

BACHELOROPPGAVE

**EUROSKILT**

Delprosjektering av et byggeprosjekt

FORFATTERE:      ROGER SKANSGÅRD  
                         MERETHE SLETTEN HANSEN  
                         MONICA SANDVIK

Dato:                      2009-05-25



## Sammendrag

Tittel:	Euroskilt – delprosjektering av et byggeprosjekt
Dato:	2009-05-20
Forfattere:	Roger Skansgård, Merethe Sletten Hansen og Monica Sandvik
Veileder:	Siv.ing Trond Bråten, Siv.ing Kjell Bergsjordet og Høgskolelektor Siv.ing Harald Fallsen
Oppdragsgiver:	Rambøll Norge AS, avd Lillehammer
Kontaktpersoner:	Kjell Bergsjordet og Trond Bråten
Nøkkelord:	Konstruksjon, brann, bygningsfysikk og kommunikasjon med arkitekter
Antall sider:	122 sider
Antall vedlegg:	92 sider, hvor 7 av disse sidene er DAK tegninger, vedlegg er merket med T
Tilgjengelighet:	Åpen
Sammendrag:	<p>Oppgaven er i hovedsak en konstruksjonsoppgave, men for at denne skulle bli så realistisk som mulig har vi tatt inn flere momenter. Resultatene vil bli presentert i selve rapporten, her følger bare en kort oppsummering.</p> <p><b>Kommunikasjon med arkitekt</b> Å plassere et hensiktsmessig bæresystem med tanke på minst mulig søyler og dermed økte bruksmuligheter var tanken her. Resultatet ble at det i grunn bare er en søyle som står litt ugunstig, C-05, men på grunn av tilgjengelig takhøyde måtte det bli sånn.</p> <p><b>Forhåndsdimensjonering</b> Å gjøre et godt valg av materialer med tanke på økonomi, estetikk og brukervennlighet tenkte vi her. Valget falt til slutt, av blant annet økonomiske hensyn, på stål som hovedbæresystem.</p> <p><b>Brann</b> Brannkonseptet inneholder blant annet bæreevne og stabilitet, brannspredning, deteksjon og evakuering. Det er laget plantegninger som viser rømningsveger, brannceller og brannvegger.</p> <p><b>Konstruksjon</b> Det ble valgt ut forskjellige elementer i bygget som vi ønsket å dimensjonere. Dette har vært søyler, bjelker, dragere, fundamenter, dekker og innfestingsdetaljer.</p> <p><b>Energi</b> Enkel rapport som beskriver byggets energiltak og samlet netto energibehov. Her har vi fått et tall som utmerker seg, varmetapet i ytterveggen, men har valgt ikke å gå nærmere inn på dette. I et reelt tilfelle ville vi forfulgt dette tallet nærmere.</p>



## Gruppesammensetting

---



**Merethe Sletten Hansen**  
Født : 1980  
Erfaring : Hovslager/ smed, maskinfører m.m.



**Monica Sandvik**  
Født : 1974  
Erfaring : Ingeniør Petroleumsteknologi fra Høgskolen i Stavanger. Baker Hughes Inteq, 1998 – 2008.



**Roger Skansgård**  
Født : 1983  
Erfaring : Forsvaret, avløser og noe bygg erfaring

## Veiledere

---



**Trond Bråten**  
Siv. Ing.  
Rambøll Norge AS, avd Lillehammer – Bygg og anleggsteknikk



**Kjell Bergsjordet**  
Siv. Ing.  
Rambøll Norge AS, avd Lillehammer – Bygg og anleggsteknikk

## Faglærer

---



**Harald Fallsen**  
Siv. Ing.  
Høgskolelektor ved HiG



## Forord

Det sies at man først begynner å lære noe i det man kommer ut i arbeidslivet, altså setter teori ut i praksis. I løpet av arbeidet med forprosjektet fikk vi nok en påminnelse på dette, for det vi i bunn og grunn har lært i løpet av våre år på Gjøvik er hvor vi kan finne informasjonen som trengs for å løse pålagt oppgave. Oppgaver vi har løst til nå har langt på vei vært løst før vi får de, mens på bacheloroppgaven måtte vi bygge selv. Ta et eksempel som laster ned til et fundament, her var det å starte med taket og finne alle laster helt ned til fundamentet. Mot at vi tidligere har fått oppgitt den lasten som virker, og beregnet fundamentet ut i fra dette.

Så vi håper du som velger å lese denne oppgaven får et faglig utbytte og en innsikt i hvordan vi har jobbet for å løse oppgaven.

En stor takk går til våre veiledere hos Rambøll Norge AS, avd Lillehammer, for god oppfølging og veiledning. En stor takk går også til vår faglærer og veileder, Harald B. Fallsen, for mye god hjelp.

Gjøvik, 25. mai 2009

---

Merethe Sletten Hansen

---

Monica Sandvik

---

Roger Skansgård





# Innholdsfortegnelse

Sammendrag .....	3
Grupesammensetting .....	5
Forord .....	7
<b>1 Innledning.....</b>	<b>12</b>
1.1 Bakgrunn og hensikt.....	12
1.2 Metode.....	12
1.3 Fremgangsmåte.....	12
1.4 Deloppgaver .....	13
1.4.1 Del 1 – Kommunikasjon med arkitekt.....	13
1.4.2 Del 2 – Forhåndsdimensjonering og økonomi.....	13
1.4.3 Del 3 – Brann.....	13
1.4.4 Del 4 – Konstruksjon.....	13
1.4.5 Del 5 – Energi.....	13
1.5 Målgruppe.....	13
1.6 Arbeidsform og fordeling av oppgaver .....	13
<b>2 Kommunikasjon med arkitekt.....</b>	<b>14</b>
2.1 Plassering av søylene.....	14
2.1.1 Plassering av søyler inne i bygget .....	14
2.1.2 Langs vest- og østveggen – Akse A og I.....	14
2.1.3 Langs nord- og sørveggen – Akse 01 og 09 .....	14
2.2 Hensiktsmessig plassering av søyler .....	15
<b>3 Forhåndsdimensjonering.....</b>	<b>16</b>
3.1 Dekke.....	16
3.1.1 Plasstøpt.....	16
3.1.2 Hulldekke .....	16
3.2 Søyler.....	16
3.2.1 Betong.....	16
3.2.2 Stål.....	16
3.3 Bjelker .....	17
3.3.1 Betong.....	17
3.3.2 Stål.....	17
<b>4 Brann.....</b>	<b>18</b>
4.1 Risikoklasse og brannklasse .....	18
4.2 Bæreevne og stabilitet ved brann.....	18
4.3 Brannspredning.....	18
4.3.1 Brannceller .....	18
4.3.2 Seksjoneringsvegg .....	19
4.3.3 Brannvegg.....	19
4.4 Detektering og alarmering.....	19
4.5 Evakuering.....	19
4.5.1 Rømningsveger.....	19
4.5.2 Rømningstid .....	20
4.6 Slukking.....	21
4.6.1 Slukkemidler i tidlig fase.....	21
4.6.2 Adkomst for brannvesenet.....	21
<b>5 Konstruksjon .....</b>	<b>22</b>
5.1 Tallgrunnlag .....	22
5.1.1 Pålitelighetsklasse.....	22
5.1.2 Klimaklasse .....	22
5.1.3 Taklaster .....	22
5.1.4 Vegglaster.....	22
5.1.5 Ulykkeslast .....	22

5.1.6	Laster ifm mesanin .....	22
5.1.7	Vindlaster .....	22
5.1.8	Brannisolering .....	22
5.1.9	Tegninger.....	22
5.2	Bjelker og dragere .....	23
5.2.1	Gitterdragere.....	23
5.2.2	Bjelker .....	23
5.3	Søyler.....	23
5.3.1	Søyler i møteromsboksen .....	24
5.4	Fundamenter .....	24
5.4.1	Søylefundament .....	24
5.4.2	Stripefundament.....	24
5.4.3	Fundament tabell .....	25
5.5	Dekker .....	25
5.5.1	Plasstøpt.....	25
5.5.2	Hulldekker .....	25
5.6	Avstiving av bygget.....	26
<b>6</b>	<b>Energi.....</b>	<b>27</b>
6.1	Bakgrunn for energiberegninger.....	27
6.2	Varmetapstall og samlet netto energibehov.....	27
6.2.1	Varmetapstall.....	27
6.2.2	Energibehov.....	27
6.3	Dokumentasjon for varmetapstall og samlet netto energibehov.....	28
<b>7</b>	<b>Grunnlagsdata til forhåndsdimensjonering og konstruksjon .....</b>	<b>29</b>
<b>8</b>	<b>Litteratur .....</b>	<b>30</b>
<b>9.</b>	<b>Vedlegg.....</b>	<b>31</b>
9.T.4.1	Branntegning 1. Etg .....	31
9.T.4.2	Branntegning 2. etg .....	32
9.T.5	Plantegning.....	33
9.T.5.2.2	Bjelker akse 07.....	34
9.T.5.4.1	Søylefundament E07 .....	35
9.T.5.4.2	Stripefundament .....	36
9.T.5.5.1	Dekke i møterom.....	37
9.2.1	Reguleringsplan .....	38
9.4.3	Situasjonsplan.....	42
9.4.4	Beregning av personantall .....	43
9.4.5	Vanntåkeanlegg .....	44
9.5.1.5	Valg av hulldekker .....	45
9.5.1.6	Vindlaster .....	46
9.5.2.1	Gitterdrager 18 m .....	47
9.5.2.1	Gitterdrager 12 m .....	51
9.5.2.2	Bjelke i tak akse 07.....	55
9.5.2.2	Bjelke EF07 .....	62
9.5.2.2	Bjelker tak akse 09 .....	67
9.5.2.2	Bjelke EF09 .....	73
9.5.3	Søyler A05.....	78
9.5.3	Søyler C05 .....	84
9.5.3	Søyler E07 .....	89
9.5.3	Søyler E09 .....	95
9.5.3	Søyler A09 Ramboks.....	101
9.5.4.1	Søylefundamenter.....	106
9.5.4.2	Stripefundament .....	115
9.5.5.1	Dekke i møterom .....	117
9.6.1	Grunnlagsdata for dokumentasjon.....	121



# 1 Innledning

## 1.1 Bakgrunn og hensikt

I løpet av våre tre år ved Høgskolen i Gjøvik har vi tilegnet oss mye kunnskap fra forskjellige fag. Gjennom denne bacheloroppgaven er det tenkt at vi skal vise at tilegnet kunnskap fra disse fagene kan brukes som et verktøy til en større tverrfaglig oppgave.

I forkant av selve bacheloroppgaven ble det utarbeidet et forprosjekt, vedlegg 9.7.1. Dette ga oss en problemstilling og nødvendig avgrensning for at oppgaven kunne løses tilfredsstillende, det som kan sies å være problemstillingen fra forprosjektet er gjengitt i denne rapportens punkt 1.4 deloppgaver

## 1.2 Metode

Vi ønsker å ta utgangspunkt i et prosjekt som bygger hovedsakelig på konstruksjon, og konstruere dette som angitt i Norsk Standarder.

## 1.3 Fremgangsmåte

Fra midten av andreklassen har vel tankene surret rundt bacheloren, hvilken oppgave skal velges, hvem skal jobbe sammen, vanskelighetsgraden og mange andre tanker. Like etter skolestart ble denne gruppens medlemmer enige om et samarbeid, og at vi ville ha en oppgave som hadde hovedvekt på konstruksjon og helst skrive gjennom et reelt firma.

Med dette i bakhode startet prosessen med å finne et firma som kunne være interessert i å hjelpe oss, etter hvert kom vi i kontakt med Rambøll på Lillehammer som stilte Kjell Bergsjordet og Trond Bråten til rådighet. Det ble arrangert et møte hvor Rambøll skulle presentere noen mulige prosjekter og hva de kunne hjelpe oss med, samtidig som vi skulle presentere oss for Rambøll og legge frem våre ønsker. Valget falt til slutt på et prosjekt Rambøll hadde i gang på Vingrom, Euroskilt.

Det ble også fremmet et forslag, fra Kjell Bergsjordet, at vi kunne få delta på noen byggemøter utover perioden prosjektet skulle foregå. Noe vi så på som positivt siden vi da kunne se hvordan et prosjekts fremdrift styres i praksis.

Vi hadde på forhånd tenkt oss en oppgave som involverte mye av hva vi hadde lært, samt en oppgave hvor vi måtte forske litt på egenhånd. Så ut i fra samtaler med Rambøll kom vi frem til at oppgaven skulle deles inn i fem hoveddeler: Kommunikasjon med arkitekt, Økonomi, Brann, Konstruksjon, Bygningsfysikk.

## **1.4 Deloppgaver**

For at oppgaven ikke skal bli for stor trengs det noen avgrensninger, velger å utdype disse ved å beskrive hver av de fem hoveddelene.

### **1.4.1 Del 1 – Kommunikasjon med arkitekt**

Her er tanken at vi skal kunne plassere hensiktsmessige byggeakser, finne bæresystem og finne ut hva arkitekten tenker.

### **1.4.2 Del 2 – Forhåndsdimensjonering og økonomi**

Her skal vi finne hvilke materialer som er hensiktsmessig til bruk i bæresystemet.

### **1.4.3 Del 3 – Brann**

Her kommer et enkelt brannkonsept og en tegning som viser aktuelle rømningsveger.

### **1.4.4 Del 4 – Konstruksjon**

For at vi ikke skal bruke opp all tiden på delene om konstruksjon har vi valgt ut noen søyler, bjelker, fundamenter og dekker som skal dimensjoneres. Tilhørende for disse valgte elementer er også innfestingsmetoder.

### **1.4.5 Del 5 – Energi**

Her forsøker vi å lage en kort rapport som beskriver byggets behov for tilført energi til oppvarming.

## **1.5 Målgruppe**

Målgruppen for denne oppgaven er først og fremst sensorer, faglærere, oppdragsgiver og medstudenter.

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

Under heleprosessen satses det på en lett blanding av selvstendig jobbing og samarbeid i team, alt etter hva som har passer seg best. Oppgaver er fordelt sånn at hvert enkelt medlem har hovedansvar for hver sin del. Under hver del har vi delt inn forskjellige arbeidsoppgaver, alt etter hver enkelt medlems kompetanse og interesse. Når en del er blitt avsluttet har vi tatt med denne til Rambøll for gjennomgang og veiledning, møtereferat fra disse møtene finnes i vedlegget *9.7 Fremdrift etter prosjektplan*.

## **2 Kommunikasjon med arkitekt**

### **2.1 Plassering av søylene**

For bæresystemet av taket velger vi å bruke stål. Dette vil gi lengst og slankest spennvidde, sammenlignet med betong og limtre.

Da det gjelder plassering av søyler velger vi å tilstrebe så få søyler som mulig, da dette vil gi mer fleksibilitet til lokalet. Samtidig vil det tilstrebes ikke å få for høye dragere som skal bære selve taket, men så lange spenn som mulig, uten at dette stjeler for mye av innendørs takhøyde. Ut i fra reguleringsplanen for området er det satt krav til at maksimal mønehøyde skal være 8 meter. Se vedlegget *9.2.1 Reguleringsplan*

#### **2.1.1 Plassering av søyler inne i bygget**

Etter tegningen fra arkitekt er det satt opp ønsker for hvor arkitekten ønsker at veggene skal stå, vi vil prøve å sette søylene i forbindelse med disse veggene. Vi har valgt å bruke lett-tak elementer, og med snølast 4,5 kN/m<sup>2</sup> kan det leveres standard elementer på 10,8 meter. Vi vil dermed prøve å oppnå takspenn tilpasset dette, normalt på dragerne. Dragerne velges ut i fra praktiske hensyn, spesielt mhp takhøyde og for ikke å komme i konflikt med kontorlokalene, å gå i byggets korteste retning. Ut i fra dette kan vi settes to søylerekker midt i bygget med c/c 10800. Da gjenstår de nest ytterste søylerekken på hver side, her ser vi at det må spesialbestilles elementer. Rekken mot allerede eksisterende bygg blir noe kortere og rekken over kontordelen blir noe lengre og elementene må evt. forsterkes.

Etter samtaler med Contiga har vi fått vite at en grei regel for plassering av søyler med tanke på høyden av dragerne vil være  $L/10$ . I dette tilfellet anses høyden av drageren som viktig, i og med at bygget i.h.t. reguleringsplanen kan være totalt 8 meter utvendig. Ut i fra tegninger utlevert fra arkitekt er det lagt opp til en innvendig takhøyde på rundt 6 meter. Med tanke på at større kjøretøy kanskje skal inn i bygget, og annen fremtidig bruk, bør ikke dragerne være mer enn rundt 2 meter høye. Bygget er som nevnt 42 meter langt i den retningen dragerne skal gå og det er lagt opp til en vegg i bygget som er 12 meter fra østveggen. Det er kanskje hensiktsmessig å sette opp en søylerekke i.f.m. denne veggen. Det gjenstår da 30 meter og med  $L/10$  vil dette gi altfor stor høyde, så om vi da tenker symmetri vil det være mest hensiktsmessig å plassere en søyle 12 meter fra vestveggen. Dermed gjenstår det en avstand på 18 meter midt i bygget, som gir en  $L/10$  på 1800 mm.

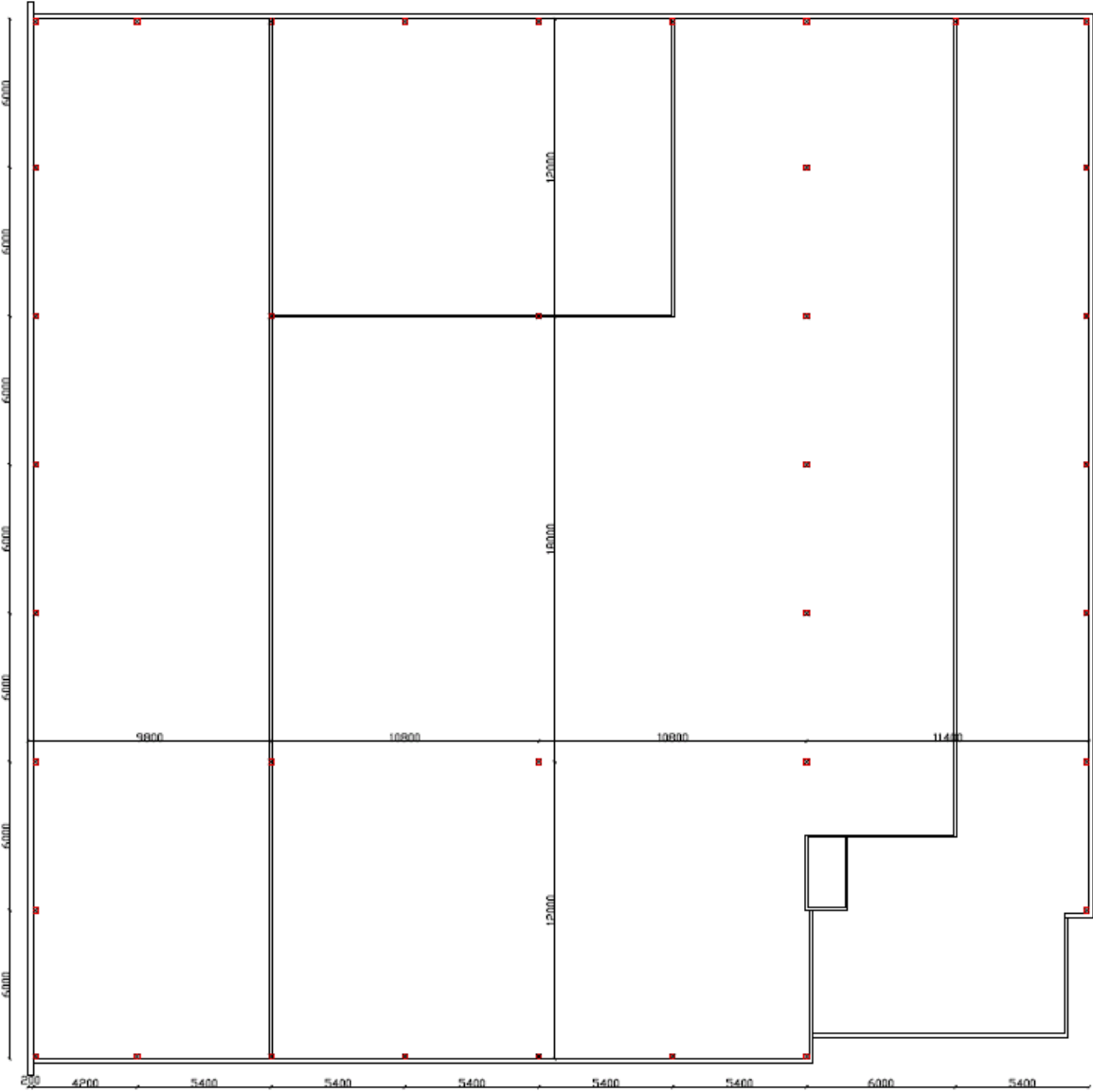
#### **2.1.2 Langs vest- og østveggen – Akse A og I**

Etter studier av diverse løsninger for Paroc-elementer er vi kommet frem til at det ikke vil være noe alternativ å ha elementer opp mot 11 meter, som teoretisk sett ville vært mulig m.t.p. allerede eksisterende søyler. Dermed blir løsningen at elementene har en lengde på ca 5,4 meter, som gir en søyleavstand med c/c ca 5,4 meter. Med unntak av den nordlige delen av disse veggene, som blir noe mindre, og delen som ifm mesaninen blir 6 meter. Noen søyler på vest veggen vil komme i konflikt med planlagt plassering av portene, disse søylene tilpasses senere.

#### **2.1.3 Langs nord- og sørveggen – Akse 01 og 09**

P.g.a. fratrekket i.f.m. konferanserommet over resepsjonen blir lengden av sørveggen 36 meter, noe som gir en fornuftig lengde til elementene på ca 6 meter. Dermed settes søylene opp med en c/c 6 meter. Det samme gjøres langs nordveggen, men denne skal ikke kles med Paroc. Her vil det være en brannseksjoneringsvegg.

## 2.2 Hensiktsmessig plassering av søyler



Figur 1: Røde firkanter viser tenkt plassering av søyler

## 3 Forhåndsdimensjonering

### 3.1 Dekke

#### 3.1.1 Plasstøpt

Dekke til møteromsboksen og gulv på grunn er plasstøpt.

#### 3.1.2 Hulldekke

Ser det hensiktsmessig å bruke hulldekke som etasjeskiller i mesaninen. Ut i fra tabeller hos Spenncon finner vi at dekketyper HD265<sup>[1]</sup> skulle være et passende valg.

### 3.2 Søyler

Vi skal sette opp søyler i en industribygning, og vi skal undersøke om hva som egner seg best i forhold til pris. Vi skulle velge mellom stål og betong, og valget falt på stål grunnet pris.

#### 3.2.1 Betong

Etter grovberegning har søylen 1190 kN i normallast på toppen. I tillegg har vi to konsoller på midten av søyla (3 m) som skal bære et hulldekke. I tillegg har vi tatt med 3kN/m som ulykkesbelastning 1 m opp fra bunnen av søyla. Hulldekket som ”hviler” på midten av søyla, vil være med å avstive.

En 300\*300 søyle på 6m, tåler ca. 1700kN, hvis den er avstivet i toppen (kneklengde 6 m). Det må derfor bli en 400\*400 søyle eller noe i mellom, siden vi har 1190kN i toppen. Den tåler opptil 2100 kN.

Pris på betongsøyle 400 x 400: 14 000 kr ferdig montert.

#### 3.2.2 Stål

Vi har valgt å bruke HUP søyler. Med normallasten på 1190 kN, har vi beregnet å bruke en HUP 200 x 200 x 8.

Pris på stålsøyle HUP 200 x 200 x 8: 30 kr pr/kg ferdig montert. Ca 4000 kr, dermed 1/3 av prisen i forhold til betong.

---

<sup>1</sup> <http://www.spenncon.no/informasjon.asp?meny=6,196,305,306,327>



### **3.3 Bjelker**

#### **3.3.1 Betong**

Som nevnt i del 1, forstå bæresystemer, vil det ikke være hensiktsmessig med betongbjelker da dette vil gi en lavtakhøyde ved lange spenn.

#### **3.3.2 Stål**

For å få lange spenn velges derfor fagverkdragere.

## 4 Brann

### 4.1 Risikoklasse og brannklasse

Bygget har to etasjer og ut i fra veiledning til TEK 07 § 7-22 tabell 1 og 3 finner vi at bygget er i risikoklasse 2 og brannklasse 1.

### 4.2 Bæreevne og stabilitet ved brann

I og med at vi har definert bygget som brannklasse 1 sier veiledningen til TEK 07 § 7-23 tabell 1: bygningens bærende hovedsystem R30, og sekundære, bærende bygningsdeler, etasjeskillere som ikke er stabiliserende R30.

Ved grundigere studie av TEKVeil4 §7-23 side 42, finner vi at produksjonslokalet, akse 01-07 og A-I, anses å være en branncelle med en etasje og kan prosjekteres som R00.

*§7-23 side 4 - Bygninger i én etasje i risikoklasse 2 kan oppføres uten brannmotstand når bærekonstruksjonen er utført i brannklasse A2-s1,d0 [ubrennbart materiale].*

### 4.3 Brannspredning

#### 4.3.1 Brannceller

I.h.t. veiledning til TEK 07 § 7-24 tabell 3, finner vi at brannceller skal være rom med forskjellige bruksområder, som bl.a. kan være korridorer, ventilasjons rom, andre tekniske rom, trapperom. Avsnittet *brannceller over flere plan* bruker vi for å minimere antall celler, ved å slå sammen celler i 1. og 2. etg. Vi har skissert inn på branntegningen hvor vi ser det hensiktsmessig å ha branncelle vegger, se vedlegg *9.T.4.1 branntegning 1. etg.* og *9.T. 4.2 branntegning 2. etg.*

##### 4.3.1.1 Vegger

Veggene skal ha en brannmotstand EI 30 [B30]

Tabell 1 A i veiledning til TEK07 angir nærmere brannkrav til forskjellige veggene.

##### 4.3.1.2 Vinduer

Vinduer i branncellebegrensende bygningsdel skal ha tilsvarende brannmotstand som veggen, i vårt tilfelle er dette 30 minutter. Det er også krav til avstand fra vinduet til tilstøtende bygning, som i dette tilfellet er Owren. Kravet er at dersom  $L < 3$  meter skal minst et vindu ha EI 30 eller begge vinduer ha EI15, iht veiledningen til TEK 07 § 7-24 tabell 5.

##### 4.3.1.3 Dører

Dører skal generelt ha samme brannmotstand som veggen den står i, i vårt tilfelle er dette EI 30. Ellers kan krav til dører leses ut av veiledning til TEK 07 § 7-24 tabell 4.

##### 4.3.1.4 Trapperom

Utføres som EI 30 sånn at det gis tilfredsstillende beskyttelse mot varmestråling og inntrengning av røyk i rømningsfasen. Trapperommet skal være egen branncelle, og døren skal ha godkjent mekanisme som lukker døren automatisk.

### 4.3.2 Seksjoneringsvegg

*Dersom de bærende konstruksjoner i en bygning ikke har tilstrekkelig brannmotstand til å beholde sin stabilitet gjennom et fullstendig brannforløp, må seksjoneringsveggen ha slik stabilitet at den blir stående uavhengig av om seksjonen på en av sidene faller sammen under brann. Dersom seksjoneringsveggen ikke har tilstrekkelig stabilitet, må det bygges to uavhengige seksjoneringsvegger etter samme prinsipp. Konstruksjoner som ligger inntil seksjoneringsvegg, må kunne bevege seg fritt ved temperaturendringer, uten at veggens branntekniske egenskaper reduseres.<sup>2</sup>*

Etter sammenligninger og gjennomgang av byggforsk datablad 520.333 finner vi at bygget vil ha en spesifikk brannenergi på under 400 MJ/m<sup>2</sup>, mens arealet av 1. etg er ca 1800 m<sup>2</sup>. Ut ifra dette kan det fra TEK 07 §7-24 tabell 6 leses at det ikke er behov for en seksjonering i dette bygget.

### 4.3.3 Brannvegg

Det er to separate bygninger som står nærmere hverandre enn 8 meter, og iht TEK 07 § 7-26 må det da settes opp en brannvegg i akse 01. Denne brannveggen må ha kapasitet, REI 120-M A2-s1,d0 [A 120], som angitt i TEK 07 §7-26 tabell 1. Siden en spesifikk brannenergi er beregnet til å være under 400 MJ/m<sup>2</sup>, se vårt punkt 4.3.2 seksjoneringsvegg.

Andre nærliggende bygninger står på en avstand større enn 8 meter, kreves ingen tiltak her.

