

**BACHELOROPPGAVE:**

**PLASTAL AS**

**LAGERBYGG**

**FORFATTERE:        MARIUS BJØRK  
                             GINE LØVSTAD HEGSETH  
                             KNUT LOMSDALEN  
                             ROAR TEIGEN**

**Dato: 27 mai 2008**





## Sammendrag

Tittel:	Plastal Lagerbygg på Raufoss industripark	Nr. : 1 Dato : 27.05.08
Deltaker(e):	Marius Bjørk Gine Løvstad Hegseth Knut Lomsdalen Roar Teigen	
Veileder(e):	Harald B. Fallsen	
Oppdragsgiver:	Oppland Bygg Consult AS	
Kontaktperson:	Torfin Medbøe	
Stikkord (4 stk)	Dimensjonering, tegning, brann, byggesak	
Selve rapporten: 34 sider	Vedlegg: 15 stk	Tilgjengelighet (åpen/konfidensiell): Åpen
Kort beskrivelse av bacheloroppgaven:		
<p>Plastal AS skal oppføre et nytt lagerbygg inntil et eksisterende bygg på industriområdet på Raufoss. I vår bacheloroppgave har vi tatt utgangspunkt i dette og formet oppgaven vår deretter. På dimensjoneringsdelen av oppgaven, har vi tatt for oss byggets bæresystem, dekker, fundamenter, krankonsoll, bærebjelker for dekke i gulv og utligningsbjelker. SIB og søyler har vi ikke dimensjonert. Vi har også utført en brannteknisk prosjektering av det nye lagerbygget, samt aktuelle prosesser rundt byggesak for dette prosjektet. Vi har som utgangspunkt foreløpige tegninger fra OBC, og tatt egne forutsetninger der dette syntes nødvendig. Underveis har vi møtt mange utfordringer, men føler vi har løst disse på en tilfredstillende måte. Hvorvidt løsningene vi har funnet, er av de mest økonomiske, er vanskelig for oss å anslå, idet ingen av oss har så mye erfaring fra byggebransjen.</p>		





## Forord

I denne bacheloroppgaven har vi Oppland Bygg Consult som oppdragsgiver. Oppgaven har vært utført våren 2008. Kontaktperson hos OBC har vært Torfin Medbøe, og vår veileder har vært Harald Fallsen.

Formålet med bacheloroppgaven har vært å ta i bruk den kunnskap vi har tilegnet oss gjennom byggingeniørstudiet ved Høgskolen i Gjøvik. Gjennom disse tre årene har vi lært oss å finne praktiske løsninger, samt holde oss innenfor de krav som stilles gjennom lover og forskrifter i byggebransjen.

Et annet formål med oppgaven er å vise at vi har fått en bredere erfaring med det å jobbe i team, for så å komme frem til et endelig resultat som vi er fornøyde med.

Med dette så vil vi benytte anledningen til å takke vår oppdragsgiver og vår veileder, for god hjelp og støtte til å løse de problemer vi har møtt. De har vært til stor hjelp ved å vise et stort engasjement, og hjulpet oss frem til dette resultatet.

Til slutt så takker vi også hverandre for et godt samarbeid og en god innsats. Vi er fortsatt venner etter en hektisk og krevende prosjektperiode.

Gjøvik - 27.05. 2008

---

Marius Bjørk

---

Gine Løvstad Hegseth

---

Roar Teigen

---

Knut Lomsdalen



## Innholdsfortegnelse

1	Innledning .....	6
1.1	Bakgrunn og hensikt .....	6
1.2	Metode .....	6
1.3	Framgangsmåte .....	6
1.4	Avgrensninger .....	7
1.5	Målgruppe .....	7
1.6	Arbeidsform og fordeling av oppgaver .....	7
2	Byggesaksprosessen .....	8
2.1	Søknad .....	8
2.2	Dispensasjon .....	9
3	Brannteknisk prosjektering, krav og klasser .....	9
3.1	Risikoklasse .....	10
3.2	Brannklasse .....	11
3.3	Fareklasse .....	12
3.4	Brannsikringstiltak .....	12
3.4.1	Passive tiltak .....	12
3.4.1.1	Paroc elementer .....	13
3.4.2	Aktive tiltak .....	16
3.4.2.1	Sprinkleranlegg .....	16
3.4.2.1.1	ESFR vs vanlig sprinkling .....	17
3.4.2.2	Branngardin .....	18
3.4.3	Slukkeutstyr .....	20
3.4.4	Ledesystem .....	20
3.4.5	Branntegning .....	20
3.5	Rømning .....	22
3.5.1	Avstand til utgang .....	22
3.5.2	Rømningstegninger .....	23
3.5.3	Rømningstid .....	24
4	Konstruksjon .....	27
4.1	Tekniske løsninger .....	27
4.1.1	Tak og bæring i tak .....	28
4.1.2	Søyler .....	29
4.1.3	Dekke på kontorer .....	29
4.1.4	Avstivning .....	30
4.1.5	Vegger .....	30
4.1.6	Dekker på grunn .....	30
4.2	Dimensjonerings prinsipper – metoder og utførelse .....	31
4.2.1	Karakteristiske laster .....	31
4.2.2	Nyttelaster .....	31
4.2.3	Faktorer .....	32
4.2.4	Tverrsnitt .....	32
5	Konklusjon .....	33
6	Referanser .....	34
6.1	Linker .....	34



6.2	Bøker.....	34
7	Vedlegg.....	35
7.1	Rømningstidsberegning .....	35
7.2	Dimensjonering av T – bjelke.....	38
7.2.1	Akse 1- 9.....	38
7.2.2	Akse 9 - 11 .....	40
7.3	Beregning av taklaster.....	42
7.4	Dimensjonering av plasstøpt dekke i kontordel.....	43
7.5	Traverskran .....	45
7.6	Fundamentlaster fra søylene .....	48
7.6.1	Akse 1 .....	48
7.6.2	Akse 2 .....	48
7.6.3	Akse 3 .....	49
7.6.4	Akse 4 .....	49
7.6.5	Akse 5 .....	49
7.6.6	Akse 6 .....	50
7.6.7	Akse 7 .....	50
7.6.8	Akse 8 .....	50
7.6.9	Akse 9 .....	51
7.6.10	Akse 10 .....	52
7.6.11	Akse 11 .....	52
7.7	Fundamentlaster:.....	55
7.8	Dekke over kulvert og under kranbane:.....	57
7.9	Søylefundamentering .....	58
7.10	Dimensjonerende last pr.m. fundament-dekke fra T-bjolkene i akse 1: .....	60
7.11	Dimensjonerende last pr.m fundament-dekke fra T-bjolkene i akse 9: .....	63
7.12	Gruppereregler .....	65
7.13	Logg .....	66
7.14	Fremdriftsplan.....	71
7.15	Tegninger .....	73



# 1 Innledning

## 1.1 Bakgrunn og hensikt

Som en avslutning på tre år på høgskole, skal det skrives en bacheloroppgave. Denne skal integrere pensum vi har vært igjennom i tidligere semestre.

Før arbeidet med bacheloroppgaven tok til, har vi skrevet et forprosjekt. Dette er et notat som beskriver oppgavens problemstillinger og avgrensinger – slik vi så det for oss før vi startet på hovedprosjektet.

Et slikt arbeid som vi her har lagt ned, initierer en god del. Viktigheten av strukturert arbeid og planlegging er et alfa omega. Gode rutiner, samt kunsten å lage gode problemstillinger trer her frem. Vi har erfart at det vi har lært gjennom de tre årene på Gjøvik, har lagt grunnlag for å løse nye utfordringer. Men samtidig har vi innsett at det kun er en liten plattform av kunnskap vi per nå har opparbeidet oss.

Hensikten med det arbeidet som vi har lagt ned, er å benytte oss av den kunnskap vi gjennom tre år har tilegnet oss. Vi har vært nødt til å sette oss inn i problemstillinger, samt gå dypere i stoff vi tidligere har snust på overflaten i. Ved å ha gjennomført denne oppgaven, stiller vi forhåpentligvis en tanke mer forberedt til yrkeslivet som venter oss.

## 1.2 Metode

Vi vil ta for oss et vanlig byggt teknisk prosjekt som tenkes planlagt og prosjektert i henhold til norske plan og bygningslover og selvsagt i henhold til norske dimensjoneringsstandarder.

## 1.3 Framgangsmåte

Helt siden oppstarten på vårt tredje år her ved HiG, har den ventende bacheloroppgaven surret i bakhodet vårt. I november måtte vi bestemme oss for hvem vi ville være på gruppe med. Dette valget var enkelt, da vi alle hadde klare indikasjoner på hvem vi ønsket å samarbeide med. Hva vi skulle ta for oss i den forestående bacheloroppgaven ble så et tema. Vi undersøkte ulike alternativer. På nyåret kom vi frem til at vi ønsket å skrive om Plastals nybygg på Raufoss. I den forbindelse var vi i et møte nede på Oppland Bygg Consult sitt kontor, herved omtalt som OBC, hvor vi innhentet mer informasjon rundt dette prosjektet. Forprosjekt sto så for tur. Hensikten med dette var å legge frem aktuelle problemstillinger og temaer vi ønsket å ta for oss i bacheloroppgaven. Internt i gruppen fikk vi også fastlagt hva de enkelte medlemmer ønsket å se nærmere på. Forprosjektet ble levert 15 februar 2008. I forbindelse med forprosjektet ble grupperegler laget og underskrevet. Godkjenning for å benytte logoen til henholdsvis HiG og OBC i våre dokumenter og nettside ble også innhentet. Tiden fra forprosjektet ble innlevert og frem til slutten av mars, forekom som en stille periode i forhold til bacheloroppgaven. I starten av april begynte imidlertid aktiviteten å ta seg opp igjen, idet vi da hadde avsluttet et par fag og fikk mer tid friggitt til å jobbe med oppgaven. Innad i gruppen har vi hatt jevnlig kontakt, slik at alle til enhver tid har vært oppdatert på progresjonen. Kontakten med OBC har vært god og vi har vært med på flere byggemøter, samt et prosjekteringsmøte med tanke på brann. I tillegg har vi vært på byggetomten for befarings. Her har vi fått masse relevant informasjon og innspill til oppgaven. Vi har og benyttet internett, lærebøker, veileder og kontaktperson på OBC for økt

innsikt. I forbindelse med de møtene vi har vært på, samt befaringen, har vi blant annet møtt prosjekterende og kontroll for prosjekterende, utførende og kontroll for utførende innenfor følgende områder: Jørstad AS for VVS og sprinkling, G.Karlsen AS for ventilasjon, Syljuåsen AS for byggesak og arbeider ellers og Hedmark Elementbygg AS for prefab. Vi sitter igjen med en god følelse med tanke på de vi har truffet, idet de har vist stor imøtekommenhet og interesse for våres prosjekt.

#### **1.4 Avgrensninger**

I denne oppgaven har vi, som nevnt over tatt for oss dimensjonering, tegning, brannplanlegging og byggesaksprosess. Grunnet den korte tiden vi har hatt til rådighet, er det begrenset hva vi har rukket og produsere. Klare avgrensninger er dermed på sin plass. Vi har med viten og vilje ikke tatt for oss noe økonomisk perspektiv på våre løsninger. Denne avgjørelsen er tatt med bakgrunn i at vi mangler en del praktisk erfaring i forhold til å kunne vurdere dette på en ordentlig måte. Hva dimensjonering angår, har vi ikke tatt for oss SiB og søyler, ei heller stålbjelke i traverskran. Da de beregninger vi har med, omfatter allerede en stor del av bygget. Hva traverskran angår, blir dette ofte dimensjonert hos leverandør. Rent brannteknisk, har vi her ikke foretatt oss noen beregninger med hensyn til byggets brannmotstand, idet vi har fokusert på lover og regler i forbindelse med krav i forbindelse med brannsikkerhet. Med tanke på byggesaksprosessen, har vi tatt for oss denne og beskrevet den, frem til status på bygget slik situasjonen er i slutten av mai. Av tegninger over bygget, har vi kun tatt med de vi synes mest viktige for våre løsninger. Tegninger som foreligger, er av snitt, armeringstegning og detaljtegning. Tegninger av brann og rømningstid forekommer og. Oversiktstegning over hele bygget har vi ikke tegnet selv, men brukt OBC sine foreløpige tegninger til utgangspunkt. Vi vil påpeke at vi har valgt å dimensjonere bygget på grunnlag av dårlig grunnforhold, noe som har resultert i at vår løsning kan virke noe ”overdimensjonert”.

#### **1.5 Målgruppe**

Målgruppen for prosjektet er studenter med lik bakgrunn som vår, veileder, sensor, samt andre personer med byggfaglig forståelse. Med bakgrunn i dette, har vi ikke gått i detalj på de områder vi mener sammenhengen gir seg selv for denne målgruppen.

#### **1.6 Arbeidsform og fordeling av oppgaver**

Gjennom oppgaven har vi hatt hyppige møter. Kontakt med veileder Harald Fallsen og kontaktperson på OBC, Torfin Medbøe, har og forekommet jevnlig. Vi har også vært tilstede på byggemøter, der vi har fulgt prosjektets fremdrift.

### Fordeling av oppgaver:

DAK	-	Knut, Roar og Marius
Dimensjonering	-	Knut og Roar
Byggtekniske løsninger	-	Knut og Roar
Branntekniske løsninger	-	Marius og Gine
Branndimensjonering	-	Marius og Gine
Byggesaksprosessen	-	Marius og Gine
Sammenstilling rapport	-	Marius, Gine og Roar
Utskrift A3 – format, tegninger	-	Roar og Knut

## 2 Byggesaksprosessen

Plan og bygningsloven regulerer byggevirksomheten her i landet. Lovens formål er *”legge til rette for samordning av statlig, fylkeskommunal og kommunal virksomhet”* jfr Pbl §2.

I forbindelse med byggesakssøknaden, har OBC benyttet byggsøk, et produkt som driftes av Statens bygningstekniske etat. Byggsøk er ett offentlig system for elektronisk kommunikasjon i plan- og byggesaker. Systemets hensikt er å bidra til å fremme mer effektive prosesser i plan- og byggesaksbehandlingen. Dette gjøres ved å tilrettelegge for elektroniske tjenester på internett, hvilket bidrar til at aktørene i en byggesak enklere kan kommunisere med hverandre.

### 2.1 Søknad

I §93, kommer det frem hvilke tiltak som krever søknad og tillatelse til å bygge.

OBC sitter med ansvaret for byggesakssøknaden på vegne av Plastal og må derfor søke Vestre Toten kommune om tillatelse til oppføring av et nytt bygg. Når man søker kommunen om lov til å bygge, kan dette gjøres på ulike måter. Dette fremgår av PbL §95a som omhandler trinnvis behandling. Her står det at *”kommunen kan gi rammetillatelse for tiltakets ytre og innvendige rammer”* (pbl §95a, punkt 1.), hvilket tilsier at man ikke behøver å ha hele bygget ferdig prosjektert før man kan søke om å få starte prosjektet. Tillatelsen man får er endelig og avgjør at tiltaket skal kunne utføres innenfor de rammer som er gitt. I tillegg gis rett til å igangsette forberedende tiltak.

OBC søkte på vegne av Plastal om tillatelse til oppstart av de første arbeidene i forbindelse med det nye tilbygget. Søknad om igangsettelse ble innvilget i samsvar med bestemmelser gitt i medhold av plan og bygningsloven. Rammesøknaden ble godkjent. OBC ble innvilget som ansvarlig for fundamentering i tiltaksklasse 2. Syljuåsen A/S har blitt innvilget ansvarsrett som utførende for graving og plasstøpte fundamenter.

Oppdelingen av tiltaksklasser baseres på graden av vanskelighet, samt mulige konsekvenser mangler og feil kan få. GOF §12, punkt 1, 2 punktum sier at *”det må legges særlig vekt på de følger mangler og feil ved tiltaket kan få for helse, miljø eller sikkerhet.”* Hva prosjektering og utførelse angår, skal disse vurderes separat. Et og samme tiltak kan tilfalle forskjellig klasse med hensyn til dette. Tiltaksklasse 2 omfatter tiltak med lav eller middels vanskelighetsgrad, jfr GOF § 14. Feil og mangler kan her føre til henholdsvis middels til store, og små til middels konsekvenser med tanke på HMS.

## 2.2 Dispensasjon

På plassen der det nye lageret skal bygges, har det tidligere stått annen bebyggelse. Dette var ønskelig å rive, noe som medfører at man må søke om rivningstillatelse. Riksantikvaren har her vært inne i bildet, idet bygg 17, som ble søkt rivning om, var fra 1904. Bygg over 100 år regnes som bevaringsverdige. Tillatelse til riving har blitt søkt om og det har blitt gitt rivetillatelse på bygg 17 for å gi plass til tilbygget. For nybygget på Plastal blir dermed §93, punkt a) og c) i Plan og bygningsloven gjeldende.

På lagerbygget som skal føres opp, er ønsket mønehøyde 12,6 meter. Ut i fra PbL § 70, er maksimal tillatt mønehøyde satt til 9 meter. Reguleringsplanen for industriparken har ikke spesifikke bestemmelser om høyden på bygninger, dermed er §70 i plan og bygningsloven gjeldende. For å få godkjent å ha en høyere høyde på mønet enn disse 9 meter, kan man søke om dispensasjon. OBC har blitt innvilget dispensasjon til å oppføre bygget med en innvendig høyde på 10meter. Dette i medhold av plan og bygningsloven.

Lov om sivilforsvaret krever at "eier og bruker av fast eiendom - offentlig eller privat - skal forberede og sette i verk egenbeskyttelsestiltak for eiendommen" jmfør denne lovs § 41, 1 punktum. Dette tilsier at man egentlig skal bygget et tilfluktsrom i forbindelse med oppføringen av det nye lagerbygget. For å slippe å bygge et tilfluktsrom, må man derfor søke sivilforsvaret om dispensasjon til å avvike fra denne paragraf. OBC har søkt om en slik dispensasjon. Som en del av argumentasjonen i denne søknaden har de påpekt at det er egnet fjellanlegg på industriområdet som vil fungere som tilfluktsrom ved eventuelle behov. Søknaden ble innvilget, idet det ikke er noe krigsfare i Norge.

## 3 Brannteknisk prosjektering, krav og klasser

Bygningen vi skal ta for oss, er et nytt bygg som skal føres opp ved siden av et eksisterende bygg. Dette for bedriften Plastal, med beliggenhet i Raufoss Industripark. Det totale arealet på bygget er 14000 m<sup>2</sup>, hvorav 4900 m<sup>2</sup> er nybygg. Mesteparten av nybygget skal benyttes til lager, mens noe skal benyttes til kontorer. OBC står for prosjektering, mens Syljuåsen står for utføringen med Miljøriv som underentreprenører. Prosjektet hadde oppstart i august 2007 og forventes ferdigstilt 1 mars 2009.

Gjennomtenkte branntekniske systemer er viktig å planlegge godt og så tidlig som mulig i byggestadiet. Dette må planlegges med utgangspunkt i plan og bygningslovens tekniske forskrifter, som setter krav til prosjekteringen av nye bygget.

Med utgangspunkt i Teknisk forskrift, heretter kalt TEK, og Byggforsk, stilles det generaliserende krav.

"Teknisk forskrift stiller krav om at byggverk skal ha planløsning og utførelse som gir tilfredsstillende sikkerhet for personer, materielle verdier og miljø / samfunnsmessige forhold.

For å oppfylle dette kravet kan man angi at bygningsmaterialer og bygningsdeler skal tilfredstille bestemte branntekniske ytelsesnivåer når det gjelder

- brennbarhet
- overflateegenskaper
- brannmotstand”

(Kilde: Byggforsk 520.320 Brannteknisk klassifisering og dokumentasjon av materialer og bygningsdeler, kap1 Ytelser, punkt 11 Generelt)

### 3.1 Risikoklasse

Forløpet til en brann påvirkes av en rekke bygningstekniske faktorer, med tanke på hvordan bygget er utført. Anvendelse av brennbart materiale, med hensyn til mengde, type og fordeling av disse, størrelsen og utforming av rom, oksygentilgang, samt rent tekniske tiltak som overrislingsanlegg og ventilasjon er faktorer som spiller inn.

Ved planlegging av brannsikkerhet, må man ta utgangspunkt i hvilken risikoklasse bygningen er i. Risikoen som her legges til grunn, er risikoen for liv og helse og hvor stor fare en eventuell brann utgjør for de som oppholder seg i bygningen.

§ 7-22 tabell 1 Risikoklasser

Risikoklasse	Bare sporadisk personopphold	Alle kjenner til rømnings-veiene og kan bringe seg selv til sikkerhet	Bare beregnet for våkne personer	Lite brannfarlig aktivitet
1	Ja	Ja	Ja	Ja
2	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

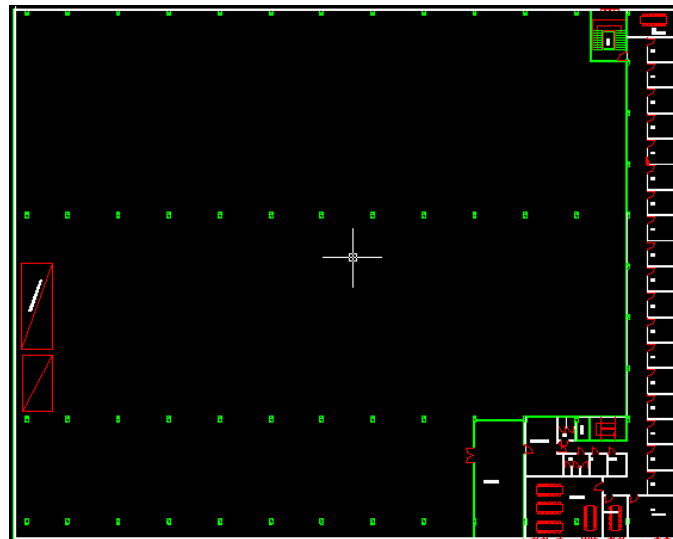
Ut i fra denne tabellen ser vi at både lager og kontorer ligger i risikoklasse 2. Stort sett er det næringsbygg som havner i denne klassen og de som oppholder seg der, er en forholdsvis lav mengde antall mennesker, samtidig som disse som regel kjenner lokalene godt. Kriterier for denne risikoklassen er, som man kan lese ut av tabellen over, at rømningsveiene er kjente for alle, samtidig som det er å regne for at alle kan bringe seg selv i sikkerhet. Videre er det i bygg som rammes av risikoklasse 2, tilsiktet at kun våkne personer oppholder seg der. Samtidig forutsettes det at det er lite brannfarlig aktivitet som foregår der.

## 3.2 Brannklasse

§ 7-22 tabell 3 Bygningers brannklasse (BKL)

Risiko-klasse	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

Ut ifra risikoklasse, finner man frem til brannklasse. Brannklasser kategoriserer bygg med utgangspunkt i hvilken konsekvens skadeomfanget av en brann kan ha med tanke på liv, helse, omgivelser og samfunnsmessige interesser ellers. For Plastals bygg settes denne til BKL 1, selv om bygget har tre etasjer. Grunnen til at man kan sette brannklassen til BKL 1, kommer av at arealet på mezzaninen er såpass liten i forhold til arealet i resten av bygningen. Dette kommer frem i REN § 4-1. Mellometasje/mezzanin som har bruksareal mindre enn 1/5 av underliggende etasjes bruksareal, medregnes ikke i etasjeantallet. Med mellometasje/mezzanin forstår vi i denne sammenheng et plan som ligger med åpen forbindelse til underliggende plan.



Som vi ser ut i fra denne plantegningen, er det langt i fra 1/5 som dekkes av kontor og liknende av det totale arealet.

### 3.3 Fareklasse

Vurderinger av brannsikkerhet bør gjøres nøye i byggets planleggingsfase. Det som her bør taes hensyn til, er byggets fareklasse, type sprinkler og komponenter som skal benyttes. Lagerbygget til Plastal, er i klasse OH, såkalt ordinær fareklasse, som tilsvarer areal på 12000m<sup>2</sup>. Fareklassene rangeres fra lav til høy. De lave omfatter bygg hvor industri ikke er påregnet, mens ordinære og høy fareklasse inkluderer disse. Hvilken kategori et bygg blir plassert i, avhenger, foruten bruk, av størrelsen på brannbelastning, samt hurtigheten og intensiteten en brann kan utvikles med. For lager bestemmes fareklasse med utgangspunkt i materialer, innpakning, erfaring, samt konfigurasjonen til lagring og produktet. Selv om Plastals totale areal er på 14000m<sup>2</sup>, skal dette gå bra. Norsk Brann Consult står for risiko og brannvurderingen av Plastal og godkjenner denne overskridelsen.

