 2(h - \alpha \cdot d) = 2(400 - 0,4 \cdot 340) = \underline{528 \text{ mm}}$$

$$\epsilon_{sm} = 0,6 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{M_{bruk}}{A_s \cdot d} = 0,6 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{26,7 \cdot 10^6}{565 \cdot 340} = 8,3 \cdot 10^{-4} \text{ mm/mm}$$

$$\epsilon_{cm} = 0,000042 \text{ mm/mm} \quad (\text{B35})$$

$$\epsilon_{cs} = -0,0003 \text{ mm/med mer}$$

$$W_k = 528 \cdot (8,3 \cdot 10^{-4} - 0,000042 + 0,0003) = 0,57 \text{ mm} > 0,4 \text{ mm}$$

NS 3474 Pkt 15. 2.4

$$W_{1k} = W_k \cdot \frac{c_1}{c} = 0,57 \cdot \frac{35}{50} = 0,399 \text{ mm} \approx 0,4 \text{ mm}$$

Bruk h = 400mm m/ \varnothing 12 c/c 200

Branndimensjonering av limtrebjelke

Bjelke 190 x 450

$k_{fi} = 1,15$ (NS 3470 - 1, tabell 1)

$q_{fi} = EL \cdot 1,0 + NL \cdot \Psi_1 = 0,6 \cdot 1,0 + 1,1 \cdot 0,7 = 1,37 \text{ kN/m}$

$$M_{fi} = \frac{1}{8} \cdot q_{fi} \cdot l^2 = \frac{1}{8} \cdot 1,37 \cdot 13^2 = 28,94 \text{ kNm}$$

$$V_{fi} = q_{fi} \cdot \frac{l}{2} = 1,37 \cdot \frac{13}{2} = 8,9 \text{ kN}$$

Forkullingsdybde:

$$d_{ef} = d_{char,n} + k_0 \cdot d_0 = \beta_n \cdot t + k_0 \cdot d_0 = 0,7 \cdot 60 + 1 \cdot 7 = 49 \text{ mm}$$

Rest tverrsnitt:

$$(190 - 2 \cdot 49) \times (450 - 2 \cdot 49) = (92 \times 352)$$

$$W_{y,rest} = \frac{1}{6} \cdot 92 \cdot 352^2 = 1899861,3 \text{ mm}^3$$

$$A_{rest} = 92 \cdot 352 = 32\,384 \text{ mm}^2$$

$$f_{fi,md} = k_{fi} \cdot f_{mk} = 1,15 \cdot 36 = 41,4 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{fi,vd} = k_{fi} \cdot f_{vk} = 1,15 \cdot 3 = 3,45 \text{ N/mm}^2$$

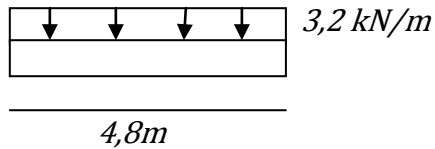
$$W_{fi} = \frac{M_{fi}}{F_{fi,md}} = \frac{28,94 \cdot 10^6}{41,4} = 699033,8 < W_{rest} \quad \text{OK}$$

$$A_{min} = \frac{3}{2} \cdot \frac{V_{fi}}{F_{fi,vd}} = \frac{3}{2} \cdot \frac{8905}{3,45} = 2581,1 < A_{rest} \quad \text{OK}$$

Bruk 190 x 450 uten ekstra bannisolering

Dimensjonering av øverste dekke

Laster på tak over tredje etasje

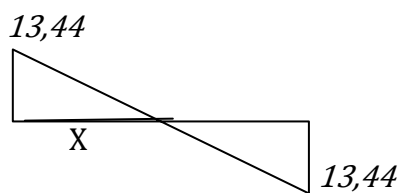
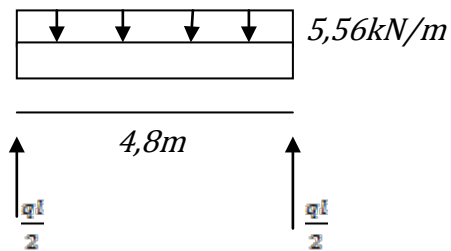


$$\text{Snø} \quad 3,2 \cdot 1,5 = 4,8$$

$$\text{EL av tak} \quad 0,6 \cdot 1,2 = 0,72$$

$$\text{Himling} \quad 0,03 \cdot 1,2 = 0,036$$

$$q = 3,83 \text{ kN/m} \quad q_f = \underline{5,56 \text{ kN/m}}$$



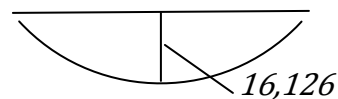
$$F_a - q \cdot x = 0$$

$$x = \frac{F_a}{q} = \frac{13,44}{5,6} = 2,4 \text{ m}$$

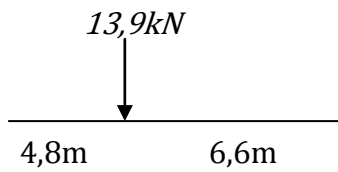
$$M(x) = 0$$

$$F_a \cdot x - q \cdot \frac{x^2}{2} = 0$$

$$M(2,4) = 13,44 \cdot 2,4 - 5,6 \cdot \frac{2,4^2}{2} = 16,128 \text{ kNm}$$



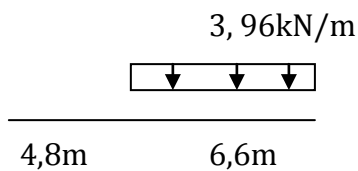
Laster på øverste dekke



$$\sum M_A = 0, \quad 13,9 \cdot 4,8 - B \cdot 11,4 = 0, \quad B = 5,85$$

$$\sum F_y = 0, \quad A - 13,9 + B = 0, \quad A = 8,05$$

$$M_{\text{midten}} = A \cdot 5,7 - 13,9 \cdot 0,9 = \underline{33,4 \text{ kNm}}$$



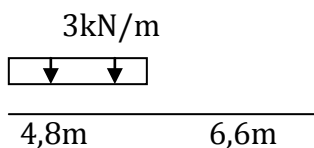
$$\sum M_B = 0$$

$$-3,96 \cdot \frac{6,6^2}{2} + A \cdot 11,4 = 0$$

$$A = 7,6$$

$$\sum F_y = 0, \quad A - 3,96 \cdot 6,6 + B = 0, \quad B = 18,6$$

$$M_{\text{midten}} = B \cdot 5,7 - 3,96 \cdot 6,6 \cdot 2,4 = \underline{43,1 \text{ kNm}}$$



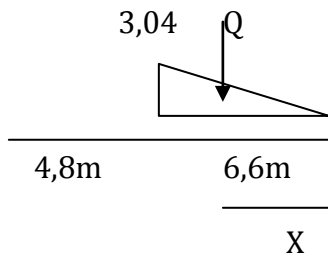
$$\sum M_A = 0$$

$$3 \cdot \frac{4,8^2}{2} - B \cdot 11,4 = 0$$

$$B = 3,03$$

$$\sum F_y = 0, \quad A - 3 \cdot 4,8 + B = 0 \quad A = 11,37$$

$$M_{\text{midten}} = A \cdot 5,7 - 3 \cdot 4,8 \cdot (0,9 + 2,4) = \underline{17,31 \text{ kNm}}$$



$$Q = q \cdot \frac{l}{2} = 3,04 \cdot \frac{6,6}{2} = 10,032$$

$$X = 0,5774 \cdot 6,6 = 3,81\text{m}$$

$$\sum M_B = 0, \quad A \cdot 11,4 - Q \cdot 3,81 = 0$$

$$A = 3,35$$

$$\sum F_y = 0, \quad A - Q + B = 0$$

$$B = 6,68$$

$$M_{\text{midten}} = B \cdot 5,7 - Q \cdot 1,89 = \underline{19,13\text{kNm}}$$

$$\sum M = 33,4 + 43,1 + 17,31 + 19,13 = \underline{112,9\text{kNm}}$$

$$q_f = \frac{M \cdot 8}{l^2} = \frac{112,9 \cdot 8}{11,4^2} = 6,9 \text{ kN/m}^2$$

Dimensjonering av øverste dekke

Påstøp og tekniske føringer:

$$EL = 1 \text{ kN}$$

$$q_f = 0,8 \cdot EL + NL = 0,8 \cdot 1 + 6,9 = \underline{7,7 \text{ kN/m}}$$

Velger å bruke hulldekke 320

Dimensjonering av nederste dekke

Vanlig dekke:

$$qf = 1,2 \cdot g + 1,5 \cdot p = \left(\frac{1,2}{1,5} \cdot g + p \right) \cdot 1,5 = 0,8 \cdot g + p$$
$$qf = 0,8 \cdot 1,3 + 3 = 4,04 \text{ kN/m}$$

Velger å bruke hulldekke 265

Dekke med arkiv:

$$qf = 0,8 \cdot g + p = 0,8 \cdot 1,3 + 5 = 6,04 \text{ kN/m}$$

Velger å bruke hulldekke 265

Dimensjonering av søyler

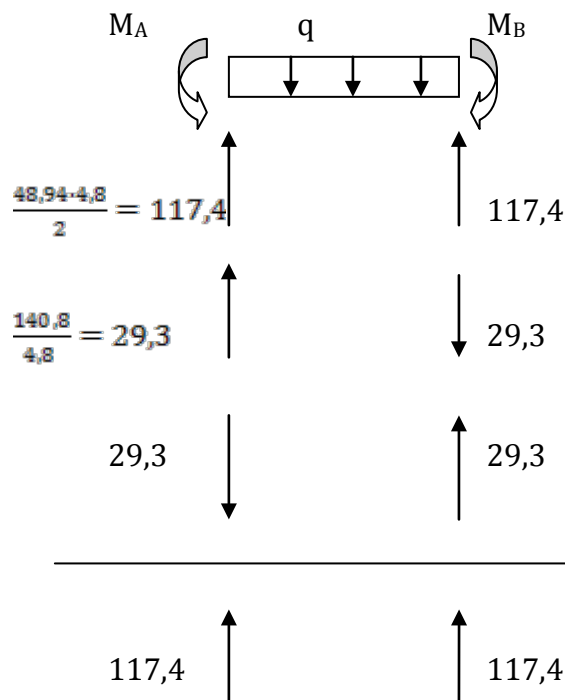
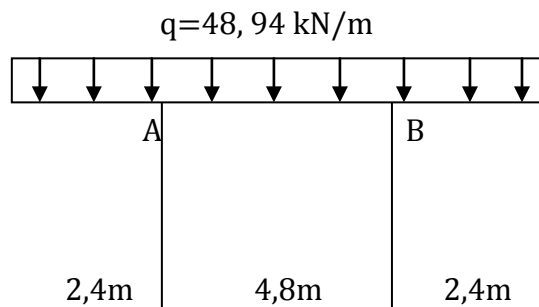
Søyler 13, 17, 21, 25, 29, 33, 37 i akse A

Andre etasje

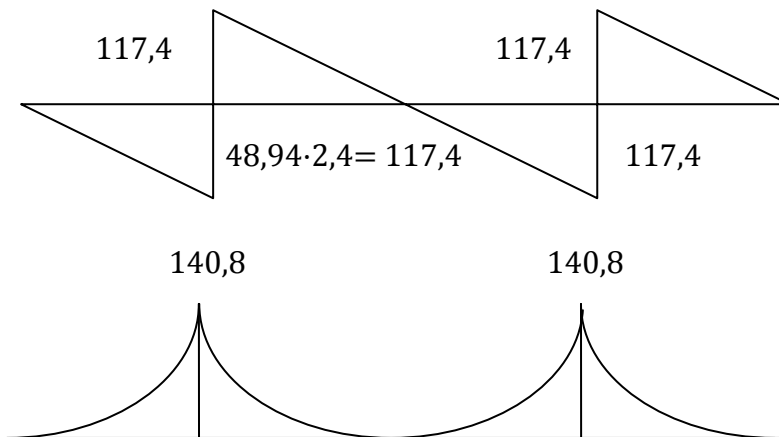
$$q_f (\text{øverste dekke}) = 7,7 \text{ kN/m}$$

$$EL(\text{bjelke}) = 429 \text{ kg/m} \cdot 9,81 \cdot 1,2 = 5,05 \text{ kN/m}$$

$$q_f(\text{bjelke}) = 7,7 \cdot \frac{11,4}{2} + 5,05 = 48,94 \text{ kN/m}$$



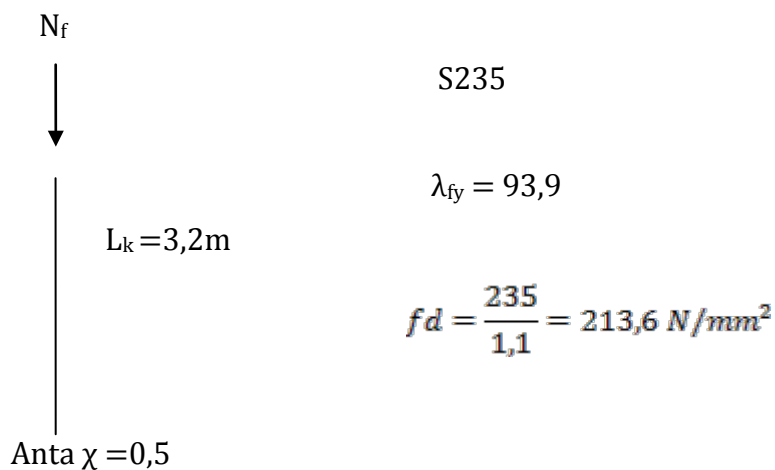
$$M_A = M_B = 48,94 \cdot \frac{2,4^2}{2} = 140,8 \text{ kN/m}$$



$$M = \frac{1}{2} \cdot 117,4 \cdot 2,4 - 140,8 = 0$$

Dimensjonerende last på søylen:

$$N_f = 117,4 + 117,4 = 235 \text{ kN}$$



$$A_{\text{prøve}} = \frac{235000}{0,5 \cdot 213,6} = 2200 \text{ mm}^2$$

Prøv 100 x 100 x 6

$$A = 2220 \text{ mm}^2$$

$$\lambda' = \frac{Lk}{i \cdot \lambda_{fy}} = \frac{3200}{38,2 \cdot 93,9} = 0,89$$

NS 3472: 2001, side 36 og 38 Kurva a => $\chi = 0,75$

$$N_{\text{kap}} = \chi \cdot f_d \cdot A = 0,75 \cdot 213,6 \cdot 2200 = 355,6 \text{ kN} > 235 \text{ kN}$$

