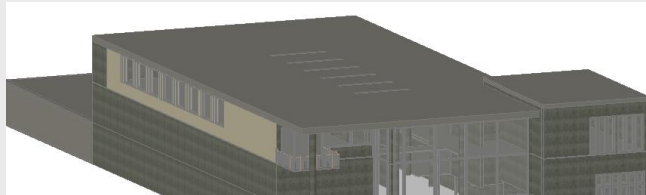


BACHELOROPPGAVE:

Tinghuset Gjøvik : Jernbanegata 26



FORFATTER(E):

Anders Taralrud

Jon Hugo Harkinn

Anders Fosnes

Thomas Børthus

Dato: 29.05.2008

FORORD

Denne oppgaven omhandler det nye Tinghuset som blir bygget i Gjøvik sentrum. Hovedansvaret for bygget er Syljuåsen avdeling Gjøvik. Vi har i denne oppgaven tatt for oss utvalgte problemstillinger ved oppføring av Tinghuset.

Arbeidet med disse problemstillingene har vært meget lærerikt, der vi har måttet sette oss inn i mye ny informasjon. Vi har også arbeidet en del med materialer som vi kunne fra før, men som måtte friskes opp igjen.

Vi mener vi har satt sammen en god besvarelse på de problemstillingene vi satte opp.

Gruppen sender en stor takk til:

Harald Fallsen, veileder ved HIG
Ståle Sagstuen, veileder ved Syljuåsen
Fred Johansen, veileder ved HIG
Jan Steinar Egenes, veileder ved HIG

Anders Taralrud
and-tar@online.no

Jon Hugo Harinn
jhharkinn@hotmail.com

Anders Fosnes
AndersFosnes@hotmail.com

Thomas Børthus
thomasborthus@hotmail.com

SAMMENDRAG AV HOVEDPROSJEKTET

Tittel :

Tinghuset Gjøvik : Jernbanegata 26

Deltakere

Anders Taralrud
Jon Hugo Harkinn
Anders Fosnes
Thomas Børthus

Veiledere

Høgskolelektor Harald B. Fallsen (HIG)
Ståle Sagstuen (Syljuåsen)

Oppdragsgiver

Syljuåsen

Stikkord

Statiske beregninger, brann, HMS, lyd

Antall sider: 44 Antall vedlegg: 12 Tilgjengelighet: Åpen

INNHALDSFORTEGNELSE

1	Innledning.....	6
1.1	Organisering av rapporten.....	6
1.2	Definisjon av oppgaven.....	6
1.3	Målgruppe.....	6
1.4	Gruppens deltagere.....	6
1.5	Gruppens faglige bakgrunn.....	6
2	Kommentarer til våre dimensjonerende beregninger.....	7
3	Resultater for utførte dimensjonerende beregninger.....	9
4	Standarder og programvare.....	11
5	Dimensjonering er gjort etter Norsk standard.....	12
6	Forskaling og armering av dekke.....	13
6.1	Forskaling av dekkekant.....	13
6.2	Armering i dekkekanten.....	14
6.3	Oppsetting av dekkeforskaling.....	15
6.4	Armering av dekke.....	16
7	Brann.....	17
7.1	Risikoklasse.....	17
7.2	Brannklasse.....	18
7.3	Bæreevne og stabilitet ved brann.....	19
7.4	Kledninger.....	20
7.5	Taktekking.....	20
7.6	Isolasjon.....	21
7.7	Brannmotstand.....	22
7.8	Overflater.....	23
7.9	Branncelleoppdeling.....	24
7.10	Seksjonering.....	25
7.11	Rømningsveier.....	26
7.12	Vegger.....	30
7.13	Dører.....	31
7.14	Vinduer.....	32
8	Lydisolering.....	33

9	HMS	34
9.1	HMS koordinators arbeidsoppgaver.....	35
9.2	HMS-plan.....	35
9.3	HMS-premisser.....	36
9.4	Organisasjon og ansvar i gjennomføringsfasen.....	36
9.5	Partenes oppfølging av HMS-plan i gjennomføringsfasen, risikovurdering.....	37
9.6	Etablering av Rigg og drift. Rent bygg. Avfallsbehandling.....	37
9.7	Oppstartmøte for gjennomføringsfasen, informasjon og opplæring.....	38
9.8	Framdrift.....	38
9.9	Byggemøter.....	39
9.10	Vernerunder.....	39
9.11	Kontroll av gjennomføring.....	40
9.12	Avviksbehandling.....	40
9.13	Ulykker og nestenulykker.....	41
9.14	Forvaltning, drift og vedlikehold (FDVU-dokumentasjon).....	41
9.15	Sluttrapportering. Anmodning om ferdigattest.....	42
10	Konklusjon	43
11	Referanser og kildehenvisning	44
12	Vedleggsliste	45

1. INNLEDNING

1.1 Organisering av rapporten

Vi har valgt å bygge opp oppgaven på en måte som gjør at det er lett forståelig for den som skal lese den. Der det kommer de opplysningene vi har først med bilder og tabeller som viser hvor vi har fått disse opplysningene fra. Grunlaget for løsningene vi har kommet frem til er basert på standarder som er nærmere forklart i vedleggene.

1.2 Definisjon av oppgaven

Vi har i denne oppgaven som er basert på et tinghus med kontorer, rettsaler, trapperom med mer. Det vi har lagt mest vekt på og som har vært den største utfordringen rundt dette bygget har vært de statiske beregningene og hvordan vi skal løse bæresystemet, mangel på symmetri fra plan til plan og valgen mellom å bruke stål eller betong. Vi har også tatt for oss brannklassifisering av bygget, med rømmningstidberegning og brannvegger. Ettersom det er noe strengere krav til lydisolering på et tinghus har vi sett noe på dette, der vi har valgt å beregne lydkrav mellom rettsaler og kontorer, samt mellom kontorene. HMS er et sentralt tema når vi ser på en byggeplass, ettersom det fort kan oppstå hendelser som kan skade personer og liv.

1.3 Målgruppe

Denne oppgaven er rettet mot oppdragsgiver, studenter og fagpersoner.

1.4 Gruppens deltagere

Anders Taralrud, Jon Hugo Harkinn, Anders Fosnes, Thomas Børthus

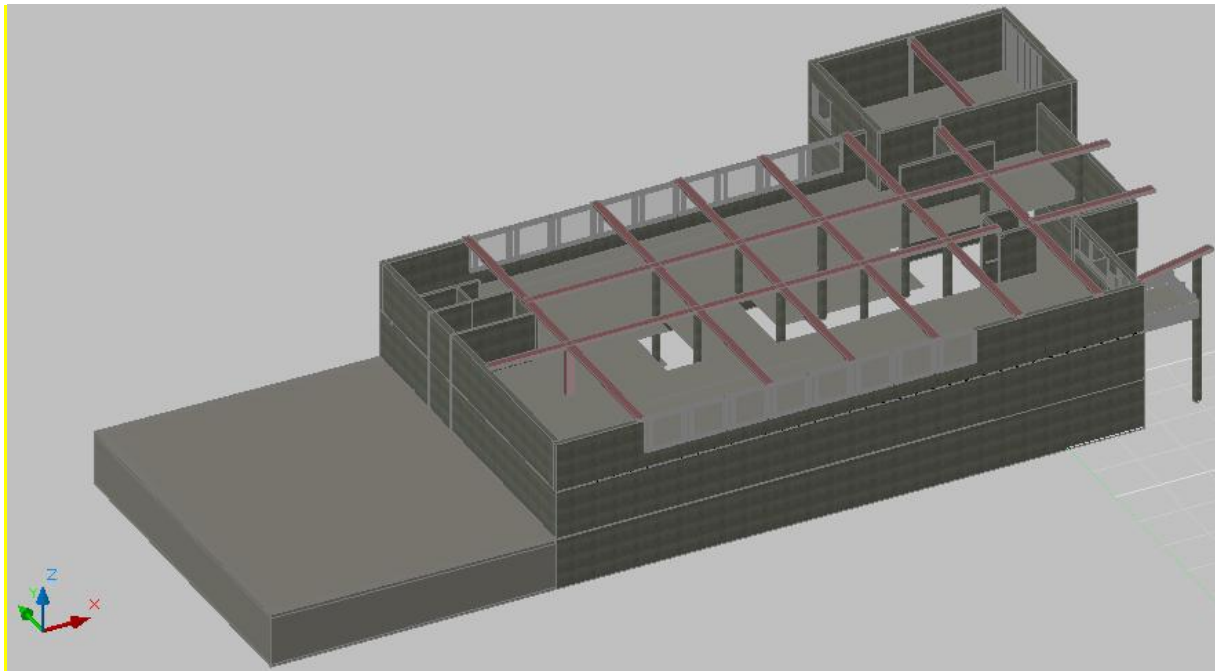
1.5 Gruppens faglige bakgrunn:

Anders Taralrud:	Konstruksjonslinje HIG
Jon Hugo Harkinn	Konstruksjonslinje HIG
Anders Fosnes	Konstruksjonslinje HIG
Thomas Børthus	Konstruksjonslinje HIG, Teknisk Fagskole, Murer.

2. KOMMENTARER TIL VÅRE DIMENSJONERENDE BEREKNINGER

Gjennom vårt studie på bygg studiene ved Høgskolen i Gjøvik, har vi lært, og fått gode rutiner på en del dimensjonerende beregningsmetoder for betong, stål og tre konstruksjoner. For vårt bygg, Gjøvik Tinghus, er det stål og betong som er benyttet som bygningsmaterialer, og vi har derfor benyttet det vi har lært og gjort dimensjonerende beregninger på disse to materiltypene.

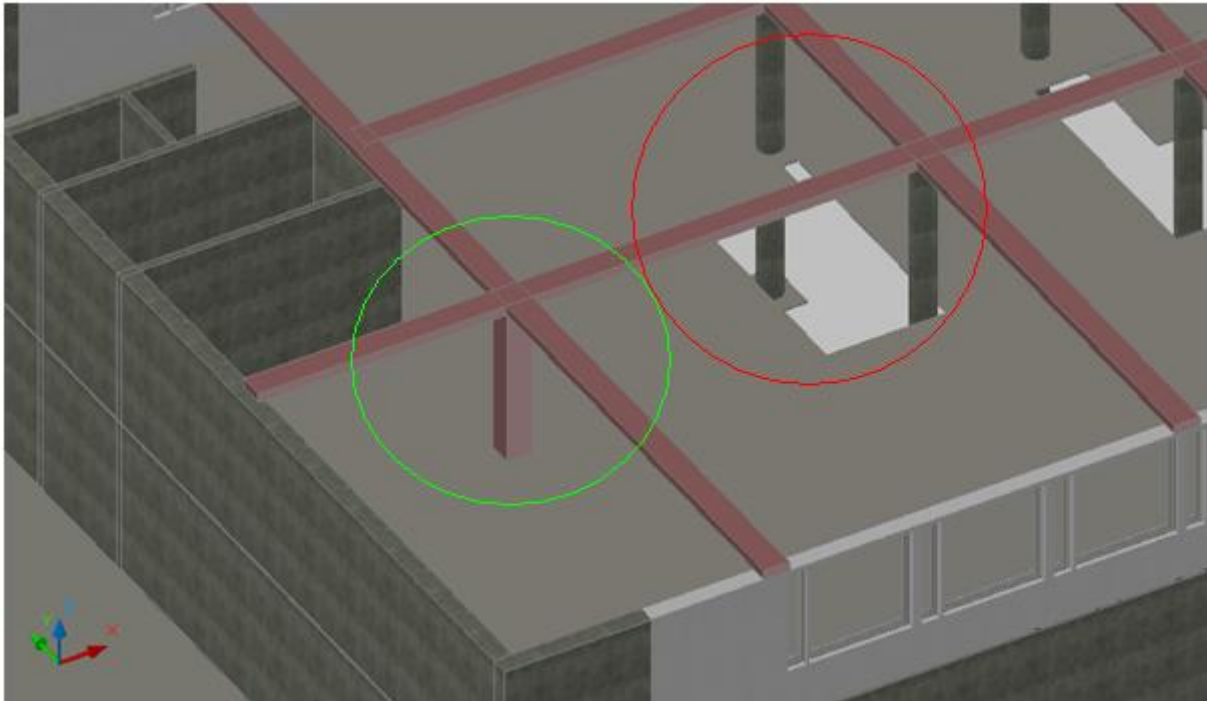
Noen forutsetninger måtte vi likevel gjøre før vi begynte å beregne. Vi hadde lært lite om dimensjonering og bruk av hulldekkeelementer, noe som er blitt benyttet i både vegger og dekker i Gjøvik Tinghus. Vi valgte derfor å dimensjonere plaststøpte dekker, med innlagt armering. Forspente hulldekkeelementer klarer større spenn, så vi måtte derfor plassere ut nye søyler, og forandre litt på det bæresystemet som Syljuåsen har benyttet. Den noe kompliserte planløsningen i dette bygget, gjorde dette imidlertid til en litt komplisert jobb. Vi benyttet Autocad Architecture 2008, til å lage oss en visuell 3D modell av hvordan vi tenkte oss bæresystemet med søyler og bjelker, før vi begynte å beregne.



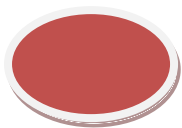
Bilde: 3D modell av bæresystem og dekke, 3. Etasje.

Når denne modellen var i orden tok vi en liten befaring på byggeplassen, og så at vår tegning og de antagelser vi hadde gjort, ut i fra de tegningene vi hadde, stemte ganske bra opp mot "fasiten". De ekstra stål-søylene vi måtte ha for å korte ned litt på spennene, ble plassert skjult inne i skillevegger. Vi lagde også en ekstra rekke med runde betongsøyler i det åpne område midt i bygget. Disse er med på å bære takdekket, og er ikke skjult, men synlige. Dette mener vi passer bra inn med bygget sin estetikk, og vi valgte derfor å gjøre det på denne måten.

For å begrense oppgave vår litt har vi fokusert på stålsøylene i plan 3, og betongsøylene som går helt ned til plan 1. For å finne ut hvordan gulvdekke i plan 3 er, og hvor søylene i plan 3 er plassert, tegnet vi også inn bæresystemet for plan 2 i vår 3D modell. Vi har også dimensjonert dekke mellom plan 2 og 3, med bærende stålbjelker, samt taket på hovedbygget, og på Lagmannsretten. Vi har da vist eksempler på beregninger av søyler og bærebjelker i stål, samt dekker og søyler i betong. Vi valgte å fokusere på disse elementene framfor veggene i betong. Vi brukte samme dimensjon på disse som Syljuåsen hadde benyttet.



Bilde: Utdrag fra 3D-tegning av plan 3.



Gjennomgående betongsøyer som bærer takbjelker i stål.



Stålsøyle som bærer takbjelker i stål.

For å finne rett dimensjon på være bærende elementer måtte vi begynne med å beregne tykkelse (vekt) av takdekke. Dette ble dimensjonert for å bære sin egenlast, samt nyttelast (snø). Vi jobbet oss deretter nedover og kunne beregne bjelker som kunne bære taket, samt søyler som kunne bære disse igjen. Våre vedlegg med beregninger viser hva slags resultater vi kom fram til.

3.RESULTATER FOR UTFØRTE DIMENSJONERENDE BEREGNINGER

- **Takdekke:**

$h = 300$ mm, hovedarmering: $\varnothing 16$ c/c 150, svinn og fordelingsarmering: $\varnothing 12$ c/c 200

- **Dekke 3. Etasje:**

$h = 300$ mm, hovedarmering: $\varnothing 16$ c/c 150, svinn og fordelingsarmering: $\varnothing 12$ c/c 200

- **Tverrgående takbjelker:**

HE 180B

- **Langsgående takbjelker:**

HE 300B

HE 360B

- **Bjelker under dekke i 3. Etasje:**

Spenn = 9,5 m: HE 600B

Spenn = 2,5 m: HE 180B

Spenn = 8,5 m: HE 500B

Spenn = 7,0 m: HE400B

- **Bjelke ved utkrager:**

HE 200B

- **Rund søyle ved utkrager:**

$D = 400$, hovedarmering: 4+4 $\varnothing 25$, bøylar: $\varnothing 8$ c/c 250

- **Takdekke i lagmannsretten:**

$h = 230$ mm, hovedarmering: $\varnothing 16$ c/c 150, minimumsarmering: $\varnothing 12$ c/c 250

- **Takbjelke i lagmannsretten:**

HE 550B

- **Søyler i lagmannsretten:**

RHS 200 · 120 · 6,3

- **Dekke i lagmannsretten:**

H = 300 mm, hovedarmering: \varnothing 16 c/c 175, minimumsarmering: \varnothing 12 c/c 300

- **Bærende stålsøyle:**

RHS 250 · 250 · 10

- **Gjennomgående bærende runde søyler:**

D = 400, hovedarmering: 4+4 \varnothing 25, bøyer: \varnothing 8 c/c 250

- **Søyler i yttervegg 3. Etasje:**

RHS 100 · 100 · 8

4.STANDARDE OG PROGRAMVARE

Programvare:

AutoCAD architecture 2008

AutoCAD 2008

Byggforsk

Word (Microsoft Office)

Microsoft projekt

Focus konstruksjon

Internett

Paint

Standard:

NS 3490 Prosjektering av konstruksjoner. Krav til pålitelighet

NS 3491-3 Dimensjonerende laster. Del 3: Snølaster

NS 3491-1 Dimensjonerende laster. Del 1: egenlast og nyttelast

NS 3473 Prosjektering av betongkonstruksjoner – Beregnings- og
Konstruksjonsregler

NS 3472 Prosjektering av stålkonstruksjoner

NS 3478 Brannteknisk dimensjonering av bygningskonstruksjoner

NS 8175 Lydforhold i bygninger

NS 3904 Brannteknisk prøving av bygningskonstruksjoner.

Tekniske forskrifter til PBL (TEK)

5. DIMENSJONERINGEN ER GJORT ETTER NORSK STANDARD

Norsk Standard (NS)

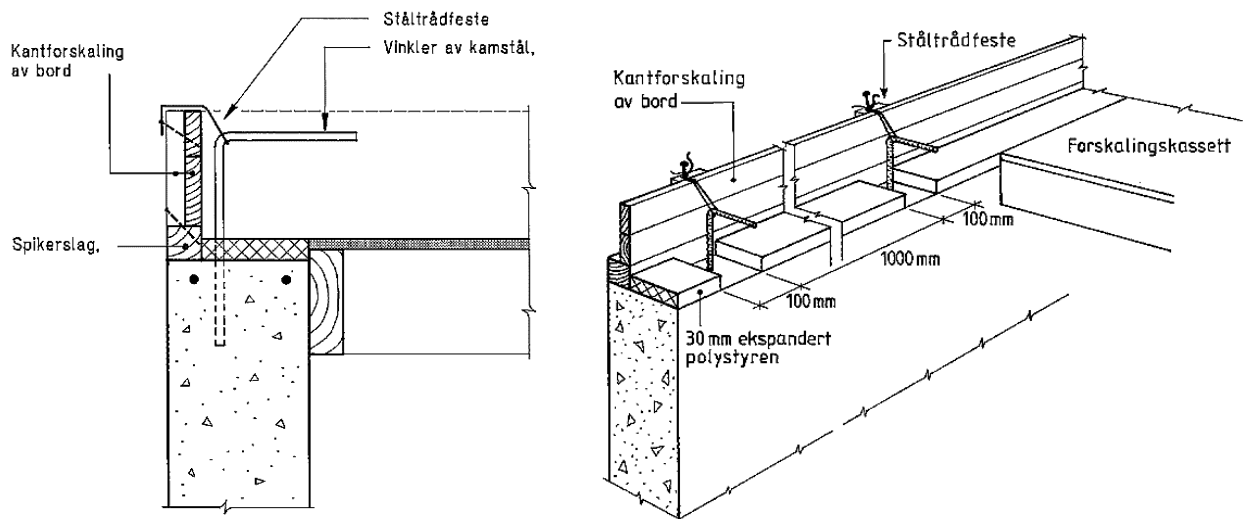
Norsk Standard er utgitt av Standard Norge. Standard Norge har eneretten på utgivelse og på å fastsette de standardene som blir utgitt, dette er her i Norge medlemmer av CEN og ISO. Norsk Standard blir benyttet innen flere fagfelt, alt fra petroleum, bygg og anlegg til samfunnsansvar og kontorplan.

En standard gir alle som arbeider innen samme fagfelt samme retningslinjer for de kravene som settes til et bestemt produkt f.eks varer eller tjenester, eller en arbeidsprosess. I disse dokumentene beskrives de hensiktsmessige spesifikasjoner, fremgangsmåter som skal benyttes. Standarden kan beskrive hvordan produktet bør fremstilles.

6. FORSKALING OG ARMERING AV DEKKE

6.1 Forskaling av dekkekant

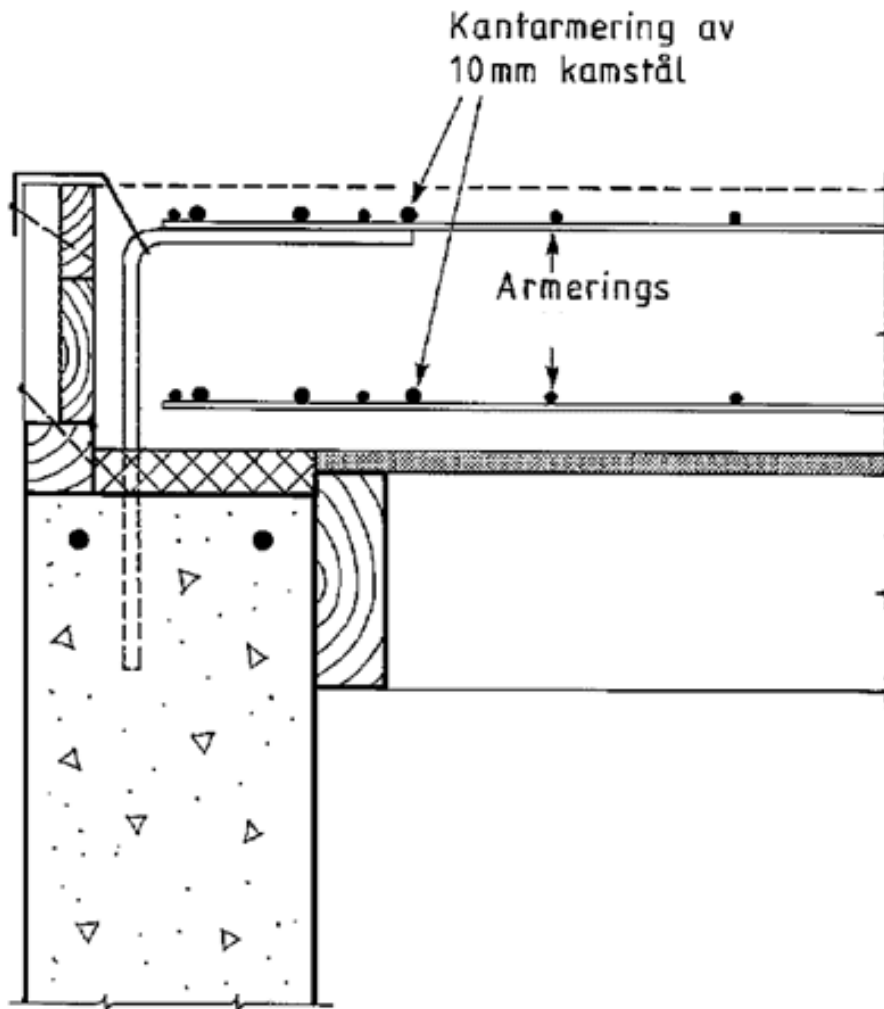
Kanten på et dekke skal forskales som vist på bildene under. Som dere ser festes kantbordene til spikerslaget under med spiker. Denne løsningen som vi har valgt å bruke er fin i forhold til fjerning av kuldebro, der det legges en 30 mm styrofonplate mellom forskalingsbordene og spikerslaget. Kamstålvinklene trekkes gjennom isolasjonen for å få et godt feste mellom vegger og dekker. Når det gjelder festingen av kantstålvinklene gjøre dette ved hjelp av ståltrå. Her trekker man en ståltrå fra kantforskalingen til kantstålvinklene for å sørge for at disse ikke sklir ut når betongen fylles på forskalingen.



Forskaling av dekkekant.

6.2 Armering i dekkekanten

Som vist på tegningen under legges det 3 stk 10 mm kamstål i over kant og 3 stk i underkant. Overlappingen mellom armeringen på dekket og kamstålene fra veggen legges med 0,5 meter overlegg.



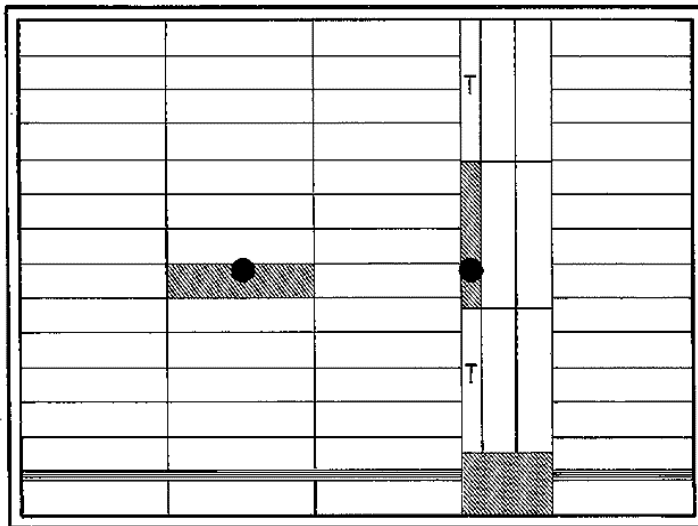
Ekstra armering i dekkekanten.





6.3 Oppsetting av dekkeforskaling

I dagens samfunn stilles det stadig større krav til fleksibilitet og ukonvensjonelle løsninger. Dette gjelder i aller høyeste grad bygningskonstruksjoner av ulike slag. Ikke mange bygninger brukes i dag til ett og samme formål hele sin levetid. I stedet søker man ofte nye løsninger for å kunne oppfylle de behovene og kravene som oppstår.

Det første man gjør når det skal settes opp en dekkeforskaling er å planlegge hvordan det skal passe inn i bygget. Disse forskalingskassettenes skal passe inn mellom veggene i bygget, det vil da si at det må plalegges nøye hvordan dette skal se ut. Disse forskalingskassettenes fås i forskjellige mål, og de kan også bli snekkret sammen på plassen til tilpassing. Det er vist hvordan dette blir gjort på bildet under.

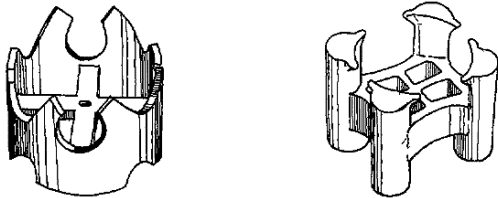
Det blir satt av utsparinger til søyler, heissjakter, trapperom og lignende. Hvis vi ser på tinghuset der det blir et stort åpent rom mitt i bygget er det meget viktig å lage en god kantforskaling som tåler trykket fra betongen som blir fylt i. Alle kassettenes blir spøytet med forskalingsolje for å gjøre det lettere å fjerne forskalingen i ettertid, samt å bevare kassettenes best mulig til senere bruk. Denne prosessen må gjøres før armeringen blir lagt i.



-  Tilpasses med bord eller lemmer
-  Tilpassingsstrimler av metall
-  Tilpassingsstykker fra forskalingssystemet
-  Søyler

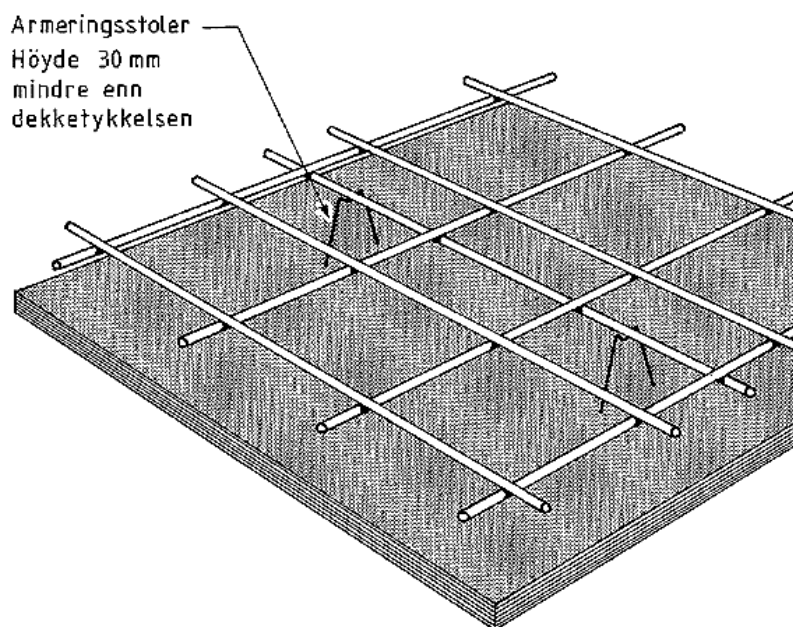
6.4 Armering av dekke

Ved arming av et betongdekke er et viktig punkt hvordan armingen ligger, det er derfor vesentlig at disse ikke sklir ut av sin posisjon. Det vi har valg å gjøre er å benytte plast- eller mørtelklosser for å holde underkantarmingene på plass.



Eksempler på armeringsklosser for underkantarming. Avstanden fra forskalingen til armeringen skal være 15 mm.

Når det gjelder overkantarming blir det benyttet avstøtting (OK-stoler). Høyden på disse varierer, men de skal være 30 mm lavere enn betongdekket. Avstanden mellom OK stolene varierer etter hvor stivt nettet skal være, det bør minst være så stivt at man kan bevege seg på det uten at det tar varig nedbøying.



Armeringsstoler for overkantarming.

7. BRANN

7.1 Risikoklasse

Teknisk forskrift til plan- og bygningsloven erstatter den tradisjonelt tekniske delen av de gamle byggeforskriftene. I de gamle byggeforskriftene ble bygningene inndelt i bygningsbrannklasser og bruksområder. Det bestemte igjen de tekniske kravene til vegger, dører, overflater m.m. Den tekniske forskriften har gått over til å bruke to nye benevnelser, risikoklasse og brannklasse.

Risikoklassen bestemmes ut i fra den risiko en brann kan innebære for skader på liv og helse. Den risikoklassen en bygning blir plassert i avgjør hvilke tekniske tiltak som kreves for å sikre rømning ved branner. Risikoklassene går fra 1 til 6, der risikoklasse 6 er den høyeste (opphold av mennesker som sover eller er sengeliggende). Bygningens risikoklasse bestemmes med hensyn til om:

- Byggverket er beregnet for personopphold.
- Personer i byggverket er kjent med byggverkets rømningsveier og om de er i stand til å bringe seg selv i sikkerhet ved brann.
- Byggverket er beregnet til overnatting.
- Virksomheten i byggverket er lite brannfarlig.

Virksomhet	Risikoklasse
Garasje	1
Kontor	2
Forsamlingslokaler	5

Veiledningen til teknisk forskrift har også oversikt over virksomheter og hvilken risikoklasser de skal plasseres i. Gjøvik Tinghus befinner seg i risikoklasse 5.

7.2 Brannklasse

Brannklasse bestemmes utfra den konsekvens en brann kan innebære for skade på liv, helse, samfunnsmessige interesser og miljø. Konsekvensen vil være avhengig av bruken av bygget (risikoklasse), størrelse og planløsning. Brannklassen kan være fra 1 til 4, der brannklasse 1 er for enkle bygg der en brann vil innebære en liten konsekvens. Vårt bygg er i brannklasse 3.

Brannklasse	Konsekvens
3	Stor

For bygg i brannklasse 1, 2 og 3 bestemmes brannklassen av hvilken risikoklasse de plasseres i og antall etasjer. De tekniske løsningene i veiledningen kan brukes til å prosjektere disse byggene.

Risiko-klasse	Etasjer			
	1	2	3 og 4	5 eller flere
5	BKL 1	BKL 2	BKL 3	BKL 3

De punkter som berører vårt bygg er markert i rødt.

7.3 Bæreevne og stabilitet ved brann

Et byggverk skal utføres slik at det har tilstrekkelig stabilitet i tilfelle brann. Det må da dimensjoneres slik at det får den bæreevne og stabilitet som skal til for å motstå en forventet brannpåkjenning.

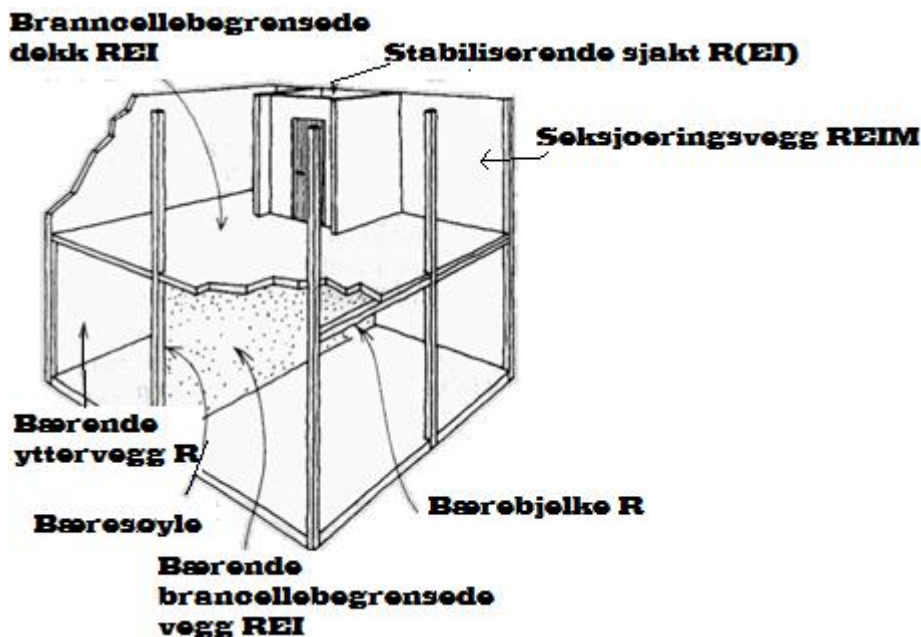
Byggverk i brannklasse 3 skal dimensjoneres til å tåle et fullstendig brannforløp. Kravet til bærende bygningsdeler er:

Bygningsdel	Brannklasse (BKL)		
	1	2	3
Bærende hovedsystem ^{1,5}	R30 ¹	R60 ²	R90 ^{2,7}
Sekundære, bærende ^{5,6} bygningsdeler, etasjeskillere	R30	R60	R60 ²
Trappeløp ⁴	-	R30	R30 ²

²⁾ Bygningsdelene må utføres i ubrennbare materialer.