### 3.4 Brannsikringstiltak

Utover fastlegging av brann og risikoklasse, må man ta hensyn til brannsikringstiltak, passive så vel som aktive. De passive tiltak kan beskrives som byggets skjellett dvs. vegger, tak, vinduer og dører. De aktive branntiltakene kan best beskrives som levende i den forstand at de har en funksjonalitet i forhold til varsling, slokking samt rømning av personer. Planleggingen av disse tiltakene kan være omfattende og det er ofte aktuelt å ta i bruk mange ulike brannsikringstiltak.

#### 3.4.1 Passive tiltak

Med passive tiltak menes rene bygningstekniske tiltak, som materialer og utforming. Viktige faktorer her er materialbruk, brannteknisk oppdeling, rømningsmuligheter og tilgjengelighet for redning og slokking.

Hva materialforbruk angår, er det interessant å se på hvor lenge et materiale kan opprettholde de viktigste funksjoner ved brann. Bygningers brannkrav fastsettes ut ifra type bygningsdeler og typer bygg som skal vurderes likeverdig. Å fastsette slike krav synes ikke enkelt, noe som har ført til at kravene for bygninger har endret seg opptil flere ganger gjennom årenes løp. Generelt kan det sies at kravene blir strengere jo høyere brannklassen er.

Bæresystemet i en konstruksjon har en viktig rolle, også ved brann. Det at konstruksjonen kan tåle brann og ikke kollapse innen en bestemt tid, kan være avgjørende for utgangen av brannen.

I brannklasse 1, som lagerbygningen på Plastal tilhører, er det et krav at de bærende konstruksjonene beholder en tilstrekkelig styrke, slik at de som er i bygningen får tid til å evakuere. Utover tiden som er nødvendig for å opprettholde personsikkerheten, stilles det ingen krav til bygningens stabilitet og bæreevne, jfr TEK § 7-23, punkt 2a.

For å oppnå motstandsdyktige bæresystem, må man benytte seg av ulikt, brannmotstandige materiale. En konstruksjons bæreevne ved brann kan beregnes med utgangspunkt i metoder, referert til i Norsk Standard. Bæreevnen til den lastbærende konstruksjonen oppgis med bokstaven R, samt et tall som forteller hvor mange minutter den gitte konstruksjonen oppfyller kravene.

Tre, stål og betong er de vanligste konstruksjonsmaterialene. Under planleggingsmøter med de som står for oppføringen og prosjekteringen av de nye lokalene på Plastal, fikk vi erfare at de i hovedsak vil holde seg til betong som bærende konstruksjonsmateriale. I fasadene vil de benytte seg av sandwichelementer av typen Paroc. Utover dette vil det på kontordelen antagelig bli benyttet noe panel, gips og systemvegger.

### 3.4.1.1 Paroc elementer

Prefabrikkerte sandwichelementer av type Paroc panel blir benyttet i fasadeveggene på Plastal. Elementene regnes som en passiv brann tiltak. Disse lettvektselementene er bygget opp med stålplater på hver side og fylt med steinull. Det er benyttet spesial-lim som tåler høye temperaturer til å binde platene til steinullen. Dette gjør at Paroc er typegodkjent for brannsikkerhet innen kvalitetsstandard ISO 9001. Paroc er også sertifisert av Det Norske Veritas. Videre tilfredsstillende Paroc panels den høyeste holdbarhetsklassen ut ifra ECCS/CIB anbefalinger for sandwichelementer.

I tillegg til brannklassifiseringen, har disse elementveggene gode egenskaper med tanke på termisk isolasjonsevne, styrke og tetthet. De økonomiske fordelene ved å velge Paroc sandwichelementer, er at de er lette – såkalte lettvektselementer. At elementene bidrar til kort byggetid, samtidig som de har et diskret utseende og i følge produsentene er med på å gi en god totaløkonomi, gjør at man stadig ser de benyttet som fasader til diverse bygninger, alt fra kommersielle til offentlige bygg.





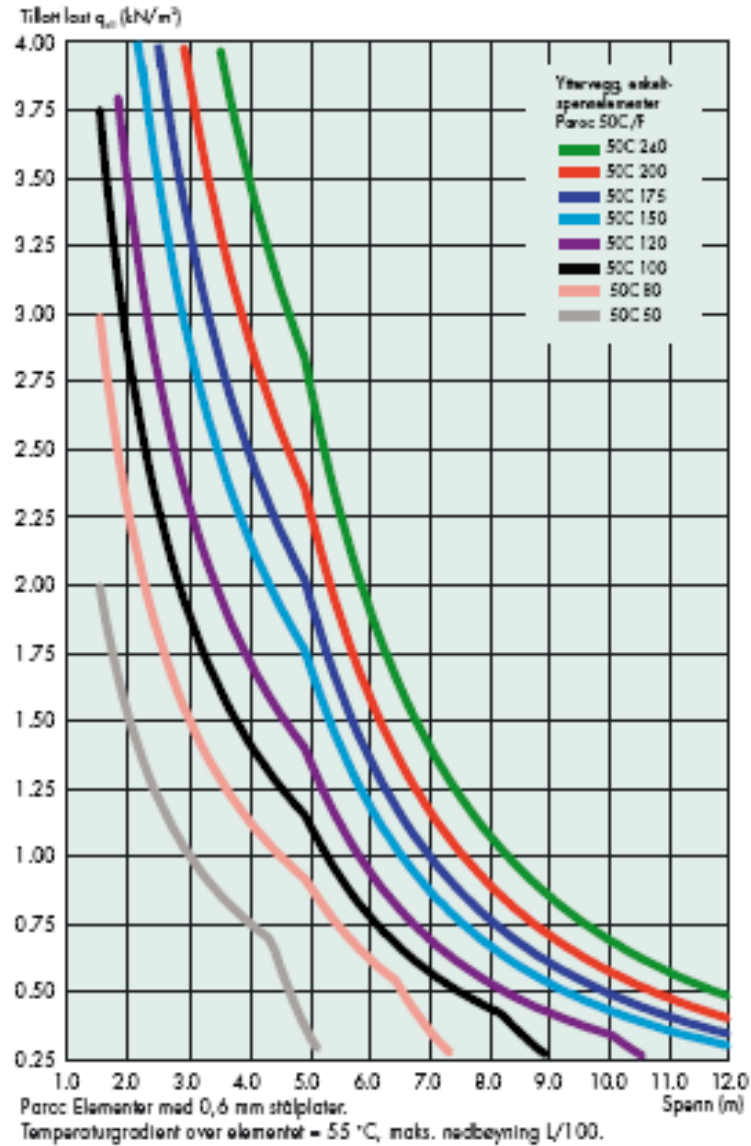
For at veggene skal fungere optimalt ved brann, er det vesentlig at man har montert elementene med riktige bolter. Aluminiumsbolter må her ikke benyttes, idet de ikke tåler varmpåkjenningen ved brann. Stålbolter er derimot mer motstandsdyktige. Samtidig er disse sistnevnte rimeligere. Det må ikke benyttes antennelig isolasjon i brannvegger, steinullen som her blir benyttet er motstandsdyktig i forhold til brann, såkalt ikke-antennelig isolasjon. Utover brann, stiller holdbarheten ellers også krav til riktig montasje, her med fokus på elementskjøtenes tetthet med tanke på brann, vann og luft.

Hva gjennomføringer angår, må disse tilfredsstillende de samme kravene til brannsikkerhet som kreves for selve konstruksjonen. At gjennomføringene er faste, samt er motstandsdyktige mht varmeoverføring, er sentralt.

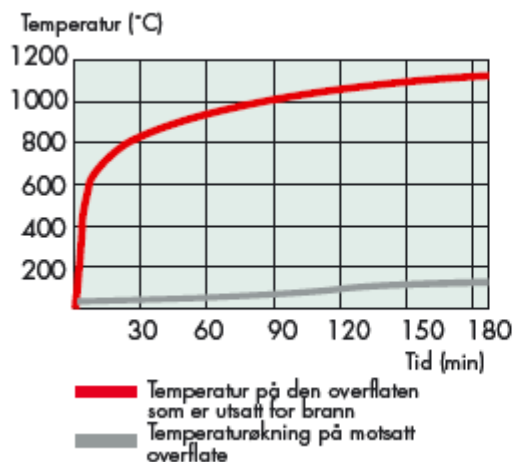
Utvalg av Paroc Brannsikre Elementer										
Bruk	Kjerne-type	Nominell tykkelse mm	Faktisk tykkelse mm	Bredde <sup>1)</sup> mm	Lengde <sup>2)</sup> m	Vekt <sup>3)</sup> kg/m <sup>2</sup>	Brannklasse <sup>4)</sup> minutter	U-verdi <sup>5)</sup> W/m <sup>2</sup> K	Lyd-isolering R <sub>d</sub> dB	
Yttervegger	50C	50	53	1200	12.0	15	–	0.70	30	
	50C	80	79	1200	12.0	17	–	0.48	31	
Innervegger	50C	100	99	1200	12.0	19	EI 60	0.39	31	
	50C	120	120	1200	12.0	20	EI 60	0.33	31	
	50C	175	151	1200	12.0	23	EI 90	0.26	31	
	50C	150	175	1200	12.0	25	EI 90	0.23	31	
	50C	200	202	1200	12.0	27	EI 180	0.20	31	
	50C	240	243	1200	12.0	31	EI 180	0.17	31	
	Vegger med høyt brannkrav	50F	50	53	1200	12.0	16	–	0.76	30
		50F	80	79	1200	12.0	19	EI 60	0.53	31
		50F	100	99	1200	12.0	21	EI 120	0.43	31
		50F	120	120	1200	12.0	23	EI 120	0.36	31
50F		150	151	1200	12.0	27	EI 180	0.29	31	
50F		175	173	1200	12.0	30	EI 180	0.25	31	
50F		200	202	1200	12.0	33	EI 180	0.22	31	
50F		240	243	1200	12.0	38	EI 180	0.18	31	
Yttervegger Himlinger	75C	80	79	1200	12.0	20	–	0.53	31	
	75C	100	99	1200	12.0	22	EI 60 <sup>6)</sup>	0.43	31	
	75C	120	120	1200	12.0	25	EI 60 <sup>6)</sup>	0.36	31	
	75C	150	151	1200	12.0	29	EI 90 <sup>6)</sup>	0.29	31	
	75C	175	173	1200	12.0	32	EI 90 <sup>6)</sup>	0.25	31	
	75C	200	202	1200	12.0	35	EI 180 <sup>6)</sup>	0.22	31	
	75C	240	243	1200	12.0	40	EI 180 <sup>6)</sup>	0.18	31	
Himlinger	75F	80	79	1200	12.0	20	–	0.53	31	
	75F	100	99	1200	12.0	22	EI 90	0.43	31	
	75F	120	120	1200	12.0	25	EI 90	0.36	31	
	75F	150	151	1200	12.0	29	EI 90	0.29	31	

Tabell som viser ulike typer Paroc – elementer og hvordan de klassifiseres.

I lagerbygget til Plastal, skal det benyttes en Paroc – vegg som er 150 mm tykk. Med en vindlastfaktor på  $1 \text{ kN/m}^2$ . Ved å lese av på tabellen under, på den lyseblå kurven som er en vegg på 150mm, viser dette at elementene tåler et spenn på 6,5 meter.



### Test gjennomført av Paroc:



Eksempler på en branntest av Paroc element type 50F 150 mm: etter 3 timer er temperaturen over 1100 °C på den utsatte siden, men temperaturøkningen på den ikke-utsatte siden er under 135 °C.

## 3.4.2 Aktive tiltak

Med aktive brannsikringstiltak menes tekniske anlegg som aktiveres ved utvikling av røyk eller brann, samt annet utstyr som er installert spesielt for å hindre, varsle eller redusere skadeomfang ved en brann. Jo tidligere et branntilløp blir oppdaget, jo større er sjansene for at brannen får et heldig utfall og skadeomfanget blir begrenset. Personikkerheten vil dessuten øke ved bruk av slike aktive tiltak. Det finnes mange ulike tiltak man kan benytte seg av. Behovet for de ulike tiltakene varierer med type bygg, eksempelvis er det forskjellig hva som synes som tilstrekkelig i et bolighus og et stort industribygg. Typer tekniske installasjoner som kan være aktuelle som aktive brannsikringstiltak er brannalarm, røykvarslere og slukkeutstyr. Ledesystem, nødlys samt sprinkleranlegg og røykventilasjon er også blant tiltakene som kan monteres. Slike anleggs oppgave er å automatisk oppdage brann og utløse alarm, dette selv om det ikke er mennesker i nærheten. § 7-24 i teknisk forskrift omhandler antennelse, utvikling og spredning av brann og røyk. I veiledningen til teknisk forskrift REN, står det nærmere forklart om de aktuelle krav som stilles.

### 3.4.2.1 Sprinkleranlegg

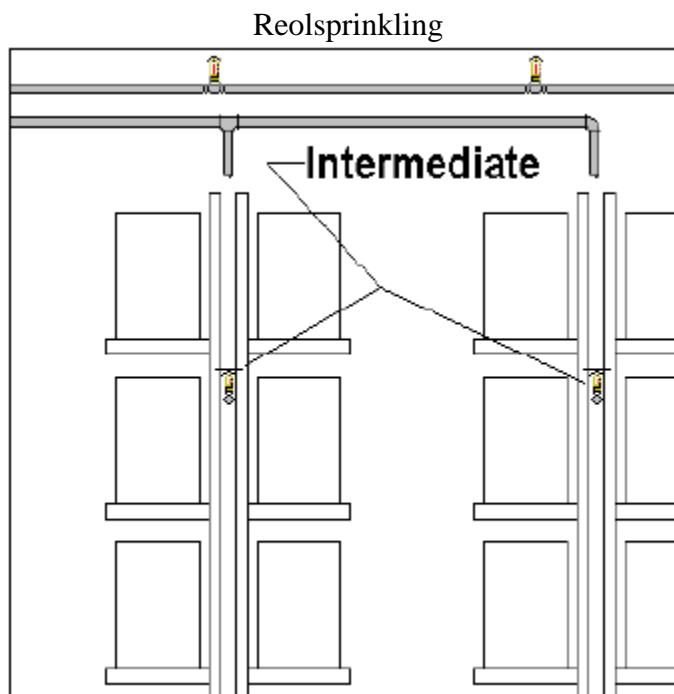
Regnes som et aktiv tiltak. Sprinkleranlegg består av rør med konstant vanntrykk, samt sprinklerhoder og brukes som et brannforebyggende tiltak. Slike anleggs misjon er å automatisk starte slukking av brann, mens denne fortsatt er liten. Ved tilfeller der branntekniske tiltak ikke er gode nok, det forekommer høy grad av brannbelastning eller bygget rommer sjakter og kanaler med vanskelig tilgjengelighet, er sprinkleranlegg spesielt egnet. Dette gjelder også bygninger med store arealer som fremstilles som useksjonerte. Jmfør TEK § 7-24, pkt 3a, utdypet i REN, kreves det at slukkeanlegg må installeres når samlet areal er over 800 m<sup>2</sup> per brannseksjon. Slike lokaler kan ofte medføre betydelig røyk og brannspredning. Totalt areal på Plastal ligger 14000m<sup>2</sup>. Det nye lagerbygget utgjør ca 4900 m<sup>2</sup>, hvilket gjør det aktuelt å benytte sprinkleranlegg. En stor fordel ved sprinkleranlegg, er at man oppnår en aktiv bekjempelse av brann i et tidlig stadium. Størrelsen på brannen er i en tidlig fase begrenset og skadeomfanget kan dermed reduseres. Påliteligheten til sprinkleranlegg regnes som stor og sees derfor på som et

godt tiltak for sikring av liv, helse og samt sikring av materielle verdier. Utløsing av slike anlegg er en rent mekanisk prosess, som kun utløses ved varme.

Det er mange forskjellige typer sprinkleranlegg på markedet og avgjørelsen på hvilken man skal benytte, avhenger blant annet av bruksområdet. På Plastal kan man i realiteten velge mellom to type sprinkleranlegg som begge kan benyttes. Både vanlige sprinkleranlegg med reolsprinkling, samt et større og kraftigere anlegg hvor man slipper reolsprinkling har vært diskutert.

### 3.4.2.1.1 ESFR vs vanlig sprinkling

ESFR er forkortelsen for Early Suppression Fast Response og er den første nye sprinkelteknologien som er kommet på over 100 år. Systemet er utviklet spesielt med tanke på lagerbygninger hvor det lagres i høyden. Ved å bruke ESFR isteden for vanlige sprinkler, kan man benytte sprinkler kun i taket. Benyttes vanlig sprinkleranlegg, er man avhengig av reolsprinkling. Reolsprinkling bidrar til at fleksibiliteten i lageret blir mindre, både med tanke på hva som kan lagres i reolene, samt bruken av de. En eventuell ombygging av lageret blir fort dyrt og problematisk. Dette slipper man ta hensyn til ved bruk av ESFR, samtidig som man ved bruk av dette systemet, utelukker risikoen for å kjøre på og ødelegge reolsprinklingene med eksempelvis truck.



Bildet viser vanlig sprinklersystem med reolsprinkling.  
Kilde: tyco sprinkler

Det som skiller ESFR fra de vanlige sprinkleranleggene, er at ESFR har et mye høyere trykk i sine sprinklerhoder. Mens vanlige sprinklerhoder ved et trykk på ca 0,5 bar kan gi ca 135 l/min, kan ESFR sprinklerhoder gi rundt 500 l/min med et trykk på 5 bar. På grunn av dette høye trykket, trenger vannet bedre inn i reolene, enn hva som er tilfelle med vanlig sprinkling. Videre er det høye vanntrykket med på å nærmest drukne brannen med vanddamp som oppstår ved at vannet fordamper ved kontakt med flammene. Verdt å merke seg er, at ved anvendelse av ESFR – systemet, er man i de fleste tilfeller nødt til å installere en trykkforsterkningspumpe, grunnet det høye trykket og den store vannmengden som kreves. Kombinasjonen av høyt trykk og stor vannmengde gjør at det nesten uten unntak er umulig å installere ESFR anlegg i Norge uten å installere en trykkforsterkningspumpe. Ved anvendelse av vanlig sprinkleranlegg, er man ikke avhengig av en slik Pumpe. Dog må man ved de vanlige anleggene også installere reolsprinkling. Dette tilsier at de totale kostnadene ved montering av en Pumpe ikke behøver å overgå kostnadene ved reolsprinkling samt at fleksibiliteten som oppnås med ESFR forsvinner.



To typer ESFR - sprinklerhoder  
Kilde: tyco sprinkler

På Plastal blir det mest aktuelt å benytte vanlig sprinkling på kontor og under mezzanin, mens ESFR blir å foretrekke i resten av lagerbygget. Denne vil sitte oppunder taket. Med tanke på ESFR-anlegget, er vannmengden som kreves for å drifte det på ca 7700 l/ min. En mulig løsning på dette er å koble seg inn på drikkevannsforsyningen som går gjennom fabrikken, samt å koble inn på den kommunale vannforsyningen som går like i nærheten. Man vil da få ca 6000 l/min til rådighet. Hvorvidt man må lage et basseng for de siste 100m<sup>3</sup> eller om de må grave opp 300 lm med eksisterende vannrør i drikkevannsforsyningen å bytte rør dim fra 240mm til 300mm, dette er opp til spesialister som NBC å vurdere.

### 3.4.2.2 Branngardin

Det skal monteres branngardin i en åpning mellom ny og eksisterende del. Gjennom denne åpningen skal det fraktes fangere, fra produksjonslokalet til lageret. Branngardin er et alternativ til en brannport.

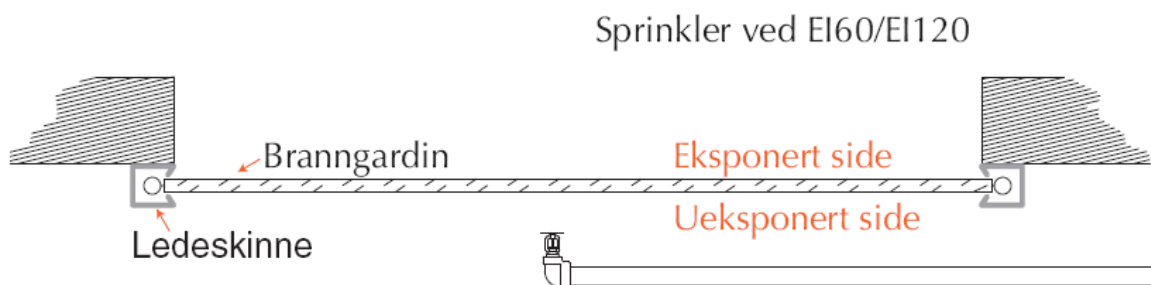
Branngardin er en gardin bestående av en ubrennbar filt som senkes ned fra himlingen med en elektrisk motor ved en eventuell brann. Ved nedsenket tilstand og vannpåføring har gardinen en funksjon som brannvegg.



Branngardinen monteres i hovedsak der hvor det stilles brannkrav eller røykkkrav i åpninger som en celle, seksjonering eller yttervegg. Når brannalarmen utløses, vil gardinen senkes. Systemet er konstruert for å reagere på en eventuell feil i brannalarmkjeden og gir i slike tilfeller utslag på en branntavle.

Gardinen drives av en elektrisk motor som har batteri som en nødløsning hvis strømbrudd skulle oppstå. Batteriene har en levetid på 12 år. Det er krav om at gardinen skal testes 2 ganger i året, etter bestemte prosedyrer. Det er eiers ansvar å kontrollere og vedlikeholde dette systemet.

Gardinene er godkjent opp til brannklasse R120 ved vann eksponering på 1,7l/min per m<sup>2</sup>. Det er derfor nødvendig med sprinkling like ved som vist på tegningen under. Vannmengden som filtern må eksponeres for byr ikke på problem siden det i Plastal bygges skal benyttes et ESFR sprinkleranlegg. Under vises det en illustrasjon av en branngardin med sprinkling.



### 3.4.3 Slukkeutstyr

Håndslukkeapparat eller brannslange er påkrevd ifølge REN, henholdsvis §7-24, pkt 4. Dette fordi Plastal ligger i risikoklasse 2. Plassering på disse, samt antall, må planlegges nøye, idet det kreves at alle rom i bygningen skal dekkes på en fullgod måte.

Ved bruk av brannslange, kreves det at denne når inn til alle rom i hver enkelt branncelle, samtidig som lengden ikke bør overskride 30 meter. Dette kravet tilsier at god prosjektering er meget viktig. Videre påpeker § 7-24, pkt 4 at skap til brannslanger ikke må plasseres i trapperom. Dører kan bli stående i åpen stilling på grunn av at brannslanger trekkes gjennom. Dette kan føre til at røyk og branngasser sprer seg til resten av bygget, hvilket ikke er ønskelig.

Håndslukkeapparater har forskjellige bruksområder og effektivitetsklasser og det må derfor velges egnet apparat minimum 6 kg pulverapparat eller tilsvarende. Vi velger derfor å bruke et 12 kg ABC pulverapparat som anvendes i industri, kontorbygg, næringsvirksomhet og steder der det er større mengder brannfarlige produkter. Fordelen ved å benytte pulverlokkere med ABC pulver er at disse kan anvendes til de aller fleste typer branner. Slukkeapparater med skum er ikke å foretrekke, idet kjemiske reaksjoner kan oppstå i industrisammenheng.