## 4.4 Detektering og alarmering

Etter krav fra Veiledning til TEK § 7-24 tabell 6 må det installeres et brannalarmanlegg, men etter TEK §7-21 tabell 1 er det ikke krav om sprinkling.

## 4.5 Evakuering

### 4.5.1 Rømningsveger

Utgang fra branncelle må føre direkte til sikkert sted eller til korridor/sluse med adgang til minst to uavhengige rømningsveier:

For å unngå opphopning ved utgang, må det være minst en utgang pr. 300 personer. Brannceller beregnet for flere enn 150 personer, må likevel ha minst to utganger til rømningsvei /sikkert sted. I følge veiledning til TEK 07 § 7-27 tabell 4 finner vi at maksimal lengde til nødutgang i cellene skal være 50 meter.

Branncelle som har åpen forbindelse over flere plan, eller har mellomplan, må ha tilsvarende antall utganger fra hvert enkelt plan. Interntrapp kan ansees likeverdig med en utgang. Mellomplan beregnet for høyst ti personer anses å ha tilstrekkelig sikkerhet selv om det kun er rømningsmuligheter via underliggende plan. Slike løsninger må imidlertid vurderes særskilt.

Siden bygningen er av risikoklasse 2 kan vindu tilrettelegges til å være en mulig nødutgang.

---

<sup>2</sup> Veiledning til TEK 07 § 7-24 Seksjonering

## 4.5.2 Rømningstid

Beregningene bygger på Byggforsk datablad 520.385, beregning av personbelastning finnes i vedlegg 9.4.4 *Beregning av personantall*

Tabell 1: Viser utregning av nødvendig rømningstid

Hendelse	Tid
Deteksjons- og oppdagelsestid (minutter:sekunder)	1:30
Reaksjons- og beslutningstid (minutter:sekunder)	1:00
Forflytningstid <b>Gangtid</b> lengde(m)/ganghastighet(m/s) $16\text{m} + 1.3 \text{ m/s} + (7\text{m} / 0.75\text{m/s}) = 12.3 \text{ s} + \text{ s}$ $= 40.7 \text{ s}$	0:45
<b>Kapasitet gjennom dør</b> Antall personer/kapasitet i dører(pers/sek) $40 \text{ personer} / 1.1\text{pers/s} = 37 \text{ s}$	0:40
Netto evakueringstid (minutter:sekunder)	3:55
Sikkerhetsmargin	2:05
Nødvendig rømningstid pluss sikkerhetsmargin	6:00

## **4.6 Slukking**

### **4.6.1 Slukkemidler i tidlig fase**

TEK stiller krav til sløkkeutstyr som skal kunne benyttes av folk i byggverket for å slukke en brann i en tidlig fase, før og uavhengig av brannvesenets innsats.

I vårt tilfelle er det krav til enten håndslukkerapparat eller egnet slange som rekker inn til alle rom. Slangene skal ikke være lengre enn maks 30 meter, og plassert sånn at det er unødvendig å dra en slange gjennom en dør som er ment å lukke en branncelle. Dette for å unngå unødvendig rask spredning av røyk og flammer. Brannslanger skal derfor ikke plasseres i trapperom.

Etter kundens ønske er det også installert et vanntåkeanlegg, se vedlegg 9.4.5 Vanntåkeanlegg

### **4.6.2 Adkomst for brannvesenet**

Byggets vestlige fasade vil være den mest hensiktsmessige angrepsveien for brannvesenet, siden vi her finner hovedinngangen og alle portene inn til lageret. Samtidig er det her god plass til parkering av utrykningskjøretøy. Se vedlegg *9.4.3 Situasjonsplan*

## **5 Konstruksjon**

### **5.1 Tallgrunnlag**

#### **5.1.1 Pålitelighetsklasse**

Pålitelighetsklasse 2

#### **5.1.2 Klimaklasse**

Klimaklasse 1

#### **5.1.3 Taklaster**

Har fått oppgitt at lett-tak har en last på ca.  $50 \text{ kg/ m}^2$  eller  $0.5 \text{ kN/ m}^2$  og vi fant frem til at snølasten for Lillehammer er  $4.5 \text{ kN/ m}^2$ .

#### **5.1.4 Vegglaster**

Etter en gjennomgang av Paroc sine produkter har vi valgt å bruke AST<sup>®</sup>T 175 mm, som vi har antatt en vekt på  $25 \text{ kg/ m}^2$  eller  $0.250 \text{ kN/ m}^2$ .

#### **5.1.5 Ulykkeslast**

Som ulykkeslast på søyler bruker vi 3 kN.

#### **5.1.6 Laster ifm mesanin**

Laster ifm mesanin er beregnet i vedlegget *9.5.1.5 Valg av hulldekker*, datert 6.mars 2009. Lastene fordeler seg til  $94.5 \text{ kN/1.2 m}$  i akse 07 og  $79.2 \text{ kN/1.2 m}$  i akse 09. Valgte å bruke anbefalt last for arkiv,  $6.0 \text{ kN/ m}^2$ , for den delen av lastbredden som tilfalt akse 07. Bakgrunnen for dette var at blant annet ventilasjonsrommet og kantinen ligger i samme feltet, og at valget av hulldekke ville blitt det samme uansett med tanke på at vi valgte et spenn på 11.4 meter.

#### **5.1.7 Vindlaster**

Vindlaster på bygget er beregnet til å være  $5.67 \text{ kN/ m}$  per søyle i ytterveggen. Lastene ble beregnet på bakgrunn av veggen med søyleavstand 6 meter. På bakgrunn av at de to andre veggen har last soner som bare er 0.6 meter smalere ble det valgt å bruke samme vindlast på alle søyler i ytterveggen. Se vedlegg *9.5.1.6 Vindlaster*

#### **5.1.8 Brannisolering**

Alt stål innen for aksene A07 -09 til E 07-09 skal brannisoleres for å tilfredsstille kravene til R30

#### **5.1.9 Tegninger**

Alle tegninger og utregninger referer til et eller flere akse nummer. Derfor er det utarbeidet en plantegning som viser grunnflaten, denne finnes i vedlegget *9.T.5*

## 5.2 Bjelker og dragere

### 5.2.1 Gitterdragere

Gitterdragere er lagt i aksene 3 og 5, og er på 2x12 og 18 meter per akse. Utregning og dokumentasjon for disse finnes i vedlegg 9.5.2.1 *Gitterdrager*.

### 5.2.2 Bjelker

Det er beregnet bjelker for akse 07 og 09. Bjelkene som skal bære taket er lasket sammen til en kontinuerlig bjelke for å få et mindre moment, som igjen gir en mindre dimensjon på bjelken. Alle bjelkene er HE-B profiler. Vedleggene i 9.5.2.2 viser utregningene.

Bjelkene som er dimensjonert for å holde hulldekket er lagt opp mellom hver av søylene i aksene, c/c 6 meter. Se *vedlegg 9.T.5.2.2 Akse 07* for detaljer

Akse 07, tak	– HE 280 B
Akse 07, dekke	– HE 280 B
Akse 09, tak	– HE 240 B
Akse 09, dekke	– HE 260 B
Akse 01, tak	– HE 240 B

## 5.3 Søylar

Det er dimensjonert noen spesielt belastede søylar, henholdsvis A-05, A09, C-05, E-07 og E-09. Alle søylene er HUP profiler. Beregningene for disse finnes i vedlegg 9.5.3

Innfesting av søylar, E07 brukt som eksempel, se *vedlegg 9.T.5.2.2 Akse 07* for detaljer og 9.5.2.2 for utregninger

A05	– HUP 250x150x8	(rektangulært)
C05	– HUP 200x200x8	(kvadratisk)
E07	– HUP 200x200x8	(kvadratisk)
E09	– HUP 160x160x10	(kvadratisk)
A09	– HUP 100 x 8	(rund)

### 5.3.1 Søyler i møteromboksen

Vi har valgt å gå ut i fra søylen A 09, siden dette er søylen med mest belastning. Siden søylene i møteromboksen kommer ned i hovedinngangen ønsker vi å bruke samme dimensjon på de 4 søylene, grunnet estetiske hensyn.

Søylen A 09 er eneste søylen som er med å bærer taklaster, og er i praksis en søyle på 6 meter med knekkklengde 3 meter. I virkeligheten er denne søylen to delt, d.v.s. at søylen brytes bl.a. i etasjeskilleren for å minske kuldebroen og for at dekket lettere skal kunne ”festes” til søylen. Det er innstøpt Peikko plater, se fundamenter, i dekket som søylene sveises fast i.

## 5.4 Fundamenter

### 5.4.1 Søylefundament

Det er lagt søylefundamenter inne bygget, hvor søylene sveises fast til en stålplate som støypes inn i fundamentet. Stålplaten kan for eksempel være en KL- plate fra Peikko<sup>[3]</sup> som forankres i fundamentet ved hjelp av kamstål. En annen metode er å bruke bolter som støypes ned i fundamentet, men det kan oppstå tilfeller hvor disse boltene får en skjevhet som gjør at de ikke passer i boltehullene. Derfor har vi valgt å gå bort i fra denne løsningen.

Søylefundamentenes dimensjon fremkommer av punkt 5.4.3. Vedlegg 9.5.4.1 viser utregninger, og tegninger av fundamentet finnes i vedlegget 9.T.5.4.1



Figur 2: Peikko plater

### 5.4.2 Stripefundament

Vi har valgt å ha stripefundament langs ytterveggen. Strengt tatt burde vi kanskje hatt et stripefundament i akse 07, siden dette kanskje ville vært enklere og raskere å lage enn mange enkelt fundament. Søylene festes også her med stålplate fra Peikko, se søylefundamenter.

Vedlegg 9.5.4.2 viser utregninger og tegninger av fundamentet finnes i vedlegget 9.T.5.4.2

<sup>3</sup> Peikko produktkatal2009/2010, side 10.



### 5.4.3 Fundament tabell

#### Søylefundament

Søylar	Laster	Dimensjoner	Armering
C 05	1225 kN	2,8 m x 2,8 m x 0,6 m	Ø20 c/c 125 midtre del Ø20 c/c 250 ytre ¼ - deler
E07	998 kN	2,6 m x 2,6 m x 0,5 m	Ø16 c/c 100 midtre del Ø16 c/c 250 ytre ¼ - del

Vedlegg 9.5.4.1 viser utregninger, og tegninger av fundamentet E07 finnes i vedlegget 9.T.5.4.1. Fundamentet C05 er i prinsippet likt E07, og tegning produseres derfor ikke.

#### Stripefundament

Søylar	Laster	Dimensjoner	Armering
A 05	505 kN	B=1,0m H=0,25m	Sv. og f.arm. Ø12 c/c 250 3Ø25 Bøyler Ø10 c/c 300 2Ø16 i ytterkant av fundament

Vedlegg 9.5.4.2 viser utregninger og tegninger av fundamentet finnes i vedlegget 9.T.5.4.2

## 5.5 Dekker

### 5.5.1 Plasstøpt

Dekket i til møterommet, ramboksen, er valgt å plasstøypes. Møterommet er tenkt å se ut som en fri boks som henger på bygget, dette medfører at dekket skal stå på fire søyler. For å kontrollere de horisontale kreftene som oppstår vil dekket bli fastholdt ved hjelp av gangbruen som skal binde sammen boksen med resten av bygget. Søyle A 09 vil også være med på å fastholde dekket. De horisontale kreftene kan regnes som 1 %<sup>[4]</sup> av all last som virker over søyletoppene.

Se vedlegg 9.T.5.5.1 for tegning, og 9.5.5.1 utregninger og dokumentasjon.

### 5.5.2 Hulldekker

Vi har valgt å bruke hulldekke som etasjeskiller i mesaninen. Hulldekket ble valgt til å være Spenncon sitt HD-265 (Kontorer). Beregninger som underbygger dette valget er gitt i vedlegget 9.5.1.5 Valg av hulldekker for dokumentasjon og utregninger.



Figur 3: Fasadetegning av bygget

<sup>4</sup> NS 3479 : 1990 p. 3.2.8

## **5.6 Avstiving av bygget**

I følge internettsiden til Lett-Tak Systemer AS<sup>[5]</sup> vil lett-taket sammen med takets hovedbæresystem være nok til å avstive taket.

For nedføring av horisontale krefter til fundamenter brukes det 1 % av alle taklaster, eller vindkreftene som virker på bygget. Lastene skal kombineres etter NS3490:2004 tabell E.2

---

<sup>5</sup> Lett-tak Systemer AS

## 6 Energi

### 6.1 Bakgrunn for energiberegninger

Euroskilt avd Vingrom AS har inngått samarbeidsavtale med nabobedriften, Trygve Owren AS, om investering i en felles sentral for oppvarming av byggene. Som oppvarmingskilde er det valgt et jordvarmesystem, som sirkulerer vannet. Sentralen er tenkt lagt på baksiden hvor byggene ligger vegg i vegg. Videre i dette temaet har vi regnet ut energi behovet Euroskilt har, behovet for Trygve Owren er ikke med tatt. Men siden byggene er i omtrent samme størrelse kan det antas at samlet behov for disse byggene vil være 2xEuroskilt.

### 6.2 Varmetapstall og samlet netto energibehov

Grunnlagsdataene som er brukt til utregningene våre er tall hentet fra arkitekt tegninger av bygget, bestemmelser fra TEK for overgangsperioden til august 2009.

For å regne ut tallene som trengs for å komme frem til en konklusjon, valgte vi å bruke et regneark fra SINTEF<sup>6</sup>. På neste side er en utskrift som dokumenterer resultatene.

Vedlegg 9.6.1 *Grunnlagsdata for dokumentasjon*, viser mer detaljert hvordan vi kom frem til konklusjonen.

#### 6.2.1 Varmetapstall

Som dokumentasjonen på neste side viser får vi et varmetapstall på  $1,15 < 1,16$ . Noe som er innenfor kravene som TEK stiller for denne typen bygg.

Her har vi nok lagt til et noe høyere lekkasjetall enn det som trolig er realiteten, men dette er gjort for å være på den sikre siden. Verdien for korreksjon av kuldebroer er nok også litt høy, anbefalt er 0,09 eller 0,12, og i dette tilfellet valgte vi 0,12 for å være på sikker side.

Vi fått et tall som utmerker seg, varmetapet i ytterveggen, men har valgt ikke å gå nærmere inn på dette. I et reelt tilfelle ville vi forfulgt dette tallet nærmere, da dette trolig ikke er på grunn av valg som er gjort i forrige avsnitt. Uansett om vi kanskje har holdt oss godt over på den sikre siden viser tallene at valgte bygningskomponenter kan brukes.


#### 6.2.2 Energibehov

Som vist på neste side er byggets netto energibehov  $163 \text{ kwh}/(\text{m}^2\text{år}) < 185 \text{ kwh}/(\text{m}^2\text{år})$  som er øvre tillatte grense for dette bygget.  $185 \text{ kwh}/(\text{m}^2\text{år})$  er hentet fra TEKVeil07 § 8-21 tabell 1.

---

<sup>6</sup> <http://bks.byggforsk.no/Tools.aspx?sectionId=2&toolType=24&portalMenuId=56>

## 6.3 Dokumentasjon for varmetapstall og samlet netto energibehov

Energitiltak og samlet netto energibehov				
Kontroll og dokumentasjon av bygningers energieffektivitet				
<b>Resultater</b>				
Prosjektbeskrivelse:		<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">                     Bachelor 06HBINBK                      Euroskilt - en delprosjektering av et byggeprosjekt                      Utført av Roger Skansgård                 </div>		
Type bygning:	Oppvarmet bruksareal (m <sup>2</sup> ):	2025,00		
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Lett industri</div>	Oppvarmet volum (m <sup>3</sup> ):	11865,00		
<b>Energitiltak</b>				
Varmetapstall og varmetapsramme				
	Denne bygning			Krav i TEK
	Areal m <sup>2</sup>	U-verdi W/(m <sup>2</sup> K)	Varmetap W/(m <sup>2</sup> K)	Varmetapsramme W/(m <sup>2</sup> K)
Yttervegger, netto areal	619,0	0,22	136,2	78,8
Vinduer og dører	223,6	1,16	259,0	486,0
Tak	1798,0	0,13	233,7	233,7
Golv på grunn	1798,0	0,08	138,8	269,7
Normalisert kuldebroverdi	2025,0	0,12	243,0	121,5
	Luftmengde m <sup>3</sup> /h	Virkningsgrad %		
Infiltrasjon	2492	-	822,2	411,1
Ventilasjon	7594	80	501,2	751,8
Varmetransportkoeffisient			2197,9	2273,8
<b>Varmetapstall (W/(m<sup>2</sup>K))</b>	-	-	<b>1,15</b>	<b>1,16</b>
Spesifikk vitteeffekt (SFP)		2 kW/(m <sup>3</sup> s)		
<b>Samlet netto energibehov</b>				
Netto energibudsjett og energiramme				
	Denne bygning		Krav i TEK	
	Energibehov	Spesifikt energibehov	Energiramme	
Energipost	kWh/år	kWh/(m <sup>2</sup> år)	kWh/(m <sup>2</sup> år)	
Romoppvarming	156043	77	185	
Varmtvann	20250	10		
Vifter	36956	18		
Belysning	38012	19		
Teknisk utstyr	79192	39		
<b>Totalt</b>	<b>330453</b>	<b>163</b>		
Sted:				
Dato				

## 7 Grunnlagsdata til forhåndsdimensjonering og konstruksjon

**Pålitelighetsklasse** 2

**Klimaklasse** 1

**Brannklasse** 1

**Risikoklasse** 2

**Brannmotstand** R30 Mesanin  
R00 Produksjon

### Egenlaster

Betong 25,00 kN/m<sup>3</sup>

Tak (lett-tak) 0,50 kN/m<sup>2</sup>

Vegg (paroc) 0,25 kN/m<sup>2</sup>

Grunntrykk 180,00 kN/m<sup>2</sup>

### Nyttelaster

Snølast 4,50 kN/m<sup>2</sup>

Vind 5,67 kN/m

Ulykkeslast 3,00 kN

### Vindlast

Vref 22,00 m/s

Terrengruhet II → kw = 1,30 (Z(m) = 6,6m)

## **8 Litteratur**

### **Bøker / kompendier**

*Fallsen Harald B (2008)*. Dimensjonering av betongkonstruksjoner etter Norsk Standard NS 3473 (6.utgave sept. 2003). Gjøvik: Høgskolen i Gjøvik

*Fallsen Harald B (2008)*. Dimensjonering av stålkonstruksjoner etter Norsk Standard NS 3472 (3.utgave sept. 2001). Gjøvik: Høgskolen i Gjøvik

*Tarald Rørvik og Harald B. Fallsen (2008)*. Kompendium i lastberegning. Oppdatert og noe justert av Harald B. Fallsen. Gjøvik: Høgskolen i Gjøvik

*Standard Norge (2004)*. NS 3473 Prosjektering av betongkonstruksjoner - Beregnings- og konstruksjonsregler

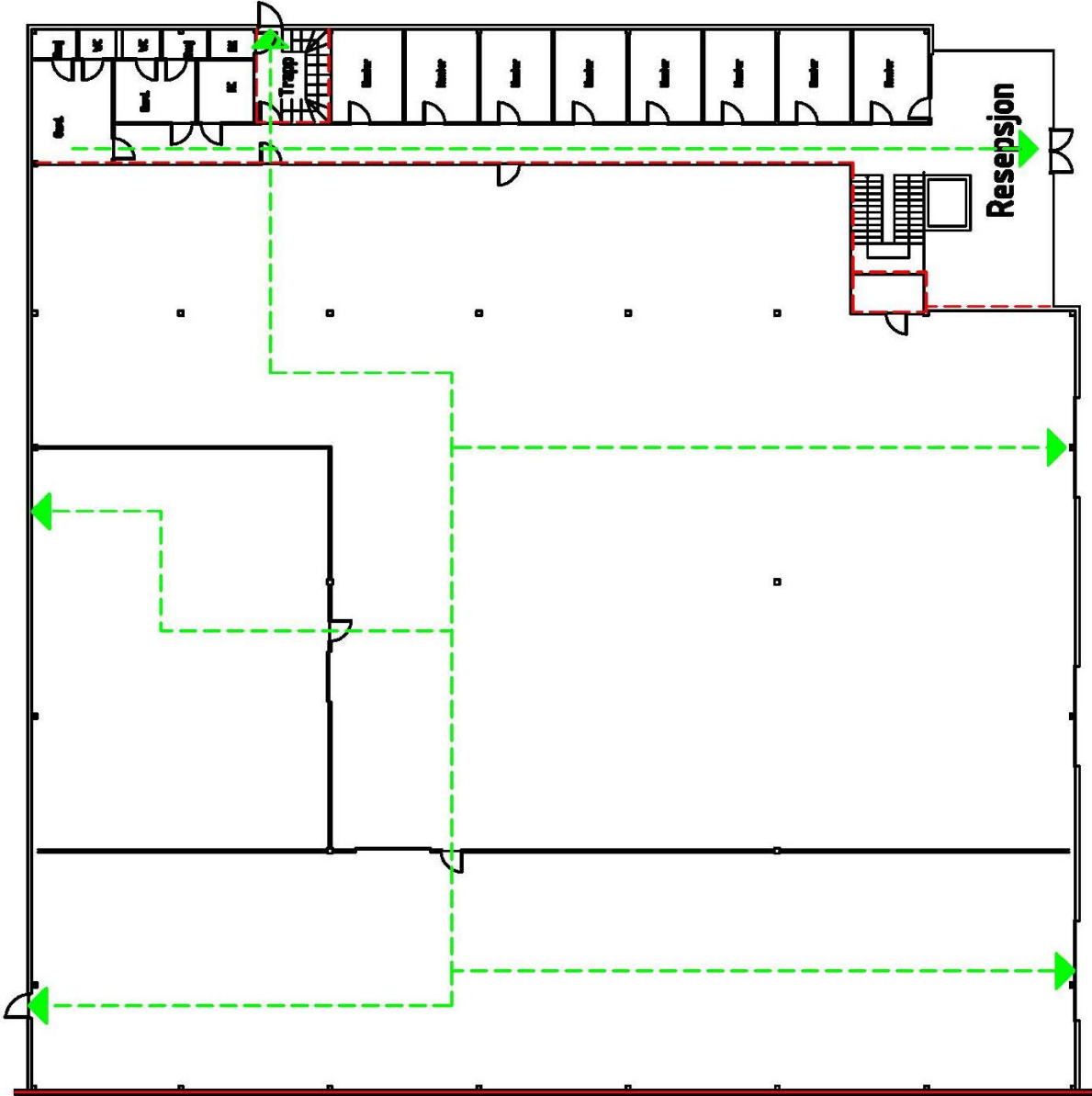
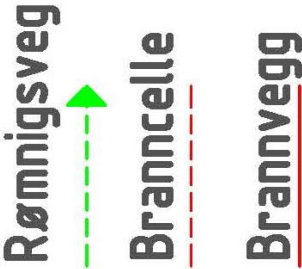
*Standard Norge(2001)*. NS 3472 Prosjektering av stålkonstruksjoner - Beregnings- og konstruksjonsregler

### **Internett**

*Statens Bygningstekniske etat (1997)*. Veiledning til teknisk forskrift 1997 4. utgave mars 2007

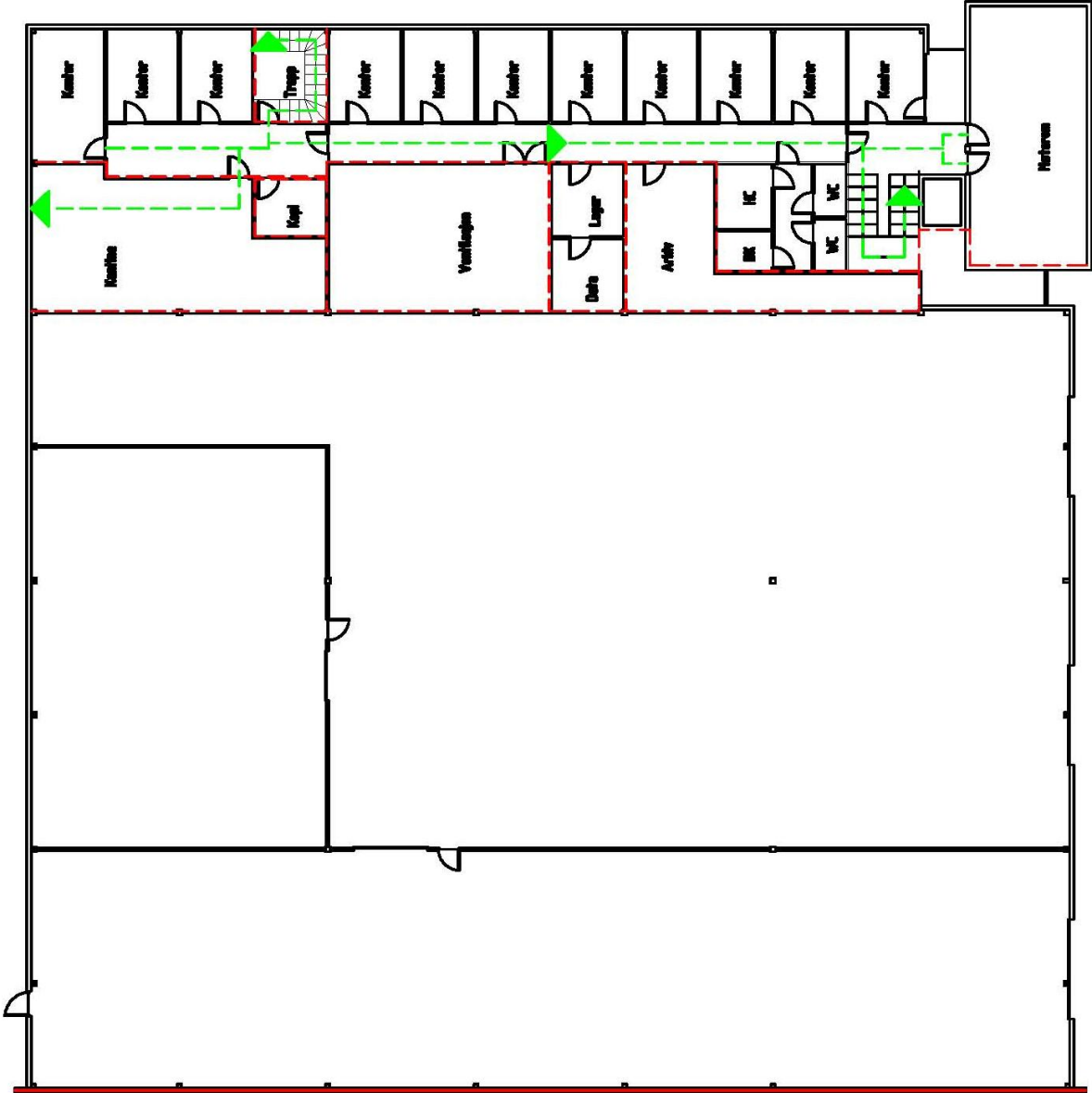
9. Vedlegg

9.T.4.1 Branntegning 1. Etg



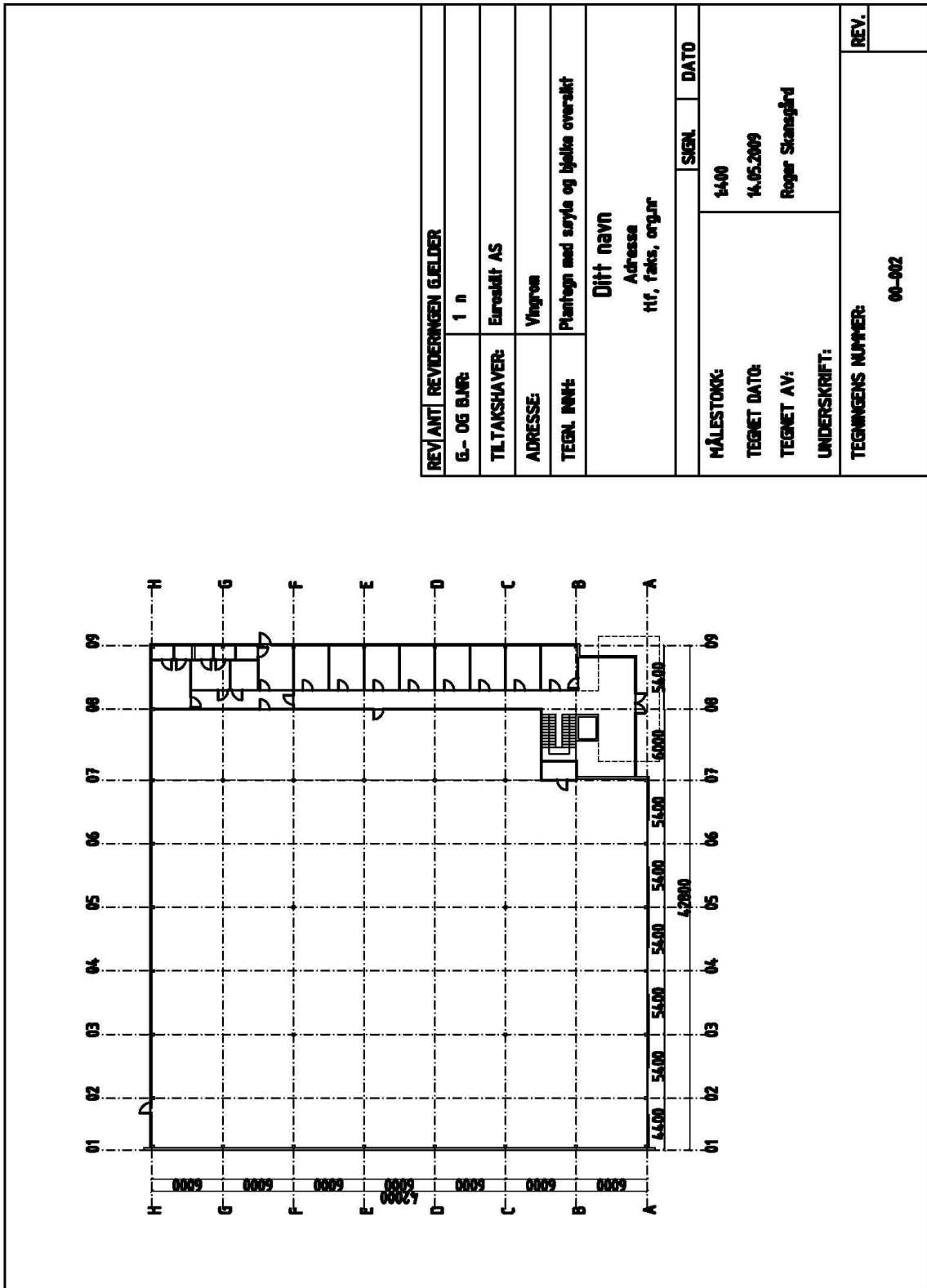
9.T.4.2 Branntegning 2. etg.