⁷⁾ I bygning inntil åtte etasjer eller møne-/gesimshøyde på maks. 24 m over gjennomsnittlig planert terreng, kan etasjeskiller ha brannmotstand R 60.

Gjøvik Tinghus er oppført med bæresystem i stål og betong som oppfyller disse krav. Dette kan vi se av vedlegg om dimensjonering av søyler og bjelker.



7.4 Kledninger

Overflaten på yttervegger i et bygg som har brannklasse 2 og 3 skal bestå av materialer som tilfredstiller klasse Ut 1 (se tabell under overflate), med dette menes materialer som har en overflate av ubrennbar eller begrenset brennbar materialer. Det finnes imidlertid noen unntak for dette, som gjelder bygninger med inntil 4 etg i brannklasse 2 og 3, her kan det benyttes en overflate i Ut 2 hvis ett av disse kravene er tilfredstilt:

- brannvesenet har kort innsatstid (inntil 10 minutter), kan komme til alle fasadene og har tilstrekkelig sløkkeutstyr og mannskaper til å hindre brannspredning. Mulighetene for å hindre brannspredning må ses i sammenheng med behovet for redningsinnsats (assistert rømning). Disse forutsetningene må avklares med bygningsmyndighetene og brannvesenet i hver enkelt byggesak.
- bygningen har flammeskjermer/balkonger eller inntrukne fasadepartier (1,2 m utstikk eller inntrekk) som hindrer brannspredning mellom brannceller i ulike plan. Flammeskjermer/balkonger må være ubrennbare og ha samme brannmotstand som etasjeskiller.
- bygningen er fullsprinklet eller har fasadesprinkling i alle plan.

Vårt bygg, Gjøvik Tinghus, ligger i kort avstand fra Gjøvik brannstasjon og de vil derfor ha en kort utrykningstid (under 10 min). Bygget har også sprinkleranlegg. Dermed kan en overflate i Ut 2 (se tabell under overflate) benyttes. Ytterveggene i vårt bygg er oppført i betong, og tilfredstiller derfor disse krav.

7.5 Taktekking

Taktekking skal tilfredstille klasse Ta (se tabell under overflater) hvis risikoen for smittebrann er liten, f.eks ved at det er stor avstand til nabobygning. Liten risiko må i så fall dokumenteres.

7.6 Isolasjon

Isolering av bæresystem i stål

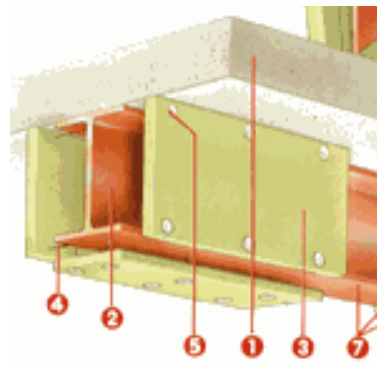
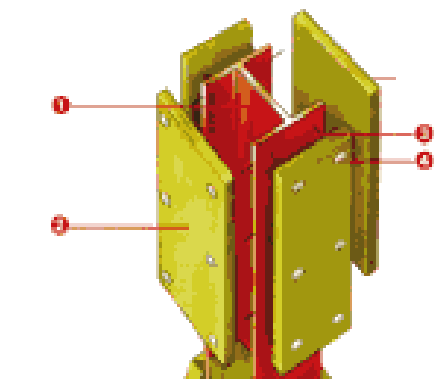
Selv om stål er et mye brukt byggemateriale, har det likevel dårlige branntekniske egenskaper når det utsettes for høye temperaturer. Stålets bærekapasitet halveres ved 500°C, en temperatur som oppstår allerede etter 7 minutter ved en vanlig brannutvikling. Dersom stålkonstruksjonen brannisoleres, vil en ukontrollert temperaturstigning i selve stålet forhindres og kravene til brannklassifisering tilfredstilles. Isolasjon av steinull har den beste brannbeskyttende egenskap. Hardtpressede steinullplater tåler svært høye temperaturer og avgir ingen gasser ved brann. Foruten brannisolering fungerer platen også som kuldebroyter.

Brannisolasjonen skal være så tynn som mulig.

Det er to forhold som har stor innvirkning på isolasjonstykkelsen:

- Nødvendig isolasjonstykkelse blir mindre, jo mindre del av profilen som er eksponert.
- Nødvendig isolasjonstykkelse blir mindre jo kraftigere stålprofil som benyttes.

Steinullplatene består av 90% luft. Det er den stillestående luften, som gir den meget gode isolasjonsevnen. Formfastheten og de fuktavvisende egenskaper er fremskapt ved tilsetting av olje og bindemiddel. Platen har meget god trykkstyrke og er 100 % dimensjonsstabil.



Dette viser hvordan en stål søyle og en stål bjelke isoleres med steinullplater.

7.7 Brannmotstand

Når brannkravet til en vegg/dør/dekker eller et vindu skal defineres gjøres dette med tall og bokstaver kombinert. Det tallet som brukes betegner hvor mange minutter f.eks veggen skal tåle brann før den på noe som helst måte bryter gjennom. De tallene som er mest vanlig å bruke er: 15,20,30,45,60,90,120,180,240 min. I tabellen under finnes de bokstavene og betegnelsen for disse:

R	Bæreevne
E	Integritet/tetthet
I	Isolasjonsevne
M	Mekanisk motstandsevne
W	Strålingsmotstand for glasskonstruksjoner
C	Selvlukkende dører
S	Røyktette dører

Hvis vi tar for oss en vegg som har R90 krav, som noen av veggene i bygget betyr dette at veggen skal ha en bæreevne i 90 min. De materialene som kan brukes i en slik vegg har entet egen beregningsmetode som kommer fra leverandøren, eller ved bruk av beregningsmetoder fra NS 3904, NS3470, NS 3472, NS 3473.

Betong brenner ikke. Betongkonstruksjoner gir varig vern mot brann. Støpte brannskillende vegger er en effektiv og sikker måte å hindre brannspredning på. Dessuten kan betongkonstruksjoner rehabiliteres etter en brann. Plasstøpte betongkonstruksjoner har ingen fuger og knutepunkter som kan skape problemer ved brann.

7.8 Overflate

Alle overflater i tinghuset har en egen betegnelse for dens evne til å forhindre antennelse, flammespredning og røykutvikling. I tabellen under ser vi de forskjellige betegnelse som blir brukt. Det som er beskrivelsen på en overflate er det ytterste laget av enten maling, beis tapet og lignende.

OVERFLATER	
In 1	Tilsvare innvendig overflate på betong, mur, teglstein og keramiske fliser. Maling og tynn papirtapet kan legges utenpå disse.
In 2	Tilsvare innvendig overflater på sponplater, trepanel og fiberplater. Maling og tynn papirtapet kan legges utenpå disse.
Ut 1	Utvendig kledning som er ubrennbar / begrenset brennbar materiale.
Ut 2	Utvendig kledning som kan brukes når risikoen for brannspredning er noe mindre enn ved bruk av Ut 1

ANDRE AKTUELLE BETEGNELSER	
PI, PII og PIII	Angir klassen på rørisolasjon
Ta	Ubrennbar taktekking
Klasse G	Krav til gulvbelegg i bl. a. rømningsveier
A, B, C, D og E	Klasse på sandwichelementer og overflateprodukter (Eurefic - klassene)
Ubrennbar, begrenset brennbar og brennbar	Nærmere spesifisering av materialegenskaper

7.9 Branncelleindeling

Hovedgrunnen til at forskjellige rom blir delt inn i brannceller skyldes i hovedsak det å bedre rømningsforholdene til de som oppholder seg i bygget. Det gjør f.eks at de som oppholder seg i naborommet til der det begynner å brenne får rimelig med tid til å rømme bygget.

For å ta en kort forklaring på hva en branncelle er så kan det beskrives på følgende måte: Det er et avgrenset område som består av materialer som holder EI 60 (Tabell under **Brannmotstand**) for brannklasse 3. Dette vil si at brannen ikke skal ha mulighet til å spre seg videre til et annet rom før det har gått 60 minutter.

Når det gjelder Tinghuset er hvert rom i inndelt i brannceller, det vil da si at alle veggene som skiller disse rommene har vegger som består av materialer som holder EI60.

Nødvendig brannmotstand for branncellebegrensende konstruksjoner

Brannklasse	Brannmotstand
1	EI30 (B30)
2	EI60 (B60)
3	EI60 (A60)

Kategori	Deler av bygning som må utføres som egen branncelle
Alle bygninger	<p>Tekniske rom (heismaskinrom, rom for ventilasjonsaggregat og søppelrom)</p> <p>Rømningsveier (korridor eller trapperom)</p> <p>Sjakter (heissjakter, tekniske installasjonssjakter som går gjennom flere brannceller)</p> <p>Rom som forbinder store garasjer (50 m² □ bruttoareal □ 400 m²) og andre rom, må være egen branncelle.</p>
Forsamlingslokaler ⁴⁾	Serveringssteder, terminaler
Kontorer	<p>Kontorer som utgjør selvstendig bruksenhet</p> <p>I utleiebygg med kontorer for flere brukere skal hver brukers virksomhet avgrenses fra øvrige virksomheter med branncellebegrensende bygningsdeler</p>
Garasje	Garasjer utgjør som regel egen branncelle, med unntak av garasjer □ 50 m ² i samme bruksenhet

⁴⁾ Lokaler, enkeltrom eller grupper av rom som utgjør mer enn 120 m² eller er beregnet for mer enn 150 personer.

7.10 Seksjonering

En seksjoneringsvegg har som oppgave å hindre brann å spre seg fra en seksjon av bygget til en annen. Ved å dele opp bygg med seksjoneringsvegger, vil man begrense størrelsen på en eventuell brann, samt sikre bedre rømningsmuligheter og gi brannvesenet bedre muligheter til å slukke brannen. Seksjoneringsvegger blir benyttet mellom seksjoner i bygg med samme eier, og kravet er å hindre en brann å spre seg i minst 90 minutter.

For vårt vedkommende, ved Gjøvik Tinghus, er en seksjoneringsvegg med i konstruksjonen. Denne finner vi mellom garasjeanlegget og selve tinghusbygget.

Vårt bygg har et areal på ca 630m² pr. etasje, og brannklasse 5 og trenger derfor ikke deles opp i flere brannseksjoner. Grunnen til at seksjoneringsvegg er oppført mellom garasje og resten av bygget, er hovedsakelig av rent konstruksjonsmessige grunner; en bærende vegg. Men andre grunner er også viktige ang brann.

Ved en bilbrann kan store røykmengder oppstå, samt at en bil inneholder meget brennbart drivstoff. Dette gjør at det er ønskelig å skille en garasje seksjon fra resten av bygget. Det er også særskilte krav med tanke på å skille garasje og andre bruksrom. Kravet for disse skillende bygningsdelene, for garasje på 50-400m², er en brannmotstad på EI 60/D-s2,d0 eller bedre.

Vår garasje er på 304 m², og skilles med en seksjoneringsvegg i betong som tilfredstiller et REI 120 krav, og oppfylder kravene for en seksjoneringsvegg, samt brannmotstand mellom garasje og bruksrom.

7.11 Rømningsveier

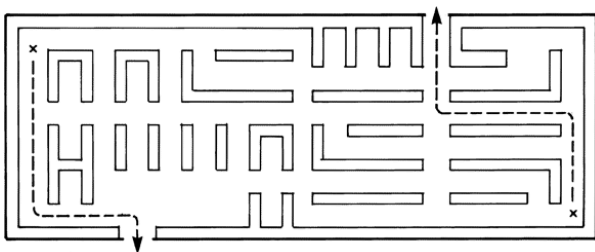
Antall utganger

Inne i en branncelle er det krav om at en rømningsvei fører ut rett til sikkert sted, for eksempel til en rømningsvei der en videre føes til 2 uavhengige utganger i motsatt retning, hvor sannsynligheten for at begge veiene er blokkert er minst mulig eller ut i det fri.

I dette tilfellet fører alle branncellene direkte til en rømningsvei der en videre føres til 2 adskilte trapperom i hver sin ende av bygget.

Maksimal avstand ved rømming fra branncelle til nærmeste utgang, er avhengig av bygningskategori og risikoklasse.

Eksempler på Bygningskategori	Risikoklasse	Maksimal avstand til nærmeste utgang
garasje, kontor og lagerlokale	1 og 2	50
Forsamlingslokale	3 og 5	30



Måling av avstand fra sted i branncelle til nærmeste utgang:

Eksempel på forretningslokale, hvor avstand til nærmeste rømningsvei ikke skal være mer enn 30 m. Avstanden måles langs planlagte og oversiktlige ruter mellom reolene.

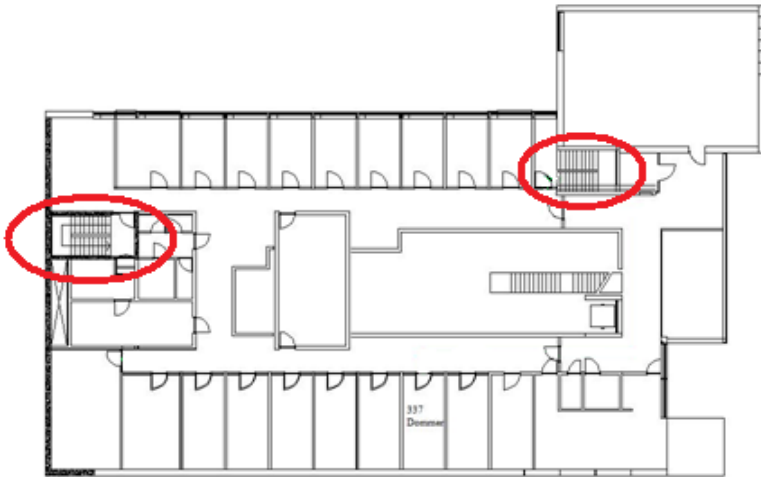
Bredde på rømningsvei

Tinghuset beregner vi etter risikoklasse 5, i henhold til dette er kravet satt til en bredde på rømningsveiene på minimum 1,2 meter. Det skal ikke være noe som helst av innsnerving av vegger eller dører i en rømningsvei, dette kan føre til at personer blir hindret i en eventuell brann. Det eneste som er godkjent er at rekkverk og håndlister kan stikke 0,1 meter ut i fra veggen i en rømningsvei. Disse kravene gjelder også for trapperom, der trappen ikke kan være smalere enn 1,2 meter.

Når det skal beregnes rømningstid for et bygg som har mer enn en etg skal det dimensjoneres ut fra at det rømmes fra to etasjer samtidig. Det blir her benyttet de to nærmeste etasjene over hverandre med til sammen det største persontallet som dimensjoneringsgrunnlag.

Trapperom

Det som avgjør hvor mange og kravene til trapperom i et bygg er hvilken risikoklasse bygget kommer inn under. For Tinghuset som kommer inn under Risikoklasse 5 blir det benyttet klasse Tr2 etter TEK. Med Tr 2 menes det at det blir laget 2 trapperom i hver sin ende av bygget.



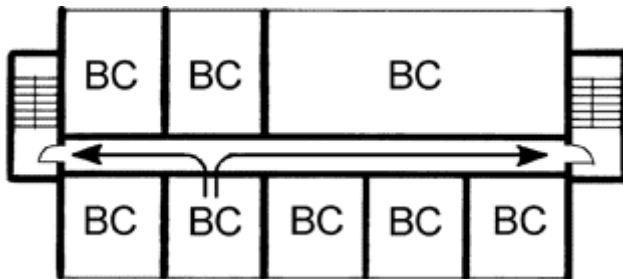
Bilde: Plantegning av Gjøvik Tinghus. Trapperom markert med rødt.

Risikoklasse	Inntil åtte etasjer
5	Tr 2

Her har vi tatt ut fra tabell i byggforsk hvor man kan se kravet til trapperom i risikoklasse 5.

Rømming via trapperom

Når et bygg er konstruert slik at trapperommet blir benyttet som en rømmningsvei skal denne utføres slik at de som rømmer blir best mulig beskyttet mot eksponering av røyk og varme. Trapperommet skal derfor beregnes som en egen branncelle og bygges i ubrennbare materialer. Utgangen fra trapperommet skal enten ha utgang til det fri(Ut) eller eventuelt til et annet sikkert sted. Hvis det går en kooridor i fra trapperommet og ut i det fri skal denne utføres som en egen branncelle i likhet med trapperommet.



Vi har valgt å beregne rømmningstid på bygget, dette kan du se mer på i vedlegg 9.

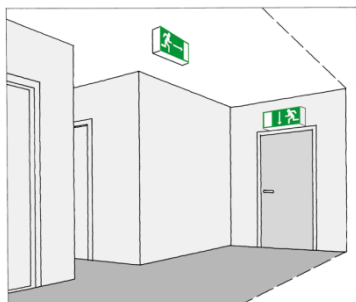
Merking

Når det kommer til rømning av et bygg kan det foretas en del tiltak som kan påvirke rømningen, dette kan være:

- Alarmanlegg
- God merking og belysning av rømningsveiene(ledesystem)
- Informasjonstiltak
- Brannøvelser kan redusere rømningstiden
- Røykventilasjon
- Røykkontroll
- Sprinkelanlegg kan øke tilgjengelig rømningstid

På Tinghuset som kommer inn under risikoklasse 5 er det krav til det monteres brannalarmanlegg og at belysning og merking under rømning blir tilfredstilt. Det blir også montert sprikler anlegg for å hindre spredning av eventuelt brann.

ledesystem



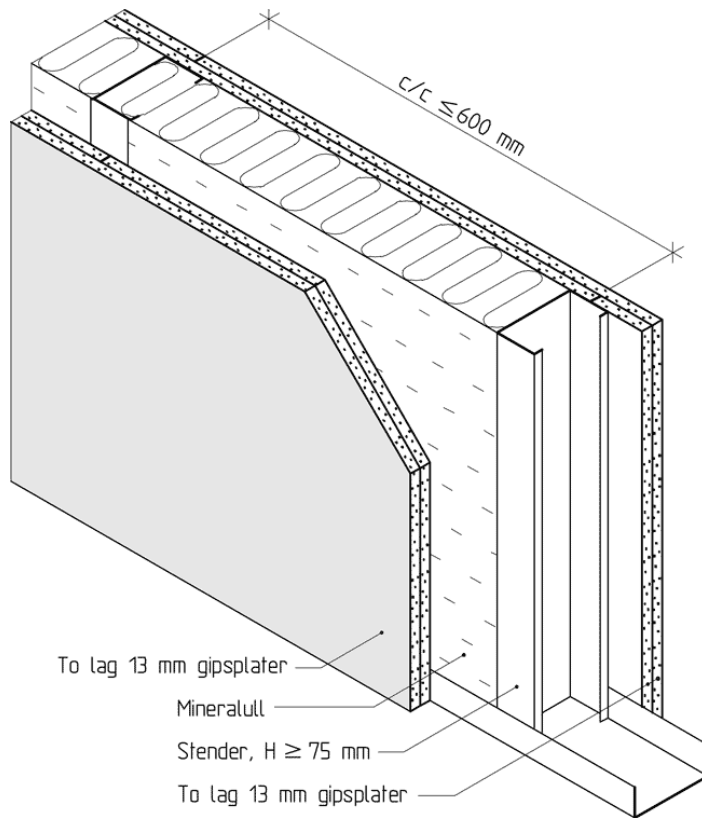
Aktuelle tiltak for ulike risikoklasser for å ivareta kravene i TEK til sikkerhet ved brann:

Risikoklasse	Røykvarsler	Brannalarm	Røykventilasjon	Sprinkler	Ledesystem
1		(x)	(x)	(x)	(x)
2		(x)	(x)	(x)	(x)
3	x	(x)	(x)	(x)	(x)
4	x	(x)	(x)	(x)	(x)
5		x	(x)	(x)	x
6		x	(x)	(x)	x

- x Påkrevd
- (x) Nødvendig i enkelte bygninger

7.12 Vegger

Når det gjelder vegger som ikke beregnes som bærende konstruksjoner inntil 2500 mm høyde skal det benyttes en veggtype som holder brannmotstand EI 60 (A60). Bredden på mineralull skal minimum være 100 mm, det samme gjelder også for profilbredden, mens stenderne skal maksimalt ha en senteravstand på 600mm. Dette kles med 2 lag 13mm gips på hver side. Begge gipslagene skal skrues med en c/c 150 langs kanten og c/c 200 på midten av platen. De 2 lagene med gips skal legges med overlapping, slik at skjøtene ikke kommer rett over hverandre. Denne vegger holder lydkravene på 48 dB, som er kravet mellom lagmansretten og dommerrommet.



7.13 Dører

Hovedfunksjonen til dørene når vi ser på brann er at de skal sikre trygg bruk av rømningsveier og bidra til å begrense materielle skader hvis det oppstår brann. I et fleretasjes bygg som her, har dørene også en sentral funksjon når det gjelder å unngå rask røyk- og brannspredning. Spesielt er dette viktig da de kan spre røyk til en rømningsvei som kan være den eneste dersom f.eks. et av trapperommene brenner.

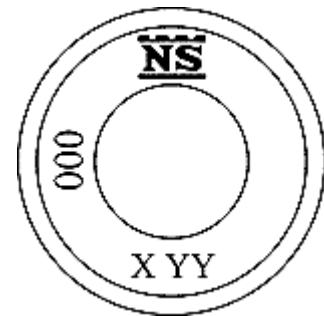
Det må være et tilstrekkelig antall utganger med nødvendig bredde fra hver branncelle for å sikre rask rømning og for å forhindre oppstuvning ved utganger. Tinghuset, som er i risikoklasse 5, må dør til rømningsvei som har fri bredde på minimum 1,2 m som normalt tilsvarer et modulmål på 13 M for utvendig karm.

Brannmotstanden til dørene dokumenteres ved utstedelse av sertifikat fra f.eks. Nemko Certification AS. Det stilles krav til egenkontroll og at det gjennomføres regelmessig ekstern kontroll. Dørene skal også prøves, noe som danner grunnlag for klassifisering. Døra prøvemonteres i henhold til produsentenes monteringsanvisning med maksimal størrelse. Den påfølgende klassifiseringen vil da også gjelde for mindre dimensjoner. Beslaget prøves i samme type som det som vil bli brukt i praksis. Brannmotstanden kan svekkes av eventuell ettermontering av dørlukkere, elektriske låssystemer ol. For ståldører er største tillatte klaring mellom dørbblad og karm på 5 mm.

Det er vanlig at brannklassifiserte dører har terskel med anslag. For brannklassifiserte dører som skal være lydisolerende, kan det benyttes heveterskler eller slepelister, og dørene må ha tettelister. Normalt vil slike dører også tilfredsstille røyktetthetkravet.

På dørbbladets hengslede kant kreves det lett synlige skilter som skal inneholde følgende opplysninger:

- sertifikatnummer
- hvilket teknisk kontrollorgan som har utstedt sertifikatet
- brannteknisk klasse
- fabrikantens navn
- døras navn eller typebetegnelse
- fabriksjonsår
- serie-/produksjonsnummer



På tegningen er 000 sertifiseringslisensnummer og XYY brannteknisk klasse. Tinghuset har brannklasse 3 og nødvendig brannmotstand for branncellebegrensende konstruksjoner er da EI 60 A2-s1,d0 (A 60). Bokstaven A betyr praktisk talt at bygningsdelen består av ubrennbart materiale. Det åpne feltet i midten er til bruk for lisensinnhaveren. Ytre diameter skal være minst 25 mm og brunfargen skal være rød for klasse A. Dersom døra prøves med selvlukker, merkes den med S etter klassebetegnelsen.

7.14 Vinduer

Hovedfunksjonene til vinduer når vi ser på brann, er at de med brannmotstand skal bidra til å hindre brannspredning, sikre rømming og redning samt begrense materielle skader ved brann. I branncellebegrensende bygningsdel må vinduer ha tilsvarende brannmotstand som vegg og må ikke kunne åpnes i vanlig brukstilstand. I risikoklasse 5 kan ikke vinduer benyttes som rømningsvei.

I likhet med dører, skal vinduene også prøves, men her blir brannmotstanden dokumentert ved laboratorieprøving. Dette laboratoriet skal være et utpekt teknisk kontrollorgan, og i Norge er det SINTEF NBL AS som utfører dette. Foreløpig klassifiseres vinduer på samme måte som dører, i klasse A, B og F, etter NS 3919. Dette gjøres på grunnlag av prøvene ved laboratoriet.

Sertifisering av vinduer gjøres på grunnlag av brannprøving, og det kreves årlige inspeksjoner på produksjonsstedet som utføres av teknisk kontrollorgan. Sertifikatet angir størst mulige dimensjoner som produsenten kan levere på bakgrunn av prøving ved laboratoriet, og sertifikatet er dermed også gyldig for alle mindre størrelser. Når det gjelder ruter, skal alle krav for CE-merking oppfylles i henhold til europeiske produktstandarder etter 1.3.2007

Vinduer med brannmotstand skal merkes med følgende opplysninger:

- navn på produsent
- produksjonsdato
- brannmotstandsklasse
- hvilket kontrollorgan som har sertifisert produktet
- sertifikatnummer



Ofte merkes vinduene med metallskilt som er skrudd fast i karmen. Det er viktig at merkingen av produktene er varig, slik at den ikke forsvinner ved for eksempel maling av vinduet.

8. LYDISOLERING

Når Gjøvik tinghus er under planlegging må man ta hensyn til brukernes behov for beskyttelse mot støy og vibrasjoner. Bygget må dermed utføres slik at lyd og vibrasjonsforholdene oppleves tilfredsstillende for brukerne.

Tinghuset inneholder både rettssaler, kontorlokaler og fellesarealer. Det er derfor viktig å støyisolere mellom rommene. I NS 8175 finner vi krav til luftlyd og trinnlydisolasjon, slik at brukerne skal få mulighet til å utføre den jobben de er satt til å gjøre innenfor gode rammer. Det stilles da krav om gjensidig støybeskyttelse for støy mellom brukerområdene i tinghuset, mellom tinghuset og uteareal og i forhold til nærliggende bygninger. Kravene er basert på forskjellen mellom lydnivå ved normal aktivitet og akseptabelt lydnivå for arbeid, søvn, hvile eller rekreasjon. I dette tilfelle må man også sørge for beskyttelse mot overhøring (konfidensialitet).

Når tinghuset er ferdig skal det tilfredsstillende kravene i lydklasse C angitt i NS 8175. Under prosjekteringen, utførelse og etterprøving forutsettes bruk av begreper og målemetoder som er standardisert etter Norsk standard. Lydforholdene i tinghuset skal tilfredsstillende kravene til luftlydisolasjon, trinnlydisolasjon samt etterklangtid og lydnivå. Man må derfor velge byggematerialer slik at disse kravene oppfylles. Det er veldig viktig å lydisolere riktig med en gang siden utbedringer i etterkant kan være vanskelig, samtidig som det ofte får store økonomiske konsekvenser.

Vi har valgt å se på noen av konstruksjonene i tinghuset, og hvordan disse kan utføres med tanke på lyd. Dette kan du se mer på i Vedlegg 10.

9. HELSE, MILJØ OG SIKKERHET

HMS er et prioritert tema i dagens byggenæring, vi har derfor valgt å se nærmere på hva slags rutiner Syljuåsen benytter på byggeplassen, Gjøvik Tinghus, og om dette kunne vært gjort annerledes.

For å se hvordan de gjennomfører dette i sammenheng, velger vi å skrive litt rundt temaet HMS, og se på hva slags krav som stilles ovenfor entrepenørbedrifter.

Det er anbefalt at Byggherre utarbeider et overordnet HMS-mål for prosjektet som innarbeides i HMS-planen. Videre beskriver utførende bedrift sin internkontroll for HMS, bedriften sitt mål, og et felles mål for byggeplassen utarbeides. Dette er regulert av følgende regelverk:

- Arbeidsmiljøloven § 3-5 (Lovdata)
- Internkontrollforskriften (Arbeidstilsynet)
- Byggherreforskriften (Lovdata)
- Teknisk forskrift/TEK (Bygningsteknisk etat)

Alle aktører (byggherre, utførende entrepenør/entreprenører) er opptatt av sikkerhet på byggeplassen. Byggherre er ansvarlig for at byggherreforskriften etterleves, men det kan her inngås en avtale med utførende entrepenør om at han overtar byggherres oppgaver/ansvar, helt eller delvis. Denne avtalen skal klargjøre for hvem som har ansvaret for blant annet disse punktene:

- At HMS- plan blir utarbeidet (skal foreligge før opprettelse av byggeplass)
- Å utpeke koordinator(er) for HMS
- Å sende en forhåndsmelding til Arbeidstilsynet

Som regel inngås en slik avtale, og entrepenør overtar ansvaret for at det utarbeides en plan som sikrer et fullt forsvarlig arbeidsmiljø på byggeplassen. Entreprenør har også ansvar for at alt ligger til rette for at denne planen etterleves.

På byggeplassen skal det være en med det overordnede ansvaret for HMS, en HMS koordinator. Denne kan bli utnevnt av hovedentreprenør, eller være prosjektleder.

9.1 HMS koordinators arbeidsoppgaver:

Det er koordinators jobb å se til at HMS-planen blir løpende oppdatert i forhold til prosessens framdrift, samt etterlevd til enhver tid. HMS koordinator har også ansvar for at nødvendig informasjon (HMS-perm) og verneutstyr er tilgjengelig, samt at det blir avholdt vernemøter og vernerunder på byggeplassen.

9.2 HMS-plan:

Selv om tid blir en stadig viktigere faktor i dagens byggebransje, skal det likevel opprettholdes et fullt forsvarlig arbeidsmiljø på byggeplassen. Dette skal HMS-planen sikre. En HMS-plan bør inneholde blant annet disse punktene:

- Karlegging og risikovurdering
- Krav og forutsetninger som stilles til de virksomheter som skal utføre byggearbeidet
- Relevante data for byggeplassens HMS-organisasjon med fordelign av ansvar og oppgaver
- Oversikt som viser når de ulike arbeidsoppgavene skal utføres
- Beskrivelse av særløig farlige arbeidsoppgaver og hvordan de skal utføres (jf § 11b i byggherreforskriften, om tiltak for arbeid som kan innebære særlig fare for liv og helse)
- Rutiner for behandling av HMS-avvik og informasjon

9.3 HMS-premisser

Ansvar og ønsket resultat

Når det gjelder ansvaret for HMS på tinghuset er det byggherren som har det overordnede ansvaret her, han sette opp HMS målene for prosjektet. Internkontrollen til virksomheten beskriver målene.

Regelverk

Følgende regelverk regulerer dette:

- Arbeidsmiljøloven § 3-5 (Lovdata)
- Internkontrollforskriften (Arbeidstilsynet)
- Byggherreforskriften (Lovdata)
- Teknisk forskrift (Bygningsteknisk etat)

9.4 Organisasjon og ansvar i gjennomføringsfasen

Ansvar og ønsket resultat

I henhold til Plan og bygningsloven beskrives hva som skal dekkes av en ansvarlig søker under en gjennomføringsfase av et prosjekt. Byggherren har ansvaret for at byggherreforskriften etterleves, det er her anbefalt at det undertegnes en kontrakt med koordinator om at ansvaret overtas helt eller delvis. Syljuåsen har ansvaret for at organiseringen av den enkelte virksomhetenes verne- og miljøarbeid gjennomfører varnemøter, vernerunder og lignende. Hver virksomhet som har tilknytning til tinghuset har selv ansvaret for at de ansatte ikke utsettes for risiko pga. manglende organisering.

Regelverk

Følgende regelverk regulerer denne aktiviteten:

- Arbeidsmiljøloven § 2-2 (Lovdata)
- Byggherreforskriften § 6 (Lovdata)
- Forskrift om offentlige anskaffelser (Lovdata)
- Internkontrollforskriften § 6 (Lovdata)
- Bustadoppføringslova (Lovdata)
- Lov om håndverkstjenester (Lovdata)

9.5 Partenes oppfølging av HMS-plan i gjennomføringsfasen, risikovurdering

Det blir bestemt her hvordan byggherre, prosjektleder, virksomheter og enkeltmannsforetak skal etterleve HMS-plan.

Ansvar og ønsket resultat

Selve HMS-planen er det byggherren som har ansvaret for at blir oppdatert. Når det blir gjort endringen i HMS- arbeidet skal dette dokumenteres. Hver enkelt virksomhet innarbeider tiltak i egen internkontroll som skal ivareta kravene som er gitt i byggherrens HMS-plan, byggherren skal følge med slik at dette blir gjort. Det skal gjennomføres en risikovurdering av hver virksomhet som befinner seg på byggeplassen, det blir deretter satt i gang tiltak for oppfølgingen av identifisert risiko.

Regelverk

Følgende regelverk regulerer denne aktiviteten:

- Byggherreforskriften §§ 13 og 14 (Lovdata)
- Internkontrollforskriften §§ 4 og 5 (Lovdata)

9.6 Etablering av Rigg og drift. Rent bygg. Avfallsbehandling

Aktiviteten beskriver hvordan rigg og drift, rent bygg og avfallsbehandling bør følges av byggherre, ev. prosjektleder og virksomhetene. Krav til Rigg og drift er beskrevet i Rigg og drift i teknisk beskrivelse

Ansvar og ønsket resultat

Byggherre er ansvarlig for at det etableres:

- Rigg
- Rutiner for Rent og tørt bygg
- At det blir satt opp containere nok på byggeplassen slik at det blir gjennomført kildesortering. Det skal også lages en avfallsplan i søknaden om tillatelse til tiltak. (Dette kan variere fra kommune til kommune)

Regelverk

Følgende regelverk regulerer denne aktiviteten:

- Byggherreforskriften § 15 (Lovdata)
- Forurensningsloven (Lovdata)
- Statens forurensningstilsyn om avfallsplaner i byggesaker (SFT)

9.7 Oppstartmøte for gjennomføringsfasen, informasjon og opplæring

På et oppstartsmøte blir det gitt informasjon til underentreprenører og andre aktører som skal drive på tinghuset om diverse ting rundt bygget med spesiell fokus på prosjektets risikoforhold.

Ansvar og ønsket resultat

Det er byggherrens ansvar å innkalle til byggemøter, slik at alle virksomhetene som er inne får en best mulig gjennomgang av HMS-planen i alle faser av prosjektet. Det er ansvaret til hver virksomhet å gi sine ansatte den nødvendige opplæringen som trengs.