### 3.4.4 Ledesystem

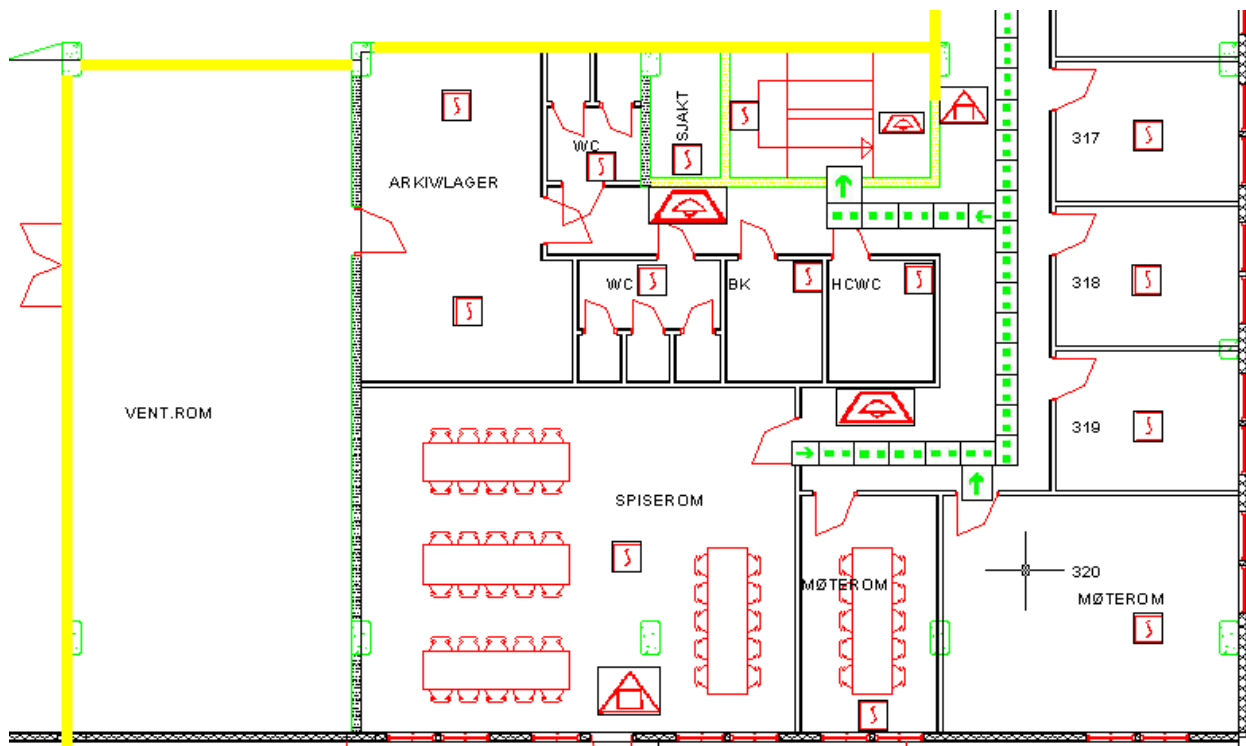
I § 7-27 står det at utgangsskilt skal plasseres over alle utganger til, og i rømningsvei. Dette for at det ikke skal være noe tvil om hvilken vei som leder ut. Hensikten med slike ledesystem er å legge til rette for rask rømming av bygningen. Ved brann eller andre situasjoner av kritisk art, er det ikke utenkelig at normal strømforsyning svikter. Det er derfor et krav om at ledesystem i bygninger med brannklasse 1 må fungere i minst 30 minutter etter et eventuelt strømbrydd. Dette løses praktisk ved at systemene eksempelvis kobles over til batterianlegg hvis strømtilførsel svikter. Nødløslanlegg blir sett på som den viktigste delen i et ledesystem. Her skiller man videre mellom markeringslys og ledelys. Markeringslysene kjenner man igjen som grønne lys med piler, som markerer dører, rømningsveier og nødutganger. Ledelys sørger for at det er tilstrekkelig lys i lokaler og rømningsveier. Tabell 7-17 i REN omhandler krav til nødløslanlegg. For bygg som ligger i risikoklasse 2, kreves ledesystem når dette synes nødvendig med tanke på tilfredsstillende rømningsforhold. Har bygningen flere enn to etasjer og består av flere brannceller, er ledesystem påkrevd. Derfor er det påkrevd å ha ledelyslanlegg på Plastal.

### 3.4.5 Branntegning

I blad nr 626.102 i byggforsk fremkommer det at branntegninger er beregnet for eieren av bygningen, utpekte brannvernledere, samt brukere/ leietagere. Eier skal kunne legge fram dokumentasjon på valgte løsninger vedrørende branntegninger, uavhengig av gjeldende forskrifter. Opprettholdelse av brannsikkerheten i byggverk er også eiers ansvar. Dette ansvaret kan ikke fravikes gjennom avtaler. Under vises et utdrag av et forslag til branntegning på Plastal, samt en beskrivelse av symboler som er benyttet.

### Branntegning - Symbolforklaring

	Brannalarmsirene
	Pulverapparat
	Manuell utløsning av brannalarm
	Fast brannslukningssystem sprinkleranlegg (hele bygget)
	Slangestasjon
	Røykdetektor
	Branncelle





### 3.5 Rømning

I forhold til brann er det viktig å ha tenkt nøye igjennom hvordan et bygg er tilrettelagt i forhold til rømning og slukning. I teknisk forskrift finner man krav som må forholde seg til. Disse finner man i § 7-25 Tilrettelegging for slokking av brann. Her omtales blant annet de generelle kravene, krav til slukkeutstyr samt merking av branntekniske installasjoner og utstyr.

1. *Generelle krav* Byggverk skal være tilrettelagt for effektiv slokking av brann. Det skal være tilgang på tilstrekkelig slokkemiddel.
2. *Brannslukkeutstyr* I eller på alle byggverk der brann kan oppstå, skal det være brannslukkeutstyr for effektiv slokkeinnsats i brannens startfase. Brannslukkeutstyret skal være plassert slik at effektiv slokkeinnsats kan oppnås.
3. *Merking* Branntekniske installasjoner og utstyr som har betydning for rømning eller rednings- og slokkeinnsats skal være tydelig merket, med mindre utstyret bare er beregnet for personer i én bruksenhet, og alle disse må forventes å være godt kjent med utstyrets plassering.”

#### 3.5.1 Avstand til utgang

Brann- og røykspredningen innen en branncelle kan skje raskt og tilgjengelig rømningstid kan dermed bli svært begrenset. Avstand fra et hvilket som helst sted i en branncelle til nærmeste utgang må derfor ikke bli lengre enn angitt i tabell 4. § 7-27. Tabellen under viser lengste vei fra et valgt sted i en branncelle til nærmeste utgang eller branncelle ihht risikoklasser.

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

Som nevnt tidligere, er Plastal-bygget satt til risikoklasse 2. Ut i fra den informasjonen og tabellen over kan vi se at det ikke byr på noe problem, siden det maksimalt er 40m til nærmeste utgang eller branncelle både i kontor og lagerdelen.

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

7-27 tabell Trapperom ”rømningsveier”

Tabell 7-27 viser sammenhengen mellom risikoklasse, antall etasjer og antall trapperom som er påkrevd. Ut i fra tabellen over, kommer det frem at det kun er nødvendig med ett trapperom for å tilfredsstille krav til rømningsveier hos Plastal. Dette fordi Plastal-bygningen er under 8 etasjer. Realiteten på Plastal er at det finnes to trappesjakter som er klasifisert som rømningsveier, hvilket er flere enn det som kreves i TEK og REN.

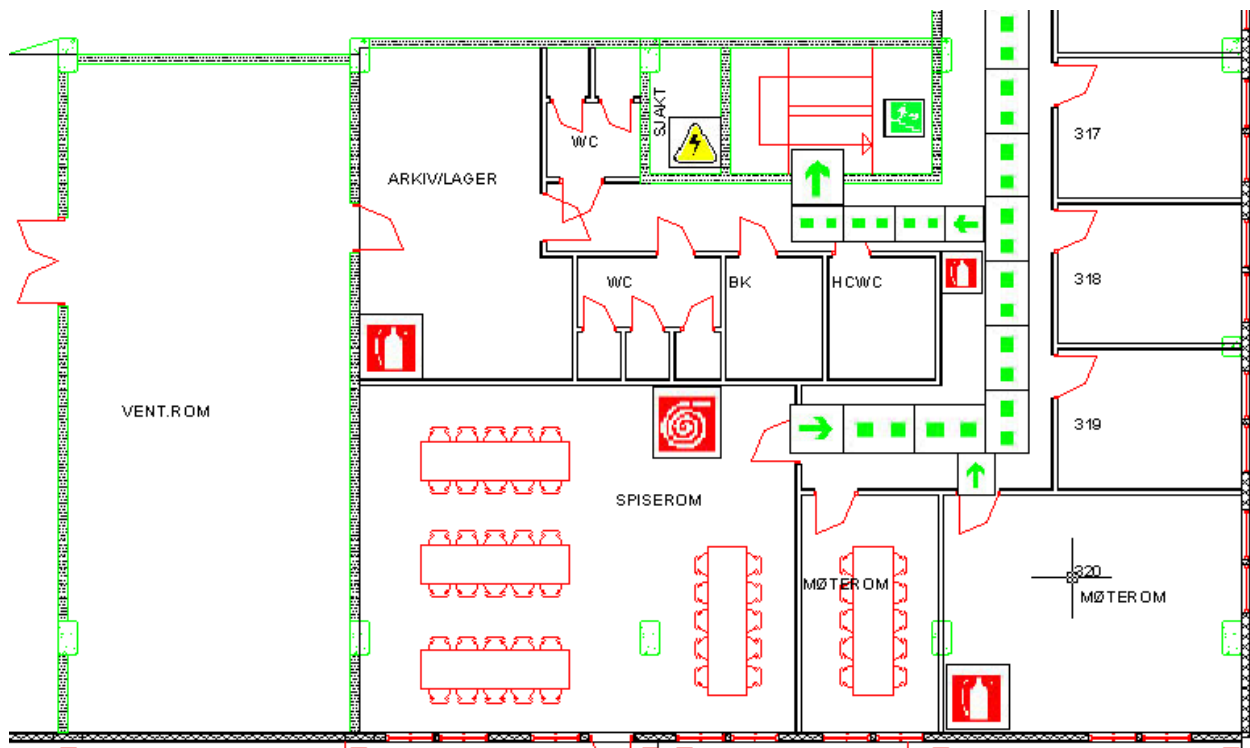
### 3.5.2 Rømningstegninger

Rømningstegninger er i all hovedsak tenkt for folk flest. De er til for at alle på en raskest mulig måte skal kunne orientere seg om hvor de befinner seg og om hvilke veier som fører ut. Dette for at de på en rask og trygg måte skal komme seg i sikkerhet ved en eventuell brann. Tegningene skal ikke være like detaljert som en branntegning, da en del av denne informasjonen er unødvendig når selve brannen har oppstått. Hensikten til en rømningstegning er at den skal være enkel og nærmest intuitiv å forstå. Under er det et eksempel på hvordan en rømningstegning på Plastal kan se ut.

#### Rømningstegning- Symbolforklaring

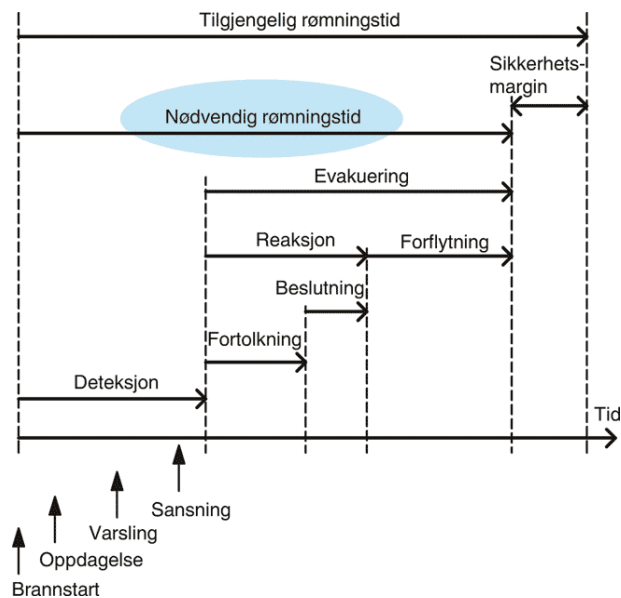
 BRANNAP PARAT (TYPE)	 TRAPPELØP NED
 BRANNSLANGE	 HØVEDNØKKE
 BRANNMELDER-SENTRAL	 RØMNINGSVEI
 BRANNMELDER	 UTGANG TIL DET FRI
 SPRINKLER-ANL.	 PLASSERING
 RØYKMASKER	 HER STÅR DU NÅ
 RØMNINGS-RETNING	 EL. UTST. TAVLE SIKR. SKAP

Hentet fra [www.infograf.no](http://www.infograf.no) og [www.nbs.no](http://www.nbs.no)



### 3.5.3 Rømningstid

Nødvendig rømningstid ved brann tar utgangspunktet i NBI 520.385. Dette bladet beskriver en metode for beregning av nødvendig rømningstid og nyttevurdering av evakueringstiltak ved brann. Metoden kan brukes i forbindelse med dokumentering av funksjonskravet til rømningssikkerhet i teknisk forskrift til plan- og bygningsloven (TEK). Rømningstid er tiden fra en brann starter til personene i bygningen har kommet fram til sikkert sted. Et sikkert sted oppfattes som et område hvor kritiske forhold ikke er eller vil kunne være en trussel for mennesker og dyr.



### Beskrivelse av skjema over:

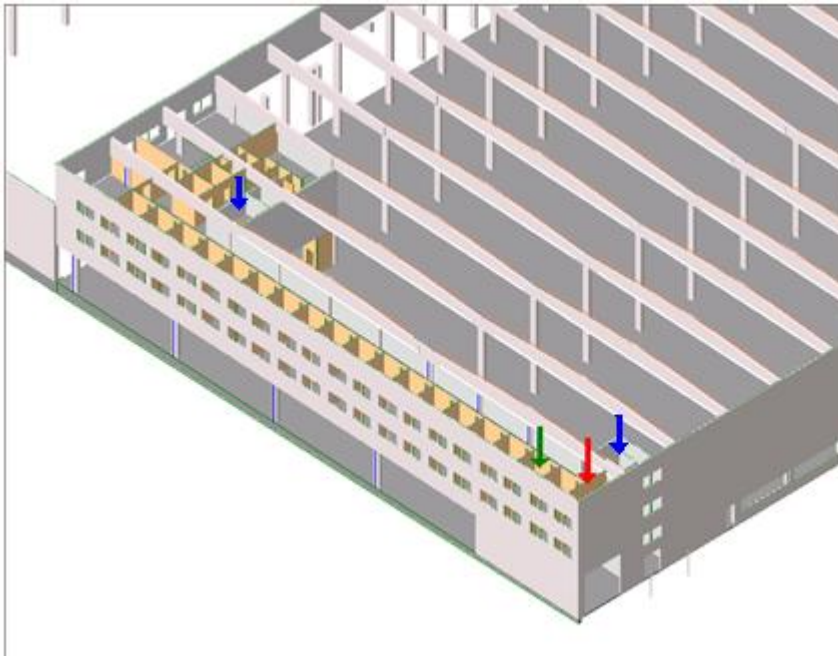
Tilgjengelig rømningstid er tiden fra brannen starter, til overskridelse av tålegrenser med hensyn til varme- og røykutvikling.

Nødvendig rømningstid betegnes som tiden fra brannstart til personene i bygningen har kommet fram til sikkert sted. Sikkerhetsmargin er forskjellen mellom nødvendig og tilgjengelig rømningstid, og er et krav i henhold til TEK.

Deteksjonstid er tiden fra en brann starter til den oppdages. For å finne den aktuelle deteksjonstiden, kan man analysere ulike hendelsesforløp. Deteksjonstiden kan være alt fra noen få sekunder til flere minutter. Siden det for Plastal sin del, handler om et produksjonslager og kontorbygg, oppført i ett bygg, med brannvarslere i alle rom, samt sprinkelanlegg, velger vi en deteksjonstid på 1 minutt.

Reaksjonstiden blir definert som summen av fortolkningstid og beslutningstid. Fortolkningstid regnes som den tiden som går fra varsling blir gitt til varslingen oppfattes. Med beslutningstid regnes tiden fra et varsel er oppfattet til avgjørelse om handling er tatt. I store og uoversiktlige bygninger kan man oppfatte en brannalarm, men ingen brann. Hvis ikke informasjonen er godt tilrettelagt i slike bygninger, vil fortolkningstiden bli lengre fordi personene vil lete etter mer informasjon før de bestemmer seg for å rømme. På grunn av dette settes reaksjonstiden til 1 minutt i henhold til tabell 421, NBI detaljblad 520.385.

Selv om kravet til i teknisk forskrift § 7-27 tabell 4. Selv om maksimal lengde til nærmeste branncelle eller seksjon er overhold som tidligere nevnt, må vi likevel beregne rømningstid for kontoravdelingen. Vi beregner for verst tenkelig tilfelle, at en brann starter i hjørnet i 3 etasje på kontoravdelingen. Rømningstiden blir beregnet fra kontoret like ved brannen. Tegningen under viser et oversiktsbilde over kontorene og hvordan vi ser for oss det verst tenkelige tilfelle.

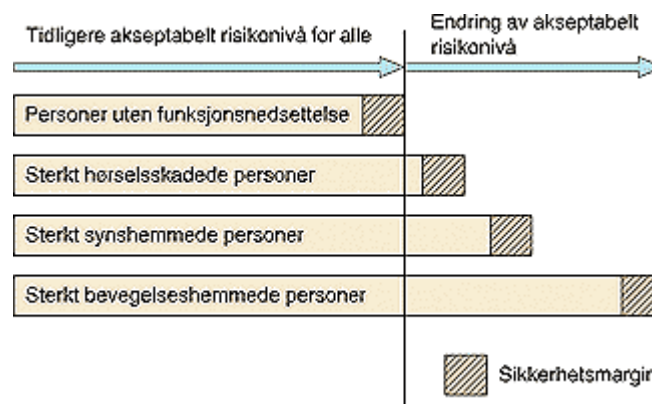


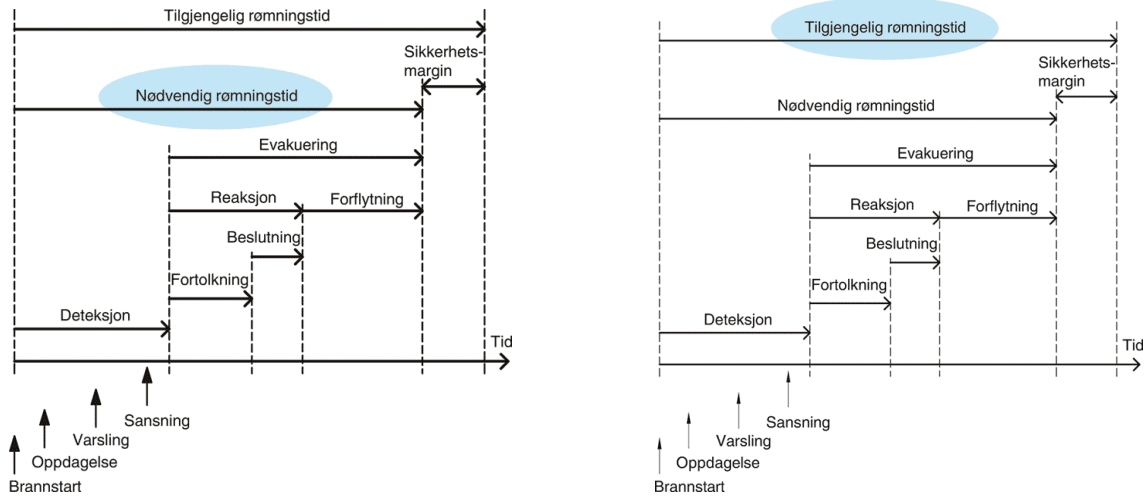
Tegningsforklaring: **Brann = Rød pil**, **Kontor = Grønn pil**, **Blå pil = rømningsveier**.

Forflytningstiden er den tiden som går med for at en person målrettet kan forflytte seg til et sikkert sted. Hvor lang tid dette tar, avhenger blant annet av:

- hvordan personene er fordelt i lokalet
- hvorvidt personene har behov for assistanse eller kan rømme selv
- belysning i lokalet, ledelys o.l.
- antall rømningsveier og utførelsen av disse

Forflytningstid er den lengste tiden det tar å gå til rømningsveien,  $t_{gang}$ , og den tiden det tar å passere ut gjennom døra,  $t_{dør}$ . En rømningsvei er spesielt tilrettelagt for evakuering ved brann og er et bindeledd mellom en branncelle og ut til et sikkert sted.





Det er et krav i henhold til TEK at den tiden som er tilgjengelig for rømning, skal være større enn den tiden som er nødvendig for rømning fra bygget. På Plastal vil det være en nødvendig rømningstid på ca 12 minutter. For beregning av dette, se vedlegg. Det som er viktig å merke seg er at det er forskjell mellom nødvendig rømningstid og tilgjengelig rømningstid. Det skal legges inn en tilfredsstillende sikkerhetsmargin. Per i dag fins det ikke noen endelige kvantitative kriterier for sikkerhetsmargin. Derfor er sikkerhetsmarginen i høy grad basert på skjønnsmessige vurderinger. Man bør anvende tilfredsstillende sikkerhetsfaktorer i alle delberegninger. Som et minimum skal ethvert byggverk bevare stabiliteten og bæreevnen i den tiden som er nødvendig for rømning og redning av personer i og på byggverket. Det er viktig å forhindre at eventuelle konstruksjonssammenbrudd blokkerer rømningsveier og påvirker tilgjengelig rømningstid. Ved å legge inn en sikkerhetsmargin på 100% får vi en rømningstid på 24 minutter. Dette byr ikke på problemer med tanke på minimumskravet, idet bygget er dimensjonert ut i fra REI 60. REI60 – kravet tilsier at bygningen ikke skal kollapse under en brann innen 60 minutter. Bygningen på Plastal kan lovlig dimensjoneres til REI30, men man velger å benytte REI60 grunnet ønske om å unngå brannseksjoneringer i lagerbygget. Ved å heve standarden her, kan man kompensere på andre områder.

## 4 Konstruksjon

### 4.1 Tekniske løsninger

I dette kapittelet skal vi se på hvilke løsninger vi har valgt, og hvorfor vi har gått for akkurat disse. Det første vi gjorde var å finne ut hvordan vi ville ha bygget, og hvordan de ulike løsningene passet inn imot det OBC og Syljuåsen hadde kommet frem til. Siden dette er et bygg som er stort og krevende prosjekteringsmessig, fant vi raskt ut at det å bare tenke økonomi ikke var noe vi hadde tid til å greie ut om. Vi har prøvd å tenke så praktisk byggeteknisk som mulig, og få til god flyt i oppføringsfasen. Dette har resultert i at vi har fått løsninger, som etter vårt skjønn, ikke er avskrekkende dyre og kompliserte. Eksakt hvor mye det ene fordyrer det andre har vi ikke noe prisgrunnlag for å kunne si noe om. Hver entreprenør og bedrift forhandler seg

frem til priser og avtaler som er lønnsomme på områdene det skulle gjelde. Det vi baserer oss på er egne erfaringer, erfaringer som vi har delt med andre og det vi har hørt fra folk som arbeider i bransjen.

#### 4.1.1 Tak og bæring i tak

Når det gjelder løsninger, begynner vi i samme rekkefølge som vi fant de ulike lastene. Det vil si at vi starter på toppen og jobber oss nedover. Med tanke på selve takkonstruksjonen, ønsket vi å benytte et lett-tak. Typen tak vi har valgt, er av typen omtalt som TRP-plater. Et tak som vi synes kunne være aktuelt å benytte, var av fabrikatet Plannja. Taket, med typebetegnelsen Plannja 200 M, har en momentkapasitet som varierer fra 20 – 30 kNm/m, alt etter hvilket godtykkelse som velges. Siden brannkravet er R60, har vi valgt 1,5mm tykkelse. Vi har da en kapasitet i branngrensetilstand på 4,06 kN/m<sup>2</sup>. Dette taket er raskt å montere, samt at det er stabilt og selvbærende. Når det gjelder vedlikehold, kan en person bevege seg på disse platene uproblematisk og uten å måtte tenke på om det holder. Selve oppbygningen på taket skjer ved at man først legger ut stålplatene og fester disse i SIB'en. Man bruker deretter minimum 30 mm trykkfast ubrennbar isolasjon, dampspærre, isolasjon og takteking til slutt. Akkurat hvordan dette gjøres og med hvilke materialer som velges, er gjerne ut ifra økonomiske aspekter. Vi har valgt denne løsningen ut ifra Plannja sine tekniske brosjyrer.

I og med at spennet mellom hver Saltaksbjelke i betong (SIB) er 6 meter, er dette gunstig med tanke på at vi slipper for eksempel å bruke åser som må festes i betongen. Et problem med åser og annen takteking, er at det helst bør kubbes imellom. Dette for å sikre at det ikke sklir eller kommer ut posisjon på grunn av de krefter og belastninger det påføres.

Bærende hovedsystem i tak kommer ferdig levert fra Spenncon. I utgangspunktet tenkte vi at siden det skulle gå en del kanaler til ventilasjon og sprinkling, ville det være like greit å bruke takstoler som en løsning. Vi dimensjonerte takstolene i samråd med Jatak Kaupanger, og fant ut at vi måtte ha mange sammensatte for å kunne klare spennet og belastningene fra snø og takteking. Arbeidet med monteringen av takstolene ville tatt mye tid. Siden tid ikke er noe man har mest av i byggebransjen, utelukket vi dette alternativet. Løsningen vi gikk for var å bruke ferdige støpte SIB'er fra Spenncon. Ved montering av disse, heises de på plass, for så å festes til søylene. Dimensjoneringen av en SIB er vanskelig siden det ikke står noe om det i Norsk Standard (NS). I samråd med veileder Harald Fallsen, fant vi ut at dette prosjekteres av andre som har dette som sin nisje og er spesialiserte på området. Det vi har gjort er å bruke Spenncon sine brosjyrer og kontrollere snølast og egenvekt av tak opp mot disse tabellene. Dette har vi gjort for å finne dimensjonerende laster videre nedover i bygget. Et eksempel på dette er egenvekten av SIB'ene. Når det gjelder utførelsen av en SIB, støpes denne med overhøyde for at nedbøying skal være i henhold til krav. Utsparringer i bjelken til føringer er også tatt med. Når vi først er inne på føringer som det elektriske, ventilasjon og sprinkler, er dette ikke beregnet i våre løsninger. Vi har kun tatt de med for å sikre at våre løsninger også er ivarettatt på en tilfredstillende måte, med tanke på tilgjengelig område og nødvendige høyder. Størrelsesorden på SIB'en vi har valgt er da en bjelke med bredde lik 500mm og en  $h^{\max}$  lik 2100. (Laster for SIB se vedlegg)

Her er takvinkelen tilnærmet lik 3,8°, hvilket tilsvarer et fall på 1:15.