Rømningsveg  
Branncelle  
Brannvegg

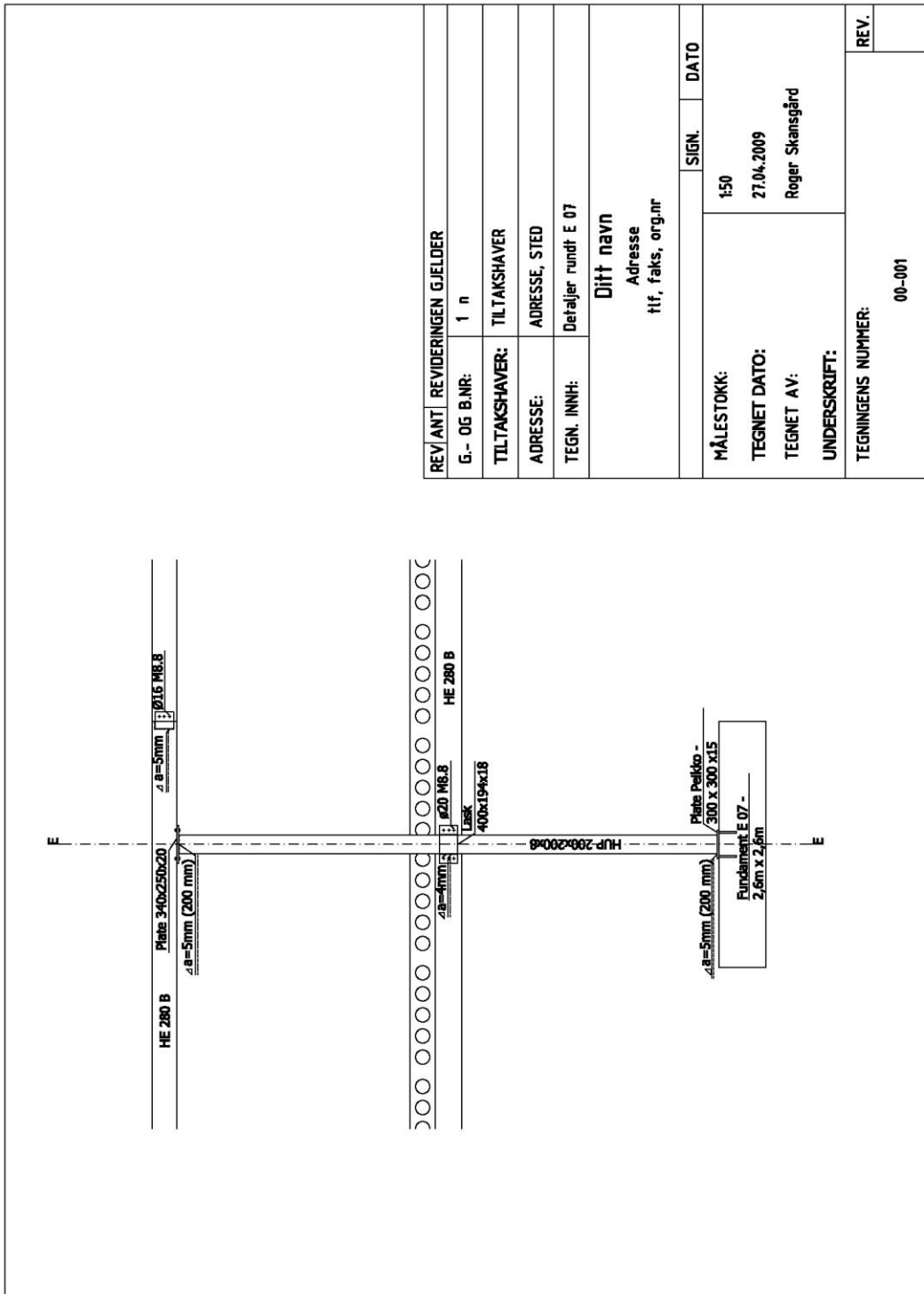




# 9.T.5 Plantegning

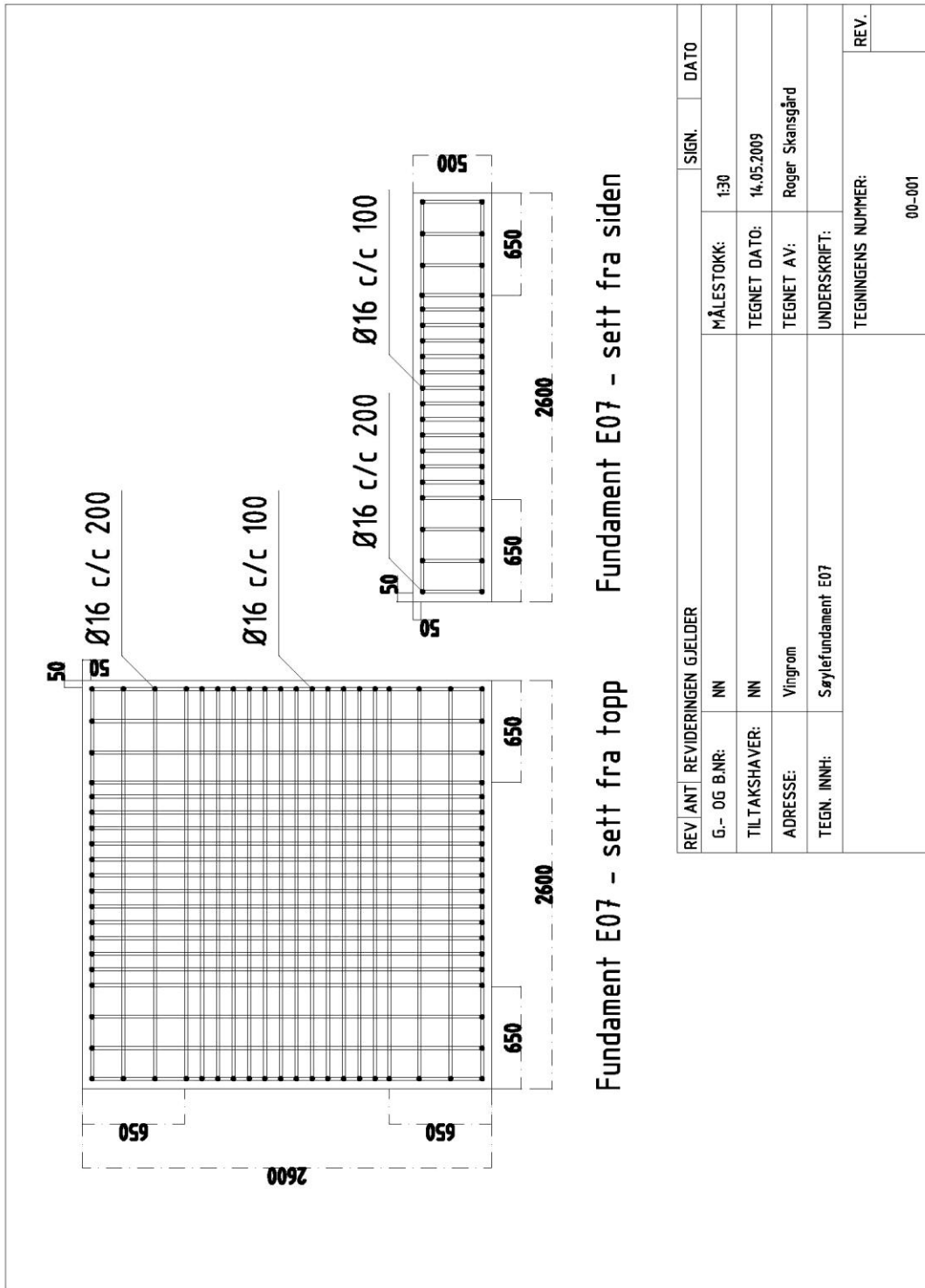


### 9.T.5.2.2 Bjelker akse 07

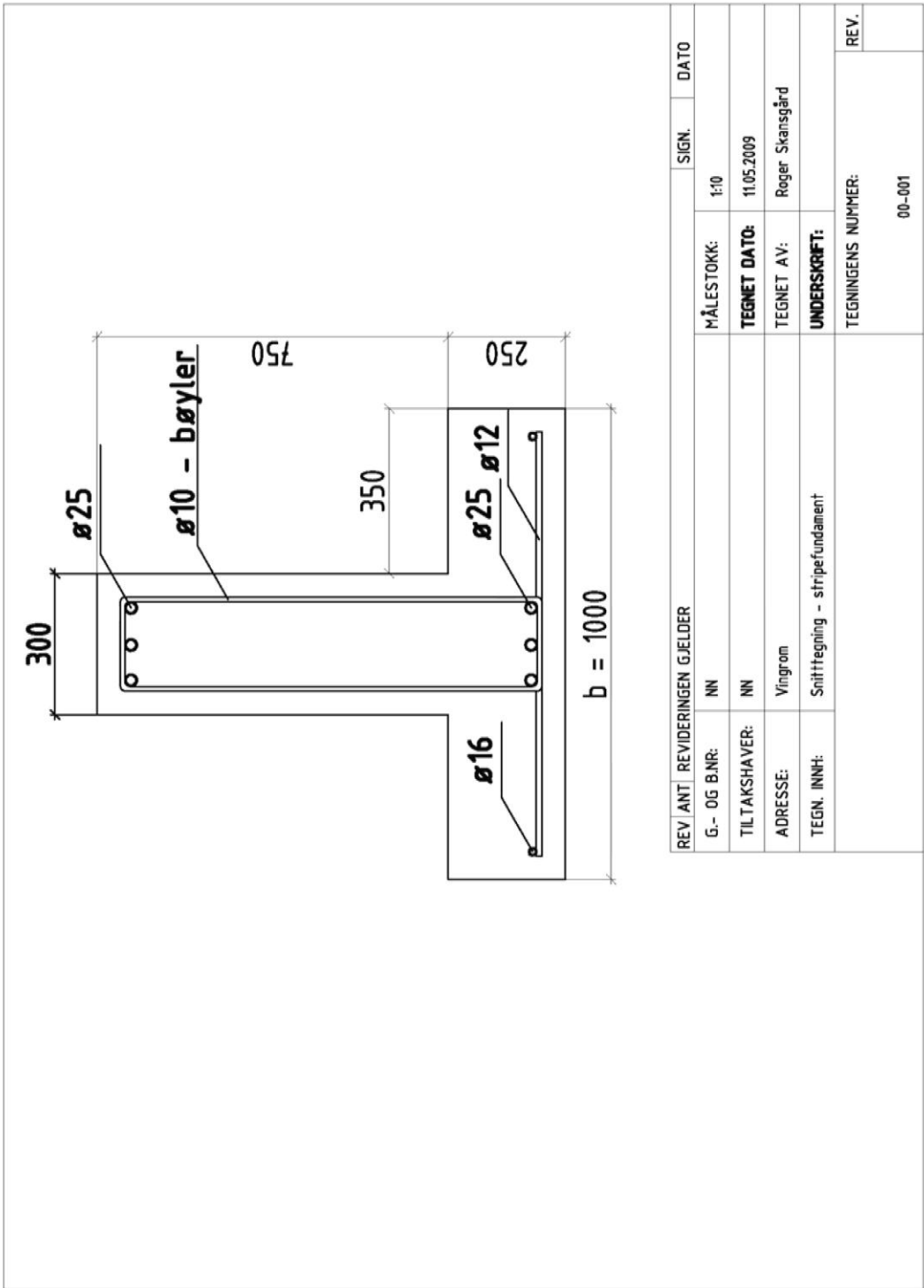


REV	ANT	REVIDERINGEN	GJELDER
		G. - OG B.NR:	1 n
		TILTAKSHAVER:	TILTAKSHAVER
		ADRESSE:	ADRESSE, STED
		TEGN. INNH:	Detaljer rundt E 07
Ditt navn Adresse tlf, faks, org.nr			
		MÅLESTOKK:	1:50
		TEGNET DATO:	27.04.2009
		TEGNET AV:	Roger Skansgård
		UNDERSKRIFT:	
		TEGNINGENS NUMMER:	00-001
			REV.

### 9.T.5.4.1 Søylofundament E07

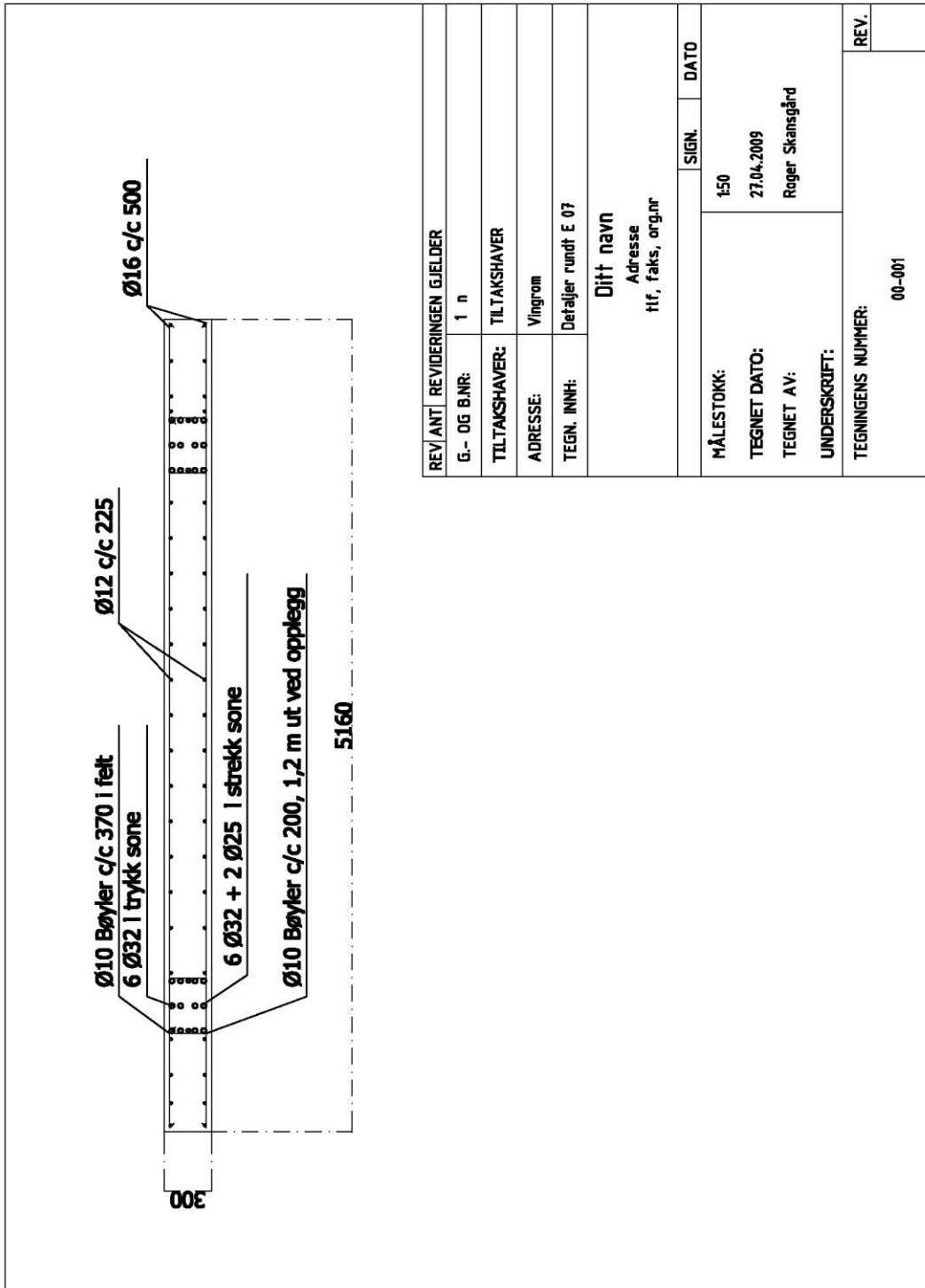


### 9.T.5.4.2 Stripefundament



REV	ANT	REVIDERINGEN GJELDER	SIGN.	DATO
G.- OG B.NR:	NN	MÅLESTOKK:	1:10	
TILTAKSHAYER:	NN	TEGNET DATO:	11.05.2009	
ADRESSE:	Vingrom	TEGNET AV:	Reger Skansgård	
TEGN. INNH:	Snitttegning - stripefundament	UNDERSKRIFT:		
TEGNINGENS NUMMER:			00-001	REV.

### 9.T.5.5.1 Dekke i møterom



REV/ANT	REVIDERINGEN GJELDER		
G.- OG B.NR:	1 n		
TILTAKSHAVER:	TILTAKSHAVER		
ADRESSE:	Vingrom		
TEGN. INNH:	Detaljer rundt E 07		
	Ditt navn		
	Adresse		
	tlf, faks, org.nr		
		SIGN.	DATE
MÅLESTOKK:	1:50		
TEGNET DATO:	27.04.2009		
TEGNET AV:	Roger Skansgård		
UNDERSKRIFT:			
TEGNINGENS NUMMER:	00-001		
			REV.

## 9.2.1 Reguleringsplan

# REGULERINGSPLAN FOR VINGROM



69

I LILLEHAMMER KOMMUNE  
UTARBEIDET AV TEKNISK ETAT

SAKSBEHANDLING IFØLGE PLAN- OG BYGNINGSLOVEN	DATO	SAKS	TEGNER
FORSLAG	SEPT. -76		
REVIDERT FORSLAG	FEBR. -78		
BYGNINGSRÅDET	08.06.-78		
REVIDERT FORSLAG	29.03.-79		
BYGNINGSRÅDET	19.04.-79		
REVIDERT FORSLAG	03.09.-79		
VEDTATT AV BYGNINGSRÅDET	13.09.-79		H.S.
VEDTATT AV KOMMUNESTYRET	01.11.-79		H.S.
STADFESTET AV FYLKESMANNEN	28.05.-80		M.V.

### P.& BL. §25 REGULERINGSMÅL

#### 1. BYGGEOMRÅDER

	BOLIGER
	FORRETNING
	INDUSTRI
	OFFENTLIG BEBYGGELSE
	

#### 2. LANDBRUKSOMRÅDER

	JORDBRUK / SKOGBRUK
---	---------------------

#### 3. TRAFIKKOMRÅDER (OFFENTLIG)

	KJØREVEG
	GANG- OG SYKKELVEG / FORTAU
	PARKERINGSPLASS
	ANNET TRAFIKKAREAL

#### 4. FRIOMRÅDER

	OFFENTLIG OMRÅDE - PARK
	VANN

#### 5. FAREOMRÅDER

	HØYSPENTLINJE
---	---------------









#### 6. SPESIALOMRÅDER

	PRIVAT VEG
	KOMMUNALTEKNISK VIRSOMHET

#### 7. FELLESOMRÅDER

	FELLES AVKJØRSEL
	FELLES LEKEOMRÅDE

#### STREKSYMBOLER M.V.

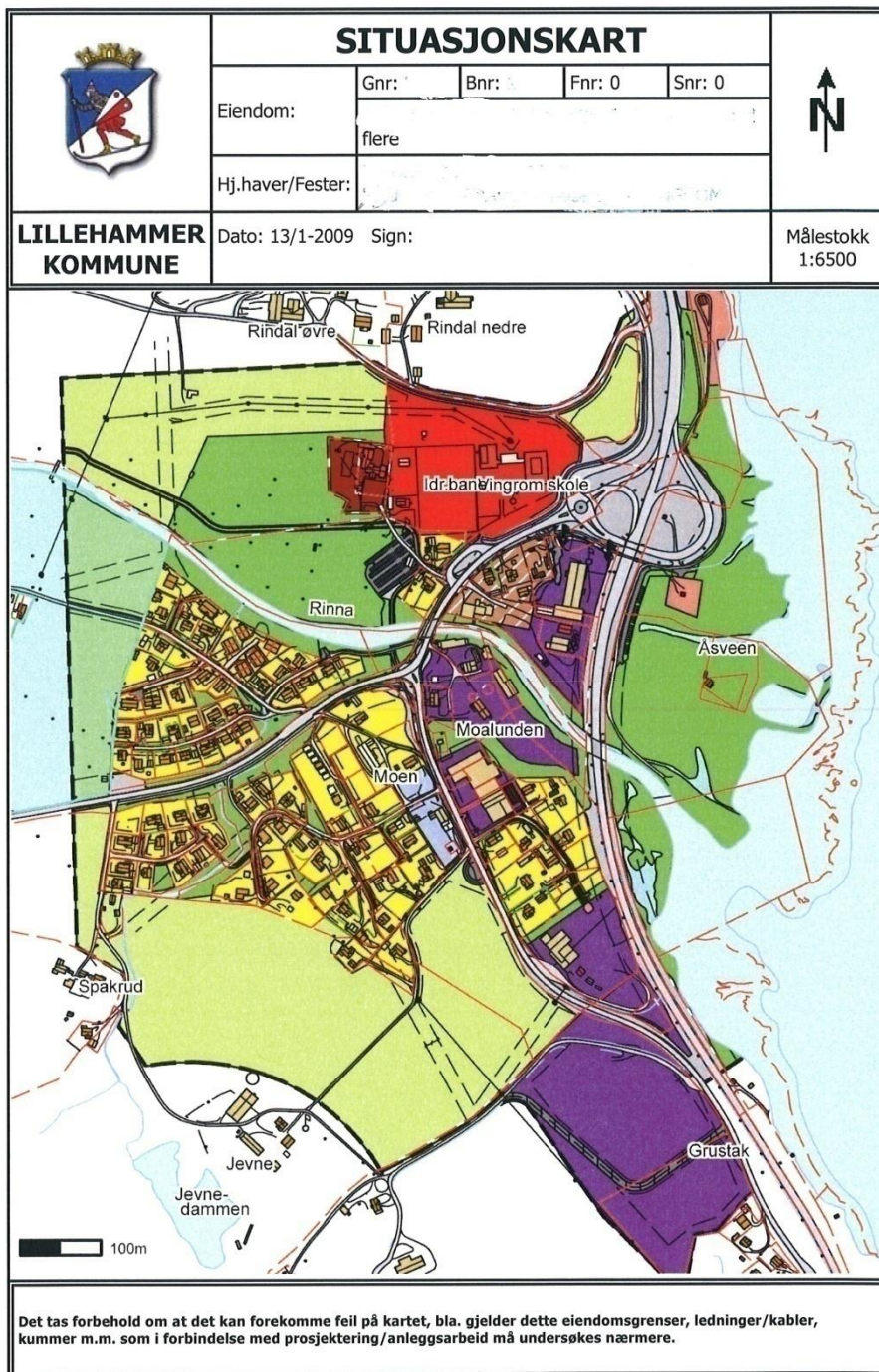
	PLANENS BEGRENSNING
	BEGRENSNING REG. ENDRING
	GRENSE FOR REGULERINGSMÅL
	BYGGEGRENSE
	SENTERLINJE REGULERT VEG
	FRISIKTLINJE
	STØYSKJERM
	REKKVERK



Ekvidistanse: 1m  
MÅLESTOKK = 1:1000

10 0m 50m

PLANEN HAR EGNE  
REG.BESTEMMELSER REV.13.08.91



<http://glokart.no/Content/printDynaLeg.asp?Left=576721.93127811&Bottom=676802...> 13.01.2009

# REGULERINGSPLAN FOR VINGROM

## REGULERINGSBESTEMMELSER

Godkjent av kommunestyret: 01.11.79  
Stadfesta av fylkesmannen: 27.05.80  
Reguleringsbestemmelsene sist revidert: 13.08.91

### § 1

Det regulerte område er på planen vist med reguleringsgrense.

Innenfor denne grenselinja skal bebyggelsen plasseres med møneretning som vist på planen.

### § 2 Fellesbestemmelser.

- a. Ved behandling av byggemelding skal bygningsrådet påse at bebyggelsen får god form, materialbehandling og terrengtilpasning, og at bygninger i samme gruppe får enhetlig og harmonisk utførelse. Bygningsrådet skal godkjenne utvendige farger og materialer.
- b. Alle bygninger skal ha saltak med minst 22, fall.
- c. De ubebygde deler av tomtene skal gis en tiltalende utforming og behandling. Eksisterende vegetasjon bør bevares.
- d. Det er ikke tillatt å opprette privat avtaler som strir mot disse bestemmelsene.
- e. Når særlige grunner taler for det, kan bygningsrådet gjøre unntak fra disse bestemmelsene.

### § 3 Areal for småhusbebyggelse.

- a. I området skal oppføres bolighus med inntil 2 etasjer. Sokkeletasje som har golvplan i plan med eller over planert terreng, skal regnes med i etasjeantallet.
- b. For boligene nr. 26 - 55 skal garasjer bygges i fellesarealet som vist på planen. På disse tomtene er det ikke tillatt å bygge garasjer. For de andre boligene skal garasjer oppføres på egen tomt. Garasje skal være vist på situasjonsplan som følger byggemeldinga for bolighuset, sjøl om garasjen ikke skal oppføres samtidig med dette. I tillegg til garasje skal det på egen grunn være oppstillingsplass for en bil.
- c. Med byggemeldinga skal vedlegges situasjonsplan som viser husets plassering påført utvendige hovedmål, antall etasjer, avstand til nabogrense og nærmeste bygninger. Boder og atkomst skal vises på situasjonsplanen.

### § 4 Områder for offentlig bebyggelse og områder for almenntilleggsformål.

Bebyggelsen skal oppføres i inntil 2 etasjer. Maksimal utnyttelsesgrad er 0,30. Bebyggelsens art og utforming, avkjørsel og parkering skal i hvert enkelt tilfelle godkjennes av bygningsrådet.

### § 5 Område for forretningsbebyggelse.

- a. Bygninger skal ha maks. 2 etasjer og gesimshøyden skal ikke være over 8 m. Maksimal utnyttelsesgrad er 0,30.
- b. Bygningsrådet kan tillate at 2. etasje innredes til boligformål.
- c. Forretninger må på egen grunn ha plass til parkering og av- og pålessing i den grad det etter bygningsrådets skjønn er nødvendig for bruk av eiendommen.



