

# Bacheloroppgave

**IB303312 Bacheloroppgave**

**Nedleggelse av fergekai på Lepsøy(Norsk)**

3221,3205,3240

Totalt antall sider inkludert forsiden: 140

Innlevert Ålesund, 18.05.2015

## Obligatorisk egenerklæring/gruppeerklæring

Den enkelte student er selv ansvarlig for å sette seg inn i hva som er lovlige hjelpemidler, retningslinjer for bruk av disse og regler om kildebruk. Erklæringen skal bevisstgjøre studentene på deres ansvar og hvilke konsekvenser fusk kan medføre. **Manglende erklæring fritar ikke studentene fra sitt ansvar.**

Du/dere fyller ut erklæringen ved å klikke i ruten til høyre for den enkelte del 1-6:		
1.	Jeg/vi erklærer herved at min/vår besvarelse er mitt/vårt eget arbeid, og at jeg/vi ikke har brukt andre kilder eller har mottatt annen hjelp enn det som er nevnt i besvarelsen.	<input checked="" type="checkbox"/>
2.	Jeg/vi erklærer videre at denne besvarelsen: <ul style="list-style-type: none"><li>• ikke har vært brukt til annen eksamen ved annen avdeling/universitet/høgskole innenlands eller utenlands.</li><li>• ikke refererer til andres arbeid uten at det er oppgitt.</li><li>• ikke refererer til eget tidligere arbeid uten at det er oppgitt.</li><li>• har alle referansene oppgitt i litteraturlisten.</li><li>• ikke er en kopi, duplikat eller avskrift av andres arbeid eller besvarelse.</li></ul>	<input checked="" type="checkbox"/>
3.	Jeg/vi er kjent med at brudd på ovennevnte er å <u>betrakte som fusk</u> og kan medføre annullering av eksamen og utestengelse fra universiteter og høgskoler i Norge, jf. <a href="#">Universitets- og høgskoleloven</a> §§4-7 og 4-8 og <a href="#">Forskrift om eksamen</a> §§30 og 31.	<input checked="" type="checkbox"/>
4.	Jeg/vi er kjent med at alle innleverte oppgaver kan bli plagiatkontrollert i Ephorus, se <a href="#">Retningslinjer for elektronisk innlevering og publisering av studiepoenggivende studentoppgaver</a>	<input checked="" type="checkbox"/>
5.	Jeg/vi er kjent med at høgskolen vil behandle alle saker hvor det forligger mistanke om fusk etter <a href="#">høgskolens studieforskrift</a> §30	<input checked="" type="checkbox"/>
6.	Jeg/vi har satt oss inn i regler og retningslinjer i bruk av <a href="#">kilder og referanser på biblioteket sine nettsider</a>	<input checked="" type="checkbox"/>

# Publiseringsavtale

Studiepoeng: 20

Veileder: Liv Møller Christensen

## Fullmakt til elektronisk publisering av oppgaven

Forfatter(ne) har opphavsrett til oppgaven. Det betyr blant annet enerett til å gjøre verket tilgjengelig for allmennheten ([Åndsverkloven §2](#)).

Alle oppgaver som fyller kriteriene vil bli registrert og publisert i Brage HiÅ med forfatter(ne)s godkjenning.

Oppgaver som er unntatt offentlighet eller båndlagt vil ikke bli publisert.

Jeg/vi gir herved Høgskolen i Ålesund en vederlagsfri rett til å gjøre oppgaven tilgjengelig for elektronisk publisering:

ja  nei

Er oppgaven båndlagt (konfidensiell)?

ja  nei

(Båndleggingsavtale må fylles ut)

- Hvis ja:

Kan oppgaven publiseres når båndleggingsperioden er over?

ja  nei

Er oppgaven unntatt offentlighet?

ja  nei

(inneholder taushetsbelagt informasjon. [Jfr. Offl. §13](#)/[Fvl. §13](#))

Dato: 17.05.2015

## Forord

I regi av "Bo ved havet" og Anne Breiby skal studentgruppen bestående av Kristoffer Mikkelsen, Daniel Lausund og Mikkel Ole Sokki arbeide med problemstillingen: "bruk av nedlagte fergekai".

I forbindelse med den planlagte Nordøyvegen er dette spesielt aktuelt, med tanke på at 4-5 fergekai blir tatt ut av drift. Antallet er avhengig av hvor mange beredskapskai det skal være. Studentgruppen skal ta utgangspunkt i kaiområdet på Lepsøya, som også vil bli den største delen av oppgaven.

Det forventes at ved byggingen av fastlandsforbindelse vil både befolkningstallet og antall besøkende øke. Det vil derfor være positivt for utviklingen at kaiområde kan brukes til funksjoner som det er etterspørsel om. Dette skal studentgruppen se nærmere på og tilrettelegge for, etter beste evne.

Opgaven vil gi 20 studiepoeng og skal i hovedsak inneholde arealdisponering, prosjektering og dimensjonering av nybygg. Vi blir i tillegg å lage en 3D-modell som kan brukes til markedsføring av området.

Vil rette en stor takk til Bo ved havet Anne Breiby, for tildeling av oppgaven og stor gjestfrihet, Hege Gjøsund og Haram kommune for innføring i reguleringsplaner og situasjonsbeskrivelse, sist men ikke minst Liv Møller Christensen som gir veiledning og konstruktive tilbakemeldinger om rapportskrivning underveis.

## Sammendrag

Dette prosjektet går ut på å komme med nye idéer til bruksendring av en fremtidig nedlagt fergekai og nærliggende område på Lepsøya i Haram kommune. Fergesambandet skal etter planen tas ut av drift når den planlagte Nordøyvegen står ferdig. I denne rapporten har vi jobbet for å komme med informasjon om regelverk og framgangsmåte for en eventuell bruksendring av området. Det er blitt prosjektert nye rorbuer og et nytt selskapslokale. Statiske beregninger av bygningene vil avgrenses til hoved bæresystemene. Vi har også lagt stor vekt på 3D-visualisering og en film som viser hvordan vi ser for oss at området skal se ut med nye rorbuer, nytt havnebasseng og et nytt selskapslokale plassert på eksisterende fergekai. Modellering har blitt gjort i Archicad og tegningene er blitt hentet ut fra dette programmet. Filmen over området og et utvalg av bilder er blitt laget og hentet ut i fra Lumion 3D.