### 4.1.2 Søyler

SIB'en understøttes av søyler og kommer som prefabrikkerte komponenter. Denne søylen har vi ikke sjekket noe mer på enn at dersom det er 10m takhøyde, brukes det en søyle som har en størrelse på 400x700mm. Det er også angitt at det skal være en avstand på 6m mellom hver søylerekke. Vi har her gått for den dimensjonen som OBC har skissert på tegningene. Valget av søyler er som nevnt ovenfor, og det brukes 400x400mm søyler ved fasadeveggene. På de største søylene har vi støpt inn konsoller og nødvendig armering.

Vi velger å bruke utsparringer i søylene for elektriske føringer istedenfor å borre i søylene senere. Der søylene skal avstives, støpes det inn plater av stål for sveising av kryssavstivere. Årsaken til denne løsningen kontra å borre senere, er at det ofte oppstår problemer ved boring. Den som skal borre vet ikke eksakt hvor armeringen sitter, og kan da bomme mange ganger. Dette kan medføre at det blir mange stygge hakk i søylen som følge av avskalling.

Med tanke på dimensjoneringsgrunnlaget av konsoller og for traverskranløsning, har vi brukt dimensjonen som angitt på de største søylene. Siden det på siste byggemøte hos Syljuåsen ikke var avklart hvilke kranleverandør som skulle brukes, har vi tenkt oss en løsning der vi bruker en HE400B stålbjelke som spenner mellom søylerekkene. For å utføre denne løsningen, spennes stålbjelken mellom søylene. Over der har vi en bjelke som "katten" skal kunne løpe i. I selve HE-B bjelken har vi tenkt oss en forsterkning i steget. Når det gjelder selve traverskranen, har vi tenkt oss to stålbjelker med en midtplassert elektromotor. Akkurat denne løsningen har vi valgt ut ifra å kikke på hjemmesidene til ulike kranleverandører, og gått for den løsningen som ser mest vanlig ut. Hvorfor vi ikke har gjort noe mer ut av dette er på grunnlag av at vi ikke har denne med i rammene for oppgaven, men har tatt den med som et grunnlag for dimensjonering av konsoller.

Går vi videre med konsoller, har vi dimensjonert disse med en bredde på 400mm, høyde på 565mm og dybde på 350mm.

### 4.1.3 Dekke på kontorer

Traverskran var en av faktorene for konsoll. Det andre grunnlaget for dimensjonering av konsoll er på grunn av kontordelen. Her hadde vi i utgangspunktet tenkt oss å bruke et hulldekke. Etter å ha vært på et par byggemøter, fant vi ut at vi ville bruke et plasstøpt enveisdekke for muligens å kunne spare inn noen centimeter på høydeproblematikken i denne delen av bygget. Årsaken til dette valget, er at vi med egne utregninger kan legge inn armering som tilpasser høyden på dekket. Vi har derfor valgt å plasstøpe dekket i kontordelen på grunnlag av ovenstående punkt, samt at bygget kan bli tett før det støpes. Vi trenger dermed ikke å heise noen elementer inn i bygget, men kan støpe dekket i ly av vær og vind.

Dekket er opplagret på doble sofabjelker som spenner 12meter. Disse bjelkene gjør at dekket spenner 6meter, Disse opplysningene er hentet ut ifra dimensjonerende tabell fra Spenncon. Vi bruker det samme dekket i begge etasjene som omhandler kontorer.

På siden av kontoret i 3.etasje, skal det være en mezzanin som flukter med ferdig gulv i denne etasjen. Hvilke type mezzanin og hvordan denne skal se ut har vi ikke med i oppgaven. Vi har likevel passet på at den kan plasseres på ønsket sted og med riktig høyde. Det er også tatt hensyn til mezzaninen når vi har utført våre lastberegninger.



#### 4.1.4 Avstivning

For å komme seg opp og ned fra kontorlokalene, er det laget trapper og heis. Heissjakten og trappene har vi tenkt oss prefabrikkert. Årsaken til at vi har valgt heissjakten som prefabrikkert, er at denne skal være med på å avstive bygget. Det er en fordel å avstive bygget når taket har kommet på plass.

Når vi er inne på avstivning, brukes som nevnt heissjakten i tillegg til kryssavstivere. Disse utføres i RHS, som sveises fast i søylene fra gulv og opp til taket. Vi har ikke dimensjonert noe avstivning.

#### 4.1.5 Vegger

Nå har vi kommet ned til gulvnivå inne i lokalet. Det er naturlig å velge løsning av veggtype som holder bygget tett og isolerer mot kulda. I markedet finnes det mange typer og måter for oppføring av vegg. Siden det her er snakk om store overflater, har vi tenkt å bruke noe som gjør byggetiden kortere. Løsningen her falt på å benytte veggelementer, gjerne i kombinasjon av betong og stålelementer. På den nederste delen av fasaden tenkte vi å bruke sandwich elementer i betong. Disse elementene blir da 2,4m høye, og med utsparringer til vinduer. For å unngå kuldebroer, settes vinduene i samme sjikt som isolasjonen. Selve plasseringen av elementene gjøres ved at de legges utenpå søylene. Dermed unngår vi problemet med kuldebroer. Årsaken til at vi vil bruke sandwich elementer på den nederste delen, er på grunnlag av kuldebro problematikken og at det skal kjøres med truck inne i bygget. Siden det er trafikk inne, vil vi ta hensyn til det. Med en sandwichvegg ivaretar vi denne problematikken, i og med at denne tåler en påkjenning som for eksempel fra en truck.

Over sandwichelementene velger vi å bruke Paroc elementer med tykkelse på 150mm. Disse elementene gjør at monteringsjobben går kjapt. Elementene er lette og har også god isolasjonsevne samt brannmotstand. Når det gjelder monteringen, er det viktig å fuge i skjøtene for å sikre at man ikke får kuldebroer på grunn av dette. Fuging er også viktig for å hindre at veggene beveger seg mye ved stor temperatur forskjell. For ytterligere beskrivelse av Paroc-elementer, se kapittel om brann.

#### 4.1.6 Dekker på grunn

Gulv på grunn hadde vært en løsning i dette bygget, men siden det i utgangspunktet er dårlige grunnforhold, ser vi oss nødt til å fundamentere med stripefundament. For å bære dekket, har vi fritt opplagte bjelker som bærer dekket. Bjelkene er å regne som T-bjelker. Vi har videre lagt inn fundamenter som ligger med 12 meters avstand. Denne løsningen gir minst mulig moment. Vi har derfor valgt akkurat denne løsningen på grunn av at vi slipper å armere hele dekket og bjelken med både strekk og trykk armering. Vi har forutsatt at fundamentene blir stabile etter å ha gravd ut masser ned til uberørt grunn, og fylt på igjen med komprimert sprengstein. Det som da gjøres er at fundamentene støypes, for så å støype ut selve bjelken med permanent forskaling av trykkfast isolasjon siden det skal fylles inntil bjelken etter utgraving. Grunnen til trykkfast isolasjon er at den vil virke som en membran rundt bjelken. Dekket støypes til slutt.

## 4.2 Dimensjonerings prinsipper – metoder og utførelse

Når det gjelder selve dimensjoneringen av de ulike bygningsdelene i bygget på Plastal, er dette et stort bygg med store laster og påkjenninger. Vanligvis gjøres dette i samarbeid med de prosjekteringsansvarlige.

I utgangspunktet er bygget i tiltaksklasse 2, men siden det er så mange spesielle forhold er dette prosjektert i tiltaksklasse 3. Vi fikk derfor en stor utfordring når vi skulle begynne å dimensjonere. Tegningsgrunnlaget vi fikk i starten var foreløpige tegninger, som det stadig ble endringer på. Etter å ha diskutert innad i gruppa og med veileder H. Fallsen hvordan vi skulle gripe oppgaven fatt, fant vi ut at vi fikk finne de ulike egenvektene og nyttelastene fra Norsk Standard (NS).

### 4.2.1 Karakteristiske laster

NS har mange standarder. For å finne snølasten finner vi de i NS 3491-3 tillegg A. Her er det en del faktorer man må passe på. For eksempel har vi det vi kaller for formfaktorer for tak. I vår oppgave har vi brukt formfaktor 0,8 som multipliseres med snølasten. Denne faktoren finner vi i tabell 1 i NS 3491-3. Snølast for Vestre Toten kommune er  $4,5 \text{ kN/m}^2$

Lastene for lettaket regnet vi ut ifra tekniske datablader som vi fant på hjemmesiden til Plannja. Disse lastene stemte ganske bra med det som er angitt i NBI detaljblad. NBI oppgir en egenvekt på  $0,6 \text{ kN/m}^2$ . Siden svaret vårt lå på litt under dette, brukte vi verdien som oppgitt i NBI. I dette bygget er det mye betong, og egenvekten av betong er satt til  $24 \text{ kN/m}^3 + 1 \text{ kN/m}^3$  for armert betong. Dette finner vi NS 3491-1 tabell 4.1

### 4.2.2 Nyttelaster

Når det gjelder nyttelaster hos Plastal, har tiltakshaver bestemt at det skulle dimensjoneres for en nyttelast på  $10 \text{ kN/m}^2$ . Dette på grunnlag av det kan forekomme bruksendring, og eier vil sikre seg at bygget kan tåle andre påkjenninger og belastninger.

Ellers avgjøres de ulike nyttelastene alt etter hvilken kategori byggene tilhører. I vårt tilfelle er dette et lager, og da kunne vi ha brukt tabell 6.1 i NS 3491-1. Selve lastene kunne vi ha funnet i tabell 6.2 i samme standard, og er oppgitt til  $6,0 \text{ kN/m}^2$  for nyttelaster på gulv. De lastene vi har brukt er som nevnt  $10 \text{ kN/m}^2$ . Dette holder i henhold til trafikk laster og kategori G1 tabell 6.4 som angitt til  $5,0 \text{ kN/m}^2$ .

På dekket som er under traverskranen, skal Plastal lagre verktøy, som skal benyttes i produksjonen. Disse verktøyene veier hver 500 kN, og har en størrelse på 2x3 meter. Ut ifra dette får en nyttelast på  $83 \text{ kN/m}^2$ , som vi skal dimensjonere dekket for i tillegg til egenvekten av dekket.

Laster som virker på dekket i kontordelen finner vi ut ifra ovenstående tabeller, og er angitt til  $3,0 \text{ kN/m}^2$ .

Etter å ha funnet de karakteristiske lastene, er det krav til pålitelighet. Dette finner vi i NS3490 tabell E1.1, som defineres som lastfaktorer eller partialfaktorer for usikkerhet i henhold til laster. For egenvekt bruker vi  $\gamma = 1,2$  og for nyttelast  $\gamma = 1,5$ . Disse faktorene gjelder for bruddgrensetilstanden. Dette er den maksimale påkjenningen som kan opptre. Når vi kommer til bruksgrense, er ikke disse lastfaktorene tatt med. Det tilsier at dette er belastningen som opptrer ved normal bruk.

### 4.2.3 Faktorer

I bygget til Plastal har vi brukt en  $\gamma = 1,4$  for traverskran og det som tilhører den på grunn av eksempelvis dynamiske svingninger. For dekket sin del, har vi brukt en lastfaktor  $\gamma = 1,3$ , siden vi med stor sikkerhet kan si at dette verktøyet veier 500kN. Årsaken til at vi bare har brukt 1,3 er at vi øker lasten med 30 % i bruddgrensetilstanden. Dette er nok siden det som nevnt er sikkert at verktøyet veier 500kN. 1,3 er også benyttet som en gjennomsnittlig lastfaktor når det betong dimensjonering.

$\psi$  brukes til nyttelaster i brudd- og bruksgrense tilstanden. Denne faktoren er med på å redusere lastfaktoren. Siden det er så mye usikkerhet i bygget vårt, har vi valgt å bruke full nyttelast på dekket og bjelkene. Dekket i kontoret har en faktor  $\psi = 0,7$  for ofte forekommende laster, og brukes i nedbøyingskontroll i bruksgrensetilstanden. Faktoren finner vi i NS 3490 tabell E3.2, og er ut ifra en variabel nyttelast.

Lastfaktorer for betong og armeringsjern er henholdsvis 1,4 og 1,25.

For dimensjonering av tre, stål og betong, har alle disse sin egen standard som omhandler de ulike materialtypene. I vårt tilfelle har vi to standarder for betong. Disse har benevnelsen NS 3473 og 3465. I denne standarden finner hvilke formler og hvilke krav en betongkonstruksjon har.

### 4.2.4 Tverrsnitt

Før vi starter å dimensjonere, må vi anta et visst tverrsnitt av den aktuelle typen. Gjelder dette et dekke, må man prøve seg frem. Gjelder det en bjelke, kan man anslå høyden på bjelken ved å ta spennvidden og dele på ca 20. Deretter finner man ut i hvilket klima konstruksjonen skal være. Dette kalles eksponeringsklasser og vi finner dette i NS3473 tabell 9. Når vi har funnet ut dette må vi finne frem til overdekningen til armeringen, som er angitt i tabell 15.b. Her må man også bestemme seg for hvor mange års levetid konstruksjonen skal dimensjoneres for.

Man kontrollerer det først antatte tverrsnittet med armering og hvor mye kapasitet betongen har. Deretter legges det inn armering på strekk og trykksiden, alt etter behov og kapasitet på betongen.

I tillegg legges det inn minimumsarmering. I et dekke kalles dette svinn og fordelingsarmering. Bjelker har i tillegg til dette, bøylor og nåler. Dette kontrolleres opp i mot skjærkraft.

All armering har et krav om maks tillat avstand i mellom hvert jern eller bøyle. Dette er krav som er angitt i NS3473 kapittel 18.

I oppgaven vår har vi ikke tatt med rissberegning av T-bjelker. Årsaken til dette er at bjelken vil bli liggende ned i bakken og riss vil ikke være synlig. På oversiden har vi heller ikke tatt dette med i betraktning. Inne i lageret skal det kjøres med truck, og det vil være naturlig å smøre på støvbinder. Dette vil dekke over de eventuelle riss som skulle oppstå.

Nedbøyning er ofte dimensjonerende kriterier for konstruksjoner. Våre beregninger har tilfredstilt krav på  $L/300$  og  $l/200$ . Forskaling legges også ofte med overhøyde på  $L/300$  for at nedbøyningene ikke skal bli for store.

## 5 Konklusjon

I forhold til forprosjektet, har vi måtte foreta noen avgrensinger. Våre intensjoner var å ha med mer enn det vi har med i oppgaven. Dette synes å være et noe urealistisk mål og vi har dermed vært nødt til å ta med mindre tegninger enn det vi i utgangspunktet ønsket. Likevel føler vi at vi gjennom de månedene vi har drevet med oppgaven, har fått benyttet og utviklet våre faglige aspekter.

Som utgangspunkt for denne oppgaven, har vi benyttet oss av foreløpige tegninger fra OBC, samt den informasjon vi har fått gjennom tilstedeværelse på møter mellom de ulike entreprenører. De opplysninger vi her har fått, har vært nyttige som bruk til underlag av det resultat vi har kommet frem til.

Gjennom informasjon på de ulike møter vi har vært med på, har vi stadig fått ideer om hvordan oppgaven kan bli utført. Menneskene vi har møtt på, har vært imøtekommende og svart oss på ting vi har lurt på.

For å komme frem til den endelige oppgaven, har vi benyttet kunnskap vi har tilegnet oss gjennom årene ved HiG, samtidig som vi også har vært nødt til å søke dypere i temaer vi før kun har sett overflaten av. Målet vårt har hele tiden vært at det resultatet vi produserer, skal kunne være realistisk å gjennomføre i et praktisk byggeprosjekt. Dette mener vi at vi har klart. Hvorvidt alle våre løsninger er økonomisk forsvarlige, er dog usikkert.

Når man ser tilbake på tiden vi har drevet med bacheloroppgaven, ser vi klart forbedringspotensial med tanke planlegging og struktur. Det står klart for oss at en bedre planlegging kunne spart oss for noe tid og arbeid. Ved eksempelvis å opprette en felles mal for hele gruppen før vi startet å skrive, ville eksempelvis sammenstillingen av oppgaven vært mindre tidkrevende. Selve prosessen med arbeid med bacheloroppgaven har tidvis blitt noe oppstykket, idet det har vært innleveringer og eksamener i andre fag samtidig med dette arbeidet. Dette har ført til små avbrekk fra oppgaveskrivingen, noe som ikke alltid har fremstått som like positivt. Likevel har vi mange positive tanker og erfaringer med gruppearbeidet vårt. Vi har hele tiden hatt en god kommunikasjon, noe som synes å være viktig for å opprettholde en godt fungerende gruppe. Videre har alle medlemmene i gruppen hele tiden stått på for å komme frem til et endelig resultat. Ingen har sluntret unna i sine oppgaver og humøret har stort sett vært godt, noe som har gjort de tyngre dagene, der man føler man har stått stille, enklere å takle. Det blir på mange måter godt å bli ferdig med bacheloroppgaven og i den forbindelse avslutte vårt samarbeid. Likevel fremstår det som litt vemodig å tenke på at dette er avslutningen på tre fine år.

## 6 Referanser

### 6.1 Linker

[www.paroc.com](http://www.paroc.com)  
[www.if.no](http://www.if.no)  
[www.brannsikkerhet.com](http://www.brannsikkerhet.com)  
[www.be.no](http://www.be.no)  
[www.lovdata.no](http://www.lovdata.no)  
[www.bks.byggforsk.no](http://www.bks.byggforsk.no)  
[www.kbt.no](http://www.kbt.no)  
[www.tycofire.no](http://www.tycofire.no)  
[www.nbs.no](http://www.nbs.no)  
[www.infograf.no](http://www.infograf.no)  
[www.brannprodukter.no](http://www.brannprodukter.no)  
[www.sprinkleranlegg.no](http://www.sprinkleranlegg.no)  
[www.regelhjelp.no](http://www.regelhjelp.no)  
[www.matrixrc.com](http://www.matrixrc.com)  
[www.plannja.com](http://www.plannja.com)  
[www.spenncon.no](http://www.spenncon.no)  
[www.infograf.no](http://www.infograf.no)

### 6.2 Bøker

- Espedal, Knut Jonas (2005). *Bygningsfysikk*. Lillestrøm: Byggenæringens Forlag AS
- Edvardsen, Knut Ivar og Liv Torjussen (2002). *Håndbok 45 – Trehus*. Oslo: Norsk byggforskningsinstitutt
- Fallsen, Harald B (2007). *Dimensjonering av betongkonstruksjoner*.



## 7 Vedlegg

### 7.1 Rømningstidsberegning



Tegningsforklaring: *Brann = Rød pil, Kontor = Grønn pil, Blå pil = rømningsveier.*

Avstand fra hjørne kontor til trapperom uten brann  $\approx 44$  m

Avstand trapper  $\approx 3,96 \text{ m} * 4 \approx 15,8\text{m}$  (4 "halve" trapper)

Total avstand = 60 m (60 meter er maks avstand til nærmeste rømningsvei). Det vil si:

Avstand horisontalt: 60 m

Avstand trapp: 16 m

#### Antall personer

Bygget består av 36 kontor ansatte og 20 i produksjonsavdelingen. På grunnlag av dette dimensjonerer vi for 56 personer. Persontetthet beskriver omfanget av sammenstimling i rømningsvei og blir oppgitt per kvadratmeter. Man finner persontettheten ved å dividere antall personer  $N$ , med arealet de erfaringsmessig bruker til forflytning, det vil si effektivt areal,  $A_e$ .

$$\rho_p = \frac{N}{A_e} \quad (\text{pers/m}^2)$$

$A_e \approx 60\text{m} * 1,8 \text{ m} = 108\text{m}^2$  + at en del personer jobber i produksjonen

$\rho_p = 56 \text{ pers} / 108\text{m}^2 = \underline{0,518\text{pers/m}^2}$  som tilsvarer persontettheten i et varehus i verst tenkelig tilfelle.

### Ganghastighet

I dette tilfellet tar vi utgangspunktet i at det er høy persontetthet i kontoravdelingen. Dermed får vi følgende data.

Bredde gang  $\approx 1,8 > 0,9$  m

OK.

Rømningsvei	Ganghastighet m/s	Minste bredde <sup>b</sup> 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 <sup>a</sup>	0,5	0,9	1

Bredde trapp  $\approx 1,8 - 0,3 = 1,5$  m  $> 0,9$  m OK.

Vi regner med effektiv bredde i trappen, det vil si at trappens totale bredde reduseres med 0,3m.

Horisontalt: 0,6 m/s

Trapp ned: 0,5 m/s

### Strømningsraten ved innsnevring

Under har vi et skjema som beskriver gjennomstrømningskapasiteten per sekund avhengig av dørbredden. Dette er et viktig punkt, siden det her kan oppstå opphopning ved stor belastning.

Dørnummerering	Fri bredde i dør, m	Kapasitet pers/s
D1 (dør fra kontor)	0,55	0,43
D2 (dør til trapperom)	1,2	0,8
D3 (utgangsdør)	1,2	0,8
Sammenlagt:	2,95 m fri bredde	2,03 pers/s



### Nødvendig rømningstid

Hendelse	Tid
Deteksjons- og oppdagelsestid (minutter:sekunder)	1:00
Reaksjons- og beslutningstid (minutter:sekunder)	2:00
Forflytningstid (minutter:sekunder) Gangtid: lengde (m) / ganghastighet (m/s) Horisontalt: 60 m / 0,6 m/s $\approx$ 100 s Trapper: 16m / 0,5m/s = 32 s	2:12
Kapasitet gjennom dør: Antall personer / dørkapasitet (pers/s) 36 personer / 2,03pers/s = 17 s	0:17
Netto evakueringstid (minutter:sekunder)	5:29
Sikkerhetsmargin – svikt i automatisk deteksjon	4:00
Nødvendig rømningstid pluss sikkerhetsmargin	Si 10:00

Ut i fra denne utregningen får vi en total rømningstid i underkant av 10 minutter. I beregningen har vi sett bort fra sjenerende røyk. Regner vi med minste ganghastighet i sjenerende røyk, får vi er gangtid på:

Horisontalt:  $44 \text{ m} / 0,5 \text{ m/s} = 88 \text{ s}$

Trapper:  $16 \text{ m} / 0,5 \text{ m/s} = 32 \text{ s}$

Total gangtid:  $120 \text{ s} = \underline{2 \text{ min}}$

Dette gir en rømningstid på ca 12 minutter. Det som er viktig å merke seg er at det er forskjell mellom nødvendig rømningstid og tilgjengelig rømningstid.

## 7.2 Dimensjonering av T – bjelke

### 7.2.1 Akse 1- 9

Her skal vi dimensjonere en T – bjelke som går fra akse 1 – 9. Bjelken har vi delt opp i et statisk bestemt system, med avstand på 12 m mellom hvert opplegg.

#### Laster:

$q_{\text{dekke}}$	$= 0,5\text{m} \cdot 25\text{kN/m}^3 \cdot 6\text{m}$	$= 75 \text{ kN/m} \cdot 1,2$	$= 90 \text{ kN/m}$
$q_{\text{bjelke}}$	$= 0,5\text{m} \cdot 0,6 \cdot 25\text{kN/m}^3$	$= 7,5 \text{ kN/m} \cdot 1,2$	$= 9,0 \text{ kN/m}$
$q_{\text{tek}}$	$= 1,0\text{m} \cdot 6,0\text{m}$	$= 6,0 \text{ kN/m} \cdot 1,2$	$= 7,2 \text{ kN/m}$
$q_{\text{nyttelast}}$	$= 83,0\text{kN/m}^2 \cdot 3,0\text{m}$	$= 249,0 \text{ kN/m} \cdot 1,3$	$= 323,7 \text{ kN/m}$
$q_{\text{bruk}}$	$=$	$= 337,5$	$= 429,9 \text{ kN/m}$

$$M_f = \frac{1}{8} \cdot q_f \cdot l^2 \Rightarrow \frac{1}{8} \cdot 429,9 \cdot 12000^2 = 7738,2 \text{ kNm}$$

Her er avstanden ifra ferdig golv til kulverten 1,2m. Bruker da en høyde på 1000mm.