Regelverk

Følgende regelverk regulerer denne aktiviteten:

- Byggherreforskriften § 17 (Lovdata)
- Internkontrollforskriften § 5 pkt 2 (Lovdata)

9.8 Framdrift

Ansvar og ønsket resultat

Det er byggherrens ansvar å sikre at HMS-planenes risikoforhold blir ivaretatt i fremdriftsplanen og at dette også blir gjort hvis fremdriftsplanen endres. Det anbefales her at risikoforholdet merkes som en milepæl i fremdriftsplanen.

Hver enkelt sin egen fremdriftsplan skal ivareta prosjektets risikoforhold.

Regelverk

Følgende regelverk regulerer denne aktiviteten:

- Byggherreforskriften §§ 13 a,b og 15 h (Lovdata)
- Forskrift for saksbehandling og kontroll § 28 (Lovdata)

9.9 Byggemøter

Ansvar og ønsket resultat

Det bør beskrives i HMS planene hvordan rapporteringen av HMS- aktivitetene skal foregå, dette pga å få en mest mulig ryddig struktur.

Det blir rapportert om HMS- oppfølging/endring/avvik/status på et byggemøte, det blir rapportert fra hver underentreprenør og hovedentreprenør. Det er Byggherren som sørger for å innarbeide nødvendig endringer i HMS-planen.

Regelverk

Følgende regelverk regulerer denne aktiviteten:

- Internkontrollforskriften § 5 pkt. 8 (Lovdata)

9.10 Vernerunder

Ansvar og ønsket resultat.

Det blir i HMS-planene som er utarbeidet av byggherren hva som er hensikten og omfangen med vernerunder. Syljuåsen er den som organiserer den enkelte virksomhets vernearbeid. På en vernerunde er HMS-koordinator i Syljuåsen med for å påse av byggherrekravene ivaretas. Det blir bestemt innad i hver enkelt bedrift en verneombud og en varaverneombud, der de sammen med hovedverneombudet deltar på vernerunden. Hvis hovedverneombudet ikke er tilstede når vernerunden skal gås er det varaverneombud som tar over jobben.

Regelverk

Følgende regelverk regulerer denne aktiviteten:

Arbeidsmiljøloven § 2-2 (Lovdata)

9.11 Kontroll av gjennomføring

Ansvar og ønsket resultat

Prosjektlederen skal i henhold til plan og bygningsloven utarbeide en kontrollplan, samt sørge for at kontrollen blir gjennomført og lage en kontrollerklæring. Alle de som har/skal arbeide på Tinghuset gjennomfører kontroll som skal registreres, disse dokumentene skal være mulig å finne i henhold til kontrollplan

Regelverk

Følgende regelverk regulerer denne aktiviteten:

- Forskrift for saksbehandling og kontroll § 8 (Lovdata)

9.12 Avviksbehandling

Ansvar og ønsket resultat

I en HMS- plan skal det finnes rutiner om hvordan HMS-avvik skal behandles i prosjektet. Alle bedrifter som er på Tinghuset har et eget ansvar for at avviksbehandlingen foretas ved HMS- avvik, brudd på offentlige tillatelser, lover, forskrifter, HMS-planen og bedriftens egne rutiner. Hvis det er noen HMS-avvik skal dette alltid varsles byggherre.

Regelverk

Følgende regelverk regulerer denne aktiviteten:

- Internkontrollforskriften § 5 nr. 7 (Lovdata)
- Byggherreforskriften, veiledningen til § 8 (Arbeidstilsynet)
- Forskrift for godkjenning av foretak for ansvarsrett § 6 (Lovdata)

9.13 Ulykker og nestenulykker

Ansvar og ønsket resultater

Det bør bli beskrevet i en HMS-plan om hvordan ulykker og nestenulykker skal registreres og følges opp på en byggeplass. Hver enkelt bedrift skal i internkontrollen ha egne rutiner om hvordan de håndterer ulykker og nestenulykker.

Hjelpemidler

Følgende hjelpemidler kan være til nytte:

- [Faktaside om varsling og melding av ulykker \(Arbeidstilsynet\)](#)
- [Skjema for melding av ulykke \(Arbeidstilsynet\)](#)
- [Skjema for ulykkesbeskrivelse](#)

Regelverk

Følgende regelverk regulerer denne aktiviteten:

- [Internkontrollforskriften § 5 \(Lovdata\)](#)
- [Arbeidsmiljøloven § 5-2 \(Lovdata\)](#)

9.14 Forvaltning, drift og vedlikehold (FDVU-dokumentasjon)

Ansvar og ønsket resultat

Det er byggherrens ansvar å utarbeide den nødvendige dokumentasjonen for bygget som beskriver hvordan forvaltning drift og vedlikehold skal utføres og dokumenteres. Det som skal være med i denne dokumentasjonen informasjon om de forhold som har stor betydning for HMS og fremtidig arbeider.

Hjelpemidler

Følgende hjelpemidler kan være til nytte:

- [Instruks for drift og vedlikehold](#)
- [Sjekkliste for FDV-dokumentasjon](#)

Regelverk

Følgende regelverk regulerer denne aktiviteten:

- [Teknisk forskrift \(Lovdata\)](#)
- [Byggherreforskriften §12c \(Lovdata\)](#)

9.15 Sluttrapportering. Anmodning om ferdigattest

Ansvar og ønsket resultat

Det er ansvarlig søker som har ansvaret for å utføre anmodning om brukstillatelse, sluttrapport, ferdigmelding og kontrollerklæring. Alle aktørene som er på plassen bør utarbeide en HMS- sluttrapport som egen evaluering.

Hjelpemidler

Følgende hjelpemidler kan være til nytte i denne fasen:

- Sluttrapport for HMS
- Mal for prosjektevaluering
- Kontrollerklæring NBR 5149 (Bygningsteknisk etat)
- Ferdigmelding NBR 5167 (Bygningsteknisk etat)

Regelverk

Følgende regelverk regulerer denne aktiviteten:

- Forskrift for saksbehandling og kontroll § 34 (Lovdata)

10. KONKLUSJON

Vi har gjennom vårt hovedprosjekt brukt den kunnskapen vi har tilegnet oss gjennom vårt bachelorstudie ved Høgskolen i Gjøvik. Selv om vi har valgt konstruksjon som studieretning, og lagt stor vekt på dette fagområde i vår oppgave, har også lærdom fra andre emner ved vårt studium vært veldig nyttig. Dette da særlig innen brann, husbyggingsteknikk, DAK og generell, basis ingeniørkunnskap.

Det har vært en utfordring å finne løsninger og å gjøre dimensjonerings på et så komplekst bygg som Gjøvik Tinghus er, pga. ukontinuelig oppdeling av bygget. Dette mener vi å ha løst på en god måte som tilfredstiller krav ihht. Lastberegninger og annen teknisk dimensjonering.

Selv om ”fasiten” står delvis oppført i Strandgata på Gjøvik, har vi valgt en del andre løsninger enn Syljuåsen har benyttet. Dette for å benytte det vi har lært, og for bedre å tilegne oss prosjekteringskunnskap relevant for arbeidslivet.

Vårt forprosjekt, som beskriver oppgaven, ble utformet før vi hadde tilstrekkelig informasjon om, og innsikt i prosjektet. Etter hvert som vi fikk utarbeidet skikkelige tegninger, og sett sett bygget sin kompleksitet, valgte vi derfor å gjøre noen endringer underveis. Da vi så arbeidsmengden, og etter konsultasjon med veileder, valgte vi å fokusere på dimensjonering av dekke under 3. etasje, og bæresystem samt dekke over 3. Etasje. Entrepriseform valgte vi også å se bort fra pga. arbeidsmengden. Ellers svarer vår oppgave godt på forprosjektet sine forutsetninger.

Vi har i gruppa fordelt oppgaver fortløpende, og sittet sammen hver dag å jobbet med prosjektet. Dette har fungert bra, og tonen innad i gruppen har vært god.

11. REFERANSER OG KILDER

Referanser:

Høgskolelektor Harald Fallsen

Ingeniør Ståle Sagstuen

Brann konsulent Jan Steinar Egenes

Kilder:

<http://bks.byggforsk.no/>

www.be.no

www.lovdatabank.no

www.sintef.no

www.glava.no

www.rockwool.no

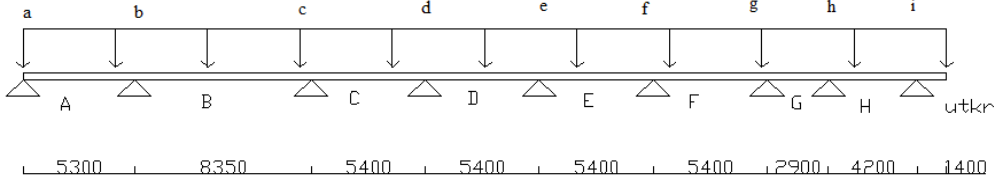
12. VEDLEGGSLISTE

VEDLEGGSNR	INNNEHOLDER	ANTALL SIDER
Vedlegg 1	Beregning av tak	5
Vedlegg 2	Beregning av dekke i 3 etg.	5
Vedlegg 3	Beregning av bjelker i tak	7
Vedlegg 4	Beregning av bjelker under 3 etg	9
Vedlegg 5	Beregning av bjelke og søyle ved utkrager	5
Vedlegg 6	Beregning av lagmansretten	10
Vedlegg 7	Beregning av stålsøyle	3
Vedlegg 8	Beregning av betongsøyler	3
Vedlegg 9	Beregning av rømmningstid	5
Vedlegg 10	Lydisolering	11
Vedlegg 11	Beregning av søyler langs vegg i 3 etasje	2
Vedlegg 12	Forprosjekt	5
Vedlegg 13	Literaturliste	1
Vedlegg 14	Logg	7
Vedlegg 15	Beregning av bjelker under tak	7
Vedlegg 16	Prosjektavtale	2
Vedlegg 17	3D tegning med planløsning	
Vedlegg 18	Plantegninger	

VEDLEGG 1

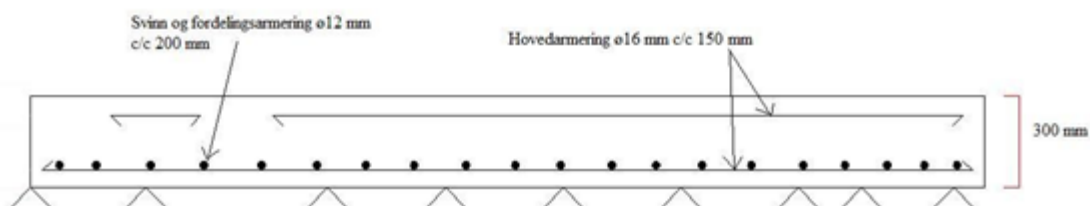
Beregning av tak (utenom lagmannsretten)



<p>Henvisninger:</p> <p>NS 3473, tabell 15.b</p> <p>NS 3490, tabell E.1.1</p> <p>NS 3491-3, tillegg A2</p>	<p><u>Forutsetninger:</u> Tykkelse på dekket: 300 mm, dim. levetid = XC3/100 år $\rightarrow c_{nom} = 35$ mm</p> <p>Betongkvalitet: B30, armeringskvalitet: B500C</p> <p>$\gamma_{E.L.} = 1,2$, $\gamma_{N.L.} = 1,5$</p> <p><u>Laster:</u></p> <p>N.L. = $S_k = 4,5$ kN/m² for Gjøvik kommune E.L.^{dekke} = Råstøp + tekniske føringer</p> <p>Dekkelast: E.L. = $0,3 \cdot 25$ kN/m² + 0,5 = $8,0$ kN/m² $\cdot 1,2 = 9,6$ kN/m² N.L. = snølast = $4,50$ kN/m² $\cdot 1,5 = 6,75$ kN/m² $q = 12,5$ kN/m² $q_f = 16,35$ kN/m²</p> <p><u>Dekke utenom lagmannsretten:</u></p> <p>Den største lengdeforskjellen på nabospennene gir et forhold på $[5400/2900] = 1,86$. Momentkoeffisientmetoden brukes siden forskjellen på spennviddene er mellom 0,5 og 2.</p> <p>Bruker $\phi 16$ armering</p> <p style="text-align: center;">$q_f = 16,35$ kN/m²</p>  <p><u>Momentberegning:</u></p> <p>$M_{utkr} = \frac{1}{2} q \cdot l^2 = \frac{1}{2} \cdot 12,5 \cdot 1,4^2 = 12,25$ kNm $M_{f_{utkr}} = \frac{1}{2} q_f \cdot l^2 = \frac{1}{2} \cdot 16,35 \cdot 1,4^2 = 16$ kNm $M_A = \frac{1}{11} q \cdot l^2 = \frac{1}{11} \cdot 12,5 \cdot 5,3^2 = 31,9$ kNm $M_{f_A} = \frac{1}{11} q_f \cdot l^2 = \frac{1}{11} \cdot 16,35 \cdot 5,3^2 = 41,8$ kNm</p> <p>$M_B = \frac{1}{14} q \cdot l^2 = \frac{1}{14} \cdot 12,5 \cdot 8,35^2 = 62,3$ kNm $M_{f_B} = \frac{1}{14} q_f \cdot l^2 = \frac{1}{14} \cdot 16,35 \cdot 8,35^2 = 81,5$ kNm</p> <p>$M_C = M_D = M_E = M_F = \frac{1}{14} q \cdot l^2 = \frac{1}{14} \cdot 12,5 \cdot 5,4^2 = 26$ kNm $M_{f_C} = \frac{1}{14} q_f \cdot l^2 = \frac{1}{14} \cdot 16,35 \cdot 5,4^2 = 34$ kNm</p> <p>$M_G = \frac{1}{14} q \cdot l^2 = \frac{1}{14} \cdot 12,5 \cdot 2,9^2 = 7,5$ kNm $M_{f_G} = \frac{1}{14} q_f \cdot l^2 = \frac{1}{14} \cdot 16,35 \cdot 2,9^2 = 9,8$ kNm</p> <p>$M_H = \frac{1}{11} q \cdot l^2 = \frac{1}{11} \cdot 12,5 \cdot 4,2^2 = 20,0$ kNm $M_{f_H} = \frac{1}{11} q_f \cdot l^2 = \frac{1}{11} \cdot 16,35 \cdot 4,2^2 = 26,3$ kNm</p>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	<p>Indre momenter</p> <p>$M_a = 0$ $M_{f_a} = 0$</p> <p>$M_b = 1/14 q \cdot l^2 = 1/14 \cdot 12,5 \cdot 8,35^2 = 62,3 \text{ kNm}$ $M_{f_b} = 1/14 q_f \cdot l^2 = 1/14 \cdot 16,35 \cdot 8,35^2 = 81,5 \text{ kNm}$</p> <p>$M_c = 1/14 q \cdot l^2 = 1/14 \cdot 12,5 \cdot 8,35^2 = 62,3 \text{ kNm}$ $M_{f_c} = 1/14 q_f \cdot l^2 = 1/14 \cdot 16,35 \cdot 8,35^2 = 81,5 \text{ kNm}$</p> <p>$M_d = M_e = M_f = M_g = 1/14 q \cdot l^2 = 1/14 \cdot 12,5 \cdot 5,4^2 = 26 \text{ kNm}$ $M_{f_d} = M_{f_e} = M_{f_f} = M_{f_g} = 1/14 q_f \cdot l^2 = 1/14 \cdot 16,35 \cdot 5,4^2 = 34 \text{ kNm}$</p> <p>$M_h = 1/11 q \cdot l^2 = 1/11 \cdot 12,5 \cdot 4,2^2 = 20,0 \text{ kNm}$ $M_{f_h} = 1/11 q_f \cdot l^2 = 1/11 \cdot 16,35 \cdot 4,2^2 = 26,3 \text{ kNm}$</p> <p>$M_i = 1/2 q \cdot l^2 = 1/2 \cdot 12,5 \cdot 1,4^2 = 12,25 \text{ kNm}$ $M_{f_i} = 1/2 q_f \cdot l^2 = 1/2 \cdot 16,35 \cdot 1,4^2 = 16 \text{ kNm}$</p> <p>Dimensjonerer dekket for $M_f = 81,5 \text{ kNm}$</p> <p><u>Hovedarmering - A_s:</u> $d = h - (O.D + 1,25 \cdot (\varphi/2)) = 300 - (35 + 1,25 \cdot (16/2)) = 255 \text{ mm}$ $m = M_f / f_{cd} \cdot b \cdot d^2 = 81,5 \cdot 10^6 / 17 \cdot 1000 \cdot 255^2 = 0,0737$ $A_s^{n\ddot{o}dv} = M_f / f_{sd} \cdot (1 - 0,6m) \cdot d = 81,5 \cdot 10^6 / 400 \cdot (1 - 0,6m) \cdot 255 = \underline{836 \text{ mm}^2/\text{m}}$</p> <p><u>Prøver $\varnothing 16 \text{ c/c } 150 \text{ mm}, A_s = 1340 \text{ mm}^2/\text{m}$</u></p>
<p>NS 3473, pkt 18.2.2</p>	<p><u>Minimumsarmering:</u> $A_s^{\min} = 250 \cdot k_w \cdot h \cdot f_{tk} / f_{sk}$ $k_w = 1,5 - h \geq 1,0 \rightarrow k_w = 1,5 - 0,3 = 1,2$ $A_s^{\min} = 250 \cdot 1,2 \cdot 300 \cdot (2,65/500) = \underline{477 \text{ mm}^2/\text{m}}$</p> <p><u>Bruker $\varnothing 12 \text{ c/c } 200 \text{ mm}, A_s = 565 \text{ mm}^2/\text{m}$</u></p>
<p>NS 3473, tabell A.2</p>	<p>Nedbøying: $q_{bruk} = 12,5 \text{ kN/m}$</p> <p>Dekke $\rightarrow h_0 = h$ Effektivt kryttall - $e_c = 2,0 \text{ (ute)} \rightarrow n = 22,77$</p> <p>$n\rho = 22,77 \cdot 1340 / (1000 \cdot 255) = 0,11965$ $\rho^2 / \rho = 0 \rightarrow \xi = 0,513$</p> <p>$E_c I_c = 2 \cdot 10^5 \cdot 1340 \cdot 255^2 \cdot 0,513 = 8,9399 \cdot 10^{12}$ $\delta_m = [5 \cdot 12,5 \cdot 8350^4 / 384 \cdot 8,9399 \cdot 10^{12}] - [(62,3 + 62,3 \cdot 10^6) \cdot 8350^2 / 16 \cdot 8,9399 \cdot 10^{12}]$ $\delta_m = 88,5 - 60,7 = \underline{27,8 \text{ mm}}$</p>

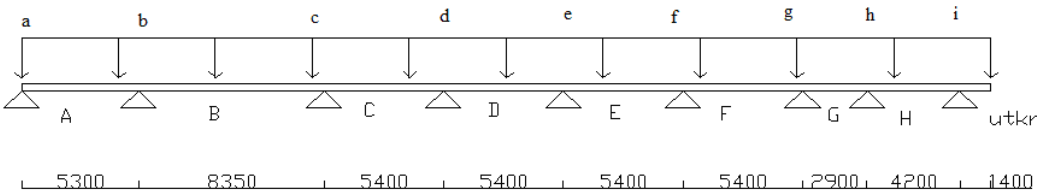
<p>NS 3473, tillegg A.15.6.2.1</p> <p>NS 3473, tabell A.3</p> <p>NS 3473, pkt 15.2.4</p> <p>NS 3473, tabell 12</p>	<p>Dette tilsvarer ca $L/300$ og tilfredsstillter dermed krav til maks nedbøying ($\delta_{\max} = L/250 = 33,4$ mm)</p> <p><u>Beregning av riss:</u> $q_{O.F.} = 12,5$ kN/m² $M_{O.F.} = 62,3$ kNm</p> <p>α – utregning: $\alpha = n\rho[\sqrt{(1+2/n\rho)} - 1] = 0,11965[\sqrt{(1+2/0,11965)} - 1] = 0,384$ $2(h-x) = 2(h-\alpha d) = 2(300 - 0,384 \cdot 255) = 404,2$ mm</p> <p>s_{rk} – utregning: $s_{rk} = 1,7[c + 0,597 \cdot (s_b \cdot e / \varphi) \cdot (1 - (1,25 \cdot e / h - \alpha \cdot d))]$ $s_{rk} = 1,7[35 + 0,597 \cdot (150 \cdot 45 / 16) \cdot (1 - (1,25 \cdot 45 / 300 - 0,384 \cdot 255))] = 368,5$ mm $s_{rk} \leq 2(h-x) = 300 \rightarrow s_{rk} = \underline{368,5}$ mm</p> <p>ϵ – utregning: $\epsilon_{sm} = [0,5 / (1 - \alpha / 3)] \cdot 10^{-5} \cdot M_{O.F.} / A_s \cdot d$ $\epsilon_{sm} = [0,5 / (1 - 0,384 / 3)] \cdot 10^{-5} \cdot 62,3 \cdot 10^6 / 1340 \cdot 255 = 1,04543 \cdot 10^{-3}$</p> <p>$\epsilon_{cm} = 0,0000402$</p> <p>Utendørs atmosfære, $h_0 = h = 300 \rightarrow$ $\epsilon_{cs} = -0,00030$</p> <p>$w_{1k} = w_{0k} \cdot c_1 / c_2$ $w_{0k} = s_{rk} \cdot (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} - \epsilon_{cs}) = 368,5 \cdot (1,04543 \cdot 10^{-3} - 0,0000402 - (-0,00030))$ $w_{0k} = 0,48$ mm $c_{nom} = c_{min} + 10$ mm = 35 + 10 = 45 mm $c_1 = c_{min} = 35$ mm, $c_2 = c_{nom} = 45$ mm</p> <p>$w_{1k} = w_{0k} \cdot c_1 / c_2 = 0,48 \cdot 35 / 45 = 0,37$ $w_d = 0,4$ mm $w_d > w_{1k} \rightarrow$ O.K.</p> <p><u>Bruker $\phi 16$ c/c 150mm (hovedarmering) og $\phi 12$ c/c 200mm (minimumsarmering)</u></p>



VEDLEGG 2

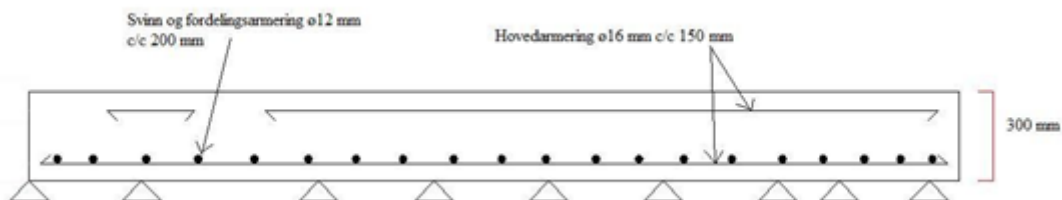
Beregning av dekke i 3 etasje



<p>Henvisninger:</p> <p>NS 3473, tabell 15.b</p> <p>NS 3490, tabell E.1.1</p> <p>NS 3491-3, tillegg A2</p> <p>Eurostandard</p>	<p><u>Forutsetninger:</u> Tykkelse på dekket: 300 mm + 10 mm selvtuttgjvningsmasse, dim. levetid = XC1/100 år $\rightarrow c_{nom} = 25 \text{ mm}$</p> <p>Betongkvalitet: B30, armeringskvalitet: B500C</p> <p>$\gamma_{E.L.} = 1,2$, $\gamma_{N.L.} = 1,5$</p> <p><u>Laster:</u></p> <p>N.L. = $S_k = 4,0 \text{ kN/m}^2$ (Personbelastning for forsamlingslokale) E.L.^{dekke} = Råstøp + tekniske føringer E.L.^{bjelke} $\approx 2,0 \text{ kN/m}$</p> <p><u>Dekkelast:</u> E.L. = $(0,3+0,01) \cdot 25 \text{ kN/m}^2 + 1 \text{ kN/m}^2 = 8,75 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,2 = 10,5 \text{ kN/m}^2$ N.L. = personbelastning = $4,0 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,5 = 6,0 \text{ kN/m}^2$ $q = 12,75 \text{ kN/m}^2$ $q_f = 16,5 \text{ kN/m}^2$</p> <p><u>Dekke under 3. etasje:</u></p> <p>Den største lengdeforskjellen på nabospennene gir et forhold på $[5400/2900] = 1,86$. Momentkoeffisientmetoden brukes siden forskjellen på spennviddene er mellom 0,5 og 2.</p> <p>Bruker $\phi 16$ armering</p> <p style="text-align: center;">$q = 12,75 \text{ kN/m}$ $q_f = 16,5 \text{ kN/m}^2$</p>  <p><u>Momentberegning:</u></p> <p>$M_{utkr} = \frac{1}{2} q \cdot l^2 = \frac{1}{2} \cdot 12,75 \cdot 1,4^2 = 12,5 \text{ kNm}$ $M_{f_{utkr}} = \frac{1}{2} q_f \cdot l^2 = \frac{1}{2} \cdot 16,5 \cdot 1,4^2 = 16,2 \text{ kNm}$ $M_A = \frac{1}{11} q \cdot l^2 = \frac{1}{11} \cdot 12,75 \cdot 5,3^2 = 32,6 \text{ kNm}$ $M_{f_A} = \frac{1}{11} q_f \cdot l^2 = \frac{1}{11} \cdot 16,5 \cdot 5,3^2 = 42,1 \text{ kNm}$</p> <p>$M_B = \frac{1}{14} q \cdot l^2 = \frac{1}{14} \cdot 12,75 \cdot 8,35^2 = 63,5 \text{ kNm}$ $M_{f_B} = \frac{1}{14} q_f \cdot l^2 = \frac{1}{14} \cdot 16,5 \cdot 8,35^2 = 82,2 \text{ kNm}$</p> <p>$M_C = M_D = M_E = M_F = \frac{1}{14} q \cdot l^2 = \frac{1}{14} \cdot 12,75 \cdot 5,4^2 = 26,6 \text{ kNm}$ $M_{f_C} = \frac{1}{14} q_f \cdot l^2 = \frac{1}{14} \cdot 16,5 \cdot 5,4^2 = 34,4 \text{ kNm}$</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

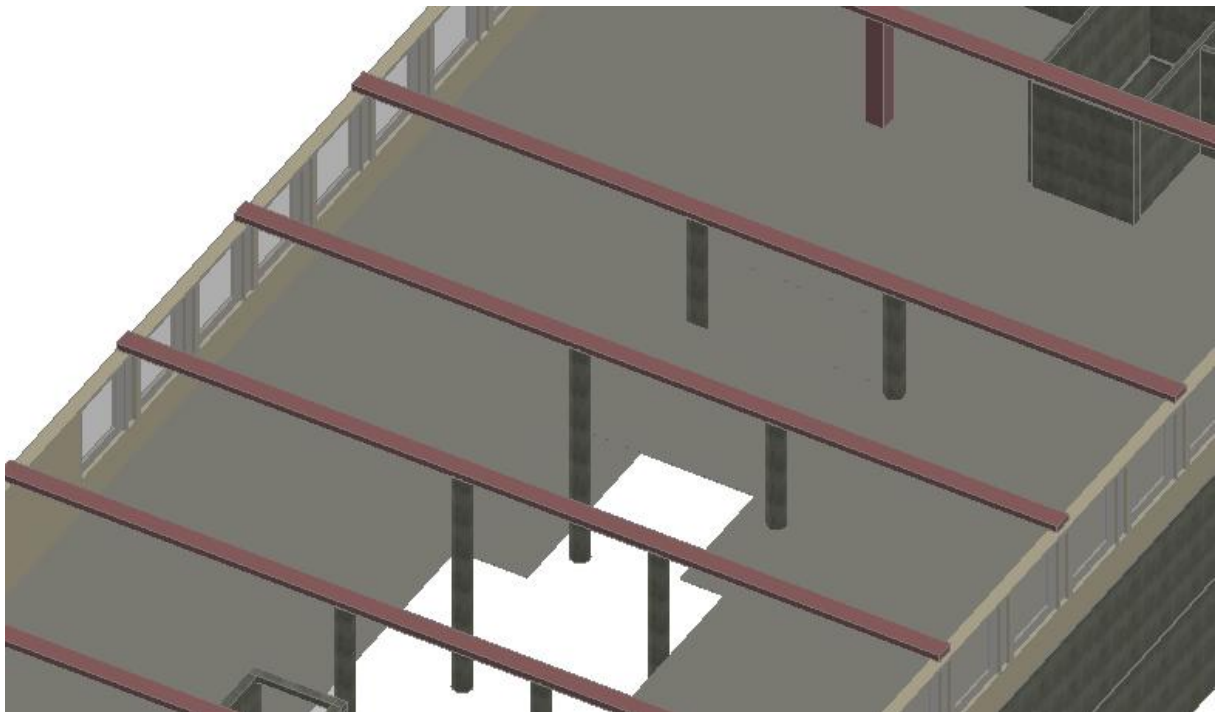
	<p> $M_G = 1/14 q \cdot l^2 = 1/14 \cdot 12,75 \cdot 2,9^2 = 7,7 \text{ kNm}$ $M_{f_G} = 1/14 q_f \cdot l^2 = 1/14 \cdot 16,5 \cdot 2,9^2 = 9,9 \text{ kNm}$ </p> <p> $M_H = 1/11 q \cdot l^2 = 1/11 \cdot 12,75 \cdot 4,2^2 = 20,4 \text{ kNm}$ $M_{f_H} = 1/11 q_f \cdot l^2 = 1/11 \cdot 16,5 \cdot 4,2^2 = 26,5 \text{ kNm}$ </p> <p><u>Indre momenter</u></p> <p> $M_a = 0$ $M_{f_a} = 0$ </p> <p> $M_b = 1/14 q \cdot l^2 = 1/14 \cdot 12,75 \cdot 8,35^2 = 63,5 \text{ kNm}$ $M_{f_b} = 1/14 q_f \cdot l^2 = 1/14 \cdot 16,5 \cdot 8,35^2 = 82,2 \text{ kNm}$ </p> <p> $M_c = 1/14 q \cdot l^2 = 1/14 \cdot 12,75 \cdot 8,35^2 = 63,5 \text{ kNm}$ $M_{f_c} = 1/14 q_f \cdot l^2 = 1/14 \cdot 16,5 \cdot 8,35^2 = 82,2 \text{ kNm}$ </p> <p> $M_d = M_e = M_f = M_g = 1/14 q \cdot l^2 = 1/14 \cdot 12,75 \cdot 5,4^2 = 26,6 \text{ kNm}$ $M_{f_d} = M_{f_e} = M_{f_f} = M_{f_g} = 1/14 q_f \cdot l^2 = 1/14 \cdot 16,5 \cdot 5,4^2 = 34,4 \text{ kNm}$ </p> <p> $M_h = 1/11 q \cdot l^2 = 1/11 \cdot 12,75 \cdot 4,2^2 = 20,4 \text{ kNm}$ $M_{f_h} = 1/11 q_f \cdot l^2 = 1/11 \cdot 16,5 \cdot 4,2^2 = 26,5 \text{ kNm}$ </p> <p> $M_i = 1/2 q \cdot l^2 = 1/2 \cdot 12,75 \cdot 1,4^2 = 12,5 \text{ kNm}$ $M_{f_i} = 1/2 q_f \cdot l^2 = 1/2 \cdot 16,5 \cdot 1,4^2 = 16,2 \text{ kNm}$ </p> <p>Dimensjonerer dekket for $M_f = 82,2 \text{ kNm}$</p> <p><u>Hovedarmering - A_s:</u></p> <p> $d = h - (O.D + 1,25 \cdot (\phi/2)) = 300 - (25 + 1,25 \cdot (16/2)) = 265 \text{ mm}$ $m = M_f / f_{cd} \cdot b \cdot d^2 = 82,2 \cdot 10^6 / 17 \cdot 1000 \cdot 265^2 = 0,0689$ $A_s^{n\ddot{o}dv} = M_f / f_{sd} \cdot (1-0,6m) \cdot d = 82,2 \cdot 10^6 / 400 \cdot (1-0,6m) \cdot 265 = \underline{809 \text{ mm}^2/\text{m}}$ </p> <p><u>Prøver $\phi 16 \text{ c/c } 150 \text{ mm}, A_s = 1340 \text{ mm}^2/\text{m}$</u></p> <p><u>Minimumsarmering:</u></p> <p> $A_s^{\min} = 250 \cdot k_w \cdot h \cdot f_{tk} / f_{sk}$ $k_w = 1,5 - h \geq 1,0 \rightarrow k_w = 1,5 - 0,3 = 1,2$ $A_s^{\min} = 250 \cdot 1,2 \cdot 300 \cdot (2,65/500) = \underline{477 \text{ mm}^2/\text{m}}$ </p> <p><u>Bruker $\phi 12 \text{ c/c } 200 \text{ mm}, A_s = 565 \text{ mm}^2/\text{m}$</u></p> <p><u>Nedbøying:</u></p> <p>$q_{bruk} = 12,75 \text{ kN/m}$</p> <p>NS 3473, tabell A.2 Dekke $\rightarrow h_0 = h$</p>
--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