O.K

Bruk 100 x 100 x 6

Første etasje

$$q_f (\text{nederste dekke}) = 4,04 \text{ kN/m}$$

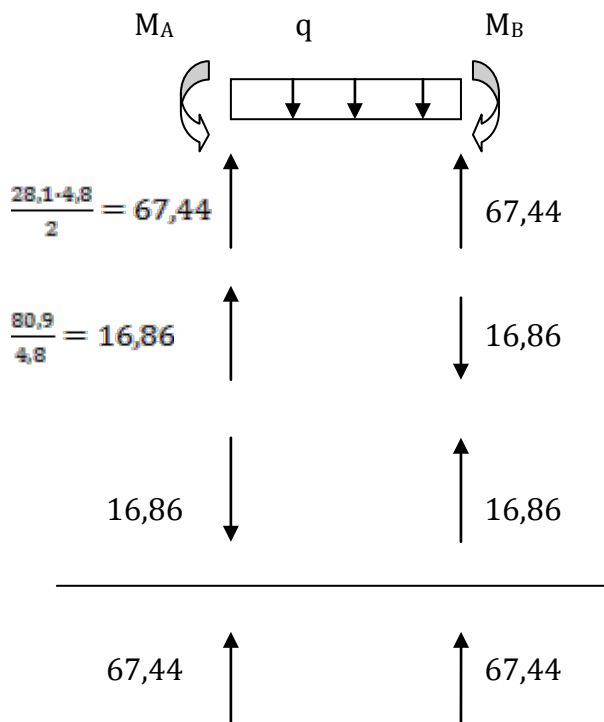
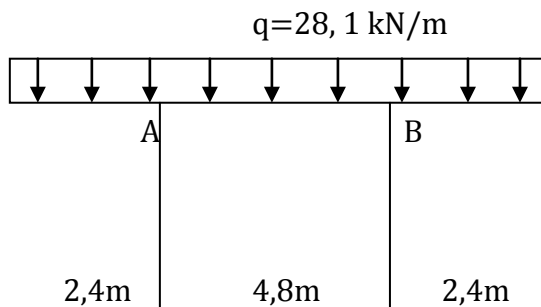
$$EL(\text{bjelke}) = 429 \text{ kg/m} \cdot 9,81 \cdot 1,2 = 5,05 \text{ kN/m}$$

$$NL(\text{bjelke}) = 4,04 \cdot \frac{11,4}{2} = 23 \text{ kN/m}$$

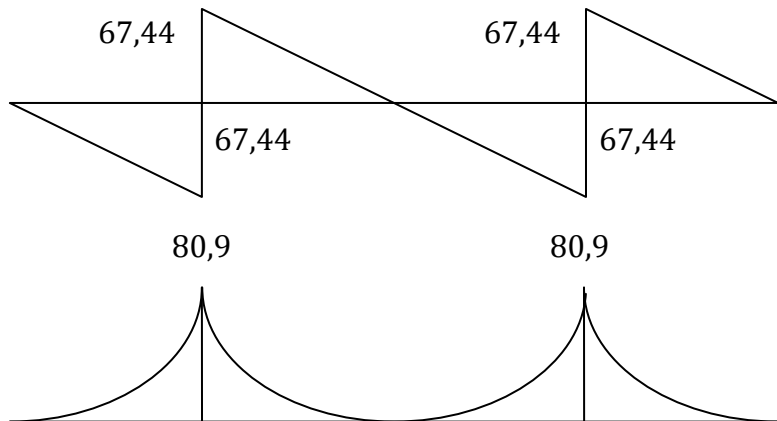
$$qf(\text{bjelke}) = NL(\text{bjelke}) + EL(\text{bjelke}) = 28,1 \text{ kN/m}$$

$$EL_{\text{søyle}} = 17,4 \text{ kg/m} \cdot 9,81 \cdot 1,2 = 0,2 \text{ kN/m}$$

$$NL_{\text{søyle}} = 235 \text{ kN}$$



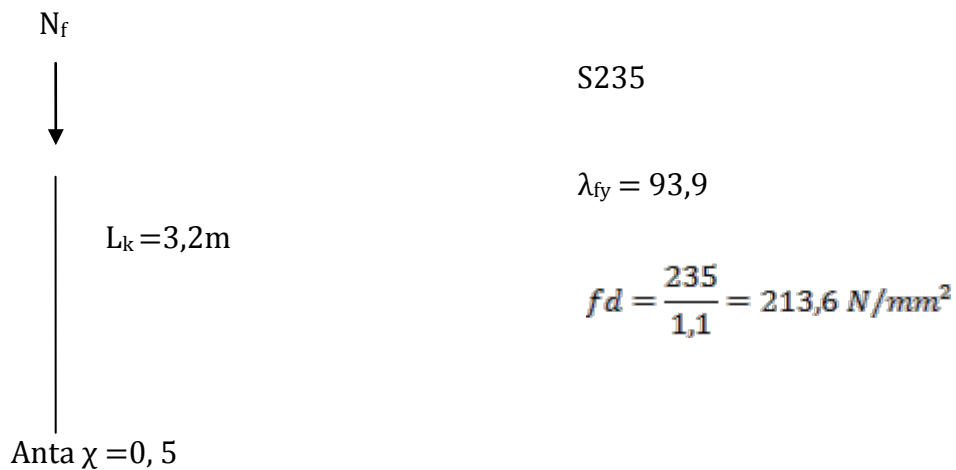
$$M_A = M_B = 28,1 \cdot \frac{2,4^2}{2} = 80,9 \text{ kN/m}$$



$$M = \frac{1}{2} \cdot 67,4 \cdot 2,4 - 80,9 = 0$$

Dimensjonerende last på søylen:

$$N_f = 67,44 + 67,44 + 235 + 0,2 = 370 \text{ kN}$$



$$A_{\text{prøve}} = \frac{370000}{0,5 \cdot 213,6} = 3464,4 \text{ mm}^2$$

Prøv 100 x 100 x 10 $A = 3490 \text{ mm}^2$

$$\lambda' = \frac{L_k}{i \cdot \lambda_{fy}} = \frac{3200}{36,4 \cdot 93,9} = 0,9$$

Ns 3472:2001, side 36 og 38

Kurva a => $\chi = 0,74$

$$N_{\text{kap}} = \chi \cdot f_d \cdot A = 0,74 \cdot 213,6 \cdot 3490 = 551,6 \text{ kN} > 370 \text{ kN}$$

O.K

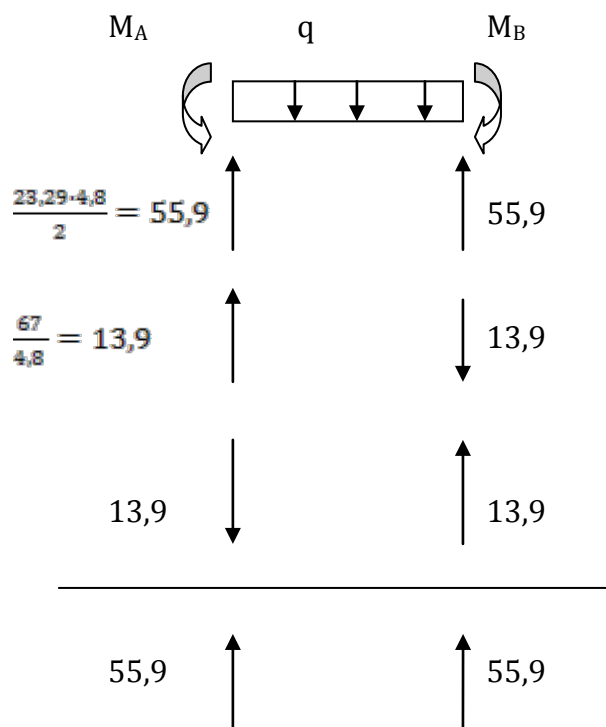
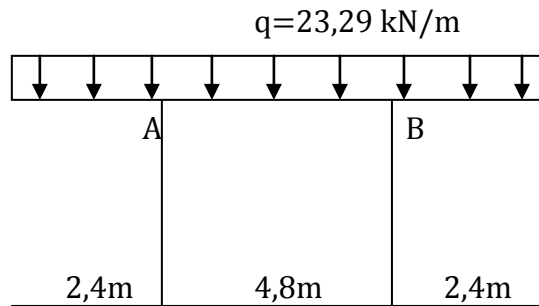
Bruk 100 x 100 x 10

Søylar 5, 9, 41, 45, 49 i akse A og D

Andre etasje

$$q_f(\text{dekke}) = \text{Snølast} \cdot \frac{l}{2} = 3,2 \cdot \frac{11,4}{2} = 18,24 \text{ kN/m}$$

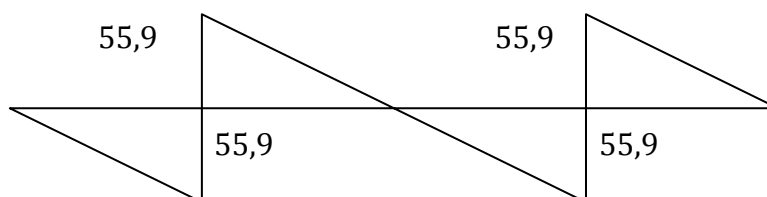
$$q_f(\text{bjelke}) = 18,24 + 5,05 = 23,29 \text{ kN/m}$$

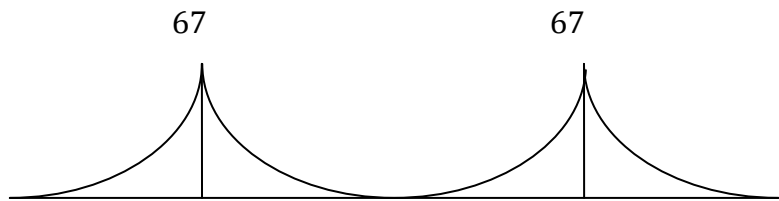


$$M_A = M_B = 23,29 \cdot \frac{2,4^2}{2} = 67 \text{ kN/m}$$

$$\frac{23,29 \cdot 4,8}{2} = 55,9$$

$$\frac{67}{4,8} = 13,9$$





$$M = \frac{1}{2} \cdot 55,9 \cdot 2,4 - 67 = 0$$

Dimensjonerende last på søylen:

$$N_f = 55,9 + 55,9 = \mathbf{111,8 \text{ kN}}$$

N_f



$L_k = 3,2\text{m}$

S235

$$\lambda_{fy} = 93,9$$

$$f_d = \frac{235}{1,1} = 213,6 \text{ N/mm}^2$$

Anta $\chi = 0,5$

$$A_{pr\ddot{o}ve} = \frac{111800}{0,5 \cdot 213,6} = 1046,8 \text{ mm}^2$$

Prøv 100 x 100 x 4

$$A = 1520 \text{ mm}^2$$

$$\chi' = \frac{L_k}{i \cdot \lambda_{fy}} = \frac{3200}{39,1 \cdot 93,9} = 0,87$$

NS 3472:2001, side 36 og 28

Kurva a => $\chi = 0,78$

$$N_{kap} = \chi \cdot f_d \cdot A = 0,78 \cdot 213,6 \cdot 1520 = \underline{253 \text{ kN}} > 111,8 \text{ kN}$$

O.K

Bruk 100 x 100 x 4

Første etasje

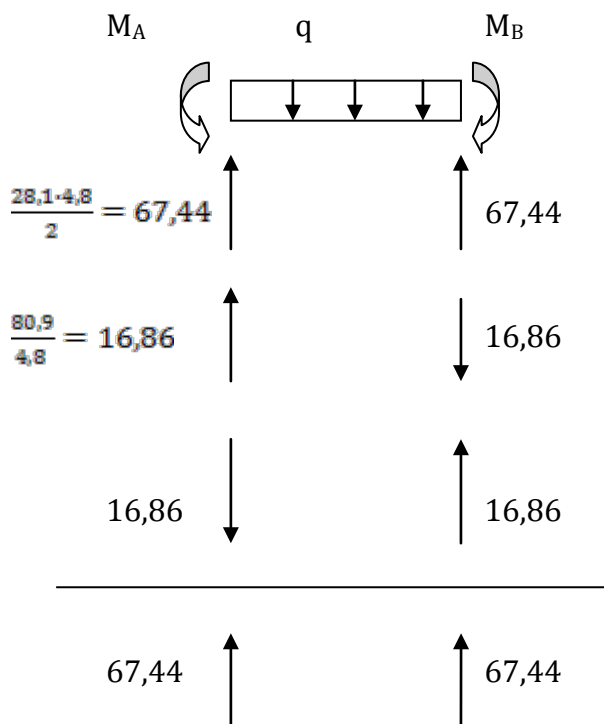
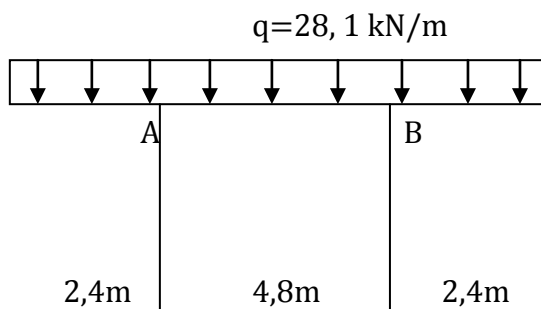
$$q_f (\text{dekke}) = 4,04 \text{ kN/m}$$

$$EL(\text{bjelke}) = 429 \text{ kg/m} \cdot 9,81 \cdot 1,2 = 5,05 \text{ kN/m}$$

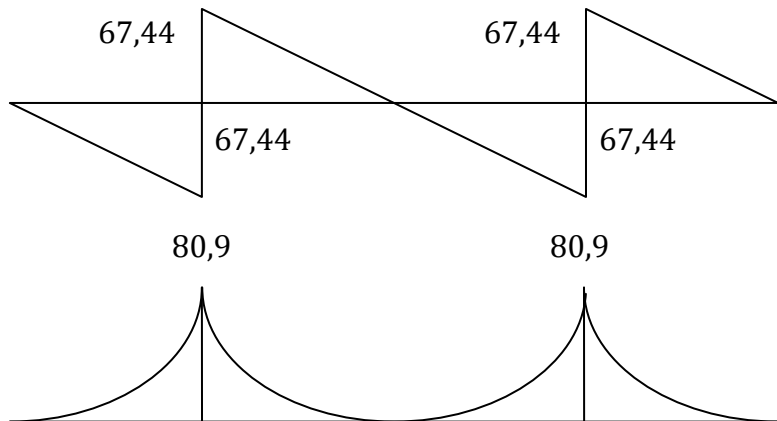
$$qf(\text{bjelke}) = 4,04 \cdot \frac{11,4}{2} + 5,05 = 28,1 \text{ kN/m}$$

$$EL_{\text{søyle}} = 11,9 \text{ kg/m} \cdot 9,81 \cdot 1,2 = 0,14 \text{ kN/m}$$

$$NL_{\text{søyle}} = 111,8 \text{ kN}$$



$$M_A = M_B = 28,1 \cdot \frac{2,4^2}{2} = 80,9 \text{ kN/m}$$



$$M = \frac{1}{2} \cdot 67,4 \cdot 2,4 - 80,9 = 0$$

Dimensjonerende last på søylen:

$$N_f = 67,44 + 67,44 + 111,8 + 0,14 = 246,74 \text{ kN}$$

N_f



$L_k = 3,2\text{m}$

S235

$$\lambda_{fy} = 93,9$$

$$f_d = \frac{235}{1,1} = 213,6 \text{ N/mm}^2$$

Anta $\chi = 0,5$

$$A_{pr\ddot{o}ve} = \frac{246740}{0,5 \cdot 213,6} = 2310 \text{ mm}^2$$

Prøv 100 x 100 x 6,3

$$A = 2320 \text{ mm}^2$$

$$\lambda' = \frac{L_k}{i \cdot \lambda_{fy}} = \frac{3200}{38 \cdot 93,9} = 0,89$$

NS 3472:2001, side 36 og 38

Kurva a $\Rightarrow \chi = 0,75$

$$N_{kap} = \chi \cdot f_d \cdot A = 0,75 \cdot 213,6 \cdot 2320 = 441 \text{ kN} > 246,74 \text{ kN}$$

O.K

Bruk 100 x 100 x 6,3

Søyler 13, 25, 29, 33, 37 i akse D

Andre etasje

q_f (dekke) = 7,7 kN/m

EL(bjelke) = 429 kg/m · 9,81 · 1,1 = 5,05 kN/m

qf (bjelke) = $7,7 \cdot \frac{11,4}{2} + 5,05 = 48,94 \text{ kN/m}$

Last fra skråtak:

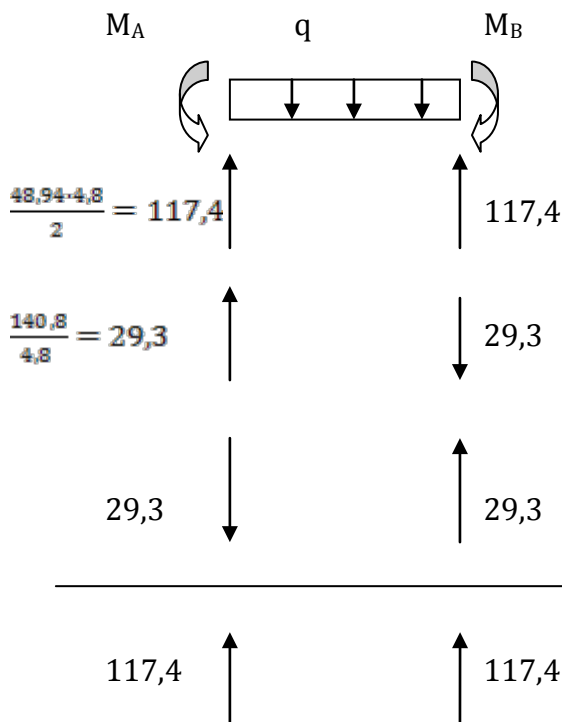
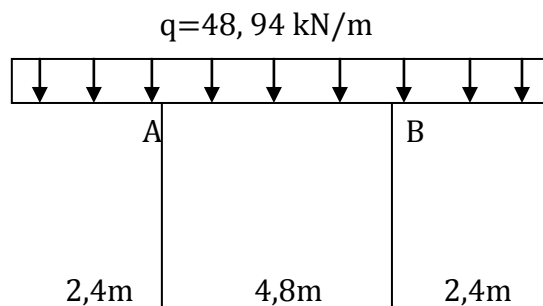
$31,9 \text{ kN} \cdot 1,5 = 47,85 \text{ kN/m}$

Last av tak over tek. rom, inkl. Snølast:

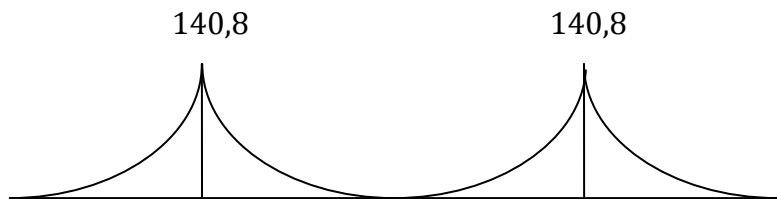
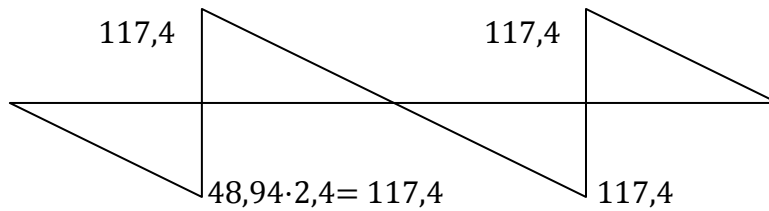
$5,56 \cdot \frac{4,8}{2} = 13,3 \text{ kN/m}$