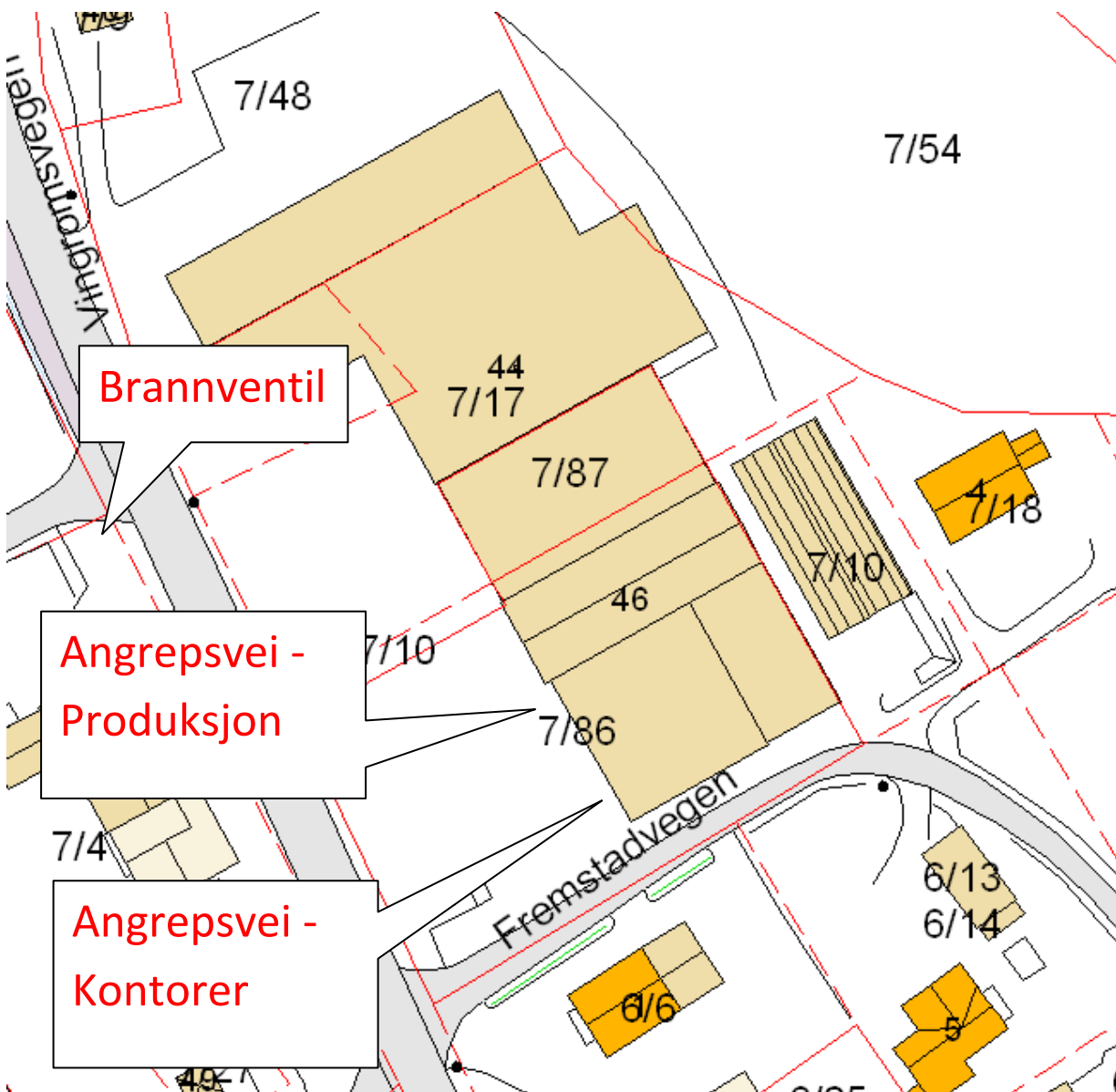
## **§ 6 Område for industri.**

- a. I områdene tillates ikke virksomheter som etter bygningsrådets skjønn gir vesentlig ulempe for de omboende.
- b. Hver bedrift skal på egen grunn ha plass for parkering og av- og pålessing i den grad det etter bygningrådets skjønn er nødvendig for eiendommens bruk.
- c. Bygningene skal ha inntil 2 etasjer og gesimshøyden skal ikke overstige 8 m.  
Maksimal utnyttelsesgrad er 0,30.

## **§ 7 Område for blandet formål bolig/industri.**

- a. I området tillates ikke virksomheter som etter bygningsrådets skjønn gir vesentlig ulempe for de omboende.
- b. I området skal oppføres hus med inntil 2 etasjer.  
Sokkeletasje som har golvplan med eller over planert terreng, skal regnes med i etasjetallet.  
Maksimal utnyttelsesgrad er 0,30.
- c. For hver bedrift/bolig skal garasje oppføres på egen tomt.  
Garasje skal være vist på situasjonsplan som følger byggemeldinga.  
Hver bedrift skal på egen grunn ha plass for parkering og av- og pålessing i den grad det etter bygningsrådets skjønn er nødvendig for eiendommens bruk.

### 9.4.3 Situasjonsplan



## 9.4.4 Beregning av personantall

Som grunnlag for beregningene brukes byggforsk datablad 321.036.  
I.h.t. 321.036 oppgis det at det kan beregnes  $15 \text{ m}^2$  per person.

1. etg

$$\begin{aligned} \text{Areal } 36 \text{ m} \times 5,4 \text{ m} &= 194,4 \text{ m}^2 \\ \frac{194,4 \text{ m}^2}{15 \frac{\text{pers}}{\text{m}^2}} &= 13 \text{ pers i kontordelen} \end{aligned}$$

Produksjonen er det noe usikkerhet på hvor mange som skal jobbe, men antar rundt 20 personer.

Totalt antall personer i 1. etg. blir da 33 personer

2. etg

$$\begin{aligned} \text{Areal kontorer } 36 \text{ m} \times 5,4 \text{ m} &= 194,4 \text{ m}^2 + \text{møterom } 50 \text{ m}^2 = 250 \text{ m}^2 \\ \frac{250 \text{ m}^2}{15 \frac{\text{pers}}{\text{m}^2}} &= 17 \text{ pers i 2 etg} \end{aligned}$$

Totalt antall personer i 2. etg. blir da 17 personer

Samlet personantall for hele bygget blir da  $33 + 17 = 40$  personer

### 9.4.5 Vanntåkeanlegg

I vanlige sprinkleranlegg vil de store dråpene trenge gjennom flammer og varm røyk uten å fordampe i særlig grad, slik at vannet når fram til brenseloverflaten. Brenselet blir dermed avkjølt og fuktet. Vann tilført som små meget dråper vil derimot umiddelbart fordampe, redusere temperaturen i rommet og fortrenge oksygen fra forbrenningssonen.

Jo mindre rommet er i forhold til brannen, jo lettere er det å slukke brannen med vanntåke.

Vanntåke er på vei inn som erstatning for halonanlegg i rom hvor det er fare for hydrokarbonbrann i form av gass- eller væskebrann. Vanntåke er mindre effektivt i rom med elektriske komponenter og der hvor det sannsynligvis vil oppstå meget små branner. Vanntåke er også dårlig egnet mot dyptsittende branner, gløde- og ulmebranner.

Foreløpig er standardene for komponenter og installasjon mangelfulle. Vanntåkeanlegg må derfor utprøves og dokumenteres for hver ny bruk som ikke en standard dekker.

### 9.5.1.5 Valg av hulldekker

#### HD 265

Spennvidde 11,4 meter

$$\text{Påført egenvekt } 1 \frac{kN}{m^2} = 1,2 \frac{kN}{1,2m}$$

$$\text{Egenvekt } 4,67 \frac{kN}{1,2m}$$

$$\text{Egenlast } \left(1,2 \frac{kN}{1,2m} + 4,67 \frac{kN}{1,2m}\right) \times 1,2 = 7 \frac{kN}{1,2m}$$

#### Akse 08-09 - kontorer

$$\text{Nyttelast } 3,0 \frac{kN}{1,2m} \times 1,2 \times 1,5 = 5,4 \frac{kN}{1,2m}$$

$$\text{Egenlast + Nyttelast } 12,4 \frac{kN}{1,2m} = 10,3 \frac{kN}{m}$$

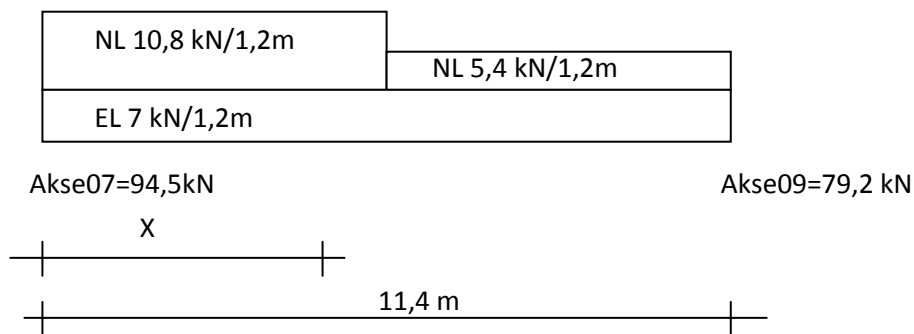
$$V = 12,4 \frac{kN}{1,2m} \times \frac{11,4m}{2} = 70,7 \frac{kN}{1,2} < 115 \rightarrow OK$$

$$M = \frac{1}{8} \times 12,4 \times 11,4^2 = 201 < 271 \rightarrow OK$$

#### Akse 07-08 – Arkiv, kantine m.m

$$\text{Nyttelast } 6,0 \frac{kN}{1,2m} \times 1,2 \times 1,5 = 10,8 \frac{kN}{1,2m}$$

$$\text{Egenlast + Nyttelast } 17,8 \frac{kN}{1,2m} = 14,83 \frac{kN}{m}$$



$$M(x) = Akse07x - 3,5x^2 - 5,4x^2 = Akse07x - 8,9x^2$$

$$M'(x) = Vx = Akse07 - 17,8x$$

$$V(x) = 0 \rightarrow x = \frac{94,5}{17,8} = 5,3m$$

$$M(5,3) = 94,5 \times 5,3 - 8,9 \times 5,3^2 = 250,85 \frac{kNm}{1,2} < 271 \rightarrow OK$$

$$V_{max} = 94,5 \frac{kN}{1,2} < 115 \rightarrow OK$$

### 9.5.1.6 Vindlaster

$$V_{ref} = 22 \frac{m}{s}$$

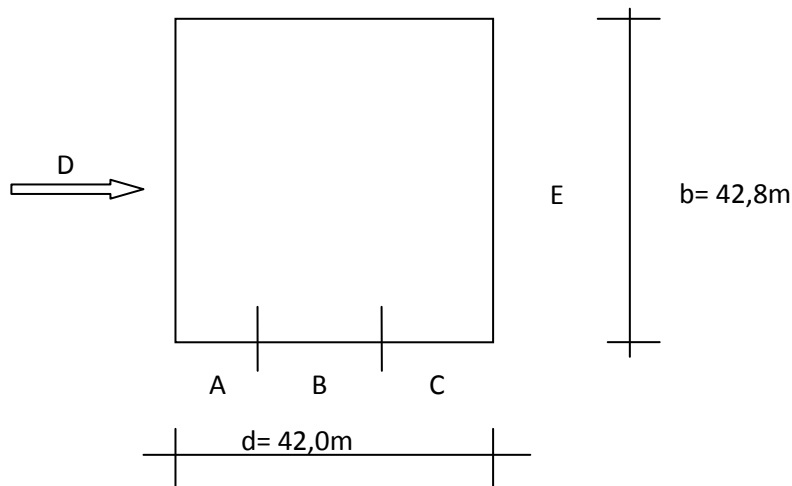
Terrengruhet II

Vindlastfaktor,  $k_w = 1,30$  ( $Z_m = 6,6$  m)

$$q_{kast} = 1,30 \times 22^2 = 629 \frac{N}{m^2} = 0,63 \frac{kN}{m^2}$$

Belaster areal,  $A$ , per søyle er  $6,6m \times 6m = 39,6 m^2$ , som gir  
 $A \gg 10m^2$  bruker derfor  $C_{pe_{10}}$

Sone inndeling:  $h \leq b$  som gir 1 sone



$$e = 2h = 2 \times 6,6m = 13,2m \quad \frac{h}{d} = 0,157 \leq 0,25$$

$$A = \frac{e}{5} = 2,64m = 2,7 m$$

$$B = e - A = 10,5 m$$

$$C = d - e = 28,8 m$$

Sone

$$D: C_{pe_{10}} = 0,7 + 0,3(\text{innvendig formfaktor } C_{pi}) = 1,0$$

$$E: C_{pe_{10}} = -0,3$$

$$A: C_{pe_{10}} = -1,2$$

$$B: C_{pe_{10}} = -0,8$$

$$C: C_{pe_{10}} = -0,5$$

$$q_{vind} = q_{kast} \times 1,0 (\text{sone } D) = 0,63 \frac{kN}{m^2}$$

$$q_{f,vind} \text{ på søyler: } 0,63 \frac{kN}{m^2} \times 6m \times 1,5 = 5,67 \frac{kN}{m}$$

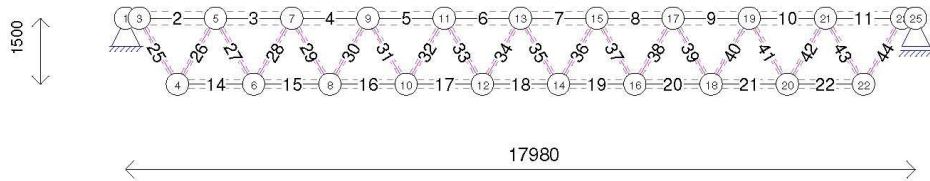
p.g.a.byggets nesten kvadratiske form brukes  $5,67 \frac{kN}{m}$  på alle søyler i yttervegg.

## 9.5.2.1 Gitterdrager 18 m

Prosjekt: Gitterdrager 18 meter

20.03.2009 10:27:41 Side:1

### 1. KONSTRUKSJONSMODELLOG LASTER



#### 1.1 KNOTEPUNKTSDATA

Nr	Koordinater [mm]		Randbetingelser		
	x	z	x	z	rot
1	-310	1500	F	F	
3	0	1500			
4	868	0			
5	1736	1500			
6	2604	0			
7	3472	1500			
8	4340	0			
9	5208	1500			
10	6076	0			
11	6944	1500			
12	7812	0			
13	8680	1500			
14	9548	0			
15	10416	1500			
16	11284	0			
17	12152	1500			
18	13020	0			
19	13888	1500			
20	14756	0			
21	15624	1500			
22	16492	0			
23	17360	1500			
25	17670	1500		F	

F = fastholdt/foreskrevet D = diskontinuerlig

#### 1.2 SEGMENTDATA

Nr	Type	Knutepunkt		Material Nr Navn	Tverrsnitt		Oppleggsbr. [mm]	
		1	2		Nr	Navn	1	2
1	bj-rt	1	3	5 S355, stål	1	HUP 300x200x10	0,0	0,0
2	bj-rt	3	5	5 S355, stål	1	HUP 300x200x10	0,0	0,0
3	bj-rt	5	7	5 S355, stål	1	HUP 300x200x10	0,0	0,0
4	bj-rt	7	9	5 S355, stål	1	HUP 300x200x10	0,0	0,0
5	bj-rt	9	11	5 S355, stål	1	HUP 300x200x10	0,0	0,0
6	bj-rt	11	13	5 S355, stål	1	HUP 300x200x10	0,0	0,0
7	bj-rt	13	15	5 S355, stål	1	HUP 300x200x10	0,0	0,0
8	bj-rt	15	17	5 S355, stål	1	HUP 300x200x10	0,0	0,0
9	bj-rt	17	19	5 S355, stål	1	HUP 300x200x10	0,0	0,0
10	bj-rt	19	21	5 S355, stål	1	HUP 300x200x10	0,0	0,0
11	bj-rt	21	23	5 S355, stål	1	HUP 300x200x10	0,0	0,0
12	bj-rt	23	25	5 S355, stål	1	HUP 300x200x10	0,0	0,0

Nr	Type	Knutepunkt		Material		Tverrsnitt		Oppleggsbr. [mm]	
		1	2	Nr	Navn	Nr	Navn	1	2
14	bj-rt	4	6	5	S355, stål	2	HUP 200x200x10	0,0	0,0
15	bj-rt	6	8	5	S355, stål	2	HUP 200x200x10	0,0	0,0
16	bj-rt	8	10	5	S355, stål	2	HUP 200x200x10	0,0	0,0
17	bj-rt	10	12	5	S355, stål	2	HUP 200x200x10	0,0	0,0
18	bj-rt	12	14	5	S355, stål	2	HUP 200x200x10	0,0	0,0
19	bj-rt	14	16	5	S355, stål	2	HUP 200x200x10	0,0	0,0
20	bj-rt	16	18	5	S355, stål	2	HUP 200x200x10	0,0	0,0
21	bj-rt	18	20	5	S355, stål	2	HUP 200x200x10	0,0	0,0
22	bj-rt	20	22	5	S355, stål	2	HUP 200x200x10	0,0	0,0
25	stav	3	4	5	S355, stål	3	HUP 100x100x8	0,0	0,0
26	stav	4	5	5	S355, stål	3	HUP 100x100x8	0,0	0,0
27	stav	5	6	5	S355, stål	3	HUP 100x100x8	0,0	0,0
28	stav	6	7	5	S355, stål	3	HUP 100x100x8	0,0	0,0
29	stav	7	8	5	S355, stål	3	HUP 100x100x8	0,0	0,0
30	stav	8	9	5	S355, stål	3	HUP 100x100x8	0,0	0,0
31	stav	9	10	5	S355, stål	3	HUP 100x100x8	0,0	0,0
32	stav	10	11	5	S355, stål	3	HUP 100x100x8	0,0	0,0
33	stav	11	12	5	S355, stål	3	HUP 100x100x8	0,0	0,0
34	stav	12	13	5	S355, stål	3	HUP 100x100x8	0,0	0,0
35	stav	13	14	5	S355, stål	3	HUP 100x100x8	0,0	0,0
36	stav	14	15	5	S355, stål	3	HUP 100x100x8	0,0	0,0
37	stav	15	16	5	S355, stål	3	HUP 100x100x8	0,0	0,0
38	stav	16	17	5	S355, stål	3	HUP 100x100x8	0,0	0,0
39	stav	17	18	5	S355, stål	3	HUP 100x100x8	0,0	0,0
40	stav	18	19	5	S355, stål	3	HUP 100x100x8	0,0	0,0
41	stav	19	20	5	S355, stål	3	HUP 100x100x8	0,0	0,0
42	stav	20	21	5	S355, stål	3	HUP 100x100x8	0,0	0,0
43	stav	21	22	5	S355, stål	3	HUP 100x100x8	0,0	0,0
44	stav	22	23	5	S355, stål	3	HUP 100x100x8	0,0	0,0

## 1.3 MATERIALTYPER

5	<b>S355, stål</b>		Material:	Stål
	Fasthetsklasse:	S355	Tyngdetetthet:	77,0 kN/m <sup>3</sup>
	Varmeutv.koeff.:	1,20e-005 C <sup>-1</sup>		
	Total vekt i konstruksjonen:	29,81 kN		

## 1.4 LASTTILFELLER

1	tak 0.5	Varighetsklasse: P								
		1 Vertikal proj.last	p1 = -5,40	p2 = -5,40	[kN/m]					
			x1 = -310	x2 = 17670	[mm]					
			Virker på segmentene:			1	2	3	4	5
						6	7	8	9	10
						11	12			
2	snø 4.5	Varighetsklasse: B								
		1 Vertikal proj.last	p1 = -48,60	p2 = -48,60	[kN/m]					
			x1 = -310	x2 = 17670	[mm]					
			Virker på segmentene:			1	2	3	4	5
						6	7	8	9	10
						11	12			

## 1.5 LASTKOMBINASJON

Beregning utført for lastkombinasjon

5 1.20 (1.00) \*tak 0.5 + 1.50 (1.00) \*snø 4.5 + 1.20 (1.00) \*&lt;kt&gt; (Brann)

Forskyvninger er beregnet i bruksgrensetilstanden, med angitte lastfaktorer i parentes.



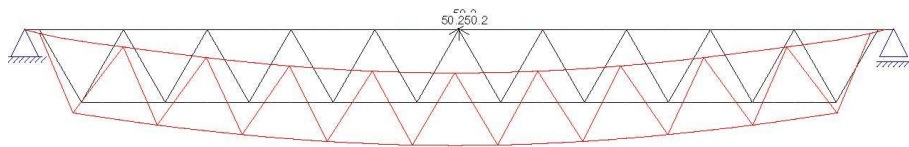
## 2. STATISKE BEREGNINGER basert på lineær teori

### 2.1 SAMMENDRAG STATIKK

Respons	M a x v e r d i			M i n v e r d i		
	Verdi	Seg. nr.	Snitt [mm]	Verdi	Seg. nr.	Snitt [mm]
M [kN·m]	28,48	12	0	-222,91	12	1736
V [kN]	196,89	2	1736	-200,54	12	0
N [kN]	2162,19	18	0	-2122,23	7	1302
u [mm]	1,2	44	1736	-10,0	14	0
w [mm]	0,0	1	0	-50,0	7	0

Forskyvninger er beregnet i bruksgrensetilstanden.

### 2.2 Forskyvningsdiagram



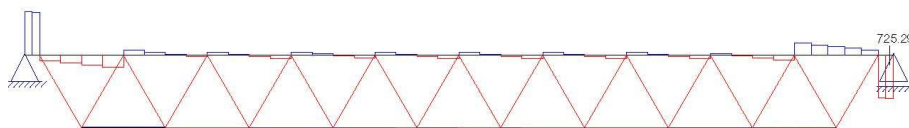
Største forskyvning: 50.2 mm (Bruksgrensetilstand)

### 2.3 Momentdiagram



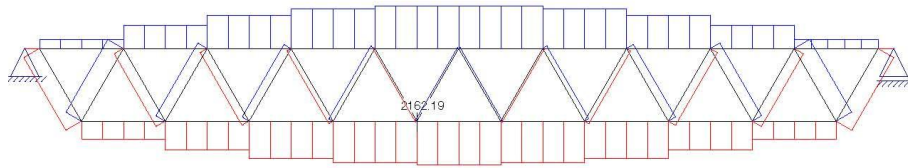
Største moment: -222.91 kN·m

### 2.4 Skjærkraftdiagram



Største skjærkraft: 725.29 kN

## 2.5 Aksialkraftdiagram

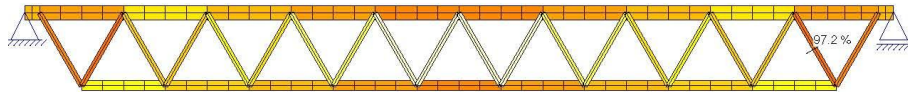


Største aksialkraft: 2162.19 kN

### 3. KAPASITETSKONTROLL basert på lineær teori

#### 3.1 SAMMENDRAG KAPASITETSKONTROLL

Kontroll	Maks. utnyttelse	Seg. nr.	Snitt [mm]
Stål, Plastisk tverrsn.kontroll	87,4 %	44	0
Stål, Plastisk stabilitet	97,2 %	43	0
Stål, Elastisk tverrsn.kontroll	94,0 %	11	1736
Stål, Elastisk stabilitet	97,2 %	43	0
Stål, Samlet kontroll	97,2 %	43	0



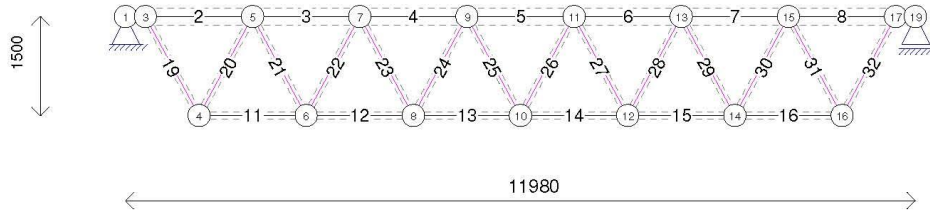
Maksimal kapasitetsutnyttelse: 97.2 %

## 9.5.2.1 Gitterdrager 12 m

Prosjekt: Gitterdrager 12 meter

20.03.2009 10:27:57 Side:1

### 1. KONSTRUKSJONSMODEL OG LASTER



#### 1.1 KNOTEPUNKTSDATA

Nr	Koordinater [mm]		Randbetingelser		
	x	z	x	z	rot
1	-300	1500	F	F	
3	0	1500			
4	813	-0			
5	1626	1500			
6	2439	-0			
7	3251	1500			
8	4064	-0			
9	4877	1500			
10	5690	-0			
11	6503	1500			
12	7316	-0			
13	8129	1500			
14	8941	-0			
15	9754	1500			
16	10567	-0			
17	11380	1500			
19	11680	1500		F	

F = fastholdt/foreskrevet D = diskontinuerlig

#### 1.2 SEGMENTDATA

Nr	Type	Knutepunkt		Material		Tverrsnitt		Oppleggsbr. [mm]	
		1	2	Nr	Navn	Nr	Navn	1	2
1	bj-rt	1	3	5	S355, stål	1	HUP 250x150x12.5	0,0	0,0
2	bj-rt	3	5	5	S355, stål	1	HUP 250x150x12.5	0,0	0,0
3	bj-rt	5	7	5	S355, stål	1	HUP 250x150x12.5	0,0	0,0
4	bj-rt	7	9	5	S355, stål	1	HUP 250x150x12.5	0,0	0,0
5	bj-rt	9	11	5	S355, stål	1	HUP 250x150x12.5	0,0	0,0
6	bj-rt	11	13	5	S355, stål	1	HUP 250x150x12.5	0,0	0,0
7	bj-rt	13	15	5	S355, stål	1	HUP 250x150x12.5	0,0	0,0
8	bj-rt	15	17	5	S355, stål	1	HUP 250x150x12.5	0,0	0,0
9	bj-rt	17	19	5	S355, stål	1	HUP 250x150x12.5	0,0	0,0
11	bj-rt	4	6	5	S355, stål	2	HUP 100x100x10	0,0	0,0
12	bj-rt	6	8	5	S355, stål	2	HUP 100x100x10	0,0	0,0
13	bj-rt	8	10	5	S355, stål	2	HUP 100x100x10	0,0	0,0
14	bj-rt	10	12	5	S355, stål	2	HUP 100x100x10	0,0	0,0
15	bj-rt	12	14	5	S355, stål	2	HUP 100x100x10	0,0	0,0
16	bj-rt	14	16	5	S355, stål	2	HUP 100x100x10	0,0	0,0
19	stav	3	4	5	S355, stål	3	HUP 100x100x8	0,0	0,0
20	stav	4	5	5	S355, stål	3	HUP 100x100x8	0,0	0,0
21	stav	5	6	5	S355, stål	4	HUP 100x100x5	0,0	0,0

Nr	Type	Knutepunkt		Material		Tverrsnitt		Oppleggsbr. [mm]	
		1	2	Nr	Navn	Nr	Navn	1	2
22	stav	6	7	5	S355, stål	4	HUP 100x100x5	0,0	0,0
23	stav	7	8	5	S355, stål	4	HUP 100x100x5	0,0	0,0
24	stav	8	9	5	S355, stål	4	HUP 100x100x5	0,0	0,0
25	stav	9	10	5	S355, stål	4	HUP 100x100x5	0,0	0,0
26	stav	10	11	5	S355, stål	4	HUP 100x100x5	0,0	0,0
27	stav	11	12	5	S355, stål	4	HUP 100x100x5	0,0	0,0
28	stav	12	13	5	S355, stål	4	HUP 100x100x5	0,0	0,0
29	stav	13	14	5	S355, stål	4	HUP 100x100x5	0,0	0,0
30	stav	14	15	5	S355, stål	4	HUP 100x100x5	0,0	0,0
31	stav	15	16	5	S355, stål	3	HUP 100x100x8	0,0	0,0
32	stav	16	17	5	S355, stål	3	HUP 100x100x8	0,0	0,0

## 1.3 MATERIALTYPER

5	<b>S355, stål</b>		Material:	Stål
	Fasthetsklasse:	S355	Tyngdetetthet:	77,0 kN/m <sup>3</sup>
	Varmeutv.koeff.:	1,20e-005 C <sup>-1</sup>		
	Total vekt i konstruksjonen:	15,26 kN		

## 1.4 LASTTILFELLER

1	snø 4.5	Varighetsklasse: B								
		1 Vertikal proj.last	p1 = -48,60	p2 = -48,60	[kN/m]					
			x1 = -300	x2 = 11680	[mm]					
			Virker på segmentene:			1	2	3	4	5
						6	7	8	9	
2	tak 0.5	Varighetsklasse: P								
		1 Vertikal proj.last	p1 = -5,40	p2 = -5,40	[kN/m]					
			x1 = -300	x2 = 11680	[mm]					
			Virker på segmentene:			1	2	3	4	5
						6	7	8	9	

## 1.5 LASTKOMBINASJON

Beregning utført for lastkombinasjon

$$3 \cdot 1.50 (1.00) * snø 4.5 + 1.20 (1.00) * tak 0.5 + 1.20 (1.00) * <kt> \text{ (Bruddgrensetilstand)}$$

Forskyvninger er beregnet i bruksgrensetilstanden, med angitte lastfaktorer i parentes.