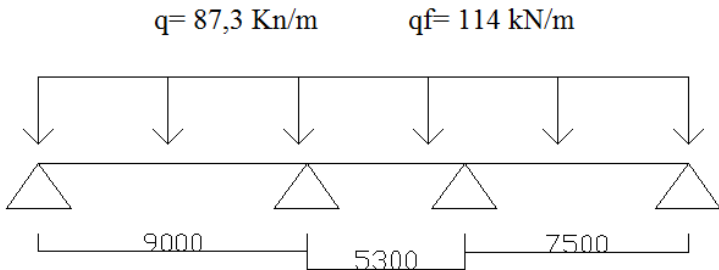
	<p>Effektivt kryptall - $e_e = 2,5$ (inne) $\rightarrow n = 26,56$</p> <p>$n\rho = 26,56 \cdot 1340 / (1000 \cdot 265) = 0,1343$ $\rho'/\rho = 0 \rightarrow \xi = 0,52$</p> <p>$E_c I_c = 2 \cdot 10^5 \cdot 1340 \cdot 265^2 \cdot 0,52 = 9,7866 \cdot 10^{12}$ $\delta_m = [5 \cdot 12,75 \cdot 8350^4 / 384 \cdot 9,7866 \cdot 10^{12}] - [(63,5 + 63,5 \cdot 10^6) \cdot 8350^2 / 16 \cdot 9,7866 \cdot 10^{12}]$ $\delta_m = 82,5 - 56,5 = \underline{26,0 \text{ mm}}$ Dette er mindre enn $L/300$ og tilfredsstillende dermed krav til maks nedbøying ($\delta_{\max} = L/250 = 33,4 \text{ mm}$)</p> <p>Beregning av riss: $q_{O.F.} = 12,75 \text{ kN/m}^2$ $M_{O.F.} = 62,3 \text{ kNm}$</p> <p>$\alpha$ - utregning: $\alpha = n\rho[\sqrt{(1+2/n\rho)} - 1] = 0,1343[\sqrt{(1+2/0,1343)} - 1] = 0,401$ $2(h-x) = 2(h-\alpha d) = 2(300 - 0,401 \cdot 265) = 387,5 \text{ mm}$</p>
<p>NS 3473, tillegg A.15.6.2.1</p>	<p>s_{rk} - utregning: $s_{rk} = 1,7[c + 0,597 \cdot (s_b \cdot e/\phi) \cdot (1 - (1,25 \cdot e/h - \alpha \cdot d))]$ $s_{rk} = 1,7[25 + 0,597 \cdot (150 \cdot 35/16) \cdot (1 - (1,25 \cdot 35/300 - 0,401 \cdot 265))] = 300,3 \text{ mm}$ $s_{rk} \leq 2(h-x) = 387,5 \rightarrow s_{rk} = \underline{300,3 \text{ mm}}$</p> <p>$\epsilon$ - utregning: $\epsilon_{sm} = [0,5/(1-\alpha/3)] \cdot 10^{-5} \cdot M_{O.F.}/A_s \cdot d$ $\epsilon_{sm} = [0,5/(1-0,401/3)] \cdot 10^{-5} \cdot 63,5 \cdot 10^6 / 1340 \cdot 265 = 1,03206 \cdot 10^{-3}$</p> <p>$\epsilon_{cm} = 0,0000402$</p>
<p>NS 3473, tabell A.3 NS 3473, pkt 15.2.4</p>	<p>Utendørs atmosfære, $h_0 = h = 300 \rightarrow$ $\epsilon_{cs} = -0,00030$</p> <p>$w_{1k} = w_{0k} \cdot c_1/c_2$ $w_{0k} = s_{rk} \cdot (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} - \epsilon_{cs}) = 300,3 \cdot (1,03206 \cdot 10^{-3} - 0,0000402 - (-0,00030))$ $w_{0k} = 0,42 \text{ mm}$ $c_{nom} = c_{min} + 10 \text{ mm} = 25 + 10 = 35 \text{ mm}$ $c_1 = c_{min} = 25 \text{ mm}, c_2 = c_{nom} = 35 \text{ mm}$</p>
<p>NS 3473, tabell 12</p>	<p>$w_{1k} = w_{0k} \cdot c_1/c_2 = 0,42 \cdot 25/35 = 0,3$ $w_d = 0,4 \text{ mm}$ $w_d > w_{1k} \rightarrow \text{O.K.}$</p> <p>Bruker $\phi 16$ c/c 150mm (hovedarmering) og $\phi 12$ c/c 200mm (minimumsarmering)</p>



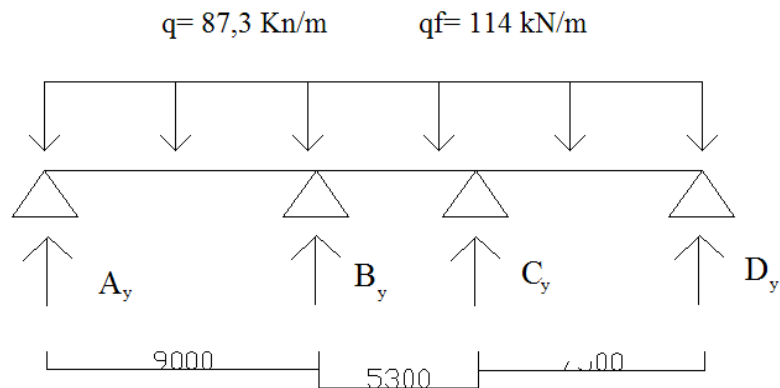
VEDLEGG 3

Beregning av bjelker som bærer taket (utenom lagmannsrett)



<p>Henvisninger:</p> <p>NS 3472, pkt 10.4.2</p> <p>NS 3490, tabell E.1.1</p> <p>NS 3491-3, tillegg A2</p>	<p>Bruker HE-B bjelke, Stålkval. S355 $\rightarrow f_d = f_y/\gamma_{M1} = 355/1,10 = 322,7 \text{ N/mm}^2$</p> <p>Lastberegning:</p> <p>$EL^{bjelke} = (0,3 \cdot 25 + 0,5) \cdot (5,3+8,35)/2 + 2 = 56,6 \text{ kN/m}$</p> <p>$q_f^{EL} = 56,6 \text{ kN/m} \cdot 1,2 = 67,9 \text{ kN/m}$</p> <p>$NL = 4,5 \cdot (5,3+8,35)/2 = 30,7 \text{ kN/m}$</p> <p>$q_f^{NL} = 30,7 \text{ kN/m} \cdot 1,5 = 46,1 \text{ kN/m}$</p> <p>$q = 56,6 + 30,7 = 87,3 \text{ kN/m}$ $q_f = 67,9 + 46,1 = 114 \text{ kN/m}$</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>Momentberegning:</p> <p>$M_A \cdot l_1 + 2 M_B (l_1 + l_2) + M_C \cdot l_2 = (q_A l_1^3)/4 + q_A l_2^3/4$ $2 M_B (9 + 5,3) + M_C \cdot 5,3 = (114 \cdot 9^3)/4 + (114 \cdot 5,3^3)/4$ $28,6 M_B + 5,3 M_C = 20776,5 + 4243$ 1) $5,3 M_C = 25019,5 - 28,6 M_B$</p> <p>$M_B \cdot l_2 + 2 M_C (l_2 + l_3) + M_D \cdot l_3 = (q_B l_2^3)/4 + (q_C l_3^3)/4$ $M_B \cdot 5,3 + 2 M_C (5,3 + 7,5) = (114 \cdot 5,3^3)/4 + (114 \cdot 7,5^3)/4$ $5,3 M_B + 25,6 M_C = 4243 + 12023,4$ $5,3 M_B = 16266,4 - 25,6 M_C$ 2) $M_B = 3069,1 - 4,8 M_C$</p> <p>1) $5,3 M_C = 25019,5 - 28,6(3069,1 - 4,8 M_C)$ $5,3 M_C = 25019,5 - 87776,3 + 137,3 M_C$ $M_C (137,3 - 5,3) = 87776,3 - 25019,5$ $M_C = 475,4 \text{ kNm}$</p> <p>2) $M_B = 3069,1 - 4,8 (475,4) = 787,1 \text{ kNm}$</p> <p>$M_f = 787,1 \text{ kNm}$</p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Oppleggskrefter



$$M_A = 0 \text{ kNm}$$

$$M_B = 787,1 \text{ kNm}$$

$$M_C = 475,4 \text{ kNm}$$

$$M_D = 0 \text{ kNm}$$

$$A_y = 114 \cdot (9/2) + (0-787,1)/9 = 425,5 \text{ kN}$$

$$B_{y1} = 114 \cdot (9/2) + (787,1 - 0)/9 = 600,5 \text{ kN}$$

$$B_{y2} = 114 \cdot (5,3/2) + (787,1 - 475,4)/5,3 = 360,9 \text{ kN}$$

$$C_{y1} = 114 \cdot (5,3/2) + (475,4-787,1)/5,3 = 243,3 \text{ kN}$$

$$C_{y2} = 114 \cdot (7,5/2) + (475,4-0)/7,5 = 490,9 \text{ kN}$$

$$D_{y1} = 114 \cdot (7,5/2) + (0-475,4)/7,5 = 364,1 \text{ kN}$$

$$A_y = 425,5 \text{ kN}$$

$$B_y = 600,5 + 360,9 = 961,4 \text{ kN}$$

$$C_y = 243,3 + 490,9 = 734,2 \text{ kN}$$

$$D_y = 364,1 \text{ kN}$$

Moment

$$W_{\min} = M_f/f_d = 787,1 \cdot 10^6 / 322,7 = 2439 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$\text{Nedbøyingskrav: } \delta_{\max} = L/300 = 9000/300 = 30 \text{ mm}$$

$$I_{\text{nød}} = [5 \cdot q^{\text{bjelke}} \cdot l^4 / 384 \cdot E \cdot \delta_{\max}] - [M_{\text{bruk}} \cdot l^2 / 16 \cdot E \cdot \delta_{\max}]$$

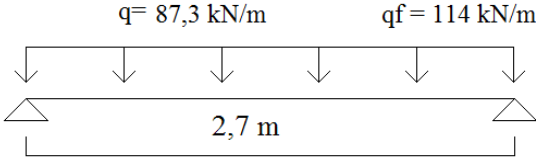
Momentkoeffisientmetoden:

$$M_{\text{bruk}} = (1/11) \cdot q \cdot l^2 = (1/11) \cdot 87,3 \cdot 9^2 = 643 \text{ kNm}$$

$$I_{\text{nød}} = [5 \cdot 87,3 \cdot 9000^4 / 384 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 30] - [643 \cdot 10^6 \cdot 9000^2 / 16 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 30_{\max}]$$

$$I_{\text{nød}} = 667,1 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

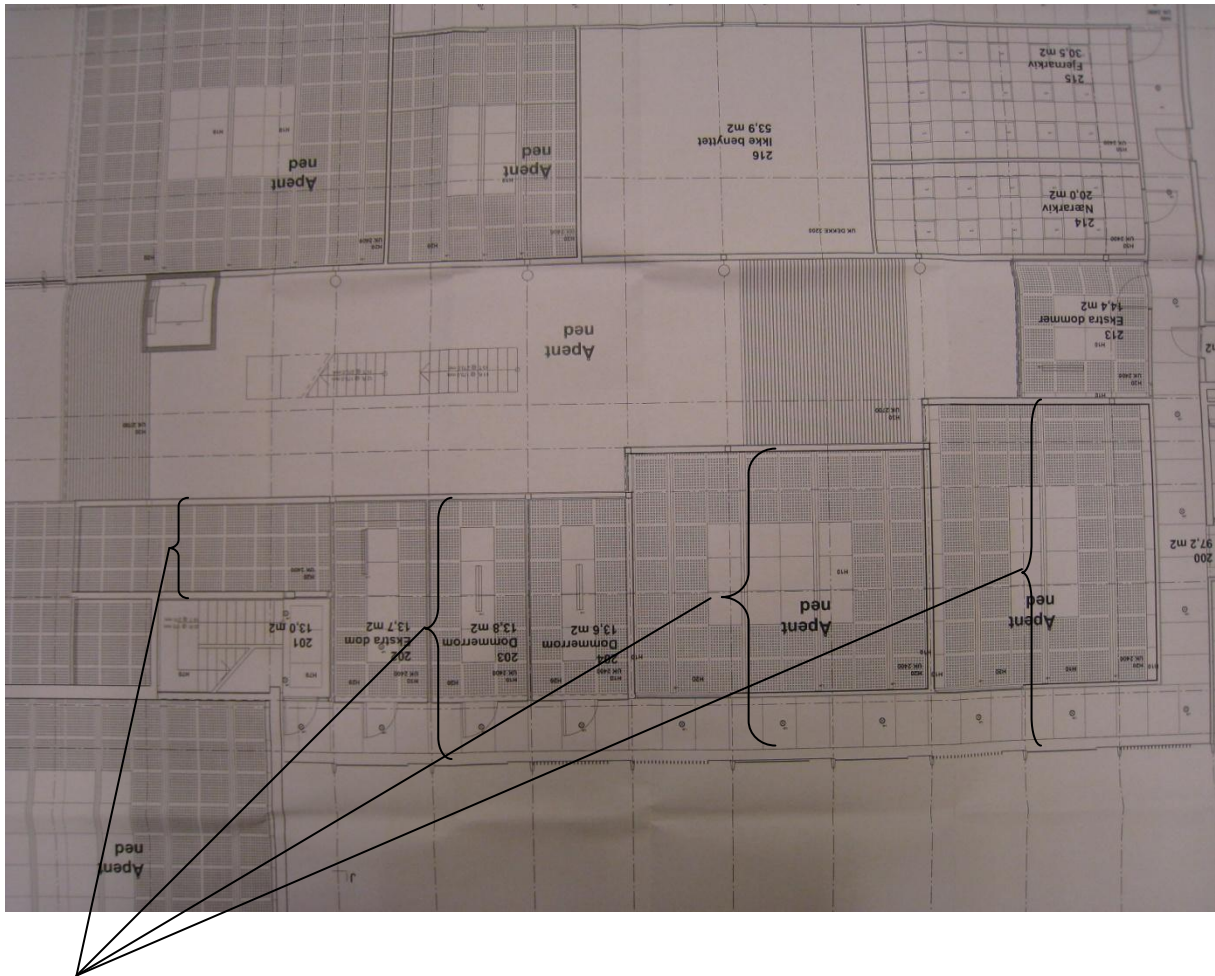
<p>NS 3472, pkt 12.2.5</p>	<p>Prøver HE 450 B $I = 798,9 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$ $W = 3550 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$</p> <p><u>Skjær</u> $A_v = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2r) \cdot t_f$ $A = 21,8 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$, $b = 300 \text{ mm}$, $t_f = 26 \text{ mm}$, $t_w = 14 \text{ mm}$, $r = 27 \text{ mm}$ $A_v = 21,8 \cdot 10^3 - 2 \cdot 300 \cdot 26 + (14 + 2 \cdot 27) \cdot 26$ $A_v = 7968$ $A_v \geq (V_f / (f_d / \sqrt{3}))$ $A_v \geq (600,5 \cdot 10^3 / (322,7 / \sqrt{3}))$ $7967 \geq 3223,1 \text{ mm}^2 \quad OK$</p> <p>Siden vi får moment og skjær på samme sted må vi undersøke jevnføringsspenningen.</p> $\tau_d = 322,7 / \sqrt{3} = 186,3$ $\bar{\sigma}_B = M_f / W_y = 787,1 \cdot 10^6 / 3550 \cdot 10^3 = 221,7 \text{ N/mm}^2$ $\tau = V_f / A_v = 600,5 \cdot 10^3 / 7968 = 75,4 \text{ N/mm}^2 < \tau_d \quad OK$ $\bar{\sigma}_j = \sqrt{(\bar{\sigma}_B^2 + 3 \cdot \tau^2)} \leq f_d$ $\bar{\sigma}_j = \sqrt{(221,7^2 + 3 \cdot 75,4^2)} \leq f_d$ $\bar{\sigma}_j = 257,3 \leq 322,7 \quad OK$ <p><u>Brann</u> Ser om bjelken tilfredsstillter R90 brannkravet. Risikoklasse 5 Brannklasse 3</p>
<p>NS 3478, tabell 4</p>	<p>3-sidig branneksponeering, Bruker steinullplater med tykkelse 15 mm $\rightarrow \lambda_p / d_p = 0,20 / 0,15 = 1,33$</p>
<p>NS 3490, tabell E.2</p>	<p>$\psi_1 = 0,7$ $q_{fi,f} = 1,0 \cdot E.L. + \psi_1 \cdot N.L. = 1,0 \cdot 56,6 + 0,7 \cdot 30,7 = 78,1 \text{ kN/m}$ $M_{fi,f} = \gamma_{11} q_{fi,f} \cdot l^2 = \gamma_{11} \cdot 78,1 \cdot 9^2 = 575 \text{ kNm}$</p>
<p>NS 3472, tabell 7 NS 3472, pkt 7.3.1.1</p>	<p>Tverrsnittsklasse 1 \rightarrow Plastisk dimensjonering $\epsilon = \sqrt{(235/f_y)} = \sqrt{(235/355)} = 0,8136$ $W_{y,pl} = 3980 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$</p>
<p>NS 3472, tabell 26</p>	<p>$A_p/V = 79,2 \text{ m}^{-1}$ $A_p/V \cdot \lambda_p/d_p = 79,2 \cdot 1,33 = 105,3 \text{ m}^2/\text{m}^3$</p>
<p>NS 3472, pkt 14.2.5.2</p>	<p>$\theta_{a,90} = 324 \cdot [(A_p/V \cdot \lambda_p/d_p)^{0,2} - 2,15] = 324 \cdot [(105,3)^{0,2} - 2,15] = 125,7^\circ\text{C}$</p>
<p>NS 3472, tabell 24 NS 3472, pkt 14.2.6.5</p>	<p>$k_{y,\theta} (125,7^\circ\text{C}) = 1$ $k_1 = 0,7$ (3-sidig eksponering), $k_2 = 0,85$ (statisk ubestemt) $k_{y,\theta,mod} = k_{y,\theta} / (k_1 \cdot k_2) = 1 / (0,7 \cdot 0,85) = 1,68 > 1 \rightarrow k_{y,\theta,mod} = 1$ $M_{fi,d,\theta} = k_{y,\theta,mod} \cdot f_y \cdot W_{y,pl} = 1 \cdot 355 \cdot 3980 \cdot 10^3 = 1412,9 \text{ kNm}$</p> <p>$M_{fi,f} < M_{fi,d,\theta} \rightarrow$ Bjelken holder R90 brannkravet.</p> <p>Bruker HE 450 B på bjelker under betongdekke på taket</p>

	<p>Beregning av bjelke på tak (Forenklet: Fritt opplagt med spenn på 2,7 meter)</p>  <p>NS 3472, pkt 10.4.2</p> <p>Bruker HE-B bjelke, Stålkval. S355 $\rightarrow f_d = f_y / \gamma_{M1} = 355 / 1,10 = 322,7 \text{ N/mm}^2$</p> <p>$V_f = (114 \cdot 2,7) / 2 = 153,9 \text{ kN}$</p> <p>$M_f = 1/8 q_l^2 = 1/8 \cdot 114 \cdot 2,7^2 = 103,9 \text{ kNm}$</p> <p><u>Moment</u></p> <p>$W_{\min} = M_f / f_d = 103,9 \cdot 10^6 / 322,7 = 322 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$</p> <p>Nedbøyingskrav: $\delta_{\max} = L / 300 = 2700 / 300 = 9 \text{ mm}$</p> <p>$I_{n\ddot{o}dv} = 5 \cdot q^{bjelke} \cdot l^4 / 384 \cdot E \cdot \delta_{\max}$</p> <p>$I_{n\ddot{o}dv} = [5 \cdot 87,3 \cdot 2700^4 / 384 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 9]$</p> <p>$I_{n\ddot{o}dv} = 32 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$</p> <p>Prøver HE 180 B I = $38,3 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$ W = $426 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$</p>
<p>NS 3472, pkt 12.2.5</p>	<p><u>Skjær</u></p> <p>$A_v = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2r) \cdot t_f$ $A = 6,53 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$, $b = 180 \text{ mm}$, $t_f = 14 \text{ mm}$, $t_w = 8,5 \text{ mm}$, $r = 15 \text{ mm}$ $A_v = 6,53 \cdot 10^3 - 2 \cdot 180 \cdot 14 + (8,5 + 2 \cdot 15) \cdot 14$ $A_v = 2029 \text{ mm}^2$ $A_v \geq (V_f / (f_d / \sqrt{3}))$ $A_v \geq (153,9 \cdot 10^3 / (322,7 / \sqrt{3}))$ $2029 \geq 834,1 \text{ mm}^2 \quad OK$</p> <p>Siden vi ikke får moment og skjær på samme sted slipper vi å undersøke jevnføringsspenningen.</p>

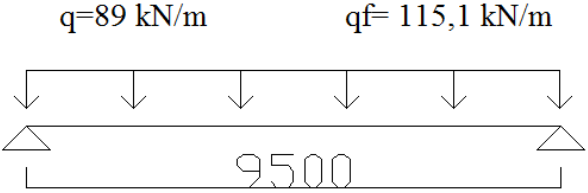
<p>NS 3478, tabell 4</p> <p>NS 3490, tabell E.2</p> <p>NS 3472, tabell 7 NS 3472, pkt 7.3.1.1</p> <p>NS 3472, tabell 26</p> <p>NS 3472, pkt 14.2.5.2</p> <p>NS 3472, tabell 24 NS 3472, pkt 14.2.6.5</p>	<p><u>Brann</u> Ser om bjelken tilfredsstillter R90 brannkravet. Risikoklasse 5 Brannklasse 3</p> <p>3-sidig branneksponeing, Bruker steinullplater med tykkelse 15 mm $\rightarrow \lambda_p / d_p = 0,20/0,15 = 1,33$</p> <p>$\psi_1 = 0,7$ $q_{fi,f} = 1,0 \cdot E.L. + \psi_1 \cdot N.L. = 1,0 \cdot 61,7 + 0,7 \cdot 27,3 = 80,8 \text{ kN/m}$ $M_{fi,f} = \frac{1}{8} q_{fi,f} \cdot l^2 = \frac{1}{8} \cdot 80,8 \cdot 2,7^2 = \mathbf{73,6 \text{ kNm}}$</p> <p>Tverrsnittsklasse 1 \rightarrow Plastisk dimensjonering $\varepsilon = \sqrt{(235/f_y)} = \sqrt{(235/355)} = 0,8136$ $W_{y,pl} = 482 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$</p> <p>$A_p/V = 131,3 \text{ m}^{-1}$ $A_p/V \cdot \lambda_p/d_p = 131,3 \cdot 1,33 = 174,6 \text{ m}^2/\text{m}^3$ $\theta_{a,90} = 324 \cdot [(A_p/V \cdot \lambda_p/d_p)^{0,2} - 2,15] = 324 \cdot [(174,6)^{0,2} - 2,15] = 213,2^\circ\text{C}$</p> <p>$k_{y,\theta} (213,2^\circ\text{C}) = 1$ $k_1 = 0,7$ (3-sidig eksponering), $k_2 = 1$ (fritt opplagt) $k_{y,\theta,mod} = k_{y,\theta} / (k_1 \cdot k_2) = 1/(0,7 \cdot 1) = 1,42 > 1 \rightarrow k_{y,\theta,mod} = 1$ $M_{fi,d,\theta} = k_{y,\theta,mod} \cdot f_y \cdot W_{y,pl} = 1 \cdot 355 \cdot 482 \cdot 10^3 = 171,1 \text{ kNm}$</p> <p>$M_{fi,f} < M_{fi,d,\theta} \rightarrow$ Bjelken holder R90 brannkravet.</p> <p>Bruker HE 180 B</p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

VEDLEGG 4

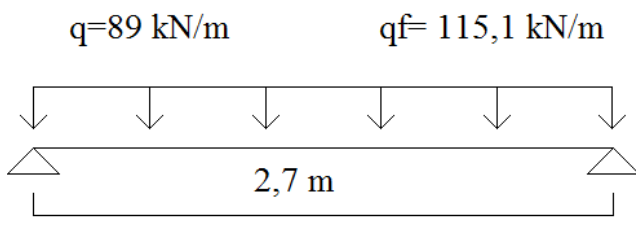
Beregning av bjelker under dekket i 3 etg.



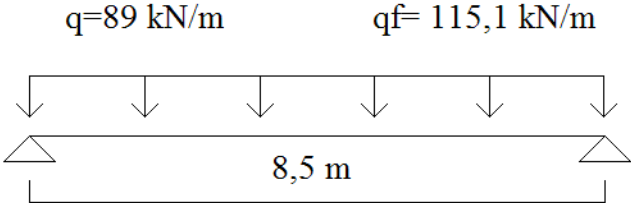
Disse spennene er beregnet i vedlegget under

	<p>Beregning av bjelke under 3- etasje (Spenn på 9,5 meter)</p> <p><u>Lastberegning:</u></p> $EL^{bjelke} = (0,31 \cdot 25 + 1) \cdot (5,3+8,35)/2 + 2 = 61,7 \text{ kN/m}$ $q_f^{EL} = 61,7 \text{ kN/m} \cdot 1,2 = 74,1 \text{ kN/m}$ $NL = 4 \cdot (5,3+8,35)/2 = 27,3 \text{ kN/m}$ $q_f^{NL} = 27,3 \text{ kN/m} \cdot 1,5 = 41 \text{ kN/m}$ $q = 61,7 + 27,3 = 89 \text{ kN/m}$ $q_f = 74,1 + 41 = 115,1 \text{ kN/m}$ <div style="text-align: center;">  </div>
<p>NS 3472, pkt 10.4.2</p>	<p>Bruker HE-B bjelke, Stålkval. S355 $\rightarrow f_d = f_y/\gamma_{M1} = 355/1,10 = 322,7 \text{ N/mm}^2$</p> $V_f = (115,1 \cdot 9,5) / 2 = 546,7 \text{ kN}$ $M = 1/8 q l^2 = 1/8 \cdot 89 \cdot 9,5^2 = 1004 \text{ kNm}$ $M_f = 1/8 q_f l^2 = 1/8 \cdot 115,1 \cdot 9,5^2 = 1298,5 \text{ kNm}$ <p><u>Moment</u></p> $W_{\min} = M_f/f_d = 1298,5 \cdot 10^6 / 322,7 = 4022,3 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$ <p>Nedbøyingskrav: $\delta_{\max} = L/300 = 9500/300 = 31,7 \text{ mm}$</p> $I_{n\ddot{o}dv} = 5 \cdot q^{bjelke} \cdot l^4 / 384 \cdot E \cdot \delta_{\max}$ $I_{n\ddot{o}dv} = [5 \cdot 89 \cdot 9500^4 / 384 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 31,7]$ $I_{n\ddot{o}dv} = 1418 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$ <p>Prøver HE 600 B I= 1710 · 10⁶ mm⁴ W= 5700 · 10³ mm³</p>
<p>NS 3472, pkt 12.2.5</p>	<p><u>Skjær</u></p> $A_v = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2r) \cdot t_f$

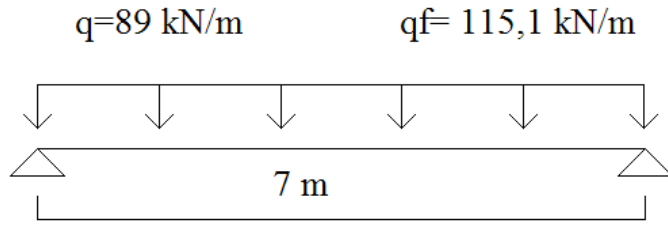
	<p> $A = 27 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$, $b = 300 \text{ mm}$, $t_f = 30 \text{ mm}$, $t_w = 15,5 \text{ mm}$, $r = 27 \text{ mm}$ $A_v = 27 \cdot 10^3 - 2 \cdot 300 \cdot 30 + (15,5 + 2 \cdot 27) \cdot 30$ $A_v = 11085 \text{ mm}^2$ $A_v \geq (V_f / (f_d / \sqrt{3}))$ $11085 \geq (546,7 \cdot 10^3 / (322,7 / \sqrt{3}))$ $11085 \geq 2934 \text{ mm}^2 \quad \text{OK}$ </p> <p>Siden vi ikke får moment og skjær på samme sted slipper vi å undersøke jevnføringsspenningen.</p> <p>Brann Ser om bjelken tilfredsstillter R90 brannkravet. Risikoklasse 5 Brannklasse 3</p> <p>NS 3478, tabell 4 3-sidig branneksponeering, Bruker steinullplater med tykkelse 15 mm $\rightarrow \lambda_p / d_p = 0,20 / 0,15 = 1,33$</p> <p>NS 3490, tabell E.2 $\psi_1 = 0,7$ $q_{fi,f} = 1,0 \cdot \text{E.L.} + \psi_1 \cdot \text{N.L.} = 1,0 \cdot 61,7 + 0,7 \cdot 27,3 = 80,8 \text{ kN/m}$ $M_{fi,f} = \frac{1}{8} q_{fi,f} \cdot l^2 = \frac{1}{8} \cdot 80,8 \cdot 9,5^2 = 911,5 \text{ kNm}$</p> <p>NS 3472, tabell 7 NS 3472, pkt 7.3.1.1 Tverrsnittsklasse 1 \rightarrow Plastisk dimensjonering $\varepsilon = \sqrt{(235/f_y)} = \sqrt{(235/355)} = 0,8136$ $W_{y,pl} = 6420 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$</p> <p>NS 3472, tabell 26 $A_p/V = 74,9 \text{ m}^{-1}$</p> <p>NS 3472, pkt 14.2.5.2 $A_p/V \cdot \lambda_p/d_p = 79,2 \cdot 1,33 = 99,6 \text{ m}^2/\text{m}^3$ $\theta_{a,90} = 324 \cdot [(A_p/V \cdot \lambda_p/d_p)^{0,2} - 2,15] = 324 \cdot [(99,6)^{0,2} - 2,15] = 116,6^\circ\text{C}$</p> <p>NS 3472, tabell 24 NS 3472, pkt 14.2.6.5 $k_{y,\theta} (116,6^\circ\text{C}) = 1$ $k_1 = 0,7$ (3-sidig eksponering), $k_2 = 1$ (fritt opplagt) $k_{y,\theta,mod} = k_{y,\theta} / (k_1 \cdot k_2) = 1 / (0,7 \cdot 1) = 1,42 > 1 \rightarrow k_{y,\theta,mod} = 1$ $M_{fi,d,\theta} = k_{y,\theta,mod} \cdot f_y \cdot W_{y,pl} = 1 \cdot 355 \cdot 6420 \cdot 10^3 = \mathbf{2279,1 \text{ kNm}}$</p> <p>$M_{fi,f} < M_{fi,d,\theta} \rightarrow$ Bjelken holder R90 brannkravet.</p> <p>Bruker HE 600 B</p>
--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p>NS 3472, pkt 10.4.2</p>	<p>Beregning av bjelke under 3- etasje (Spenn på 2,7 meter)</p>  <p>Bruker HE-B bjelke, Stålkval. S355 $\rightarrow f_d = f_y / \gamma_{M1} = 355 / 1,10 = 322,7 \text{ N/mm}^2$</p> <p>$V_f = (115,1 \cdot 2,7) / 2 = 155,4 \text{ kN}$</p> <p>$M_f = 1/8 q_f l^2 = 1/8 \cdot 115,1 \cdot 2,7^2 = 104,9 \text{ kNm}$</p> <p>Moment</p> <p>$W_{\min} = M_f / f_d = 104,9 \cdot 10^6 / 322,7 = 325,1 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$</p> <p>Nedbøyingskrav: $\delta_{\max} = L/300 = 2700/300 = 9 \text{ mm}$</p> <p>$I_{n\ddot{o}dv} = 5 \cdot q^{bjelke} \cdot l^4 / 384 \cdot E \cdot \delta_{\max}$</p> <p>$I_{n\ddot{o}dv} = [5 \cdot 89 \cdot 2700^4 / 384 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 9]$</p> <p>$I_{n\ddot{o}dv} = 32,6 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$</p> <p>Prøver HE 180 B $I = 38,3 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$ $W = 426 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$</p>
<p>NS 3472, pkt 12.2.5</p>	<p>Skjær</p> <p>$A_v = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2r) \cdot t_f$ $A = 6,53 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$, $b = 180 \text{ mm}$, $t_f = 14 \text{ mm}$, $t_w = 8,5 \text{ mm}$, $r = 15 \text{ mm}$ $A_v = 6,53 \cdot 10^3 - 2 \cdot 180 \cdot 14 + (8,5 + 2 \cdot 15) \cdot 14$ $A_v = 2029 \text{ mm}^2$ $A_v \geq (V_f / (f_d / \sqrt{3}))$ $2029 \geq (155,4 \cdot 10^3 / (322,7 / \sqrt{3}))$ $2029 \geq 834,1 \text{ mm}^2 \quad \text{OK}$</p> <p>Siden vi ikke får moment og skjær på samme sted slipper vi å undersøke jevnføringsspenningen.</p>

<p>NS 3478, tabell 4</p> <p>NS 3490, tabell E.2</p> <p>NS 3472, tabell 7</p> <p>NS 3472, pkt 7.3.1.1</p> <p>NS 3472, tabell 26</p> <p>NS 3472, pkt 14.2.5.2</p> <p>NS 3472, tabell 24</p> <p>NS 3472, pkt 14.2.6.5</p>	<p><u>Brann</u></p> <p>Ser om bjelken tilfredsstillter R90 brannkravet.</p> <p>Risikoklasse 5</p> <p>Brannklasse 3</p> <p>3-sidig branneksponeering, Bruker steinullplater med tykkelse 15 mm $\rightarrow \lambda_p / d_p = 0,20/0,15 = 1,33$</p> <p>$\psi_1 = 0,7$ $q_{fi,f} = 1,0 \cdot E.L. + \psi_1 \cdot N.L. = 1,0 \cdot 61,7 + 0,7 \cdot 27,3 = 80,8 \text{ kN/m}$ $M_{fi,f} = \frac{1}{8} q_{fi,f} \cdot l^2 = \frac{1}{8} \cdot 80,8 \cdot 2,7^2 = \mathbf{73,6 \text{ kNm}}$</p> <p>Tverrsnittsklasse 1 \rightarrow Plastisk dimensjonering $\epsilon = \sqrt{(235/f_y)} = \sqrt{(235/355)} = 0,8136$ $W_{y,pl} = 482 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$</p> <p>$A_p/V = 131,3 \text{ m}^{-1}$ $A_p/V \cdot \lambda_p/d_p = 131,3 \cdot 1,33 = 174,6 \text{ m}^2/\text{m}^3$ $\theta_{a,90} = 324 \cdot [(A_p/V \cdot \lambda_p/d_p)^{0,2} - 2,15] = 324 \cdot [(174,6)^{0,2} - 2,15] = 213,2^\circ\text{C}$</p> <p>$k_{y,\theta} (213,2^\circ\text{C}) = 1$ $k_1 = 0,7$ (3-sidig eksponeering), $k_2 = 1$ (fritt opplagt) $k_{y,\theta,mod} = k_{y,\theta} / (k_1 \cdot k_2) = 1 / (0,7 \cdot 1) = 1,42 > 1 \rightarrow k_{y,\theta,mod} = 1$ $M_{fi,d,\theta} = k_{y,\theta,mod} \cdot f_y \cdot W_{y,pl} = 1 \cdot 355 \cdot 482 \cdot 10^3 = 171,1 \text{ kNm}$</p> <p>$M_{fi,f} < M_{fi,d,\theta} \rightarrow$ Bjelken holder R90 brannkravet.</p> <p>Bruker HE 180 B</p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p>NS 3472, pkt 10.4.2</p>	<p>Beregning av bjelke under 3- etasje (Spenn på 8,5 meter)</p>  <p>Bruker HE-B bjelke, Stålkval. S355 $\rightarrow f_d = f_y / \gamma_{M1} = 355 / 1,10 = 322,7 \text{ N/mm}^2$</p> <p>$V_f = (115,1 \cdot 8,5) / 2 = 488,8 \text{ kN}$</p> <p>$M_f = 1/8 q_f l^2 = 1/8 \cdot 115,1 \cdot 8,5^2 = 1039,5 \text{ kNm}$</p> <p><u>Moment</u></p> <p>$W_{\min} = M_f / f_d = 1039,5 \cdot 10^6 / 322,7 = 3221,3 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$</p> <p>Nedbøyingskrav: $\delta_{\max} = L/300 = 8500/300 = 28,3 \text{ mm}$</p> <p>$I_{n\ddot{o}dv} = 5 \cdot q_{\text{bjelke}} \cdot l^4 / 384 \cdot E \cdot \delta_{\max}$</p> <p>$I_{n\ddot{o}dv} = [5 \cdot 89 \cdot 8500^4 / 384 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 28,3]$</p> <p>$I_{n\ddot{o}dv} = 1018 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$</p> <p>Prøver HE 500 B I = 1072 · 10⁶ mm⁴ W = 4290 · 10³ mm³</p>
<p>NS 3472, pkt 12.2.5</p>	<p><u>Skjær</u></p> <p>$A_v = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2r) \cdot t_f$ $A = 23,9 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$, $b = 300 \text{ mm}$, $t_f = 28 \text{ mm}$, $t_w = 14,5 \text{ mm}$, $r = 27 \text{ mm}$ $A_v = 23,9 \cdot 10^3 - 2 \cdot 300 \cdot 28 + (14,5 + 2 \cdot 27) \cdot 28$ $A_v = 9018 \text{ mm}^2$ $A_v \geq (V_f / (f_d / \sqrt{3}))$ $A_v \geq (488,8 \cdot 10^3 / (322,7 / \sqrt{3}))$ $9018 \geq 2624 \text{ mm}^2 \quad \text{OK}$</p> <p>Siden vi ikke får moment og skjær på samme sted slipper vi å undersøke jevnføringsspenningen.</p>