EL av vegg i tek. rom:

$0,5 \cdot 1,2 = 0,6 \text{ kN/m}$



$MA = MB = 48,94 \cdot \frac{2,4^2}{2} = 140,8 \text{ kN/m}$



$$M = \frac{1}{2} \cdot 117,4 \cdot 2,4 - 140,8 = 0$$

Dimensjonerende last på søylen:

$$N_f = 47,85 + 13,3 + 0,6 + 117,4 + 117,4 = 296,55 \text{ kN}$$

N_f



S235

$$\lambda_{fy} = 93,9$$

$L_k = 3,2\text{m}$

$$f_d = \frac{235}{1,1} = 213,6 \text{ N/mm}^2$$

Anta $\chi = 0,5$

$$A_{pr\ddot{o}ve} = \frac{296550}{0,5 \cdot 213,6} = 2776 \text{ mm}^2$$

Prøv 100 x 100 x 8

$$A = 2880 \text{ mm}^2$$

$$\lambda' = \frac{L_k}{i \cdot \lambda_{fy}} = \frac{3200}{37,3 \cdot 93,9} = 0,9$$

NS 3472:2001, side 36 og 38

Kurva a => $\chi = 0,76$

$$N_{kap} = \chi \cdot f_d \cdot A = 0,76 \cdot 213,6 \cdot 2880 = 467 \text{ kN} > 296,55 \text{ kN}$$

O.K

Bruk 100 x 100 x 8

Første etasje

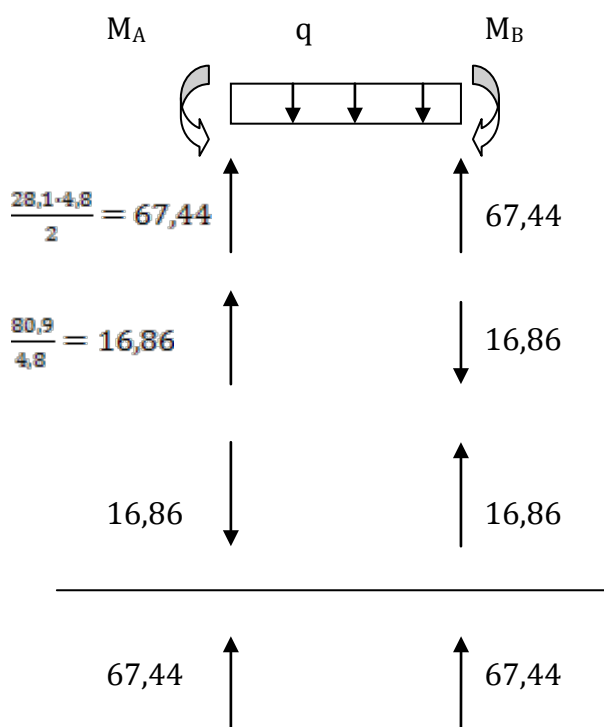
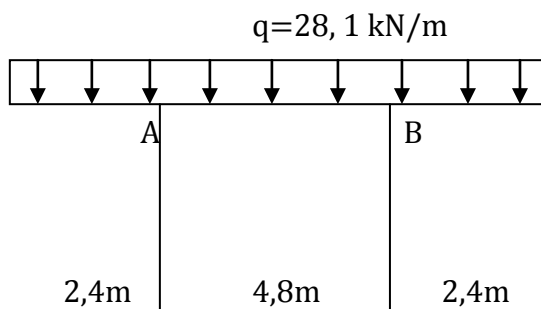
$$q_f (\text{dekke}) = 4,04 \text{ kN/m}$$

$$EL(\text{bjelke}) = 429 \text{ kg/m} \cdot 9,81 \cdot 1,1 = 5,05 \text{ kN/m}$$

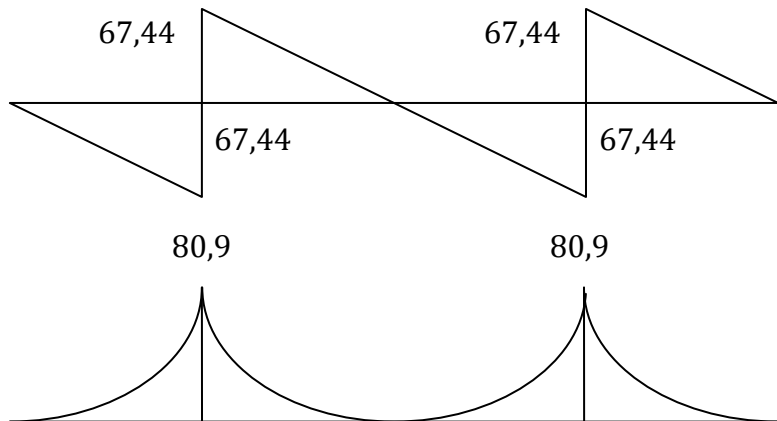
$$qf(\text{bjelke}) = 4,04 \cdot \frac{11,4}{2} + 5,05 = 28,1 \text{ kN/m}$$

$$EL_{\text{søyle}} = 22,6 \text{ kg/m} \cdot 9,81 \cdot 1,2 = 0,27 \text{ kN/m}$$

$$NL_{\text{søyle}} = 296,55 \text{ kN}$$



$$M_A = M_B = 28,1 \cdot \frac{2,4^2}{2} = 80,9 \text{ kN/m}$$



$$M = \frac{1}{2} \cdot 67,4 \cdot 2,4 - 80,9 = 0$$

Dimensjonerende last på søylen:

$$N_f = 67,44 + 67,44 + 296,55 + 0,27 = 431,62 \text{ kN}$$

N_f



S235

$$\lambda_{fy} = 93,9$$

$L_k = 3,2\text{m}$

$$f_d = \frac{235}{1,1} = 213,6 \text{ N/mm}^2$$

Anta $\chi = 0,5$

$$A_{pr\ddot{o}ve} = \frac{431620}{0,5 \cdot 213,6} = 4041 \text{ mm}^2$$

Prøv 140 x 140 x 8

$$A = 4160 \text{ mm}^2$$

$$\lambda' = \frac{L_k}{i \cdot \lambda_{fy}} = \frac{3200}{53,6 \cdot 93,9} = 0,63$$

NS 3472:2001, side 36 og 38

Kurva a $\Rightarrow \chi = 0,87$

$$N_{kap} = \chi \cdot f_d \cdot A = 0,87 \cdot 213,6 \cdot 4160 = 773 \text{ kN} > 431,62 \text{ kN}$$

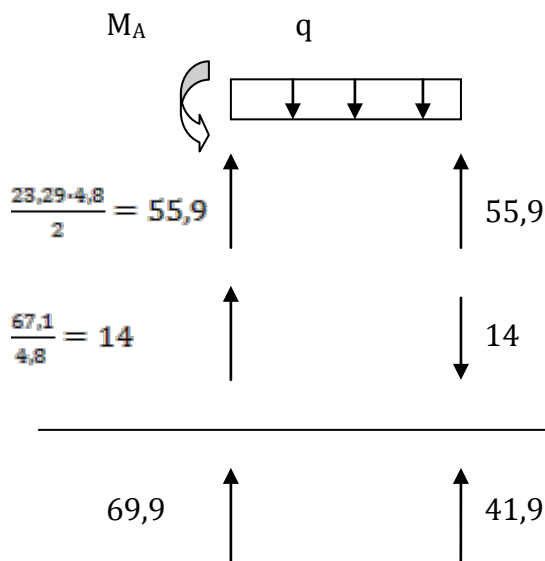
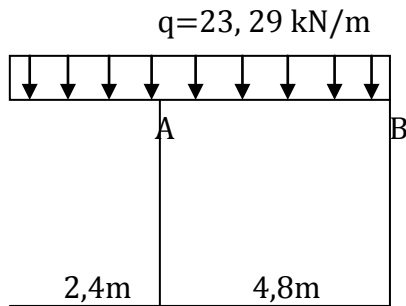
O.K

Bruk 140 x 140 x 8

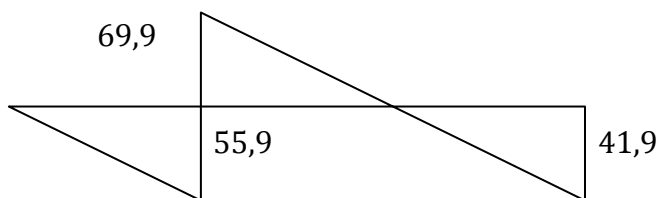
Endesøyler 1 og 53 i akse A og D

Andre etasje

$$qf(\text{bjelke}) = 3,2 \cdot \frac{11,4}{2} + 5,05 = 23,29 \text{ kN/m}$$



$$M_A = 23,29 \cdot \frac{2,4^2}{2} = 67,1 \text{ kN/m}$$



Dimensjonerende last på søyle

$$N_f = 41,9 \text{ kN}$$

N_f



S235

$$\lambda_{fy} = 93,9$$

$$L_k = 3,2 \text{ m}$$

$$f_d = \frac{235}{1,1} = 213,6 \text{ N/mm}^2$$

Anta $\chi = 0,5$

$$A_{prøve} = \frac{41900}{0,5 \cdot 213,6} = 392,3 \text{ mm}^2$$

Prøv 50 x 50 x 4

$$A = 719 \text{ mm}^2$$

$$\lambda' = \frac{L_k}{i \cdot \lambda_{fy}} = \frac{3200}{18,6 \cdot 93,9} = 1,8$$

NS 3472:2001, Side 36 og 38

Kurva a => $\chi = 0,28$

$$N_{kap} = \chi \cdot f_d \cdot A = 0,28 \cdot 213,6 \cdot 719 = \underline{43 \text{ kN}} > \underline{41,9 \text{ kN}} \quad \text{O.K}$$

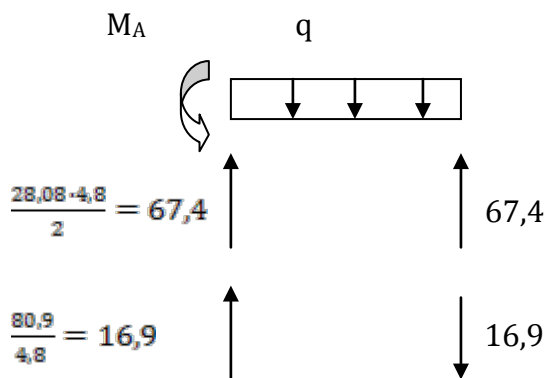
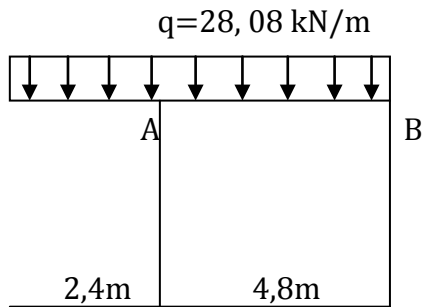
Bruk 50 x 50 x 4

Første etasje

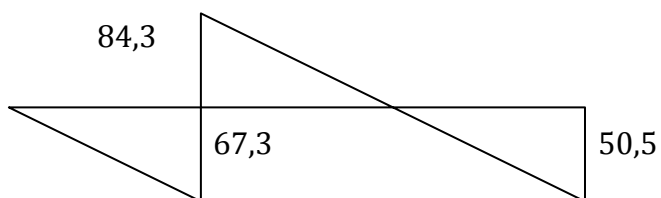
$$qf(\text{bjelke}) = 4,04 \cdot \frac{11,4}{2} + 5,05 = 28,08 \text{ kN/m}$$

$$NL_{\text{søyle}} = 41,9 \text{ kN}$$

$$EL_{\text{søyle}} = 5,64 \text{ kg/m} \cdot 9,81 \cdot 1,2 = 0,067 \text{ kN/m}$$

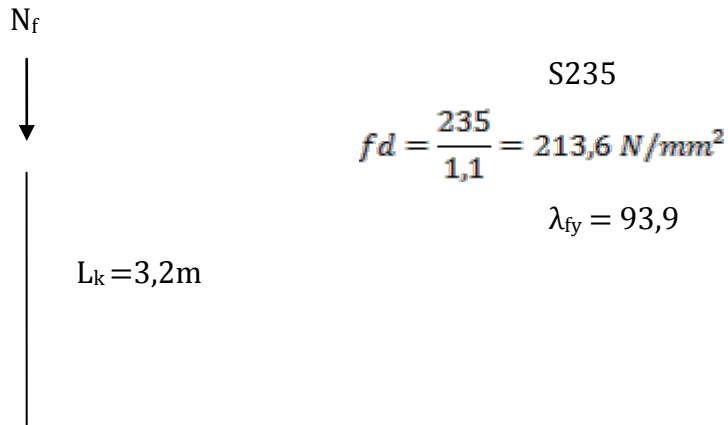


$$MA = 28,08 \cdot \frac{2,4^2}{2} = 80,9 \text{ kN/m}$$



Dimensjonering av last på søylen:

$$N_f = 41,9 + 0,067 + 50,5 = \mathbf{92,5 \text{ kN}}$$



Anta $\chi = 0,5$

$$A_{pr\ddot{o}ve} = \frac{92500}{0,5 \cdot 213,6} = 866 \text{ mm}^2$$

Prøv 80 x 80 x 4

$$A = 1200 \text{ mm}^2$$

$$\lambda' = \frac{Lk}{i \cdot \lambda_{fy}} = \frac{3200}{30,9 \cdot 93,9} = 1,1$$

NS 3472:2001, Side 36 og 38

Kurva a => $\chi = 0,61$

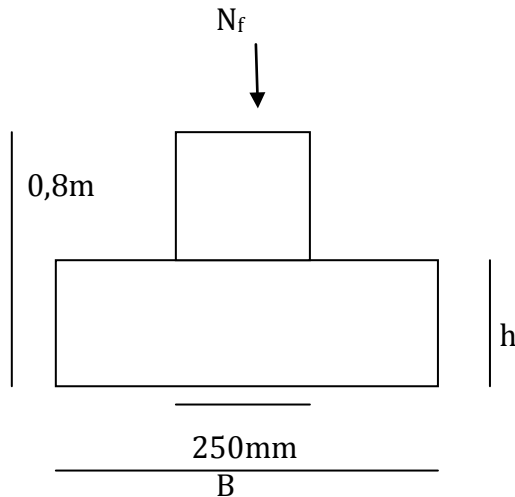
$$N_{kap} = \chi \cdot f_d \cdot A = 0,61 \cdot 213,6 \cdot 1200 = \underline{156 \text{ kN}} > 92,5 \text{ kN}$$

O.K

Bruk 80 x 80 x 4

Dimensjonering av fundament - søyler

Fundament for søyler 13,17,21,25,29,33,37 i akse A



Eksponeringskl. XC 2

Betongkvalitet B 35

Armeringskl: B500C

Maks. grunntrykk: $\sigma_d = 350 \text{ kN/m}^2$

$e = 50 \text{ mm}$

Dimensjonerende last på fundament:

$$N_f = N_{L_{\text{søyle}}} + E_{L_{\text{søyle}}} = 370 + 27,4 \cdot 9,81 \cdot 1,2 = \mathbf{370,3 \text{ kN}}$$

$$\frac{N_f}{B^2} + 24 \cdot 0,8 \cdot 1,2 \leq 350$$

$$\frac{370,3}{B^2} = 350 - 23,04 = 326,96 \text{ kN}$$

$$B^2 = 1,13 \text{ m} \quad B = 1,1 \text{ m}$$

Bruk fundament 1,2 x 1,2m

Utstikkende fundamentdel:

$$\frac{1}{2} \cdot (1200 - 250) = 475 \text{ mm}$$

$$H_{\text{min}} \geq \frac{a}{3} = \frac{475}{3} = 158 \text{ mm}$$

Prøv $h = 300 \text{ mm}$

$$d = 300 - (50 + 1,25 \cdot 8) = 240 \text{ mm}$$

Dimensjonerende grunntrykk - spenning:

$$\sigma_{nf} = \frac{N_f}{A_{fund}} = \frac{370,3}{1,2 \cdot 1,2} = 257 \text{ kN/m}^2$$

$$M_f = \sigma_{nf} \cdot \frac{0,475^2}{2} = 29 \text{ kNm/m}$$

$$m = \frac{M_f}{f_{cd} \cdot b \cdot d^2} = \frac{29 \cdot 10^6}{19,5 \cdot 1000 \cdot 240^2} = 0,026$$

$$A_s = \frac{M_f}{f_{sd} \cdot (1 - 0,6m) \cdot d} = \frac{29 \cdot 10^6}{400 \cdot (1 - 0,6 \cdot 0,026) \cdot 240} = 306,9 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Prøv h=300mm med \varnothing 10 c/c 250mm $A_s = 314 \text{ mm}^2/\text{m}$