## Innhold

Terminologi.....	8
Forkortelser:.....	8
1. Innledning.....	9
1.1 Hensikt og bakgrunn .....	9
1.2 Definisjon av oppgaven .....	9
1.3 Prosjektets bakgrunn.....	10
1.4 Avgrensinger.....	10
1.5 Framgangsmåte .....	11
1.6 Målgruppe.....	11
1.7 Arbeidsform og oppgavefordeling .....	11
1.8 Målsetning.....	12
1.9 Problemstillinger.....	12
2. Om Lepsøya .....	13
2.1 Situasjonsbeskrivelse .....	13
2.2 Reguleringsplan .....	15
2.3 Småbåthavn.....	18
2.4 Betydning ved realisering av Nordøyvegen.....	19
2.5 Turistnæringen i Haram kommune .....	20
3. Metode.....	22
3.1 Informasjonsinnhenting .....	22
3.2 Befaring.....	23
3.3 Programvare .....	26
3.4 3D-Visualisering .....	26
4. Resultat.....	27
4.1 Prosjektering .....	27
4.2 Framgangsmåte til utarbeiding av ny reguleringsplan til kommunen.....	28
4.3 Nye bygninger.....	30
4.3.1 Prosjekt.....	30
4.3.2 Prosjektets art og omfang.....	30
4.3.3 Byggebeskrivelse av rorbuene.....	31
4.3.4 Byggebeskrivelse selskapslokale.....	33
4.3.5 Planløsning og plassering.....	36
4.3.6 Brannkrav .....	39

4.4 Masseutfylling.....	41
4.5 Konseptet med fritidsboliger og selskapslokale.....	42
4.6 3D-bilder .....	43
4.7 Film over området.....	45
4.8 Forretningsplan .....	45
4.9 Turistnæringen .....	49
5.Diskusjon.....	50
5.1 Planlegging av området og 3D-modellering .....	50
5.2 Evaluering av oppgaven.....	50
6.Konklusjon .....	51
7.Referanseliste .....	52
8.Vedlegg .....	61
Dimensjonering Rorbu:.....	61
Balkong: Drager og søyle.....	61
Balkong: Bjelker.....	71
Innvendig drager: .....	74
Dimensjonering av bjelkelag:.....	77
Dimensjonering av taksperrer: .....	78
Krav U-verdi: .....	79
U-verdi etter Isolasjonstykkelse skråtak:.....	80
U-verdi etter isolasjonstykkelse yttervegg med innvendig påforing: .....	80
Detaljtegninger: .....	81
Selskapslokale.....	83
Dimensjonering innvendig bærevegg.....	83
Ramme framside.....	87
Ramme på siden med skråavstiver .....	107
Takbjelker.....	125
Detaljtegning: .....	129
Dimensjoneringstabell Trapezplater.....	131
Buisnessmodell Canvas.....	132
Møterefurat.....	133
Møte Haram kommune 18.02.2015.....	133
Møte Lepsøya 22.01.2015 .....	134
Tegninger .....	135

## Terminologi

### Forkortelser:

**Preaksepterte løsninger:** Er løsninger av standard konstruksjoner som tilfredstiller gitte krav. Er testet og dokumentert for. Eks hvordan en vegg skal utformes for å kunne motstå brann, isolere mot lyd og isolere mot varmetap osv.

**PBL:** Plan og bygningsloven

**GNR og BNR:** Gårds og bruksnummer

**U-Verdi:** U-verdien til en bygning angir hvor god varmeisolasjonen er

**m<sup>2</sup>:** Kvadratmeter

**m<sup>3</sup>:** Kubikkmeter

**LNF:** Landbruks-, natur- og friluftsområder

**3D-modellering:** Prosessen med å utforme en matematisk representasjon av alle tredimensjonale overflater av et objekt

**BRA:** Bruksareal

**BYA:** Bebygd areal



# 1. Innledning

## 1.1 Hensikt og bakgrunn

Denne oppgaven tar utgangspunkt på Lepsøya som ligger i Haram kommune, nord for Ålesund. Fergekaaien er et naturlig knutepunkt på øya siden fergen binder øya med fastlandet. Det er planlagt en ny vei for å binde Nordøyene med fastlandet og da kommer flere fergekaier til å bli nedlagt.

Hensikten med denne oppgaven er å prosjektere området så det kan brukes til noe mer samfunnsnyttig og spennede enn at det bare skal være en nedlagt fergekai. Vi har blitt fortalt at det er stor mangel på båtplasser og utleieboliger på Lepsøya, så utvikling av området med tanke på dette er vårt hovedfokus. Løsninger er også basert på ønsker og ideer fra aktive brukere av området samt kommuneansatte som har ansvar for utvikling og regulering av området.

Regneoperasjoner er bygget på metoder vi har lært i statikk og er i samsvar med Norsk Standard.

## 1.2 Definisjon av oppgaven

Vår plan var å få ferdigstilt tegninger og en video visualiserer hva området kan brukes til. Gjennom prosjektet har vi gjort følgende arbeidsoppgaver:

- Møter med Anne Breiby, lokale fiskere og brukere av småbåthavnen, og planutvikler i Haram kommune for informasjonsinnhenting av området.
- Utarbeiding av bygningstegninger og områdetegninger
- Prosjektering og dimensjonering av rorbuer
- Planlegging for utforming av ny småbåthavn
- 3D-modellering av området
- Generell teori innsamling

### 1.3 Prosjektets bakgrunn

**FV. 659 Nordøyvegen prosjektet** vil knytte Lepsøya, Haramsøya, Skuløya/Flemsøya, Fjørtofta, Harøya og Finnøya til fastlandet. Dette vil gi rundt 2900 mennesker fastlandsforbindelse og rundt 10 000 innbyggere i Haram og Sandøya vil bli mer sammenknyttet ved fastlandsforbindelse. Dette innebærer at private får et mer fleksibelt transportsystem og at næringslivet vil spare penger på transportkostnader. Bedriftene har mulighet til å ekspandere sine virksomheter. Økning i næringslivet gir gode muligheter for økt aktivitet og turisme på øya.

Veiprojektet har en lengde på 37km. Innbærer fire fjordkryssninger og opprustning av nåværende hovedveger på øyene til tofelts riksveistandard.

- Bro/fylling Skjeltene (fastlandet) – Lausundholmen (Lepsøya)- Hestøya; og tunnel Hestøya – Austnes (Haramsøya) – 3,5 km
- Tunnel Longva (Skuløya/Flemsøya)- Stongnes (Fjørtofta) – 5,6 km
- Tunnel Kongsnes (Fjørtofta)- Myklebust (Harøya) 3,4 km

**Total tunnellengde:** 12,5 km

**Broer:** Høybro over skipsleien i Lepsøyrevet med lengde på 850m og seilingshøyde på 41m. To lavbroer i sjøfyllingen mellom høybroen og Lepsøya på 100m uten seilingshøyde og 200m med seilingshøyde på 7m.  
(Statens vegvesen, 2015)

### 1.4 Avgrensinger

Prosjektet er avgrensert til disponering av nærliggende areal og projektering av nye bygninger. Restaurering av eksisterende bygninger i området blir ikke tatt med i oppgaven. Dette på grunn av vi ikke har hatt tilgang til eksisterende bygninger for å utføre tilstandsvurdering. Eieren var ikke å treffe under befarings og er ikke sikker om han ville selge bygningene.

Siden kaien trenger restaurering vet vi ikke helt eksakt hvor selskapslokale blir plassert, dermed blir ikke terrasse mot sjø dimensjonert. Eksakte prisoverslag er blitt nedprioritert på grunn av oppgavens omfang. Men vi har tatt hensyn til lavest mulig kostnad ved å utfylle minimums kravene etter NS og TEK10 på løsningene som vi har valgt å ta for oss. Gruppen har valgt å definere oppgaven slik at store deler av oppgaven baserer seg hovedsaklig på visualisering/3D-modellering av området.

## 1.5 Framgangsmåte

Etter informasjonsmøter med lærere fikk vi en oversikt over bacheloroppgaver vi kunne velge mellom. Etter diskutering i gruppen fant vi ut hvilken vi hadde lyst å jobbe med. Gruppen hadde samtale med kontaktperson for oppgaven (Anne Breiby), da gikk vi igjennom problemstillinger, mulige innfallsvinkler til oppgaven og generell informasjon om området. Vi skrev så en kontrakt som var mellom studentgruppen, Anne Breiby og vår veileder ved høgskolen i Ålesund Liv Møller Christensen.