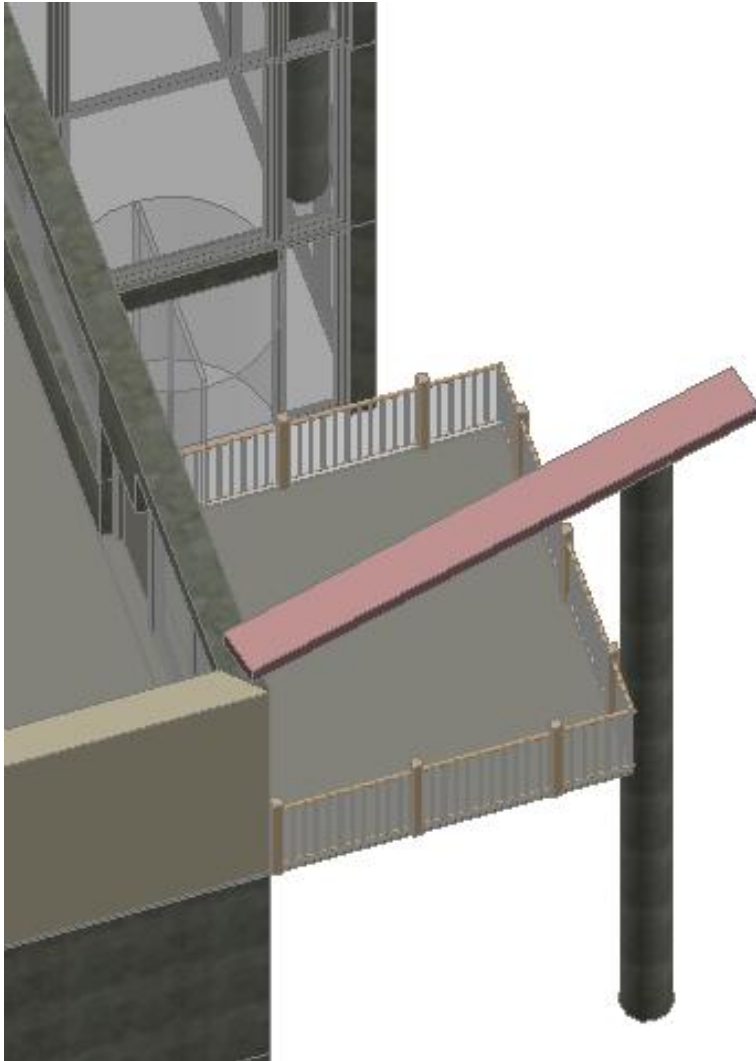
<p>NS 3478, tabell 4</p> <p>NS 3490, tabell E.2</p> <p>NS 3472, tabell 7</p> <p>NS 3472, pkt 7.3.1.1</p> <p>NS 3472, tabell 26</p> <p>NS 3472, pkt 14.2.5.2</p> <p>NS 3472, tabell 24</p> <p>NS 3472, pkt 14.2.6.5</p>	<p>Brann</p> <p>Ser om bjelken tilfredsstillter R90 brannkravet.</p> <p>Risikoklasse 5</p> <p>Brannklasse 3</p> <p>3-sidig branneksponeering, Bruker steinullplater med tykkelse 15 mm $\rightarrow \lambda_p / d_p = 0,20/0,15 = 1,33$</p> <p>$\psi_1 = 0,7$ $q_{fi,f} = 1,0 \cdot E.L. + \psi_1 \cdot N.L. = 1,0 \cdot 61,7 + 0,7 \cdot 27,3 = 80,8 \text{ kN/m}$ $M_{fi,f} = \frac{1}{8} q_{fi,f} \cdot l^2 = \frac{1}{8} \cdot 80,8 \cdot 8,5^2 = 729,7 \text{ kNm}$</p> <p>Tverrsnittsklasse 1 \rightarrow Plastisk dimensjonering $\epsilon = \sqrt{(235/f_y)} = \sqrt{(235/355)} = 0,8136$ $W_{y,pl} = 4820 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$</p> <p>$A_p/V = 76,5 \text{ m}^{-1}$ $A_p/V \cdot \lambda_p/d_p = 76,5 \cdot 1,33 = 101,7 \text{ m}^2/\text{m}^3$ $\theta_{a,90} = 324 \cdot [(A_p/V \cdot \lambda_p/d_p)^{0,2} - 2,15] = 324 \cdot [(101,7)^{0,2} - 2,15] = 120^\circ\text{C}$</p> <p>$k_{y,\theta} (120^\circ\text{C}) = 1$ $k_1 = 0,7$ (3-sidig eksponeering), $k_2 = 1$ (fritt opplagt) $k_{y,\theta,mod} = k_{y,\theta} / (k_1 \cdot k_2) = 1 / (0,7 \cdot 1) = 1,42 > 1 \rightarrow k_{y,\theta,mod} = 1$ $M_{fi,d,\theta} = k_{y,\theta,mod} \cdot f_y \cdot W_{y,pl} = 1 \cdot 355 \cdot 4820 \cdot 10^3 = 1711,1 \text{ kNm}$</p> <p>$M_{fi,f} < M_{fi,d,\theta} \rightarrow$ Bjelken holder R90 brannkravet.</p> <p>Bruker HE 500 B</p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

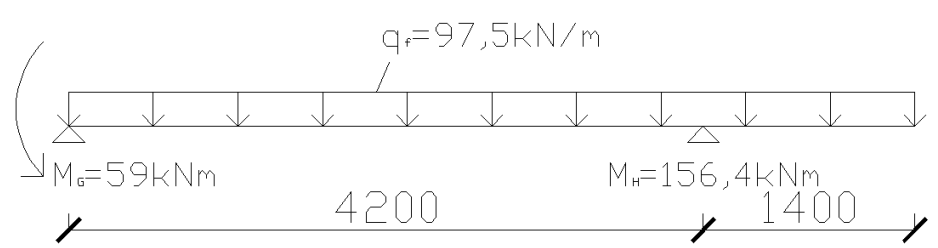
	<p>Beregning av bjelke under 3- etasje (Spenn på 7 meter)</p>  <p>NS 3472, pkt 10.4.2</p> <p>Bruker HE-B bjelke, Stålkval. S355 $\rightarrow f_d = f_y / \gamma_{M1} = 355 / 1,10 = 322,7 \text{ N/mm}^2$</p> <p>$V_f = (115,1 \cdot 7) / 2 = 402,3 \text{ kN}$</p> <p>$M_f = 1/8 q_f l^2 = 1/8 \cdot 115,1 \cdot 7^2 = 705 \text{ kNm}$</p> <p><u>Moment</u></p> <p>$W_{\min} = M_f / f_d = 705 \cdot 10^6 / 322,7 = 2185 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$</p> <p>Nedbøyingskrav: $\delta_{\max} = L / 300 = 7000 / 300 = 23,3 \text{ mm}$</p> <p>$I_{n\ddot{o}dv} = 5 \cdot q^{bjelke} \cdot l^4 / 384 \cdot E \cdot \delta_{\max}$</p> <p>$I_{n\ddot{o}dv} = [5 \cdot 89 \cdot 7000^4 / 384 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 23,3]$</p> <p>$I_{n\ddot{o}dv} = 568,7 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$</p> <p>Prøver HE 400 B $I = 576,8 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$ $W = 2880 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$</p> <p><u>Skjær</u></p> <p>$A_v = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2r) \cdot t_f$ $A = 19,8 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$, $b = 300 \text{ mm}$, $t_f = 24 \text{ mm}$, $t_w = 13,5 \text{ mm}$, $r = 27 \text{ mm}$ $A_v = 19,8 \cdot 10^3 - 2 \cdot 300 \cdot 24 + (13,5 + 2 \cdot 27) \cdot 24$ $A_v = 7020 \text{ mm}^2$ $A_v \geq (V_f / (f_d / \sqrt{3}))$ $7020 \geq (402,3 \cdot 10^3 / (322,7 / \sqrt{3}))$ $7020 \geq 2164 \text{ mm}^2 \quad \text{OK}$</p>
<p>NS 3472, pkt 12.2.5</p>	<p>Siden vi ikke får moment og skjær på samme sted slipper vi å undersøke jevnføringsspenningen.</p>

<p>NS 3478, tabell 4</p> <p>NS 3490, tabell E.2</p> <p>NS 3472, tabell 7</p> <p>NS 3472, pkt 7.3.1.1</p> <p>NS 3472, tabell 26</p> <p>NS 3472, pkt 14.2.5.2</p> <p>NS 3472, tabell 24</p> <p>NS 3472, pkt 14.2.6.5</p>	<p>Brann</p> <p>Ser om bjelken tilfredsstiller R90 brannkravet. Risikoklasse 5 Brannklasse 3</p> <p>3-sidig branneksporing, Bruker steinullplater med tykkelse 15 mm $\rightarrow \lambda_p/d_p = 0,20/0,15 = 1,33$</p> <p>$\psi_1 = 0,7$ $q_{fi,f} = 1,0 \cdot E.L. + \psi_1 \cdot N.L. = 1,0 \cdot 61,7 + 0,7 \cdot 27,3 = 80,8 \text{ kN/m}$ $M_{fi,f} = \frac{1}{8} q_{fi,f} \cdot l^2 = \frac{1}{8} \cdot 80,8 \cdot 7^2 = 494,9 \text{ kNm}$</p> <p>Tverrsnittsklasse 1 \rightarrow Plastisk dimensjonering $\varepsilon = \sqrt{(235/f_y)} = \sqrt{(235/355)} = 0,8136$ $W_{y,pl} = 3240 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$</p> <p>$A_p/V = 82,2 \text{ m}^{-1}$ $A_p/V \cdot \lambda_p/d_p = 82,2 \cdot 1,33 = 109,3 \text{ m}^2/\text{m}^3$ $\theta_{a,90} = 324 \cdot [(A_p/V \cdot \lambda_p/d_p)^{0,2} - 2,15] = 324 \cdot [(109,3)^{0,2} - 2,15] = 131,9^\circ\text{C}$</p> <p>$k_{y,\theta} (131,9^\circ\text{C}) = 1$ $k_1 = 0,7$ (3-sidig eksporing), $k_2 = 1$ (fritt opplagt) $k_{y,\theta,mod} = k_{y,\theta} / (k_1 \cdot k_2) = 1 / (0,7 \cdot 1) = 1,42 > 1 \rightarrow k_{y,\theta,mod} = 1$ $M_{fi,d,\theta} = k_{y,\theta,mod} \cdot f_y \cdot W_{y,pl} = 1 \cdot 355 \cdot 3240 \cdot 10^3 = 1150,2 \text{ kNm}$</p> <p>$M_{fi,f} < M_{fi,d,\theta} \rightarrow$ Bjelken holder R90 brannkravet.</p> <p>Bruker HE 400 B</p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

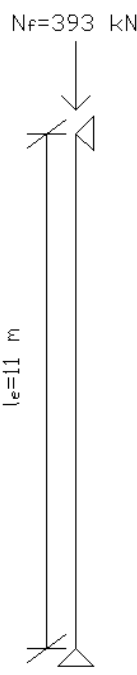
VEDLEGG 5

Beregning av bjelke og søyle ved utkrager



<p>Henvisninger:</p> <p>NS 3472, pkt 10.4.2</p>	<p>Beregninger:</p> <p><u>Bjelke ved utkrager:</u></p> <p>Bruker HE-B bjelke, Stålkval. S355 → $f_d = f_y / \gamma_{M1} = 355 / 1,10 = 322,7 \text{ N/mm}^2$ Nedbøyingskrav: $\delta_{\max} = L / 300 = 4200 / 300 = 14 \text{ mm}$</p> <p><u>Bjelkelaster:</u></p> <p>E.L. = $8 \cdot (\frac{5}{8} \cdot 6,9 + 1,5) + 2 = 48,5 \cdot 1,2 = 58,2 \text{ kN/m}$ N.L. = $4,5 \cdot (\frac{5}{8} \cdot 6,9 + 1,5) = 26,2 \cdot 1,5 = 39,3 \text{ kN/m}$ $q = 74,7 \text{ kN/m} \quad q_f = 97,5 \text{ kN/m}$</p> <p>$M_G = \frac{1}{14} \cdot 97,5 \cdot 2,9^2 = 59 \text{ kNm}$ $M_H = \frac{1}{11} \cdot 97,5 \cdot 4,2^2 = 156,4 \text{ kNm}$ $M_f = 156,4 \text{ kNm}$</p>  <p>$W_{\min} = M_f / f_d = 156,4 \cdot 10^6 / 322,7 = 485 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$ $I_{n\ddot{o}dv} = (5 \cdot q^{bjelke} \cdot l^4 / 384 \cdot E \cdot \delta_{\max}) - ((M_G + M_H) \cdot l^2 / 16 \cdot E \cdot \delta_{\max})$ $I_{n\ddot{o}dv} = (5 \cdot 74,7 \cdot 4200^4 / 384 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 14) - ((59 + 156,4) \cdot 10^6 \cdot 4200^2 / 16 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 14)$ $I_{n\ddot{o}dv} = 22,2 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$</p> <p>Prøver HE200B</p> <p>$V_f = 97,5 \cdot 2,1 + ((156,4 - 59) / 4,2) = 228 \text{ kN}$ V_f befinner seg ved opplegg G, mens M_f befinner seg ved opplegg H. Siden M_f og V_f er på forskjellige steder, trenger vi ikke å sjekke jevnførings-spenning (σ_j)</p> <p>$\tau_{\max} = V_f^{\max} / A_v > f_d / \sqrt{3} = 322,7 / \sqrt{3} = 186,3 \text{ N/mm}^2$ $A_v = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2r) \cdot t_f$ $A_v = 7,81 \cdot 10^3 - 2 \cdot 200 \cdot 15 + (9 + 2 \cdot 18) \cdot 15 = 2485 \text{ mm}^2$ $\tau_{\max} = 228 \cdot 10^3 / 2485 = 92 \text{ N/mm}^2 < 186,3 \text{ N/mm}^2 \rightarrow \text{O.K.}$</p>
<p>NS 3472, pkt 12.2.5</p>	

<p>NS 3478, tabell 4 NS 3490, tabell E.2</p> <p>NS 3472, pkt 7.3.1.1 NS 3472, tabell 7</p> <p>NS 3472, tabell 26</p> <p>NS 3472, pkt 14.2.5.2</p> <p>NS 3472, tabell 24 NS 3472, pkt 14.2.6.5</p>	<p>Ser om bjelken tilfredsstiller R90 brannkravet.</p> <p>3-sidig branneksporing, bruker steinullplater. $\psi_1 = 0,7$ $q_{fi,f} = 1,0 \cdot E.L. + \psi_1 \cdot N.L. = 1,0 \cdot 48,5 + 0,7 \cdot 26,2 = 67 \text{ kN/m}$ $M_{fi,f} = \gamma_{11} q_{fi,f} \cdot l^2 = \gamma_{11} \cdot 67 \cdot 4,2^2 = 107,4 \text{ kNm}$</p> <p>Tv.kl.: $\varepsilon = \sqrt{(235/f_y)} = \sqrt{(235/355)} = 0,8136$ $d = 134 \text{ mm} \rightarrow d/t_w = 134/9 \rightarrow \text{Tv.kl. 1 for ren normalkraft og tv.kl. 1 for rent moment. Bruker derfor } W_{y,pl} (= 642 \cdot 10^3 \text{ mm}^3).$</p> <p>$A_p/V = 121,8 \text{ m}^{-1}$ $A_p/V \cdot \lambda_p/d_p = 121,8 \cdot 0,2 / 0,15 = 162,4 \text{ m}^2/\text{m}^3$ $\theta_{a,90} = 324 \cdot [(A_p/V \cdot \lambda_p/d_p)^{0,2} - 2,15] = 324 \cdot [(162,4)^{0,2} - 2,15] = 200^\circ\text{C}$</p> <p>$k_{y,\theta} (200^\circ\text{C}) = 1,0$ $k_1 = 0,7$ (3-sidig eksponering), $k_2 = 0,85$ (statisk ubestemt) $k_{y,\theta,mod} = k_{y,\theta} / (k_1 \cdot k_2) = 1,0 / (0,7 \cdot 0,85) = 1,7$ $M_{fi,d,\theta} = k_{y,\theta,mod} \cdot f_y \cdot W_{y,pl} = 1,7 \cdot 355 \cdot 642 \cdot 10^3 = 388 \text{ kNm}$</p> <p>$M_{fi,f} < M_{fi,d,\theta} \rightarrow$ Bjelken holder R90 brannkravet.</p> <p><u>Bruker HE200B</u></p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	<p><u>Søyle ved utkramer:</u></p> <p>Betongkval.: B45, armeringskval: B500C</p> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="flex: 1;">  </div> <div style="flex: 2;"> <p>Arealet søyla skal ta: $A = (6,9 \cdot \frac{5}{8} + 1,5) \cdot (4,2 \cdot \frac{5}{8} + 1,4) = 23,4 \text{ m}^2$ Diameter på søyla = 400 mm</p> <p>Laster: E.L. (dekke) = $(0,3 \cdot 25 + 0,5) \cdot 23,4 = 187,2 \text{ kN}$ E.L. (bjelke) = $2,0 \cdot (4,2 \cdot \frac{5}{8} + 1,4) = 8,1 \text{ kN}$ E.L. (totalt) = $195,3 \text{ kN}$ N.L. (snø) = $4,5 \cdot 23,4 = 105,3 \text{ kN}$</p> <p>$N_f = 195,3 \cdot 1,2 + 105,3 \cdot 1,5 = 392,3 \text{ kN}$ (enklere: $97,5 \cdot (4,2 \cdot \frac{5}{8} + 1,4) = 392,5 \text{ kN}$) $N_f = 393 \text{ kN}$</p> </div> </div>
NS 3473, pkt A.9.1.1	<p>$N_L = 195,3 + 105,3 \cdot \psi_2 = 195,3 + 105,3 \cdot 0,2 = 217 \text{ kN}$</p>
NS 3473, pkt A.12.2.3	<p>$n_f = N_f / (f_{cd} \cdot A_c)$ $A_c = (\pi \cdot D^2) / 4 = (\pi \cdot 400^2) / 4 = 126 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$ $n_f = 393 \cdot 10^3 / (24,5 \cdot 126 \cdot 10^3) = 0,13 < 0,5 \rightarrow$ $a_e = (l_e^2 \cdot 0,00055) / d$ $e = \phi_B \cdot 1,25 + O.D. + \phi_L / 2 \cdot 1,25 = 8 \cdot 1,25 + 35 + 12,5 \cdot 1,25 = 60 \text{ mm}$ $d = D - e = 400 - 60 = 340 \text{ mm}$ $a_e = (l_e^2 \cdot 0,00055) / d = (11000^2 \cdot 0,00055) / 340 = 196 \text{ mm}$ $e_0 = 0$ (ikke har noe moment) $e_a = \text{største av } \{20 \text{ mm}, D/30, l_e/300\} = 11000/300 = 37 \text{ mm}$ $e_{iL} = e_0 + e_a = 37 \text{ mm}$</p>
NS 3473, tabell A.2	<p>$\phi = 2,0$ (utendørs konstruksjon)</p>
NS 3473, pkt 18.4.2	<p>$\lambda = l_e / i = l_e / (0,2 \cdot D) = 11000 / (0,2 \cdot 400) = 137,5$</p>
	<p>$A_s^{\min} = 0,0004 \cdot f_{cn} \cdot A_c = 0,0004 \cdot 34,3 \cdot 126000 = 1729 \text{ mm}^2$</p>
	<p><u>Prøver 4+4ϕ25 $\rightarrow \Sigma A_s = 3927 \text{ mm}^2$</u></p>
NS 3473, pkt A.12.2	<p>$w_t = (\Sigma A_s \cdot f_{sd}) / (A_c \cdot f_{cd}) = (3927 \cdot 400) / (126000 \cdot 24,5) = 0,5088$ $\lambda_{\max} = 80 \cdot \sqrt{1 + 4w_t} = 80 \cdot \sqrt{1 + 4 \cdot 0,5088} = 139 > 137,5 \rightarrow \text{O.K.}$ $\lambda_N = \lambda \cdot \sqrt{(n_f / (1 + 4w_t))} = 80 \cdot \sqrt{(0,13 / (1 + 4 \cdot 0,5088))} = 16,6$ $N_E = (1 / l_e^2) \cdot (176253 \cdot I_c + 1973921 \cdot I_s)$</p>
NS 3473, pkt A.12.2	<p>$I_c = (\pi / 64) \cdot D^4 = (\pi / 64) \cdot 400^4 = 1.256.637.061$ $I_s = \Sigma A_s \cdot (((D' / \pi) \cdot 2) / 2)^2, D' = d - e = 340 - 60 = 280$ $I_s = 3927 \cdot (((280 / \pi) \cdot 2) / 2)^2 = 31.194.442$</p> <p>$N_E = (1 / 11000^2) \cdot (176253 \cdot 1256637061 + 1973921 \cdot 31194442)$ $N_E = 2339351 \text{ N} = 2340 \text{ kN}$</p>
NS 3473, pkt A.12.2	<p>$a_L = e_{iL} \cdot ((0,8 \cdot \phi) / ((N_E / N_L) - 1 - 0,4\phi))$ $a_L = 37 \cdot ((0,8 \cdot 2,0) / ((2340 / 217) - 1 - 0,4 \cdot 2)) = 6,6 \text{ mm}$</p>

Eurostandard

$$a_T = e_a + a_e + a_L = 37 + 196 + 6,6 = 239,6 \text{ mm}$$

$$m_f = n_f \cdot (a_T/D) = 0,13 \cdot (239,6/400) = 0,08$$

$$D^2/D = 280/400 = 0,7 \rightarrow w = 0,05$$

$$A_s = w \cdot A_c \cdot f_{cd}/f_{sd} = 0,05 \cdot 126000 \cdot 24,5/400 = 386 \text{ mm}^2 < A_s^{\min}$$

Bruker A_s^{\min}

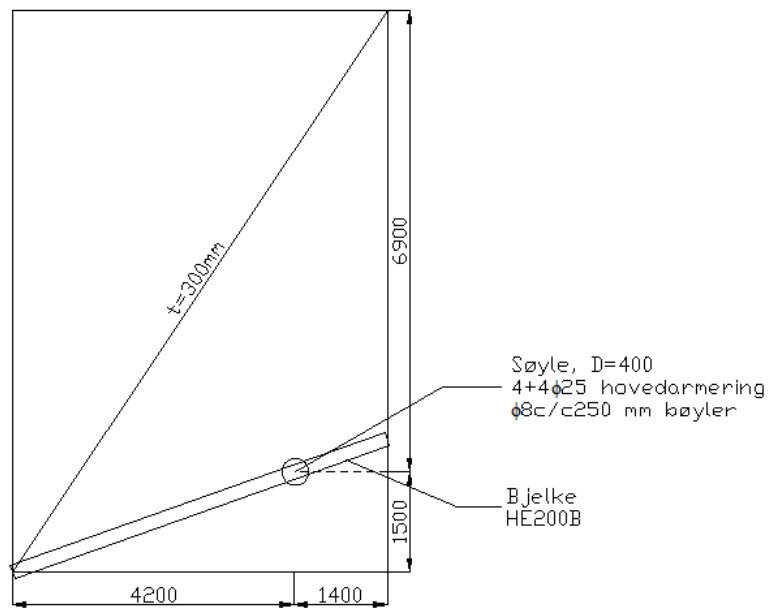
Bruker 4+4 ϕ 25

$$\text{Bøyler: } \phi_B > \phi_L/4 = 25/4 = 6,25 \rightarrow \phi_B = 8 \text{ mm}$$

$$c/c < D, \text{ eller } c/c < 300 \text{ mm, } D = 400 \text{ mm} \rightarrow c/c < 300 \text{ mm}$$

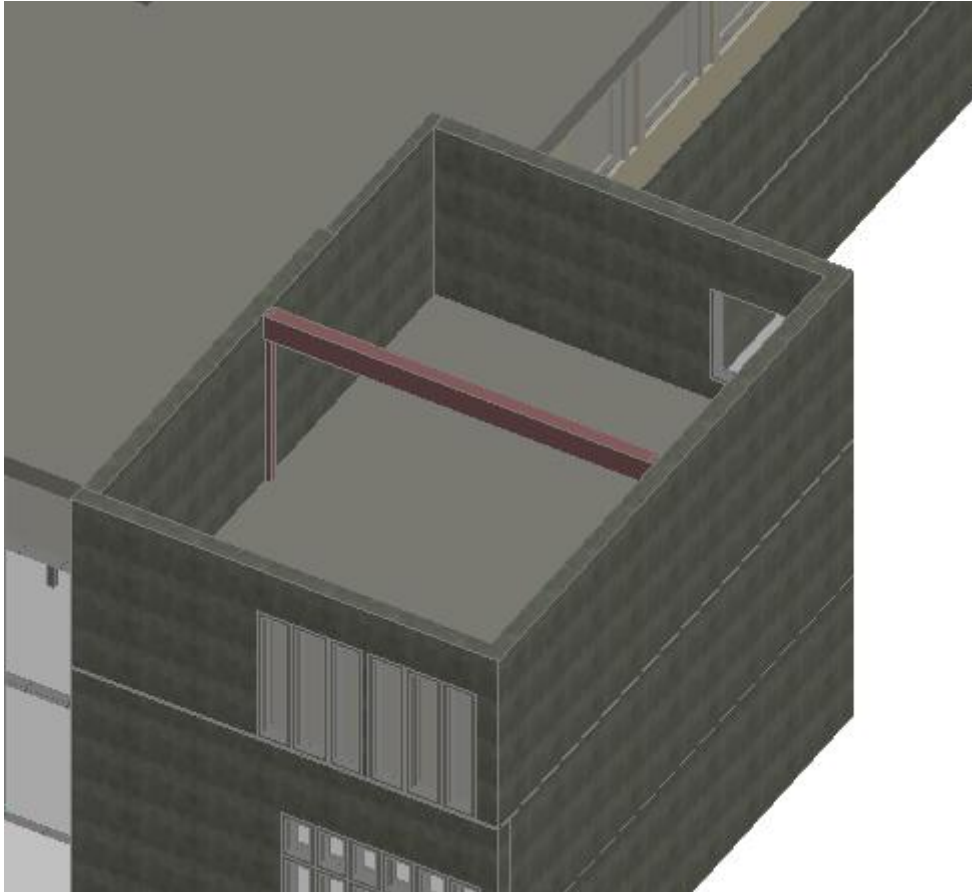
$$c/c = 250 \text{ mm}$$

Bruker ϕ 8c/c250 mm bøyler



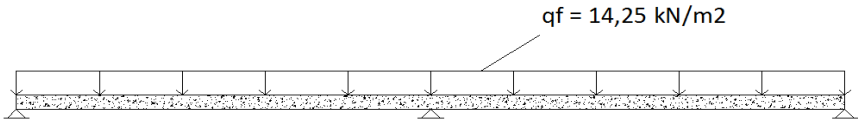
VEDLEGG 6

Beregning av dekke og bjelke over lagmannsretten



Setter $l = 12,5$ m og $b = 9,0$ m (\approx c/c avstand)


Siden det er så stort spenn i lengderetningen, har vi valgt å plassere en HEB-bjelke på midten her.

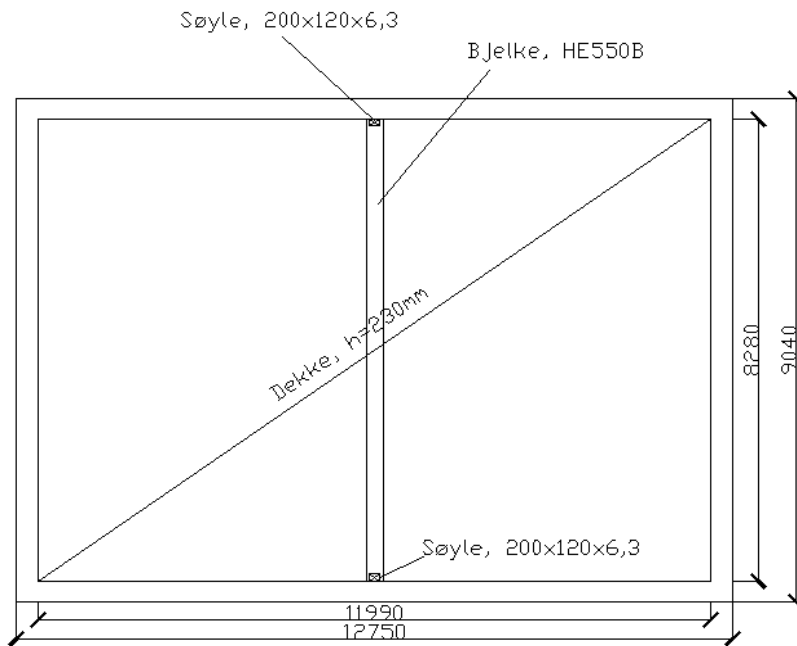
Henvisninger:	Beregninger:
NS 3473, tabell 15.b og NS 3473, tabell 9	<p><u>Forutsetninger:</u> Tykkelse på dekket: 230 mm, dim. levetid = XC4/100 år $\rightarrow c_{nom} = 35$ mm</p>
NS 3490, tabell E.1.1	<p>Betongkvalitet: B30, armeringskvalitet: B500C</p> <p>$\gamma_{E.L.} = 1,2$, $\gamma_{N.L.} = 1,5$</p>
NS 3491-3, tillegg A2	<p><u>Laster:</u></p> <p>N.L. = $S_k = 4,5$ kN/m² for Gjøvik kommune E.L.^{dekke} = Råstøp + tekniske føringer E.L.^{bjelke} $\approx 2,0$ kN/m</p>
	<p><u>Dekkelast:</u></p> <p>E.L. = $0,23 \cdot 25$ kN/m² + 0,5 = 6,25 kN/m² $\cdot 1,2 = 7,50$ kN/m² N.L. = snølast = 4,50 kN/m² $\cdot 1,5 = 6,75$ kN/m² $q = 10,75$ kN/m² $q_f = 14,25$ kN/m²</p>
	<p><u>Bjelkelast:</u></p> <p>E.L. = $6,25 \cdot 6,25 + 2,0$ = 41,10 kN/m $\cdot 1,2 = 49,32$ kN/m N.L. = $4,5 \cdot 6,25$ = 28,13 kN/m $\cdot 1,5 = 42,20$ kN/m $q = 69,23$ kN/m $q_f = 92,50$ kN/m</p>
	<p><u>Dekke over lagmannsretten:</u></p>
	<p>Bruker $\phi 16$ armering</p>
	
	<p>$2M_B(l_1+l_2) = 2[\frac{1}{4} q_f^{dekke} \cdot l^3] \rightarrow 2M_B(6,25+6,25) = 2[\frac{1}{4} \cdot 14,25 \cdot 6,25^3]$ $\rightarrow \underline{M_B = 69,6}$ kNm</p>
	<p>Hovedarmering - A_s:</p>

<p>NS 3473, pkt 18.2.2</p>	<p>$M_f = M_B = 69,6 \text{ kNm}$, $d = h - (O.D + 1,25 \cdot (\phi/2)) = 230 - (35 + 1,25 \cdot (16/2)) = 185 \text{ mm}$</p> <p>$m = M_f / f_{cd} \cdot b \cdot d^2 = 69,6 \cdot 10^6 / 17 \cdot 1000 \cdot 185^2 = 0,1196$ $A_s^{n\ddot{o}dv} = M_f / f_{sd} \cdot (1-0,6m) \cdot d = 69,6 \cdot 10^6 / 400 \cdot (1-0,6m) \cdot 185 = \underline{1013 \text{ mm}^2/\text{m}}$</p> <p><u>Prøver $\phi 16 \text{ c/c } 150 \text{ mm}$, $A_s = 1340 \text{ mm}^2/\text{m}$</u></p> <p>Minimumsarmering: $A_s^{\min} = 0,25 \cdot k_w \cdot A_c \cdot f_{tk} / f_{sk}$ $A_c = b \cdot h$ $k_w = 1,5 - h \geq 1,0 \rightarrow k_w = 1,5 - 0,23 = 1,27$ $A_s^{\min} = 0,25 \cdot 1,27 \cdot 1000 \cdot 230 \cdot (2,65/500) = \underline{387 \text{ mm}^2/\text{m}}$</p> <p><u>Bruker $\phi 12 \text{ c/c } 250 \text{ mm}$, $A_s = 452 \text{ mm}^2/\text{m}$</u></p> <p>Nedbøying: $\rho = A_s / b \cdot d = 1340 / 1000 \cdot 185 = 7,2432 \cdot 10^{-3}$ $\rho' = 0$ $\delta_m = [5 \cdot q \cdot l^4 / 384 \cdot E_c I_c] - [(M_A^{\text{bruk}} + M_B^{\text{bruk}}) \cdot l^2 / 16 \cdot E_c I_c]$ $M_B^{\text{bruk}} = [1/4 \cdot 10,75 \cdot 6,25^3] / 12,5 = 52,5 \text{ kNm}$, $M_A^{\text{bruk}} = 0 \text{ kNm}$</p>
<p>NS 3473, tabell A.2</p>	<p>Effektivt kryptall - $e_e = 2,0 \rightarrow n = 22,77$ $n\rho = 22,77 \cdot 7,2432 \cdot 10^{-3} = 0,1649$ $\rho' / \rho = 0 \rightarrow \xi = 0,475$</p> <p>$E_c I_c = 2 \cdot 10^5 \cdot 1340 \cdot 185^2 \cdot 0,475 = 4,357 \cdot 10^{12}$ $\delta_m = [5 \cdot 10,75 \cdot 6,25^4 / 384 \cdot 4,357 \cdot 10^{12}] - [(0 + 52,5 \cdot 10^6) \cdot 6,25^2 / 16 \cdot 4,357 \cdot 10^{12}]$ $\delta_m = 49,0 - 29,4 = \underline{19,6 \text{ mm}}$ Dette tilsvarer ca $L/320$ og tilfredsstillter dermed krav til maks nedbøying ($\delta_{\max} = L/250 = 25 \text{ mm}$)</p> <p>Beregning av riss: $q_{O.F.} = 10,75 \text{ kN/m}^2$ $M_{O.F.} = 2[1/4 q_f l^3] / 2(l_1 + l_2) = [1/4 \cdot 10,75 \cdot 6,25^3] / 12,5 = 52,5 \text{ kNm}$</p> <p>$\alpha$ - utregning: $\alpha = n\rho[\sqrt{(1+2/n\rho)} - 1] = 0,1649[\sqrt{(1+2/0,1649)} - 1] = 0,4326$ $2(h-x) = 2(h-\alpha d) = 2(230 - 0,4326 \cdot 185) = 300 \text{ mm}$</p>
<p>NS 3473, tillegg A.15.6.2.1</p>	<p>s_{rk} - utregning: $s_{rk} = 1,7[c + 0,597 \cdot (s_b \cdot e / \phi)] \cdot (1 - (1,25 \cdot e / h - \alpha \cdot d))$ $s_{rk} = 1,7[35 + 0,597 \cdot (150 \cdot 45 / 16)] \cdot (1 - (1,25 \cdot 45 / 230 - 0,4326 \cdot 185)) = 327 \text{ mm}$ $s_{rk} \leq 2(h-x) = 300 \rightarrow s_{rk} = \underline{300 \text{ mm}}$</p>