Antar  $e = 150\text{mm}$ ,  $d = 1000 - 150 = 850\text{mm}$

Bestemmer flensbredde  $b_f$  og  $b_T$ :

$$1. \text{ Faktisk flensbredde} = \frac{6000 - 600}{2} = 2700\text{mm}$$

$$2. \text{ 10 \% av avstand mellom moment nullpunkter} = 0,1 \cdot 12000\text{mm} = \underline{1200\text{mm}}$$

3. Flensbredde er den minste av  $8 \cdot 0,33d$  og  $t (=500)$

$$0,33 \cdot d = 0,33 \cdot 850 = 280,5\text{mm} < 500\text{mm} \Rightarrow 0,33d < t \Rightarrow 280,5 \cdot 8 = 2244\text{mm}$$

Velger da nr.2 = 1200  $\Rightarrow b_t = 600\text{mm} + 2 \cdot 1200 = \underline{3000\text{mm}}$

$0,33d < t$

$$M_{cd} = 0,275 \cdot f_{cd} \cdot b_t \cdot d^2 \cdot 10^{-6}$$

$$M_{cd} = 0,275 \cdot 19,5 \cdot 3000 \cdot 850^2 \cdot 10^{-6} = 11623,2 \text{ kNm}$$

$M_{cd} > M_f$  Dvs at vi ikke trenger trykkarmering.

$$m = \frac{M_f}{f_{cd} \cdot b_t \cdot d} = \frac{7738,2 \cdot 10^6}{19,5 \cdot 3000 \cdot 850^2} = 0,183$$

$$\beta = 1 - 0,6m = 0,817$$

#### Armering

$$A_s = \frac{M_f}{f_{sd} \cdot \beta \cdot d} = \frac{7738,2 \cdot 10^6}{400 \cdot 0,817 \cdot 850} = 27857 \text{ mm}^2$$

Siden det her er snakk om store laster, så vil vi her legge inn  $\varnothing^{140}$  armering.

$$\text{Antall i hvert lag: } n = \frac{b + 2\varnothing^l - 2,5\varnothing^b + 2 \text{ O.D.}}{3,25\varnothing^l} = 5,8$$

Dette fører til 5 jern i hvert lag,  $A_s = 6283$

$$\text{Antall lag} = \frac{27726}{6283} = 4,41$$

$$\text{Prøver 5 lag } \varnothing 40 \quad A_s = 25 \cdot 1257 = 31425\text{mm}^2$$

$$e^{\text{rev}} = \frac{5 \cdot 87,5 + 5 \cdot 162,5 + 5 \cdot 237,5 + 5 \cdot 312,5 + 5 \cdot 387,5}{25} = 237 \text{ mm}$$

$$\text{Ny } d = 1000 - 237 = 763 \text{ mm}$$

$$\text{Ny } m = 0,226, \text{ Ny } \beta = 0,8644$$

$$\text{Ny } A_s = 29230 \text{ mm}^2 < 31425 \text{ mm}^2 \text{ Dvs OK}$$

### Det er likevel krav til minimums armering i trykksona.

$$A_s^{\text{min}} = 0,25 \cdot b_w \cdot h \cdot \frac{f_{tk}}{f_{sk}}$$

$$A_s^{\text{min}} = 0,25 \cdot 600 \cdot 1000 \cdot \frac{2,90}{500} = 870 \text{ mm}^2$$

Bruker da 2 stk Ø25,  $A_s = 982 \text{ mm}^2$ , på trykksiden.

### Bøylearmering i felt

$$V_f = \frac{1}{2} q l = 0,5 \cdot 429,9 \cdot 12000 = 2579,9 \text{ kN}$$

$$V_f^{\text{RED}} = 2579,4 - 429,9 \cdot 0,763 = 2251,4 \text{ kN}$$

$$\text{Forhold min armering og senteravstand: } \left( \frac{A_{sv}}{s} \right)^{\text{min}} = 0,2 \cdot b_w \cdot \frac{f_{tk}}{f_{sk}} = 0,2 \cdot 600 \cdot \frac{2,90}{500} = 0,696$$

$$h' = d - e' = 763 - 63,5 = 699,5 \text{ mm}$$

$$S^{\text{maks}} = 0,6 \cdot h' = 0,6 \cdot 699,5 = 419,7 \text{ mm}$$

Prøver da Ø<sup>b</sup> 10  $A_s = 157$ , c/c 300

$$S^{\text{maks}} = \frac{157}{0,696} = 226 \Rightarrow \text{Ø}^b 10 \text{ c/c } 200$$

### Bøylearmering ved opplegg

$$V_A^{\text{KAP}} = 0,3 \cdot (1,43 \cdot 600 \cdot 763 + 71,43 \cdot 0,33 \cdot 31425) + 0,9 \cdot 400 \cdot 763 \cdot 0,696$$

$$V_A^{\text{KAP}} = 0,3 \cdot (654654 + 673449) + 191177 = 589,6 \text{ kN}$$

$$X_A = 2579,4 - 589,6 = \frac{1989,8}{429,9} = 4,6 \text{ m}$$

$$V_f^{\text{RED}} = V_{cd} + V_{sd}$$

$$2251,4 = 398,4 + 0,9 \cdot 763 \cdot 400 \cdot \left( \frac{A_{sv}}{s} \right) \Rightarrow \frac{157}{s} = 6,746 \Rightarrow s = 23,3 \text{ mm.}$$

Her må vi da øke bøyleavstanden. Måten vi gjør dette på er at den er opplagret på et fundament som antas i størrelsesorden 2,5x2,5m.

Vi får da en oppleggsbredde på 1m, som vi trekker ifra på skjærkapasiteten. Går også opp til

$$\text{Ø}^b 16, A_s = 402 \text{ mm}^2$$

$$V_f^{\text{RED}} = 2579,4 - 429,9 \cdot 0,763 - 429,9 \cdot 1 = 1822 \text{ kN}$$

$$V_f^{\text{RED}} = V_{cd} + V_{sd}$$

$$1822 = 398,4 + 0,9 \cdot 763 \cdot 400 \cdot \left( \frac{A_{sv}}{s} \right) \Rightarrow \frac{402}{s} = 5,18 \Rightarrow s = 77,6 \text{ mm.}$$

Bruker da Ø<sup>b</sup> 16 c/c 75mm fra enden av bjelken og 4,6m ut mot midten av bjelken.

### Forankringsnåler

$$F_s = V_f^{\max} - 0,5 \cdot V_{sd}$$

$$V_{sd} = V_f^{\text{RED}} - V_{cd} = 1822 - 398,43$$

$$V_{sd} = 1424 \text{ kN}$$

$$F_s = 2579,9 - 0,5 \cdot 1424 = 1868 \text{ kN}$$

$$A_s = \frac{1868000}{400} = 4670 \text{ mm}^2 \Rightarrow \text{Bruk 12 } \emptyset^k 16 \text{ nåler } A_s = 4824 \text{ mm}^2$$

### Nedbøying

$$q_{\text{bruk}} = 337,5 \text{ kN/m}, n = 25,36$$

$$\rho = \frac{A_s}{bd} = \frac{31425}{3000 \cdot 763} = 0,014 \Rightarrow n\rho = 0,014 \cdot 25,36 = 0,36$$

$$\frac{\rho'}{\rho} = 0 \Rightarrow \xi = 0,37$$

$$EI = E_s \cdot A_s \cdot d^2 \cdot \xi \Rightarrow EI = 2 \cdot 10^5 \cdot 31425 \cdot 763^2 \cdot 0,37 = 1,354 \cdot 10^{15}$$

$$Y = \frac{5q_1^4}{384EI} = \frac{5 \cdot 337,5 \cdot 12000^4}{384 \cdot 1,354 \cdot 10^{15}} = 69 \text{ mm}$$

Dette er ikke i henhold til kravet på  $L/200$ , men siden denne ligger på grunnen så får bjelken noe hjelp derfra så vi går for denne likevel. Nedbøying blir da  $L/174$ .

### 7.2.2 Akse 9 - 11

Her skal vi dimensjonere en T – bjelke som går fra akse 9 – 11. Bjelken har vi delt opp i et statisk bestemt system, med avstand på 12 m mellom opplegg.

#### Laster:

$q_{\text{dekke}}$	$= 0,3\text{m} \cdot 25\text{kN/m}^3 \cdot 6\text{m}$	$= 45,0 \text{ kN/m} \cdot 1,2$	$=$	$54$	$\text{ kN/m}$
$q_{\text{bjelke}}$	$= 0,6\text{m} \cdot 0,7 \cdot 25\text{kN/m}^3$	$= 10,5 \text{ kN/m} \cdot 1,2$	$=$	$12,6$	$\text{ kN/m}$
$q_{\text{tek}}$	$= 1,0\text{m} \cdot 6,0\text{m}$	$= 6,0 \text{ kN/m} \cdot 1,2$	$=$	$7,2$	$\text{ kN/m}$
$q_{\text{nyttelast}}$	$= 10,0\text{kN/m}^2 \cdot 6,0\text{m}$	$= 60,0 \text{ kN/m} \cdot 1,5$	$=$	$90$	$\text{ kN/m}$
$q_{\text{bruk}}$	$=$	$= 121,5$	$=$	$163,8$	$\text{ kN/m}$

$$M_f = \frac{1}{8} \cdot q_f \cdot l^2 \Rightarrow \frac{1}{8} \cdot 163,8 \cdot 12000^2 = 2948,4 \text{ kNm}$$

Her er avstanden ifra ferdig golv til kulverten 1,2m. Bruker da en høyde på 1000mm.

Antar  $e = 150\text{mm}$ ,  $d = 1000 - 150 = 850\text{mm}$

Bestemmer flensbredde  $b_f$  og  $b_T$ :

$$1. \text{ Faktisk flensbredde} = \frac{6000 - 600}{2} = 2700\text{mm}$$

$$2. \text{ 10 \% av avstand mellom moment nullpunkter} = 0,1 \cdot 12000\text{mm} = \underline{1200\text{mm}}$$

3. Flensbredde er den minste av  $8 \cdot 0,33d$  og  $t (=500)$

$$0,33 \cdot d = 0,33 \cdot 850 = 280,5\text{mm} < 500\text{mm} \Rightarrow 0,33d < t \Rightarrow 280,5 \cdot 8 = 2244\text{mm}$$

Velger da nr.2 = 1200  $\Rightarrow b_t = 600\text{mm} + 2 \cdot 1200 = \underline{3000\text{mm}}$

$0,33d < t$

$$M_{cd} = 0,275 \cdot f_{cd} \cdot b_t \cdot d^2 \cdot 10^{-6}$$

$$M_{cd} = 0,275 \cdot 19,5 \cdot 3000 \cdot 850^2 \cdot 10^{-6} = 11623,2 \text{ kNm}$$

$M_{cd} > M_f$  Dvs at vi ikke trenger trykkarmering.

$$m = \frac{M_f}{f_{cd} \cdot b_t \cdot d} = \frac{2948,4 \cdot 10^6}{19,5 \cdot 3000 \cdot 850^2} = 0,0698$$

$$\beta = 1 - 0,6m = 0,958$$

### Armering

$$A_s = \frac{M_f}{f_{sd} \cdot \beta \cdot d} = \frac{2948,4 \cdot 10^6}{400 \cdot 0,958 \cdot 850} = 9052 \text{ mm}^2$$

Siden det her er snakk om forholdsvis store nyttelaster, så vil vi legge inn Ø<sup>1</sup>32 armering,  $A_s = 804 \text{ mm}^2$

$$\text{Antall i hvert lag: } n = \frac{b + 2\phi^l - 2,5\phi^b + 2 \text{ O.D.}}{3,25\phi^l} = 6,8$$

Dette fører til 6 jern i hvert lag,  $A_s = 4825 \text{ mm}^2$

$$\text{Antall lag} = \frac{27726}{6283} = 4,41$$

Prøver 2 lag Ø32  $A_s = 12 \cdot 804 = 9648 \text{ mm}^2$

$$e^{\text{rev}} = \frac{6 \cdot 82,5 + 6 \cdot 147,5}{12} = 115 \text{ mm} < 150 \text{ mm som først antatt. Dvs OK men viser her hva den}$$

egentlige nødvendige armeringen ville ha blitt.

$$\text{Ny } d = 1000 - 115 = 885 \text{ mm}$$

$$\text{Ny } A_s = 8694 \text{ mm}^2 < 9648 \text{ mm}^2 \text{ Dvs OK}$$

### Det er likevel krav til minimums armering i trykksona.

$$A_s^{\text{min}} = 0,25 \cdot b_w \cdot h \cdot \frac{f_{tk}}{f_{sk}}$$

$$A_s^{\text{min}} = 0,25 \cdot 600 \cdot 1000 \cdot \frac{2,90}{500} = 870 \text{ mm}^2$$

Bruker da 2 stk Ø25,  $A_s = 982 \text{ mm}^2$ , på trykksiden.

### Bøylearmering i felt

$$V_f = \frac{1}{2}ql = 0,5 \cdot 163,8 \cdot 12000 = 982,8 \text{ kN}$$

$$V_f^{\text{RED}} = 982,8 - 163,8 \cdot 0,885 = 837,8 \text{ kN}$$

$$\text{Forhold min armering og senteravstand: } \left(\frac{A_{sv}}{s}\right)^{\text{min}} = 0,2 \cdot b_w \cdot \frac{f_{tk}}{f_{sk}} = 0,2 \cdot 600 \cdot \frac{2,90}{500} = 0,696$$

$$h' = d - e' = 885 - 63,5 = 821,5 \text{ mm}$$

$$S^{\text{maks}} = 0,6 \cdot h' = 0,6 \cdot 821,5 = 492,9 \text{ mm}$$

Prøver da Ø<sup>b</sup> 10  $A_s = 157$ , c/c 300

$$S^{\text{maks}} = \frac{157}{0,696} = 226 \Rightarrow \text{Ø}^b 10 \text{ c/c } 200$$

### Bøylearmering i felt

$$V_A^{KAP} = 0,3 \cdot (1,43 \cdot 600 \cdot 885 + 71,43 \cdot 0,33 \cdot 9648) + 0,9 \cdot 400 \cdot 885 \cdot 0,696$$

$$V_A^{KAP} = 0,3 \cdot (7599330 + 206747) + 221745,6 = 511,6 \text{ kN}$$

$$X_A = 982,8 - 511,6 = \frac{471,2}{163,8} = 2,88 \text{ m}$$

$$V_f^{RED} = V_{cd} + V_{sd}$$

$$837,8 = 289,8 + 0,9 \cdot 885 \cdot 400 \cdot \left(\frac{A_{sv}}{s}\right) \Rightarrow \frac{157}{s} = 1,72 \Rightarrow s = 91,3 \text{ mm.}$$

Bruker da  $\emptyset^b 10$  c/c 90 mm fra enden av bjelken og 1,72 m ut mot midten av bjelken.

### Forankringsnåler

$$F_s = V_f^{\max} - 0,5 \cdot V_{sd}$$

$$V_{sd} = V_f^{RED} - V_{cd} = 837,8 - 289,8$$

$$V_{sd} = 548 \text{ kN}$$

$$F_s = 982,8 - 0,5 \cdot 548 = 708,8 \text{ kN}$$

$$A_s = \frac{708800}{400} = 1772 \text{ mm}^2 \Rightarrow \text{Bruk 5 } \emptyset^k 16 \text{ nåler } A_s = 2010 \text{ mm}^2$$

### Nedbøying

$$q_{\text{bruk}} = 121,5 \text{ kN/m, } n = 25,36$$

$$\rho = \frac{A_s}{bd} = \frac{9648}{3000 \cdot 885} = 0,00363 \Rightarrow n\rho = 0,00363 \cdot 25,36 = 0,09$$

$$\frac{P'}{P} = 0 \Rightarrow \xi = 0,58$$

$$EI = E_s \cdot A_s \cdot d^2 \cdot \xi \Rightarrow EI = 2 \cdot 10^5 \cdot 9648 \cdot 885^2 \cdot 0,58 = 8,766 \cdot 10^{14}$$

$$Y = \frac{5q l^4}{384EI} = \frac{5 \cdot 121,5 \cdot 12000^4}{384 \cdot 8,766 \cdot 10^{14}} = 37,4 \text{ mm}$$

Dette er i henhold til kravet på  $L/200$ . Nedbøying blir da  $L/321$  OK.

## 7.3 Beregning av taklaster

### Fakta tall:

$Q_{\text{snø}}$	:	4,5 kN/m <sup>2</sup> .	Snø-belastning Raufoss, i henhold til NS 3491-3
$Q_{\text{tak egenvekt}}$	:	0,6 kN/m <sup>2</sup>	i henhold til NBI

### Lastfaktorer:

$EV_{\text{konstruksjon}}$	:	1,2	i henhold til NS 3490, tabell E1.1
$NI_{\text{konstruksjon}}$	:	1,5	i henhold til NS 3490, tabell E1.1
Kran Dynamisk sikkerhet	:	1,4	Faktor satt av gruppa i samråd med OBC.

### Formfaktor:

Formfaktor <sub>tak</sub>	:	0,8	Takvinkel < 30°, i henhold til NS 3491-3
---------------------------	---	-----	--

## Taklaster, selve beregningen

$$\begin{aligned}
 Q f_{\text{tak}} &= Q f_{\text{egenvekt}} + Q f_{\text{nyttelast (snø)}} \\
 Q F_{\text{tak}} &= Q_{EV} \cdot \text{Last.fakt.}_{EV} + Q_{NL} \cdot \text{Last.fakt.}_{NL} \cdot \text{Formfaktor} \\
 Q F_{\text{tak}} &= 0,6 \text{ KN/m}^2 \cdot 1,2 + 4,5 \text{ KN/m}^2 \cdot 1,5 \cdot 0,8 = \underline{6,12 \text{ KN/m}^2}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q F_{\text{lastbredde 6m (sib)}} &= Q F_{\text{tak}} \cdot \text{Lastbredde}_{6\text{meter}} \\
 Q F_{\text{lastbredde 6m (sib)}} &= 6,12 \text{ KN/m}^2 \cdot 6\text{m} = \underline{36,72 \text{ KN/m}}
 \end{aligned}$$

## Egenlast betongkonstruksjoner (pre.fab.):

$$\begin{aligned}
 Q_{EV} \text{ bæresystem} &= \text{volum betongkonstruksjon} \cdot (\text{vekt betong}) \\
 \text{Volumvekt armert betong} &= \text{Volum (m}^3\text{)} \cdot (25 \text{ KN/m}^3\text{)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 EV_{SIB} &= 1,8\text{m} \cdot 0,5\text{m} \cdot (25\text{KN/m}^3) = \underline{22,5 \text{ KN/m}} \\
 EV_{S\text{øyle frittstående 10m}} &= 0,4\text{m} \cdot 0,7\text{m} \cdot 10\text{m} \cdot (25\text{KN/m}^3) = \underline{70 \text{ KN}} \\
 EV_{S\text{øyle i vegg 10m}} &= 0,4\text{m} \cdot 0,4\text{m} \cdot 10\text{m} \cdot (25\text{KN/m}^3) = \underline{40 \text{ KN}}
 \end{aligned}$$

## Egenlast vegg-konstruksjoner

$$EV_{\text{PAROC150mm}} : 23 \text{ kg/m}^2$$

## Last tak-konstruksjon inkl. bæresystem:

$$\begin{aligned}
 Q F_{\text{total}} &= Q F_{\text{tak/dekker}} + Q_{EV} \text{ bæresystem} \\
 Q F_{\text{total}} &= 36,72 \text{ KN} + 22,5 \text{ KN/m} = \underline{59,22\text{KN/m}} \\
 MF_{\text{sib 24m lastbredde 6m}} &= 1/8 \cdot Q \cdot L^2 \\
 MF_{\text{sib 24m lastbredde 6m}} &= 1/8 \cdot 59,22 \text{ KN/m} \cdot 24^2 = \underline{4263,84 \text{ KNM}} \\
 VF_{\text{sib 24m lastbredde 6m}} &= Q \cdot L/2 \\
 VF_{\text{sib 24m lastbredde 6m}} &= 59,22\text{KN/m} \cdot 24/2 = \underline{710,64 \text{ KN}}
 \end{aligned}$$

## Egenlast betongkonstruksjoner (plasztøpte):

$$\begin{aligned}
 Q_{EV} \text{ dekke} &= \text{volum betongkonstruksjon} \cdot (\text{vekt betong}) \\
 \text{Volumvekt betong} &= \text{Volum (m}^3\text{)} \cdot (25 \text{ KN/m}^3\text{)}
 \end{aligned}$$

## 7.4 Dimensjonering av plasztøpt dekke i kontordel

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{bruk}} &= EL_{\text{total}} + NL \cdot \Psi \quad \Psi = 0,7 \text{ (ref: Tabell E.2. NS 3490)} \\
 Q_{\text{bruk}} &= 25 \cdot 0,2 \cdot 1 + 3 \cdot 0,7 = \underline{8,1 \text{ KN/m}}
 \end{aligned}$$

### Prøver:

$$h = 200\text{mm} \quad C = 40\text{mm (Ri 60)}$$

$$\text{Strekk arm} : \text{Ø}25 \text{ c/c } 125 \quad \Rightarrow \quad A_S = 3927 \text{ mm}^2$$

$$\text{Trykk arm} : \text{Ø}16 \text{ c/c } 125 \quad \Rightarrow \quad A'_S = 1608 \text{ mm}^2$$

### Svinn og fordelingsarmering:

$$A_S^{\text{MIN}} = 250 \cdot K_W \cdot h \cdot \frac{F_{tk}}{F_{sk}}$$

$$A_S^{\text{MIN}} = 250 \cdot (1,5 - 0,2) \cdot 200 \cdot \frac{2,90}{500} = 377 \text{ mm}^2$$

**Bruk:** Ø 12 c/c 300  $\Rightarrow A'_S = 377 \text{ mm}^2$

$$\delta = \frac{(5 \cdot Q_{\text{bruk}} \cdot L^4)}{(384 \cdot EI)}$$

$$EI = E_S \cdot A_S \cdot d^2 \cdot \xi$$

Innendørs konstruksjon gir kryptall:  $\varphi_e = 2,5$

Forholdet **n** beskrives som en funksjon av: fasthetsklasse ( $f_{\text{cek}}$ ) og effektivt kryptall ( $\varphi_e$ )

$f_{\text{cek}} = \text{B30}$  og  $\varphi_e = 2,5$ , dette gir **n** = 26,56

$$P = \frac{A_S}{(b \cdot h)}, \quad P' = \frac{A'_S}{(b \cdot h)}$$

$$P = \frac{3927}{(1000 \cdot 150)}, \quad P' = \frac{1608}{(1000 \cdot 150)}, \quad \frac{P'}{P} = \frac{1608}{3927} = \underline{0,409}$$

$$np = 26,56 \cdot \frac{3927}{(1000 \cdot 150)} = \underline{0,6953}$$

$$\xi = 0,35$$

$$EI = 2 \cdot E^5 \cdot 3927 \cdot 150^2 \cdot 0,35 = \underline{6,185025 E^{12}}$$

$$\delta = \frac{(5 \cdot 8,1 \cdot 6000^4)}{(384 \cdot 6,185025 E^{12})} = 22,1 \text{ mm}$$

$$\delta_{\text{svinn}} = \frac{(\xi_{\text{cs}} \cdot l^2)}{(8 \cdot d)}$$

Innendørs konstruksjon gir svinntøyning etter lang uttørkning med faktor:

$$\xi_{\text{cs}} = 0,00043$$

$$\delta_{\text{svinn}} = \frac{(0,00043 \cdot 6000^2)}{(8 \cdot 150)} = 12,6 \text{ mm}$$

$$\sum \delta = 34,7 \text{ mm}$$

Dette gir:  $\frac{L}{170}$ , noe som er for mye nedbøying for kontor, max  $\frac{L}{300}$

Løser dette med å legge overhøyde på forskaling på 20mm

$$\delta_{\text{total}} = 34,7 \text{ mm} - 20 \text{ mm} = \underline{14,7 \text{ mm}}$$

### Kontrollerer skjærkapasiteten til dekket:

$$Q F_{\text{dekke}} = (Q_{\text{EV}} + Q_{\text{EV,tekniske føringer}}) \cdot \text{Last.fakt}_{\text{EV}} + Q_{\text{NL}} \cdot \text{Last.fakt}_{\text{NL}}$$

$$F_{\text{tak}} = (((0,20_{\text{h-dekke}} + 0,02_{\text{t-avrett. masse}} \cdot 25) + 1_{\text{tekn.føringer}}) \cdot 1,2 + 3 \cdot 1,5 = \underline{12,3 \text{ KN/m}}$$

$$V_F = QF \cdot \frac{L}{2} \Rightarrow 12,3 \cdot \frac{6}{2} = \underline{36,9 \text{ KN}}$$

$$f_{\text{tdB30}}: 1,28 \text{ N/mm}^2$$

$$k_y = 1,5 - d \Rightarrow 1,5 - 0,15 = \underline{1,35}$$

$$A_S = 3927 \text{ mm}^2$$

$$A_{S \text{ Redusert}} = 0,3 \cdot A_S = 3927 \text{ mm}^2$$



$$V_{CD} = 0,30 ( f_{td} \cdot b \cdot d + 71,43 \cdot A_{S \text{ Redusert}} ) \cdot K_W$$

$$V_{CD} = 0,30 ( 1,28 \cdot 1000 \cdot 150 + 71,43 \cdot 3927 ) \cdot 1,35 = 191364,77N$$

$$V_{CD} > V_F \quad \Rightarrow \quad 191,36 \text{ KN} > 36,9 \text{ KN} \quad \Rightarrow \text{OK.}$$