Kontroll av skjær:

$$s+2d=250+2 \cdot 240 = 730 \text{ mm}$$

$$b_0 = 730 \cdot 4 = 2920 \text{ mm}$$

$$A_{netto} = B^2 - (s+2d)^2 = 1,2^2 - 0,73^2 = 0,9 \text{ m}^2$$

$$V_f = \sigma_{nf} \cdot A_{netto} = 257 \cdot 0,9 = 231,3 \text{ kN/m}$$

$$V_{kap} = 0,3 (f_{td} \cdot b \cdot d + 71,43 \cdot A_s) \cdot k_v$$

$$\begin{aligned} V_{kap} &= 0,3(1,43 \cdot 2920 \cdot 240 + 71,43 \cdot (314 \cdot 2,92)) \cdot (1,5 - 0,24) \\ &= 403,6 \text{ kN} > 231,3 \text{ kN} \quad \text{O.K.} \end{aligned}$$

Kontroll av rissvidder:

$$M_{bruk} = \frac{M_f}{\gamma_f} = \frac{29}{1,3} = 22,3 \text{ kNm/m}$$

$$W_k = S_{rk} \cdot (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} - \epsilon_{cs})$$

$$S_{rk} = 1,7 \cdot \left[c + 0,597 \cdot \frac{S_b \cdot e}{\varphi} \left(1 - \frac{1,25 \cdot e}{h - \alpha \cdot d} \right) \right]$$

$$S_{rk} = 1,7 \cdot \left[50 + 0,597 \cdot \frac{250 \cdot 60}{10} \left(1 - \frac{1,25 \cdot 60}{300 - 0,4 \cdot 240} \right) \right] = 1047,6 \text{ mm}$$

$$S_{rk} = 1047,6 \text{ mm} > 2(h - \alpha \cdot d) = 2(300 - 0,4 \cdot 240) = \underline{408 \text{ mm}}$$

$$\epsilon_{sm} = 0,6 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{M_{bruk}}{A_s \cdot d} = 0,6 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{22,3 \cdot 10^6}{314 \cdot 240} = 1,77 \cdot 10^{-3} \text{ mm/mm}$$

$$\epsilon_{cm} = 0,000042 \text{ mm/mm (B35)}$$

$$\epsilon_{cs} = -0,0003 \text{ mm/mm}$$

$$W_k = 408 \cdot (1,77 \cdot 10^{-3} - 0,000042 + 0,0003) = 0,83 \text{ mm} > 0,4 \text{ mm} \quad \text{NG.}$$

Prøv h=300mm med ϕ 12 c/c 250mm $A_s = 452 \text{ mm}^2/\text{m}$

$$s_{rk} = 1,7 \cdot \left[50 + 0,597 \cdot \frac{250 \cdot 60}{12} \left(1 - \frac{1,25 \cdot 60}{300 - 0,4 \cdot 240} \right) \right] = 887,2 \text{ mm}$$

$$s_{rk} = 887,2 \text{ mm} > 2(h - \alpha \cdot d) = 2(300 - 0,4 \cdot 240) = 408 \text{ mm}$$

$$\epsilon_{sm} = 0,6 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{M_{bruk}}{A_s \cdot d} = 0,6 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{22,3 \cdot 10^6}{452 \cdot 240} = 1,23 \cdot 10^{-3} \text{ mm/mm}$$

$$\epsilon_{cm} = 0,000042 \text{ mm/mm (B35)}$$

$$\epsilon_{cs} = -0,0003 \text{ mm/mm}$$

$$W_k = 528 \cdot (1,23 \cdot 10^{-3} - 0,000042 + 0,0003) = 0,6 \text{ mm} > 0,4 \text{ mm} \quad \text{NG.}$$

Prøv h=400mm med ϕ 12 c/c 250mm $A_s = 452 \text{ mm}^2/\text{m}$

$$d = 400 - 60 = 340 \text{ mm}$$

$$s_{rk} = 1,7 \cdot \left[50 + 0,597 \cdot \frac{250 \cdot 60}{12} \left(1 - \frac{1,25 \cdot 60}{400 - 0,4 \cdot 340} \right) \right] = 445 \text{ mm}$$

$$s_{rk} = 445 \text{ mm} > 2(h - \alpha \cdot d) = 2(400 - 0,4 \cdot 340) = 538 \text{ mm}$$

$$\epsilon_{sm} = 0,6 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{M_{bruk}}{A_s \cdot d} = 0,6 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{22,3 \cdot 10^6}{452 \cdot 340} = 8,7 \cdot 10^{-4} \text{ mm/mm}$$

$$\epsilon_{cm} = 0,000042 \text{ mm/mm (B35)}$$

$$\epsilon_{cs} = -0,0003 \text{ mm/mm}$$

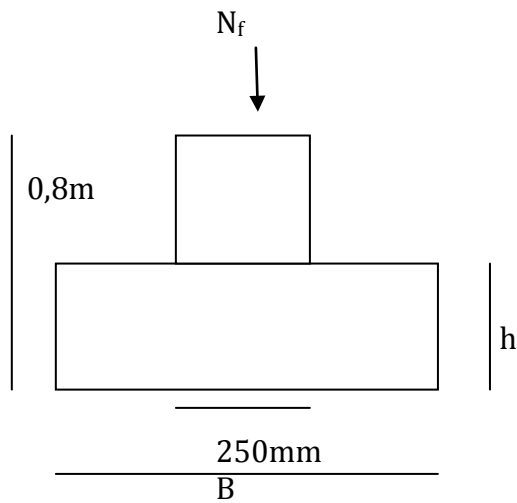
$$W_k = 445 \cdot (8,7 \cdot 10^{-4} - 0,000042 + 0,0003) = 0,5 \text{ mm} > 0,4 \text{ mm}$$

NS 3474 Pkt 15. 2.4

$$W_{1k} = W_k \cdot \frac{c_1}{c} = 0,5 \cdot \frac{35}{50} = 0,35 \text{ mm} \approx 0,4 \text{ mm}$$

Bruk h=400mm med ϕ 12 c/c 250

Fundament for søyler 13,25,29,33,37 i akse D



Eksponeringskl. XC 2

Betongkvalitet B 35

Armeringskl. B500C

Maks.grunntrykk: $\sigma_d = 350 \text{ kN/m}^2$

e = 50mm

Dimensjonerende last på fundament:

$$N_f = N_{L_{\text{søyle}}} + E_{L_{\text{søyle}}} = 431,62 + 32,6 \cdot 9,81 \cdot 1,2 = 432 \text{ kN}$$

$$\frac{N_f}{B^2} + 24 \cdot 0,8 \cdot 1,2 \leq 350$$

$$\frac{432}{B^2} = 350 - 23,04 = 326,96 \text{ kN}$$

$$B^2 = 1,32 \text{ m} \quad B = 1,15 \text{ m}$$

Bruk fundament 1,2 x 1,2m

Utstikkende fundamentdel:

$$\frac{1}{2} \cdot (1200 - 250) = 475 \text{ mm}$$

$$H_{\text{min}} \geq \frac{a}{3} = \frac{475}{3} = 158 \text{ mm}$$

Prøv h = 300mm

$$d = 300 - (50 + 1,25 \cdot 8) = 240 \text{ mm}$$

Dimensjonerende grunntrykk - spenning:

$$\sigma_{nf} = \frac{Nf}{A_{fund}} = \frac{432}{1,2 \cdot 1,2} = 300 \text{ kN/m}^2$$

$$Mf = \sigma_{nf} \cdot \frac{0,475^2}{2} = 33,8 \text{ kNm/m}$$

$$m = \frac{Mf}{f_{cd} \cdot b \cdot d^2} = \frac{33,8 \cdot 10^6}{19,5 \cdot 1000 \cdot 240^2} = 0,03$$

$$A_s = \frac{Mf}{f_{sd} \cdot (1 - 0,6m) \cdot d} = \frac{33,8 \cdot 10^6}{400 \cdot (1 - 0,6 \cdot 0,026) \cdot 240} = 358,5 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Prøv h=300mm med \varnothing 10 c/c 200mm $A_s = 393 \text{ mm}^2/\text{m}$

Kontroll av skjær:

$$s+2d=250+2 \cdot 240 = 730 \text{ mm}$$

$$b_0 = 730 \cdot 4 = 2920 \text{ mm}$$

$$A_{\text{netto}} = B^2 - (s+2d)^2 = 1,2^2 - 0,73^2 = 0,9 \text{ m}^2$$

$$V_f = \sigma_{nf} \cdot A_{\text{netto}} = 300 \cdot 0,9 = 270 \text{ kN/m}$$

$$V_{\text{kap}} = 0,3 (f_{td} \cdot b \cdot d + 71,43 \cdot A_s) \cdot k_v$$

$$\begin{aligned} V_{\text{kap}} &= 0,3(1,43 \cdot 2920 \cdot 240 + 71,43 \cdot (393 \cdot 2,92)) \cdot (1,5 - 0,24) \\ &= \underline{409,7 \text{ kN}} > 270 \text{ kN} \quad \text{O.K.} \end{aligned}$$

Kontroll av rissvidder:

$$M_{\text{bruk}} = \frac{Mf}{\gamma_f} = \frac{33,8}{1,3} = 26 \text{ kNm/m}$$

$$W_k = S_{rk} \cdot (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} - \epsilon_{cs})$$

$$S_{rk} = 1,7 \cdot \left[c + 0,597 \cdot \frac{S_b \cdot e}{\varphi} \left(1 - \frac{1,25 \cdot e}{h - \alpha \cdot d} \right) \right]$$

$$S_{rk} = 1,7 \cdot \left[50 + 0,597 \cdot \frac{200 \cdot 60}{10} \left(1 - \frac{1,25 \cdot 60}{300 - 0,4 \cdot 240} \right) \right] = 855 \text{ mm}$$

$$S_{rk} = 855 \text{ mm} > 2(h - \alpha \cdot d) = 2(300 - 0,4 \cdot 240) = \underline{408 \text{ mm}}$$

$$\epsilon_{sm} = 0,6 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{M_{bruk}}{A_s \cdot d} = 0,6 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{26 \cdot 10^6}{393 \cdot 240} = 1,65 \cdot 10^{-3} \text{ mm/mm}$$

$$\epsilon_{cm} = 0,000042 \text{ mm/mm (B35)}$$

$$\epsilon_{cs} = -0,0003 \text{ mm/mm}$$

$$W_k = 408 \cdot (1,65 \cdot 10^{-3} - 0,000042 + 0,0003) = 0,77 \text{ mm} > 0,4 \text{ mm} \quad \text{NG.}$$

Prøv h=400mm med \varnothing 10 c/c 200mm $A_s = 393 \text{ mm}^2/\text{m}$

$$d = 400 - 60 = 340 \text{ mm}$$

$$s_{rk} = 1,7 \cdot \left[50 + 0,597 \cdot \frac{200 \cdot 60}{10} \left(1 - \frac{1,25 \cdot 60}{400 - 0,4 \cdot 340} \right) \right] = 955 \text{ mm}$$

$$s_{rk} = 955 \text{ mm} > 2(h - \alpha \cdot d) = 2(400 - 0,4 \cdot 340) = \underline{528 \text{ mm}}$$

$$\epsilon_{sm} = 0,6 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{M_{bruk}}{A_s \cdot d} = 0,6 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{26 \cdot 10^6}{393 \cdot 340} = 1,16 \cdot 10^{-3} \text{ mm/mm}$$

$$\epsilon_{cm} = 0,000042 \text{ mm/mm (B35)}$$

$$\epsilon_{cs} = -0,0003 \text{ mm/mm}$$

$$W_k = 528 \cdot (1,16 \cdot 10^{-3} - 0,000042 + 0,0003) = 0,74 \text{ mm} > 0,4 \text{ mm} \quad \text{NG.}$$

Prøv h=400mm med \varnothing 12 c/c 200mm $A_s = 565 \text{ mm}^2/\text{m}$

$$s_{rk} = 1,7 \cdot \left[50 + 0,597 \cdot \frac{200 \cdot 60}{12} \left(1 - \frac{1,25 \cdot 60}{400 - 0,4 \cdot 340} \right) \right] = 811,6 \text{ mm}$$

$$s_{rk} = 811,6 \text{ mm} > 2(h - \alpha \cdot d) = 2(400 - 0,4 \cdot 340) = \underline{528 \text{ mm}}$$

$$\epsilon_{sm} = 0,6 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{M_{bruk}}{A_s \cdot d} = 0,6 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{26 \cdot 10^6}{565 \cdot 340} = 8,1 \cdot 10^{-4} \text{ mm/mm}$$

$$\epsilon_{cm} = 0,000042 \text{ mm/mm (B35)}$$

$$\epsilon_{cs} = -0,0003 \text{ mm/mm med mer}$$

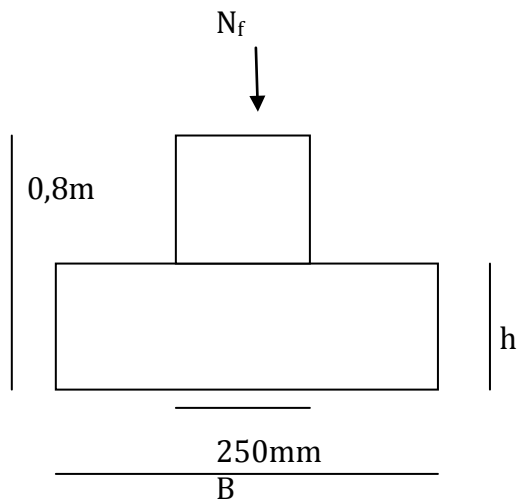
$$W_k = 528 \cdot (8,1 \cdot 10^{-4} - 0,000042 + 0,0003) = 0,56 \text{ mm} > 0,4 \text{ mm}$$

NS 3474 Pkt 15. 2.4

$$W_{1k} = W_k \cdot \frac{C_1}{C} = 0,56 \cdot \frac{35}{50} = 0,39 \text{ mm} \approx 0,4 \text{ mm}$$

Bruk h=400mm med \varnothing 12 c/c 200

Fundament for søyler 5, 9, 41, 45, 49 i akse A og D



Eksponeringskl. XC 2

Betongkvalitet B 35

Armeringskl: B500C

Maks.grunntrykk: $\sigma_d = 350 \text{ kN/m}^2$

$e = 50 \text{ mm}$

Dimensjonerende last på fundament

$$N_f = N_{L_{\text{søyle}}} + E_{L_{\text{søyle}}} = 246,74 + 18,2 \cdot 9,81 \cdot 1,2 = \mathbf{246,95 \text{ kN}}$$

$$\frac{N_f}{B^2} + 24 \cdot 0,8 \cdot 1,2 \leq 350$$

$$\frac{246,95}{B^2} = 350 - 23,04 = 326,96 \text{ kN}$$

$$B^2 = 0,75 \text{ m} \quad B = 0,86 \text{ m}$$

Bruk fundament 1,0 x 1,0m

Utstikkende fundamentdel:

$$\frac{1}{2} \cdot (1000 - 250) = 375 \text{ mm}$$

$$H_{\text{min}} \geq \frac{a}{3} = \frac{475}{3} = 125 \text{ mm}$$

Prøv $h = 300 \text{ mm}$

$$d = 300 - (50 + 1,25 \cdot 8) = 240 \text{ mm}$$

Dimensjonerende grunntrykk - spenning:

$$\sigma_{nf} = \frac{N_f}{A_{fund}} = \frac{246,95}{1,0 \cdot 1,0} = 246,95 \text{ kN/m}^2$$

$$M_f = \sigma_{nf} \cdot \frac{0,375^2}{2} = 17,36 \text{ kNm/m}$$

$$m = \frac{M_f}{f_{cd} \cdot b \cdot d^2} = \frac{17,36 \cdot 10^6}{19,5 \cdot 1000 \cdot 240^2} = 0,015$$

$$A_s = \frac{M_f}{f_{sd} \cdot (1 - 0,6m) \cdot d} = \frac{17,36 \cdot 10^6}{400 \cdot (1 - 0,6 \cdot 0,015) \cdot 240} = 182,5 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Prøv h=300mm med \varnothing 8 c/c 275mm $A_s = 183 \text{ mm}^2/\text{m}$

Kontroll av skjær:

$$s+2d=250+2 \cdot 240 = 730 \text{ mm}$$

$$b_0 = 730 \cdot 4 = 2920 \text{ mm}$$

$$A_{netto} = B^2 - (s+2d)^2 = 1,0^2 - 0,73^2 = 0,4671 \text{ m}^2$$

$$V_f = \sigma_{nf} \cdot A_{netto} = 246,95 \cdot 0,4671 = 115,35 \text{ kN/m}$$

$$V_{kap} = 0,3 (f_{td} \cdot b \cdot d + 71,43 \cdot A_s) \cdot k_v$$

$$V_{kap} = 0,3(1,43 \cdot 2920 \cdot 240 + 71,43 \cdot (183 \cdot 2,92)) \cdot (1,5 - 0,24) = \underline{393 \text{ kN}} > 115,35 \text{ kN} \quad \text{O.K.}$$