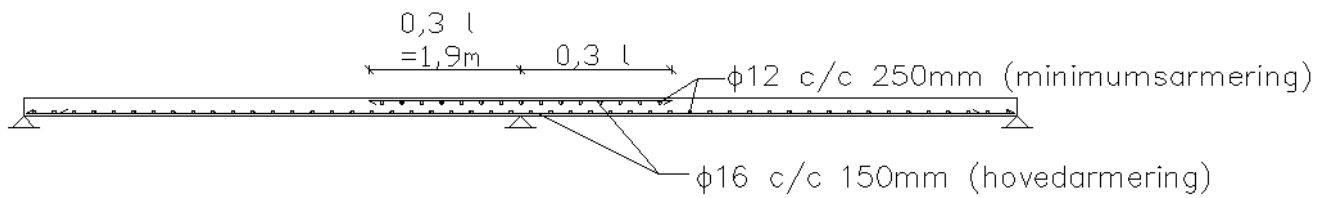
<p>NS 3473, tabell A.3</p> <p>NS 3473, pkt 15.2.4</p>	<p>ϵ – utregning: $\epsilon_{sm} = [0,5/(1-\alpha/3)] \cdot 10^{-5} \cdot M_{O,F}/A_s \cdot d$ $\epsilon_{sm} = [0,5/(1-0,4326/3)] \cdot 10^{-5} \cdot 52,5 \cdot 10^6/1340 \cdot 185 = 1,2373 \cdot 10^{-3}$</p> <p>$\epsilon_{cm} = 0,0000402$</p> <p>Utendørs atmosfære, $h_0 = h = 230 \rightarrow$ $\epsilon_{cs} = -0,00030$</p>
<p>NS 3473, tabell 12</p>	<p>$W_{1k} = W_{0k} \cdot c_1/c_2$ $W_{0k} = S_{rk} \cdot (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} - \epsilon_{cs}) = 300 \cdot (1,2373 \cdot 10^{-3} - 0,0000402 - (-0,00030))$ $W_{0k} = 0,45 \text{ mm}$ $c_{nom} = c_{min} + 10 \text{ mm} = 35 + 10 = 45 \text{ mm}$ $c_1 = c_{min} = 35 \text{ mm}, c_2 = c_{nom} = 45 \text{ mm}$</p> <p>$W_{1k} = W_{0k} \cdot c_1/c_2 = 0,45 \cdot 35/45 = 0,35$ $w_d = 0,4 \text{ mm}$ $w_d > W_{1k} \rightarrow \text{O.K.}$</p> <p><u>Bruker $\phi 16$ c/c 150mm (hovedarmering) og $\phi 12$ c/c 250mm (minimumsarmering)</u></p>
<p>NS 3472, pkt 10.4.2</p>	<p><u>Bjelke på midten:</u></p> <p>Bruker HE-B bjelke, Stålkval. S355 $\rightarrow f_d = f_y/\gamma_{M1} = 355/1,10 = 322,7 \text{ N/mm}^2$ Nedbøyingskrav: $\delta_{max} = L/300 = 9000/300 = 30 \text{ mm}$ $M_f = 1/8 \cdot q_f^{bjelke} \cdot l^2 = 1/8 \cdot 92,5 \cdot 9^2 = 937 \text{ kNm}$</p> <p>$W_{min} = M_f/f_d = 937 \cdot 10^6/322,7 = 2904 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$ $I_{n\ddot{o}dv} = 5 \cdot q^{bjelke} \cdot l^4 / 384 \cdot E \cdot \delta_{max} = 5 \cdot 69,23 \cdot 9000^4 / 384 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 30$ $I_{n\ddot{o}dv} = 939 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$</p> <p><u>Prøver HE550B (pga vipping)</u></p>
<p>NS 3472, pkt 12.2.5</p>	<p>Siden M_f og V_f er på forskjellige steder, trenger vi ikke å sjekke jevnførings-spenning (σ_j)</p> <p>$\tau_{max} = V_f^{max}/A_v > f_d/\sqrt{3} = 322,7/\sqrt{3} = 186,3 \text{ N/mm}^2$ $V_f^{max} = q_f \cdot l/2 = 92,5 \cdot 4,5 = 416,25 \text{ kN}$ $A_v = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2r) \cdot t_f$ $A_v = 25,4 \cdot 10^3 - 2 \cdot 300 \cdot 29 + (15+2 \cdot 27) \cdot 29 = 10000 \text{ mm}^2$ $\tau_{max} = 416,25 \cdot 10^3 / 10000 = 41,6 \text{ N/mm}^2 < 186,3 \text{ N/mm}^2 \rightarrow \text{O.K.}$</p>
<p>NS 3472, tillegg B.12.3.4</p>	<p>Vipping:</p>

<p>NS 3478, tabell 4 NS 3490, tabell E.2</p> <p>NS 3472, pkt 7.3.1.1 NS 3472, tabell 7</p> <p>NS 3472, tabell 26</p> <p>NS 3472, pkt 14.2.5.2</p> <p>NS 3472, tabell 24 NS 3472, pkt 14.2.6.5</p>	$M_{CR} = C_1 \cdot \pi^2 / kL^2 \cdot E \cdot I_z \left[\sqrt{\left(\frac{k}{k_w} \right)^2 \cdot (I_w / I_z) + (k \cdot L / 25,66) \cdot I_w / I_z + (C_2 \cdot z_g)^2} \right] - (C_2 \cdot z_g)$ <p>$k = 1,0, k_w = 1,0, z_g = 0,5(h - t_f) = 260,5 \text{ mm}, C_1 = 1,13, C_2 = 0,46$ $W_{py} = 5600 \cdot 10^3, W_{ey} = 4970 \cdot 10^3, I_w = 8856 \cdot 10^9$ $I_t = 6020 \cdot 10^3, I_z = 130,8 \cdot 10^6$ Tverrsnittsklasse 1: Bruker W_{py} ved utregning av $M_{b,d}$.</p> $M_{CR} = 1,13 \cdot \pi^2 / 9000^2 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 130,8 \cdot 10^6 \cdot \left[\sqrt{\left(\frac{1,0}{1,0} \right)^2 \cdot 8856 \cdot 10^9 / 130,8 \cdot 10^6 + 9000^2 / 25,66 \cdot 6020 \cdot 10^3 / 130,8 \cdot 10^6 + (0,46 \cdot 260,5)^2} \right] - (0,46 \cdot 260,5) = 1350 \text{ kNm}$ <p>$f_{LT} = M_{CR} / W_y = 1350 \cdot 10^6 / 4970 \cdot 10^3 = 272 \text{ N/mm}^2$ $\lambda_{LT} = \sqrt{(355 / 272)} = 1,14 \rightarrow \chi_{LT} = 0,6$ $M_{b,d} = \chi_{LT} \cdot W_{py} \cdot f_d = 0,6 \cdot 5600 \cdot 10^3 \cdot 322,7 = 1084 \text{ kNm} > M_f \rightarrow \text{O.K.}$</p> <p>Ser om bjelken tilfredsstillter R90 brannkravet.</p> <p>3-sidig branneksponeering, bruker steinullplater. $\psi_1 = 0,7$ $q_{fi,f} = 1,0 \cdot E.L. + \psi_1 \cdot N.L. = 1,0 \cdot 41,1 + 0,7 \cdot 28,13 = 60,8 \text{ kN/m}$ $M_{fi,f} = \frac{1}{8} q_{fi,f} \cdot l^2 = \frac{1}{8} \cdot 60,8 \cdot 9^2 = 616 \text{ kNm}$</p> <p>Tv.kl.: $\varepsilon = \sqrt{(235 / f_y)} = \sqrt{(235 / 355)} = 0,8136$ $d = 438 \text{ mm} \rightarrow d/t_w = 438 / 15 \rightarrow \text{Tv.kl. 2 for ren normalkraft og tv.kl. 1 for rent moment. Bruker derfor } W_{y,pl} (= 4600 \cdot 10^3 \text{ mm}^3).$</p> <p>$A_p / V = 75,7 \text{ m}^{-1}$ $A_p / V \cdot \lambda_p / d_p = 75,7 \cdot 0,2 / 0,15 = 101 \text{ m}^2 / \text{m}^3$ $\theta_{a,90} = 324 \cdot \left[(A_p / V \cdot \lambda_p / d_p)^{0,2} - 2,15 \right] = 324 \cdot \left[(101)^{0,2} - 2,15 \right] = 119^\circ \text{C}$</p> <p>$k_{y,\theta} (119^\circ \text{C}) = 1,0$ $k_1 = 0,7$ (3-sidig eksponering), $k_2 = 1,0$ (fritt opplagt) $k_{y,\theta,mod} = k_{y,\theta} / (k_1 \cdot k_2) = 1,0 / (0,7 \cdot 1,0) = 1,4286$ $M_{fi,d,\theta} = k_{y,\theta,mod} \cdot f_y \cdot W_{y,pl} = 1,4286 \cdot 355 \cdot 5600 \cdot 10^3 = 2840 \text{ kNm}$</p> <p>$M_{fi,f} \ll M_{fi,d,\theta} \rightarrow \text{Bjelken holder R90 brannkravet.}$</p> <p><u>Bruker HE550B</u></p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p>NS 3472, tabell 7</p> <p>NS 3472, pkt 12.3.2.1 NS 3472, tabell 10</p> <p>NS 3472, pkt 14.2.6.3</p>	<p>Beregning av søyler:</p> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="text-align: center; margin-right: 20px;"> <p>N_f = 416,25 kN</p>  </div> <div> <p>$A_{\min} = N_f / 0,4 \cdot f_d = 416,25 \cdot 10^3 / 0,4 \cdot 322,7 = 3225 \text{ mm}^2$ Prøver RHS 200x120x6,3 (A = 3830 mm², i_z = 49,2 mm)</p> <p>Tverrsnittsklasse: d = h - 3t = 200 - 3 · 6,3 = 181,1 mm d/t_w = 181,1/6,3 = 28,75 < 38ε → Tv.kl. 2</p> <p>Knekking om svak akse (z-akse): λ_z = I_k / (i_z · λ_{fy}) = 5230 / (49,2 · 76,4) = 1,39 φ = 0,5 [1 + α · (λ_z - 0,2) + λ_z²], α = 0,21 for knekkingskurve a φ = 0,5 [1 + 0,21 · (1,39 - 0,2) + 1,39²] = 1,59 χ_z = 1 / (φ + √(φ² - λ_z²)) = 1 / (1,59 + √(1,59² - 1,39²)) = 0,423</p> <p>N_{kzd} = χ_z · f_d · A = 0,423 · 322,7 · 3830 = 523 kN N_{kzd} > N_f = 416,25 kN → O.K.</p> </div> </div> <p>Ser om søylen tilfredsstiller brannkravet R90, bruker steinullplater.</p> <p>$A_p/V = (\text{Overflate/tverrsnitt}) \cdot 10^6 \cdot \lambda_p/d_p = (0,624/3830) \cdot 10^6 \cdot (0,2/0,15) = 217 \text{ m}^{-1}$</p> <p>$\theta_{a,90} = 324 \cdot [(A_p/V \cdot \lambda_p/d_p)^{0,2} - 2,15] = 324 \cdot [(217)^{0,2} - 2,15] = 254^\circ\text{C}$ k_{y,θ} (254°C) = 1,0, k_{E,θ} (254°C) = 0,8 + 0,1 · (46/100) = 0,846 λ_θ = I_k / (i_z · λ_{fy}) · √(k_{y,θ} / k_{E,θ}) = 5230 / (49,2 · 76,4) · √(1000/846) = 1,513 α = 0,49 for knekkingskurve c (bruker kurve c i branndimensjonering) φ = 0,5 [1 + 0,49 · (1,513 - 0,2) + 1,513²] = 1,97 χ_{fi} = 1 / (1,97 + √(1,97² - 1,513²)) = 0,31</p> <p>N_{fi,d,θ} = (χ_{fi} / 1,2) · k_{y,θ} · (f_y / γ_{M,fi}) · A = (0,31/1,2) · 1,0 · (355/1,0) · 3830 = 351,2 kN N_{fi,f} = q_{fi} · l/2 = 60,8 · 4,5 = 273,6 kN</p> <p>N_{fi,d,θ} > N_{fi,f} → O.K.</p> <p><u>Bruker RHS 200x120x6,3 søyler</u></p>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

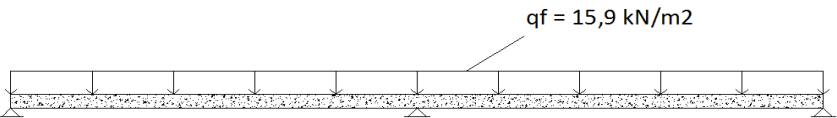


Armering i dekke over lagmannrett:



Beregning av dekke under lagmannsretten

Dette deket bæres på samme måte som taket i lagmannsretten. Siden vi kun skal regne på tredje etasjen, antar vi at kreftene som kommer fra søylene i lagmannsretten tilsvarer kreftene fra søylene under. Dermed vil nyttelasten kun bestå av en jevnt fordelt last.

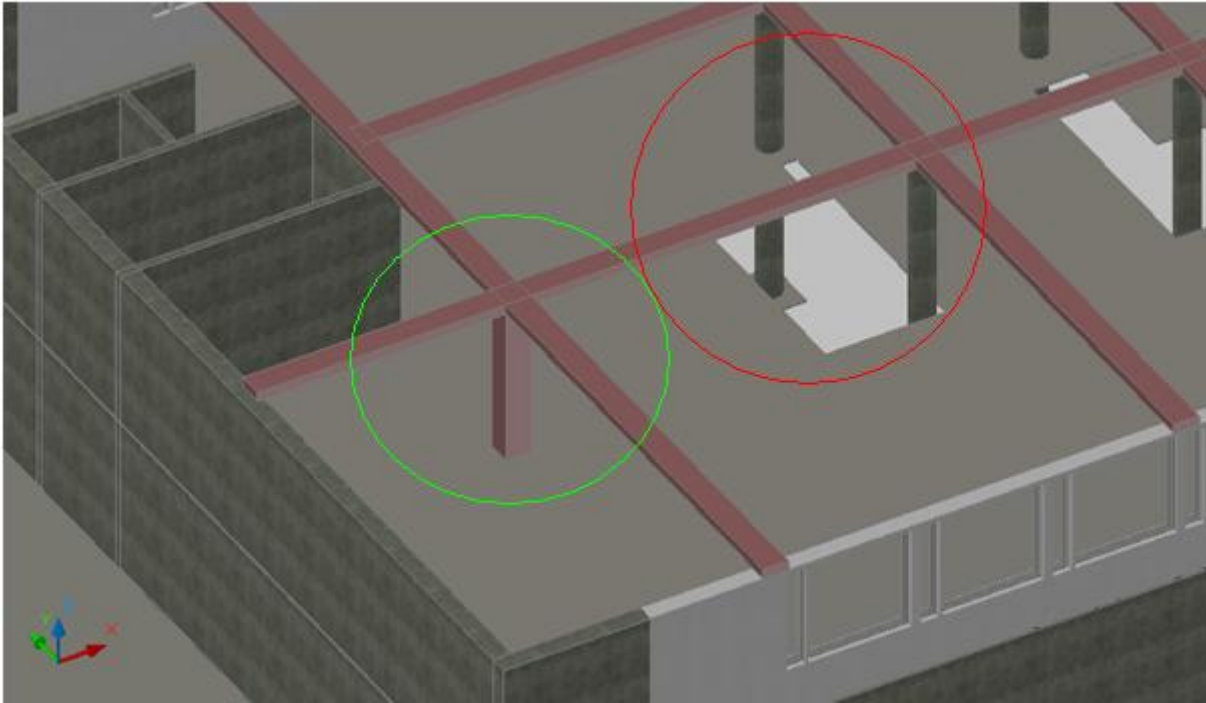
<p>Henvisninger:</p> <p>NS 3473, tabell 15.b og NS 3473, tabell 9</p> <p>NS 3490, tabell E.1.1</p> <p>NS 3491-1, tabell 6.1</p>	<p>Beregninger:</p> <p><u>Forutsetninger:</u> Tykkelse på dekket: 300 mm, dim. levetid = XC1/100 år → $c_{nom} = 25$ mm</p> <p>Betongkvalitet: B30, armeringskvalitet: B500C</p> <p>$\gamma_{E.L.} = 1,2$, $\gamma_{N.L.} = 1,5$</p> <p><u>Laster:</u></p> <p>N.L. = Kategori C2 (forsamlingslokale) = $4,0 \text{ kN/m}^2$ E.L.^{dekke} = Råstøp + 10 mm avrettningsmasse + tekniske føringer</p> <p>Dekkelast: E.L. = $(0,30+0,01) \cdot 25 \text{ kN/m}^2 + 0,5 = 8,25 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,2 = 9,9 \text{ kN/m}^2$ N.L. = $4,00 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,5 = 6,0 \text{ kN/m}^2$ $q = 12,25 \text{ kN/m}^2$ $q_f = 15,9 \text{ kN/m}^2$</p> <p>Bruker $\phi 16$ armering</p>  <p>$2M_B(l_1+l_2) = 2[\frac{1}{4} q_f^{\text{dekke}} \cdot l^3] \rightarrow 2M_B(6,25+6,25) = 2[\frac{1}{4} \cdot 15,9 \cdot 6,25^3]$ $\rightarrow M_B = 77,6 \text{ kNm}$</p> <p>Hovedarmering - A_s:</p> <p>$M_f = M_B = 77,6 \text{ kNm}$, $d = h - (O.D + 1,25 \cdot (\phi/2)) = 300 - (25 + 1,25 \cdot (16/2)) = 265 \text{ mm}$</p> <p>$m = M_f / f_{cd} \cdot b \cdot d^2 = 77,6 \cdot 10^6 / 17 \cdot 1000 \cdot 265^2 = 0,0650$ $A_s^{\text{nødv}} = M_f / f_{sd} \cdot (1-0,6m) \cdot d = 77,6 \cdot 10^6 / 400 \cdot (1-0,6m) \cdot 265 = 762 \text{ mm}^2/\text{m}$</p> <p><u>Prøver $\phi 16$ c/c 175mm, $A_s = 1149 \text{ mm}^2/\text{m}$</u></p> <p>Minimumsarmering: $A_s^{\text{min}} = 0,25 \cdot k_w \cdot A_c \cdot f_{tk} / f_{sk}$</p>
<p>NS 3473, pkt 18.2.2</p>	

<p>NS 3473, tabell A.2</p>	<p> $A_c = b \cdot h$ $k_w = 1,5 - h \geq 1,0 \rightarrow k_w = 1,5 - 0,3 = 1,2$ $A_s^{\min} = 0,25 \cdot 1,2 \cdot 1000 \cdot 230 \cdot (2,65/500) = \underline{365,7 \text{ mm}^2/\text{m}}$ </p> <p><u>Bruker $\phi 12$ c/c 300mm, $A_s = 377 \text{ mm}^2/\text{m}$</u></p> <p>Nedbøying: $\rho = A_s / b \cdot d = 1149 / 1000 \cdot 265 = 4,3358 \cdot 10^{-3}$ $\rho' = 0$ $\delta_m = [5 \cdot q \cdot l^4 / 384 \cdot E_c I_c] - [(M_A^{\text{bruk}} + M_B^{\text{bruk}}) \cdot l^2 / 16 \cdot E_c I_c]$ $M_B^{\text{bruk}} = [1/4 \cdot 12,25 \cdot 6,25^3] / 12,5 = 60 \text{ kNm}, M_A^{\text{bruk}} = 0 \text{ kNm}$ </p> <p>Effektivt kryptall - $e_c = 2,5 \rightarrow n = 26,56$ $n\rho = 26,56 \cdot 4,3358 \cdot 10^{-3} = 0,1152$ $\rho' / \rho = 0 \rightarrow \xi = 0,55$</p> <p> $E_c I_c = 2 \cdot 10^5 \cdot 1149 \cdot 265^2 \cdot 0,55 = 8,8757 \cdot 10^{12}$ $\delta_m = [5 \cdot 12,25 \cdot 6250^4 / 384 \cdot 8,8757 \cdot 10^{12}] - [(0 + 60 \cdot 10^6) \cdot 6250^2 / 16 \cdot 8,8757 \cdot 10^{12}]$ $\delta_m = 27 - 16,7 = \underline{10,3 \text{ mm}}$ Dette tilfredsstillter krav til maks nedbøying ($\delta_{\max} = L/250 = 25 \text{ mm}$) </p> <p>Beregning av riss: $q_{O.F.} = 12,25 \text{ kN/m}^2$ $M_{O.F.} = 2[1/4 q_{O.F.} l^3] / 2(l_1+l_2) = [1/4 \cdot 12,25 \cdot 6,25^3] / 12,5 = 60 \text{ kNm}$ </p> <p>α - utregning: $\alpha = n\rho[\sqrt{(1+2/n\rho)} - 1] = 0,1152[\sqrt{(1+2/0,1152)} - 1] = 0,3784$ $2(h-x) = 2(h-\alpha d) = 2(300 - 0,3784 \cdot 265) = 399,5 \text{ mm}$ </p>
<p>NS 3473, tillegg A.15.6.2.1</p>	<p>s_{rk} - utregning: $s_{rk} = 1,7[c + 0,597 \cdot (s_b \cdot e / \phi) \cdot (1 - (1,25 \cdot e / h - \alpha \cdot d))]$ $s_{rk} = 1,7[25 + 0,597 \cdot (175 \cdot 35 / 16) \cdot (1 - (1,25 \cdot 35 / 300 - 0,3784 \cdot 265))] = 346 \text{ mm}$ $s_{rk} \leq 2(h-x) = 418,2 \rightarrow s_{rk} = \underline{346 \text{ mm}}$ </p> <p>ϵ - utregning: $\epsilon_{sm} = [0,5 / (1 - \alpha / 3)] \cdot 10^{-5} \cdot M_{O.F.} / A_s \cdot d$ $\epsilon_{sm} = [0,5 / (1 - 0,3784 / 3)] \cdot 10^{-5} \cdot 60 \cdot 10^6 / 1149 \cdot 265 = 1,1275 \cdot 10^{-3}$ $\epsilon_{cm} = 0,0000402$ </p>
<p>NS 3473, tabell A.3</p>	<p>Innendørs atmosfære, $h_0 = h = 300 \rightarrow$ $\epsilon_{cs} = -0,00042$ </p>
<p>NS 3473, pkt 15.2.4</p>	<p> $w_{1k} = w_{0k} \cdot c_1 / c_2$ $w_{0k} = s_{rk} \cdot (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} - \epsilon_{cs}) = 346 \cdot (1,1275 \cdot 10^{-3} - 0,0000402 - (-0,00042))$ </p>

NS 3473, tabell 12	$w_{0k} = 0,52 \text{ mm}$ $c_{nom} = c_{min} + 10 \text{ mm} = 25 + 10 = 35 \text{ mm}$ $c_1 = c_{min} = 25 \text{ mm}, c_2 = c_{nom} = 35 \text{ mm}$ $w_{1k} = w_{0k} \cdot c_1/c_2 = 0,52 \cdot 25/35 = 0,37$ $w_d = 0,4 \text{ mm}$ $w_d > w_{1k} \rightarrow \text{O.K.}$ Armeringen legges på samme måte som for dekke over lagmannsretten. <u>Bruker $\phi 16$ c/c 175mm (hovedarmering) og $\phi 12$ c/c 300mm (minimumsarmering)</u>
--------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

VEDLEGG 7

Beregning av stålsøyle som bærer takbjelker i stål.

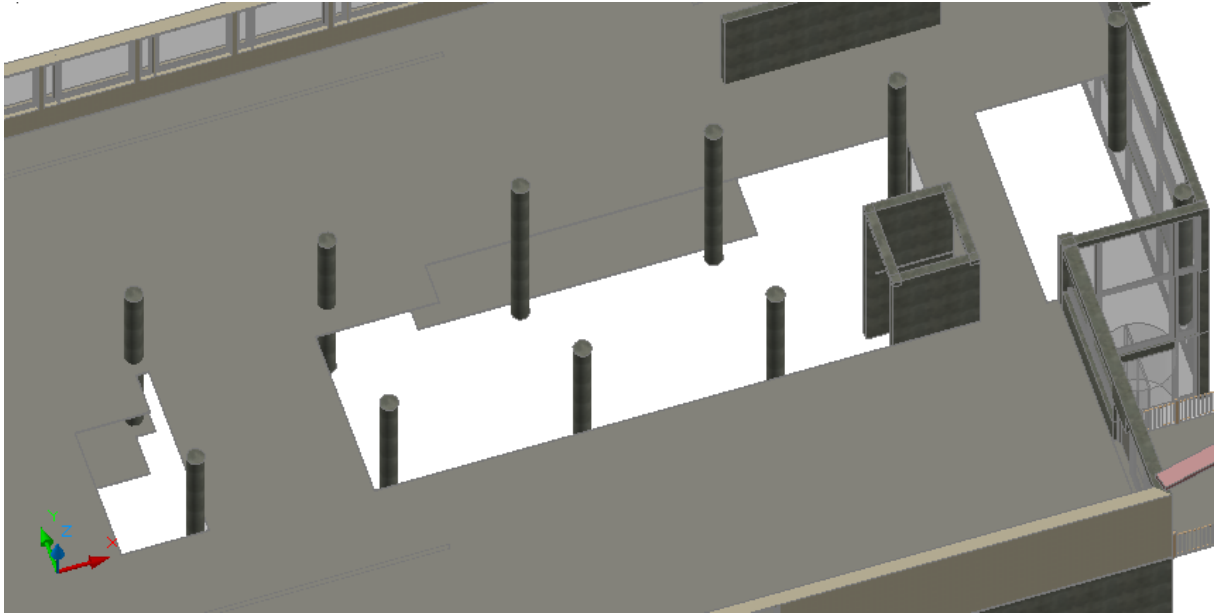


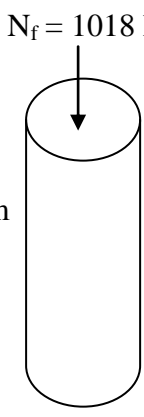
Henvisninger:	Beregninger:
	Bjelkelaster:
1)	E.L. = $8 \cdot (\frac{5}{8} \cdot 5,5 + \frac{1}{2} \cdot 8) + 2 = 61,5 \cdot 1,2 = 73,8 \text{ kN/m}$
N.L.	N.L. = $4,5 \cdot (\frac{5}{8} \cdot 5,5 + \frac{1}{2} \cdot 8) = 33,5 \cdot 1,5 = 50,25 \text{ kN/m}$
	$q = 95 \text{ kN/m}$
	$q_f = 124,05 \text{ kN/m}$
2)	E.L. = $8 \cdot (\frac{5}{8} \cdot 9 + \frac{1}{2} \cdot 5) + 2 = 67 \cdot 1,2 = 80,4 \text{ kN/m}$
N.L.	N.L. = $4,5 \cdot (\frac{5}{8} \cdot 9 + \frac{1}{2} \cdot 5) = 36,6 \cdot 1,5 = 54,9 \text{ kN/m}$
	$q = 103,6 \text{ kN/m}$
	$q_f = 135,3 \text{ kN/m}$
	$\rightarrow q_f = 135,3 \text{ kN/m}$
	$N_f = 135,3 \cdot (5,5 \cdot \frac{5}{8} + 8 \cdot \frac{1}{2}) = 1008 \text{ kN}$
	$A_{\min} = N_f / 0,4 \cdot f_d = 1008 \cdot 10^3 / 0,4 \cdot 322,7 = 7810 \text{ mm}^2$
	Prøver RHS 250x250x10 ($A = 9490 \text{ mm}^2, i = 97,7 \text{ mm}$)
NS 3472, tabell 7	Tverrsnittsklasse:
	$d = h - 3t = 250 - 3 \cdot 10 = 220 \text{ mm}$
	$d/t_w = 220/10 = 22 < 33\varepsilon \rightarrow \text{Tv.kl. 1}$
NS 3472, pkt 12.3.2.1	Knekking om begge akser:
NS 3472, tabell 10	$\lambda = l_k / (i \cdot \lambda_{fy}) = 3200 / (97,7 \cdot 76,4) = 0,43$
	$\varphi = 0,5 [1 + \alpha \cdot (\lambda - 0,2) + \lambda_z^2], \alpha = 0,21$ for knekkingskurve a
	$\varphi = 0,5 [1 + 0,21 \cdot (0,43 - 0,2) + 0,43^2] = 0,62$
	$\chi = 1 / (\varphi + \sqrt{\varphi^2 - \lambda^2}) = 1 / (0,62 + \sqrt{0,62^2 - 0,43^2}) = 0,94$
	$N_{kd} = \chi \cdot f_d \cdot A = 0,94 \cdot 322,7 \cdot 7810 = 2369 \text{ kN}$
	$N_{kd} \gg N_f = 1008 \text{ kN} \rightarrow \text{O.K.}$
	Ser om søylen tilfredsstillende brannkravet R90, bruker steinullplater.
	$A_p/V = (\text{Overflate}/\text{tverrsnitt}) \cdot 10^6 \cdot \lambda_p/d_p$
	$A_p/V = (0,974/9490) \cdot 10^6 \cdot (0,2/0,15) = 137 \text{ m}^{-1}$
	$\theta_{a,90} = 324 \cdot [(A_p/V \cdot \lambda_p/d_p)^{0,2} - 2,15]$
	$\theta_{a,90} = 324 \cdot [(137)^{0,2} - 2,15] = 170^\circ\text{C}$
	$k_{y,\theta}(170^\circ\text{C}) = 1,0, k_{E,\theta}(170^\circ\text{C}) = 0,9 + 0,1 \cdot (30/100) = 0,93$
	$\lambda_\theta = l_k / (i \cdot \lambda_{fy}) \cdot \sqrt{k_{y,\theta}/k_{E,\theta}}$
	$\lambda_\theta = 3200 / (97,7 \cdot 76,4) \cdot \sqrt{1000/930} = 0,445$
	$\alpha = 0,49$ for knekkingskurve c (bruker kurve c i

<p>NS 3472, pkt 14.2.6.3</p>	<p>branndimensjonering)</p> $\varphi = 0,5 [1+0,49 \cdot (0,445-0,2)+0,445^2] = 0,66$ $\chi_{fi} = 1/(0,66+\sqrt{(0,66^2-0,445^2)}) = 0,87$ $N_{fi,d,\theta} = (\chi_{fi} / 1,2) \cdot k_{y,\theta} \cdot (f_y / \gamma_{M,fi}) \cdot A$ $N_{fi,d,\theta} = (0,87/1,2) \cdot 1,0 \cdot (355/1,0) \cdot 9490 = 2442 \text{ kN}$ $N_{fi,f} = q_{fi} \cdot (5,5 \cdot \frac{5}{8} + 8 \cdot \frac{1}{2})$ $q_{fi} = 67 + 36,6 \cdot 0,7 = 92,62$ $N_{fi,f} = 92,62 \cdot (5,5 \cdot \frac{5}{8} + 8 \cdot \frac{1}{2}) = 689 \text{ kN}$ $N_{fi,d,\theta} \gg N_{fi,f} \rightarrow \text{O.K.}$ <p><u>Bruker RHS 250x250x10</u></p>
------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

VEDLEGG 8

Beregning av runde betongsøyle fra fundament til takdekke:



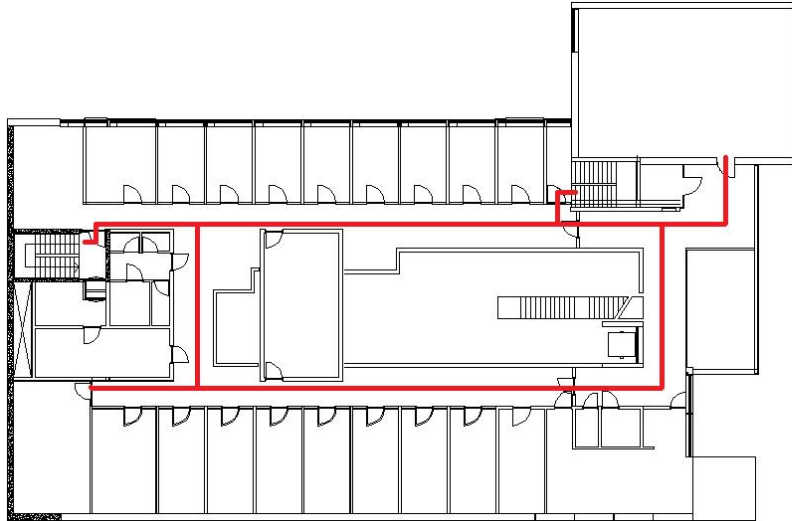
Henvisninger:	Beregninger:
	<div style="text-align: center;">  </div> <p>Betongkvalitet: B45 → $f_{cd} = 24,5$</p> <p>Antar søylediameter, $D = 400$ mm</p> <p>Arealet syla skal ta, $A =$ $(8,5 + 5,5) \cdot 0,5 \cdot (9 \cdot 5/8 + 5,5 \cdot 0,5) =$ → $A = 60$ m²</p> <p>Laster:</p> <p>E.L. (dekke) = $(0,3 \cdot 25 + 0,5) \cdot 60 = 480$ kN</p> <p>E.L. (bjelke) = $2,0 \cdot (8,5 + 5,5) \cdot 0,5 + 2 \cdot (9 \cdot 5/8 + 5,5 \cdot 0,5) = 30,75$ kN</p> <p><u>E.L. (totalt) = 510,75 kN</u></p> <hr/> <p>N.L. (snø) = $4,5 \cdot 60$ m² = <u>270 kN</u></p> <hr/> <p>$N_f = 510,75 \cdot 1,2 + 270 \cdot 1,5 = \underline{1018}$ kN</p> <p>$N_L = 510,75 \cdot 270 \cdot 0,2 = \underline{565}$ kN</p> <p>$A_c = (\pi \cdot D^2)/4 = (\pi \cdot 400^2)/4 = \underline{125,6 \cdot 10^3}$</p> <p>$n_f = N_f/(f_{cd} \cdot A_c) = 1018 \cdot 10^3 / (24,5 \cdot 125,6 \cdot 10^3) = \underline{0,33} < 0,5 \rightarrow$</p> <p>$a_e = (l_e^2 \cdot 0,00055)/d = (10270^2 \cdot 0,00055)/340 = \underline{170,6}$ mm</p> <p>$d = D - e = 400 - 60 = \underline{340}$ mm</p> <p>$e_0 = 0$ (ikke noe moment) → $e_{1L} = e_0 + e_a = e_a$</p> <p>$A_s^{\min} = 0,0004 \cdot f_{cn} \cdot A_c = 0,0004 \cdot 34,3 \cdot 125,6 \cdot 10^3 = \underline{1718}$ mm</p> <p>$\Sigma A_s^{\min} = 1718 \cdot 2 = 3436$ mm</p> <p>Slankhet:</p> <p>Prøver da 4 +4 φ 25 → $A_s = 3927$ mm</p> <p>$W_t = (3927 \cdot 400)/(125,6 \cdot 10^3 \cdot 24,5) = \underline{0,51}$</p> <p>$\lambda = l_e / (0,25 \cdot D) = 10270 / (0,25 \cdot 400) = \underline{102,7}$</p> <p>$\lambda_{\max} = 80 \cdot \sqrt{(1+4 \cdot W_t)} = 80 \cdot \sqrt{(1 + 4 \cdot 0,51)} = \underline{139,5}$</p> <p style="text-align: center;"><u>$\lambda_{\max} = 139,5 > \lambda = 102,7 \rightarrow$ OK!</u></p>
NS 3473, pkt A.9.1.1	
NS 3473, pkt 18.4.2	

<p>NS 3473, pkt A.12.2</p>	$\lambda_N = \lambda \cdot \sqrt{(n_f / (1 + 4 \cdot W_t))} = 102,7 \cdot \sqrt{(0,33 / 1 + 4 \cdot 0,51)} = \underline{33,8 > 10}$ $e_a = \text{største av } \{20 \text{ mm, } D/30, 1_e/300\} = 10270/300 = \underline{34,2 \text{ mm}}$ $a_L = e_a \cdot ((0,8 \cdot \varphi) / ((N_E/N_L) - 1 - 0,4 \cdot \varphi))$ $N_e^{(B45)} = 1 / l^2 (176253 \cdot I_c + 1973921 \cdot I_s)$
<p>NS 3473, pkt A.12.2</p>	$I_c = \pi/64 \cdot D^4 = \pi / 64 \cdot 400^4 = \underline{1256637061}$ $h' = (D' / \pi) \cdot 2, \quad D' = 400 - (60 \cdot 2) = 280 \rightarrow h' = (280/\pi) \cdot 2 = \underline{178}$ $I_s = (A_s + A_s') \cdot (h' / 2)^2 = 3927 \cdot (178/2)^2 = \underline{31105767}$ $N_e^{(B45)} = (1/10270^2) \cdot (176253 \cdot 1256637061 + 1973921 \cdot 31105767)$ $N_e^{(B45)} = \underline{2682 \text{ kN}}$ <p>Langtids krypeffekt:</p> <p>Innvendig konstruksjon : $\varphi = 2,5$</p> $a_L = 34,2 \cdot ((0,8 \cdot 2,5) / ((2682/565) - 1 - 0,4 \cdot 2,5)) = \underline{24,9 \text{ mm}}$ $a_T = e_0 + e_a + a_e + a_L = 0 + 34,2 + 170,6 + 24,9 = \underline{229,7 \text{ mm}}$ $m_f = n_f \cdot a_T / D = 0,33 \cdot (229,7 / 400) = \underline{0,19}$ $n_f = 0,33 \rightarrow w = 0,18$ $A_s = w \cdot A_c \cdot (f_{cd} / f_{sd}) = 0,18 \cdot 125,6 \cdot 10^3 \cdot (24,5 / 400) = \underline{1385 \text{ mm}^2}$ $\Sigma A_s = 2770 \text{ mm}^2 \rightarrow A_s^{\text{min}} = \underline{3436. \text{ Bruker } 4 + 4 \varphi 25 \rightarrow A_s = 3927 \text{ mm}^2}$
<p>Eurostandard</p>	<p>Bøyler: $\phi_B > \phi_L/4 = 25/4 = 6,25 \rightarrow \phi_B = 8 \text{ mm}$ $c/c < D$, eller $c/c < 300 \text{ mm}$, $D = 400 \text{ mm} \rightarrow c/c < 300 \text{ mm}$ $c/c = 250 \text{ mm}$</p> <p><u>Bruker $\phi 8c/c250 \text{ mm}$ bøyler</u></p>

VEDLEGG 9

Beregning av rømningstid

Tar utgangspunkt i NBI 520.385.



Deteksjonstid:

Deteksjonstid er tiden det tar fra brannen starter til man oppdager brannen. Bygget har høy risikoklasse og dermed strenge krav til varsling. Derfor velger vi en deteksjonstid på 1:0 min.

Reaksjonstid:

Reaksjonstiden er den tiden man bruker fra man har oppdaget brannen til man reagerer. Reaksjonstid settes til 1:0 min i henhold til tabell 421.

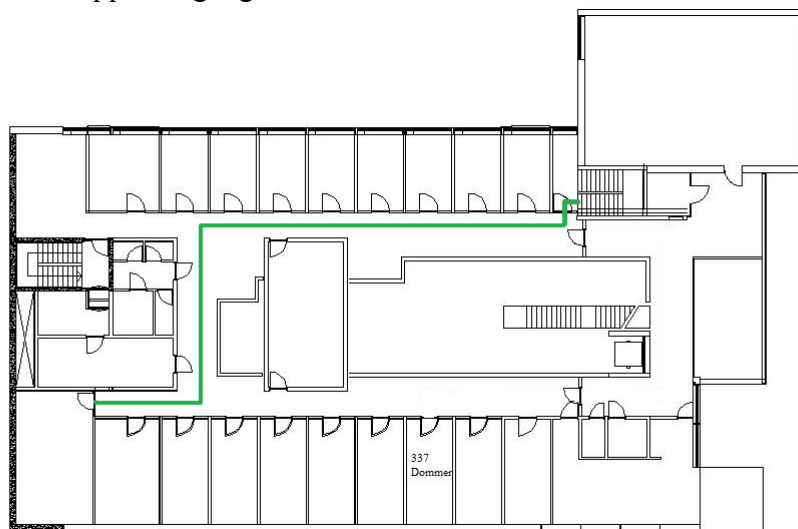
Avstand til utgang:

Når vi skal finne maks avstand til utgang, må vi se for oss det verst mulig tilfelle. Her vil det være at det begynner å brenne i et av trapperommene, og lengste avstand blir da fra biblioteket til trapperommet lengst unna. Denne avstanden tilsvarer ca 38 meter.

I hht VTEK §7-27 er maks avstand fra utgang på rom til nærmeste rømningsvei lik 30 m når det er to trapperom som her. Da skal man naturligvis ikke ta hensyn til en eventuell brann i et trapperom, så lengste avstand blir da fra dommerrom 337 til trapperommet nærmest lagmannsretten. Denne avstanden er ca 27 meter og tilfredsstillende derfor kravet.

Når vi ser på verst mulig tilfelle, får vi:

- Avstand fra bibliotek til trapp = 38 m
- Avstand trapp \approx 14 m
- Avstand fra trapp til utgang \approx 4 m



Forflytningstid:

- Antall personer:
150 pr etasje, dvs 450 personer totalt.
- Persontettheten:

Persontettheten finner man ved å dividere antall personer, N, med arealet de erfaringsmessig bruker til forflytning, det vil si effektivt areal, A_e .

Antall personer i denne utregningen beregnes ut i fra personene i de to øverste etasjene da det er svært sannsynlig at personene som befinner seg i første etasje har klart å rømme innen de fra tredje etasje har kommet dit. Dette gjelder også når vi skal finne effektivt areal. Bredde i gang settes til 1,1 pga stoler, bord ol. som kommer i veien. Trappa er også 1,1 m bred. Vi får dermed:

$$A_e^{\text{hor}} = (38 \cdot 1,1) \cdot 2 + 4 \cdot 1,1 = 88 \text{ m}^2$$

$$A_e^{\text{trapp}} = 14 \cdot 1,1 = 15,4 \text{ m}^2$$

$$A_e^{\text{tot}} = 88 + 15,4 = 103,4 \text{ m}^2$$

$$\rho_p = 300 \text{ pers}/103,4\text{m}^2 = \underline{2,9 \text{ pers}/ \text{m}^2} \rightarrow \text{dette er høy persontetthet.}$$

- Ganghastighet:
Min bredde gang = 0,9 m < 1,1 m O.K.
Min bredde trapp = 0,9 m
- Bredde trapp = 1,1 - 0,3(*) = 0,8 m < 0,9 N.G.

→ Beregner derfor ganghastighet trapp = $v/2$

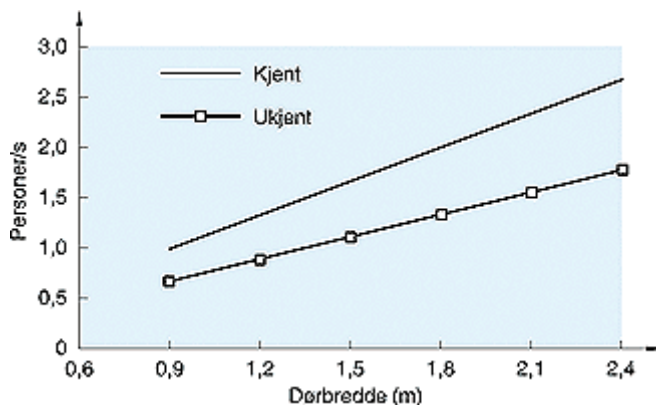
**Regner med effektiv bredde i trappa, det vil si at trappas totale bredde reduseres med 0,3m.*

Horisontalt: 0,6 m/s

Trapp ned: $0,5 / 2 = \underline{0,25 \text{ m/s}}$

Strømningsraten ved innsnevring, F:

Strømningen gjennom dørene bestemmes ved hjelp av denne tabellen.



Dørnummerering	Fri bredde i dør, m	Kapasitet, pers/s
D1 (dør fra 337)	0,84	0,7
D2 (dør i gang)	0,84	0,7
D3 (dør i gang)	0,84	0,7
D4 (dør til trapperom)	1,17	0,9
D5 (dør fra trapperom)	1,14	0,8
D6 (Utgangsdør)	0,84	0,7
Sammenlagt:	5,67 m fri bredde	4,5 pers/s

Dørbredden må korrigeres til effektiv bredde pga at personer ikke kan gå helt inntill veggen. Dette gjøres ved å trekke fra 0,15 meter (balanseavstand).

Nødvendig rømningstid:

Hendelse	Tid (minutter:sekunder)
Deteksjons- og oppdagelsestid	1:00
Reaksjons- og beslutningstid	1:00
Forflytningstid	
Gangtid:	
lengde (m) / ganghastighet (m/s)	
Horisontalt: 42 m / 0,6 m/s = 70 s	
Trapper: 14m / 0,25 m/s = 56 s	2:06
Kapasitet gjennom dør:	
Antall personer / dørkapasitet (pers/s)	
300 personer / 4,5 pers/s = 67 s	1:07
Netto evakueringstid	5:13
Sikkerhetsmargin – svikt i automatisk deteksjon	5:00
Nødvendig rømningstid pluss sikkerhetsmargin	10:13

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

Horisontalt: $42 \text{ m} / 0,1 \text{ m/s} = 420 \text{ s}$

Trapper: $14 \text{ m} / 0,1 \text{ m/s} = 140 \text{ s}$

Total gangtid: $560 \text{ s} = \underline{9 \text{ min og } 20 \text{ sek}}$

Dette gir en rømningstid på 17 min og 26 sekunder, noe som er akseptabelt siden bygget skal tilfredsstillende brannklasse 3, hvor minste brannmotstand er lik 30 min.

Sikkerhetsmarginen settes ofte til 50 % av nødvendig tid for rømming, men siden dette er et såpass stort bygg, har vi valgt en relativt god sikkerhetsmargin. I tillegg kjenner ikke alle til rømningsveiene siden bygget er i risikoklasse 5 (VTEK § 7-22, tabell 1). Antall personer totalt har vi funnet ved å telle antall seter i den etasjen med flest seter og multiplisert med 3.

VEDLEGG 10

Etasjeskiller

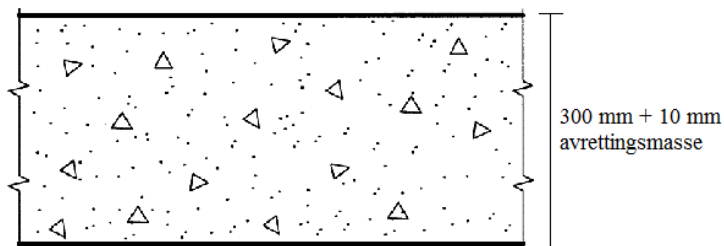
Problemstilling:

Vi skal her se hvordan etasjeskilleren mellom 2 og 3 etasje må være for å tilfredsstille lydkravene.

- Hvordan er etasjeskilleren oppbygd?
- Tilfredsstiller den lydkravene gitt i NS?

Utgangspunkt

- Etasjeskilleren er bygd opp av 300 mm betong + 10 mm med avrettingsmasse.



- Liten flankeoverføring

Krav/Retningslinjer

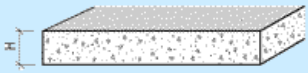
- Ifølge Norsk Standard skal etasjeskillerens luftlydisolasjonsevne ($R'w$) være på minst 48 dB (rom beregnet for konfidensielle samtaler). Dette tilsvarer klasse C (A er best).
- Etasjeskillerens trinnlydisolasjonsevne ($L'n,w$) skal ifølge Norsk Standard ikke overstige 48 dB (Klasse C).

Beregninger

Når vi skal dimensjonere og isolere med tanke på lyd kan dette gjøres på to måter:

- 1) Ved at man utfører lydmålinger på ferdig konstruksjon
- 2) Ved at man bruker preaksepterte løsninger i byggforsk (Disse er utarbeidet etter krav fra norsk standard)

Som vist på figuren så er luftlydisolasjon er direkte avhengig av flatemassen.

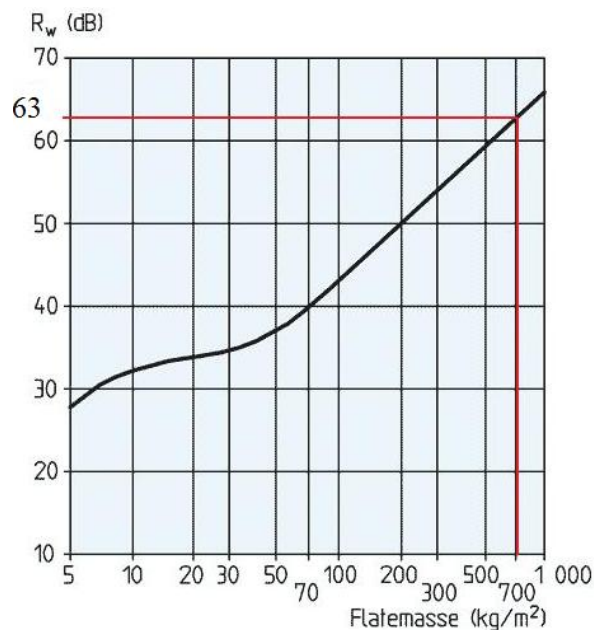
Dekketype	Tykkelse H mm	Modul- bredde M mm	Spenn- vidde m	Brann- motstand	Flate- masse kg/m ²	Kommentarer
Massiv betongplate (plasstøpt) 	150–300	–	5–9	Fra REI 120	Densitet 2 400 kg/m ³	Luftlydisolasjonen er direkte avhengig av flatemassen som vist i fig. 31.

Figuren er hentet fra byggforsk (Blad 522.513 – Tabell 31)

Beregning av luftlydisolasjon:

Betongens densitet: 2400 kg/m³ → Tykkelse på betong = 300 mm

Betongens densitet per m² = 2400 kg/m³ · 0,3 m = 720 kg/ m²



Som vi ser av grafen så har en etasjeskiller på 300 mm en luftlydisolasjon på 63 dB. Dette tilfredsstillter kravet på 48 dB. Et massivt betonggulv må derimot isoleres med tanke på trinnlyd. Vi velger her å se på preaksepterte løsninger i byggforsk. Hvis man ser på tabell lengre ned, så ser man at kravene til trinnlydisolering er ikke tilfredsstilte.

Når man skal bestemme hvordan dekke skal isoleres, må ifølge byggforsk ta hensyn til flankeoverføringen mellom dekke og vegg. For å oppnå en så god lydisolasjon som mulig, må man sørge for at man tetter godt ved flankene, slik at lyden som ikke overføres direkte gjennom betongen blir minimal. Det blir dermed viktig med god tetting av fuger og lignende.

Som vi ser av tabellen under kan vi lese av lydisolasjonsevnen til betongdekke som følge av flankeoverføringen. Vi tar utgangspunkt i at det er liten/middels flankeoverføring.

Dekkekonstruksjon	Flatemasse kg/m ²	Ekstra liten flankeoverføring		Liten/middels flankeoverføring		Normal/stor flankeoverføring	
		L' _{n,w} dB	R' _w dB	L' _{n,w} dB	R' _w dB	L' _{n,w} dB	R' _w dB
Hulldekke + avretting							
200 mm + 10 mm	290	–	–	82	52	84	50
220 mm + 10 mm	340	78	54	80	53	82	51
265 mm + 10 mm	380	75	58	78	54	80	52
290 mm + 10 mm	430	74	59	77	55	79	53
320 mm + 10 mm	460	74	60	76	56	78	54
340 mm + 10 mm	490	73	60	75	57	77	55
Betongdekke							
160 mm	380	–	–	80	53	82	51
180 mm	430	–	–	78	54	80	52
200 mm	480	–	–	75	55	77	53
220 mm	530	71	58	72	57	74	55
250 mm	600	69	60	70	60	72	55
270 mm	650	66	60	68	60	70	55
300 mm	720	64	60	68	60	70	55

Figuren er hentet fra byggforsk (Blad 522.513 – Tabell 33)

Løsning:

I byggforsk, blad 522.513, tabell 44 finner vi forslag til hvordan man kan løse trinnlydproblematikken.

Parkett/laminatgolv på tynne dempesjikt	Trinnlydforbedringstall, $\Delta L'_{n,w}$				Endring i luftlydisolasjon, $\Delta R'_w$ ¹⁾	
	På dekker av betong, lett-klinkerbetong og porebetong		På hulldekker av betong		På alle dekketyper	
	Min. dB	Maks. dB	Min. dB	Maks. dB	Min. dB	Maks. dB
Tynne dempesjikt med parkett						
– 13–15 mm parkett på ullpapp	10	13	12	17	-1	-3
– 13–15 mm parkett på 2–3 mm ekspandert PE	17	20	20	24	-1	-3
– 22 mm parkett på 2–3 mm ekspandert PE	17	20	19	22	-1	-3
– 13–15 mm parkett på 13 mm gipsplate og 2–3 mm ekspandert PE	18	22	22	25	-1	-3
– 13–15 mm parkett på 6–8 mm ekspandert PE	19	23	23	26	-1	-3
– 13–15 mm parkett på 6–12 mm knasteplate for golv	18	22	22	24	-1	-3
– 13–15 mm parkett på 4 mm porøs trefiberplate	24	25	26	27	-1	-3
– 13–15 mm parkett på 4 mm porøs trefiber og 3 mm ekspandert PE	25	26	27	28	-1	-3
– 13–15 mm parkett på 6 mm porøs trefiberplate	22	24	24	26	-1	-3
– 13–15 mm parkett på 12 mm porøs trefiberplate	21	22	23	24	0	0
Tynne dempesjikt med laminatgolv						
– 7–9 mm laminatgolv på ullpapp	13	15	14	17	-1	-3
– 7–9 mm laminatgolv på 2–3 mm ekspandert PE	19	20	22	25	-1	-3
– 7–9 mm laminatgolv på 6 mm knasteplate for golv	19	20	22	25	-1	-3
– 7–9 mm laminatgolv på 7 mm porøs trefiberplate og 2 mm akrylfilt	21	24	25	28	-1	-3
– 7–9 mm laminatgolv på 4 mm porøs trefiberplate og 3 mm ekspandert PE	21	24	25	28	-1	-3

Vi velger å isolere etasjeskilleren med en 4 mm porøs trefiberplate og et 15 mm parkettgulv.

Trinnlydisolasjon blir:

Trinnlydisolasjon ved liten flankeoverføring – Trinnlydforbedringstall

$$= 68 - 24 = 44 \text{ dB} < 48 \text{ dB} \rightarrow \text{OK}$$

Luftlydisolasjon blir:

Luftlydisolasjon ved liten flankeoverføring – Endring i luftlydisolasjon

$$= 60 - 3 = 57 \text{ dB} > 48 \text{ dB} \rightarrow \text{OK}$$

Vurdering av resultater:

Som resultatene viser ser vi at etasjeskilleren må isoleres med tanke på trinnlyd. Men dette er like mye med tanke på den estetiske utformingen og at det skal være brukelig for folk. Vi har derfor valgt å legge 13-15 mm parkett med porøs trefiberplate under.

Plasstøpte løsninger gir tette bygg. Dette er et klart fortrinn for luftlydoverføring. Luftlyd overføres lett gjennom fuger, sprekker og andre utettheter. Dette unngås ved støpte løsninger. Et annet fortrinn ved tette bygg er at det oppnås en bedre kontroll og styring med ventilasjonen i bygget. Uønskede luftlekkasjer og trykkutjevninger unngås. Med hensyn til trinnlyd, tilsvarer et plasstøpt dekke på 180 - 200 mm et hulldekke på 260 mm. Derved oppnås også redusert byggehøyde for hver etasje. Nye krav til trinnlydisolering i bolighus tilfredsstilles enkelt med støpte dekkeløsninger.

Vegg mellom lagmannsrett og dommerrom

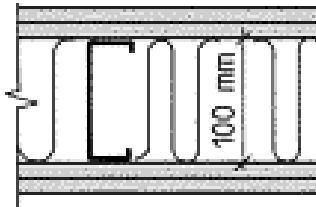
Problemstilling:

Vi skal her se hvordan veggen mellom lagmannsrett og dommerrom kan utføres for å tilfredsstille kravene gitt i Norsk Standard.

- Hvordan er veggen oppbygd?
- Tilfredsstiller den lydkravene gitt i NS?

Utgangspunkt

- Vegg på 15 cm med stålsendere



Snitt av vegg

Krav/Retningslinjer

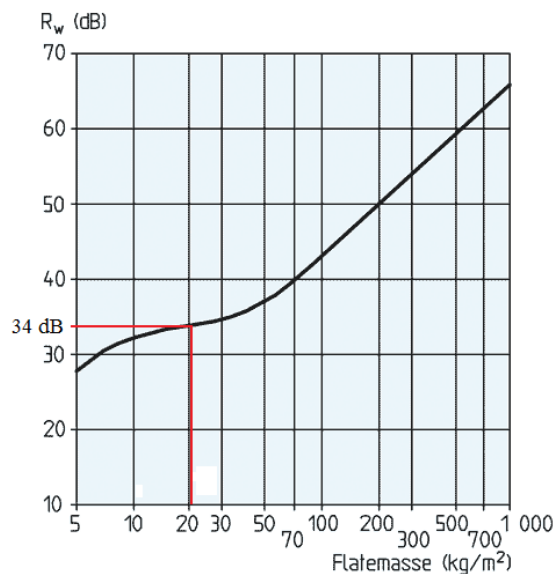
- Ifølge Norsk Standard skal veggens luftlydisolasjonsevne ($R'w$) være på minst 48 dB, som er kravet for kontorer hvor det skal føres konfidensielle samtaler. Dette tilsvarer klasse C (A er best).

Beregninger/Problemløsning

Når vi isolerer så bruker vi flatemasse-loven som sier at densiteten på veggen blir avgjørende for hvor god luftlydisolasjonen blir. I vårt tilfelle prøver vi 2 x 13 mm gipsplater på hver side. Hver enkelt av gipsplatene har en densitet (flatemasse) på $10,5 \text{ kg/m}^2$, og den gir en luftlydreduksjon på ca 30 dB. Dette vil si at lydenergien (x) som blir sluppet gjennom blir:

- $10 \cdot \log x = 30 \text{ dB} \rightarrow \log x = -3 \rightarrow x = 10^{-3} \rightarrow x = 0,001 \text{ J}$

For å forbedre lydegenskapene velger vi å bruke to gipsplater på hver side. Dette vil gi en densitet på $10,5 \cdot 2 = 21 \text{ kg/m}^2$. På tabellen kan vi lese av luftlydisolasjonen til 34 dB.



Grunnen til at vi bruker to og to doble gipsplater med luft mellom og ikke fire tett inntil hverandre er:

- 4 lag gipsplater tett etter hverandre vil gi en densitet på $10,5 \cdot 4 = 42 \text{ kg/m}^2$. Av tabellen så ser vi at dette vil gi en luftlydisolasjon på ca 36 dB. Dette vil igjen si at lydenergien som blir sluppet igjennom (L1) blir:

$$10 \cdot \log L1 = 36 \text{ dB} \rightarrow \log L1 = -3,6 \rightarrow L1 = 10^{-3,6} \rightarrow L1 = 0,00025 \text{ J}$$

BACHELOROPPGAVE, INGENIØRFAG- BYGG, KONSTRUKSJON 2008

- Når vi i stedet plasserer gipsplatene med en viss avstand fra hverandre vil de første doble gipsplatene isolere med 34 dB, mens det samme vil gjelde for den andre. Lydenergien som blir sluppet gjennom vil da bli redusert til:

For en dobbel gipsplate vil slippe gjennom denne lydenergien:

$$10 \cdot \log L_2 = 34 \text{ dB} \rightarrow \log L_2 = -3,4 \rightarrow L_2 = 10^{-3,4} \rightarrow L_2 = 0,0004 \text{ J}$$

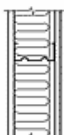
For to doble gipsplater med en viss avstand fra hverandre er lydenergien som slipper gjennom: $0,0004 \cdot 0,0004 = 0,00000016 \text{ J}$

Lydisolasjonsevnen blir da:

$$10 \cdot \log 0,00000016 = 68 \text{ dB}$$

Som vi ser av beregningene vil 2 lag med 13 mm gips på hver side gi en isolasjonsevne på 68 dB. Dette er noe som ikke lar seg gjøre i praksis, men det er ut fra resultatene liten tvil om at det forbedrer mye å bruke gips på begge sider av veggen. Vi velger derfor å se på preaksepterte løsninger.

Tabellen under er hentet fra byggforsk og kommer med forslag til hvordan vi kan utføre veggen i henhold til gjeldende krav.

Type	Hulromsdybde mm	Antall platelag	Veggykkelse mm	Mineralulltykkelse mm	Veid, laboratoriemålt lydreduksjonstall, R_w dB	Omgjørings-tall for spektrum $C_{50-5000}$ dB	Veid, feltmålt lydreduksjonstall, R'_w dB
Felles stålstendere 	50	1 + 1	75	50	41		ca. 35
	50	2 + 2	100	50	–		ca. 38
	75	1 + 1	100	0	38 – 41	-1	ca. 35
	75	1 + 1	100	45	42 – 44	-3	ca. 40
	75	1 + 1	100	70	43 – 49		ca. 42
	75	2 + 1	115	45	46 – 49	-3	ca. 43
	75	2 + 2	125	0	42 – 47		ca. 40
	75	2 + 2	125	45	48 – 50	-4	ca. 46
	75	2 + 2	125	70	48 – 53		ca. 47
	100	1 + 1	125	0	–		ca. 35
	100	1 + 1	125	45	45 – 46	-4	ca. 42
	100	1 + 1	125	70	46 – 47		ca. 43
	100	2 + 1	140	45	–	-4	ca. 44
	100	2 + 2	150	0	44 – 49	-3	ca. 40
	100	2 + 2	150	45	51 – 53	-4	ca. 47
	100	2 + 2	150	70	55 – 57		ca. 48

Figuren er hentet fra byggforsk (Blad 524.325 – Tabell 6a)

Løsning:

Som vi ser av tabellen fra byggforsk, så kan veggen bestå av stålstendere, 2 gipsplater a 13 mm på hver side, 45 mm mineralull og en avstand mellom kledningene på 100 mm. Veggen vil da oppfylle de kravene som er gitt til luftlydisolasjon i Norsk Standard: 51 dB > 48 dB → OK

Vegg mellom kontorer

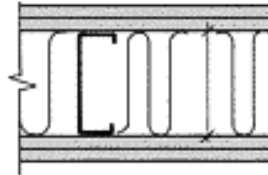
Problemstilling:

Vi skal her se hvordan veggen mellom kontorene må være for å tilfredsstille lydkravene.

- Hvordan er veggen oppbygd?
- Tilfredsstiller den lydkravene gitt i NS?

Utgangspunkt

- Veggen er på 15 cm, og vi skal se hvordan vi veggen kan utføres for å tilfredsstille kravene gitt i Norsk Standard.

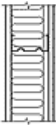


Krav/Retningslinjer

- Vi har tatt utgangspunkt i at dette er kontorer som ikke krever spesielle krav til konfidensialitet. Ifølge Norsk Standard skal veggens luftlydisolasjonsevne ($R'w$) da være på minst 37 dB. Dette tilsvarer klasse C.

Beregninger/Problemløsning

Vi har valgt å se på preaksepterte løsningene fra byggforsk.