**Konkluderer at dette er en dekke løsning vi kan bruke.**

## 7.5 Traverskran

EV kranbane (HE400B)	:	2 KN/m	(inkl stegforsterkning og sporskinne)
LB <sub>kranbane</sub>	:	6 m	
EV Kran-travers <sub>Enkel</sub>	:	18.7 KN	
NL kran	:	500 KN	
EV krankatt	:	10 KN	
LF Dynamisk sikkerhet	:	1,4	( ihht OBC sine anbefalinger)

Last søylekonsoll fra kran =  $( (2 \cdot EV_{\text{krantravers}}/2) + EV_{\text{krankatt}} + 11/12 \cdot NL_{\text{krok}} + LB \cdot EV_{\text{kranbane}} ) \cdot LF_{\text{Dynamisk sikkerhet}}$

$$\text{Last søylekonsoll fra kran} = ((2 \cdot 18,7/2) + 10 + 11/12 \cdot 500 + (2 \text{ KN/m} \cdot 6\text{m})) \cdot 1.4 = \underline{698,64 \text{ KN}}$$

### Konsolldimensjonering krankonsoll:

Betong	:	B35 $\Rightarrow F_{cd} = 19,5 \text{ N/mm}^2 \Rightarrow F_{tk} = 2,9$
Stål	:	B500C $\Rightarrow 320 \text{ N/mm}^2$ (ref: Prefab ind. Std. metoder med gml. Stål-std.)
NF	:	700 kN
$\mu$	:	0.5
b	:	400 mm (konsollbredde)
L	:	350 mm (konsolldybde)
c	:	25 mm (ref: NS 3473 tab 15.b klasse: XC1)
a = a <sub>0</sub>	:	200mm
$\phi$ strekkarm	:	20 mm

### Trykkbrudd:

$$N_F \leq 0,2 \cdot F_{cd} \cdot b \cdot d \quad \Rightarrow \quad d \geq \sqrt{\left( \frac{N_F \cdot a}{1,8 \cdot f_{td} \cdot b} \right)}$$

$$d \geq \sqrt{\left( \frac{700 \cdot 350}{1,8 \cdot 1,48 \cdot 400} \right)} = \underline{480\text{mm}}$$

### Strekbrudd:

$$h_{\min} = d + (c + 0,5\phi) \Rightarrow h_{\min} = 480 + (25 + 0,5 \cdot 25 \cdot 1,25) = 534 \text{ mm}$$

$$\text{Bruker: } h = \underline{550 \text{ mm}}$$

$$e = c + \left(\frac{\phi \cdot 1,25}{2}\right) \Rightarrow e = 25 + \left(\frac{25 \cdot 1,25}{2}\right) = \underline{56 \text{ mm}}$$

$$d = h - e \Rightarrow d = 550 - 56 = \underline{606 \text{ mm}}$$

$$H_F = 0,5 \cdot N_f \Rightarrow H_F = 0,5 \cdot 700 = \underline{350 \text{ kN}}$$

$$\Delta a = e \cdot \frac{H_f}{N_f} \Rightarrow \Delta a = 56 \cdot \frac{350}{700} = \underline{26,5 \text{ mm}}$$

$$a = 200 + 26,5 = \underline{226,5 \text{ mm}}$$

$$c_1 = \frac{N_f}{(2 \cdot f_{ctd} \cdot b)} \Rightarrow \frac{700 \text{ kN}}{(2 \cdot 19,5 \cdot 400)} = \underline{44,8 \text{ mm}}$$

$$a' = a_0 + \Delta a + c \Rightarrow a' = 200 + 26,5 + 25 = \underline{251,5 \text{ mm}}$$

$$c_2 \approx c_1 \cdot \frac{a'}{(0,85 \cdot d)} \Rightarrow c_2 \approx \left(44,8 \cdot \frac{251,5}{(0,85 \cdot 606)}\right) = \underline{21,8 \text{ mm}}$$

$$z = d - c_2 \Rightarrow z = 606 - 21,8 = \underline{584,2 \text{ mm}}$$

$$c_2 = c_1 \cdot \frac{a'}{z} \Rightarrow c_2 = 44,8 \cdot \frac{251,5}{584,2} = \underline{19,3 \text{ mm}}$$

$$z = d - c_2 \Rightarrow z = 606 - 19,3 = \underline{586,7 \text{ mm}}$$

$$z = \frac{z}{a'} \cdot a' \Rightarrow z = \frac{586,7}{251,5} \cdot a' \Rightarrow z = \underline{2,33280318 \cdot a'}$$

$$F_n = N_f \cdot \frac{a'}{z} \Rightarrow F_n = 700 \cdot \frac{251,5}{586,7} = \underline{300,1 \text{ kN}}$$

$$F_S = F_n + H_f \Rightarrow 300,1 + 350 = \underline{650,1 \text{ kN}}$$

$$A_S = \frac{F_S}{F_{sd}} \Rightarrow A_S = \frac{650,1 \text{ kN}}{320} = \underline{2032 \text{ mm}^2}$$

$$\text{Armeringsforslag: } 8 \text{ stk } \phi 20 \text{ mm, } A_S = \underline{2513 \text{ mm}^2}$$

$$A_S^{\min} = 0,25 \cdot (1,5 - h) \cdot h \cdot b \cdot \frac{F_{tk}}{F_{sk}}$$

$$\Rightarrow A_S^{\min} = 0,25 \cdot (1,5 - 0,55) \cdot 550 \cdot 400 \cdot \frac{2,9}{500} = \underline{319 \text{ mm}^2}$$

$$A_S^{\min} \leq A_S \Rightarrow 319 \text{ mm}^2 \leq 2513 \text{ mm}^2 \Rightarrow \text{OK.}$$

$$\text{Armering strekk} \Rightarrow \underline{8 \text{ stk } \phi 20 \text{ mm}} \Rightarrow A_S = \underline{2513 \text{ mm}^2}$$

Dette legges i to lag med 4 stk  $\phi$  20mm i hvert lag, og konsollhøyden økes med høyden tilsvarende forskyvning av strekkarmeringens tyngdepunkt. En økning i konsollhøyden påvirker konsollen kun i positiv retning, med tanke på kapasitet. Vi kommer heller ikke i konflikt med noen andre faktorer. Dette gir en konsollhøyde på: 565mm.

**Trykkarmering:**

$$A'_s = 0,003 \cdot b \cdot h \Rightarrow A'_s = 0,003 \cdot 400 \cdot 550 = \underline{660\text{mm}^2}$$

$$\text{Gjelder: } h < 3 \cdot a \Rightarrow 550 < 3 \cdot 226,5 \Rightarrow 550 < 679,5 \Rightarrow \text{OK.}$$
$$A'_s = \underline{660\text{mm}^2}$$

$$\text{Armeringsforslag:} \Rightarrow 4 \text{ stk } \phi 16\text{mm}$$

$$A_s = \underline{804 \text{ mm}^2}$$

**Bøylearmering:**

$$A_{SB} = 0,5 \cdot \frac{F_N}{F_{sd}} \Rightarrow 0,5 \cdot \frac{300,1}{320} = \underline{469\text{mm}^2} \quad (\text{ihht. Pre-fab ind gjeldende std.})$$

$$\text{Armeringsforslag:} \Rightarrow 4 \text{ stk } \phi 16\text{mm}$$

$$A_s = \underline{804 \text{ mm}^2}$$

**Kontroll av arbeidsspenning ( $\sigma_s$ ) i strekkstålet ( $A_s$ ):**

$$\sigma_s = \frac{1}{A_s} \cdot \left( N + \frac{a_0}{(0,85 \cdot d)} + 0,25 \cdot (N \cdot H) \right)$$

$$H = \mu \cdot N_f \Rightarrow H = 0,5 \cdot 700 = \underline{350 \text{ kN}}$$

$$\sigma_s = \frac{1}{2513} \cdot \left( \frac{700}{2} + \frac{200}{(0,85 \cdot 606)} + 0,25 \cdot \frac{700}{2} + \frac{700}{2} \right) \text{e}^3 = \underline{313,5 \text{ N/mm}^2}$$

$$\sigma_s \leq F_{sd} \Rightarrow 313,5 \leq 320 \Rightarrow \text{OK.}$$

## 7.6 Fundamentlaster fra søylene

### 7.6.1 Akse 1

$$P_{\text{fund. Akse X - Akse Y}} = VF_{\text{sib(L)m lastbredde (x)m}} + EV_{\text{Søyle (type)m}} + EV_{\text{Paroc}} + EV_{\text{kontordekke}} + NL_{\text{kontor}} + NL_{\text{KONSOLL}}$$

$$P_{\text{fund. Akse 1 - Akse i}} = [(0,4 \cdot 0,4 \cdot 10 \cdot 25) + (0,23 \cdot 10 \cdot 3)]$$

$$P_{\text{fund. Akse 1 - Akse i}} = \underline{46,9 \text{ kN}}$$

$$P_{\text{fund. Akse 1 - Akse i B}} = [(59,22 \cdot 3) + (0,4 \cdot 0,4 \cdot 10 \cdot 25) + (0,23 \cdot 7,6 \cdot 3)]$$

$$P_{\text{fund. Akse 1 - Akse i B}} = \underline{222,9 \text{ kN}}$$

$$P_{\text{fund. Akse 1 - Akse J} \rightarrow T} = [(59,22 \cdot 12) + (0,4 \cdot 0,4 \cdot 10 \cdot 25) + (7,6 \cdot 6 \cdot 0,23)]$$

$$P_{\text{fund. Akse 1 - Akse J} \rightarrow T} = \underline{761,1 \text{ kN}}$$

$$P_{\text{fund. Akse 1 - Akse u}} = [(59,22 \cdot 12) + (0,4 \cdot 0,4 \cdot 10 \cdot 25) + (0,23 \cdot (7,6 \cdot 6 + 10 \cdot 6)) + 2 \cdot ((6 \cdot 3 \cdot 0,2 \cdot 25) + (3 \cdot 1,5))]$$

$$P_{\text{fund. Akse 1 - Akse u}} = \underline{1144 \text{ kN}}$$

$$P_{\text{fund. Akse 1 - Akse V}} = [0,5 \cdot (59,22 \cdot 12) + (0,4 \cdot 0,4 \cdot 10 \cdot 25) + (0,23 \cdot (7,6 \cdot 6 + 7,6 \cdot 6)) + 2 \cdot ((12 \cdot 3 \cdot 0,2 \cdot 25) + (3 \cdot 1,5))]$$

$$P_{\text{fund. Akse 1 - Akse V}} = \underline{785,3 \text{ kN}}$$

### 7.6.2 Akse 2

$$P_{\text{fund. Akse 2 - Akse i}} = [(0,4 \cdot 0,4 \cdot 10 \cdot 25) + (0,23 \cdot 10 \cdot 6)]$$

$$P_{\text{fund. Akse 2 - Akse i}} = \underline{53,8 \text{ kN}}$$

$$P_{\text{fund. Akse 2 - Akse i B}} = [(59,22 \cdot 9) + (0,4 \cdot 0,7 \cdot 10 \cdot 25)]$$

$$P_{\text{fund. Akse 2 - Akse i B}} = \underline{603 \text{ kN}}$$

$$P_{\text{fund. Akse 2 - Akse u}} = [(0,4 \cdot 0,4 \cdot 10 \cdot 25) + (0,23 \cdot 7,6 \cdot 6) + 2 \cdot (6 \cdot 3) \cdot (0,2 \cdot 25 + 3 \cdot 1,5)]$$

$$P_{\text{fund. Akse 2 - Akse u}} = \underline{392,5 \text{ kN}}$$

### 7.6.3 Akse 3

$$P_{\text{fund. Akse 3 - Akse i}} = (0,4 \cdot 0,4 \cdot 10 \cdot 25) + (0,23 \cdot (10 \cdot 6))$$

$$P_{\text{fund. Akse 3 - Akse i}} = \underline{53,8 \text{ kN}}$$

$$P_{\text{fund. Akse 3 - Akse u}} = [(0,4 \cdot 0,4 \cdot 10 \cdot 25) + (0,23 \cdot 7,6 \cdot 6) + 2 \cdot (6 \cdot 3) \cdot (0,2 \cdot 25 + 3 \cdot 1,5)]$$

$$P_{\text{fund. Akse 3 - Akse u}} = \underline{392,5 \text{ kN}}$$

$$P_{\text{fund. Akse 3 - Akse v}} = [(0,4 \cdot 0,4 \cdot 10 \cdot 25) + (0,23 \cdot 7,6 \cdot 6) + 2 \cdot (12 \cdot 3) \cdot (0,2 \cdot 25 + 3 \cdot 1,5)]$$

$$P_{\text{fund. Akse 3 - Akse v}} = \underline{734,5 \text{ kN}}$$

### 7.6.4 Akse 4

$$P_{\text{fund. Akse 4 - Akse i}} = (0,4 \cdot 0,4 \cdot 10 \cdot 25) + (0,23 \cdot (10 \cdot 6))$$

$$P_{\text{fund. Akse 4 - Akse i}} = \underline{53,8 \text{ kN}}$$

$$P_{\text{fund. Akse 4 - Akse u}} = [(0,4 \cdot 0,4 \cdot 10 \cdot 25) + (0,23 \cdot 7,6 \cdot 6) + 2 \cdot (6 \cdot 3) \cdot (0,2 \cdot 25 + 3 \cdot 1,5)]$$

$$P_{\text{fund. Akse 4 - Akse u}} = \underline{392,5 \text{ kN}}$$

### 7.6.5 Akse 5

$$P_{\text{fund. Akse 5 - Akse i}} = (0,4 \cdot 0,4 \cdot 10 \cdot 25) + (0,23 \cdot (10 \cdot 6))$$

$$P_{\text{fund. Akse 5 - Akse i}} = \underline{53,8 \text{ kN}}$$

$$P_{\text{fund. Akse 5 - Akse i B}} = [0,5 \cdot (59,22 \cdot 24) + (0,4 \cdot 0,7 \cdot 10 \cdot 25)]$$

$$P_{\text{fund. Akse 5 - Akse i B}} = \underline{780,6 \text{ kN}}$$

$$P_{\text{fund. Akse 5 - Akse J} \rightarrow T} = [(59,22 \cdot 24) + (0,4 \cdot 0,7 \cdot 10 \cdot 25)]$$

$$P_{\text{fund. Akse 5 - Akse J} \rightarrow T} = \underline{1491,3 \text{ kN}}$$

$$P_{\text{fund. Akse 5 - Akse u}} = [(59,22 \cdot 24) + (0,4 \cdot 0,7 \cdot 10 \cdot 25) + (0,23 \cdot 7,6 \cdot 6) + 2 \cdot (6 \cdot 3) \cdot (0,2 \cdot 25 + 3 \cdot 1,5)]$$

$$P_{\text{fund. Akse 5 - Akse u}} = \underline{1844,4 \text{ kN}}$$

$$P_{\text{fund. Akse 5 - Akse v}} = [0,5 \cdot (59,22 \cdot 24) + (0,4 \cdot 0,7 \cdot 10 \cdot 25) + (0,23 \cdot 7,6 \cdot 6) + 2 \cdot (12 \cdot 3) \cdot (0,2 \cdot 25 + 3 \cdot 1,5)]$$

$$P_{\text{fund. Akse 5 - Akse v}} = \underline{1475,3 \text{ kN}}$$

### 7.6.6 Akse 6

$$P_{\text{fund. Akse 6 - Akse i}} = (0,4 \cdot 0,4 \cdot 10 \cdot 25) + (0,23 \cdot (10 \cdot 6))$$

$$P_{\text{fund. Akse 6 - Akse i}} = \underline{53,8 \text{ kN}}$$

$$P_{\text{fund. Akse 6 - Akse u}} = (0,4 \cdot 0,4 \cdot 10 \cdot 25) + (0,23 \cdot (10 \cdot 6)) + 2 \cdot (6 \cdot 3) \cdot (0,2 \cdot 25 + 3 \cdot 1,5)$$

$$P_{\text{fund. Akse 6 - Akse u}} = \underline{397,6 \text{ kN}}$$

### 7.6.7 Akse 7

$$P_{\text{fund. Akse 7 - Akse i}} = (0,4 \cdot 0,4 \cdot 10 \cdot 25) + (0,23 \cdot (10 \cdot 6))$$

$$P_{\text{fund. Akse 7 - Akse i}} = \underline{53,8 \text{ kN}}$$

$$P_{\text{fund. Akse 7 - Akse u}} = (0,4 \cdot 0,4 \cdot 10 \cdot 25) + (0,23 \cdot (10 \cdot 6)) + 2 \cdot (6 \cdot 3) \cdot (0,2 \cdot 25 + 3 \cdot 1,5)$$

$$P_{\text{fund. Akse 7 - Akse u}} = \underline{395,8 \text{ kN}}$$

$$P_{\text{fund. Akse 7 - Akse v}} = (0,4 \cdot 0,4 \cdot 10 \cdot 25) + (0,23 \cdot (6 \cdot 6)) + 2 \cdot (12 \cdot 3) \cdot (0,2 \cdot 25 + 3 \cdot 1,5)$$

$$P_{\text{fund. Akse 7 - Akse v}} = \underline{732,3 \text{ kN}}$$

### 7.6.8 Akse 8

$$P_{\text{fund. Akse 8 - Akse i}} = (0,4 \cdot 0,4 \cdot 10 \cdot 25) + (0,23 \cdot (10 \cdot 6))$$

$$P_{\text{fund. Akse 8 - Akse i}} = \underline{53,8 \text{ kN}}$$

$$P_{\text{fund. Akse 8 - Akse u}} = (0,4 \cdot 0,4 \cdot 10 \cdot 25) + (0,23 \cdot (10 \cdot 6)) + 2 \cdot (6 \cdot 3) \cdot (0,2 \cdot 25 + 3 \cdot 1,5)$$

$$P_{\text{fund. Akse 8 - Akse u}} = \underline{397,6 \text{ kN}}$$

### 7.6.9 Akse 9

$$P^{\text{fund.}}_{\text{Akse 9 - Akse i}} = (0,4 \cdot 0,4 \cdot 10 \cdot 25) + (0,23 \cdot (10 \cdot 6))$$

$$P^{\text{fund.}}_{\text{Akse 9 - Akse i}} = \underline{53,8 \text{ kN}}$$

$$P^{\text{fund.}}_{\text{Akse 9 - Akse i B}} = 0,5 \cdot \left( 59,22 \cdot \left( 12 + \frac{14,3}{2} \right) \right) + (0,4 \cdot 0,7 \cdot 10 \cdot 25) + 698,6$$

$$P^{\text{fund.}}_{\text{Akse 9 - Akse i B}} = \underline{1335,6 \text{ kN}}$$

$$P^{\text{fund.}}_{\text{Akse 9 - Akse J} \rightarrow \text{R}} = \left[ \left( 59,22 \cdot \left( 12 + \frac{14,3}{2} \right) \right) + (0,4 \cdot 0,7 \cdot 10 \cdot 25) + 698,6 \right]$$

$$P^{\text{fund.}}_{\text{Akse 9 - Akse J} \rightarrow \text{R}} = \underline{1902,7 \text{ kN}}$$

$$P^{\text{fund.}}_{\text{Akse 9 - Akse s}} = \left[ \left( 59,22 \cdot \left( 12 + \frac{14,3}{2} \right) \right) + (0,4 \cdot 0,7 \cdot 10 \cdot 25) + 2 \cdot \left( \frac{14,3}{2} \cdot 3 \right) \cdot (0,2 \cdot 25 + 3 \cdot 1,5) + 698,6 \right]$$

$$P^{\text{fund.}}_{\text{Akse 9 - Akse s}} = \underline{2240,2 \text{ kN}}$$

$$P^{\text{fund.}}_{\text{Akse 9 - Akse t}} = \left[ \left( 59,22 \cdot \left( 12 + \frac{14,3}{2} \right) \right) + (0,4 \cdot 0,7 \cdot 10 \cdot 25) + 2 \cdot \left( \frac{14,3}{2} \cdot 6 \right) \cdot (0,2 \cdot 25 + 3 \cdot 1,5) \right]$$

$$P^{\text{fund.}}_{\text{Akse 9 - Akse t}} = \underline{2019,6 \text{ kN}}$$

$$P^{\text{fund.}}_{\text{Akse 9 - Akse u}} = \left[ \left( 59,22 \cdot \left( 12 + \frac{14,3}{2} \right) \right) + (0,4 \cdot 0,7 \cdot 10 \cdot 25) + 2 \cdot \left( (3 \cdot 6) + \left( \frac{14,3}{2} \cdot 3 \right) \right) \cdot (0,2 \cdot 25 + 3 \cdot 1,5) \right]$$

$$P^{\text{fund.}}_{\text{Akse 9 - Akse u}} = \underline{1953,6 \text{ kN}}$$

$$P^{\text{fund.}}_{\text{Akse 9 - Akse v}} = (0,4 \cdot 0,7 \cdot 10 \cdot 25) + (0,23 \cdot (6 \cdot 6)) + 2 \cdot (12 \cdot 3) \cdot (0,2 \cdot 25 + 3 \cdot 1,5)$$

$$P^{\text{fund.}}_{\text{Akse 9 - Akse v}} = \underline{762,3 \text{ kN}}$$

### 7.6.10 Akse 10

$$P^{\text{fund.}}_{\text{Akse 10 - Akse i}} = (0,4 \cdot 0,4 \cdot 10 \cdot 25) + (0,23 \cdot (10 \cdot 6))$$

$$P^{\text{fund.}}_{\text{Akse 10 - Akse i}} = \underline{53,8 \text{ kN}}$$

$$P^{\text{fund.}}_{\text{Akse 10 - Akse i B}} = (0,4 \cdot 0,4 \cdot 10 \cdot 25)$$

$$P^{\text{fund.}}_{\text{Akse 10 - Akse i B}} = \underline{40 \text{ kN}}$$

$$P^{\text{fund.}}_{\text{Akse 10 - Akse u}} = (0,4 \cdot 0,4 \cdot 10 \cdot 25) + (0,23 \cdot (6 \cdot 6)) + 2 \cdot (6 \cdot 6) \cdot (0,2 \cdot 25 + 3 \cdot 1,5)$$

$$P^{\text{fund.}}_{\text{Akse 10 - Akse u}} = \underline{732,3 \text{ kN}}$$

### 7.6.11 Akse 11

$$P^{\text{fund.}}_{\text{Akse 11 - Akse i}} = (0,4 \cdot 0,4 \cdot 10 \cdot 25) + (0,23 \cdot (10 \cdot 6))$$

$$P^{\text{fund.}}_{\text{Akse 11 - Akse i}} = \underline{53,8 \text{ kN}}$$

$$P^{\text{fund.}}_{\text{Akse 11 - Akse i B}} = 0,5 \cdot \left( 59,22 \cdot \left( 1,8 + \frac{12}{2} \right) \right) + (0,4 \cdot 0,7 \cdot 10 \cdot 25) + 698,6$$

$$P^{\text{fund.}}_{\text{Akse 11 - Akse i B}} = \underline{1000 \text{ kN}}$$

$$P^{\text{fund.}}_{\text{Akse 11 - Akse j} \rightarrow r} = \left( 59,22 \cdot \left( 1,8 + \frac{12}{2} \right) \right) + (0,4 \cdot 0,7 \cdot 10 \cdot 25) + 698,6$$

$$P^{\text{fund.}}_{\text{Akse 11 - Akse j} \rightarrow r} = \underline{1230,5 \text{ kN}}$$

$$P^{\text{fund.}}_{\text{Akse 11 - Akse s}} = \left( 59,22 \cdot \left( 1,8 + \frac{12}{2} \right) \right) + (0,4 \cdot 0,7 \cdot 10 \cdot 25) + 698,6 + 2 \cdot \left( \frac{14,3}{2} \cdot 3 \right) \cdot (0,2 \cdot 25 + 3 \cdot 1,5)$$

$$P^{\text{fund.}}_{\text{Akse 11 - Akse s}} = \underline{1593,1 \text{ kN}}$$

$$P^{\text{fund.}}_{\text{Akse 11 - Akse t}} = \left( 59,22 \cdot \left( 1,8 + \frac{12}{2} \right) \right) + (0,4 \cdot 0,7 \cdot 10 \cdot 25) + 2 \cdot \left( \frac{14,3}{2} \cdot 6 \right) \cdot (0,2 \cdot 25 + 3 \cdot 1,5)$$

$$P^{\text{fund.}}_{\text{Akse 11 - Akse t}} = \underline{1320 \text{ kN}}$$

$$P^{\text{fund.}}_{\text{Akse 11 - Akse u}} = \left( 59,22 \cdot \left( 1,8 + \frac{12}{2} \right) \right) + (0,4 \cdot 0,7 \cdot 10 \cdot 25) + (0,23 \cdot 8,3 \cdot 6) + 2 \cdot (3 \cdot 6) \cdot (0,2 \cdot 25 + 3 \cdot 1,5)$$

$$P^{\text{fund.}}_{\text{Akse 11 - Akse u}} = \underline{874 \text{ kN}}$$





$$P^{\text{fund.}}_{\text{Akse 11 - Akse v}} = 0,5 \cdot \left( 59,22 \cdot \left( 1,8 + \frac{12}{2} \right) \right) + (0,4 \cdot 0,7 \cdot 10 \cdot 25) + (0,23 \cdot 5,3 \cdot 6) + 2 \cdot (3 \cdot 6) \cdot (0,2 \cdot 25 + 3 \cdot 1,5)$$

$$P^{\text{fund.}}_{\text{Akse 11 - Akse v}} = \underline{650,3 \text{ kN}}$$

Akse 1 - 11	Akse I - V	Fra søyler	Fra dekke/bjelker	Total på fundament
1	i	46,9	0	46,9
1	lb	222,9	982,8	1205,7
1	j-t	761,1	982,8	1743,9
1	u	1144	982,8	2126,8
1	v	785,3	982,8	1768,1
2	i	53,8	0	53,8
2	ib	603	0	603
2	u	392,5	0	392,5
3	i	53,8	0	53,8
3	u	392,5	0	392,5
3	v	734,5	0	734,5
4	i	53,8	0	53,8
4	u	392,5	0	392,5
5	i	53,8	982,8 + 982,8	2019,4
5	ib	780,6	982,8 + 982,8	2746,2
5	j-t	1491,3	982,8 + 982,8	3456,9
5	u	1844,4	982,8 + 982,8	3810
5	v	1475,3	982,8 + 982,8	3440,9
6	i	53,8	0	53,8
6	u	397,6	0	397,6
7	i	53,8	0	53,8
7	u	395,8	0	395,8
7	v	732,3	0	732,3
8	i	53,8	0	53,8
8	U	397,6	0	397,6
9	i	53,8	982,8 + 2579,8	3616,4
9	ib	1335,6	982,8 + 2579,8	4898,2
9	j-r	1902,7	982,8 + 2579,8	5465,3
9	s	2240,2	982,8 + 2579,8	5802,8
9	t	2019,6	982,8 + 2579,8	5582,2
9	u	1953,6	982,8 + 2579,8	5516,2
9	v	762,3	982,8 + 2579,8	4324,9
10	i	53,8	0	53,8
10	ib	40	0	40
10	U	732,3	0	732,3
11	i	53,8	2579,8	2633,6
11	ib	1000	2579,8	3579,8
11	j-r	1230,5	2579,8	3810,3
11	s	1593,1	2579,8	4172,9
11	t	1320	2579,8	3899,9
11	u	874	2579,8	3453,8
11	v	650,3	2579,8	3230,1

## 7.7 Fundamentlaster:

Dimensjonering av dekke

Dimensjonering av dekke fra kulvert til nabotomt.