Kontroll av rissvidder:

$$M_{bruk} = \frac{M_f}{\gamma_f} = \frac{17,36}{1,3} = 13,35 \text{ kNm/m}$$

$$W_k = S_{rk} \cdot (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} - \epsilon_{cs})$$

$$S_{rk} = 1,7 \cdot \left[c + 0,597 \cdot \frac{S_b \cdot e}{\varphi} \left(1 - \frac{1,25 \cdot e}{h - \alpha \cdot d} \right) \right]$$

$$S_{rk} = 1,7 \cdot \left[50 + 0,597 \cdot \frac{275 \cdot 60}{8} \left(1 - \frac{1,25 \cdot 60}{300 - 0,4 \cdot 240} \right) \right] = 1408 \text{ mm}$$

$$S_{rk} = 1408 \text{ mm} > 2(h - \alpha \cdot d) = 2(300 - 0,4 \cdot 240) = \underline{408 \text{ mm}}$$

$$\epsilon_{sm} = 0,6 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{M_{bruk}}{A_s \cdot d} = 0,6 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{13,35 \cdot 10^6}{183 \cdot 240} = 1,8 \cdot 10^{-3} \text{ mm/mm}$$

$$\epsilon_{cm} = 0,000042 \text{ mm/mm (B35)}$$

$$\epsilon_{cs} = -0,0003 \text{ mm/mm}$$

$$W_k = 408 \cdot (1,8 \cdot 10^{-3} - 0,000042 + 0,0003) = \underline{0,83 \text{ mm}} > 0,4 \text{ mm} \quad \text{NG.}$$

Prøv h=300mm med ϕ 10 c/c 275mm $A_s = 286 \text{ mm}^2/\text{m}$

$$s_{rk} = 1,7 \cdot \left[50 + 0,597 \cdot \frac{275 \cdot 60}{10} \left(1 - \frac{1,25 \cdot 60}{300 - 0,4 \cdot 240} \right) \right] = 1143,9 \text{ mm}$$

$$s_{rk} = 1143,9 \text{ mm} > 2(h - \alpha \cdot d) = 2(300 - 0,4 \cdot 240) = \underline{408 \text{ mm}}$$

$$\epsilon_{sm} = 0,6 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{M_{bruk}}{A_s \cdot d} = 0,6 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{13,35 \cdot 10^6}{286 \cdot 240} = 1,16 \cdot 10^{-3} \text{ mm/mm}$$

$$\epsilon_{cm} = 0,000042 \text{ mm/mm (B35)}$$

$$\epsilon_{cs} = -0,0003 \text{ mm/mm}$$

$$W_k = 408 \cdot (1,16 \cdot 10^{-3} - 0,000042 + 0,0003) = 0,57 \text{ mm} > 0,4 \text{ mm} \quad \text{NG.}$$

NS 3474 Pkt 15. 2.4

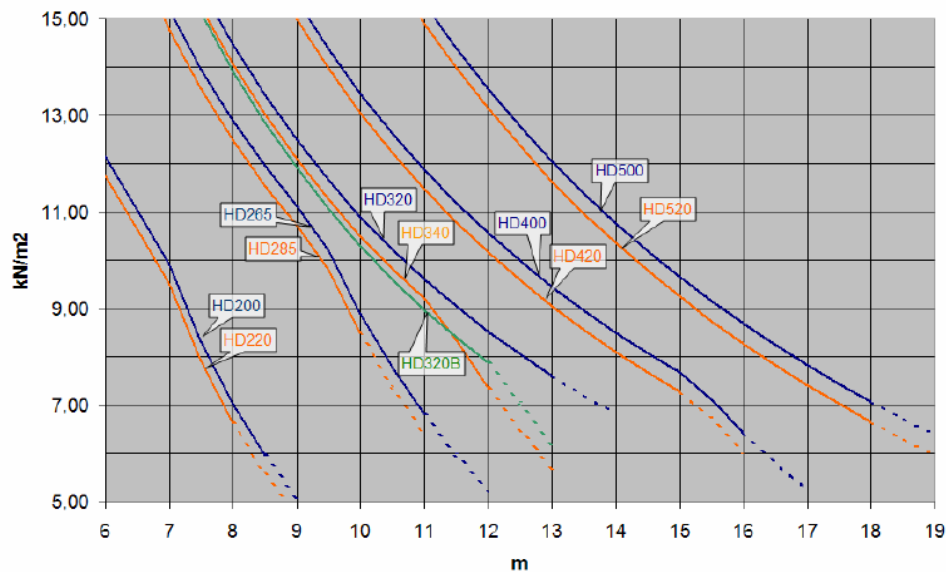
$$W_{1k} = W_k \cdot \frac{C_1}{C} = 0,57 \cdot \frac{35}{50} = 0,399 \text{ mm} \approx 0,4 \text{ mm}$$

Bruk h=300mm med ϕ 10 c/c 275

11.2 Diagrammer og tabeller

Spenncon's kapasitetsdiagram for hulldekker

Hulldekker



Diagrammet anvendes som følger:

Bruksgrenselast i kN/m^2 beregnes som

$$0,8g + p$$

der g =egenlast (utenom elementvekt) og p =nyttelast.

Kurvene gir største mulige spennvidde. I kurvenes stiplede områder, må

deformasjonsforholdene vurderes spesielt.



Produktkatalog
www.spenncon.no

Spenncon's tabell for bjelkedimensjoner

Tabellarisk oversikt

Tverrsnitt	Hulldekke	Vekt [kg/m]	M_{Dfelt} [kNm]	$M_{Dstøtte}$ [kNm]
VLB550-400x280	HD200	309	217	165
VLB550-400x345	HD265	374	334	219
VLB550-400x400	HD320	429	441	259
VLB550-400x480	HD400	509	578	322

Brann og risikoklasse i VTEK

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

Virksomhet	Risikoklasse	Virksomhet	Risikoklasse
Arbeidsbrakke	1	Kongressenter	5
Arrestlokaler	6	Kontor	2
Asylmottak (ikke transittmottak)	4	Laboratorium	2
Barnehage	3	Lager	2
Barnehjem	4	Leirskole	6
Bolig	4	Messelokale	5
Bolig for personer med nedsatt funksjonsevne	6	Museum	5
Boligbrakke	4	Overnattingssted	6
Brannstasjon	I	Parkeringshus (2 eller flere etasjer)	2
Båtนาust	1	Pleieinstitusjon	6
Carport	1	Psykiatrisk pleieinstitusjon	6
Fengsel	6	Sagbruk	1
Feriekoloni	6	Salgslokale	5
Flyhangar	1	Selvetjente hytter	4
Fritidsbolig	4	Skole	3
Trafo/fordelingsstasjon	I	Skoleinternat	4
Forsamlingslokale	5	Skur	1
Fryselager	1	Sprengstoffindustri	2
Garasje, lukket	1	Studentbolig	4
Garasje, åpen	1	Teaterlokale	5
Idrettshall	5	Trafikkterminal	5
Industri	I	Transittmottak	6
Internat	4	Trelastopplag	1
Kinolokale	5	Tribuneanlegg for flere enn 150 personer	5
Kirke	5	Turisthytte/vandrehjem	6
Kjemisk fabrikk/kjemikalielager	I		

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

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

Brannkrav til overflater og kledninger

VTEK § 7 – 24 tabell 1A Ytelser til overflater og kledninger for risikoklasse 1 – 5

Overflater og kledninger	Brannklasse		
	1	2	3
<i>Overflater i brannceller som ikke er rømningsveg</i>			
Overflater på vegger og tak i branncelle inntil 200 m ²	D-s2,d0 [In 2]	D-s2,d0 [In 2]	D-s2,d0 [In 2]
Overflater på vegger og tak i branncelle over 200 m ²	D-s2,d0 [In 2]	B-s1,d0 [In 1]	B-s1,d0 [In 1]
Overflater i sjakter og hulrom	B-s1,d0 [In 1]	B-s1,d0 [In 1]	B-s1,d0 [In 1]
<i>Overflater i brannceller som er rømningsvei</i>			
Overflater på vegger og tak	B-s1,d0 [In 1]	B-s1,d0 [In 1]	B-s1,d0 [In 1]
Overflater på golv	D _{fi} -s1 [G]	D _{fi} -s1 [G]	D _{fi} -s1 [G]
<i>Utvendige overflater</i>			
Overflater på ytterkledning	D-s3,d0 [Ut 2]	B-s3,d0 [Ut 1]	B-s3,d0 [Ut 1]
<i>Kledninger</i>			
Kledning i branncelle inntil 200 m ² som ikke er rømningsveg	K _{2,10} D-s2,d0 [K2]	K _{2,10} D-s2,d0 [K2]	K _{2,10} D-s2,d0 [K2]
Kledning i branncelle over 200 m ² som ikke er rømningsveg	K _{2,10} D-s2,d0 [K2]	K _{2,10} B-s1,d0 [K1]	K _{2,10} B-s1,d0 [K1]
Kledning i branncelle som er rømningsveg	K _{2,10} B-s1,d0 [K1]	K _{2,10} A2-s1,d0 [K1-A]	K _{2,10} A2-s1,d0 [K1-A]
Kledning i sjakter og hulrom	K _{2,10} B-s1,d0 [K1]	K _{2,10} A2-s1,d0 [K1-A]	K _{2,10} A2-s1,d0 [K1-A]

Forklaring til tabell: D = Euroklasse, s = materialets røykintensitet (3 nivåer: s1,s2,s3),

d0 = materialets toleranse for brennende dråper, K_{2,10} = Kledningen er beskyttet mot antennelse i 10 min

NBI – blad: 520.335 Brann og løst innredning

Tabell 42 Uliker overflater og kledninger og deres innvirkning på brannutvikling relatert til EU- klassene

EU-klasse	Egenskaper	Eksempler på materialer
A1	Ingen overtenning Ingen bidrag til brann	Mineralull
A2	Ingen overtenning Svært begrenset bidrag til brann	Mineralull, gipskartong
B	Ingen overtenning Minimalt bidrag til brann	Brannhemmet sponplate
C	Overtenning etter 10 minutter Noe bidrag til brann	Tapet på gips
D	Overtenning etter 2–10 minutter Middels bidrag til brann	Tre generelt
E	Overtenning før 2 minutter	Brannhemmet skumplast
F	Egenskaper ikke bestemt	Skumplast

Fareklasser og sprinkleranlegg

NBI – blad: 550.361 Sprinkelanlegg

Tabell 45a Fareklasser for bygninger og områder som skal sprinklerbeskyttes

Fareklasse	Bruksområde
LH (lav risiko)	Ikke-industrielle virksomheter med lav brannenergi og lav brennbarhet, hvor ingen brannceller er større enn 126 m ²
OH (ordinær risiko)	Virksomheter der brennbart materiale med middels brannenergi og middels brennbarhet blir behandlet, lagret eller fabrikkert.
HHP (høy risiko, produksjon)	Handels- og industrivirksomheter der varene som inngår har høy brannenergi og høy brennbarhet og kan forårsake hurtig eller intens brannutvikling
HHS (høy risiko, lagring)	Lagring av varer hvor lagringshøyden overskrider grensene i tabell 45 b

Rømningstidsberegninger

NBI – blad: 520.385 Nødvendig Rømningstid

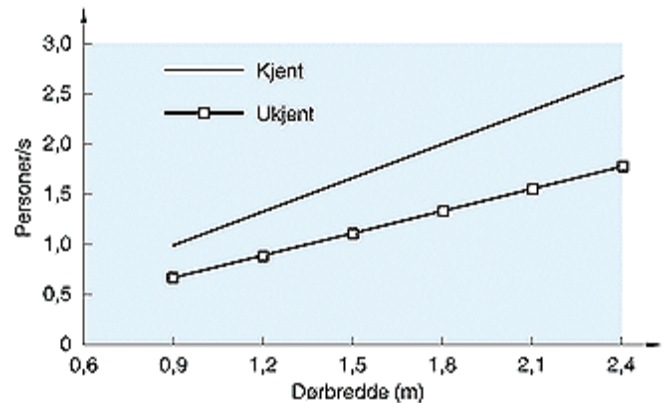
Tabell 421 Veiledende reaksjonstider for noen virksomheter

Virksomhet	Personer ser brannen	Reaksjonstid i minutter
Offentlig miljø, skole, kontor, varehus, butikk	Ja	1
Varehus uten rømningsalarm	Nei	4
Varehus, alarmklokke	Nei	3,5
Varehus, enkel talevarsling	Nei	2
Varehus, informativ talevarsling	Nei	1
Mindre lokaler med alarmgiver i aktuelt lokale, mindre kino, butikk, kirke	Nei	1
Sykehus ¹⁾ , personale, enkelt akustisk signal	Nei	2
Sykehus ¹⁾ , personale, enkelt akustisk signal og tekstvarsling	Nei	1
Nattklubb, personale ²⁾	Nei	1–1,5
Nattklubb, gjester ²⁾	Nei	3–5

Tabell 551 Ganghastigheter

Rømningsvei	Ganghastighet m/s	Minste bredde ¹⁾ m	Strømningshastighet pers/(sm)
Lav persontetthet			
Horisontalt	1,3	0,9	
Opp trapp	0,6	0,9	
Ned trapp	0,75	0,9	
Høy persontetthet			
Horisontalt	0,6	0,9	1,2
Opp trapp	0,5	0,9	
Ned trapp ²⁾	0,5	0,9	1

Figur 553 strømningsrate
(pers/s) gjennom en
døråpning



Rømning fra første etasje ved bruk av dør til branntrapp:

Antall personer: 100 personer Antatt
 Avstand til branddør: 30 meter Tegning fra oppdragsgiver
 Antall dører ut til sikkert sted: 2 dører Tegning fra oppdragsgiver

Fri bredde i branddør
 (1cm pr pers og 100 pers): 1 meter Antatt

Dørkapasitet 1,1 pers/s Figur 553 NBI 520.385
 Ganghastighet horisontalt: 1,3 m/s Tabell 551 NBI 520.385
 Reaksjonstid 1 min Tabell 421 NBI 502.385
 Deteksjonstid: 1,5 min Antatt
 Sikkerhetsmargin: 4 min Antatt

Forflytningstid:

Gangtid: Lengde til sikkert sted / ganghastighet => 30m / 1,3 m/s = 23s

Kapasitet gjennom dør:
 Antall personer /dørkapasitet => 100 pers/ 1,1 pers/s = 91s

Forflytningstid: tgang + tdør => 23s + 91s = 114s

Hendelse	Tid
Deteksjonstid	90
Reaksjonstid	60
Forflytning	114
Netto evakuering	264
Sikkerhetsmargin	240
Nødvendig rømningstid med sikkerhetsmargin	504 (8 min og 24 sek)

Rømning fra andre etasje ved bruk av branntrapper:

Antall personer:	100 personer	Antatt
Fri bredde i branddør	1 meter	Antatt(1cm pr pers/100 pers)
Dørkapasitet	1,1 pers/s	Figur 553 NBI 520.385
Ganghastighet horisontalt:	1,3 m/s	Tabell 551 NBI 520.385
Ganghastighet trapp ned:	0,75 m/s	Tabell 551 NBI 520.385
Reaksjonstid	1 min	Tabell 421 NBI 502.385
Deteksjonstid:	1,5 min	Antatt
Sikkerhetsmargin:	4 min	Antatt

Antall dører til sikkert sted er to.

Dør fra kontor til rømningsvei (korridor) og dør fra rømningsvei (korridor) til branntrapp.

Lengde på rømningsvei:

Inni kontor til kontordør:	4,8 meter
Fra kontor til branntrapp:	30 meter
Lengde på branntrapp: (Helning på trapp: 30 ⁰ C)	6,4 meter

Dørkapasitet:

Dørtype	Fri bredde (meter)	Dørkapasitet (pers/sek)
Dør – kontor	1	1,1
Dør - branntrapp	1	1,1
Sammendrag:	2	2,2

Forflytningstid:

Gangtid:

Inni kontor til kontordør:	=>	4,8 / 1,3	=	4 s
Fra kontordør til branntrapp / ganghastighet	=>	30m / 1,3 m/s	=	23 s
Branntrapp og ut til sikkert sted /ganghastighet	=>	6,4m /0,75 m/s	=	9 s
Samlet gangtid:		4 + 23 + 9	=	36 s

Kapasitet gjennom dør:

Antall personer /dørkapasitet	=>	100 pers/ 2,2 pers/s =	45 s
-------------------------------	----	------------------------	------

Forflytningstid: tgang + tdør	=>	36 + 45	=	81 s
-------------------------------	----	---------	---	------

Hendelse	Tid (sekunder):
Deteksjonstid	90
Reaksjonstid	60
Forflytning	81
Netto evakuering	231
Sikkerhetsmargin	240
Nødvendig rømningstid med sikkerhetsmargin	471 (7min og 51s)

Mineralulltykkelser på stålsøyler

Beregning av profilmfaktor:

Formel: A_m / V

Henviser videre til Harald Fallsen's kompendium "Dimensjonering av stålkonstruksjoner etter NS 3472"

Tykkelser på mineralullisolasjon:

Isoleringstykkelser for Isover FireProtect 150, 150F.
Kritisk ståltemperatur 500 °C.