Etter møtet satt vi oss ned, laget tankekart og kom med idèer til hvordan vi kunne definere oppgaven. Vi fant ut ei mulig løsning på oppgaven. Men dette ville vi ikke avgjøre før vi hadde hatt en befaringsavtale av området.

Videre begynte vi med forprosjektet der vi la fram tema og aktuelle problemstillinger vi ønsket å ta for oss, framdriftsplan og grupperegler. Gruppen brukte mye tid på å framskaffe riktig og relevant informasjon for å ha best mulig grunnlag til å ta beslutninger. Vi var på møte i Haram Kommune med Hege Gjørund som fikk informasjon om hva som hadde blitt gjort på Lepsøya tidligere, om det var noen konkrete utviklingsplaner for framtiden og vi fikk ei oversikt over hva det var etterspørsel om på øya. Dette gjorde at vi valgte å gå for utbygging av rorbuer, selskapslokale og et nytt havnebasseng. Vi hadde et gruppemøte hvor alle i gruppen kom med ideer til løsninger av oppgavens problemstillinger.

Tiden fra slutten av januar frem til slutten av mars gikk i store deler til utarbeiding av tegninger, oppbygging av 3D-modell og prosjektering av bygningene. Vi brukte mye tid på å finne løsninger til bygningene som vi var fornøyd med, som står i henhold til lovverk og retningslinjer som kreves til bygningen. Den siste perioden fra april til midten av mai ble 3D-modelleringen ferdig produsert og gjenstående teori ble innsamlet/produsert.

## 1.6 Målgruppe

Dette prosjektet er rettet mot befolkningen og ildsjeler på Lepsøya, mulige investorer, oppdragsgiver, veiledere, sensor og andre studenter. Prosjektet omfatter omdisponering av nedlagt fergekai og kan brukes som ide til tilsvarende oppgaver.

## 1.7 Arbeidsform og oppgavefordeling

Gjennom prosjektet har vi hatt gruppemøter regelmessig for å holde kontroll på framdriften. Møte med veileder har vært avtalt og gjennomført etter behov. Samtaler og møte med Hege Gjørund fra Haram kommune ble også avtalt og arrangert etter behov. Møtereferat er vedlagt.

## Oppgavefordeling:

Informasjonsinnhenting	- Daniel, Kristoffer, Mikkel Ole
Tegninger	- Mikkel Ole
3D modellering	- Daniel, Mikkel Ole
Beskrivelse og beregninger av rorbu og selskapslokale	- Kristoffer
Robot	- Kristoffer
Ansvar for avtale av møter	- Kristoffer
Føring av møtereferat	- Daniel
Samstilling av rapporten	- Kristoffer, Daniel, Mikkel Ole
Samling av vedlegg	- Kristoffer

## 1.8 Målsetning

Resultatmål: Beskrivelse og tegninger av rorbu, selskapslokalet, nye båtplasser, et nytt havnebasseng og en ferdig buisness modell.

Effektmål: Få en bedre og mer funksjonell småbåthavn med flere faste båtplasser og gjestebrygger. Overnattings- og utleiemuligheter. Flere arbeidsplasser og gjøre det enklere å drive med fiskeri. Skape større inntekt/omsetning til kommunen og lokalt næringsliv.

Samfunns mål: Skape økt turisme og besøkende til Lepsøya.

## 1.9 Problemstillinger

- Hva kan kaien brukes til med tanke på lokale formål, turisme osv..
- Hvem skal utføre arbeidet? Dugnad?
- Hvordan skape flere båtplasser på dugnad/med lave kostnader.
- Hvordan få økt turisme.
- Hvordan skape flere overnattingsplasser

## 2. Om Lepsøya

### 2.1 Situasjonsbeskrivelse



Lepsøya er et lite samfunn med 313 innbyggere. Øya har unik utsikt mot Moldefjorden, Sunnmørsalpene, Romsdalsfjellene og storhavet. Øya er pr dags dato forbundet til fastlandet med ferge eller en kort tur på 40min med hurtigbåt fra Ålesund.

(Bovedhavet, 2015)

Veg til fastlandet er under planlegging, og det antas at nordøyvegen vil komme i løpet av 2019.

Øya byr på gode turfasiliteter og opplevelser. På nordsiden av øya er det veldig utsatt for vær og vind fra storhavet, men fjellet Goaldet skjerner godt for vinden der hvor tettbebyggelsen ligger på sørsiden av øya.

Lepsøya har hverdagslige muligheter å by på som barnehage, skole 1-7klasse, arbeidsplasser, treningssenter, eget idrettslag, matvarebutikk, eldreheim, bedehus og egen brannstasjon med brannbil. Brannmannskapet er frivillig mannskap og er alltid beredt og raskt på plass når det oppstår brann.

Trenger man akutt hjelp og det står fare for liv så er lufttransport et veldig viktig punkt i beredskapsplanen. Beredskapet kan være framme på øya innen 10min. Nærmeste sykehus ligger i Ålesund. På Haramsøy som er naboøya til Lepsøya ligger nærmeste helsepersonell som kan være på plass i Lepsøya veldig raskt med ambulansébåt.

(Bovedhavet, 2015).

Det er noen ildsjeler som brenner for å opprettholde aktiviteten på øya. Disse sørger for at det er vekst på øya, og at samfunnet rundt dem vokser. Slik som prosjektgruppen har fått inntrykk av, så er det en god dugnadsånd på øya.

Samfunnet er sammenspleiset og er villige til å hjelpe hverandre.  
(A.Breiby, 22.01.2015)

På Lepsøya er det planlagt aktiviteter når det gjelder arealplanlegging og arealbruk.  
Klassifisere og identifisere områder er veldig vesentlig for å kunne planlegge byggetomter.  
Ønsket er å legge ut flere attraktive tomter uten konflikter.  
(H.Gjøsund, 18.02.2015)

Lausund marine er under idefasen. Det er blitt laget illustrasjonsskisser på hvordan området kan bli utviklet. Tanken er å få flere båtplasser og naust til området når nordøyvegen kommer.



Illustrasjonsbilde av Lausund marine.

Nordøyvegen kommer inn til land på Lausundholmen.  
Mellom Lausundholmen og Lepsøya er det etablert en felles fiskerihavn som har nok kapasitet til å utvikle en felles småbåthavn for øyane som nordøyvegen knytter sammen.  
(Bovedhavet, 2015)



Illustrasjonsbilde av Lausund marine  
(Bovedhavet, 2015)

## 2.2 Reguleringsplan

En reguleringsplan er et kart over et bestemt område som viser hvordan en kommune vil benytte seg av området i fremtiden. Det er 6 ulike arealformål som kommunen kan avsette for i en reguleringsplan, og hvert arealformål vil få egen farge i kartet. De 6 arealformålene går ut på bebyggelse og anlegg, samferdselsanlegg og infrastruktur, grøntstruktur, forsvaret, landbruks-, natur- og friluftsførmål samt reindrift, og bruk og vern av sjø/vassdrag.