Forutsetninger:

Her skal det kjøres med truck inne i lagret. NS3490-1 tabell: X, sier at dimensjonering for truck i vektclassen 30 - 60 kN gir en jevnt fordelt last på:  $5 \text{ kN/m}^2$ . I bygget skal også inn reoler for lagring av ferdigprodukter.

Vi velger her en dimensjonerende last:  $10 \text{ kN/m}^2$ .

Her blir vår løsning av dimensjonering i hht. eiernes krav til bruks-fleksibilitet av bygget. Dette pga av at nåværende bruker, kun leier bygget, og eier vil da i utbyggingen ta høyde for at lokalene blir dimensjonert for andre typer bruksområder.

Lastfaktorer. $\gamma_{EL}$	:	1,2
Lastfaktorer. $\gamma_{NL}$	:	1,5
Brukslastfaktor $\psi$	:	0,5 eller 0,9
XC3/100 år	:	Gulv $C_{NORN}$ 50mm
Betong	:	B35 $\Rightarrow F_{CD} = \underline{19,5 \text{ N/mm}^2}$
Armering	:	B500C
d	:	$d = h - e \Rightarrow d = 300 - (50 + 10) = 240 \text{ mm}$

$$q = 0,3 \times 25 + 10 = \underline{17,5 \text{ kN/m}^2}$$

$$q_F = (7,5 + 1) \times 1,2 + 10 \times 1,5 = \underline{25,2 \text{ kN/m}^2}$$

$$q_{OF} = (8,5) + 10 = \underline{18,5 \text{ kN/m}^2}$$

$$M_{oF} = \frac{1}{10} \times qf \times l^2 \Rightarrow \frac{1}{10} \times 18,5 \times 6^2 = \underline{66,6 \text{ kNm}} \quad (\text{se vedlegg: xx})$$

$$m = \frac{Mf}{F_{cd} \times b \times d^2} \Rightarrow \frac{90,72 E^6}{19,5 \times 1000 \times 240^2} = \underline{0,0808}$$

$$A_s = \frac{Mf}{F_{sd} \times (1 - 0,6m) \times d} \Rightarrow \frac{90,72 E^6}{400 \times (1 - 0,6 \times 0,0808) \times 240} = \underline{993 \text{ mm}^2}$$

$$\text{Prøver: } \phi 16 \text{ } ^c/c \text{ } 200 \text{ mm.} \Rightarrow A_s = \underline{1005 \text{ mm}^2}$$

Svinn og fordelingsarmering:

$$A_s^{\text{MIN}} = 250 \times b \times kw \times \frac{f_{tk}}{f_{sk}} \Rightarrow$$

$$kw = 1,5 - h \Rightarrow kw = 1,5 - 0,3 \Rightarrow kw = 1,2$$

$$250 \times 300 \times (1,2) \times \frac{2,9}{500} = \underline{522 \text{ mm}^2}$$

$$\text{Bruk : } \phi 12 \text{ } ^c/c \text{ } 200 \Rightarrow A_s = \underline{565 \text{ mm}^2}$$

**Nedbøying:**

$$d = 240 \geq 1,15 \times \frac{1}{\beta_d} = 1,15 \times \frac{6000}{24} = 287,5 \text{ mm} \Rightarrow \text{Må ha nedbøyingskontroll.}$$

$$y = \left( \frac{5 \times q \times l^4}{384 \times EI} \right) - \left( \frac{M_B \times l^2}{16 \times EI} \right), \varphi = 2,5$$

Kjører her med truck og velger da å bruke 100 % nyttelast i medbøyingsberegningen, men uten lastfaktor som vanlig i bruksgrensetilstand.

$$q_{of} = 18,5 \text{ kN/m}^2, \quad M_{OF} = \frac{1}{10} \times q_{of} \times l^2 \Rightarrow M_{OF} = \frac{1}{10} \times 18,5 \times 6^2 = \underline{66,6 \text{ kNm}}$$

$$n \times p = 25,36 \times \frac{1005}{1000 \times 240} = \underline{0,1062}$$

$$\frac{p'}{p} = 0 \Rightarrow \underline{\xi = 0,54}$$

$$EI = E_s \times A_s \times d^2 \times \xi \Rightarrow EI = 2E^5 \times 1005 \times 240^2 \times 0,54 = \underline{6,252 E^{12}}$$

$$y = \left( \frac{5 \times 18,5 \times 6000^4}{384 \times 6,252 E^{12}} \right) - \left( \frac{66,6 E^6 \times 6000^2}{16 \times 6,252 E^{12}} \right) = 25,96 \approx 26 \text{ mm}$$

$$\frac{l}{200} = \frac{6000}{200} \Rightarrow 30 > 26,0 \Rightarrow \text{OK.}$$

### Riss:

$$Wk = S_{rk} \times (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} - \varepsilon_{cs})$$

$$S_{rk} = 1,7 \times \left( c + 0,597 \times \frac{S_{b \times e}}{\phi} \times \left( 1 - \frac{1,25 \times e}{h - (\alpha \times d)} \right) \right)$$

$$E = 60$$

$$\alpha = n \times p \times \left( \sqrt{\left( 1 + \frac{2}{n \times p} \right)} - 1 \right) \Rightarrow \alpha = 0,1062 \left( \sqrt{\left( 1 + \frac{2}{0,1062} \right)} - 1 \right)$$

$$\alpha = 0,3667$$

$$S_{rk} = 1,7 \times \left( 50 + 0,597 \times \frac{240 \times 60}{16} \times \left( 1 - \frac{1,25 \times 60}{300 - (0,3667 \times 240)} \right) \right)$$

$$S_{rk} = \underline{645 \text{ mm}^2}$$

$$S_{rk} \leq 2 \times (h - x) \Rightarrow S_{rk} \leq (300 - 0,3667 \times 240)$$

$$S_{rk} = \underline{424 \text{ mm}^2}$$

$$\varepsilon_{sm} = \left( \frac{0,5}{\left( 1 - \frac{\alpha}{3} \right)} \right) E^{-5} \times \frac{M_{riss}}{A_s \times d} \Rightarrow \varepsilon_{sm} = \left( \frac{0,5}{\left( 1 - \frac{0,3667}{3} \right)} \right) E^{-5} \times \frac{66,6 E^6}{1005 \times 244} = 1,547067 E^{-3}$$

$$\varepsilon_{sm} = 1,54 E^{-3}$$

$$\varepsilon_{cs} = 0,00042$$

$$\varepsilon_{cm} = 0,0000420$$

$$Wk = S_{rk} \times (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} - \varepsilon_{cs})$$

$$Wk = 424 \times (1,54 E^{-3} - 0,00042 - 0,0000420) \Rightarrow Wk = \underline{0,44 \text{ mm}}$$

## 7.8 Dekke over kulvert og under kranbane:

Her benytter vi de laster som vi har fått opplyst hos OBC.

Den totale nyttelasten er:  $83 \text{ kN/m}^2$ .

Vi bruker da lastfaktor ( $\gamma$ ) = 1,3 siden vi vet verktøyets angitte last.

Antar:

$h_{\text{Dekket}} : 500 \text{ mm}$   
 $q_{\text{Tekniske føringer}} : 1 \text{ kN/m}^2$

$$\begin{aligned} q_{\text{EV}} &= 0,5 \times 25 \Rightarrow 12,5 \times 1,2 = \underline{15 \text{ kN/m}^2} \\ q_{\text{F}} &= (12,5 + 1) \times 1,2 + 83 \times 1,3 = \underline{124,4 \text{ kN/m}^2} \\ q_{\text{OF}} &= 13,5 + 83 = \underline{96,5 \text{ kN/m}^2} \end{aligned}$$

Samme moment-metode som utledet

$$\begin{aligned} M_{\text{F}} &= \frac{1}{10} \times q_{\text{F}} \times l^2 \Rightarrow \frac{1}{10} \times 124,1 \times 6^2 = \underline{466,76 \text{ kNm}} \\ M_{\text{OF}} &= \frac{1}{10} \times q_{\text{OF}} \times l^2 \Rightarrow \frac{1}{10} \times 96,5 \times 6^2 = \underline{347,4 \text{ kNm}} \end{aligned}$$

$$f_{\text{cd}} = 19,5 \text{ N/mm}^2$$

$$d = h - \left( c + \frac{(1,25 \times \phi)}{2} \right) \Rightarrow d = 500 - \left( 50 + \frac{(1,25 \times 25)}{2} \right) = \underline{434 \text{ mm}}$$

$$m = \frac{M_{\text{F}}}{F_{\text{cd}} \times b \times d^2} \Rightarrow m = \frac{446,76 \text{ E}^6}{19,5 \times 1000 \times 434^2} = \underline{0,1216}$$

$$A_{\text{S}} = \frac{M_{\text{F}}}{F_{\text{sd}} \times (1 - 0,6m) \times d} \Rightarrow A_{\text{S}} = \frac{446,76 \text{ E}^6}{400 \times (1 - 0,6 \times 0,1216) \times 434} = \underline{2776 \text{ mm}^2}$$

Vanlig dekkearmering er  $\phi 12$ ,  $\phi 16$ ,  $\phi 20$ , men her velger vi  $\phi 25$  pga store laster.

$$\text{Prøver: } \phi 25 \text{ c/c } 150 \Rightarrow A_{\text{S}} = \underline{3272 \text{ mm}^2}$$

Svinn og fordelings-armering:

$$A_{\text{S}}^{\text{MIN}} = 250 \times K_{\text{w}} \times h \times \frac{f_{\text{tk}}}{f_{\text{sk}}} \Rightarrow A_{\text{S}}^{\text{MIN}} = 250 \times ((1,5 - 0,5 = 1)) \times 500 \times \frac{2,90}{500} = \underline{725 \text{ mm}^2}$$

Bruk:  $\phi 16 \text{ c/c } 250$

**Nedbøying endefelt:**

$$d = 434 \geq 1,15 \times \frac{6000}{24} = 287,5 \text{ mm} \Rightarrow \text{OK.}$$

**Nedbøying midtfelt:**

$$d = 434 \geq 1,15 \times \frac{6000}{28} = 246,4 \text{ mm} \Rightarrow \text{OK.}$$

**Spesielle forhold her:**

$$n \times p = 25,36 \times \frac{3272}{1000 \times 434} = 0,1912$$

$$\frac{p'}{p} = 0, \quad \xi = 0,46$$

$$EI = 2E^5 \times 3272 \times 434^2 \times 0,46 = 5,67E^{13}$$

$$y = \frac{5 \times 96,5 \times 6000^4}{384 \times 5,67E^{13}} - \frac{347,4 \times 6000^4}{16 \times 5,67E^{13}} = \Rightarrow y = 28,7 - 13,8 = 14,9 \text{ mm}$$

Gulvet er nå tilstrekkelig stivt:  $\frac{l}{403} \Rightarrow$  **OK.**

## 7.9 Søylefundamentering

### Stripefundament i akse: 1.

For dimensjonering benyttes den omvendte bjelke-metode.

Her tenker vi oss at vi snur verden på hodet og bruker søylene som opplagringspunkter og den største lasten av denne blir dimensjonerende.

Finner dimensjonerende last pr.m bjelke fra søylene:

$$q_F^{\text{fundamentbjelke}} = \frac{P_{\text{søyle}}}{l} \Rightarrow \frac{2127}{6} = 355 \text{ kN/m}$$

$$q_2 = \text{lastbredde} \cdot \left( \frac{4}{8} (\text{midts penn}) + \frac{4}{8} (\text{midts penn}) \right) \cdot q = \text{søylebelastning}$$

$$q_2 = 6 \cdot \left( \frac{4}{8} + \frac{4}{8} \right) \cdot q = 2127 \text{ kN} \Rightarrow q_1 = \frac{2127}{6} = 355 \text{ kN/m}$$

$$M_{F1} = \frac{1}{11} \cdot q_1 \cdot l^2 \Rightarrow M_{F1} = \frac{1}{11} \cdot 355 \cdot 6^2 = 1163 \text{ kNm}$$

$$M_{F2} = \frac{1}{14} \cdot q_2 \cdot l^2 \Rightarrow M_{F2} = \frac{1}{14} \cdot 355 \cdot 6^2 = 913 \text{ kNm}$$

$M_{F1} = 1163 \text{ kNm}$  blir da dimensjonerende moment.

$$m = \frac{M_F}{F_{cd} \cdot b \cdot d^2}$$

$$d = h - (c + (\varphi_b \cdot 1,25) + (0,5 \cdot 1,25 \cdot \varphi_t))$$

$$d = 1100 - ((50 + (16 \cdot 1,25) + (0,5 \cdot 1,25 \cdot 32))) = 1010 \text{ mm}$$

$$m = \frac{1163 E^6}{19,5 \cdot 500 \cdot 1010^2} = 0,1169$$

$$\beta = 1 - 0,6 \cdot m \quad \Rightarrow \quad \beta = 0,929840$$

$$A_S = \frac{M_f}{f_{sd} \cdot \beta \cdot d} \quad \Rightarrow \quad A_S = \frac{1163 E^6}{400 \cdot 0,929141 \cdot 1010} = \underline{3096 \text{ mm}^2}$$

Bruker:  $4 \cdot \phi 32$ ,  $A_S = \underline{3217 \text{ mm}^2}$  både på trykk og strekk.

$$n \leq \frac{b + 2 \cdot \phi_l - 2,5 \cdot \phi_b - 2 \cdot c}{3,25 \cdot \phi_l} \quad \Rightarrow \quad n \leq \frac{500 + 2 \cdot 32 - 2,5 \cdot 16 - 2 \cdot 50}{3,25 \cdot 32} = 4,07$$

Bruk:  $4 \cdot \phi 40$  i øvre lag og nedre lag.

### Minimums skjærbøylearmering

$$V_F^{\text{MAX}} = \frac{1}{2} \cdot q \cdot l + \frac{M_b}{l} \quad \Rightarrow \quad \frac{1}{2} \cdot 355 \cdot 6 + \frac{1163}{6} = \underline{1258,9 \text{ kN}}$$

$$V_{\text{ccd}} = 0,25 \cdot f_{cv} \cdot b_w \cdot d \quad \Rightarrow \quad V_{\text{ccd}} = 0,25 \cdot 19,5 \cdot 500 \cdot 1005 = \underline{2450 \text{ kN}}$$

$$V_F^{\text{MAX}} = 1258,9 \text{ kN} \leq v_{\text{ccd}} = 2450 \text{ kN} \quad \Rightarrow \quad \text{OK.}$$

$$\left(\frac{A_{sv}}{s}\right)^{\text{MIN}} = 0,2 \cdot b \cdot \frac{f_{tk}}{f_{sk}} \quad \Rightarrow \quad \left(\frac{A_{sv}}{s}\right)^{\text{MIN}} = 0,2 \cdot 500 \cdot \frac{2,90}{500} = 0,58 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

$$S^{\text{MAX}} = 0,6 \cdot h' = 0,6 \cdot (d - h') = 0,6 \cdot (1005 - (50 + (16 \cdot 1,25) + (0,5 + 1,25 + 40))) = \underline{546 \text{ mm}}$$

Prøver  $\phi_b = 16$ , gir  $A_S = 402 \text{ mm}^2$

$$\text{Dette gir: } \frac{402}{s} \geq 0,58 \quad \Rightarrow \quad S^{\text{MAX}} = \frac{402}{0,58} = 693 \text{ mm} \Rightarrow S^{\text{MAX}} = \underline{500 \text{ mm}} \text{ (ihht.}$$

NS3473.pkt:12.3.1.5.)

Bruker:  $\phi_b 16$  c/c 500 mm.

$$\frac{A_{sv}}{s} = \frac{402}{500} = 0,804$$

$$V_F^{\text{RED}} = V_F^{\text{MAX}} - q_F \cdot d \quad \Rightarrow \quad V_F^{\text{RED}} = 1259 - 355 \cdot 1,005 = \underline{904 \text{ kN}}$$

$$V_{\text{CD}} = 0,3(ftd \cdot b \cdot d + 71,43 A_S)$$

$$V_{\text{CD}} = 0,3(1,43 \cdot 500 \cdot 1005 + 71,43 \cdot 3217) = \underline{284,5 \text{ kN}}$$

$$V_{\text{red}} = V_{\text{CD}} + 0,9 \cdot 1005 \cdot 400 \cdot \frac{A_{sv}}{s} \quad \Rightarrow \quad \frac{A_{sv}}{s} = 1,71 \Rightarrow s = \frac{402}{1,71} = 235 \text{ mm}$$

Bruker:  $\phi 16$  c/c 230

$$V_{\text{KAP}}^{\text{MIN BØYLE}} = 0,3(1,43 \cdot 500 \cdot 1005 + 71,43 \cdot 3217) + 400 \cdot 0,9 \cdot 1005 \cdot 0,804$$

$$V_{\text{KAP}}^{\text{MIN BØYLE}} = 284,5 + 290,9 = 574,5$$

$$X = \frac{1259 - 574,5}{355} = \underline{1,93 \text{ m}}$$

## 7.10 Dimensjonerende last pr.m. fundament-dekke fra T-bjerkene i akse 1:

Her setter vi en fundamentdekke-høyde og velger en viss mengde armering og prøver oss frem om dette holder opp i mot skjærkreftene som overføres fra utvekslingsbjerkene til fundamentdekket.

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

Prøver:

$$\varphi_B = 12 \text{ mm.} \quad \varphi_L = 20 \text{ mm.} \quad A_S^{\text{Prøve}} = 1257 \text{ mm}^2 (4 \cdot \varphi 20)$$

$$h = 400 \text{ mm.}$$

$$d = h - e \Rightarrow d = 400 - (c + 1,25 \cdot \varphi_B + 0,5 \cdot 1,25 \cdot \varphi_L) \Rightarrow 400 - (50 + 1,25 \cdot 12 + \frac{1,25}{2} \cdot 20)$$

$$d = 310 \text{ mm.}$$

$$V_{\text{Kap}} = 0,3 \cdot (1,43 \cdot 750 \cdot 310 + 71,43 \cdot 1257) = \underline{126,7 \text{ kN}}$$

### Dimensjon av fundament-dekke:

$$M_F = \frac{P \cdot l}{4} \Rightarrow M_F = \frac{983 \cdot 0,3}{4} = \underline{73,725 \text{ kN}}$$

$$d = 400 - ((50 + (0,5 \cdot 1,25 \cdot 25))) = 334 \text{ mm bruker } d = 330 \text{ mm}$$

$$m = \frac{M_f}{F_{cd} \cdot b \cdot d^2} \Rightarrow m = \frac{74 E^6}{19,5 \cdot 1000 \cdot 330^2} = 0,0348$$

$$A_s = \frac{M_f}{f_{sd} \cdot (1 - 0,6 \cdot m) \cdot d} \Rightarrow A_s = \frac{74 E^6}{400 \cdot (1 - 0,6 \cdot 0,0348) \cdot 330} = \underline{573 \text{ mm}^2}$$

### Svinn og fordelingsarm

$$K_W = 1,5 - h \Rightarrow K_W = 1,5 - 0,4 = 1,1$$

$$A_S^{\text{MIN}} = 250 \cdot K_W \cdot h \cdot \frac{f_{tk}}{f_{sk}} \Rightarrow A_S^{\text{MIN}} = 250 \cdot 1,1 \cdot 400 \cdot \frac{2,9}{500} = 638 \text{ mm}^2$$

Vi ser her at svinn og fordelingsarmerings mengden er større enn momentarmeringen. Så da legges det inn armering lik  $A_S^{\text{MIN}}$  både på strekk og trykksiden.

Bruker Ø16 c/c 250.  $A_s = 804 \text{ mm}^2$ .

### Dekkets skjærkapasitet:

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

$$V_{cd} = 0,3 \cdot (1,43 \cdot 1000 \cdot 330 + 71,43 \cdot 0,3 \cdot 573) \cdot 1,1 = \underline{19,6 \text{ kN}}$$



### Ekstra skjærarmering

$$A_{SV} = \frac{\sqrt{2}}{f_{sd}} \cdot (V_f - V_{cd})$$

$$A_{SV} = \frac{\sqrt{2}}{400} \cdot \left( \frac{980}{2} - 19,6 \right) = 1,66.$$

Vi konkluderer med at vi ikke har behov for ytterligere skjærarmering.