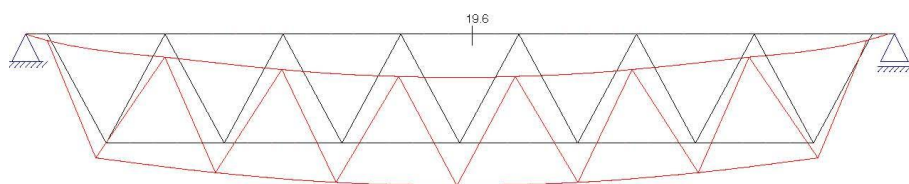
## 2. STATISKE BEREGNINGER basert på lineær teori

## 2.1 SAMMENDRAG STATIKK

Respons	M a x v e r d i			M i n v e r d i		
	Verdi	Seg. nr.	Snitt [mm]	Verdi	Seg. nr.	Snitt [mm]
M [kN·m]	35,11	9	0	-141,78	9	1626
V [kN]	160,98	2	1626	-160,98	9	0
N [kN]	942,71	14	0	-942,85	5	0
u [mm]	2,1	32	1626	-4,7	11	0
w [mm]	0,0	1	0	-19,5	5	975

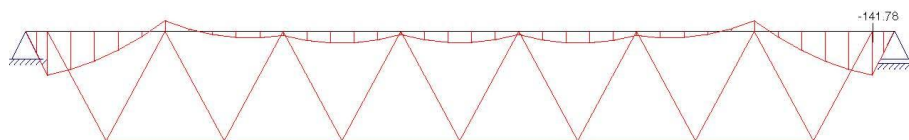
Forskyvninger er beregnet i bruksgrensetilstanden.

2.2 Forskyvningsdiagram



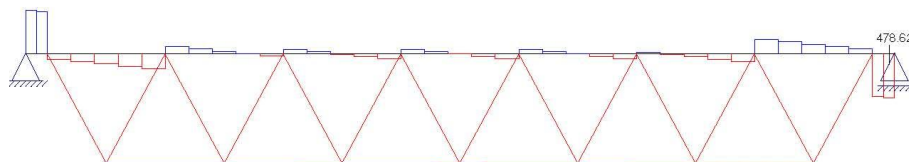
Største forskyvning: 19.6 mm (Bruksgrensetilstand)

2.3 Momentdiagram



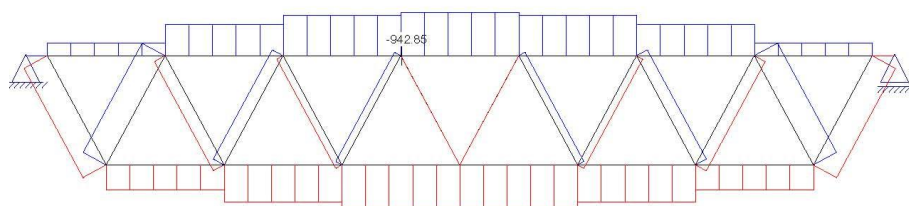
Største moment: -141.78 kN-m

2.4 Skjærkraftdiagram



Største skjærkraft: 478.62 kN

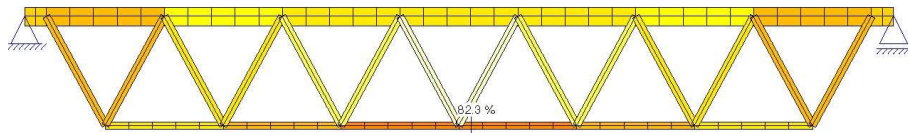
2.5 Aksialkraftdiagram



Største aksialkraft: -942.85 kN

**3. KAPASITETSKONTROLL basert på lineær teori****3.1 SAMMENDRAG KAPASITETSKONTROLL**

Kontroll	Maks. utnyttelse	Seg. nr.	Snitt [mm]
Stål, Plastisk tverrsn.kontroll	82,3 %	14	0
Stål, Plastisk stabilitet	68,3 %	31	0
Stål, Elastisk tverrsn.kontroll	88,0 %	13	1301
Stål, Elastisk stabilitet	82,5 %	8	0
Stål, Samlet kontroll	82,3 %	14	0



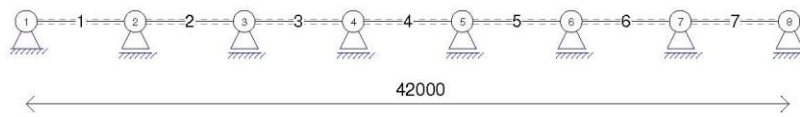
Maksimal kapasitetsutnyttelse: 82,3 %

## 9.5.2.2 Bjelke i tak akse 07

Prosjekt: Bjelke EF - 07

20.03.2009 10:28:41 Side:1

### 1. KONSTRUKSJONSMODELL OG LASTER



#### 1.1 KNOTEPUNKTSDATA

Nr	Koordinater [mm]		Randbetingelser		
	x	z	x	z	rot
1	0	0	F	F	
2	6000	0		F	
3	12000	0		F	
4	18000	0		F	
5	24000	0		F	
6	30000	0		F	
7	36000	0		F	
8	42000	0		F	

F = fastholdt/foreskrevet D = diskontinuerlig

#### 1.2 SEGMENTDATA

Nr	Type	Knutepunkt		Material		Tverrsnitt		Oppleggsbr. [mm]	
		1	2	Nr	Navn	Nr	Navn	1	2
1	bj-rt	1	2	5	S355, stål	1	HEB 280	0,0	0,0
2	bj-rt	2	3	5	S355, stål	1	HEB 280	0,0	0,0
3	bj-rt	3	4	5	S355, stål	1	HEB 280	0,0	0,0
4	bj-rt	4	5	5	S355, stål	1	HEB 280	0,0	0,0
5	bj-rt	5	6	5	S355, stål	1	HEB 280	0,0	0,0
6	bj-rt	6	7	5	S355, stål	1	HEB 280	0,0	0,0
7	bj-rt	7	8	5	S355, stål	1	HEB 280	0,0	0,0

#### 1.3 MATERIALTYPER

5	<b>S355, stål</b>								
	Fasthetsklasse:		S355	Material:		Stål			
	Varmeutv.koeff.:		1,20e-005 C^-1	Tyngdetetthet:		77,0 kN/m^3			
	Total vekt i konstruksjonen:		42,37 kN						

#### 1.4 LASTTILFELLER

1	vind 3.8	Varighetsklasse: I							
		1	Konsentrert x-kraft	6,30 kN	på segm.	1	s =	0 mm	
2	snø 4.5	Varighetsklasse: B							
		1	Vertikal proj.last	p1 = -50,00	p2 = -50,00	[kN/m]			
				x1 = 0	x2 = 42000	[mm]			
				Virker på segmentene:			1 2 3 4 5		
							6 7		
3	tak 0.5	Varighetsklasse: P							
		1	Vertikal proj.last	p1 = -5,50	p2 = -5,50	[kN/m]			
				x1 = -0	x2 = 42000	[mm]			
				Virker på segmentene:			1 2 3 4 5		
							6 7		

## 1.4 LASTTILFELLER fortsatt

## 1.5 LASTKOMBINASJON

Beregning utført for lastkombinasjon

$$5 \cdot 1.50 (1.00) \cdot \text{vind } 3.8 + 1.50 (1.00) \cdot \text{snø } 4.5 + 1.20 (1.00) \cdot \text{tak } 0.5 + 1.20 (1.00) \cdot \text{<k} \\ \text{t> (Brann)}$$

Forskyvninger er beregnet i bruksgrensetilstanden, med angitte lastfaktorer i parentes.

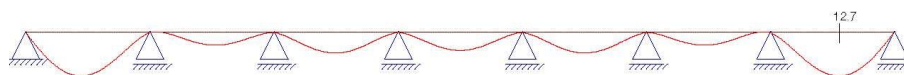
**2. STATISKE BEREGNINGER basert på lineær teori**

## 2.1 SAMMENDRAG STATIKK

Respons	M a x v e r d i			M i n v e r d i		
	Verdi	Seg. nr.	Snitt [mm]	Verdi	Seg. nr.	Snitt [mm]
M [kN·m]	312,52	1	6000	-232,71	1	2333
V [kN]	297,07	1	6000	-297,07	7	0
N [kN]	0,00	7	0	0,00	7	0
u [mm]	0,0	7	0	0,0	7	0
w [mm]	0,2	6	5667	-12,7	7	3333

Forskyvninger er beregnet i bruksgrensetilstanden.

## 2.2 Forskyvningsdiagram



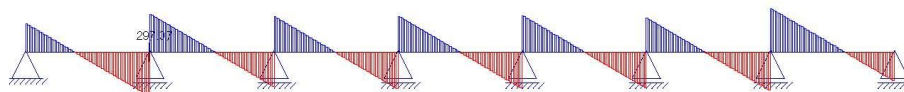
Største forskyvning: 12.7 mm (Bruksgrensetilstand)

## 2.3 Momentdiagram



Største moment: 312.52 kN·m

## 2.4 Skjærkraftdiagram



Største skjærkraft: 297.07 kN



## 2.5 Aksialkraftdiagram



Største aksialkraft: 0.00 kN

### 3. KAPASITETSKONTROLL basert på lineær teori

#### 3.1 SAMMENDRAG KAPASITETSKONTROLL

Kontroll	Maks. utnyttelse	Seg. nr.	Snitt [mm]
Stål, Plastisk tverrsn.kontroll	57,4 %	1	6000
Stål, Plastisk stabilitet	82,2 %	1	0
Stål, Elastisk tverrsn.kontroll	73,1 %	1	6000
Stål, Elastisk stabilitet	88,7 %	1	0
Stål, Samlet kontroll	82,2 %	1	0



Maksimal kapasitetsutnyttelse: 82.2 %

## Branndimensjonering - akse 07

Denne bjelken ligger oppe på søylene i akse 07 og holder taket.

Bjelken er eksponert på tre sider og er isolert med Rockwool Conlit 150. Denne isolasjonen har en varmekonduktivitet,  $\lambda_D$ , på 0,038

Bjelken vil bli modellert i Focus

Prøver HE 280 B

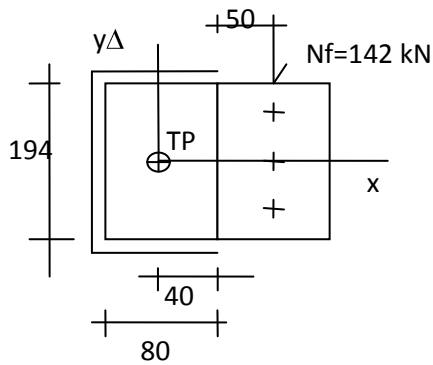
$$\frac{Ap}{\lambda_D} = \frac{0,84}{0,0131} = 1687$$

$$\theta_{a30} = 218[1687^{0,2} - 2,79] = 355^\circ\text{C}$$

Har en maksimal utnyttelse på 88,7%.

Bruker HE 280 B med 20 mm Conlit 150

## Lasking av takbjelker i akse 07



### Bjelke HE280 B

→  $t_w = 10,5 \text{ mm}$  gir at laskeplate bør minste tykkelsen  $t = 10,5 \text{ mm}$

### Skruehull

Antar 3 stk  $\varnothing 20 \text{ M8.8}$  bolter

$$p_1 \geq 2,5d_0 = 55 \text{ mm}$$

$$e_1 \geq 2,0d_0 = 42 \text{ mm}$$

$$e_2 \geq 1,5d_0 = 33 \text{ mm} \approx 50 \text{ med mer}$$

$$\text{Kontroll: } 194 - 42 - 55 - 55 - 42 = 0 \rightarrow \text{OK}$$

### Sveis

$$e = 40 + 50 = 90 \text{ mm}$$

$$e' \times 548 = 2 \times 80 \times 40 + 194 \times 80 \rightarrow e' = 40 \text{ mm}$$

$$f_{vw,d} = \frac{510}{1,25\sqrt{3} \times 0,9} = 261,7 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$I_x = 2 \frac{1}{12} a 194^3 + 2a 80 \times 97^2 = 2\,722\,337a$$

$$I_y = 2 \frac{1}{12} a 80^3 + 2a 194 \times 40^2 = 706\,133a$$

$$I_p = 3\,428\,471a$$

$$\tau_y = \frac{pe}{I_p} x_{\max} + \frac{P}{As} = \frac{142000 \times 90 \times 40}{I_p} + \frac{142000}{548a} \rightarrow \tau_y a = 408,33$$

$$\tau_x = \frac{pe}{I_p} y_{\max} = \frac{142000 \times 90 \times 97}{I_p} \rightarrow \tau_x a = 361,60$$

$$a \times f_{vw,d} \geq \sqrt{361,6^2 + 408,23^2} = 545 \frac{\text{N}}{\text{mm}}$$

$$a_{\min} = \frac{545}{f_{vw,d}} = 2,08 \text{ mm} \rightarrow a = 3 \text{ mm}$$

Bruk sveis med  $a = 3 \text{ mm}$

### Laskeplate

Prøver 3 stk 20mm bolter, fasthetsklasse M8.8

$$\text{Netto areal } A_{NET} = 194 - (22 \times 3)t = 128t$$

$$\tau_{\max} = \frac{1,1 \times 3 \times V_d}{2A_{NET}} \leq \tau_d = \frac{f_y}{\gamma M_2 \sqrt{3}} = \frac{355}{1,25\sqrt{3}} = 164 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$A_{NET} = 128t \geq \frac{1,1 \times 3 \times V}{2 \times 164} \rightarrow t_{\min} = 11,16 \text{ mm} \approx 12 \text{ mm}$$

Bruk laskeplate med  $t = 12 \text{ mm}$

## Bolter

Avskjæring

$$f_{vd} = 0,48 \times 800 = 384 \frac{N}{mm^2}$$

3 avskjæringssnitt

$$\rightarrow A_{s_{min}} \geq \frac{142000}{3 \times 384} = 123 mm^2$$

Prøver 3 stk 16mm bolter,  $A_s = 157 mm^2$   $d_0 = 18 mm$

Hullkanttrykk

$$F_{b,d} = \frac{c \alpha 2,5 f_u d t}{\gamma M_2} \rightarrow c \alpha 2 f_u d t$$

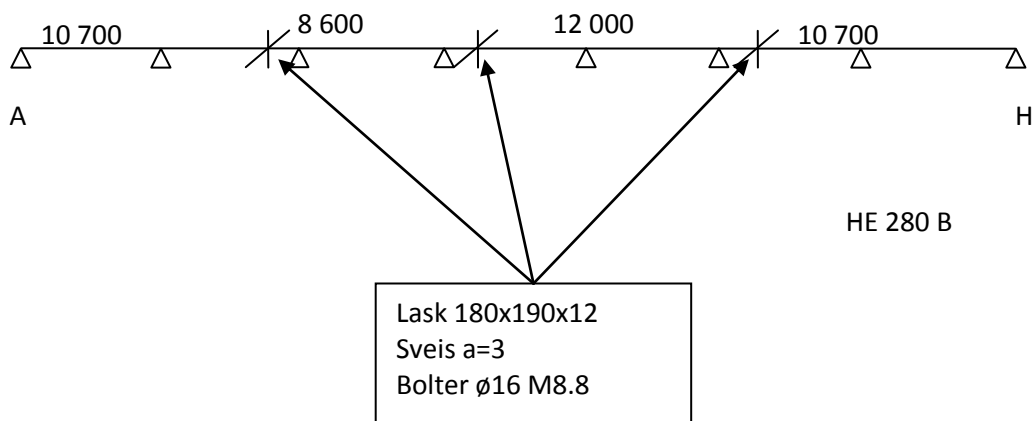
$$c = 1,0$$

$$\alpha = 0,768 = 0,77$$

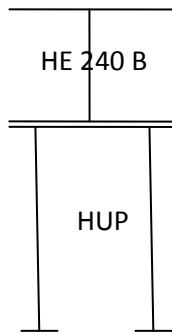
$$F_{b,d} = (1 \times 0,77 \times 510 \times 16 \times 12 \times 2) \times 3 = 226\,195 > 142\,000 \text{ OK}$$

Bruk 3 stk 16mm M8.8 bolter

## Plassering av lasker



## Festing av takbjelke til søyler i akse 07



HE 240 B

H=240

B=240

$I_y = 112,6 \times 10^6$

$$\sigma_{snitt (flens)} = \frac{M}{I_y} e = \frac{175,4 \times 10^6}{112,6 \times 10^6} \times \frac{1}{2} \times (240 - 17) = 173,7$$

$$\text{Totalt trykk i flens} - N(\text{flens}) = 173,7 \times 240 \times 17 = 708,6 \text{ kN}$$

$$H = 2\% \text{ av } N(\text{flens}) = 14,2 \text{ kN}$$

$$M_{avst} = H \frac{ab}{l} = 14,2 \frac{0,24 \times 5,76}{6} = 3,27 \text{ kNm}$$

100mm mellom bolter, 0,1m

$$\frac{3,27}{0,1} = 32,7 \text{ kN}$$

$$A_{sbolt} = \frac{32700}{\frac{355}{1,1}} = 101,3 \text{ mm}^2$$

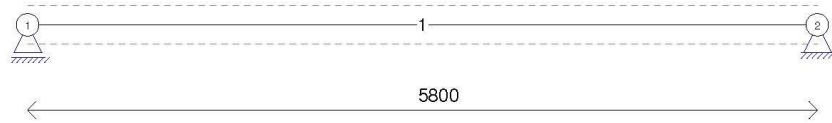
Bruk 2 stk  $\varnothing 16$ mm M8.8 bolter på hver side

## 9.5.2.2 Bjelke EF07

Prosjekt: Bjelke 07 EF til å holde hulldekke

20.03.2009 10:29:17 Side:1

### 1. KONSTRUKSJONSMODELL OG LASTER



#### 1.1 KNOTEPUNKTSDATA

Nr	Koordinater [mm]		Randbetingelser		
	x	z	x	z	rot
1	0	0			F
2	5800	0	F	F	F

F = fastholdt/foreskrevet D = diskontinuerlig

#### 1.2 SEGMENTDATA

Nr	Type	Knutepunkt		Material		Tverrsnitt		Oppleggsbr. [mm]	
		1	2	Nr	Navn	Nr	Navn	1	2
1	bj-rt	1	2	5	S355, stål	1	HEB 280	0,0	0,0

#### 1.3 MATERIALTYPER

5	<b>S355, stål</b>								
	Fasthetsklasse:		S355			Material:	Stål		
	Varmeutv.koeff.:		1,20e-005 C^-1			Tyngdetetthet:	77,0 kN/m^3		
	Total vekt i konstruksjonen:		5,85 kN						

#### 1.4 LASTTILFELLER

1	94.5 KN/1.2 M		Varighetsklasse: P						
			1 Vertikal proj.last			p1 = -78,75	p2 = -78,75	[kN/m]	
						x1 = -0	x2 = 5800	[mm]	
						Virker på segmentene:	1		

#### 1.5 LASTKOMBINASJON

Beregning utført for lastkombinasjon

1 1.00\*94.5 KN/1.2 M + 1.20\*<kt> (Brann)

### 2. STATISKE BEREGNINGER basert på lineær teori

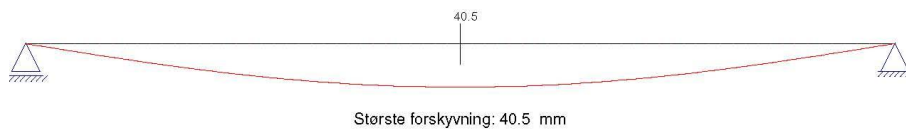
#### 2.1 SAMMENDRAG STATIKK

Respos	M a x v e r d i			M i n v e r d i		
	Verdi	Seg. nr.	Snitt [mm]	Verdi	Seg. nr.	Snitt [mm]
M [kN·m]	0,00	1	5800	-336,23	1	2900
V [kN]	228,57	1	5800	-228,57	1	0
N [kN]	0,00	1	0	0,00	1	0
u [mm]	0,0	1	0	0,0	1	0

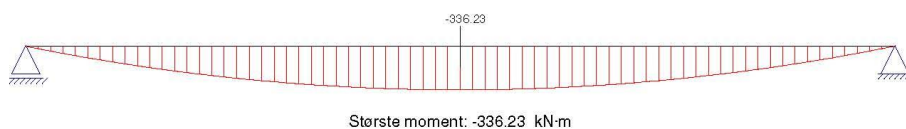
## 2.1 SAMMENDRAG STATIKK fortsatt

Respons	M a x v e r d i			M i n v e r d i		
	Verdi	Seg. nr.	Snitt [mm]	Verdi	Seg. nr.	Snitt [mm]
w [mm]	0,0	1	0	-40,5	1	2900

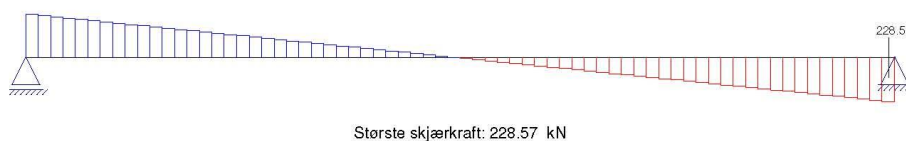
## 2.2 Forskyvningsdiagram



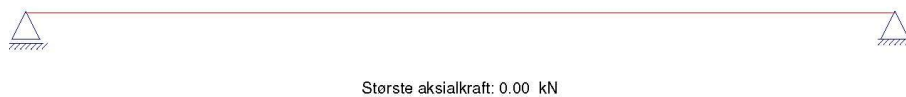
## 2.3 Momentdiagram



## 2.4 Skjærkraftdiagram



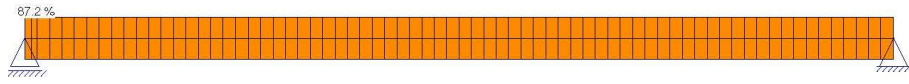
## 2.5 Aksialkraftdiagram



## 3. KAPASITETSKONTROLL basert på lineær teori

## 3.1 SAMMENDRAG KAPASITETSKONTROLL

Kontroll	Maks. utnyttelse	Seg. nr.	Snitt [mm]
Stål, Plastisk tverrsn.kontroll	61,7 %	1	2900
Stål, Plastisk stabilitet	87,2 %	1	0
Stål, Elastisk tverrsn.kontroll	68,8 %	1	2900
Stål, Elastisk stabilitet	94,4 %	1	0
Stål, Samlet kontroll	87,2 %	1	0



Maksimal kapasitetsutnyttelse: 87.2 %



## Branndimensjonering - akse 07

Denne bjelken spenner mellom søylene i akse 07 og er til for å holde hulldekke.

Bjelken er eksponert på tre sider og er isolert med Rockwool Conlit 150. Denne isolasjonen har en varmekonduktivitet,  $\lambda_D$ , på 0,038

Bjelken vil bli modellert i Focus

Prøver HE 280 B

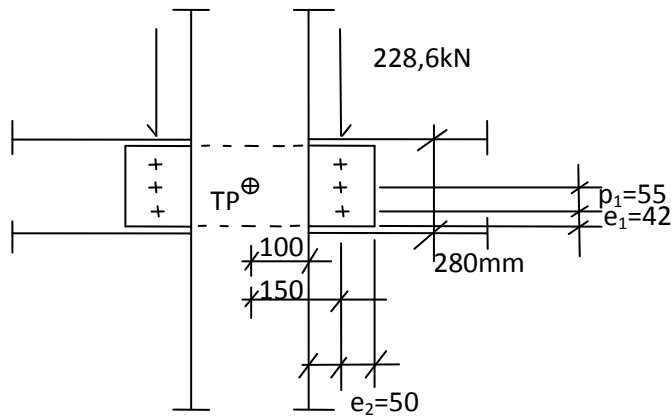
$$\frac{Ap}{\lambda_D} = \frac{0,84}{0,0131} = 1687$$

$$\theta_{a30} = 218[1687^{0,2} - 2,79] = 355^\circ\text{C}$$

Har en maksimal utnyttelse på 90,7%.

Bruker HE 280 B med 20 mm Conlit 150

## Innfesting av bjelker til å holde hulldekke i akse 07



Bolter  $\varnothing 20$   
 $P_1 \geq 2,5d_0 = 55$   
 $e_1 \geq 2,0d_0 \approx 42$   
 $P_1 \geq 2,5d_0 \approx 50$

### Sveis til å ta moment

$$M_f = 0,15m \times 228,6kN = 34,3kNm = 34,3 \times 10^6 Nmm$$

$$P = \frac{34,3 \times 10^6}{100} = 343\,000N$$

$$a = \frac{343\,000}{\left(\frac{510}{1,25\sqrt{3}} \times 0,9\right) \times 194 \times 2} = 3,4mm$$

Bruk sveis med a=4mm

### Plate

$$V_f = 228,6kN$$

$$A_N = 194 - (3 \times 22) = 128t$$

$$\tau_{max} = \frac{1,1 \times 3 \times 228,6 \times 10^3}{2 \times 128t} \leq \tau_d$$

$$\tau_d = \frac{f_y}{1,25\sqrt{3}} = \frac{355}{1,25\sqrt{3}} = 164 \frac{N}{mm^2}$$

$$A_N = 194t \geq \frac{1,1 \times 3 \times V_f}{2 \times 164} \rightarrow t = \frac{3,3 \times 228600}{2 \times 164 \times 128} = 17,97 \approx 18mm \text{ evt } 20mm$$

Bruk laskeplate 194x400x20

### Bolter

Prøver 3 stk  $\varnothing 20mm$  M8.8  $d_0=22$

Avskjæring, 3 snitt

$$f_{vd} = 0,48 \times 800 = 384 \frac{N}{mm^2}$$

$$A_{smin} \geq \frac{228\,600}{3 \times 384} = 198mm^2 \rightarrow \text{Prøv 3 stk } \varnothing 20 \text{ M8.8 } A_s = 245 d_0 = 22$$

Hullkanttrykk

$$F_{b,d} = c\alpha 2f_u dt$$

Hvor  $c = 1,0$  og  $\alpha = 0,58$

$$F_{b,d} = 1,0 \times 0,58 \times 2 \times 510 \times 20 \times 20 \times 3 = 709,92kN$$

$$F_{b,d} > V_f \rightarrow OK$$

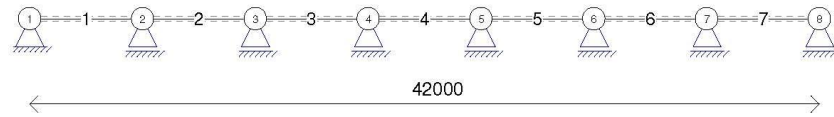
Bruk 3 stk  $\varnothing 20mm$  M8.8

## 9.5.2.2 Bjelker tak akse 09

Prosjekt: Bjelke EF - 09

20.03.2009 10:28:16 Side:1

### 1. KONSTRUKSJONSMODEL OG LASTER



#### 1.1 KNOTEPUNKTSDATA

Nr	Koordinater [mm]		Randbetingelser		
	x	z	x	z	rot
1	0	0	F	F	
2	6000	0		F	
3	12000	0		F	
4	18000	0		F	
5	24000	0		F	
6	30000	0		F	
7	36000	0		F	
8	42000	0		F	

F = fastholdt/foreskrevet D = diskontinuerlig

#### 1.2 SEGMENTDATA

Nr	Type	Knutepunkt		Material		Tverrsnitt		Oppleggsbr. [mm]	
		1	2	Nr	Navn	Nr	Navn	1	2
1	bj-rt	1	2	5	S355, stål	1	HEB 240	0,0	0,0
2	bj-rt	2	3	5	S355, stål	1	HEB 240	0,0	0,0
3	bj-rt	3	4	5	S355, stål	1	HEB 240	0,0	0,0
4	bj-rt	4	5	5	S355, stål	1	HEB 240	0,0	0,0
5	bj-rt	5	6	5	S355, stål	1	HEB 240	0,0	0,0
6	bj-rt	6	7	5	S355, stål	1	HEB 240	0,0	0,0
7	bj-rt	7	8	5	S355, stål	1	HEB 240	0,0	0,0

#### 1.3 MATERIALTYPER

5	<b>S355, stål</b>			Material:	Stål
	Fasthetsklasse:	S355		Tyngdetetthet:	77,0 kN/m <sup>3</sup>
	Varmeutv.koeff.:	1,20e-005 C <sup>-1</sup>			
	Total vekt i konstruksjonen:	34,28 kN			

#### 1.4 LASTTILFELLER

1	vind 3.8	Varighetsklasse: I							
		1	Konsentrert x-kraft	5,70 kN	på segm.	1	s =	0 mm	
2	snø 4.5	Varighetsklasse: B							
		1	Vertikal proj.last	p1 = -25,70	p2 = -25,70	[kN/m]			
				x1 = 0	x2 = 42000	[mm]			
			Virker på segmentene:	1	2	3	4	5	
				6	7				
3	tak 0.5	Varighetsklasse: P							
		1	Vertikal proj.last	p1 = -5,70	p2 = -5,70	[kN/m]			
				x1 = -0	x2 = 42000	[mm]			
			Virker på segmentene:	1	2	3	4	5	
				6	7				

## 1.4 LASTTILFELLER fortsatt

## 1.5 LASTKOMBINASJON

Beregning utført for lastkombinasjon

$$8 \cdot 1.50 (1.00) \cdot \text{vind } 3.8 + 1.50 (1.00) \cdot \text{snø } 4.5 + 1.20 (1.00) \cdot \text{tak } 0.5 + 1.20 (1.00) \cdot \text{<k t> (Brann)}$$

Forskyvninger er beregnet i bruksgrensetilstanden, med angitte lastfaktorer i parentes.