Ved kartet skal det være lagt i grunn reguleringsbestemmelser som beskriver mer detaljert om hvordan områdene i planen kan utnyttes og hva som kan bygges på områdene:

Hva er den største og minste boligen som kan bygges, estetiske krav på hvordan det skal se ut i reguleringsområdet, vilkår for bruk av arealer som for eksempel hvor mye tomten kan utnyttes til bebyggelse, forurensningskrav og miljøkvaliteter i området, funksjons- og kvalitetskrav til bygninger som blir oppført, bestemmelser for å sikre verneverdi bygninger, andre kulturminner og kulturmiljøer, trafikkregulerende tiltak og parkeringsbestemmelser for bil og sykkelparkering, gjennomføring av tiltak etter planen er det krav om særskilt rekkefølge om hvordan man skal gå fram, det stilles krav om detaljregulering for deler av planområdet eller bestemte typer av tiltak for reguleringsplanen, de som skal bygge i området har krav om å undersøke reguleringsbestemmelser før det blir satt i gang en gjennomføring av

planen, står også bestemt om hvilke arealer som skal være til offentlige formål og fellesareal. (Miljødepartementet, reguleringsplan, 2015)

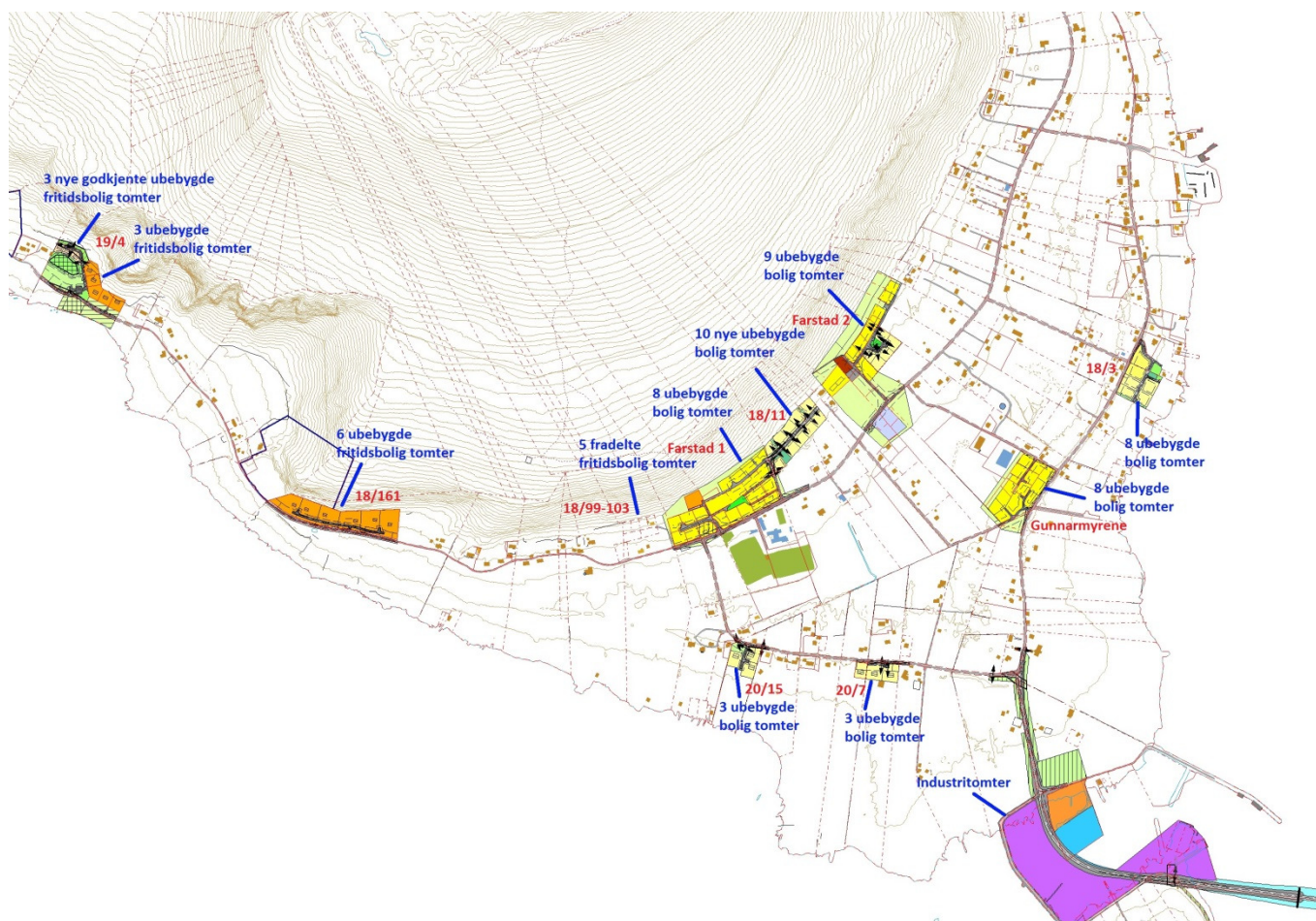
Reguleringsplaner på Lepsøya, kommunale og private tomter:

- Kjerstad 18/3 og 14 søknad om regulering bosteder  
LNF område dominert av landbruk, omsøkt 8 bostedstomter med teknisk anlegg, infrastruktur og lekeareal.
- Farstad 18/11 og 18/39 boligtomter  
Inntil 10 boligtomter på gnr/bnr 18/11 og 18/39 mellom Farstad 1 og Farstad 2. Ikke levert inn forslag til detaljregulering
- Lausund – Lepsøya gnr/bnr. 20/15, 20/7 og 20/6 bosted.  
6 godkjente tomter.
- Rønstad - 4 fritidsboliger  
Gnr/bnr 19/4, 4 fritidsboliger i tilknytning til eksisterende hyttefelt med 5 hytter.  
Godkjent to reguleringsplaner for fritidsbolig med 5 og 3 hytter, totalt 8 tomter.
- Fritidsboliger Rønstad – søkt oppstart på ny 16.11.2012 Hjelle, gnr/bnr 19 og 3  
Forslagsstiller ønsker å regulere til tomter for fritidsboliger på 1-1,5 mål.  
I prosess, venter på planforslag. Ukjent antall tomter.
- Uformelt forslag om utnytting av strandsone fra fergekai på Lepsøya og nordover.  
Bolig/fritidsbolig  
(H. Gjøvsund, 18.02.2015)

Eldre godkjente reguleringsplaner:

- Ytre Farstad fritidsboligområde gnr/bnr 18/161: 6 tomter til fritidsbolig, 6 ledige
- Farstad 1: 8 tomter ledig, 4 ikke oppmålte mot fjellfoten
- Farstad 2: 9 ubebygde tomter
- Gunnarmyrene: 7 ubebygde tomter der 2 er lite attraktive
- Vest for Farstad 1 18/99-103: 6 fradelte tomter til fritidsbolig, 5 ledige.





(Haram kommune, kart, 2015)

Tomtesituasjon på Lepsøya per 18.02.2015.

Navn	Gnr/bnr	Type	Antall tomter uregistrert	Ubebygde
Kjerstad	18/3	Bosted	8	8
Farstad	18/11	Bosted	10	10
Lausund	20/15 og 20/7	Bosted	6	6
Rønstad 1 og 2	19/4	Hytter	5 og 3	6
Ytre Farstad	18/161	Hytter	6	6
Farstad 1		Bosted		8
Farstad 2		Bosted		9
Gunnarmyrene		Bosted		8
v/Farstad 1 fradelt	18/99-103	Hytte		5

Bolig ubebygde godkjente tomter: 49

Hytte ubebygde godkjente tomter: 17

(H. Gjøsend, 18.02.2015)

### 2.3 Småbåthavn

Lepsøya havn med tilhørende småbåtforening ble stiftet i 1974 under navnet ”Lepsøya småbåtforening” i brønnøysundregisteret og er registrert i FLI under bransjen ”fritidsetablisement”.