Brannmotst.	Isover FireProtect	Isolasjonstykkelse, mm										
R30	150	20										
R60	150	20				25		30		35		315
R90	150	20		25	30	35	40	50	60		315	
R120	150	30		35	40	50	60	70			315	
R150	150	50	60	80	100	120					315	
R180	150	60	80	100	120					315		
R210	150	80	100	120							315	
R240	150	100	120							315		

Seksjonsfaktor A/V : 50 75 100 125 150 175 200 225 250 275 300 [m²]

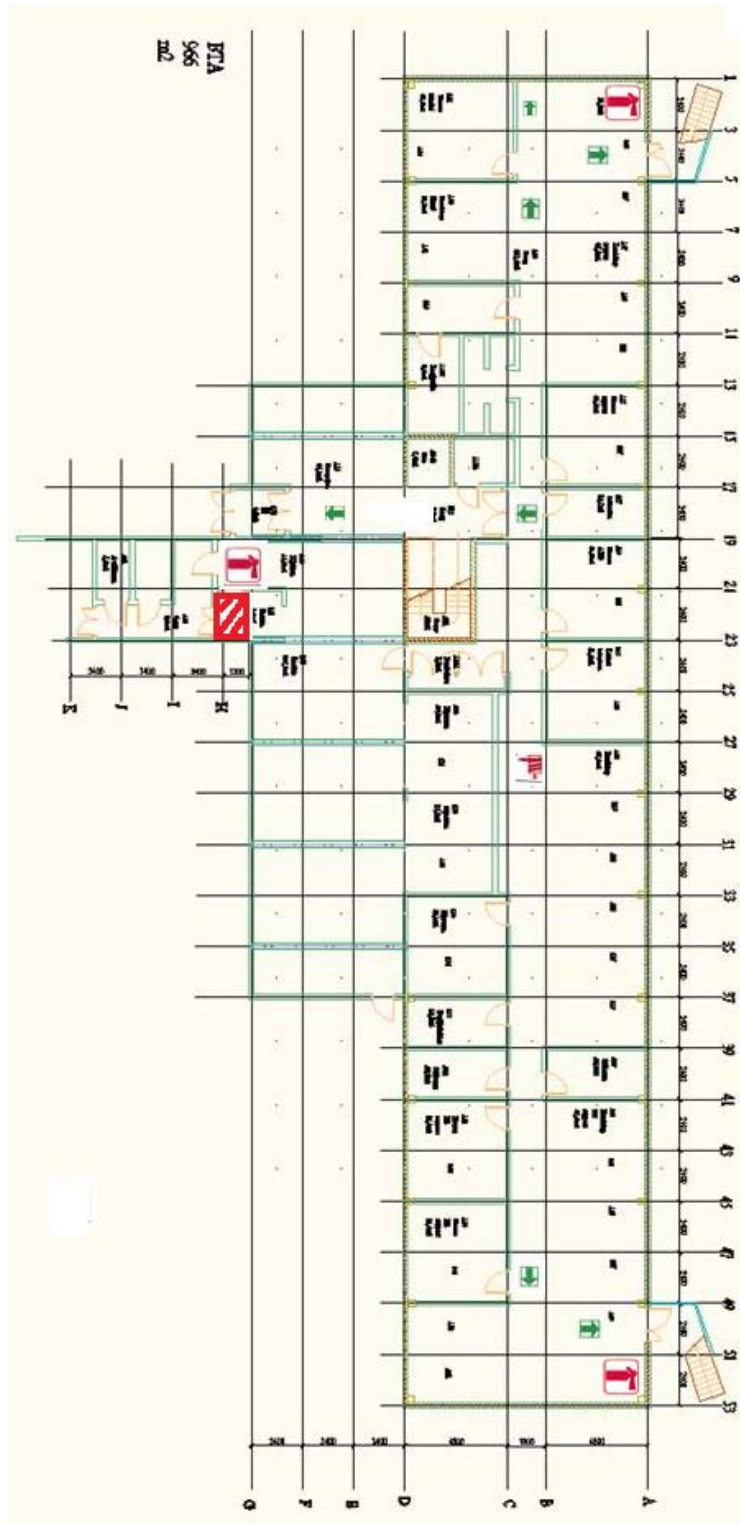
Eksempel:

25	190
----	-----

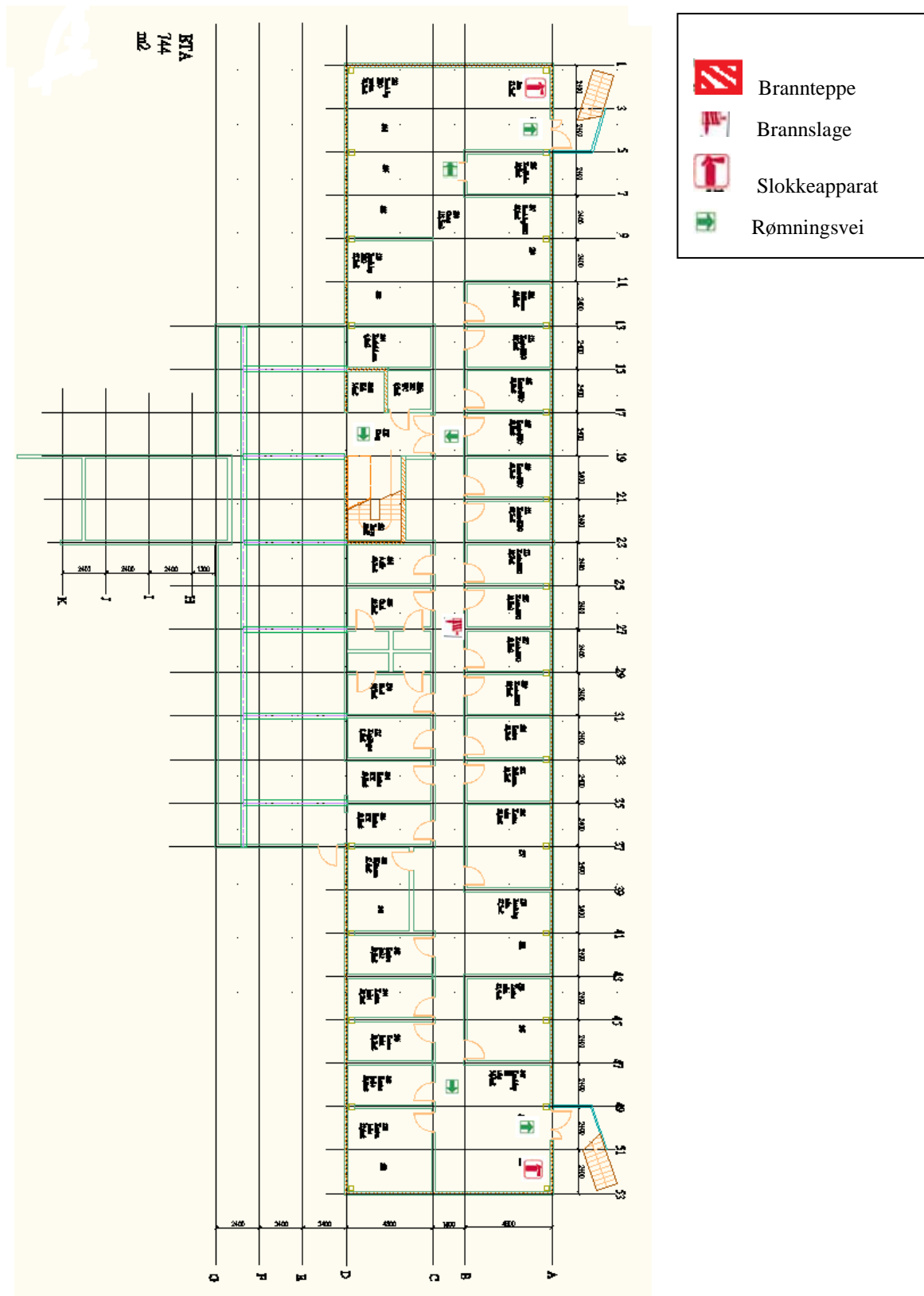
 Tykkelse 25 mm kan anvendes til $A_i/V_s \leq 190$

11.3 Tegninger

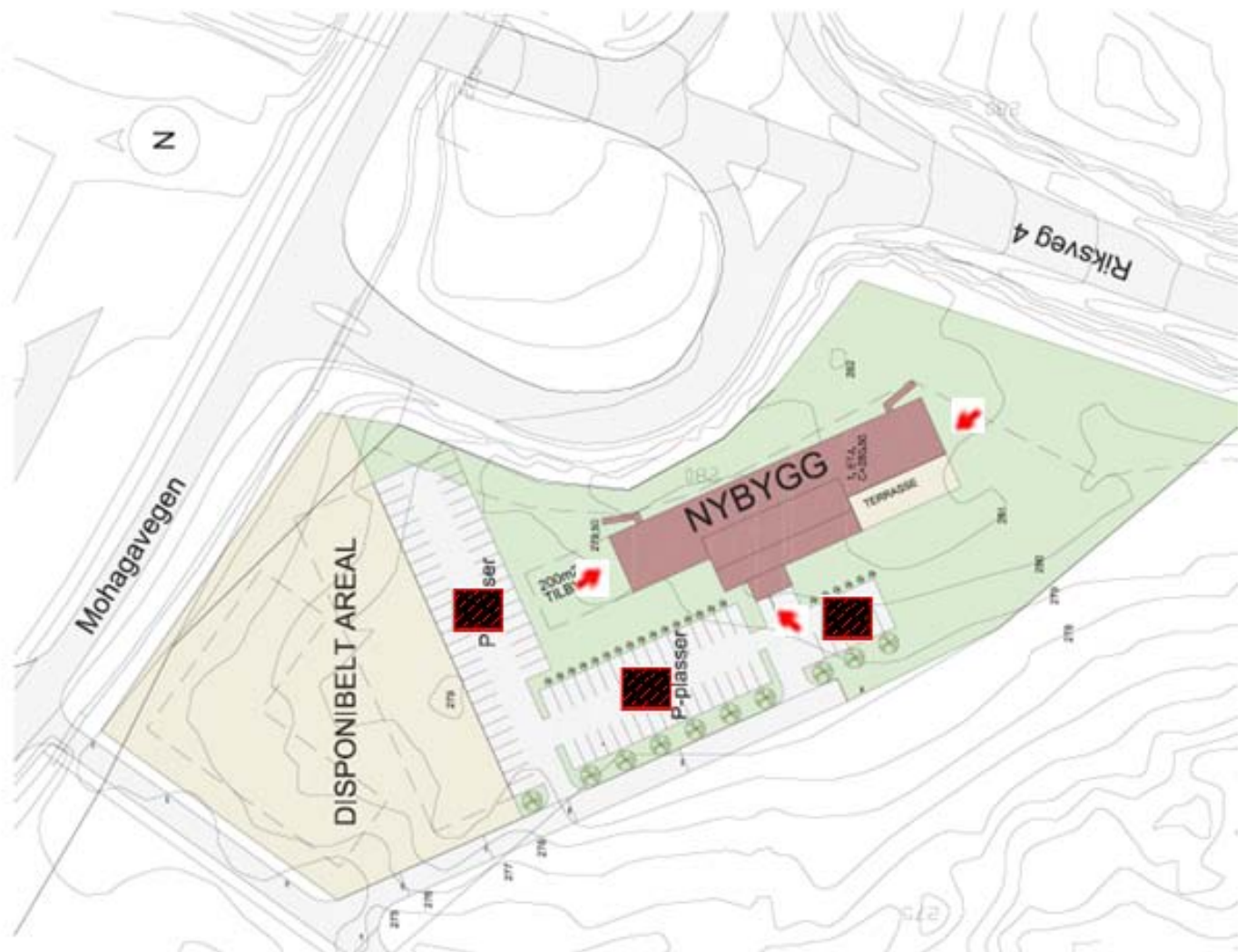
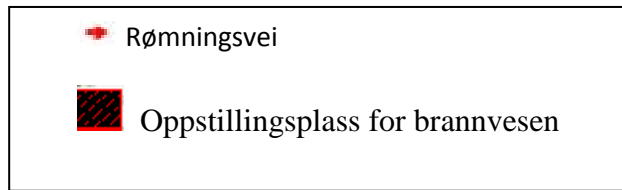
Rømningsplan - første etasje



Rømningsplan - andre etasje



Situasjonsplan med rømningsveier og oppstillingsplass for brannvesen



11.4 Forprosjekt

Forprosjekt



[ADITRO KONTORBYGG]

KONTUR

Sammendrag

I vårt hovedprosjekt tar vi for oss et kontorbygg for arkitekt og byggrådgivningsfirmaet Kontur arkitektur + konstruksjon AS.

Hensikten med prosjektet mener vi vil være å bruke den kunnskapen vi har tilegnet oss gjennom 3 år byggingeniørutdanning ved Høgskolen i Gjøvik (HIG).

Vårt hovedmål med oppgaven vil være å prosjektere bygget med fokus på dets bæresystem og brannsikkerhet.

Herunder vil vi ta for oss enkelte bygningselementer på bygget som; avstiving, søyler, skråtak og bjelker. Først vil vi prosjektere bygget ut fra dets lastsituasjon, deretter ønsker vi se spesielt på de overnevnte bygningselementene.

Finnes det andre muligheter å løse disse på, enn hva Kontur arkitektur + konstruksjon AS gjorde i sin prosjektering av bygget?

Når det gjelder brannsikkerhet skal vi se på denne generelt, og i tillegg se på hvilke mulige løsninger som kan brukes for å øke en stålsøyles brannmotstand.

Ved hjelp av god planlegging, organisering og jevn jobbing, håper vi å oppnå et så godt resultat som mulig.

Bakgrunn og hensikt

Hovedprosjektet er en avsluttende oppgave på tre års utdanning innen bygg og konstruksjon.

Hensikten med hovedoppgaven er for oss å anvende den kunnskap vi har tilegnet oss gjennom tre år på konstruksjonslinjen ved HIG.

Bygget vi tar for oss i prosjektet fikk vi tildelt etter kontakt med Kontur arkitektur + konstruksjon AS.

Kontur arkitektur + konstruksjon AS er et konsulentfirma som ble dannet i 2008 etter at arkitektkontoret Jacobsen Reiten Marschall Arkitekter AS og Barhytta Byggrådgivning AS slo seg sammen.

Kontur tar på seg oppdrag innenfor alt fra tegning av bygg til prosjektering, planlegging og byggeledelse på byggeplass.

Tidligere prosjekter har blant annet vært Skibladnerhuset, Studentenes hus ved Høgskolen i Gjøvik, mottakssenteret i fjellhallen, og Gjøvik politihus. I tillegg kommer også en rekke barnehager, skoler, boliger og andre offentlige bygg.

Bygget som danner grunnlag for hovedprosjektet er Aditro kontorbygg. Dette bygget vil bli reist på Mohagen i Gran kommune, og skal brukes av datafirmaet Aditro AS når det står ferdig. Byggeprosessen ble påbegynt torsdag 22. Januar 2009. Byggets bruksareal er på 1857 m², fordelt på tre etasjer.

Mål

Hovedmålet for prosjektet er å prosjektere et kontorbygg med fokus på byggets bæresystem. I tillegg vil vi se på brannsikkerheten i bygget.

I forbindelse med den generelle prosjekteringen* ønsker vi også å se på ulike løsninger for enkelte bygningselementer. Dette gjelder spesielt søyler, skråtak og bjelker.

Med tanke på fagområdet brann, vil vi ta for oss generell brannsikkerhet, og se på forskjellige løsninger for økt brannmotstand i stålsøyler

*Generell prosjektering: Dimensjonering av bjelker, dekker, fundament, skråtak og søyler

Problemstilling

I vårt hovedprosjekt skal vi prosjektere et kontorbygg og se på byggets brannsikkerhet.

Sentrale problemstillinger:

- Hvordan er byggets lastsituasjon?
- Hvordan er byggets bæresystem satt opp og dimensjonert?
 - Bruk av gjennomgående eller ikke gjennomgående søyler?
 - Hvordan feste bjelker til dekker?
 - Hvordan skjøte sammen bjelker?
 - Hvordan feste tak til fundament?
- Hvordan kan avstiving av bygget gjøres?
- Byggets brannsikkerhet
 - Hvordan forebygge branntilløp i bygget?
 - Byggets stålsøyler, hvordan bør disse bygges for å oppnå høyest mulig brannmotstand?

Rammer og avgrensinger

Rammer for prosjektet:

- Tilgjengelig tid for prosjektjobbingen: fem måneder (januar - mai 2009)
- Forutsetninger for problemstilling:
Skal dekke tre års pensum på bygg – konstruksjonslinjen ved HIG.
- Det skal leveres sluttrapport, forprosjekt og holdes en avsluttende presentasjon av prosjektet.