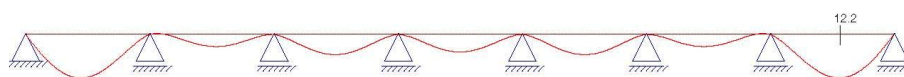
**2. STATISKE BEREGNINGER basert på lineær teori**

## 2.1 SAMMENDRAG STATIKK

Respons	M a x v e r d i			M i n v e r d i		
	Verdi	Seg. nr.	Snitt [mm]	Verdi	Seg. nr.	Snitt [mm]
M [kN·m]	175,37	1	6000	-130,19	1	2357
V [kN]	166,68	1	6000	-166,68	7	0
N [kN]	0,00	7	0	0,00	7	0
u [mm]	0,0	7	0	0,0	7	0
w [mm]	0,2	6	5643	-12,2	7	3357

Forskyvninger er beregnet i bruksgrensetilstanden.

## 2.2 Forskyvningsdiagram



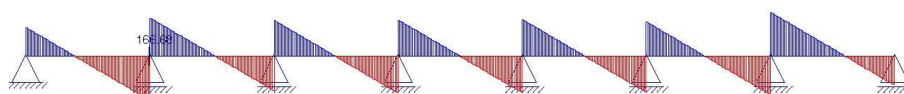
Største forskyvning: 12.2 mm (Bruksgrensetilstand)

## 2.3 Momentdiagram



Største moment: 175.37 kN·m

## 2.4 Skjærkraftdiagram



Største skjærkraft: 166.68 kN

## 2.5 Aksialkraftdiagram



Største aksialkraft: 0.00 kN

### 3. KAPASITETSKONTROLL basert på lineær teori

#### 3.1 SAMMENDRAG KAPASITETSKONTROLL

Kontroll	Maks. utnyttelse	Seg. nr.	Snitt [mm]
Stål, Plastisk tverrsn.kontroll	46,9 %	1	6000
Stål, Plastisk stabilitet	70,1 %	1	0
Stål, Elastisk tverrsn.kontroll	55,9 %	1	6000
Stål, Elastisk stabilitet	75,7 %	1	0
Stål, Samlet kontroll	70,1 %	1	0



Maksimal kapasitetsutnyttelse: 70.1 %

## Branndimensjonering - akse 09

Denne bjelken ligger oppe på søylene i akse 09 og holder taket.

Bjelken er eksponert på tre sider og er isolert med Rockwool Conlit 150. Denne isolasjonen har en varmekonduktivitet,  $\lambda_D$ , på 0,038

Bjelken vil bli modellert i Focus

Prøver HE 240 B

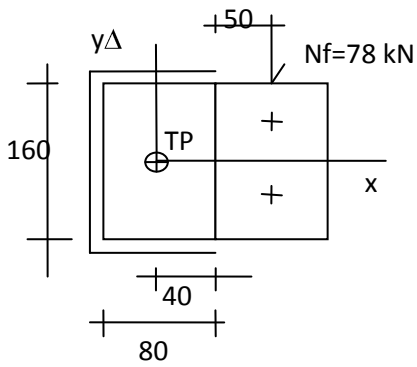
$$\frac{Ap}{\lambda_D} = \frac{0,72}{0,0106} = 1787,5$$

$$\theta_{a30} = 218[1787,5^{0,2} - 2,79] = 367^\circ\text{C}$$

Har en maksimal utnyttelse på 75,7%.

Bruker HE 240 B med 20 mm Conlit 150

## Lasking av takbjelker i akse 09



### Bjelke HE240 B

→  $t_w = 10 \text{ mm}$  gir at laskeplate bør minste tykkelsen  $t = 10 \text{ mm}$

### Skruehull

Antar 2 stk  $\varnothing 20 \text{ mm}$  M8.8 bolter

$$p_1 \geq 2,5d_0 = 55 \text{ mm} \approx 60 \text{ mm}$$

$$e_1 \geq 2,0d_0 = 44 \text{ mm} \approx 50 \text{ mm}$$

$$e_2 \geq 1,5d_0 = 33 \text{ mm} \approx 50 \text{ mm}$$

Kontroll:  $160 - 50 - 60 - 50 = 0 \rightarrow \text{OK}$

### Sveis

$$e = 40 + 50 = 90 \text{ mm}$$

$$e' \times 480 = 2 \times 80 \times 40 + 160 \times 80 \rightarrow e' = 40 \text{ mm}$$

$$f_{vw,d} = \frac{510}{1,25\sqrt{3} \times 0,9} = 261,7 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$I_x = 2 \frac{1}{12} a 160^3 + 2a 80 \times 80^2 = 1\,706\,667a$$

$$I_y = 2 \frac{1}{12} a 80^3 + 2a 160 \times 40^2 = 597\,333a$$

$$I_p = 2\,304\,000a$$

$$\tau_y = \frac{pe}{I_p} x_{\max} + \frac{P}{As} = \frac{78000 \times 90 \times 40}{I_p} + \frac{78000}{480a} \rightarrow \tau_y a = 284,4$$

$$\tau_x = \frac{pe}{I_p} y_{\max} = \frac{78000 \times 90 \times 40}{I_p} \rightarrow \tau_x a = 243,8$$

$$a \times f_{vw,d} \geq \sqrt{284,4^2 + 243,8^2} = 374,6 \frac{\text{N}}{\text{mm}}$$

$$a_{\min} = \frac{374,6}{f_{vw,d}} = 1,4 \text{ mm} \rightarrow a = 3 \text{ mm}$$

Bruk sveis med  $a = 3 \text{ mm}$

### Laskeplate

Prøver 2 stk  $\varnothing 20 \text{ mm}$  bolter, fasthetsklasse M8.8

$$\text{Netto areal } A_{NET} = 160 - (22 \times 2)t = 116t$$

$$\tau_{\max} = \frac{1,1 \times 3 \times V_d}{2A_{NET}} \leq \tau_d = \frac{f_y}{\gamma M_2 \sqrt{3}} = \frac{355}{1,25\sqrt{3}} = 164 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$A_{NET} = 116t \geq \frac{1,1 \times 3 \times V}{2 \times 164} \rightarrow t_{\min} = 6,77 \text{ mm} \approx 8 \text{ mm}$$

Bruk laskeplate med  $t = 10 \text{ mm}$

## Bolter

Avskjæring

$$f_{vd} = 0,48 \times 800 = 384 \frac{N}{mm^2}$$

2 avskjæringssnitt

$$\rightarrow A_{smin} \geq \frac{78000}{2 \times 384} = 101 mm^2$$

Prøver 2 stk  $\varnothing 16$ mm bolter,  $A_s = 157 mm^2$   $d_0 = 18$ mm

Hullkanttrykk

$$F_{b,d} = \frac{c\alpha 2,5f_u dt}{\gamma M_2} \rightarrow c\alpha 2f_u dt$$

$$c = 1,0$$

$$\alpha = 0,58$$

$$F_{b,d} = (1 \times 0,58 \times 2 \times 510 \times 16 \times 10) \times 2 = 189\,312 > 142\,000 \text{ OK}$$

Bruk 2 stk 16mm M8.8 bolter

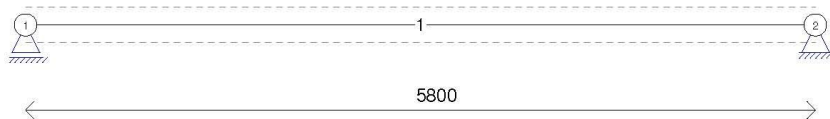


## 9.5.2.2 Bjelke EF09

Prosjekt: Bjelke 07 EF til å holde hulldekke

20.03.2009 10:29:02 Side:1

### 1. KONSTRUKSJONSMODELL OG LASTER



#### 1.1 KNOTEPUNKTSDATA

Nr	Koordinater [mm]		Randbetingelser		
	x	z	x	z	rot
1	0	0			F
2	5800	0	F	F	F

F = fastholdt/foreskrevet D = diskontinuerlig

#### 1.2 SEGMENTDATA

Nr	Type	Knutepunkt		Material		Tverrsnitt		Oppleggsbr. [mm]	
		1	2	Nr	Navn	Nr	Navn	1	2
1	bj-rt	1	2	5	S355, stål	1	HEB 260	0,0	0,0

#### 1.3 MATERIALTYPER

5	<b>S355, stål</b>								
	Fasthetsklasse:		S355		Material:		Stål		
	Varmeutv.koeff.:		1,20e-005 C^-1		Tyngdetetthet:		77,0 kN/m^3		
	Total vekt i konstruksjonen:		5,27 kN						

#### 1.4 LASTTILFELLER

1	79.2 KN/1.2 M		Varighetsklasse: P						
			1 Vertikal proj.last		p1 = -66,00	p2 = -66,00	[kN/m]		
					x1 = 0	x2 = 5800	[mm]		
					Virker på segmentene:	1			

#### 1.5 LASTKOMBINASJON

Beregning utført for lastkombinasjon

1 1.00\*79.2 KN/1.2 M + 1.20\*<kt> (Brann)

### 2. STATISKE BEREGNINGER basert på lineær teori

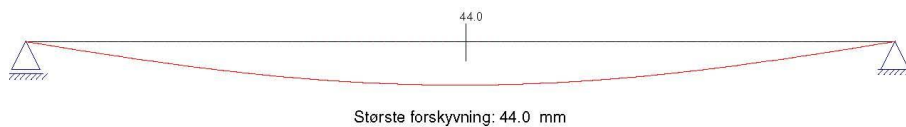
#### 2.1 SAMMENDRAG STATIKK

Respos	M a x v e r d i			M i n v e r d i		
	Verdi	Seg. nr.	Snitt [mm]	Verdi	Seg. nr.	Snitt [mm]
M [kN·m]	0,00	1	0	-282,06	1	2861
V [kN]	191,97	1	5800	-191,97	1	0
N [kN]	0,00	1	0	0,00	1	0
u [mm]	0,0	1	0	0,0	1	0

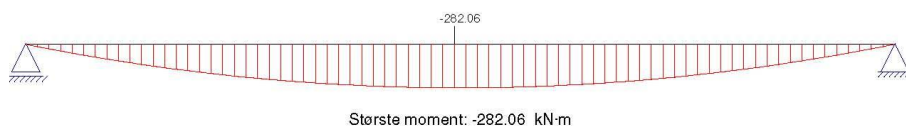
## 2.1 SAMMENDRAG STATIKK fortsatt

Respons	M a x v e r d i			M i n v e r d i		
	Verdi	Seg. nr.	Snitt [mm]	Verdi	Seg. nr.	Snitt [mm]
w [mm]	0,0	1	0	-44,0	1	2939

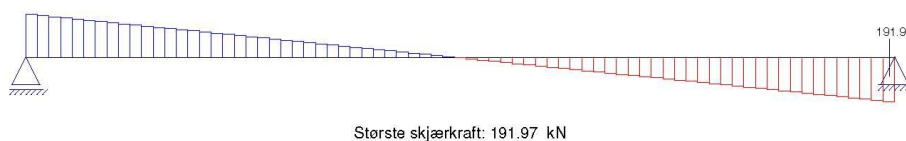
## 2.2 Forskyvningsdiagram



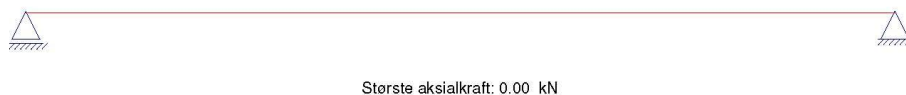
## 2.3 Momentdiagram



## 2.4 Skjærkraftdiagram



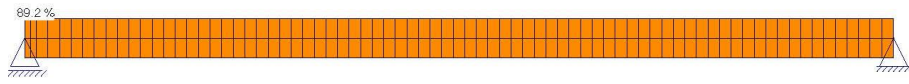
## 2.5 Aksialkraftdiagram



## 3. KAPASITETSKONTROLL basert på lineær teori

## 3.1 SAMMENDRAG KAPASITETSKONTROLL

Kontroll	Maks. utnyttelse	Seg. nr.	Snitt [mm]
Stål, Plastisk tverrsn.kontroll	62,0 %	1	2861
Stål, Plastisk stabilitet	89,2 %	1	0
Stål, Elastisk tverrsn.kontroll	69,2 %	1	2861
Stål, Elastisk stabilitet	96,5 %	1	0
Stål, Samlet kontroll	89,2 %	1	0



Maksimal kapasitetsutnyttelse: 89.2 %

## Branndimensjonering - akse 09

Denne bjelken spenner mellom søylene i akse 09 og holder hulldekket.

Bjelken er eksponert på tre sider og er isolert med Rockwool Conlit 150. Denne isolasjonen har en varmekonduktivitet,  $\lambda_D$ , på 0,038

Bjelken vil bli modellert i Focus

Prøver HE 260 B

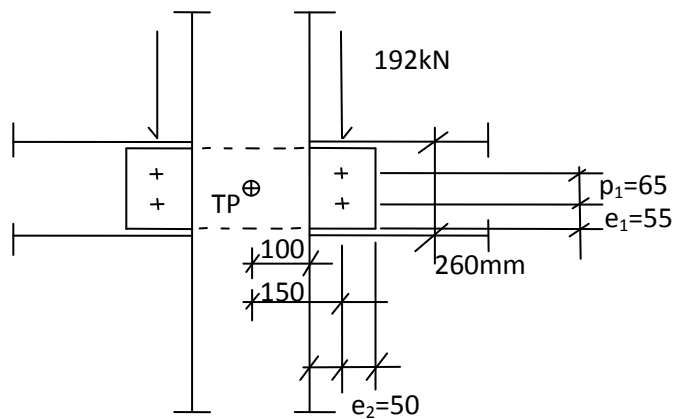
$$\frac{Ap}{\lambda_D} = \frac{0,78}{0,0118} = 1739$$

$$\theta_{a30} = 218[1739^{0,2} - 2,79] = 361^\circ\text{C}$$

Har en maksimal utnyttelse på 96,5%.

Bruker HE 260 B med 20 mm Conlit 150

## Innfesting av bjelker til å holde hulldekke i akse 09



Bolter  $\varnothing 22$   
 $P_1 \geq 2,5d_0 \approx 65$   
 $e_1 \geq 2,0d_0 \approx 55$   
 $e_2 \geq 2,5d_0 \approx 50$

**Sveis til å ta moment**

$$M_f = 0,15m \times 192kN = 28,8kNm = 28,8 \times 10^6 Nmm$$

$$P = \frac{28,8 \times 10^6}{100} = 288\,000N$$

$$a = \frac{288\,000}{\left(\frac{510}{1,25\sqrt{3} \times 0,9}\right) \times 175 \times 2} = 3,14mm$$

Bruk sveis med a=4mm

### Plate

$$V_f = 192kN$$

$$A_N = 175 - (2 \times 24) = 127t$$

$$\tau_{max} = \frac{1,1 \times 3 \times 192 \times 10^3}{2 \times 131t} \leq \tau_d$$

$$\tau_d = \frac{f_y}{1,25\sqrt{3}} = \frac{355}{1,25\sqrt{3}} = 164 \frac{N}{mm^2}$$

$$A_N = 127t \geq \frac{1,1 \times 3 \times V_f}{2 \times 164} \rightarrow t = \frac{3,3 \times 192000}{2 \times 164 \times 127} = 15,2 \approx 16mm$$

Bruk laskeplate 175x400x16

### Bolter

Prøver 2 stk  $\varnothing 22mm$  M8.8  $d_0=24$

Avskjæring, 2 snitt

$$f_{vd} = 0,48 \times 800 = 384 \frac{N}{mm^2}$$

$$A_{smin} \geq \frac{192\,000}{2 \times 384} = 250mm^2 \rightarrow \text{Prøv 2 stk } \varnothing 22 \text{ M8.8}$$

Hullkantrykk

$$F_{b,d} = c\alpha 2f_u dt$$

Hvor  $c = 1,0$  og  $\alpha = 0,58$

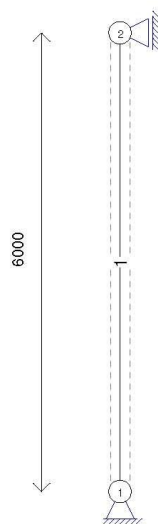
$$F_{b,d} = 1,0 \times 0,58 \times 2 \times 510 \times 22 \times 16 \times 2 = 416,50kN$$

$$F_{b,d} > V_f \rightarrow OK$$

Bruk 2 stk  $\varnothing 22mm$  M8.8

## 9.5.3 Søyler A05

### 1. KONSTRUKSJONSMODELLOG LASTER



#### 1.1 KNOTEPUNKTSDATA

Nr	Koordinater [mm]		Randbetingelser		
	x	z	x	z	rot
1	0	0	F	F	
2	0	6000	F		

F = fastholdt/foreskrevet D = diskontinuerlig

#### 1.2 SEGMENTDATA

Nr	Type	Knutepunkt		Material		Tverrsnitt		Oppleggsbr. [mm]	
		1	2	Nr	Navn	Nr	Navn	1	2
1	bj-rt	1	2	5	S355, stål	1	HUP 250x150x8	0,0	0,0

#### 1.3 MATERIALTYPER

5	<b>S355, stål</b>	Material:	Stål	
	Fasthetsklasse:	S355	Tyngdetetthet:	77,0 kN/m <sup>3</sup>
	Varmeutv.koeff.:	1,20e-005 C <sup>-1</sup>		
	Total vekt i konstruksjonen:	2,80 kN		

#### 1.4 LASTTILFELLER

1	Vegg 1.3x7.7 kN/m	Varighetsklasse: P						
		1 Konsentrert z-kraft	-10,00 kN	på segm.	1	s =	0 mm	
2	Ulykke 3 kN	Varighetsklasse: I						

## 1.4 LASTTILFELLER fortsatt

	1	Konsentrert x-kraft	3,00 kN	på segm.	1	s = 1000 mm
3	Vind 5.67 kN/m	Varighetsklasse: I 1 Horisontal proj.last	p1 = 5,67 z1 = 0	p2 = 5,67 z2 = 6000		[kN/m] [mm]
			Virker på segmentene:	1		
4	Snø 291.6 kN	Varighetsklasse: B 1 Konsentrert z-kraft	-291,60 kN	på segm.	1	s = 0 mm
5	Tak 42.8 kN	Varighetsklasse: P 1 Konsentrert z-kraft	-42,80 kN	på segm.	1	s = 0 mm

## 1.5 LASTKOMBINASJON

Beregning utført for lastkombinasjon

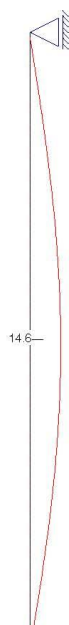
$$1 \quad 1.20 \cdot \text{Vegg } 1.3 \times 7.7 \text{ kN/m} + 1.50 \cdot \text{Ulykke } 3 \text{ kN} + 1.50 \cdot \text{Vind } 5.67 \text{ kN/m} + 1.50 \cdot \text{Snø } 291.6 \text{ kN} + 1.20 \cdot \text{Tak } 42.8 \text{ kN} + 1.20 \cdot \langle \text{kt} \rangle \text{ (Bruddgrensetilstand)}$$

## 2. STATISKE BEREGNINGER basert på lineær teori

## 2.1 SAMMENDRAG STATIKK

Respos	M a x v e r d i			M i n v e r d i		
	Verdi	Seg. nr.	Snitt [mm]	Verdi	Seg. nr.	Snitt [mm]
M [kN·m]	0,00	1	0	-40,55	1	2940
V [kN]	25,95	1	6000	-28,96	1	0
N [kN]	0,00	1	0	-504,09	1	0
u [mm]	14,6	1	2940	0,0	1	0
w [mm]	0,0	1	0	-2,4	1	6000

2.2 Forskyvningsdiagram



Største forskyvning: 14.6 mm

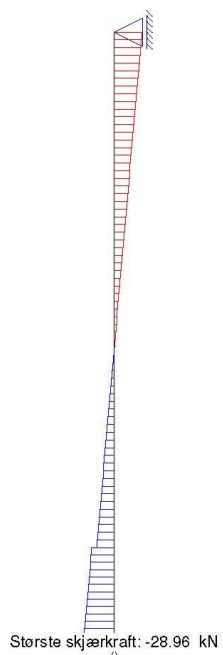
2.3 Momentdiagram



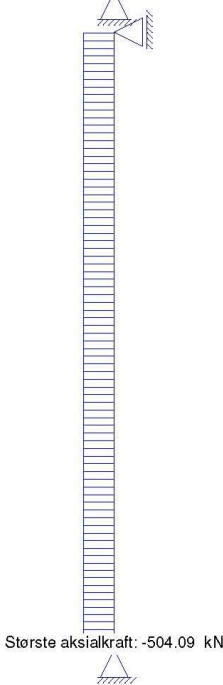
Største moment: -40.55 kN-m



2.4 Skjærkraftdiagram



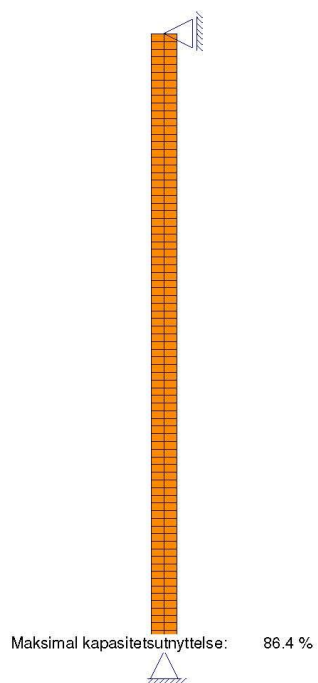
2.5 Aksialkraftdiagram



**3. KAPASITETSKONTROLL basert på lineær teori**

## 3.1 SAMMENDRAG KAPASITETSKONTROLL

Kontroll	Maks. utnyttelse	Seg. nr.	Snitt [mm]
Stål, Plastisk tverrsn.kontroll	44,7 %	1	2940
Stål, Plastisk stabilitet	86,4 %	1	0
Stål, Elastisk tverrsn.kontroll	56,8 %	1	2940
Stål, Elastisk stabilitet	93,9 %	1	0
Stål, Samlet kontroll	86,4 %	1	0



## Søyler i yttervegg A – 05 - Beregnet for hånd

Vindlast:	5,67 kN/m
EV lett-tak:	0,5 kN/m <sup>2</sup>
Snølast s <sub>k</sub> :	4,5 kN/m <sup>2</sup>
EV vegg:	0,24 kN/m <sup>2</sup>

$$q^{\text{vegg}} = 0,24 \times 6 \times 5,4 = \underline{7,7 \text{ kN}}$$

$$q^{\text{tak}} = 0,5 \times 10,8 \times 6 = \underline{32,4 \text{ kN}}$$

$$q^{\text{snø}} = 4,5 \times 10,8 \times 6 = \underline{291,6 \text{ kN}}$$

$$q^{\text{gitterdrager}} = 1,74 \times 6 = \underline{10,4 \text{ kN}}$$

$$N_f = (32,4 \times 1,2 + 10,4 \times 1,2 + 291,6 \times 1,5) + (77,7 \times 1,2) = \underline{498 \text{ kN}}$$

$$M_f = \frac{1}{8} \times 5,67 \times 6^2 = \underline{25,5 \text{ kNm}}$$

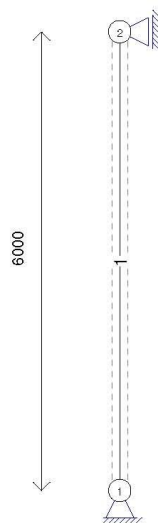
$$W_{\text{min}} = \frac{25,5 \times 10^6}{0,8 \times 323} = \underline{98,7 \times 10^3 \text{ mm}^3} \quad (\text{HUP } 120 \times 120 \times 6,3)$$

$$A_{\text{min}} = \frac{498 \times 10^3}{0,4 \times 323} = \underline{3854,5 \text{ mm}^2} \quad (\text{HUP } 120 \times 120 \times 10,0)$$

BRUKER: HUP 120 x 120 x 10,0

## 9.5.3 Søyler C05

### 1. KONSTRUKSJONSMODELLOG LASTER



#### 1.1 KNOTEPUNKTSDATA

Nr	Koordinater [mm]		Randbetingelser		
	x	z	x	z	rot
1	0	0	F	F	
2	0	6000	F	F	

F = fastholdt/foreskrevet D = diskontinuerlig

#### 1.2 SEGMENTDATA

Nr	Type	Knutepunkt		Material		Tverrsnitt		Oppleggsbr. [mm]	
		1	2	Nr	Navn	Nr	Navn	1	2
1	bj-rt	1	2	5	S355, stål	1	HUP 200x200x10	0,0	0,0

#### 1.3 MATERIALTYPER

5	<b>S355, stål</b>	Material:	Stål
	Fasthetsklasse:	S355	77,0 kN/m <sup>3</sup>
	Varmeutv.koeff.:	1,20e-005 C <sup>-1</sup>	
	Total vekt i konstruksjonen:	3,44 kN	
		Tyngdetetthet:	

#### 1.4 LASTTILFELLER

1	Støt 3 kN	Varighetsklasse: I				
		1 Konsentrert x-kraft	3,00 kN	på segm.	1	s = 1000 mm
2	Tak 105.9 kN	Varighetsklasse: P				

## 1.4 LASTTILFELLER fortsatt

	1	Konsentrert z-kraft	-105,90 kN	på segm.	1	s =	0 mm
3	Snø 729 kN	Varighetsklasse: B					
	1	Konsentrert z-kraft	-729,00 kN	på segm.	1	s =	0 mm

## 1.5 LASTKOMBINASJON

Beregning utført for lastkombinasjon

$$5 \quad 1.50 (1.00) * \text{Støt } 3 \text{ kN} + 1.20 (1.00) * \text{Tak } 105.9 \text{ kN} + 1.50 (1.00) * \text{Snø } 729 \text{ kN} + 1.20 (1.00) * \text{<kt> (Bruddgrensetilstand)}$$

Forskyvninger er beregnet i bruksgrensetilstanden, med angitte lastfaktorer i parentes.

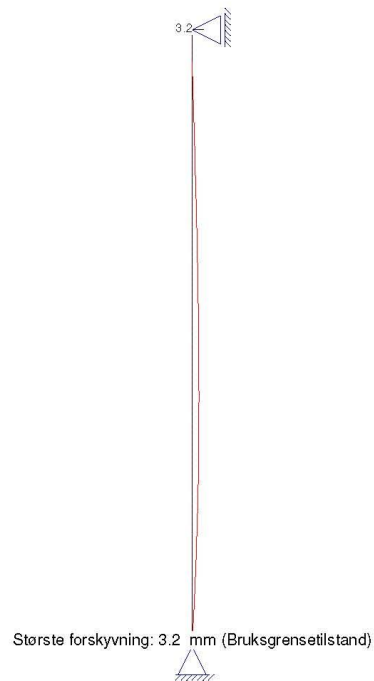
## 2. STATISKE BEREGNINGER basert på lineær teori

## 2.1 SAMMENDRAG STATIKK

Respons	M a x v e r d i			M i n v e r d i		
	Verdi	Seg. nr.	Snitt [mm]	Verdi	Seg. nr.	Snitt [mm]
M [kN·m]	0,00	1	6000	-3,75	1	1000
V [kN]	0,75	1	1595	-3,75	1	529
N [kN]	0,00	1	0	-1224,69	1	0
u [mm]	0,7	1	2548	0,0	1	0
w [mm]	0,0	1	0	-3,2	1	6000

Forskyvninger er beregnet i bruksgrensetilstanden.