(Proff.no, 2015)

Havnen i dag består av ca. 50 faste båtplasser med tilhørende gjestebrygge på 40m. Det er i tillegg ytret ønsker om flere faste båtplasser tilgjengelig for salg, samt gjestebrygger for sesong og arrangement på øya. Ved realisering av Nordøyvegen er det flere som tenker at antall ferieboliger vil øke, og småbåthavner vil derfor bli mangelvare på øya. En båtplass koster i dag ikke mer enn kostpris for bygging, ca. 20 000,- Det er derfor helt nødvendig for småbåtforeningen å bygge båtplasser på dugnad.

Småbåtforeningen har i tillegg bygget klubbhus med både kjøkken, toalett, dusj og lagringsplass med tilhørende uteplass som har både grill, benker og tak over hodet. Dette skaper et godt miljø for dugnadsgjengen og andre medlemmer i foreningen.

Mange av foreningens medlemmer er hobbyfiskere og noen leverer fisk og skalldyr til lokale bedrifter som behandler og selger disse videre. I den sammenheng spurte vi noen av de lokale hobbyfiskerne om arbeidsforholdene de har til å sløye fisk og skalldyr. Det kom fort fram at det gjorde de stort sett hjemme eller på bryggen, men kunne gjerne tenkt seg et lokale ved havnen hvor de kom i le for vind og uvær.

I den sammenheng lagt inn en felles sløyelokale i våre planer rundt havneområdet. Der ligger et eldre lokale som er omtalt som ”den gamle butikken”. Lokalet er i dag delvis brukt til å sløye fisk. Ved enkle utbedringer kunne dette blitt praktisk for sløyning av fisk på utleie til hobbyfiskere og turister som bor i rorbuer og feriehus for å fiske. Med dette kan de som har vært på fiske slippe å rote rundt sine egne dører og på flytebrygger.

(H.Kjerstad 22.01.2015)

## 2.4 Betydning ved realisering av Nordøyvegen

### **Økt velferd**

Nordøyvegen vil forenkle hverdagen til de som bor på øyene. De slipper å måtte leve i uvisthet om de kommer seg hjem etter endt arbeidsdag, da det ikke er sikkert fergen går som planlagt. Legehjelp, brannvesen, politi eller veterinær blir ikke avhengig av å måtte vente på båt for å komme seg til øyene og de kommer seg fram etter mye kortere tid. Det vil bli enklere for alle å få tak i dagligvarer og generelt viktige ting man trenger til hverdagen.

### **En mer attraktiv region**

Det blir enklere å pendle fram og tilbake noe som gir større valgmuligheter i henhold til jobb og det blir lettere for bedrifter å rekruttere ansatte. Folk får bedre tilgang til private og offentlige tjenestetilbud samt til kulturtilbud. Det vil bli lettere å kjøpe og selge bolig. Mindre risiko knyttet til bygging og omsetting av eiendom. Det blir bedre tilgang til attraktive sjønære tomter. Tomme hus kan bli restaurert å bli tatt i bruk igjen.

### **Fiske og havbruk**

På nordøyene ligger noen av de største fiskeindustriene- og havbruksanlegg i fylket. Nordøyvegen vil bidra til mulighet for ekspansjon av fiskeindustrien. Det vil ta mye kortere tid å få levert varene til anleggene. For eksempel tar det 3-4 timer å reise mellom Harøya og anleggen på Skuløya, men med Nordøyvegen vil dette ta ca 10 minutter. Dette vil gi mye mindre kostnader og øker konkuransen til bedriftene.

### **Maritim styrking**

Bedrifter som Rolls Royce, I.P.Huse og Finnøy motor ligger på Nordøyene. Nordøyvegen vil også her redusere kostnader og øke konkuransen til bedriftene. På grunn av for liten kapasitet på fergene er det ofte at godstransport ikke får plass, og det er kostbart. Rolls Royce og I.P.Huse har ekspansjonsplaner, men dette avhenger av realisering av Nordøyvegen.

### **Miljø og sikkerhet**

Dagens samfunn er veldig opptatt av miljø og forurensing. Ferge og hurtigbåter har stort utslipp av CO2 og NOX. Realisering av Nordøyvegen vil redusere disse utslippene betydelig. Den største faren for sjøulykke er vurdert til å være kryssende skipstrafikk. Ved fjerning av tre kryssende ferger og en hurtigbåt reduserer man muligheten for sjøulykke betraktelig.

(N.Kjerstad, 20.03.2015)

## 2.5 Turistnæringen i Haram kommune

Haram kommune er ikke kjent som den kommunen med størst turisme i Møre og Romsdal. På Sunnmøre er det andre reisemål som Ålesund, Geiranger, Valldal, Trollveggen osv. som har naturskatter som er kjent i hele verden og kupper de fleste turistene. De aller fleste turister som besøker Haram kommune har tilknytning som slekt, venner, kjæreste og jobb. De bor som regel med familie eller bekjente. I noen tilfeller hytter, også gjennom kjentfolk.

Siden 2011 har det vært satt i gang et prosjekt i regi av Destinasjon Ålesund & Sunnmøre med formål å utvikle nye og eksisterende salgbare reiselivsprodukt i et helårsperspektiv, også på de mindre kjente destinasjonene. Hovedsakelig er det Giske, Haram og Vanylven-kommune som har deltatt i prosjektet.

Noen av de viktigste mulighetene som framgår i rapporten:

**Vandring:** Haram har gode muligheter for vandring på fjell og langs sjø. Dette kommer lokalbefolkningen til gode, og kan selges inn hos turister.

**Fugletitting:** Det regnes ikke som en stor aktivitet blant fugletitterne lokalt, men dette kan også trekke turister i liten grad. Tyske turister er ofte kjent som fugleinteresserte.

**Fiske:** Fiske er uten tvil populært både blant lokale og turister. Turistene har i lang tid kommet til Norge ene og alene for å fiske. Og de betaler gjerne for en god fiskeopplevelse.

(Destinasjon Ålesund & Sunnmøre, 2014)

Haram kommune har som mange andre mindre kommuner begrenset kapasitet på overnatting. Dette kan hindre utviklingsmuligheten av opplevelsesproduktet. Det burde derfor være et mål i årene framover å skape levedyktige og varierte overnattingssteder, alternativt utvikle de eksisterende.

For å skape nye produkter lokalt er det ikke bare viktig med gode forretningsplaner og spennende ideer. Lokal investeringsvilje er noe av det viktigste som kreves for å skape nye turistmål. Dette er ofte den største utfordringen å finne mennesker og organisasjoner som har evnen og viljen til å satse lokalt.

## **Medlemmer fra Haram i Destinasjon Ålesund & Sunnmøre:**

Gunnabuda

Hatlehols trykkeri

Kulturkafeen

Skjeljavika hytteutleie

Brattvåg hotell

Sørengarden

Fjørtoft tur og fiske

I tillegg finnes det ulike fyrtårn som har noen tilreisende. Ulla fyr og Lepsøyrevet fyr er gjengangere. Det arbeides også med å registrere disse som reisemål i ulike portaler for lokal reise.