Avgrensninger gjort på prosjektet:

Vi vil rette oppgaven mest mot konstruksjonsbiten i byggeprosessen, og vil derfor ikke ta for oss følgende områder:

- Tekniske fagområdene som vann og avløp, ventilasjon, lys, lyd, fukt også videre.
- Materialvalg eller dimensjonering av innvendig bygningsdeler* med hensyn på de tekniske områdene nevnt ovenfor.
- Bygget har to typer tak, vi ønsker bare å konsentrere oss om skråtaket.
- Emner i byggesaksprosessen som HMS, lover og regler i en byggesak, og organisering på byggeplass.
- Byggeprosjektets økonomi

*Innvendig bygningsdeler: vegger, gulv, vinduer, dører

Arbeidsmetode

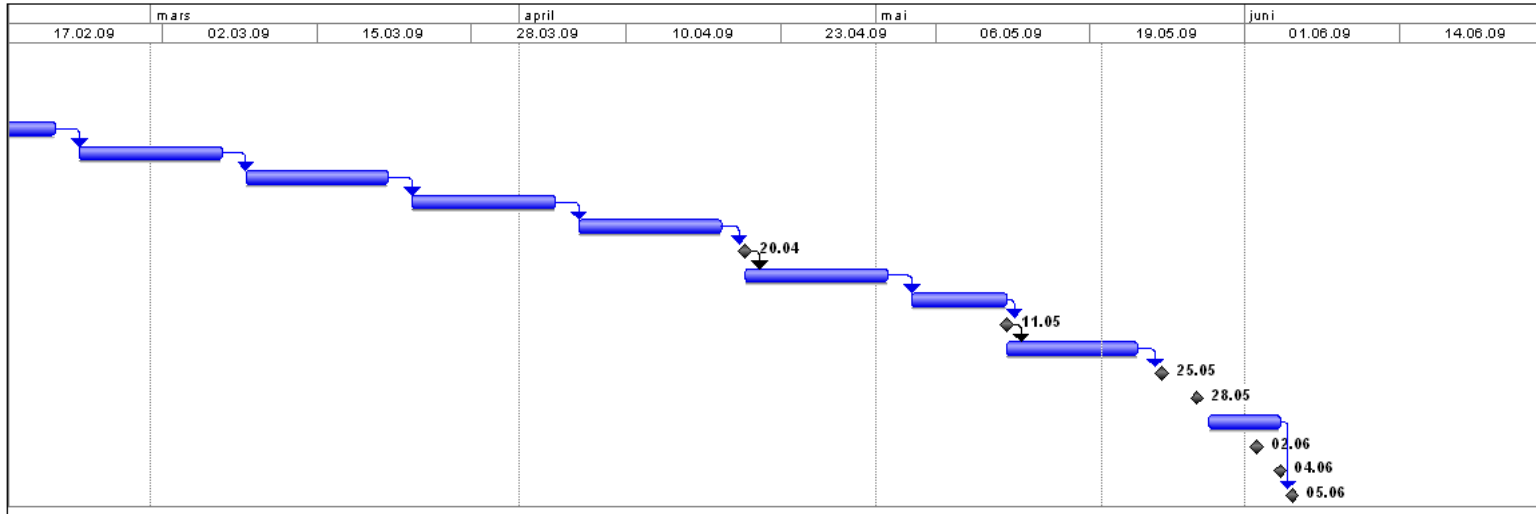
Under arbeid med hovedprosjektet ser vi planlegging, organisering og jevn jobbing som de viktigste faktorer for å oppnå er så godt resultat som mulig. I vårt arbeid vil vi legge vekt på følgende punkter:










- **Arbeidstid**
Vi har som mål å jobbe noe på prosjektet hver dag, tid og sted bestemmes fortløpende.
- **Kontakt med veileder i Kontur arkitektur + konstruksjon AS og HIG**
Kontakten holdes fortløpende ved bruk av e-post og møter når dette trengs.
- **Ressursbehov**
Lærebøker fra byggstudiet, kilder fra bibliotek, internett med relevante byggsider, lover og forskrifter, tegninger og informasjon fra Kontur arkitektur + konstruksjon AS.
- **Arbeidsmåte**
Gruppen vil drive både individuelt arbeid og samarbeid.
Beregninger og arbeid med de forskjellige temaene i prosjektet vil for det meste forgå som individuelt arbeid, mens skriving av selve rapport, laging av webside og plakat, og tilslutt forberedelse til avsluttende presentasjon vil gjøres i gruppe.
- **Dokumentasjon på fremdrift**
Her vil vi føre logg over arbeid som er gjort, og plan for videre arbeid. Loggen skal senere legges ved prosjektrapporten. I tillegg skal det lages fremdriftsplan med milepæler og frister for når ting skal være gjort.

Vedlegg 2:

Fremdriftsplan

ID	Aktivitets navn	Varighet	Start	Slutt	Foregående aktiviteter	januar			februar	
						27.12.08	09.01.09	22.01.09	04.02.09	
1	Valg av oppgave	6 dager?	ma 19.01.09	ma 26.01.09						
2	Arbeid med forprosjekt	9 dager?	ti 27.01.09	fr 06.02.09	1					
3	Levere forprosjekt	0 dager	ma 09.02.09	ma 09.02.09	2					
4	Dimensjonering av byggets lastsituasjon	10 dager	ma 09.02.09	fr 20.02.09	3					
5	Dimensjonering av søyler	10 dager	ma 23.02.09	fr 06.03.09	4					
6	Dimensjonering av bjelker og dekker	10 dager	ma 09.03.09	fr 20.03.09	5					
7	Dimensjonering av skråtak og fundament	10 dager	ma 23.03.09	fr 03.04.09	6					
8	Dimensjonering av avstiving	10 dager	ma 06.04.09	fr 17.04.09	7					
9	Ferdig med all dimensjonering	0 dager	ma 20.04.09	ma 20.04.09	8					
10	Prosjektering av byggets bannsikring	10 dager	ma 20.04.09	fr 01.05.09	9					
11	Finne løsninger - brannmotstand i stålsøyler	6 dager	ma 04.05.09	ma 11.05.09	10					
12	Ferdig med alt av brann	0 dager	ma 11.05.09	ma 11.05.09	11					
13	Finpuss/ ferdigstillelse av rapport	9 dager	ti 12.05.09	fr 22.05.09	12					
14	Rapport levers kopisentralen	0 dager	ma 25.05.09	ma 25.05.09	13					
15	Rapport levers studenttorget	0 dager	to 28.05.09	to 28.05.09						
16	Forbedre presentasjon	4 dager	fr 29.05.09	on 03.06.09						
17	A3 plakat leveres til lamining	0 dager	ti 02.06.09	ti 02.06.09						
18	A3 plakat levert studenttorget	0 dager	to 04.06.09	to 04.06.09						
19	Presentasjon	0 dager	fr 05.06.09	fr 05.06.09	16					



Aktivitet		Milepæl		Eksterne aktiviteter	
Deling		Sammendrag		Ekstern milepæl	
Fremdrift		Prosjekt sammendrag		Tidsfrist	

Vedlegg 4

Gruppeavtale

Gruppen består av følgende studenter:

Maria Bagdasaryan og Silje Marie Olimb

Gruppeavtalen gjelder ved arbeid med hovedprosjekt våren 2009, ved konstruksjonslinjen på Høgskolen i Gjøvik.

Punkter i avtalen:


- Studentene skal møte opp på avtalt sted, til avtalt tid.
- Tildelte oppgaver skal gjøres til tiden det er sagt.
- Endringer kan gjøres dersom begge studenter er enige etter å ha diskutert saken.
- Arbeidet som må gjøres deles likt.
- Dersom ting ikke er gjort, eller man ikke kan møte opp til avtalt tid, skal det være god grunn, og man skal si ifra i god tid så sant dette er mulig.

Maria Bagdasaryan

Silje Marie Olimb

11.5 Prosjektavtale

Side 1

 HØGSKOLEN I GJØVIK

PROSJEKTAFTALE

mellom Høgskolen i Gjøvik (HiG) (utdanningsinstitusjon),

KONTUR arkitektur + konstruksjon as
Jan S. Egner (oppdragsgiver), og

SILJE MARIE OLIMB
MARIA BAGDASARYAN (student(er))

Avtalen angir avtalepartenes plikter vedrørende gjennomføring av prosjektet og rettigheter til anvendelse av de resultater som prosjektet frembringer:

1. Studenten(e) skal gjennomføre prosjektet i perioden fra 19.01.09 til 5.6.2009.

Studentene skal i denne perioden følge en oppsatt fremdriftsplan der HiG yter veiledning. Oppdragsgiver yter avtalt prosjektbistand til fastsatte tider. Oppdragsgiver stiller til rådighet kunnskap og materiale som er nødvendig for å få gjennomført prosjektet. Det forutsettes at de gitte problemstillinger det arbeides med er aktuelle og på et nivå tilpasset studentenes faglige kunnskaper. Oppdragsgiver plikter på forespørsel fra HiG å gi en vurdering av prosjektet vederlagsfritt.

2. Kostnadene ved gjennomføringen av prosjektet dekkes på følgende måte:

- Oppdragsgiver dekker selv gjennomføring av prosjektet når det gjelder f.eks. materiell, telefon/fax, reiser og nødvendig overnatting på steder langt fra HiG. Studentene dekker utgifter for trykking og ferdigstilling av den skriftlige besvarelsen vedrørende prosjektet.
- Eiendomsretten til eventuell prototyp tilfaller den som har betalt komponenter og materiell mv. som er brukt til prototypen. Dersom det er nødvendig med større og/eller spesielle investeringer for å få gjennomført prosjektet, må det gjøres en egen avtale mellom partene om eventuell kostnadsfordeling og eiendomsrett.

3. HiG står ikke som garantist for at det oppdragsgiver har bestilt fungerer etter hensikten, ei heller at prosjektet blir fullført. Prosjektet må anses som en eksamensrelatert oppgave som blir bedømt av faglærer/veileder og sensor. Likevel er det en forpliktelse for utøverne av prosjektet å fullføre dette til avtalte spesifikasjoner, funksjonsnivå og tider.

4. Den totale besvarelsen med tegninger, modeller og apparatur så vel som programlisting, kildekode, disketter, taper mv. som inngår som del av eller vedlegg til besvarelsen, gis det en kopi av til HiG, som vederlagsfritt kan benyttes til undervisnings- og forskningsformål. Besvarelsen, eller vedlegg til den, må ikke nyttes av HiG til andre formål, og ikke overlates til utenforstående uten etter avtale med de øvrige parter i denne avtalen. Dette gjelder også firmaer hvor ansatte ved HiG og/eller studenter har interesser.

Besvarelser med karakter C eller bedre registreres og plasseres i skolens bibliotek. Det legges også ut en elektronisk prosjektbesvarelse uten vedlegg på bibliotekets del av skolens Internett-sider. Dette avhenger av at studentene skriver under på en egen avtale hvor de gir biblioteket tillatelse til at deres hovedprosjekt blir gjort tilgjengelig i papir og nettutgave (jfr. Lov om opphavsrett). Oppdragsgiver og veileder godtar slik

Side 2

offentliggjøring når de signerer denne prosjektavtalen, og må evt. gi skriftlig melding til studenter og dekan om: ce i løpet av prosjektet enrer syn på slik offentliggjøring

- Besvarelsens spesifikasjoner og resultat kan anvendes i oppdragsgivers egen virksomhet. Gjør studenten(e) i sin besvarelse, eller under arbeidet med den, en patentbar oppfinnelse, gjelder i forholdet mellom oppdragsgiver og student(er) bestemmelsene i Lov om retten til oppfinnelser av 17. april 1970, §§ 4-10.
- Utover den offentliggjøring som er nevnt i punkt 4 har studenten(e) ikke rett til å publisere sin besvarelse, det være seg helt eller delvis eller som del i annet arbeid, uten samtykke fra oppdragsgiver. Tilsvarende samtykke må foreligge i forholdet mellom student(er) og faglærer/veileder for det materiale som faglærer/veileder stiller til disposisjon.
- Studenten(e) leverer 3 - tre - eksemplarer av oppgavebesvarelsen med vedlegg til Studentrådet. I tillegg leveres et eksemplar til oppdragsgiver. HiG kan stille til disposisjon ytterligere eksemplar(er) for oppdragsgiver mot at denne godtgjør produksjonskostnadene.
- Denne avtalen utferdiges med et eksemplar til hver av partene. På vegne av HiG er det dekan som godkjenner avtalen.
- I det enkelte tilfelle kan det inngås egen avtale mellom oppdragsgiver, student(er) og HiG som nærmere regulerer forhold vedrørende bl.a. eiendomsrett, videre bruk, konfidensialitet, kredittsdekning og økonomisk utnyttelse av resultatene.

Dersom oppdragsgiver og student(er) ønsker en videre eller ny avtale, skjer dette uten HiG som partner.
- Når HiG også opptre som oppdragsgiver treer HiG inn i kontrakter både som utdanningsinstitusjon og som oppdragsgiver.
- Eventuell uenighet vedrørende forståelse av denne avtale løses ved forhandlinger avtalepartene i mellom. Dersom det ikke oppnås enighet, er partene enige om at tvister løses av velog ft. etter bestemmelsene i tvistemålsloven av 13.8.1915 nr. 6, kapittel 12.
- Deltakende personer ved prosjektgjennomføringen:

HiGs veileder (navn): Harald B. Tollefsen

Oppdragsgivers kontaktperson (navn): Jan S. Egenes

Student(er) (signatur): Silje Maria Olimb date 05.02.09
Naria Bagdasaryan date 05.02.09
 _____ date _____
 _____ date _____

Oppdragsgiver (signatur): Jan S. Egenes date _____

Dekan (signatur): _____ date _____

Revidert 11.10.07, Ivar Moe

11.6 Logg

Hovedprosjekt - ADITRO KONTORBYGG LOGG

Silje Marie Olimb og Maria Bagdasaryan

- Tid:** Mandag 19.01.09
Sted: Høgskolen i Gjøvik
Hva er gjort: Møte med Harald Fallsen, tanker rundt hva hovedprosjektet vårt skal handle om, Satt opp mini – fremdriftsplan, og planer for videre arbeid (hva av info må innhentes og lignende). Tok en tur på biblioteket og kikket i gamle hovedprosjekt. Mail med spørsmål om møte til veileder i Kontur.
Plan videre: Starte på forprosjekt
- Tid:** Tirsdag 20.01.09
Sted: Høgskolen i Gjøvik
Hva er gjort: Startet på forprosjekt, gjort oss tanker rundt problemstilling.
Plan videre: Fortsette på forprosjekt og avtale møte med veileder i Kontur As
- Tid:** Torsdag 22.01.09
Sted: Hjemme hos Maria
Hva er gjort: Forbrett spørsmål til Jan Steinar i kontur som vi skal på møte hos i morgen, fredag 23.
Plan videre: Møte hos veileder i kontur, renskrive notater fra møtet og fortsette på forprosjekt.
- Tid:** Fredag 23.01.09
Sted: Kontur As og HiG`s bibliotek
Hva er gjort: Møte hos Jan Steinar i Kontur As, fikk avklaring på de spørsmål vi hadde om bygget og pratet en del rundt oppgaven og dens problemstilling ,som vi enda ikke helt har fastsatt. Silje renskrev notater fra møtet i ettertid.
Plan videre: Fortsette på forprosjekt, spikre fast oppgavens problemstilling og mål.
- Tid:** Tirsdag 27.01.09
Sted: B210, HiG
Hva er gjort: Fortsatte på forprosjekt, ble ferdig med problemstilling og mål
Plan videre: Fortsette på forprosjekt.
- Tid:** Fredag 30.01.09
Sted: Hjemme hos Maria
Hva er gjort: Fortsatte på forprosjektet, begynner å se lyset i tunnelen: D
Plan videre: Ta kontakt med Fallsen angående prosjektavtale med Kontur, bli ferdig med forprosjekt og levere dette, sende forprosjektet til Jan Steinar.
- Tid:** Mandag 02.02.09
Sted: HiG
Hva er gjort: Ferdig med forprosjektet, mangler bare kontrakter.
Plan videre: Ordne med kontrakter og fremdriftsplan.