### Stripefundament i akse: 9.

Finner dimensjonerende last pr.m bjelke fra søylene:

$$q_F^{\text{fundamentbjelke}} = \frac{P_{\text{søyle}}}{l} \Rightarrow \frac{5803}{6} = 968 \text{ kN/m}$$

$$q_2 = \text{lastbredde} \cdot \left( \frac{4}{8}(\text{midts penn}) + \frac{4}{8}(\text{midts penn}) \right) \cdot q = \text{søylebelastning}$$

$$q_2 = 6 \cdot \left( \frac{4}{8} + \frac{4}{8} \right) \cdot q = 5803 \text{ kN} \Rightarrow q_1 = \frac{5803}{6} = 968 \text{ kN/m}$$

$$M_{F1} = \frac{1}{11} \cdot q_1 \cdot l^2 \Rightarrow M_{F1} = \frac{1}{11} \cdot 968 \cdot 6^2 = 3168 \text{ kNm}$$

$$M_{F2} = \frac{1}{14} \cdot q_2 \cdot l^2 \Rightarrow M_{F2} = \frac{1}{14} \cdot 5803 \cdot 6^2 = 2490 \text{ kNm}$$

$M_{F1} = \underline{3168 \text{ kNm}}$  = dimensjonerende moment.

$$m = \frac{M_F}{f_{cd} \cdot b \cdot d^2}$$

$$d = h - (c + (\varphi_b \cdot 1,25) + (0,5 + 1,25 + \varphi_l))$$

$$d = 1100 - ((50 + (20 \cdot 1,25) + (0,5 \cdot 1,25 \cdot 40))) = 1000 \text{ mm}$$

$$m = \frac{3168 \text{ E}^6}{19,5 \cdot 800 \cdot 1000^2} = 0,2939769$$

$$\beta = 1 - 0,6 \cdot m \Rightarrow \beta = 0,878153$$

$$A_s = \frac{M_f}{f_{sd} \cdot \beta \cdot d} \Rightarrow A_s = \frac{3168 \text{ E}^6}{400 \cdot 0,878153 \cdot 1000} = \underline{9019 \text{ mm}^2}$$

**Bruker:**  $8 \cdot \varphi 40$ ,  $A_s = \underline{10053 \text{ mm}^2}$  både på trykk og strekk.

$$n \leq \frac{b + 2 \cdot \varphi_l - 2,5 \cdot \varphi_b - 2 \cdot c}{3,25 \cdot \varphi_l} \Rightarrow n \leq \frac{800 + 2 \cdot 40 - 2,5 \cdot 20 - 2 \cdot 50}{3,25 \cdot 40} = 5,61$$

**Bruker:**  $5 \cdot \varphi 40$  i øvre lag og  $3 \cdot \varphi 40$  i nedre lag.

### Minimums skjærbøylearmering

$$V_F^{\text{MAX}} = \frac{1}{2} \cdot q \cdot l + \frac{M_b}{l} \Rightarrow \frac{1}{2} \cdot 968 \cdot 6 + \frac{3168}{6} = \underline{3432 \text{ kN}}$$

$$V_{\text{ccd}} = 0,25 \cdot f_{\text{cv}} \cdot b_w \cdot d \Rightarrow V_{\text{ccd}} = 0,25 \cdot 19,5 \cdot 800 \cdot 1000 = \underline{3900 \text{ kN}}$$

$$V_F^{\text{MAX}} = 3432 \text{ kN} \leq V_{\text{ccd}} = 3900 \text{ kN} \Rightarrow \text{OK.}$$

$$\left(\frac{A_{\text{sv}}}{s}\right)^{\text{MIN}} = 0,2 \cdot b \cdot \frac{f_{\text{tk}}}{f_{\text{sk}}} \Rightarrow \left(\frac{A_{\text{sv}}}{s}\right)^{\text{MIN}} = 0,2 \cdot 800 \cdot \frac{2,90}{500} = 0,928 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

$$S^{\text{MAX}} = 0,6 \cdot h' = 0,6 \cdot (d - h') = 0,6 \cdot (1000 - (50 + (20 \cdot 1,25) + (0,5 \cdot 1,25 \cdot 40))) = \underline{540 \text{ mm}}$$

$$\text{Prøver } \phi_b = 20, \text{ gir } A_s = 628 \text{ mm}^2$$

$$\text{Dette gir: } \frac{628}{s} \geq 0,928 \Rightarrow S^{\text{MAX}} = \frac{628}{0,928} = 676 \text{ mm}$$

$$S^{\text{MAX}} = \underline{500 \text{ mm}} \text{ (ihht. NS3473.pkt:12.3.1.5.)}$$

**Bruker:**  $\phi_b$  20 c/c 500 mm.

$$\frac{A_{\text{sv}}}{s} = \frac{628}{500} = 1,256$$

$$V_F^{\text{RED}} = V_F^{\text{MAX}} - q_F \cdot d \Rightarrow V_F^{\text{RED}} = 3432 - 968 \cdot 1,000 = \underline{2464 \text{ kN}}$$

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

$$V_{\text{CD}} = 0,3(1,43 \cdot 800 \cdot 1000 + 71,43 \cdot 10053) = \underline{559 \text{ kN}}$$

$$V_{\text{red}} = V_{\text{CD}} + 0,9 \cdot 1000 \cdot 400 \cdot \frac{A_{\text{sv}}}{s} \Rightarrow \frac{A_{\text{sv}}}{s} = 5,29 \Rightarrow s = \frac{628}{5,29} = 119 \text{ mm}$$

**Bruker:**  $\phi 20$  c/c 100

$$V_{\text{KAP}}^{\text{MIN BØYLE}} = 0,3(1,43 \cdot 500 \cdot 1000 + 71,43 \cdot 3217) + 400 \cdot 0,9 \cdot 1005 \cdot 1,256$$

$$V_{\text{KAP}}^{\text{MIN BØYLE}} = 559 + 452,16 = \underline{604,16 \text{ kN}}$$

$$X = \frac{3432 - 604,16}{968} = \underline{2,92 \text{ m}}$$

### 7.11 Dimensjonerende last pr.m fundament-dekke fra T-bjerkene i akse 9:

Her setter vi en fundamentdekke-høyde og velger en viss mengde armering og prøver oss frem om dette holder opp i mot skjærkreftene som overføres fra utvekslingsbjerkene til fundamentdekket.

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

Prøver:

$$\varphi_B = 16 \text{ mm.} \quad \varphi_L = 32 \text{ mm.} \quad A_S^{Prøve} = 3217 \text{ mm}^2 (4 \cdot \varphi 32)$$

$$h = 400 \text{ mm.}$$

$$d = h - e \Rightarrow d = 400 - (c + 1,25 \cdot \varphi_B + 0,5 \cdot 1,25 \cdot \varphi_L) \Rightarrow 400 - (50 + 1,25 \cdot 16 + \frac{1,25}{2} \cdot 32)$$

$$d = 310 \text{ mm.}$$

$$V_{Kap} = 0,3 \cdot (1,43 \cdot 750 \cdot 310 + 71,43 \cdot 3217) = \underline{168,6 \text{ kN}}$$

#### Dimensjon av fundament-dekke:

$$M_F = \frac{P \cdot l}{4} \Rightarrow M_F = \frac{2580 \cdot 0,3}{4} = \underline{193,5 \text{ kN}}$$

$$d = 400 - ((50 + (0,5 \cdot 1,25 \cdot 32))) = 330 \text{ mm}$$

$$m = \frac{M_f}{F_{cd} \cdot b \cdot d^2} \Rightarrow m = \frac{193,5E^6}{19,5 \cdot 1000 \cdot 330^2} = 0,09112$$

$$A_s = \frac{M_f}{f_{sd} \cdot (1 - 0,6 \cdot m) \cdot d} \Rightarrow A_s = \frac{193,5E^6}{400 \cdot (1 - 0,6 \cdot 0,09112) \cdot 330} = \underline{1551 \text{ mm}^2}$$

#### Svinn og fordelingsarm

$$K_W = 1,5 - h \Rightarrow K_W = 1,5 - 0,4 = 1,1$$

$$A_S^{MIN} = 250 \cdot K_W \cdot h \cdot \frac{f_{tk}}{f_{sk}} \Rightarrow A_S^{MIN} = 250 \cdot 1,1 \cdot 400 \cdot \frac{2,9}{500} = 638 \text{ mm}^2$$

#### Dekkets skjærkapasitet:

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

$$V_{cd} = 0,3 \cdot (1,43 \cdot 1000 \cdot 330 + 71,43 \cdot 0,3 \cdot 1551) \cdot (1,5 - 0,33) = \underline{177,3 \text{ kN}}$$



### Ekstra skjærarmering

$$A_{sv} = \frac{\sqrt{2}}{F_{sd}} \cdot (V_f - V_{cd})$$

$$A_{sv} = \frac{\sqrt{2}}{400} \cdot \left( \frac{2580}{2} - 177,3 \right) = 3.94 \text{ kN}$$

**Vi konkluderer med at vi ikke har behov for ytterligere skjærarmering.**

## 7.12 Gruppereregler

For at en gruppe skal kunne fungere godt, så må vi ha med noen regler slik at alle kan bidra like mye. Vi mener at om man skal kunne jobbe som et team, så er alle nødt til å gjøre en innsats og ha like mye ansvar. Nedenfor settes det da opp noen regler som vil være med på å bidra til at vi kan komme frem til de mål vi har satt, og for å kunne oppnå et godt resultat som vi kan være stolte av.

Reglene underskrives av samtlige gruppemedlemmer.

1. Dersom det er avtalt å møtes på skolen/grupperommet, så må fravær være av god grunn. Dette må da meldes i god tid til gruppeleder Roar Teigen.
2. Arbeidsdagen starter klokka 0900, og vi møter på skolen såfremt ikke annet er avtalt. I utgangspunktet varer arbeidsdagen til klokken 1600. Overtid må også gruppemedlemmene være forberedt på.
3. Oppgaver som er tildelt for å løses hjemme/utenfor vanlig arbeidstid, **skal** være ferdig til avtalt tidspunkt. Dette gjelder samtlige medlemmer.
4. Alle avgjørelser gjøres i fellesskap. Ved eventuelle tvister så avgjøres dette ved avstemming. Ved stemmelikhet, oppsøkes veileder for hjelp til å avgjøre tvisten.
5. Skulle det oppstå store uoverensstemmelser innad i gruppa, så skal gruppa prøve å løse dette selv. Hvis dette ikke skulle fungere, så taes det kontakt med hovedveileder.
6. Logg føres fortløpende, og alle møtereferater skrives umiddelbart for å sikre at all informasjon taes med.
7. Ved klare og gjentatte regelbrudd, så vil det få konsekvenser for den enkelte. I praksis så vil dette da si at deltakeren ikke vil få navnet sitt på det endelige produktet som leveres inn.
8. Etter å ha lest og gjort seg forstått med reglene ovenfor, så underskrives kontrakten av samtlige medlemmer. Kontrakten er da bindende.

---

Roar Teigen

---

Marius Bjørk

---

Knut Lomsdalen

---

Gine Løvstad Hegseth





### 7.13 Logg

Gruppeleder: Roar

Dato: 28/01 2008

Tid: 9.00

Sted: B213

Tilstede: Harald Fallsen, Marius, Knut, Roar og Gine

Agenda: Diskuterte OBC og Plastal som utgangspunkt for bacheloroppgave. Går for dette.

Dato: 31/01 2008

Tid:

Sted: Grupperommet

Tilstede: Marius, Knut, Roar og Gine

Agenda: Diskuterte hva vi ville ha med i bacheloroppgaven. Sendt mail til OBC for å avtale et møte for å diskutere oppgave.

Dato: 01/02 2008

Sted: Grupperommet

Tilstede: Knut og Gine

Agenda: Fant kontrakt og gjorde den klar til møte med OBC.

Dato: 04/02 2008

Sted: Grupperommet

Tilstede: Knut, Roar og Gine. Marius varslet om fravær i forkant av møte.

Agenda: Diskutere avklaring på oppgaven, for å stille forberedt med møte med OBC.

Dato: 06/02 2008

Sted: OBC sitt kontor

Tilstede: Torfin Medbøe, Knut, Roar, Marius og Gine.

Agenda: Fikk informasjon om Plastal, planer hvor langt de var kommet i planleggingsprosessen. Snakket om hva vi ønsket å ta for oss. Innhentet tillatelse til å benytte OBC sin logo i vår oppgave, samt web-side.

Dato: 07/02 2008

Sted: Grupperommet

Tilstede: Knut, Roar, Marius og Gine.

Agenda: Begynte å skrive forprosjekt.

Dato: 13/02 2008

Sted: Grupperommet

Tilstede: Knut, Roar, Marius og Gine.

Agenda: Skrev ferdig forprosjekt.

Dato: 15/02 2008



Sted: Grupperommet  
Tilstede: Knut, Roar, Marius og Gine.  
Agenda: Levert forprosjekt

Dato: 03/04 2008  
Sted: Syljuåsen  
Tilstede: Knut, Roar, Marius og Gine (samt en hel del "eksterne" folk)  
Agenda: Prosjekteringsmøte. Vi hørte på de ulike høye herrer diskutere fremdriften i prosjektet.

Dato: 07/04 2008  
Sted: Grupperommet  
Tilstede: Knut, Roar og Marius. Gine var borte.  
Agenda: Laget oversiktskalender og skrev referat fra torsdagens møte (03/04)

Dato: 08/04 2008  
Sted: OBC  
Tilstede: Marius og Gine  
Agenda: Prosjekteringsmøte Brann. Branntekniske løsninger ble diskutert. Vi var flittige tilhørere.

Dato: 08/04 2008  
Sted: Grupperommet  
Tilstede: Roar, Knut, Marius og Gine  
Agenda: Roar har laget hjemmeside – legges ut fortløpende. Gine har ført inn logg, mens Marius og Knut har bidratt med synspunkter og datakyndig kunnskap.

Dato: 10/04 2008  
Sted: Syljuåsen  
Tilstede: Roar, Knut  
Agenda: Prosjekteringsmøte hos Syljuåsen. Roar og Knut fikk innblikk i fremgang.

Dato: 10/04 2008  
Sted: Hjemme hos Gine  
Tilstede: Marius og Gine  
Agenda: Begynte å fordele interne arbeidsoppgaver. Laget en oversikt og plan for når vi skal ha ting gjort til.

Dato: 11/04 2008  
Sted: Hjemme hos Gine  
Tilstede: Gine  
Agenda: Skrive mail til Guro for å få tillatelse til å bruke HiG-logo.

Dato: 16/04 2008  
Sted: Grupperommet





Tilstede: Roar, Knut, Marius og Gine

Agenda: Jobber med prosjektet, opplyser hverandre om hvordan fremdriften går.

Dato: 17/04 2008

Sted: Hjemme hos Gine

Tilstede: Gine

Agenda: Fått svar av Guro om lov å bruke logo. Mail foreligger:

Hei!

Åpnet fila men logoen var ikke der. Dere kan bruke denne på web og i rapport.

/guro

---

**Fra:** Gine Løvstad Hegseth [mailto:gine.hegseth@hig.no]

**Sendt:** 17. april 2008 16:08

**Til:** Guro Wang Øverli

**Emne:** Re: RE: Bruk av HiG – logo

Beklager sent svar. Mente jeg la ved en fil som ville vise logobruk, men takk for at du sendte med en vi kan bruke. Er det greit å bruke denne i forbindelse med både hjemmeside og selve rapporten som kommer ut av bacheloroppgaven?

Gine

Guro Wang Øverli <guro.oeverli@hig.no> wrote:

>Har dere lagt ut logoen? Ser den ikke..

>

>**Legger ved fil dere kan bruke**

>/guro

>Fra: Gine Løvstad Hegseth [mailto:gine.hegseth@hig.no]

>Sendt: 11. april 2008 12:37

>Til: Guro Wang Øverli

>Emne: Bruk av HiG - logo

>

>Hei Guro!

>

>Vi ønsker tillatelse til bruke HiG - logoen i forbindelse med

>bacheloroppgave denne våren. Sender med en fil så du kan se på hjemmesiden

>vår og hvordan vi har tenkt logoen i forhold til dette.

>God helg!

>Hilsen

>Gine

Dato: 23/04 2008

Sted: Grupperommet

Tilstede: Roar, Knut, Marius og Gine

Agenda: Knut og Roar regner på dimensjonering, Gine og Marius jobber med brann. Setter oss inn i teori.



Dato: 30/04 2008  
Sted: Grupperommet  
Tilstede: Roar, Knut, Marius og Gine  
Agenda: Planlegger videre fremover. Hvordan ligger vi an?

Dato: 05/05 2008  
Sted: Grupperommet  
Tilstede: Roar, Knut, Marius og Gine  
Agenda: Knut og Roar dimensjonerer. Marius og Gine jobber med brann-prosjektering.

Dato: 06/05 2008  
Sted: Grupperommet  
Tilstede: Roar, Knut, Marius og Gine  
Agenda: Knut og Roar dimensjonerer. Marius og Gine jobber med brann-prosjektering

Dato: 07/05 2008  
Sted: Grupperommet  
Tilstede: Roar, Knut, Marius og Gine  
Agenda: Knut og Roar dimensjonerer. Marius og Gine jobber med brann-prosjektering

Dato: 13/05 2008  
Sted: Grupperommet  
Tilstede: Roar, Knut, Marius og Gine  
Agenda: Knut og Roar fører inn beregninger. Marius og Gine jobber med brann-prosjektering.

Dato: 14/05 2008  
Sted: Grupperommet  
Tilstede: Roar, Knut, Marius og Gine  
Agenda: Knut og Roar fører inn beregninger. Marius og Gine jobber med brann-prosjektering

Dato: 15/05 2008  
Sted: Grupperommet  
Tilstede: Roar, Knut, Marius og Gine  
Agenda: Knut og Roar fører inn beregninger. Marius og Gine jobber med brann-prosjektering

Dato: 16/05 2008  
Sted: Grupperommet  
Tilstede: Roar, Knut, Marius og Gine  
Agenda: Knut og Roar tegner. Marius og Gine jobber med brann-prosjektering. Vi har jevnlig oppdateringer på hverandre og ser lys i enden av tunnelen.

Dato: 21/05 2008  
Sted: Grupperommet  
Tilstede: Roar, Knut, Marius og Gine



Agenda: Knut og Roar tegner. Marius og Gine begynner å redigere og sette sammen sin del av rapporten.

Dato: 22/05 2008

Sted: Grupperommet

Tilstede: Roar, Knut, Marius og Gine

Agenda: Knut og Roar tegner. Roar skriver rapportdelen om dimensjonering Marius og Gine jobber med fortsetter med redigering. Lager oppsett for prosjektrapport.

Dato: 23/05 2008

Sted: Grupperommet

Tilstede: Roar, Knut, Marius og Gine

Agenda: Knut og Roar tegner. Roar skriver generelt om dimensjoneringsbiten. Marius og Gine fortsetter med prosjektrapport. Lager oppsett for kildehenvisninger og sammenstiller disse.

Dato: 23/05 2008

Sted: Grupperommet

Tilstede: Roar, Knut, Marius og Gine

Agenda: Knut og Roar tegner. Marius, Gine og Roar skriver fyller ut det som mangler av generelle ting i rapporten. Alle skal lese gjennom den foreløpige rapporten (for n'te gang) til mandag og komme med kommentarer.

Dato: 23/05 2008

Sted: Grupperommet

Tilstede: Roar, Knut, Marius og Gine

Agenda: Knut og Roar tegner. Roar skriver generelt om dimensjoneringsbiten. Marius og Gine fortsetter med prosjektrapport. Lager oppsett for kildehenvisninger og sammenstiller disse.

Dato: 26/05 2008

Sted: Grupperommet

Tilstede: Roar, Knut, Marius og Gine

Agenda: Siste vedlegg er ferdig. Rapporten ferdigstilles og påpekte punkter etter gjennomleses, rettes opp.

Dato: 27/05 2008

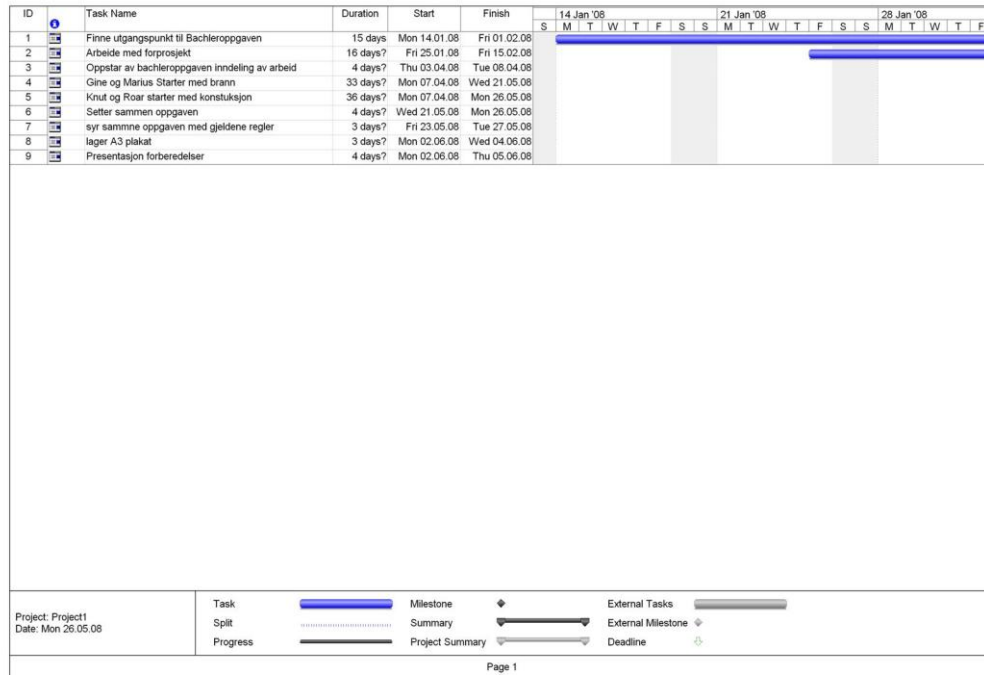
Sted: Kopisentralen

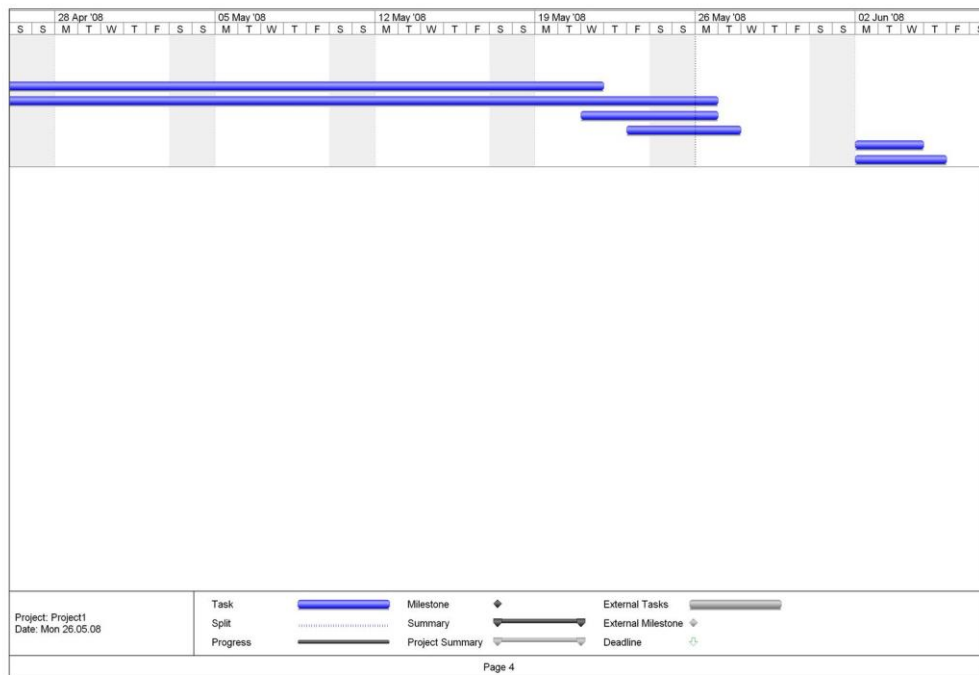
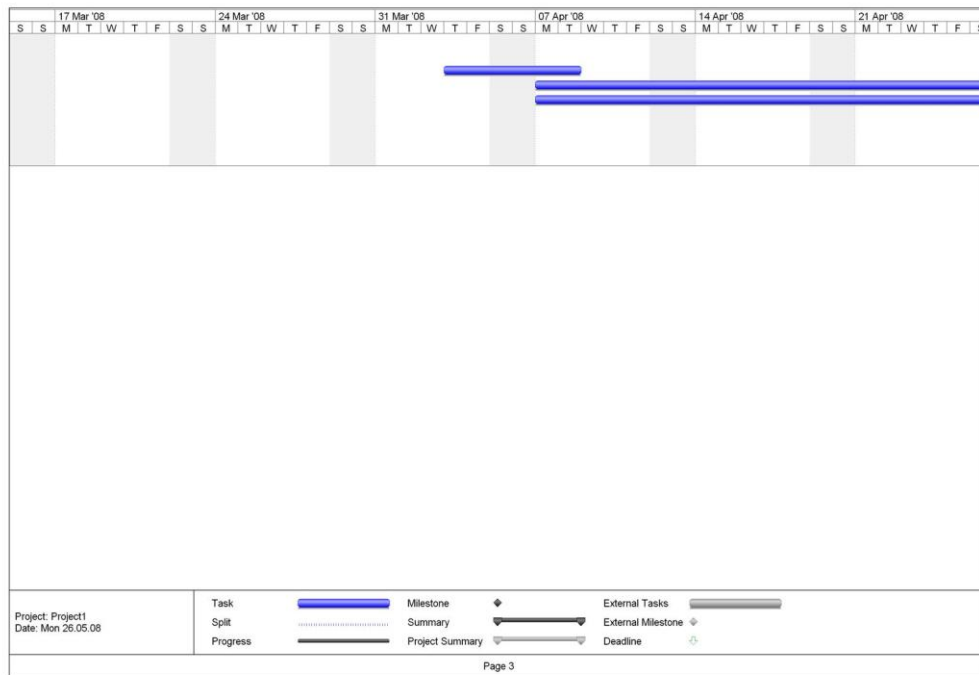
Tilstede: Roar, Knut, Marius og Gine

Agenda: Vi leverer rapporten 😊



## 7.14 Fremdriftsplan







## 7.15 Tegninger