Destinasjon Ålesund & Sunnmøre har forsøkt å få til et busstilbud for cruise-turister som skal blant annet innom Lepsøya på den planlagte ruten. Sannsynligheten for at dette blir realisert vil nok øke etter Nordøyvegen er på plass.

(I. S. Remme, 17.04.2015)

## 3. Metode

### 3.1 Informasjonsinnhenting

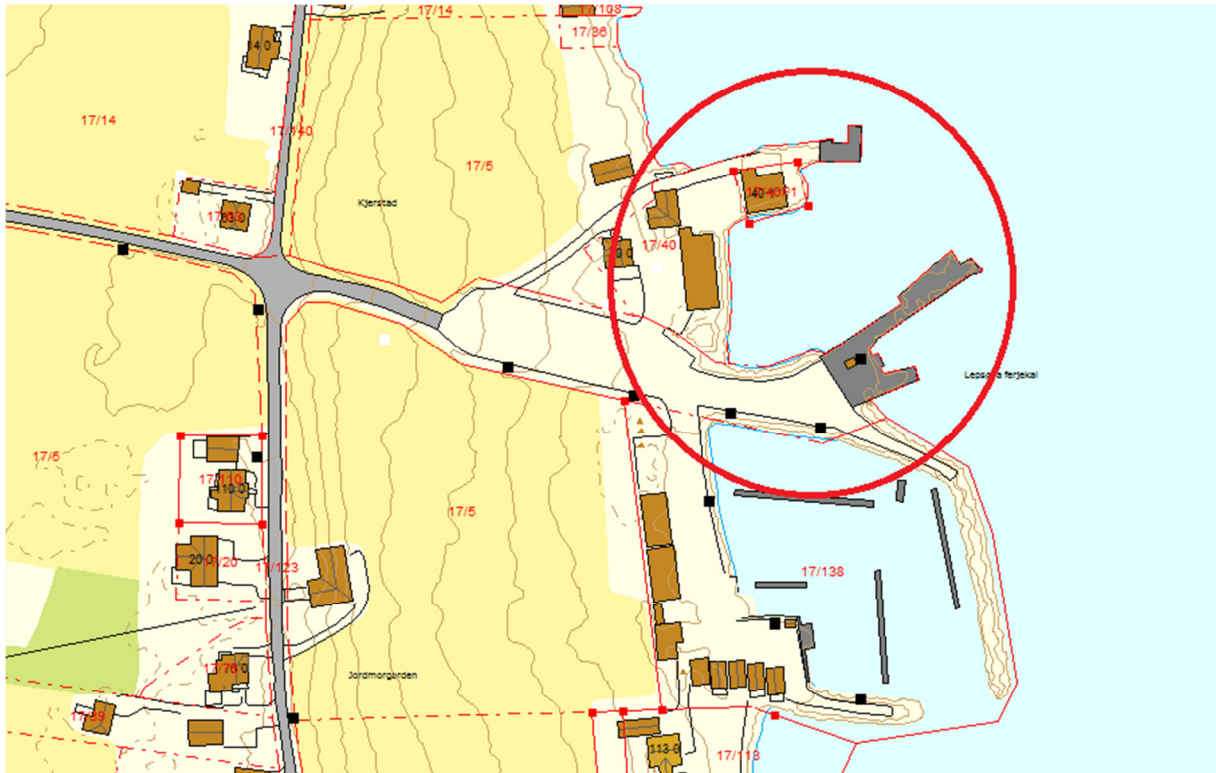
Ved startfasen laget vi et tankekart for å klare å danne et bilde av hva av informasjon vi trengte for å sette i gang med prosjektet, og hva slags grunnlag vi hadde å forholde oss til. Informasjonsinnsamlingen har blitt gjennomført ved forskjellige metoder som møter, befaring på det aktuelle området i Lepsøya, bruk av nettsider, og intervjuer av utvalgte beboere på øya. Det har vært veldig vesentlig å skaffe seg riktig god informasjon om plassen, for å kunne danne et bilde av hvordan det aktuelle området kan se ut i framtiden.

Det kan tenkes at det hadde vært veldig nyttig og intervjuet flere beboere som ikke er aktive brukere av området i dag, for å se mulighetene fra en annen side eller / fra en annen synsvinkel. Det kunne ført til at de også kunne få nytte ut av området. Men på grunn av oppgavens begrensede omfang så lot det seg ikke gjøre.

Vi var i møte med Haram kommune som var veldig avgjørende for prosjektet. Der fant vi ut om hva som var regulert tidligere i området og hva vi måtte forholde oss til med tanke på omregulering av området. Her fikk vi også gode innspill på hva som manglet på øya og hva som har vært i idefasen tidligere.

## 3.2 Befaring

Befaring av fergekaiområdet på Lepsøya ble utført av Kristoffer Mikkelsen, Daniel Lausund og Mikkel Ole Sokki torsdag den 22. januar 2015. Tanken med befaringen var å få oversikt over situasjonen og hva som var behovet i område. Hensikten med dette er for å kunne vurdere situasjonen med et godt grunnlag for videreutvikling av fergekaien og området. Det planlagte området ligger nærme sjøen sentralt på Lepsøya i planert terreng og grenser mot et fuglevernomsråde.



Rød ring indikerer det aktuelle området.

Ved denne befaringen snakket vi med lokale ildsjeler og utvalgte beboere for å få et innblikk i hva de ønsker og forventer å få ut av området. Intervjuene ga oss mange gode idèer rundt arealplanlegging. Det ble dannet et grunnlag for hva som var utnyttet på området og hva det kunne bli behov for i fremtiden. Vi luftet våre idèer om et felles fiskerimottak for noen ildsjeler som driver med selvstendig fiske. Dette ble positivt mottatt til tross for det er avgjørende å måtte betale en avgift for bruk av lokalet.

Andre del av befaringen gikk ut på å få en visuell oversikt over området hvor vi ser på mulighetene for ombygging. Konstruksjonen på fergelemmen ble inspisert, denne virket solid. Det ble observert at fergekaien hadde synlig armering og det hadde vært behov for en tilstandsanalyse til utbedring av kaien. Fergelemmen vil kunne skape et naturlig flatt punkt i horisontal stilling.

Dette så vi potensiale i å utnytte til annet formål som for eksempel fundament til en bygning. Eieren av eksisterende bygninger som ligger på området var ikke tilgjengelig under befarings, og det resulterte til mindre visuell befarings av bygningene.

Vi opplevde at den nåværende småbåthavnen var allerede fullt utnyttet. Det ble lagt merke til et naturlig havnebasseng på andre siden av fergeledden som vi så potensiale i å utnytte. Dypvannskaien på fergeledden har potensiale til å ta inn større passasjerbåter.

### Bilder:



Bilde 1: Delvis planert område



Bilde 2: Naturlig havnebasseng





Bilde 3: Fergekai



Bilde 4: Synlig armering på fergekai

### 3.3 Programvare

Det har blitt brukt to ulike programvare for å 3D-visualisere og skissere området. Vi har benyttet oss av tegneprogramet Archicad som vi har brukt til å utarbeide bygningene og terreng grunnlaget, som vi da videreutviklet i Lumion 3D. Til beregning av bærende innervegg til selskapslokalet har vi brukt Robot for å finne minimumskrav til armering, overdekning osv. Vi har brukt Ms-Project til prosjektstyring. Vi brukte dette for å lage et gantt diagram, for å få en god oversikt over fremdrift, planlagte aktiviteter og milepæler. Prosjektgruppen har tatt utgangspunkt og teorien fra undervisning og læring av program som har foregått gjennom studietiden. Archicad er basert på samme platform som programmet Autocad som vi har hatt undervisning i.