- Tid:** Onsdag 04.02.09
Sted: HiG
Hva er gjort: Fremdriftsplan og arbeidsfordeling.
Plan videre: Lese gjennom avtaler (prosjektavtale og avtale med bibliotek om publisering) og underskrive. Se på Websiden.
- Tid:** Torsdag 05.02.09
Sted: HiG
Hva er gjort: Gjort ferdig forprosjekt til innlevering, lest gjennom og underskrevet avtaler (prosjektavtale og avtale med bibliotek om publisering). Undersøkt angående websiden. Hvordan komme i gang, og undersøkt om bruk av HiG og kontur logo.
Plan videre: Lever forprosjekt, begynne på lastberegningene.
- Tid:** Fredag 06.02.09
Sted: Kontur Arkitektur + konstruksjon sitt kontor
Hva er gjort: Silje var hos Jan Steinar i Kontur og fikk underskrevet prosjektavtalen mellom studenter, oppdragsgiver og Høgskolen i Gjøvik.
Plan videre: Skrive ut, binne inn og levere forprosjekt.
- Tid:** Mandag 09.02.09
Sted: Høgskolen i Gjøvik (12.00 – 15.00)
Hva er gjort: Begynte så vidt å tenke på lastberegningene, lage oversikt over alle laster som påvirker bygget
Plan videre: Leverer forprosjekt og lastberegninger
- Tid:** Tirsdag 10.02.09 (14.00 – 16.00)
Sted: Høgskolen i Gjøvik, B210
Hva er gjort: Begynte for alvor på lastberegninger, laget oversikt over laster som påvirker bygget, og finne tall til beregningene. Forprosjektet levert.
Plan videre: Lastberegninger
- Tid:** Onsdag 11.02.09 (10.00 – 16.00)
Sted: Høgskolen i Gjøvik
Hva er gjort: Lastberegningen på bygget
Plan videre: Fortsette med beregninger
- Tid:** Torsdag 12.02.09 (12.30 – 16.00, 17.00 – 19.00)
Sted: Høgskolen i Gjøvik, hjemme hos Silje
Hva er gjort: Lastberegninger på bygget, snø og egenlast
Plan videre: Har fått en del spørsmål, ta kontakt med Fallsen. Fortsette med lastberegninger.
- Tid:** Fredag 13.02.09 (10.00 – 16.00)
Sted: Høgskolen i Gjøvik
Hva er gjort: Lasteregningen på skråtak
Plan videre: Fortsette på lastberegninger

Tid: Lørdag 14.02.09 (10.00 – 14.00)

Sted: Hjemme hos Silje

Hva er gjort: Lastberegninger

Plan videre: Lastberegninger

Tid: Mandag 23. 02.09

Sted: Høgskolen i Gjøvik

Hva er gjort: Vi startet i igjen jobbing med hovedprosjekt, det har vært en pause i arbeidet pga familiære årsaker. Vi var på møte hos Fallsen. Fant ut at vi har begynt feil når det gjelder lastberegninger. Startet på lastberegningene på dekke i 3. Etasje på nytt. Søke etter info om nyttelast og Egenlast på byggforsk og lignende.

Plan videre: Fortsette på lastberegningene på bæresystemet.

Tid: Mandag 02.03.09 (10.30 – 18.00)

Sted: Hjemme hos Maria

Hva er gjort: Nok en gang har det vært opphold i jobbingen, årsak er sykdom innad i gruppa. Vi har jobbet med lastberegninger på bæresystemet.

Plan videre: Snakke med Fallsen, er vi på riktig vei når det gjelder lastberegningen nå? Klundre videre med lastberegninger på dekke i 3. Etasje.

Tid: Tirsdag 03.03.09 (8.00 – 10.00 og 15.00 – 18.00)

Sted: Høgskolen i Gjøvik og hjemme hos Maria

Hva er gjort: Snakket med Fallsen og fikk noen tips til videre beregning av laster. Klundret videre med lastberegningene. Avtale møte med Jan Steinar i Kontur

Plan videre: Klundre videre med lastberegninger!!

Tid: Onsdag 04.03.09 (15.00 – 18.00)

Sted: Hjemme hos Maria

Hva er gjort: Endelig begynte det å løsne på lastberegningene. Avtalt møte med Jan Steinar i Kontur er på fredag 6. Mars kl 13.00

Plan videre: Forbrede spørsmål til Jan Steinar i Kontur og Spenncon, systematisere lastberegningene som er gjort til nå, fylle inn i loggen og begynne på webside.

Tid: Torsdag 05.03.09 (12. 00 – 15.30)

Sted: Høgskolen i Gjøvik

Hva er gjort: Systemisert lastberegninger, forberedte spørsmål til Jan Steinar og Spenncon. Skrive logg, begynne på webside.

Plan videre: Møte med Jan Steinar i Kontur i morgen 6. Mars 2009

Tid: 06.03.09 (13.00 – 16.00)

Sted: Kontur Arkitektur + konstruksjon as og Høgskolen i Gjøvik

Hva er gjort: Vi har vært på møte hos Jan Steinar, fikk svar på alle spørsmål og hjelp til det vi lurte på. Et bra møte☺. Etterpå var vi på skolen og systematiserte det vi hadde fått vite ,og planla ferden videre.

Plan videre: Begynne å regne laster på skråtaket over kantinen.

- Tid:** 09.03.09 (10.00 – 16.00)
Sted: Hjemme hos Maria
Hva er gjort: Vi har begynt på lastberegninger på skråtaket og på websiden. Fått flere spørsmål vi vil stille Harald Fallsen.
Plan videre: Gjøre ferdig Websiden og snakke med Harald Fallsen om vindlast på skråtaket.
- Tid:** 10.03.09 (14.00 – 15.00)
Sted: Høgskolen i Gjøvik
Hva er gjort: Vært på møte hos Harald Fallsen og fått svar på noen spørsmål
Plan videre: Fortsette på lastberegninger på skråtaket og på webside.
- Tid:** 11.03.09
Sted: Hjemme hos Maria og på Høgskolen på Gjøvik
Hva er gjort: Silje lager ferdig websiden og Maria fortsatte å regne på skråtaket.
Plan videre: Regne på lasten på skråtaket og staget mellom skråtaket og betongvegg heisjakta. Snakke med Martin Landgraff og sende mail til Spenncon angående bjelker/dekker.
- Tid:** Tirsdag 17.03.09 (9.00-11.45)
Sted: Høgskolen i Gjøvik
Hva er gjort: Fant laster på skråtak, ferdig med Web -siden. Begynte med fagverk. Se etter info om bjelken.
Plan videre: Bjelke og søyle beregning.
- Tid:** Mandag 30.03.09 (12.00 – 16.00)
Sted: Høgskolen i Gjøvik
Hva er gjort: Forberedelse av spørsmål og tanker rundt besøk hos Spenncon, Hønefoss
Plan videre: Dra til Hønefoss på møte hos Spenncon som har sagt seg villig til å hjelpe oss med en minigjennomgang av hovedprosjektet, og bjelke/dekker.
- Tid:** Tirsdag 31.03.09 (8.00 – 15.00)
Sted: Spenncon AS, Avdeling Hønefoss
Hva er gjort: Vi har vært på besøk hos Spenncon, og fått hjelp til bjelke og dekkedimensjoneringen og noen tips til avstiving av bygget.
Plan videre: Jobbe med informasjonen vi fikk fra Spenncon - spesielt dekke og bjelke dimensjoneringen.
- Tid:** Onsdag 01.04.09 (8.00 – 16.00)
Sted: Høgskolen i Gjøvik
Hva er gjort: Ferdig med dimensjonering av dekker og bjelker. Har startet på dimensjonering av stålsøylene.
Plan videre: Fortsett med dimensjonering av søyler. Gå til Fallsen å spørre en del spørsmål. Begynne å skrive på sluttrapporten, slik at vi får litt oversikt og husker på alt som skal være med.

- Tid:** Torsdag 02.04.09 (8.00 – 15.30)
Sted: Høgskolen i Gjøvik
Hva er gjort: Dimensjonering av skråtak, søyler og trykkstavene i fagverket til skråtaket. Begynte å planlegge oppsettet til sluttrapporten, overskrifter/ kapitelinndeling
Plan videre: Fortsette med dimensjonering av det som gjenstår, søyler, skråtak og fundament.
- Tid:** Fredag 03.04.09 (8.00 – 15.00)
Sted: Høgskolen i Gjøvik
Hva er gjort: Skråtak og fagverk i skråtaket er ferdig, jobbet videre med søyler og sendt mail til Jan Steinar med noen spørsmål angående søylene.
Plan videre: Fortsette på søyler og skrive beregninger fint.
- Tid:** Søndag 05.04.09 (8.00 – 15.00)
Sted: Høgskolen i Gjøvik
Hva er gjort: Fortsetter med søyler og har skrevet alle beregninger fint. Regnet på både kvadratiske og rektangulære søyler.
Plan videre: Skrive på bæresystemdelen i rapporten, skrive om avstivingene.
- Tid:** Tirsdag 07.04.09 (8.30 – 15.00)
Sted: Høgskolen i Gjøvik
Hva er gjort: Vi har skrevet om bæresystemet i sluttrapporten
Plan videre: Påskeferie☺. Etter påskeferien: Bli ferdig med søyle og fundament – dimensjonering. Skrive ferdig om skjøting av bjelker osv. Avstiving, feste av skråtak fundament. Begynne på brann.
- Tid:** Tirsdag 14.04.09 (8.00 – 16.00)
Sted: Høgskolen i Gjøvik
Hva er gjort: Vi fortsatte med søyledimensjonering. Og snakket med Fallsen om noen spørsmål vi hadde i forbindelse med søyledimensjoneringen.
Plan videre: Slutføre søyledimensjoneringen. Og fundamentberegninger.
- Tid:** Onsdag 15.04.09 (8.00 – 15.30) og (18.00 – 19.45)
Sted: Høgskolen i Gjøvik
Hva er gjort: Gjort ferdig søyledimensjoneringen, har igjen å føre inn endesøyler pent.
Plan videre: Gjøre ferdig det siste fundamentet, skrive om søyler i rapporten. Begynne å skrive på avstivning, og punktene i problemstillingen vi fikk hjelp til hos Spenncon.
- Tid:** Torsdag 16.04.09 (8.00 – 16.00)
Sted: Høgskolen i Gjøvik
Hva er gjort: Ble ferdig med søyle og fundamentdimensjonering
Plan videre: Skrive ferdig på bæresystem – delen i sluttrapporten.

- Tid:** Fredag 17.04.09 (9.00 – 15.30)
Sted: Høgskolen i Gjøvik
Hva er gjort: Ferdig med skrivning om bæresystem i sluttrapporten. Begynt på punkter med skjøting osv.
Plan videre: Fortsette på skjøtings- punktene. Sende mail til Spenncon, sjekke bibliotek for informasjon om skjøting – punktene og brannmotstand i stålsøyler.
- Tid:** Søndag 19.04.09(10.00- 14.30)
Sted: Høgskolen i Gjøvik
Hva er gjort: Skrevet ferdig om plassering av bjelkeskjøt, gjennomgående og ikke gjennomgående søyler og litt på dekket festet til bjelke. Sendt mail til Spenncon med spørsmål om en detalj.
Plan videre: Bibliotekdag: Avstivning, dekket festet til bjelke. Begynne å titte på brann, spørre Maggis, hvordan legge ut websiden. Vis mulig: bli ferdig med avstivning, detaljer i bæresystem. Slik at det bare er brann, knutepunkt skråtak, fundament igjen. Forbrede siste møte med Jan Steinar om brann, knutepunkt.
- Tid:** Mandag 20.04.09 (9.00 – 16.00)
Sted: Høgskolen i Gjøvik
Hva er gjort: Funnet litt informasjon om avstivning, dekket festet til bjelke, fant litt på brannmotstand i stålsøyler.
Plan videre: Skrive ferdig om avstivning, og dekket festet til bjelke, regne på tauet i skråtaket og begynne å skrive om brann
- Tid:** Tirsdag 21.04.09 (9.00 – 16.00)
Sted: Høgskolen i Gjøvik
Hva er gjort: Skrevet ferdig om avstivning, dekket festet til bjelke, regnet på tauet i skråtaket.
Plan videre: Skrive om brann og brannmotstand i stålsøyler.
- Tid:** Onsdag 22. 04.09 (9.00 – 15.30)
Sted: Høgskolen i Gjøvik
Hva er gjort: Vi er ferdig med dimensjonering av bæresystemet og har klart å holde oss innefor fremdriftsplanen: D Silje har skrevet på branntemaet. Maria prøvde dimensjonere stålsøyler for brann.
Plan videre: Silje fortsetter med brann, Maria fortsetter med branndimensjonering av stålsøylene, og det siste fundamentet (fundamentene i endene av bygget)
- Tid:** Torsdag 23.04.09 (8.00 – 15.00)
Sted: Høgskolen i Gjøvik
Hva er gjort: Vi har funnet ut at vi dropper branndimensjonering av søylene, og bare skriver om ulike måter å brannisolere søyler på. Maria er ferdig med siste fundament. Silje skriver fortsatt på brann. Sendt mail til Jan Steinar for å høre om et siste møte angående avstivning, og knutepunkt mellom skråtak og fundament.
Plan videre: Maria begynner å tegne bygget i Autocad. Silje gjør ferdig den generelle brannsikkerheten i bygget. Og ellers blir det en rolig og fortjent helg hjemme. Fortjent ☺
Plan fremover: Bli ferdig med å skrive om brannmotstand i stålsøyler og tegning av huset i Autocad i løpet av kommende uke (til 1. Mai). Bare finpuss etter 15. Mai. ☺

- Tid:** Mandag 27.04.09 (9.00-16.00)
Sted: Høgskolen i Gjøvik
Hva er gjort: Samle stoff om stålsøyler
Plan videre: Fortsette med stålsøyler
- Tid:** Tirsdag 28.04.09 (8.00-16.30)
Sted: Høgskolen i Gjøvik
Hva er gjort: Vi er ferdig med stålsøyler. Skrev mail til Stålforbundet.
Plan videre: Autocad og brannsikkerhet.
- Tid:** Onsdag 29.04.09 (11.00 – 16.00)
Sted: Høgskolen i Gjøvik
Hva er gjort: Ferdig tegnet plan i Autocad. Fortsetter med brann. Avtalt møte med Firesafe 13. mai kl 9.00.
Plan videre: Sammensyning av rapport, brannsikkerhet.
- Tid:** Mandag 04.05.09 (8.00 – 16.00)
Sted: Høgskolen i Gjøvik
Hva er gjort: Begynt med å sette sammen rapport, fortsatt noe skriving på brannsikkerhet. Avtalt møte med Jan Steinar 8. mai kl 9.00
Plan videre: Fortsette med sammensyning av rapport og brannsikkerhet.
- Tid:** Tirsdag 05.05.09 (9.00 – 15.00)
Sted: Høgskolen i Gjøvik
Hva er gjort: Fortsette med det vi gjorde i går.
Plan videre: Fortsette med det vi gjorde i dag.
- Tid:** Onsdag 06.05.09 (8.00 – 18.00)
Sted: Høgskolen i Gjøvik
Hva er gjort: Brannsikkerhet ble nesten ferdig. Fikset ting i rapporten.
Plan videre: Tegne branntegning og avstivning av bygget, beregne rømningstider, se på kilder, vedlegg og tette hull i rapporten.
- Tid:** Torsdag 07.05.09 (9.00 - 16.00)
Sted: Høgskolen i Gjøvik
Hva er gjort: Beregnet rømningstid og fikk ordne kilder. Forberede spørsmål til møte med Jan Steinar. Tegnet forslag til branntegning.
Plan videre: Evaluering av møte på Kontur. Fortsette med rapporten.
- Tid:** Fredag 08.05.09 (8.00 – 13.30)
Sted: Høgskolen i Gjøvik
Hva er gjort: Møte med Jan Steinar. Oppsummering av møte. Påmelding til kurs hos Norsk Stålforbund den 12. og 13. mai i Oslo.
Plan videre: Ferdig med brann og forberedelse til møte med Firesafe.

- Tid:** Lørdag 09.05.09
Sted: Hjemme
Hva er gjort: Maria tegnet branntegning, situasjonsplan og 2.plan. Silje skrev mer på brann.
Plan videre: Se på ståltau beregningen, gjøre ferdig brann. Forberede spørsmål til Firesafe
- Tid:** Mandag 11.05.09
Sted: Høgskolen i Gjøvik
Hva er gjort: Forberedte spørsmål til Firesafe møte. Fikset en del kilder, tabeller og bilder.
Plan videre: Møte med Firesafe. Skrive ferdig på søyler.
- Tid:** Onsdag 12.05.09
Sted: Oslo
Hva er gjort: Skrev noen notater om stålsøyler etter møte med Firesafe.
Plan videre: Gjøre ferdig rapport☺
- Tid:** Torsdag 13.05.09
Sted: Høgskolen i Gjøvik
Hva er gjort: Skrevet ferdig stålsøyler. Silje fortsettet med brann.
Plan videre: Gjøre ferdig rapport.
- Tid:** Fredag 14.05.09 (9.00 – 16)
Sted: Høgskolen i Gjøvik
Hva er gjort: Begynte på konklusjon. Drev med brann.
Plan videre: Gjøre ferdig alt småtteri som vi har igjen. Vi har nesten klart målet om kun finnpuss fra 15. Mai☺
- Tid:** Mandag 18.05.09 (10 – 16)
Sted: Hjemme hos Maria
Hva er gjort: Skrev forslag til konklusjon og sammendrag, begynte å fikse vedlegg og bilder
Plan videre: Fikse ferdig vedlegg, føre beregninger på data, gjøre ferdig brann
- Tid:** Tirsdag 19.05.9
Sted: Høgskolen i Gjøvik
Hva er gjort: Silje gjorde siste finish på brann og Maria førte inn beregninger på data
Plan videre: Fikse vedlegg og henvisninger
- Tid:** Onsdag 20.05.09
Sted: Høgskolen i Gjøvik
Hva er gjort: Puttet inn vedlegg i rapporten, skrev beregninger inn på data.
Plan videre: Finnpusse rapporten