## 2.2 Forskyvningsdiagram



2.3 Momentdiagram



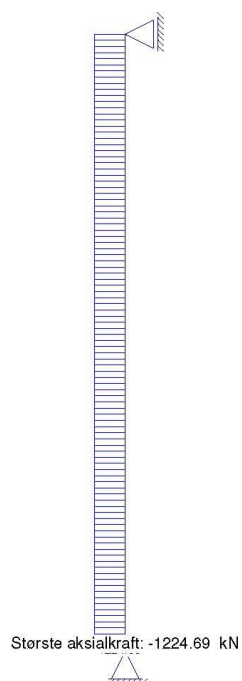
Største moment: -3.75 kN-m

2.4 Skjærkraftdiagram



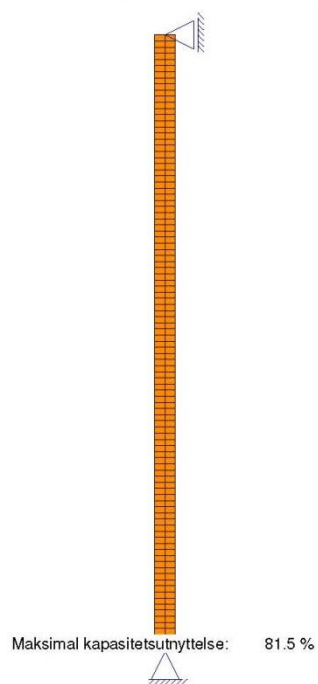
Største skjærkraft: -3.75 kN

## 2.5 Aksialkraftdiagram

**3. KAPASITETSKONTROLL basert på lineær teori**

## 3.1 SAMMENDRAG KAPASITETSKONTROLL

Kontroll	Maks. utnyttelse	Seg. nr.	Snitt [mm]
Stål, Plastisk tverrsn.kontroll	52,6 %	1	1000
Stål, Plastisk stabilitet	81,5 %	1	0
Stål, Elastisk tverrsn.kontroll	53,5 %	1	1000
Stål, Elastisk stabilitet	82,1 %	1	0
Stål, Samlet kontroll	81,5 %	1	0



### Søyle C05 beregnet for hånd

Lett-tak EV:  $0,5 \text{ kN/m}^2$

Snølast  $s_k = 4,5 \text{ kN/m}^2$

$$q_f = (0,5 \times 1,2 + 4,5 \times 1,5) = \underline{7,35 \text{ kN/m}^2}$$

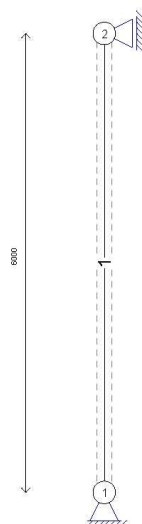
$$N_f = (7,35 \times 6 \times 10,8) + (7,35 \times 9 \times 10,8) = \underline{1191 \text{ kN}}$$

BRUKER: 200 x 200 x 8



## 9.5.3 Søyler E07

### 1. KONSTRUKSJONSMODEL OG LASTER



#### 1.1 KNOTEPUNKTSDATA

Nr	Koordinater [mm]		Randbetingelser		
	x	z	x	z	rot
1	0	0	F	F	
2	0	6000	F	F	

F = fastholdt/foreskrevet D = diskontinuerlig

#### 1.2 SEGMENTDATA

Nr	Type	Knutepunkt		Material		Tverrsnitt		Oppleggsbr. [mm]	
		1	2	Nr	Navn	Nr	Navn	1	2
1	bj-rt	1	2	5	S355, stål	1	HUP 200x200x8	0,0	0,0

#### 1.3 MATERIALTYPER

5	<b>S355, stål</b>								
	Fasthetsklasse:		S355		Material:		Stål		
	Varmeutv. koef.:		1,20e-005 C^-1		Tyngdetetthet:		77,0 kN/m^3		
	Total vekt i konstruksjonen:		2,80 kN						

#### 1.4 LASTTILFELLER

1	Nf snø 461.7								
			Varighetsklasse: C						
			1 Konsentrert z-kraft		-461,70 kN	på segm.	1	s =	0 mm

## 1.4 LASTTILFELLER fortsatt

2	ulykkeslast 4.5 kN	Varighetsklasse: I		4,50 kN	på segm.	1	s = 1000 mm
		1	Konsentrert x-kraft				
		Varighetsklasse: I		4,50 kN	på segm.	1	s = 1000 mm
		2	Konsentrert x-kraft				
3	Nf fra hulldekke, 473 kN	Varighetsklasse: P		-473,00 kN	på segm.	1	s = 0 mm
		1	Konsentrert z-kraft				
4	Nf tak, 50	Varighetsklasse: P		-50,00 kN	på segm.	1	s = 0 mm
		1	Konsentrert z-kraft				

## 1.5 LASTKOMBINASJON

Beregning utført for lastkombinasjon

- 1 1.00\*ulykkeslast 4.5 kN + 1.00\*Nf fra hulldekke, 473 kN + 1.00\*Nf tak, 50 + 1.00\*Nf s  
nø 461.7 + 1.00\* <kt> (Brann)

## 2. STATISKE BEREGNINGER basert på lineær teori

## 2.1 SAMMENDRAG STATIKK

Respons	M a x v e r d i			M i n v e r d i		
	Verdi	Seg. nr.	Snitt [mm]	Verdi	Seg. nr.	Snitt [mm]
M [kN·m]	0,00	1	0	-7,50	1	1000
V [kN]	1,50	1	1655	-7,50	1	765
N [kN]	0,00	1	0	-987,48	1	0
u [mm]	4,0	1	2548	0,0	1	0
w [mm]	0,0	1	0	-7,2	1	6000

2.2 Forskyvningsdiagram

7.2

Største forskyvning: 7.2 mm

2.3 Momentdiagram

-7.50

Største moment: -7.50 kN-m

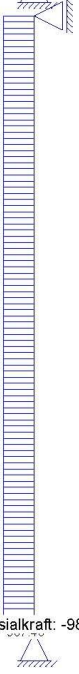


2.4 Skjærkraftdiagram



Største skjærkraft: -7.50 kN

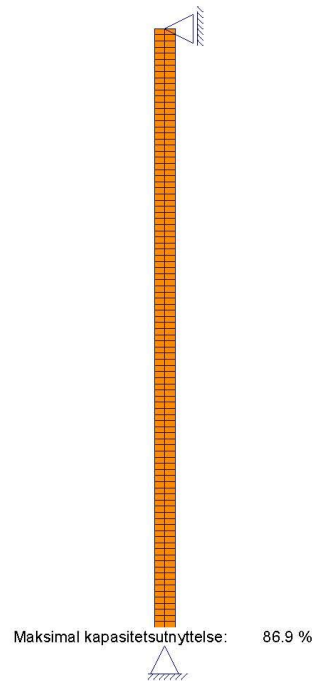
2.5 Aksialkraftdiagram



Største aksialkraft: -987.48 kN

**3. KAPASITETSKONTROLL basert på lineær teori****3.1 SAMMENDRAG KAPASITETSKONTROLL**

Kontroll	Maks. utnyttelse	Seg. nr.	Snitt [mm]
Stål, Plastisk tverrsn.kontroll	56,1 %	1	1000
Stål, Plastisk stabilitet	86,9 %	1	0
Stål, Elastisk tverrsn.kontroll	58,4 %	1	1000
Stål, Elastisk stabilitet	88,3 %	1	0
Stål, Samlet kontroll	86,9 %	1	0



## Branndimensjonering - søyler i akse 07

Denne søylen står i akse 07 og belastes av taklaster og hulldekke.

Søylen er eksponert på fire sider og er isolert med Rockwool Conlit 150. Denne isolasjonen har en varmekonduktivitet,  $\lambda_D$ , på 0,038. Det anbefales brannmaling opp til hulldekke siden isolasjonen her vil være utsatt for skade grunnet truckaktivitet

Søylen vil bli modellert i Focus

Prøver HUP 200x200x10

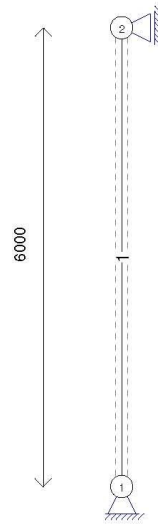
$$\frac{Ap}{\lambda_D} = \frac{0,774}{0,00749} = 2719,4$$

$$\theta_{a30} = 218[2719,4^{0,2} - 2,79] = 451,9^\circ\text{C}$$

Bruker HUP 200x200x10 med 20 mm Conlit 150, og evt. brannmaling

## 9.5.3 Søyler E09

### 1. KONSTRUKSJONSMODELLOG LASTER



#### 1.1 KNOTEPUNKTSDATA

Nr	Koordinater [mm]		Randbetingelser		
	x	z	x	z	rot
1	0	0	F	F	
2	0	6000	F		

F = fastholdt/foreskrevet D = diskontinuerlig

#### 1.2 SEGMENTDATA

Nr	Type	Knutepunkt		Material		Tverrsnitt		Oppleggsbr. [mm]	
		1	2	Nr	Navn	Nr	Navn	1	2
1	bj-rt	1	2	5	S355, stål	1	HUP 160x160x10	0,0	0,0

#### 1.3 MATERIALTYPER

5	<b>S355, stål</b>	Material:	Stål	
	Fasthetsklasse:	S355	Tyngdetetthet:	77,0 kN/m <sup>3</sup>
	Varmeutv.koeff.:	1,20e-005 C <sup>-1</sup>		
	Total vekt i konstruksjonen:	2,70 kN		

#### 1.4 LASTTILFELLER

1	Paroc 8.64 kN	Varighetsklasse: P						
		1 Konsentrert z-kraft	-8,64 kN	på segm.	1	s =	0 mm	
2	Støt 3 kN	Varighetsklasse: I						

## 1.4 LASTTILFELLER fortsatt

	1	Konsentrert x-kraft	3,00 kN	på segm.	1	s = 1000 mm
3	Vind 3.78 kN/m	Varighetsklasse: I 1 Horizontal proj.last	p1 = 3,78 z1 = -0	p2 = 3,78 z2 = 6000	[kN/m] [mm]	Virker på segmentene: 1
4	Hulldekke 396(f) kN	Varighetsklasse: P 1 Konsentrert z-kraft	-396,00 kN	på segm.	1	s = 0 mm
5	Tak 20 kN	Varighetsklasse: P 1 Konsentrert z-kraft	-20,00 kN	på segm.	1	s = 0 mm
6	Snø 153.9 kN	Varighetsklasse: B 1 Konsentrert z-kraft	-153,90 kN	på segm.	1	s = 0 mm

## 1.5 LASTKOMBINASJON

Beregning utført for lastkombinasjon

1 1.20\*Paroc 8.64 kN + 1.50\*Støt 3 kN + 1.50\*Vind 3.78 kN/m + 1.00\*Hulldekke 396(f) kN  
+ 1.20\*Tak 20 kN + 1.50\*Snø 153.9 kN + 1.20\*kt> (Brann)

## 2. STATISKE BEREGNINGER basert på lineær teori

## 2.1 SAMMENDRAG STATIKK

Respons	M a x v e r d i			M i n v e r d i		
	Verdi	Seg. nr.	Snitt [mm]	Verdi	Seg. nr.	Snitt [mm]
M [kN·m]	0,00	1	0	-27,81	1	2857
V [kN]	17,63	1	6000	-20,63	1	0
N [kN]	0,00	1	0	-664,45	1	0
u [mm]	33,6	1	2952	0,0	1	0
w [mm]	0,0	1	0	-4,6	1	6000

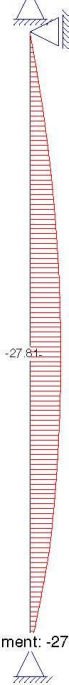


2.2 Forskyvningsdiagram



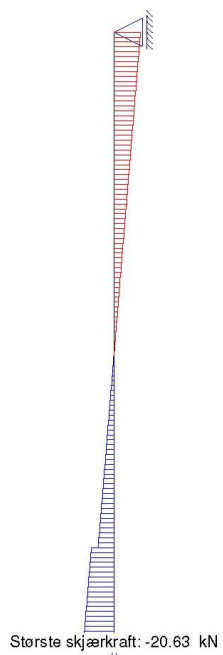
Største forskyvning: 33.7 mm

2.3 Momentdiagram

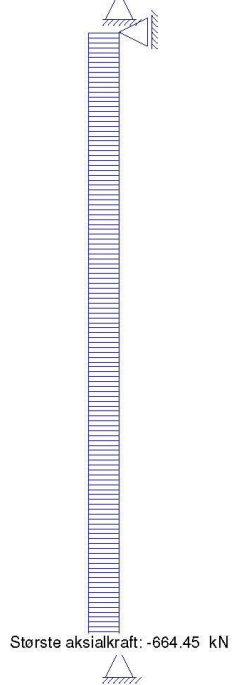


Største moment: -27.81 kN-m

2.4 Skjærkraftdiagram



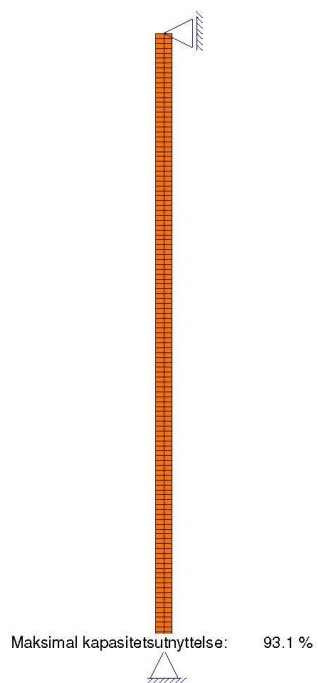
2.5 Aksialkraftdiagram



**3. KAPASITETSKONTROLL basert på lineær teori**

## 3.1 SAMMENDRAG KAPASITETSKONTROLL

Kontroll	Maks. utnyttelse	Seg. nr.	Snitt [mm]
Stål, Plastisk tverrsn.kontroll	50,8 %	1	2857
Stål, Plastisk stabilitet	93,1 %	1	0
Stål, Elastisk tverrsn.kontroll	61,3 %	1	2857
Stål, Elastisk stabilitet	100,6 %	1	0
Stål, Samlet kontroll	93,1 %	1	0



## Branndimensjonering - søyler i akse 09

Denne søylen står i akse 09 og belastes av taklaster og hulldekke.

Søylen er eksponert på fire sider og er isolert med Rockwool Conlit 150. Denne isolasjonen har en varmekonduktivitet,  $\lambda_D$ , på 0,038.

Søylen vil bli modellert i Focus

Prøver HUP 160x160x10

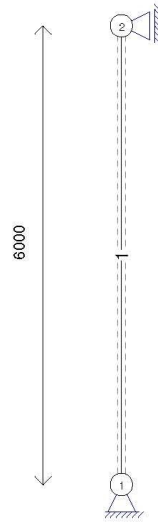
$$\frac{Ap}{\lambda_D} = \frac{0,48}{0,00589} = 2144,6$$

$$\theta_{a30} = 218[2144,6^{0,2} - 2,79] = 402,7^\circ\text{C}$$

Bruker HUP 160x160x10 med 20 mm Conlit 150

## 9.5.3 Søyler A09 Ramboks

### 1. KONSTRUKSJONSMODELLOG LASTER



#### 1.1 KNOTEPUNKTSDATA

Nr	Koordinater [mm]		Randbetingelser		
	x	z	x	z	rot
1	0	0	F	F	
2	0	6000	F	F	

F = fastholdt/foreskrevet D = diskontinuerlig

#### 1.2 SEGMENTDATA

Nr	Type	Knutepunkt		Material		Tverrsnitt		Oppleggsbr. [mm]	
		1	2	Nr	Navn	Nr	Navn	1	2
1	bj-rt	1	2	5	S355, stål	1	HUP 100x10	0,0	0,0

#### 1.3 MATERIALTYPER

5	<b>S355, stål</b>	Material:	Stål	
	Fasthetsklasse:	S355	Tyngdetetthet:	77,0 kN/m <sup>3</sup>
	Varmeutv.koeff.:	1,20e-005 C <sup>-1</sup>		
	Total vekt i konstruksjonen:	1,31 kN		

#### 1.4 LASTTILFELLER

1	Ulykke 3 kN	Varighetsklasse: I					
		1 Konsentrert x-kraft	3,00 kN	på segm.	1	s = 1000 mm	
2	NL 41 kN	Varighetsklasse: A					

## 1.4 LASTTILFELLER fortsatt

	1	Konsentrert z-kraft	-41,00 kN	på segm.	1	s =	0 mm
3 Taklast 8.6 kN		Varighetsklasse: P					
	1	Konsentrert z-kraft	-8,60 kN	på segm.	1	s =	0 mm
4 Snølast 77 kN		Varighetsklasse: B					
	1	Konsentrert z-kraft	-77,00 kN	på segm.	1	s =	0 mm
5 Last fra dekke 102. 17 kN		Varighetsklasse: P					
	1	Konsentrert z-kraft	-102,17 kN	på segm.	1	s =	0 mm

## 1.5 LASTKOMBINASJON

Beregning utført for lastkombinasjon

1  $1.50 \cdot NL\ 41\ kN + 1.20 \cdot Taklast\ 8.6\ kN + 1.50 \cdot Snølast\ 77\ kN + 1.20 \cdot Last\ fra\ dekke\ 102.\ 17\ kN + 1.50 \cdot Ulykke\ 3\ kN + 1.20 \cdot <kt>$  (Bruddgrensetilstand)

## 2. STATISKE BEREGNINGER basert på lineær teori

## 2.1 SAMMENDRAG STATIKK

Respons	M a x v e r d i			M i n v e r d i		
	Verdi	Seg. nr.	Snitt [mm]	Verdi	Seg. nr.	Snitt [mm]
M [kN·m]	0,00	1	0	-3,75	1	1000
V [kN]	0,75	1	6000	-3,75	1	529
N [kN]	0,00	1	0	-311,49	1	0
u [mm]	16,4	1	2587	0,0	1	0
w [mm]	0,0	1	0	-3,1	1	6000

2.2 Forskyvningsdiagram



Største forskyvning: 16.4 mm

2.3 Momentdiagram



Største moment: -3.75 kN-m

2.4 Skjærkraftdiagram



Største skjærkraft: -3.75 kN



2.5 Aksialkraftdiagram



Største aksialkraft: -311.49 kN

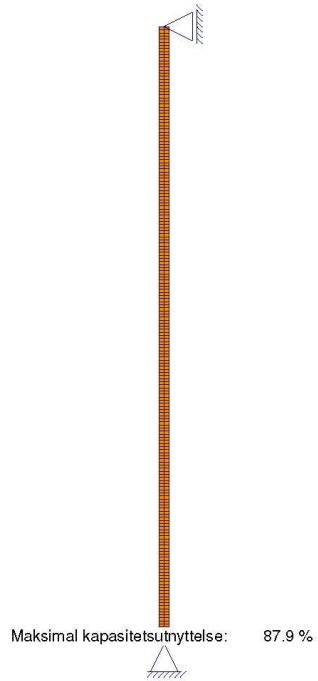




**3. KAPASITETSKONTROLL basert på lineær teori**

## 3.1 SAMMENDRAG KAPASITETSKONTROLL

Kontroll	Maks. utnyttelse	Seg. nr.	Snitt [mm]
Stål, Plastisk tverrsn.kontroll	48,4 %	1	1000
Stål, Plastisk stabilitet	87,9 %	1	0
Stål, Elastisk tverrsn.kontroll	49,2 %	1	1000
Stål, Elastisk stabilitet	96,5 %	1	0
Stål, Samlet kontroll	87,9 %	1	0



### 9.5.4.1 Søyelfundamenter

Betongkvalitet:	B30
Armeringskvalitet:	B500C
Eksponeringsklasse:	XC2
Overdekning:	c= 50mm
Maks grunntrykk:	$\sigma_d = 180 \frac{kN}{m^2}$

Vi tar utgangspunkt i den frittstående søyla som har mest last, C-05, og den mest belastede søylen som bærer messaninen, E-07.

Laster på søyler:

Dimensjon:

C-05: 1225 kN

HUP 200 x 200 x 8mm + Peikko-plate: 300 x 300

E-07: 998 kN

HUP 200 x 200 x 8mm + Peikko-plate: 300 x 300

Setter den gjennomsnittlige egenvekten av fundamentet med overliggende masser til  $24 \frac{kN}{m^2}$ .

#### **SØYLE C-05:**

$$N_f = 1225 \text{ kN}$$

Tilleggstrykk på grunnen:

$$24 \times 0,8 \times 1,2 = 23,04 \frac{kN}{m^2}$$

$$\frac{N_f}{B^2} + 23,04 \leq \sigma_d$$

$$\frac{1225}{B^2} + 23,04 \leq 180$$

$$\Rightarrow B = 2,79\text{m}$$

$\Rightarrow$  **Bruker fundament 2,8 x 2,8m**

Utstikkende fundamentdel:

$$\frac{1}{2} (2,8 - 0,2) = 1,3\text{m}$$

Forsiktig overslag på høyden:

$$h \geq \frac{\text{Utstikkende fundamentdel}}{3,0} = \frac{1,3}{3,0} = 0,44\text{m}$$

$\Rightarrow$  **Prøver h = 500mm**

Antar  $\emptyset$  16mm armering:

$$d_{snitt} = h - (c + 1,25 \times \emptyset) = 500 - (50 + 1,25 \times 16)$$

$$d_{snitt} = \underline{430\text{mm}}$$

Dimensjonerende grunntrykk-spenning:

$$\sigma_{nf} = \frac{N_f}{A_{fundament}} = \frac{1225}{2,8 \times 2,8}$$

$$\sigma_{nf} = \underline{156,25} \frac{kN}{m^2}$$

$$\underline{M_f} = \sigma_{nf} \times 1,3 \times \frac{1,3}{2} = 156,25 \times 1,3 \times 0,65 = \underline{132,03} \text{ kNm}$$

$$\underline{m} = \frac{M_f}{f_{cd} \times b \times d^2} = \frac{132,03 \times 10^6}{17 \times 1000 \times 430^2} = \underline{0,04200}$$

$$\underline{A_s} = \frac{M_f}{400 \times (1 - 0,6 \times m) \times d} = \frac{132,03 \times 10^6}{400 \times (1 - 0,6 \times 0,04200) \times 430} = \underline{788} \frac{mm^2}{m}$$

$$\Rightarrow \underline{\text{Prøver } h = 500 \text{ med armering } \emptyset 16 \text{ c/c } 200 \text{ i B-retning. } A_s = 1005 \frac{mm^2}{m}}$$

NS 3473, pkt. 18.6.2:

Fundamentbredde er 5 ganger større enn søylebredde eller mer  $\Rightarrow 2/3$  av samlede armeringsareal legges i midtre halvdel av fundamentet og resten fordeles på sidene.

All armering i en retning:  $A_s \times B$

$$A_s^{midtre} = \frac{\frac{2}{3} \times A_s \times B}{\frac{B}{2}} = \frac{4}{3} \times A_s$$

$$A_s^{ytre} = \frac{\frac{1}{3} \times A_s \times B}{\frac{B}{2}} = \frac{2}{3} \times A_s$$

$$\underline{A_s^{midtre}} = \frac{4}{3} \times 1005 = \underline{1340} \frac{mm^2}{m}$$

$$\Rightarrow \underline{\emptyset 16 \text{ c/c } 150} \quad (A_s = 1340 \frac{mm^2}{m})$$

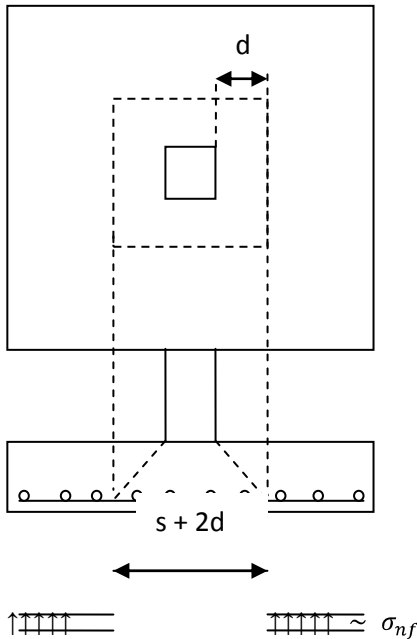
$$\underline{A_s^{ytre}} = \frac{2}{3} \times 1005 = \underline{670} \frac{mm^2}{m}$$

$$\Rightarrow \underline{\emptyset 16 \text{ c/c } 300} \quad (A_s = 670 \frac{mm^2}{m})$$

$$A_{s,min} \geq 0,25 \times k_w \times A_c \times \frac{f_{tk}}{f_{sk}} = 0,25 \times (1,5 - 0,5) \times 500 \times 1000 \times \frac{2,65}{500}$$

$$A_{s,min} \geq 662,5 \frac{mm^2}{m} < A_s^{ytre} = 670 \frac{mm^2}{m} \Rightarrow \underline{\text{OK!}}$$

Kontroll av skjær:



Peikko-plate: 300 x 300

$$s + 2d = 300 + 2 \times 430 = \underline{1160\text{mm}}$$

$b_o$  = lengden av skjærbelastet snitt.

$$b_o = (s + 2d) \times 4 = 1160 \times 4 = \underline{4640\text{mm}}$$

$$A_{netto} = B^2 - (s + 2d)^2 = 2,8^2 - (1,16)^2 = 6,49 \text{ m}^2$$

$$V_f = \sigma_{nf} \times A_{netto} = 156,25 \times 6,49 = \underline{1014,1 \text{ kN}}$$

$$V_{kap.} = V_{cd} = 0,3 \times (f_{td} \times b_o \times d_{snitt} + 71,43 \times A_s) \times k_v$$

$$k_v = 1,5 - d = 1,5 - 0,43 = 1,07\text{m}$$

$$A_s = 1340 \frac{\text{mm}^2}{\text{m}} \times b_o = 1340 \times 4,64 = 6218 \text{ mm}^2$$

$$V_{kap.} = 0,3 \times (1,28 \times 4640 \times 430 + 71,43 \times 5682) \times 1,07$$

$$V_{kap.} = 950,1 \text{ kN} < V_f = 1014,1 \text{ kN} \Rightarrow \underline{\text{N.G.}}$$

Prøver h = 550mm:

$$d_{snitt} = h - (c + 1,25 \times \phi) = 550 - (50 + 1,25 \times 16)$$

$$d_{snitt} = \underline{480\text{mm}}$$

$$s + 2d = 300 + 2 \times 480 = \underline{1260\text{mm}}$$

$$b_o = (s + 2d) \times 4 = 1260 \times 4 = \underline{5040\text{mm}}$$

$$A_{netto} = B^2 - (s + 2d)^2 = 2,8^2 - (1,26)^2 = 6,2524 \text{ m}^2$$

$$V_f = \sigma_{nf} \times A_{netto} = 156,25 \times 6,2524 = \underline{976,9 \text{ kN}}$$

$$k_v = 1,5 - d = 1,5 - 0,48 = 1,02\text{m}$$

$$A_s = 1340 \frac{\text{mm}^2}{\text{m}} \times b_o = 1340 \times 5,04 = 6754 \text{ mm}^2$$

$$V_{kap.} = 0,3 \times (1,28 \times 5040 \times 480 + 71,43 \times 6754) \times 1,02$$

$$V_{kap.} = 1095,2 \text{ kN} > V_f = 976,9 \text{ kN} \Rightarrow \underline{\text{OK!}}$$

### Kontroll av rissvidder:

NB! Vi forutsetter her av forenklingshensyn en gjennomsnittlig lastfaktor -  $\gamma_f = 1,30$ .

$$M_{bruk} = \frac{M_f}{1,3} \times \frac{4}{3} = \frac{132,03}{1,3} \times \frac{4}{3} = 135,4 \text{ kNm}$$

$$A_s = 1340 \frac{\text{mm}^2}{\text{m}} \quad (\text{\O} 16 \text{ c/c } 150), \quad \alpha = 0,4$$

$$s_{rk} = 1,7 \times \left[ c + 0,597 \times \frac{s_b \times e}{\phi} \times \left( 1 - \frac{1,25 \times e}{h - \alpha \times d} \right) \right] = 1,7 \times \left[ 50 + 0,597 \times \frac{150 \times 70}{16} \times \left( 1 - \frac{1,25 \times 70}{550 - 0,4 \times 480} \right) \right]$$

$$s_{rk} = 588 \text{ mm} < 2 \times (550 - 0,4 \times 480) = 716 \text{ mm}$$

$$\varepsilon_{sm} = 0,6 \times 10^{-5} \times \frac{M_{bruk}}{A_s \times d} = 0,6 \times 10^{-5} \times \frac{135,4 \times 10^6}{1340 \times 480} = 0,00123060$$

$$\varepsilon_{cm} = 0,0000402 \frac{\text{mm}}{\text{mm}}$$

$$\varepsilon_{cs} = -0,00030 \frac{\text{mm}}{\text{mm}}$$

$$w_k = s_{rk} \times (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} - \varepsilon_{cs}) = 716 \times (0,00123060 - 0,0000402 + 0,00030)$$

$$w_k = 1,07 \text{ mm} > 0,40 \text{ mm} \Rightarrow \text{N.G.}!$$

Prøver å redusere rissvidden ved å øke armeringen. Økt armering gir redusert spenning og dermed redusert tøyning.