### 3.4 3D-Visualisering

3D-visualisering er en av de mest effektive måtene å selge et produkt på før produktet er helt komplett. Som oftest er det vanskelig å få en forståelse av romsligheten ut ifra klassisk arkitekttegning, her kan 3D-visualisering være løsningen for å få en felles forståelse og innblikk i prosjektet fra forskjellige vinkler.

3D-bilder kan være en god løsning å vise frem planene på, eller ta et prosjekt med på utstilling, uten å ta med produktet. Det er mye enklere å illustrere med 3D-film sammenlignet med bilder og tegninger. At folk kan se prosjektet i «virkeligheten» er veldig positivt med tanke på at berørte interessenter kan komme med innspill til hva som kunne vært bedre og hva som kunne blitt gjort annerledes. 3D-visualisering kan altså bidra både positivt og kreativt i prosessen, hvis det er vanskelig å se det endelige produktet

(3D-Norge, 2015).

## 4. Resultat

### 4.1 Prosjektering

Prosjektering av området rundt fergekai på Lepsøya har vært en krevende oppgave. Prosjektet har bydd på utfordringer som arealdisponering og utbygging av området. Det var mange faktorer å ta hensyn til.

Ved idefasen måtte vi finne ut om hvilket tiltak vi skulle benytte oss til skjerming for ekstremvær og flom. Prosjektgruppen valgte å utfylle en ny molo slik at uværet ikke treffer direkte inn på området hvor det skal bli bygget småbåthavn og rorbuer. Prosjektgruppen ser som en god løsning å få brukt massene fra tunellene som skal bygges i forbindelse med Nordøyvegen.

Det nye havnebassenget må utgraves for å få et dypere basseng, massene som utgraves kan også brukes til utfylling av molo.

Vi fikk godkjenning av Haram kommune om at vi kunne utforme og plassere rorbuene slik vi hadde tenkt, med 6 rorbuer langs sjøkanten på nordsiden av fergelemmen.

Området hvor rorbuene er tenkt plassert har et godt underlag bestående av store steiner og er planert med pukk og grus. Rorbuene har BRA størrelse på 79,22m<sup>2</sup> og er prosjektert etter standardkrav for fritidsbolig. Med tanke på at vi opererer i et uregulert område, har vi ikke tatt spesielt hensyn til strandsoneloven.

Det er planlagt en brygge framfor rorbuene som en ekstra skjerming mot bølger, dette for å hindre utglidning av masser. Etter den informasjonen vi har fått fra Haram kommune er de åpne for forslag til regulering av området. (H.Gjøsund, 18.02.2015)

Siden prosjektet mest sannsynlig skal driftes av lokalbefolkningen har vi valgt å bruke preaksepterte løsninger for å holde kostnader og tidsbruk nede. Disse løsningene er ferdig testet og det er dokumentert at de er godkjent til å brukes.

Selskapslokalet har vi valgt å plassere på kaien med en del av bygget over fergelemmen. Fergelemmen vil stives av i plan for å skape et flatt område. Det har kun vært en tanke på hvordan dette kan løses med lavest mulig kostnad. Det er ikke gjort statistisk beregning av stålkonstruksjonen eller av betongkonstruksjonen for å se om de uten forsterkning kan brukes til bæring. Det lot seg ikke gjøre å begynne med avanserte målinger og beregninger på grunn av oppgavens omfang.

## 4.2 Framgangsmåte til utarbeiding av ny reguleringsplan til kommunen



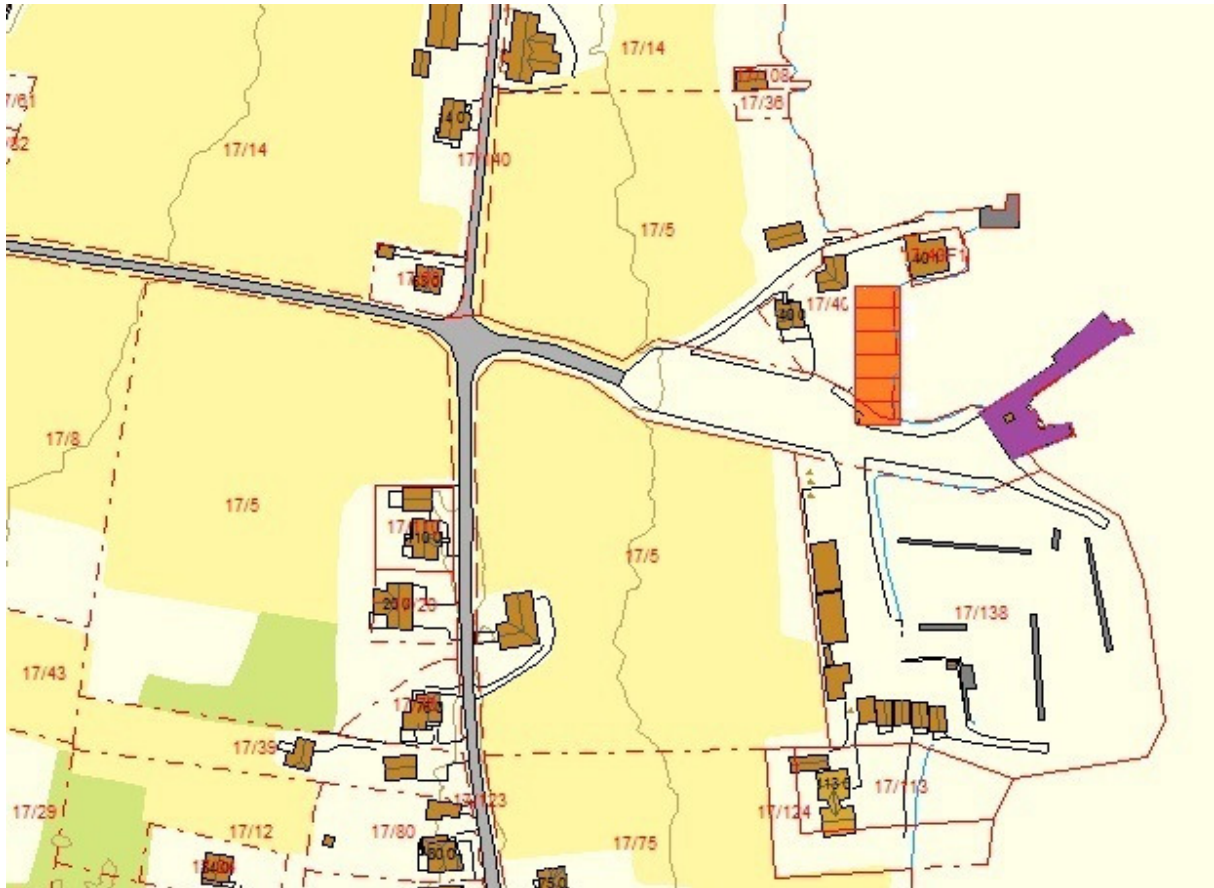
Figur 1: Viser framgangsmåten i en reguleringsprosess.