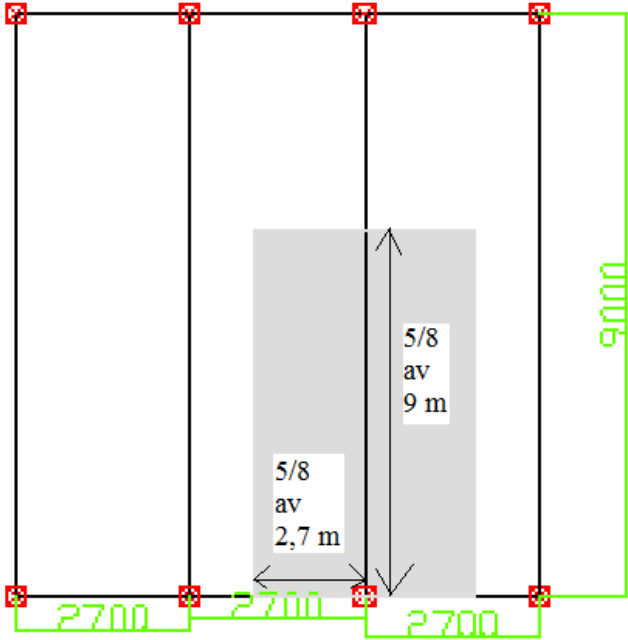
Type	Hulromsdybde mm	Antall platelag	Veggykkelse mm	Mineralulltykkelse mm	Veid, laboratoriemått lydreduksjonstall, R_w dB	Omgjørings-tall for spektrum $C_{50-5000}$ dB	Veid, feltmått lydreduksjonstall, R'_w dB
Felles stålstendere 	50	1+1	75	50	41		ca. 35
	50	2+2	100	50	–		ca. 38
	75	1+1	100	0	38 – 41	-1	ca. 35
	75	1+1	100	45	42 – 44	-3	ca. 40
	75	1+1	100	70	43 – 49		ca. 42
	75	2+1	115	45	46 – 49	-3	ca. 43
	75	2+2	125	0	42 – 47		ca. 40
	75	2+2	125	45	48 – 50	-4	ca. 46
	75	2+2	125	70	48 – 53		ca. 47
	100	1+1	125	0	–		ca. 35
	100	1+1	125	45	45 – 46	-4	ca. 42
	100	1+1	125	70	46 – 47		ca. 43
	100	2+1	140	45	–	-4	ca. 44
	100	2+2	150	0	44 – 49	-3	ca. 40
	100	2+2	150	45	51 – 53	-4	ca. 47
	100	2+2	150	70	55 – 57		ca. 48

Figuren er hentet fra byggforsk (Blad 524.325 – Tabell 6a)

Løsning:

Som vi ser av tabellen fra byggforsk, så kan veggen bestå av stålstendere, 1 gipsplater a 13 mm på hver side, 45 mm mineralull og en avstand mellom kledningene på 75 mm. Veggen vil da oppfylle de kravene som er gitt til luftlydisolasjon i Norsk Standard: 42 dB > 37 dB → OK

VEDLEGG 11

	<p>Beregning av søyler langs vegg i 3 etasje</p>  <p>Grått felt viser arealet A_C som skal bæres av hver enkelt søyle.</p> <p>Areal av tak som søyle skal bære:</p> $A_C = (5/8 \cdot (2,7+2,7)) \cdot (5/8 \cdot 9) = 19 \text{ m}^2$ $q_f = (25 \cdot 0,3 + 0,5) \cdot 1,2 + 4,5 \cdot 1,5 = 16,35 \text{ kN/m}$ $N_f^C = 16,35 \cdot 19 + 2 \cdot (5/8 \cdot 9) = 321,9 \text{ kN}$ $l_k = 3,2 \text{ m}$ $A^{Prøv} = (321900 \cdot 900) / (0,5 \cdot 322,7) = 1995 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{Prøver RHS } 100 \times 100 \times 8$ $A = 2880$ $\lambda = l_k / i_z \cdot \lambda_{fy} = 3200 / (37,3 \cdot 76,4) = 1,12 \rightarrow \chi = 0,52$ $N_{kd} = \chi \cdot f_d \cdot A = 0,52 \cdot 322,7 \cdot 2880 = 483,2 \text{ kN} > 321,9 \text{ kN} \rightarrow \text{OK}$ <p><u>Brann på søylene:</u></p> <p>Belastning på søylene ved brann:</p> $q_{fi,f} = 1,0 \cdot E.L. + \psi_1 \cdot N.L. = 1,0 \cdot (25 \cdot 0,3 + 0,5) + 0,7 \cdot 4,5 = 11,15 \text{ kN/m}$
--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

NS 3472, side 36

NS 3472, punkt 12.2.3.2

NS 3490, tabell E.2

<p>NS 3472, tabell 26</p> <p>NS 3478, tabell 4</p>	$N_{fi,f} = 11,15 \cdot 19 + 2 (5/8 \cdot 9) = 223,1 \text{ kN}$ <p>4-sidig eksponering Profilmfaktor $A_p/V = 133,9 \text{ mm}^2 / \text{m}^3$ 15 mm steinullplate $\rightarrow \lambda_p/d_p = 0,2/0,15 = 1,33$</p>
<p>NS 3472, pkt 14.2.5.2</p>	$\theta_{a,90} = 324 \cdot [(A_p/V \cdot \lambda_p/d_p)^{0,2} - 2,15] = 324 \cdot [(133,9 \cdot 1,33)^{0,2} - 2,15] = 216,8^\circ\text{C}$
<p>NS 3472, tabell 24</p>	$k_{y,\theta} (216,8^\circ\text{C}) = 1$ $k_{E,\theta} (216,8^\circ\text{C}) = 0,9 - (0,1/100) \cdot 16,8 = 0,88$
<p>NS 3472:2001, side 36</p>	$\lambda_\theta = \lambda \cdot \sqrt{(k_{y,\theta} / k_{E,\theta})} = ((3200 / 37,3) \cdot 76,4) \cdot \sqrt{(1 / 0,88)} = 1,2 \rightarrow \chi_{fi} = 0,54$ $N_{fi,d0} = (\chi_{fi} / 1,2) \cdot k_{y,\theta} \cdot f_d \cdot A = (0,54 / 1,2) \cdot 1 \cdot 355 \cdot 2880 = 460 > 223,1 \text{ kN} \rightarrow \text{OK}$ <p>Bruker RHS 100 x 100 x 8</p>

FORPROSJEKT

Innholdsfortegnelse

Side 1:

Prosjektoppgaven

Mål

Tema

Begrunnelse

Kvalitetssikring av det som blir gjort

Hva som skal beregnes, tegnes og brann/lyd beregnes. (Hva vi skal legge mest vekt på)

Side 2:

Hva som skal beregnes, tegnes og brann/lyd beregnes. (Hva vi skal legge mest vekt på)

Fremdriftsplan

Arbeidsgiver

Resursbehov (Personer, programmer)

Gruppemedlemmer

Ansvarsområde (Hvem som har ansvar for hva)

Side 3:

Grupperegler

Gruppeleder

Tidsfrister

Prosjektoppgaven

Vi skal ta for oss deler av det nye Tinghuset i Strandgata. Her har Syljuåsen allerede alle beregningene ferdige og derfor har vi bestemt at vi skal se på alternative løsninger i forhold til de valgene som allerede er gjort. I tillegg til dette har vi valgt å ta med noen lyd og brann beregninger. Her skal vi se på hvilke krav som stilles til dette i forbindelse med at Tinghuset har spesielle krav til f.eks rettssal. Vi skal også ta for oss litt rundt HMS på byggeplassen, der vi se på hvordan de best kan sikre seg mot ulykker og skader.

Mål

Målet ved denne oppgaven er i grove trekk å anvende den kunnskapen vi har lært opp mot et konkret prosjekt.

Tema

Lyd, brann, HMS, dimensjonerende beregninger.

Begrunnelse

I et slikt bygg bestående av rettssaler og kontorer, stilles det strenge krav til lydisolasjon. Dette vil vi derfor se nærmere på og gjøre en beregning på i oppgaven vår. Vi vil også gå litt inn på de branntekniske løsningene som benyttes i dette bygget.

I forbindelse med at det kan skje mange skader og ulykker på en byggeplass har vi valgt å se nærmere på HMS. Det er også meget spennende å se på HMS som er en ansvarsfull arbeidsoppgave når vi selv kan komme ut i en slik jobb selv når vi er ferdige på dette studiet.

Alle fire på gruppen har valgt å gå konstruksjon som studieretning, derfor bestemte vi oss for å legge størst vekt på beregninger.

Kvalitetssikring av det som blir gjort

Vi forsøker å kvalitetssikre vårt arbeid ved at vi går sammen og sammenlikner og drøfter det vi har kommet fram til. Vi vil også få en oversikt over statusen på arbeidet, dvs. hvordan vi ligger an i forhold til målene vi har satt oss, om vi jobber i samsvar med oppgaven, og hvordan fremdriften er i forhold til planlagt. Ved å få en oversikt over status på prosjektet, er det også lettere å sikre kvaliteten gjennom at man kan foreta justeringer som hindrer avvik. Vi vil også bruke Focus Konstruksjon for å kontrollere våre beregninger. Vår kontinuerlige kontakt med veileder og oppdragsgiver bør også sikre kvaliteten.

Hva som skal beregnes, tegnes og brann/lyd beregnes. (Hva vi skal legge mest vekt på)

Vi har bestemt oss for å ta for oss for å beregne dekket over andre etg med plaststøpt dekke i stedet for element dekke og ta med noe beregning av søyler der vi forandrer fra betongsøyler til stålsøyler. Når det gjelder brann skal vi se på kravet i 3 etg, der vi ser nærmere inn på brannvegger, brannceller og brannseksjoner. Det samme gjelder for lyd, der vi ser på 3 etg, med hovedsak på skillet mellom kontorer og rettssal.

Fremdriftsplan

Ligger som vedlegg.

Arbeidsgiver

Syljuåsen AS

Resursbehov (Personer, programmer)

Auto CAD, byggforsk, word, excel, powerpoint, Focus konstruksjon(kontroll), Harald Fallsen, Ståle Sagstuen, Internett, bibliotek, diverse kompendier(stål, betong, tre)

Gruppemedlemmer

Anders Taralrud

andtar@online.no

Anders Fosnes

AndersFosnes@hotmail.com

Jon Hugo Harkinn

jhharkinn@hotmail.com

Thomas Børthus

thomasborthus@hotmail.com

Ansvarsområde (Hvem som har ansvar for hva)

Selv om vi har fordelt ansvaret på denne måten, vil alle bli innblandet i de forskjellige temaene.

Anders Taralrud: Brann, DAK, Beregninger

Anders Fosnes: Innledning, DAK, Beregninger

Jon Hugo Harkinn: Lyd, DAK, Beregninger

Thomas Børthus: HMS, DAK, Beregninger

Gruppregler

- Møter avholdes etter behov, men fortrinnsvis minst en gang i uka etter at prosjektet har kommet ordentlig i gang.
- Alle gruppemedlemmer kommer på møtene så fremt de ikke har en god grunn. Hvis en ikke kan komme på møtene skal dette meldes fra om i rimelig tid.
- Arbeidsoppgavene fordeles mellom gruppemedlemmene slik at arbeidsmengden blir mest mulig lik.
- De utførte arbeidene skal godkjennes av resten av gruppen på neste møte.
- Hvert enkelt gruppemedlem skal utføre de pålagte oppgavene innen angitt tidsfrist, og skal si i fra straks det oppdages at det ikke lar seg gjøre.
- Uenigheter diskuteres innad i gruppen. Skulle gruppemedlemmene ikke komme til enighet, tar vi kontakt med veileder for å få hjelp til å løse problemet.

Gruppens medlemmer har lest, forstått og er enige i gruppreglene og omfanget av sine respektive ansvarsområder.

Anders Taralrud

Jon Hugo Harkinn

Anders Fosnes

Thomas Børthus

Gruppeleder

Thomas Børthus

Tidsfrister

29 Mai.

VEDLEGG 13

Bøker og kompendier:

Lastberegning, Tarald Rørvik

Dimensjonering av stålkonstruksjoner etter NS 3472, Harald B. Fallsen

Dimensjonering av betongkonstruksjoner etter NS 3473, Harald B. Fallsen

Bygningsfysikk, Knut Jonas Espedal

Brannkompendier lagt ut på classfronter, Jan Steinar Egenes

VEDLEGG 14

LOGG

15-2

Hadde møte med Ståle Sagstuen nede på Tinghuset i Gjøvik der vi fikk noe informasjon rundt hva som skulle skje på Tinghuset og litt andre fakta rundt prosjektet. Vi fikk også utdelt en god del tegninger av Tinghuset. Etter møtet satte vi oss ned på skolen og laget et forprosjekt der vi bestemte hva vi skulle gjøre, her ble vi enige om å sette av mest tid til beregninger ettersom alle hadde valgt konstruksjon som studieretning siste året. Det vi også syntes kunne være nyttig og interessant var å se på Brann og lyd på bygget. HMS ble også tatt med ettersom dette er et viktig punkt på en byggeplass. En fremdriftsplan ble også laget etter hvordan vi trodde vi skulle gjennomføre prosjektet.

16-2 og 17-2

Helg

18-2

Vi satte oss ned med tegningene for å se hvor og hva vi skulle ta for oss til å begynne med, det vi da fant ut var at dette bygget var så stort og komplisert at det var viktig å jobbe veldig strukturert. Det ble også bestemt at alle skulle møtes sammen på skolen slik at det var lett å få hjelp av resten av gruppen hvis det var noe vi sto fast på.

19-2

Det ble mye studering av tegningen i forbindelse med beregningsbiten. HMS biten ble begynt.

20-2

Ettersom det var vanskelig å se hvor vi skulle begynne bestemte vi oss for å tegne hele bygget først slik at dette kanskje kunne være til noe hjelp. Så alle satte seg ned med AutoCAD.

21-2

Fortsatte å tegne

22-2

Tegnet

23-2 - 24-2

Helg

25-2

Plan tegningen av bygget var ferdig. Det ble nå satt i gang med tegning av bygget i 3D. Her brukte vi AutoCAD Architecture 2008.

26-2

Tegnet 3D

27-2

Tegnet 3D og skrev HMS

28-2

Tegnet 3D og skrev HMS

29-2

Tegnet 3D og skrev HMS og så litt på brann

1-3 – 2-3

Helg

3-3

Var på Tinghuset og fikk noen flere tegninger som vi manglet.

Tegnet 3D.

Skrev ferdig HMS og fortsatte med brann

4-3

Hadde en prat med Harald Fallsen ang. hvordan vi skulle gripe ann beregningsbiten.

Tegnet

Brann

5-3

Begynte litt med beregninger

Tegnet

Brann

6-3

Beregnet

Tegnet

Brann

7-3

Beregnet

Tegnet

Brann

8-3 – 30-3

Forbredet oss til eksamen i konstruksjon så i den perioden ble det ikke sett noe på hovedprosjektet.

31-3

Eksamen i konstruksjon 2

1-4

Beregnet

Tegnet

Brann

2-4

Beregnet

3-4

Beregnet

4-4

Beregnet

5-4- 6-4

Helg

7-4

Beregnet

8-4

Bergynte å føre inn det som var beregnet

Beregnet

Tegnet

9-4

Førte inn beregningene

Beregnet

Brann

10-4

Førte inn beregningene

Beregnet

11-4

Førte inn beregningene

Beregnet

12-4- 13-4

Helg

14-4

Beregnet

15-4

Beregnet

16-4

Beregnet

17-4

Beregnet

18-4

Beregnet

19-4 - 20-4

Helg

21-4

Beregnet

Brann

HMS

22-4

Beregnet

Førte inn beregninger

23-4

Beregnet

Førte inn beregninger

24-4

Var på Tinghuset og gikk rundt for å se og tok noen bilder.

Etter dette møtet kunne vi konkludere med at det vi hadde gjort så greit ut, med noen små forandringer.

25-4

Gjorde noen små endringer på tegningen.

Beregnet

Førte inn beregninger

26-4 – 27-4

Helg

28-4

Beregnet

Førte inn beregninger

29-4

Beregnet

Førte inn beregninger

30-4

Beregnet

Førte inn beregninger

1-5 – 4-5

Helg

5-5

Beregnet Rømmningstid

Beregnet

Førte inn beregninger

6-5

Beregnet Rømmningstid

Beregnet

Førte inn beregninger

7-5

Beregnet Rømmningstid

Beregnet

Førte inn beregninger

8-5

Beregnet lyd

Beregnet

Førte inn beregninger

9-6

Beregnet

Førte inn beregninger

10-6 – 11-6

Helg

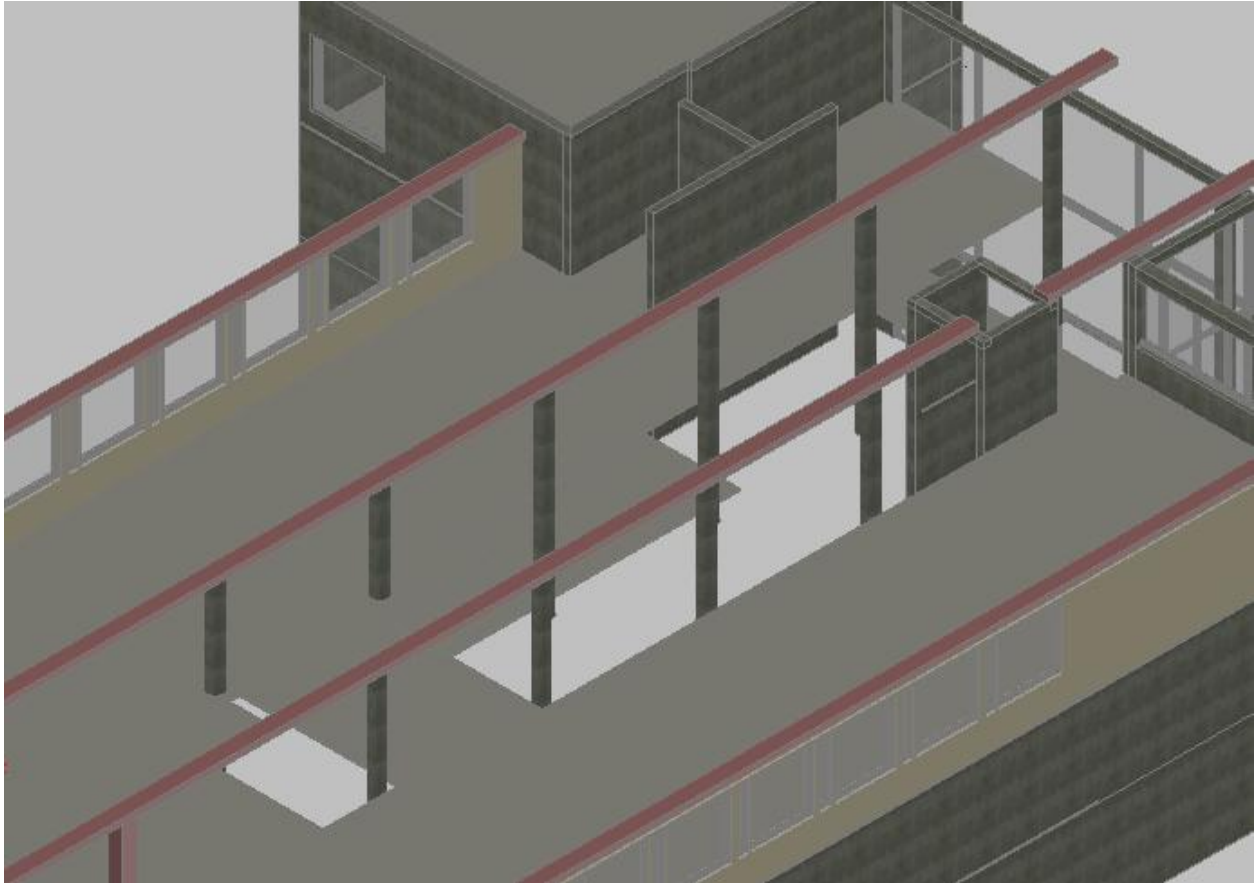
12-6 → 23-6

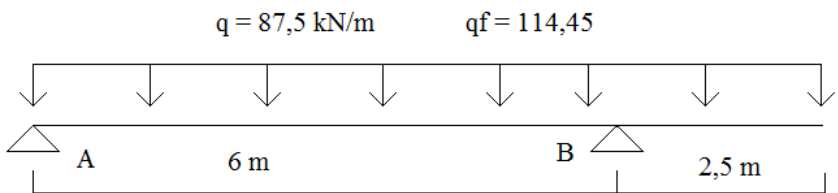
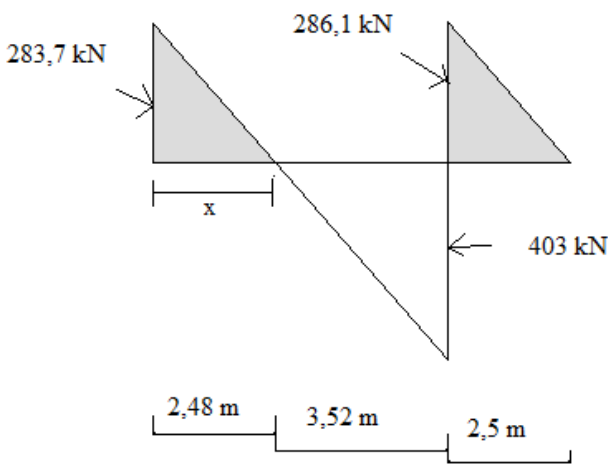
Leste gjennom oppgaven

Sett gjennom beregninger

VEDLEGG 15

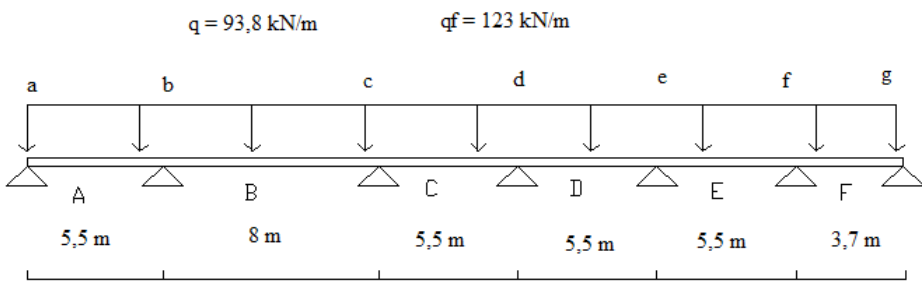
Beregning av bjelke under dekke på taket



<p>Henvisninger:</p>	<p>Beregning av bjelke under dekke på taket</p> 
<p>NS 3472, pkt 10.4.2</p>	<p>Bruker HE-B bjelke, Stålkval. S355 $\rightarrow f_d = f_y / \gamma_{M1} = 355 / 1,10 = 322,7 \text{ N/mm}^2$</p>
<p>NS 3490, tabell E.1.1</p>	<p><u>Lastberegning:</u> $q^{\text{Egenlast}} = (0,3 \cdot 25 + 0,5) \cdot ((6+8) / 2) = 56 \text{ kN/m}$ $q_f^{\text{Egenlast}} = 56 \cdot 1,2 = 67,2 \text{ kN/m}$</p>
<p>NS 3491-3, tillegg A2</p>	<p>$q^{\text{Nyttelast}} = 4,5 \cdot ((6+8) / 2) = 31,5 \text{ kN/m}$ $q_f^{\text{Nyttelast}} = 31,5 \cdot 1,5 = 47,25 \text{ kN/m}$</p>
	<p>$q^{\text{Bjelke}} = 56 + 31,5 = 87,5 \text{ kN/m}$ $q_f^{\text{Bjelke}} = 67,2 + 47,25 = 114,45 \text{ kN/m}$</p>
	<p><u>Opplagskrefter i A og B</u></p> <p>$M_A = 0 \rightarrow 114,45 \cdot 8,5 \cdot 8,5/2 - B \cdot 6 = 0$ $B = 689,1 \text{ kN}$ $A = 114,45 \cdot 8,5 - 689,1 = 283,7 \text{ kN}$</p>
	<p><u>Skjærkraft-diagram</u></p> 
<p>Henvisninger</p>	<p>Sted hvor maks feltmoment forekommer: $x = 283,7 / 114,45 = 2,48 \text{ m}$</p> <p>$M_f^{\text{Felt}} = (283,7 \cdot 2,48) / 2 = 351,8 \text{ kNm}$</p>

NS 3472, pkt 12.2.5	$M_f^{Utkr} = \frac{1}{2} q_f \cdot l^2 = \frac{1}{2} \cdot 114,45 \cdot 2,5^2 = 358 \text{ kNm}$ $M_f = 358 \text{ kNm}$ $V_f = 403 \text{ kN}$ <p><u>Moment</u></p> $W_{min} = M_f / f_d = 358 \cdot 10^6 / 322,7 = 1110 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$ <p>Nedbøyingskrav: $\delta_{max} = L/300 = 6000/300 = 20 \text{ mm}$</p> $I_{n\ddot{o}dv} = 5 \cdot q^{bjelke} \cdot l^4 / 384 \cdot E \cdot \delta_{max} - (M_a + M_b) \cdot l^2 / 16 \cdot E \cdot \delta_{max}$ $I_{n\ddot{o}dv} = ((5 \cdot 87,5 \cdot 6000^4) / 384 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 20) - ((273,5 \cdot 10^6 + 0) \cdot 6000^2 / 16 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 20)$ $I_{n\ddot{o}dv} = 205,1 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$ <p>Prøver HE 300 B I= 251,7 · 10⁶ mm⁴ W= 1680 · 10³ mm³</p> <p><u>Skjær</u></p> $A_v = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2r) \cdot t_f$ $A = 14,9 \cdot 10^3 \text{ mm}^2, b=300 \text{ mm}, t_f=19 \text{ mm}, t_w=11 \text{ mm}, r=27 \text{ mm}$ $A_v = 14,9 \cdot 10^3 - 2 \cdot 300 \cdot 19 + (11 + 2 \cdot 27) \cdot 19$ $A_v = 9735 \text{ mm}^2$ $A_v \geq (V_f / (f_d / \sqrt{3}))$ $A_v \geq (403 \cdot 10^3 / (322,7 / \sqrt{3}))$ $9735 \geq 2163 \text{ mm}^2 \quad OK$ <p>Siden vi får moment og skjær på samme sted må vi undersøke jevnføringspenningen.</p> $\tau_d = 322,7 / \sqrt{3} = 186,3$ $\sigma_B = M_f / W_y = 358 \cdot 10^6 / 1680 \cdot 10^3 = 213,1 \text{ N/mm}^2$ $\tau = V_f / A_v = 403 \cdot 10^3 / 9735 = 41,4 \text{ N/mm}^2 < \tau_d \quad OK$ $\bar{\sigma}_j = \sqrt{(\sigma_B)^2 + 3 \cdot \tau^2} \leq f_d$ $\bar{\sigma}_j = \sqrt{(213,1)^2 + 3 \cdot 41,4^2} \leq f_d$ $\bar{\sigma}_j = 224,8 \leq 322,7 \quad OK$
---------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p>Henvisninger</p> <p>NS 3478, tabell 4</p> <p>NS 3490, tabell E.2</p> <p>NS 3472, tabell 7 NS 3472, pkt 7.3.1.1</p> <p>NS 3472, tabell 26</p> <p>NS 3472, pkt 14.2.5.2</p> <p>NS 3472, tabell 24 NS 3472, pkt 14.2.6.5</p>	<p><u>Brann</u></p> <p>Ser om bjelken tilfredsstillter R90 brannkravet.</p> <p>Risikoklasse 5 Brannklasse 3</p> <p>3-sidig brannekspnering, Bruker steinullplater med tykkelse 15 mm $\rightarrow \lambda_p / d_p = 0,20/0,15 = 1,33$</p> <p>$\psi_1 = 0,7$ $q_{fi,f} = 1,0 \cdot E.L. + \psi_1 \cdot N.L. = 1,0 \cdot 56 + 0,7 \cdot 31,5 = 78,1 \text{ kN/m}$ $M_{fi,f} = \frac{1}{2} q_{fi,f} \cdot l^2 = \frac{1}{2} \cdot 78,1 \cdot 2,5^2 = 244,1 \text{ kNm}$</p> <p>Tverrsnittsklasse 1 \rightarrow Plastisk dimensjonering $\varepsilon = \sqrt{(235/f_y)} = \sqrt{(235/355)} = 0,8136$ $W_{y,pl} = 1868 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$</p> <p>$A_p/V = 96 \text{ m}^{-1}$ $A_p/V \cdot \lambda_p/d_p = 96 \cdot 1,33 = 127,7 \text{ m}^2/\text{m}^3$ $\theta_{a,90} = 324 \cdot [(A_p/V \cdot \lambda_p/d_p)^{0,2} - 2,15] = 324 \cdot [(127,7)^{0,2} - 2,15] = 158^\circ\text{C}$</p> <p>$k_{y,\theta} (158^\circ\text{C}) = 1$ $k_1 = 0,7$ (3-sidig ekspnering), $k_2 = 0,85$ (Statisk ubestemt) $k_{y,\theta,mod} = k_{y,\theta} / (k_1 \cdot k_2) = 1 / (0,7 \cdot 0,85) = 1,68 > 1 \rightarrow k_{y,\theta,mod} = 1$ $M_{fi,d,\theta} = k_{y,\theta,mod} \cdot f_y \cdot W_{y,pl} = 1 \cdot 355 \cdot 1868 \cdot 10^3 = 663,1 \text{ kNm}$</p> <p>$M_{fi,f} < M_{fi,d,\theta} \rightarrow$ Bjelken holder R90 brannkravet.</p> <p>Bruker HE 300 B</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Henvisninger	Beregning av bjelker under dekke på taket
	
NS 3472, pkt 10.4.2	<p>Bruker HE-B bjelke, Stålkval. S355 $\rightarrow f_d = f_y / \gamma_{M1} = 355 / 1,10 = 322,7 \text{ N/mm}^2$</p>
NS 3490, tabell E.1.1	<p><u>Lastberegning:</u></p> $q^{\text{Egenlast}} = (0,3 \cdot 25 + 0,5) \cdot ((9+6 / 2)) = 60 \text{ kN/m}$ $q_f^{\text{Egenlast}} = 60 \cdot 1,2 = 72 \text{ kN/m}$
NS 3491-3, tillegg A2	$q^{\text{Nyttelast}} = 4,5 \cdot ((9+6 / 2)) = 33,8 \text{ kN/m}$ $q_f^{\text{Nyttelast}} = 33,8 \cdot 1,5 = 51 \text{ kN/m}$ $q^{\text{Bjelke}} = 60 + 33,8 = 93,8 \text{ kN/m}$ $q_f^{\text{Bjelke}} = 72 + 50,7 = 123 \text{ kN/m}$
	<p><u>Momentberegning</u></p>
	<p>Feltmomenter</p>
	$M_A = 1/11 q \cdot l^2 = 1/11 \cdot 93,8 \cdot 5,5^2 = 258 \text{ kNm}$ $M_{f_A} = 1/11 q_f \cdot l^2 = 1/11 \cdot 123 \cdot 8^2 = 338,3 \text{ kNm}$
	$M_B = 1/14 q \cdot l^2 = 1/14 \cdot 93,8 \cdot 8^2 = 428,8 \text{ kNm}$ $M_{f_B} = 1/14 q_f \cdot l^2 = 1/14 \cdot 123 \cdot 8^2 = 562,3 \text{ kNm}$
	$M_C = M_D = M_E = 1/14 q \cdot l^2 = 1/14 q \cdot l^2 = 1/14 \cdot 93,8 \cdot 5,5^2 = 202,7 \text{ kNm}$ $M_{f_C} = M_{f_D} = M_{f_E} = 1/14 q_f \cdot l^2 = 1/14 \cdot 123 \cdot 5,5^2 = 265,8 \text{ kNm}$
	$M_F = 1/14 q \cdot l^2 = 1/11 \cdot 93,8 \cdot 3,7^2 = 116,7 \text{ kNm}$ $M_{f_F} = 1/14 q_f \cdot l^2 = 1/14 \cdot 123 \cdot 3,7^2 = 153,1 \text{ kNm}$
	<p>Indre momenter</p>
	$M_a = 0$
	$M_g = 0$

Henvisninger	$M_b = 1/14 q \cdot l^2 = 1/14 \cdot 93,8 \cdot 8^2 = 428,8 \text{ kNm}$ $M_{f_b} = 1/14 q_f \cdot l^2 = 1/14 \cdot 123 \cdot 8^2 = 562,3 \text{ kNm}$ $M_c = 1/14 q \cdot l^2 = 1/14 \cdot 93,8 \cdot 8^2 = 428,8 \text{ kNm}$ $M_{f_c} = 1/14 q_f \cdot l^2 = 1/14 \cdot 123 \cdot 8^2 = 562,3 \text{ kNm}$ $M_d = M_e = M_f = 1/14 q \cdot l^2 = 1/14 \cdot 93,8 \cdot 5,5^2 = 202,7 \text{ kNm}$ $M_{f_d} = M_{f_e} = M_{f_f} = 1/14 q_f \cdot l^2 = 1/14 \cdot 123 \cdot 5,5^2 = 265,8 \text{ kNm}$ <p>Dimensjonerer bjelken for $M_f = 562,3 \text{ kNm}$</p> $V_f = (123 \cdot 8) / 2 = 492 \text{ kN} \rightarrow \text{Pga bruk av forenklet momentberegning setter vi } V_f = 600 \text{ kN.}$ <p><u>Moment</u></p> $W_{\min} = M_f / f_d = 562,3 \cdot 10^6 / 322,7 = 1743 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$ <p>Nedbøyingskrav: $\delta_{\max} = L/300 = 8000/300 = 26,7 \text{ mm}$</p> $I_{\text{nødv}} = 5 \cdot q^{\text{bjelke}} \cdot l^4 / 384 \cdot E \cdot \delta_{\max} - (M_a + M_b) \cdot l^2 / 16 \cdot E \cdot \delta_{\max}$ $I_{\text{nødv}} = ((5 \cdot 93,8 \cdot 8000^4) / 384 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 26,7) - (((428,8 \cdot 10^6 + 428,8 \cdot 10^6) \cdot 8000^2) / (16 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 26,7))$ $I_{\text{nødv}} = 280,4 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$ <p>Prøver HE 360 B I= 431,9 · 10⁶ mm⁴ W= 2400 · 10³ mm³</p> <p><u>Skjær</u></p> $A_v = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2r) \cdot t_f$ $A = 18,1 \cdot 10^3 \text{ mm}^2, b=300 \text{ mm}, t_f = 22,5 \text{ mm}, t_w = 12,5 \text{ mm}, r = 27 \text{ mm}$ $A_v = 18,1 \cdot 10^3 - 2 \cdot 300 \cdot 22,5 + (12,5 + 2 \cdot 27) \cdot 22,5$ $A_v = 6096 \text{ mm}^2$ $A_v \geq (V_f / (f_d / \sqrt{3}))$ $A_v \geq (600 \cdot 10^3 / (322,7 / \sqrt{3}))$ $6096 \geq 3220 \text{ mm}^2 \quad \text{OK}$ <p>Siden vi får moment og skjær på samme sted må vi undersøke jevnføringsspenningen.</p> $\tau_d = 322,7 / \sqrt{3} = 186,3$ $\sigma_B = M_f / W_y = 562,3 \cdot 10^6 / 2400 \cdot 10^3 = 234,3 \text{ N/mm}^2$
---------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Henvisninger	$\tau = V_f / A_v = 600 \cdot 10^3 / 6096 = 98,4 \text{ N/mm}^2 < \tau_d \quad OK$ $\bar{\sigma}_j = \sqrt{(\bar{\sigma}_B^2 + 3 \cdot \tau^2)} \leq f_d$ $\bar{\sigma}_j = \sqrt{(234,3^2 + 3 \cdot 98,4^2)} \leq f_d$ $\bar{\sigma}_j = 289,7 \leq 322,7 \quad OK$ <u>Brann</u> Ser om bjelken tilfredsstillende R90 brannkravet. Risikoklasse 5 Brannklasse 3 3-sidig branneksponeering, NS 3478, tabell 4 Bruker steinullplater med tykkelse 15 mm $\rightarrow \lambda_p / d_p = 0,20/0,15 = 1,33$ NS 3490, tabell E.2 $\psi_1 = 0,7$ $q_{fi,f} = 1,0 \cdot E.L. + \psi_1 \cdot N.L. = 1,0 \cdot 60 + 0,7 \cdot 33,8 = 83,7 \text{ kN/m}$ $M_{fi,f} = \sqrt[14]{q_{fi,f} \cdot l^2} = \sqrt[14]{83,7 \cdot 8^2} = 382,6 \text{ kNm}$ NS 3472, tabell 7 NS 3472, pkt 7.3.1.1 Tverrsnittsklasse 1 \rightarrow Plastisk dimensjonering $\varepsilon = \sqrt{(235/f_y)} = \sqrt{(235/355)} = 0,8136$ $W_{y,pl} = 2680 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$ NS 3472, tabell 26 $A_p/V = 85,8 \text{ m}^{-1}$ $A_p/V \cdot \lambda_p/d_p = 85,8 \cdot 1,33 = 114,1 \text{ m}^2/\text{m}^3$ NS 3472, pkt 14.2.5.2 $\theta_{a,90} = 324 \cdot [(A_p/V \cdot \lambda_p/d_p)^{0,2} - 2,15] = 324 \cdot [(114,1)^{0,2} - 2,15] = 139^\circ\text{C}$ NS 3472, tabell 24 NS 3472, pkt 14.2.6.5 $k_{y,\theta}(139^\circ\text{C}) = 1$ $k_1 = 0,7$ (3-sidig eksponering), $k_2 = 0,85$ (Statisk ubestemt) $k_{y,\theta,mod} = k_{y,\theta} / (k_1 \cdot k_2) = 1 / (0,7 \cdot 0,85) = 1,68 > 1 \rightarrow k_{y,\theta,mod} = 1$ $M_{fi,d,\theta} = k_{y,\theta,mod} \cdot f_y \cdot W_{y,pl} = 1 \cdot 355 \cdot 2680 \cdot 10^3 = 951,4 \text{ kNm}$ $M_{fi,f} < M_{fi,d,\theta} \rightarrow$ Bjelken holder R90 brannkravet. Bruker HE 360 B
---------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------