Prøver å gå opp til  $\text{\O} 20$  armering:

$$d_{snitt} = h - (c + 1,25 \times \phi) = 550 - (50 + 1,25 \times 20)$$

$$d_{snitt} = 475 \text{ mm}$$

$$M_f = 132,03 \text{ kNm}$$

$$m = \frac{M_f}{f_{cd} \times b \times d^2} = \frac{132,03 \times 10^6}{17 \times 1000 \times 475^2} = 0,034422$$

$$A_s = \frac{M_f}{400 \times (1 - 0,6 \times m) \times d} = \frac{132,03 \times 10^6}{400 \times (1 - 0,6 \times 0,034422) \times 475} = 710 \frac{\text{mm}^2}{\text{m}}$$

Prøver  $h = 550 \text{ mm}$  med armering  $\text{\O} 20$  c/c 300 i B-retning.  $A_s = 1047 \text{ mm}^2$

$$A_s^{\text{midtre}} = \frac{4}{3} \times 1047 = 1396 \frac{\text{mm}^2}{\text{m}}$$

$$\Rightarrow \text{\O} 20 \text{ c/c } 200 \quad (A_s = 1571 \frac{\text{mm}^2}{\text{m}})$$

$$A_s^{\text{ytre}} = \frac{2}{3} \times 1047 = 698 \frac{\text{mm}^2}{\text{m}}$$

$$\Rightarrow \text{\O} 20 \text{ c/c } 300 \quad (A_s = 1047 \frac{\text{mm}^2}{\text{m}})$$

$$A_{s,min} \geq 0,25 \times k_w \times A_c \times \frac{f_{tk}}{f_{sk}} = 0,25 \times 1 \times 550 \times 1000 \times \frac{2,65}{500}$$

$$A_{s,min} \geq 729 \frac{mm^2}{m} < A_s^{ytre} = 1047 \frac{mm^2}{m} \Rightarrow \underline{\text{OK!}}$$

#### Kontroll av skjær:

$$s + 2d = 300 + 2 \times 475 = 1250 \text{ mm}$$

$$b_\phi = (s + 2d) \times 4 = 1250 \times 4 = \underline{5000 \text{ mm}}$$

$$A_{netto} = B^2 - (s + 2d)^2 = 2,8^2 - (1,25)^2 = 6,2775 \text{ m}^2$$

$$V_f = \sigma_{nf} \times A_{netto} = 156,25 \times 6,2775 = \underline{980,9 \text{ kN}}$$

$$k_v = 1,5 - d = 1,5 - 0,475 = 1,025 \text{ m}$$

$$A_s = 1340 \frac{mm^2}{m} \times b_\phi = 1571 \times 5,00 = 7855 \text{ mm}^2$$

$$V_{kap.} = 0,3 \times (1,28 \times 5000 \times 475 + 71,43 \times 7855) \times 1,025$$

$$V_{kap.} = 1107,3 \text{ kN} > V_f = 980,9 \text{ kN} \Rightarrow \underline{\text{OK!}}$$

#### Kontroll av rissvidder:

$$M_{bruk} = \frac{M_f}{1,3} \times \frac{4}{3} = \frac{132,03}{1,3} \times \frac{4}{3} = 135,4 \text{ kNm}$$

$$A_s = 1571 \frac{mm^2}{m} \quad (\text{\O} 20 \text{ c/c } 200), \quad \alpha = 0,4$$

$$s_{rk} = 1,7 \times \left[ c + 0,597 \times \frac{s_b \times e}{\phi} \times \left( 1 - \frac{1,25 \times e}{h - \alpha \times d} \right) \right] = 1,7 \times \left[ 50 + 0,597 \times \frac{200 \times 70}{20} \times \left( 1 - \frac{1,25 \times 70}{550 - 0,4 \times 475} \right) \right]$$

$$s_{rk} = 623 \text{ mm} < 2 \times (550 - 0,4 \times 475) = 720 \text{ mm}$$

$$\varepsilon_{sm} = 0,6 \times 10^{-5} \times \frac{M_{bruk}}{A_s \times d} = 0,6 \times 10^{-5} \times \frac{135,4 \times 10^6}{1571 \times 475} = 0,0010886797$$

$$\varepsilon_{cm} = 0,0000402 \frac{mm}{mm}$$

$$\varepsilon_{cs} = -0,00030 \frac{mm}{mm}$$

$$w_k = s_{rk} \times (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} - \varepsilon_{cs}) = 623 \times (0,0010886797 - 0,0000402 + 0,00030)$$

$$w_k = 0,84 \text{ mm} > 0,40 \text{ mm} \Rightarrow \underline{\text{N.G.}}$$

Prøver å redusere rissvidden ved å øke armeringen. Prøver å gå opp til  $\text{\O} 20$  c/c 125 armering i midtre del ( $A_s = 2513 \text{ mm}^2$ ) og  $\text{\O} 20$  c/c 250 på de ytre  $\frac{1}{4}$ -delene ( $A_s = 1257 \text{ mm}^2$ ).

$$s_{rk} = 1,7 \times \left[ 50 + 0,597 \times \frac{125 \times 70}{20} \times \left( 1 - \frac{1,25 \times 70}{550 - 0,4 \times 475} \right) \right]$$

$$s_{rk} = 421 \text{ mm} < 2 \times (550 - 0,4 \times 475) = 720 \text{ mm}$$

$$\varepsilon_{sm} = 0,6 \times 10^{-5} \times \frac{135,4 \times 10^6}{2513 \times 475} = 0,00068058726$$

$$\varepsilon_{cm} = 0,0000402 \frac{mm}{mm}$$

$$\varepsilon_{cs} = -0,00030 \frac{mm}{mm}$$

$$w_k = s_{rk} \times (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} - \varepsilon_{cs}) = 421 \times (0,00068058726 - 0,0000402 + 0,00030)$$

$$w_k = 0,396 \text{ mm} > 0,40 \text{ mm} \Rightarrow \underline{\text{OK!}}$$

⇒ Fundament for søyle C-05: Bruker  $h = 550\text{mm}$  med  $\emptyset 20$  c/c 125 armering på midtre del ( $A_s = 2513\text{mm}^2$ ) og  $\emptyset 20$  c/c 250 på de ytre delene ( $A_s = 1257\text{mm}^2$ ).

### **SØYLE E-07:**

$$N_f = 998 \text{ kN}$$

Tilleggstrykk på grunnen:

$$24 \times 0,8 \times 1,2 = 23,04 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$\frac{N_f}{B^2} + 23,04 \leq \sigma_d$$

$$\frac{998}{B^2} + 23,04 \leq 180$$

$$\Rightarrow B = 2,52 \text{ m}$$

$\Rightarrow$  **Bruker fundament 2,6 x 2,6m**

Utstikkende fundamentdel:

$$\frac{1}{2} (2,6 - 0,2) = 1,2 \text{ m}$$

Forsiktig overslag på høyden:

$$h \geq \frac{\text{Utstikkende fundamentdel}}{3,0} = \frac{1,2}{3,0} = 0,40 \text{ m}$$

$\Rightarrow$  **Prøver h = 500mm**

Antar  $\emptyset$  16mm armering:

$$d_{\text{snitt}} = h - (c + 1,25 \times \emptyset) = 500 - (50 + 1,25 \times 16)$$

$$d_{\text{snitt}} = \underline{430 \text{ mm}}$$

Dimensjonerende grunntrykk-spenning:

$$\sigma_{nf} = \frac{N_f}{A_{\text{fundament}}} = \frac{998}{2,6 \times 2,6}$$

$$\sigma_{nf} = \underline{147,63 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}}$$

$$M_f = \sigma_{nf} \times 1,2 \times \frac{1,2}{2} = 147,63 \times 1,2 \times 0,6 = \underline{106,30 \text{ kNm}}$$

$$\underline{m} = \frac{M_f}{f_{cd} \times b \times d^2} = \frac{106,30 \times 10^6}{17 \times 1000 \times 430^2} = \underline{0,03381664}$$

$$A_s = \frac{M_f}{400 \times (1 - 0,6 \times m) \times d} = \frac{106,30 \times 10^6}{400 \times (1 - 0,6 \times 0,03381664) \times 430} = \underline{631 \frac{\text{mm}^2}{\text{m}}}$$

$\Rightarrow$  **Prøver h = 500 med armering  $\emptyset$  16 c/c 200 i B-retning.  $A_s = 1005 \frac{\text{mm}^2}{\text{m}}$**



$$A_s^{midtre} = \frac{4}{3} \times 1005 = 1340 \frac{mm^2}{m}$$

$$\Rightarrow \text{\textcircled{Ø} 16 c/c 150} \quad (A_s = 1340 \frac{mm^2}{m})$$

$$A_s^{ytre} = \frac{2}{3} \times 1005 = 670 \frac{mm^2}{m}$$

$$\Rightarrow \text{\textcircled{Ø} 16 c/c 300} \quad (A_s = 670 \frac{mm^2}{m})$$

$$A_{s,min} \geq 0,25 \times k_w \times A_c \times \frac{f_{tk}}{f_{sk}} = 0,25 \times 1 \times 500 \times 1000 \times \frac{2,65}{500}$$

$$A_{s,min} \geq 663 \frac{mm^2}{m} < A_s^{ytre} = 670 \frac{mm^2}{m} \Rightarrow \text{\textcircled{OK!}}$$

#### Kontroll av skjær:

$$s + 2d = 300 + 2 \times 430 = 1160 \text{mm}$$

$$b_\phi = (s + 2d) \times 4 = 1160 \times 4 = \text{\textcircled{4640mm}}$$

$$A_{netto} = B^2 - (s + 2d)^2 = 2,6^2 - (1,16)^2 = 5,4144 \text{ m}^2$$

$$V_f = \sigma_{nf} \times A_{netto} = 147,63 \times 5,4144 = \text{\textcircled{799,3 kN}}$$

$$k_v = 1,5 - d = 1,5 - 0,430 = 1,07 \text{m}$$

$$A_s = 1340 \frac{mm^2}{m} \times b_\phi = 1340 \times 4,64 = 6218 \text{ mm}^2$$

$$V_{kap.} = 0,3 \times (1,28 \times 4640 \times 430 + 71,43 \times 6218) \times 1,07$$

$$V_{kap.} = 962,4 \text{ kN} > V_f = 799,3 \text{ kN} \Rightarrow \text{\textcircled{OK!}}$$

#### Kontroll av rissvidder:

$$M_{bruk} = \frac{M_f}{1,3} \times \frac{4}{3} = \frac{106,30}{1,3} \times \frac{4}{3} = 109,0 \text{ kNm}$$

$$A_s = 1340 \frac{mm^2}{m} \quad (\text{\textcircled{Ø} 16 c/c 150}), \quad \alpha = 0,4$$

$$s_{rk} = 1,7 \times [c + 0,597 \times \frac{s_b \times e}{\phi} \times (1 - \frac{1,25 \times e}{h - \alpha \times d})] = 1,7 \times [50 + 0,597 \times \frac{150 \times 70}{16} \times (1 - \frac{1,25 \times 70}{500 - 0,4 \times 430})]$$

$$s_{rk} = 573 \text{ mm} < 2 \times (500 - 0,4 \times 430) = 656 \text{ mm}$$

$$\epsilon_{sm} = 0,6 \times 10^{-5} \times \frac{M_{bruk}}{A_s \times d} = 0,6 \times 10^{-5} \times \frac{109,0 \times 10^6}{1340 \times 430} = 0,00113502256$$

$$\epsilon_{cm} = 0,0000402 \frac{mm}{mm}$$

$$\epsilon_{cs} = -0,00030 \frac{mm}{mm}$$

$$w_k = s_{rk} \times (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} - \epsilon_{cs}) = 573 \times (0,00113502256 - 0,0000402 + 0,00030)$$

$$w_k = 0,80 \text{mm} > 0,40 \text{mm} \Rightarrow \text{\textcircled{N.G.!}}$$

Prøver å redusere rissvidden ved å øke armeringen. Prøver å gå opp til Ø 16 c/c 100 armering i midtre del ( $A_s = 2011 \text{ mm}^2$ ) og Ø 16 c/c 200 på de ytre  $\frac{1}{4}$ -delene ( $A_s = 1005 \text{ mm}^2$ ).

$$s_{rk} = 1,7 \times [50 + 0,597 \times \frac{100 \times 70}{16} \times (1 - \frac{1,25 \times 70}{500 - 0,4 \times 430})]$$

$$s_{rk} = 411 \text{ mm} < 2 \times (500 - 0,4 \times 430) = 656 \text{ mm}$$

$$\varepsilon_{sm} = 0,6 \times 10^{-5} \times \frac{106,3 \times 10^6}{2011 \times 430} = 0,0007375713$$

$$\varepsilon_{cm} = 0,0000402 \frac{\text{mm}}{\text{mm}}$$

$$\varepsilon_{cs} = -0,00030 \frac{\text{mm}}{\text{mm}}$$

$$w_k = s_{rk} \times (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} - \varepsilon_{cs}) = 411 \times (0,0007375713 - 0,0000402 + 0,00030)$$

$$w_k = 0,4099 \text{ mm} \approx 0,40 \text{ mm} \Rightarrow \underline{\text{OK!}}$$

⇒ **Fundament for søyle E-07: Bruker h = 500mm med Ø 16 c/c 100 armering på midtre del (A<sub>s</sub> = 2011mm<sup>2</sup>) og Ø 16 c/c 200 på de ytre 1/4 - delene (A<sub>s</sub> = 1005mm<sup>2</sup>).**

### 9.5.4.2 Stripefundament

Betongkvalitet:	B30
Armeringskvalitet:	B500C
Eksponeringsklasse:	XC2
Overdekning:	c= 50mm
Maks grunntrykk:	$\sigma_d = 180 \frac{kN}{m^2}$

Vi tar utgangspunkt i de mest belastede søylene i akse A som bærer en last på 505kN når vi dimensjonerer stripefundamentet og dimensjonerer først oppstikket på fundamentet som en bjelke.

<u>Last på søyle:</u>	<u>Dimensjon:</u>
505 kN	HUP 200 x 200 x 8mm + Peikko-plate: 300 x 300mm

$$q_f = \frac{N_f}{l} = \frac{505}{5,4} = 93,52 \frac{kN}{m}$$

$$M_f = \frac{1}{11} \times q_f \times l^2 = \frac{1}{11} \times 93,52 \times 5,4^2$$

$$M_f = 247,9 \text{ kNm}$$

$$d = h - (c + 1,25 \times \emptyset_B + \frac{1}{2} \times 1,25 \times \emptyset_L) = 1000 - (50 + 1,25 \times 10 + \frac{1}{2} \times 1,25 \times 25)$$
$$d = 922\text{mm}$$

$$\underline{m} = \frac{M_f}{f_{cd} \times b \times d^2} = \frac{247,9 \times 10^6}{17 \times 300 \times 922^2} = 0,05718$$

$$A_s = \frac{M_f}{f_{sd} \times \beta \times d} = \frac{247,9 \times 10^6}{400 \times (1 - 0,6 \times 0,05718) \times 922}$$
$$A_s = 696 \text{ mm}^2$$

⇒ Velger å bruke 3-Ø25,  $A_s = 1473\text{mm}^2$

Beregning av bøyler:

$$V_f = q \times \frac{l}{2} = 93,52 \times \frac{5,4}{2}$$

$$V_f = 252,5\text{kN}$$

$$V_f^{red} = V_f - q_f \times d = 252,5 - 93,52 \times 0,922$$

$$V_f^{red} = 166,3 \text{ kN}$$

$$V_{ccd} = 0,25 \times f_{cd} \times b_w \times d = 0,25 \times 17 \times 300 \times 922$$

$$V_{ccd} = 1175,6 \text{ kN} > 166,3 \text{ kN} \Rightarrow \text{OK!}$$

Minimumsbøyler:

$$\left(\frac{A_{sv}}{s}\right)_{min} = 0,2 \times b \times \frac{f_{tk}}{f_{sk}} = 0,2 \times 300 \times \frac{2,65}{500} = 0,318 \frac{mm^2}{mm}$$

$$h' = 844mm$$

$$s^{max} = 0,6 \times h' = 0,6 \times 844 = \underline{506mm}$$

Prøver  $\emptyset 10$ ,  $A_s = 157 \text{ mm}^2$ :

$$\frac{157}{s} \geq 0,32$$
$$\Rightarrow s^{max} = \underline{493mm}$$

$\Rightarrow$  **Bruker  $\emptyset 10$  c/c 300mm som valgte minimumsbøyler.**

Dvs.:  $\left(\frac{A_{sv}}{s}\right)_{min. \text{ innlagt}} = \frac{157}{300} = 0,523$

Bøyler ved opplegg:

$$V_{(kap.min.boyle)} = 0,3(1,28 \times 300 \times 922 + 71,43 \times (0,3 \times 1473)) + 400 \times 0,9 \times 922 \times 0,523$$

$$V_{(kap.min.boyle)} = \underline{289,3 \text{ kN}}$$

Bjelkelengde som trenger mer enn minimumsbøyler:

$$X = \frac{V_f - V_{kap.min.boyle}}{q_f} = \frac{252,5 - 289,3}{93,52} = -0,4m \dots$$

$\Rightarrow$  **Vi trenger kun minimumsbøyler!**

### 9.5.5.1 Dekke i møterom

Utkrager  $q_f$

$$\text{E.L.} = 0,25 \times 3,5 \times 1 = 0,875 \text{ kN} \times 1,2 = \underline{1,05 \text{ kN}}$$

$$\text{E.L.} = 25 \times 0,3 \times 1 = 7,5 \text{ kN} \times 1,2 = \underline{9 \text{ kN/m}}$$

Utkrager  $M_f$

$$\text{N.L.} = 3,0 \times 1,5 = \underline{4,5 \text{ kN/m}}$$

$$\text{E.L.} = 25 \times 0,3 \times 1,2 = \underline{9 \text{ kN/m}}$$

$$M_f = \frac{1}{8} \times 13,5 \times 3,56^2 = \underline{21,38 \text{ kNm}}$$

Dekketykkelse:  $\frac{5160}{25} = 206,4 \text{ mm}$  Setter den lik 300 mm grunnet innebygd bjelke.

Overdekning: 25 cm Antar  $\phi 16$  jern

$$d = 300 - (25 + 1,25 \times \frac{16}{2}) = \underline{265 \text{ mm}}$$

$$m = \frac{21,38 \times 10^6}{17 \times 1000 \times 265^2} = \underline{0,0179}$$

$$A_s = \frac{21,38 \times 10^6}{400(1 - (0,6 \times 0,0179)) \times 265} = \underline{203 \text{ mm}^2}$$

Bruker  $\phi 16$  c/c 500,  $A_s = 402 \text{ mm}^2$

Maks moment utkrager:

$$M_f = (1,05 \times 0,89) + (9 \times 0,4 \times 0,8) + (4,5 \times 0,4 \times 0,8) = \underline{5,16 \text{ kNm}}$$

Velger her å dra ut hovedarmering i utkrager.

**Bjelkene i dekket:**

$$\text{E.L.} = 25 \times 0,3 \times 1,2 = \underline{9 \text{ kN/m}^2}$$

$$\text{E.L.} = 0,25 \times 305 \times 1 \times 1,2 = \underline{1,05 \text{ kN}}$$

$$M_f^{\text{Utkrager}} = 9 \times 0,8 \times 2,58 \times 0,4 + 1,05 \times 0,8 = \underline{8,27 \text{ kNm}}$$

$$+ \text{Nyttelast} \quad \underline{4,50 \text{ kNm}}$$

$$M_f^{\text{Utkrager}} = \underline{12,77 \text{ kNm}}$$

$$E.L. \text{ dekke} = 25 \times 0,3 \times 1,2 \times 2,58 = \underline{23,22 \text{ kN/m}}$$

$$N.L. = 3,0 \times 1,5 \times 2,58 = \underline{11,61 \text{ kN/m}}$$

$$M_f^{felt} = \frac{1}{8} \times 34,83 \times 8,96^2 = \underline{350 \text{ kNm}}$$

Velger  $b = 400 \text{ mm}$ , Antar  $e = 50 \text{ mm}$  og gir  $e' = 47,5 \text{ mm}$

$$d = 300 - 50 = \underline{250 \text{ mm}}$$

$$h' = 250 - 47,5 = \underline{202,5 \text{ mm}}$$

$$M_{cd} = 0,275 \times 17 \times 400 \times 250^2 = \underline{116,88 \text{ kNm}}$$

$$A_{s \text{ cd}} = \frac{116,88 \times 10^6}{400 \times 0,835 \times 250} = \underline{1400 \text{ mm}^2}$$

$$A_s' = \frac{(350 - 116,88) \times 10^6}{400 \times 202,5} = \underline{2878 \text{ mm}^2}$$

$$A_s = 1400 + 2878 \quad \underline{4278 \text{ mm}^2 \text{ strekk}}$$

Maks armering  $\phi 32$

$$\Rightarrow n = \frac{400 + (2 \times 32) - (2,5 \times 10) - (2 \times 25)}{3,25 \times 32} = \underline{3 \text{ jern}}$$

PRØVER: 6 -  $\phi 32$ ,  $A_s = 4825 \text{ mm}^2$  i strekk

Maks armering  $\phi 25$  gir plass til 4 jern.

PRØVER: 6 -  $\phi 25$ ,  $A_s = 2945 \text{ mm}^2$  i trykk

$$e_{rev} = \frac{2413 \times (51 + 116)}{4825} = \underline{83,5 \text{ mm}}$$

$$e' = 25 + 12,5 + (1,25 \times \frac{25}{2}) = \underline{53,1 \text{ mm}}$$

$$d_{rev} = 300 - 83,5 = \underline{216,5 \text{ mm}}$$

$$h_{rev} = 216,5 - 53,1 = \underline{163,4 \text{ mm}}$$

$$M_{cd} = 0,275 \times 17 \times 300 \times 216,5^2 = \underline{65,74 \text{ kNm}}$$

$$A_{s \text{ cd}} = \frac{65,74 \times 10^6}{400 \times 0,835 \times 216,5} = \underline{909 \text{ mm}^2}$$

$$A_s = \frac{(350-65,74) \times 10^6}{400 \times 163,4} = \underline{4349 \text{ mm}^2}$$

$$A_s = \underline{5258 \text{ mm}^2}$$

BRUKER: 6 -  $\phi$ 32 + 2 -  $\phi$ 25 i strekk,  $A_s = 5807 \text{ mm}^2$   
 6 -  $\phi$ 32 i trykk,  $A_s = 4825 \text{ mm}^2$

### Dekke i ramboksen, svinn og fordelingsarmering:

Minimumsarmering dekke:

$$A_s^{min} = 250 \times 1,2 \times 300 \times \frac{2,65}{500} = \underline{477 \text{ mm}^2}$$

BRUKER:  $\phi$ 12 c/c 225,  $A_s = 503 \text{ mm}^2$

Armering i utkrager av bjelkene:

$$M_f = 17,56 \text{ kNm}$$

Velger å dra ut hovedarmeringen i utkragerne, grunnet mindre arbeid og det er snakk om 0,8 m til hver side, dermed blir ikke prisen veldig mye større.

### Minimumsavstand i felt bøylor:

$$\phi 10 \Leftrightarrow A_s = \underline{157 \text{ mm}^2}$$

$$\left(\frac{A_{sv}}{s}\right)^{min} = 0,2 \times 400 \times \frac{2,65}{500} = \underline{0,42 \text{ mm}^2/\text{mm}}$$

$$\Rightarrow \frac{157}{s} \geq 0,42 \quad s^{max} = \underline{374 \text{ mm}}$$

BRUKER:  $\phi$ 10 c/c 370 mm

$$V_f^{max} = \underline{156 \text{ kN}}$$

$$V_f^{red} = 156 - (34,83 \times 0,250) = \underline{147,3 \text{ kN}}$$

$$V_{ccd} = 0,25 \times 17 \times 400 \times 250 = 425 \text{ kN} > 147,3 \text{ kN} \quad \text{OK!}$$

$$(V_{kap}^{min})^{bøyle} = 0,3 \times (1,28 \times 400 \times 250 + 71,43 \times (0,3 \times 5807)) + 400 \times 0,9 \times 250 \times 0,42$$

$$(V_{kap}^{min})^{bøyle} = \underline{114 \text{ kN}}$$

$$x = \frac{156-114}{34,83} = \underline{1,2 \text{ m}}$$

$$147,3 = 75,7 + 0,9 \times 250 \times 400 \times \left(\frac{A_{sv}}{s}\right)$$

$$\left(\frac{A_{sv}}{s}\right) = \frac{147,3-75,7}{90} = \underline{0,80}$$

$$\frac{157}{s} = 0,8 \quad \underline{s = 196 \approx 200 \text{ mm}}$$

BRUKER:  $\phi 10$  c/c 200, 1,2 m ut



## 9.6.1 Grunnlagsdata for dokumentasjon

Energiltak og samlet netto energibehov				SINTEF		
Kontroll og dokumentasjon av bygningers energieffektivitet i henhold til TEK						
Type bygning:	Lett industri			Prosjektbeskrivelse		
Oppvarmet bruksareal (m <sup>2</sup> ):	2025			Bachelor 06H/BINBK		
Oppvarmet volum (m <sup>3</sup> ):	11865			Euroskilt - en delprosjektering av et byggeprosjekt		
Eksponert omkrets (m)	128			Utført av Roger Skansgård		
<b>Energiltak</b>			<b>Krav i TEK</b>			
Bygningsdel	Netto areal m <sup>2</sup>	U-verdi W/(m <sup>2</sup> K)	Varmetap W/K	U-verdi W/(m <sup>2</sup> K)	Varmetap W/K	Kommentar
<b>Yttervegger</b>		0,2200	<b>136,18</b>	0,18	<b>78,77</b>	
Yttervegg mot terreng						
Yttervegg	619	0,22				Paroc AST@T 175 mm
Yttervegg						
Yttervegg						
Yttervegg						
Yttervegg						
<b>Vinduer og dører</b>	11 %	1,16	<b>258,96</b>	1,20	<b>486,00</b>	
Vindu/dør	172,5	1,2				Vindu totalt areal, antar 1,2
Vindu/dør	46,8	1				Leddport, antar Hörmann SPU40
Vindu/dør	4,3	1,2				Dør
Vindu/dør						
Vindu/dør						
Vindu/dør						
Vindu/dør						
Vindu i skråtak						
<b>Tak</b>		0,13	<b>233,74</b>	0,13	<b>233,74</b>	
Isolert takflate/loftsbeleg	1798	0,13				Lett-tak Systemer AS
Isolert takflate/loftsbeleg						
Isolert takflate/loftsbeleg						
<b>Golv</b>		0,08	<b>138,81</b>	0,15	<b>269,70</b>	
Golv mot grunnen	1798	0,15				Ikke beregnet, så antar 0,15
<b>Kuldebroer</b>	W/(m <sup>2</sup> K)					
Normalisert kuldebroverdi	0,12		<b>243,00</b>	0,06	<b>121,50</b>	<b>Bruker 0,12 for sikkerhet</b>
<b>Lufttetthet</b>	Luftveksling per time (1/h)			1/h		
Lekkasetall n <sub>50</sub>	3		<b>822,24</b>	1,50	<b>411,12</b>	3,0 pga overgangsperiode TEK
<b>Ventilasjon</b>				%		
Varmegjenvinning	80	%	<b>501,19</b>	70,00	<b>751,78</b>	Ikke prosjektert, antar 80 %
Luftmengde	3,8	(m <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> h))				
<b>Totalt varmetap</b>						
Bygningens varmetransportkoeffisient (W/K)			2334		2353	
<b>Bygningens varmetapstall (W/(m<sup>2</sup>K))</b>			<b>1,15</b>		<b>1,16</b>	Energiltak tilfredsstillt
<b>Samlet netto energibehov</b>						
<b>Ventilasjon og varmekapasitet</b>						
Bygningens varmekapasitet	34	Wh/(m <sup>2</sup> K)				Lett bygning
Spesifikk vitteeffekt (SFP)	2	kW/(m <sup>2</sup> s)				NBI 471.018 - tabell 21
<b>Soltilskudd</b>	Himmelretning	Lysåpning m <sup>2</sup>	Solfaktor glass	Type solavskjerming		
Nordvendt fasade	N			Ingen avskjerming		
Østvendt fasade	Ø	30,62	0,75	Ingen avskjerming		
Sydvendt fasade	S	64,94	0,75	Utvendige persienner		
Vestvendt fasade	V	37,5	0,75	Utvendige persienner		
Takvindu	S			Ingen avskjerming		
<b>Bygningens samlede netto energibehov</b>				<b>163</b>	kWh/(m <sup>2</sup> år)	
<b>Forskriftens energiramme</b>				<b>185</b>	kWh/(m <sup>2</sup> år)	Energirammen er tilfredsstillt
<b>Kravet til energieffektivitet er tilfredsstillt</b>						
<b>Sted</b>	<b>Dato</b>					
<b>Sign.</b>	© SINTEF Byggforsk, 07.01.09					