Hvis ikke kommunen selv kommer med en plan, holdes et offisielt oppstartsmøte mellom den som har forslag til endring av reguleringsplan og plan- og bygningsetaten for å avklare hvilke rammer som inngår i reguleringsarbeidet. Det er for å danne best mulig grunnlag for kommunens administrasjon så at de kan gi tidlige tilbakemeldinger og innspill i planprosessen.

Når et område skal omreguleres, skal den som er ansvarlig for arbeidet sørge for at det blir kunngjort en melding om dette, minst 1 alminnelig lest avis på stedet og gjennom elektroniske medier som for eksempel felles mail for de som er innblandet i saken.

I kunngjøringen skal det kort bli presentert hva som er tiltenkt formål med regulering, hva en kan forvente å få fra området. Partene som saken tilhører eller berører, som grunneiere, rettighetshavere og naboer skal bli kontaktet ved brev og få en rimelig frist for å uttale seg om de er uenige eller har andre forslag til reguleringen. For at det så blir sendt videre til kommunens faste utvalgte for plansaker. Ved omregulering av områder med eksisterende bebyggelse skal kommunen tilrettelegge forholdene til aktiv medvirkning fra de som bruker eller bor i området.

Når det er utarbeidet et forslag til reguleringsplan, skal det presenteres for det faste utvalget for plansaker i kommunen som tar en avgjørelse om dette skal legges ut til offentlig ettersyn. Utlegging til offentlige ettersyn betyr det at det blir presentert et fargelagt eksemplar av planen med tilhørende reguleringsbestemmelser og det legges ut til ettersyn i kommunens tettsteder og tettstedet rundt området det er igangsatt omreguleringsprosess. Hvis det er merknader som berørende har kommet med, så sendes reguleringsplanen i ny behandling til utvalget for plansaker. Når forslaget er ferdigbehandlet av det faste utvalget for plansaker, skal det presenteres videre for kommunestyret. Hvis kommunestyret ikke er enig i forslaget, kan styret sende planen tilbake til ny behandling med retningslinjer som kommunestyret synes det skal bli sett mere på og skal jobbes videre med. Et vedtak som kommunestyret avgjør kalles egengodkjenning. (Miljødepartementet, reguleringsplan, 2015)



(Haram kommune kart, 2015)

Ved omregulering av tidligere regulert området, så støter prosjektgruppen på to konfliktområder. Men dette trengte vi ikke ta hensyn til i følge Hege Gjøsund, Planutvikler i Haram kommune:

- Fuglefredningsområde gjelder mot selskapslokale
- Dyrelivsfredning i kommuneplanen

(H. Gjøsund, 18.02. 2015)

## 4.3 Nye bygninger

### Byggherre

Investor

### Prosjektansvarlig

Kristoffer Mikkelsen

Daniel Lausund

Mikkel Ole Sokki

#### 4.3.1 Prosjekt

Det skal utarbeides rorbuer av samme type på 79,22m<sup>2</sup> pr stk over to plan. Lyse og innholdsrike boliger med store vindusflater. Fritidsboligene inneholder et bad, 2 soverom og et lyst og luftig stue/kjøkken med utgang til solfylt terrasse.

Det planlegges også et selskapslokale på 174m<sup>2</sup>. En stor bygning med panoramautsikt over fjorden og med en terrasse som har et innfelt glass i terrassen for å kunne bli fascinert av det rike fiskelivet på en noe uvanlig måte. Selskapslokale inneholder kjøkken, toalett, et stort oppholdsrom med glassfasader for god utsikt og en solfylt terrasse.

Plassering av boliger og lokale på tomt, terreng og adkomst skal vises på kart.

#### 4.3.2 Prosjektets art og omfang

Prosjektet vil bestå av 6 rorbuer og et selskapslokale. Idyllisk plassering på Lepsøya med en fantastisk utsikt over havgapet. Rorbuene blir plassert i rekkeform for å få de integrert med omgivelsene. Boligene vil da ha balkong og vinduer vendt mot øst, sør-øst for å få mest mulig sol. Selskapslokalet blir plassert ute på den nåværende fergekaien og vil ha terrasse med panoramautsikt ut over havgapet.

Lepsøya er et idyllisk sted som ligger utenfor byen Ålesund. Her er det fine turområder, gode muligheter for både sjø- og fjellfiske og fine badestrender. En sjarmerende øy som bærer preg av å være et fiskevær, med "sentrum" rundt fergekaien. Her arrangeres øy-festen Lepsøydagene hvert år hvor befolkningen og besøkende samles, blir laget god mat med lokale råvarer.

(Bovedhavet, 2015)

### 4.3.3 Byggebeskrivelse av rorbuene

Dette er en beskrivelse av materialvalg og løsninger etter dagens krav og standarder i henhold til TEK10.

Reisverk – Lepsøy Consulting

Modell "Ror" – grunnflate på 48 m<sup>2</sup>

GNR/BNR: 17/40

Sted: Lepsøya i Haram

Modell: Reisverk

Dato: 03.02.2015

**Grunnarbeider:** Tomten utgraves og planeres i riktig høyde, klart for forskaling. Det graves grøfter for drenering, vann, kabler og kloakkledninger. Tomten planeres med massene som er på tomten.

**Gulv på grunn med bewi mursystem:** Det blir markisolert med 200mm Isofoam xps plater fra glava og radonsperre. Det blir bruk Bewi mursystem som armeres med hjørnearmeringer 100mm fra ytterkant og armerings nett, så sprøytes ferdig betong inn i bewi systemet. Bruker svillemembran for å forbedre ujevnheter og sikre tetthet under svill. Se vedlagt detaljtegning nr 1.

(Bewi, 2015)

**Forankring:** Forankringen er kontinuerlig fra fundamnetet opp til taket. Patentbånd fra fundament festet i stender, nytt patentbånd i overgang mellom etasjene og sist et bånd rundt taksperrer. Se vedlagt detaljtegning nr 2

(Byggforsk, 2011)

**Vindsperre:** GU-gips til avstivning av byggverk og første lag vindsperre. Det brukes vindsperre på rull for å redusere punkteringer og lekkasjer. Alle skjøter skal ha fast underlag, teipes og klemmes med lekter.

(Glava, 2015)

**Dampsperre:** Bruker inntrukket dampsperre for å unngå punktering. Alle skjøter skal ha fast underlag, teipes og klemmes til underlag med lekter.

(Glava, 2015)

**Yttervegg:** Utføres med stender 48x148mm, innvendig foring på 50mm. Dette gjør at varmetap reduseres og man unngår punktering i dampsperre når det skal strekkes rør. Vinduer og dører plasseres jevnt med ytre del av stender. Utvendig benytter vi oss av stående kledning. Dette utføres tradisjonelt med vanlig over og underligger.

Innvendig kledning med 13mm gipsplate, utvendig kledning med 9mm GU og 150mm og 50mm rockwool Flexi A-plater benyttes som isolasjon.  
(Rockwool, 2015)

**Tak:** Utføres som et enkelt skråtak. 250mm I-bjelke, med dampsperre på innsiden, 250 mm isolasjon, undertak, 50mm luftespalte, taktekning. Se vedlagt detaljtegning nr 3

250mm Rockwool Flexi A-plate, himling med ett lag 13mm gips på tre lekter.

140x440mm drager for understøtting til I-bjerkene  
(Byggforsk, 2007)

**Etasjeskiller:** Utføres med 350mm bredflensbjelker med c/c 600, stives av med 22mm sponplater egnet til gulv. Underside med lufttett sjikt, nedforing for el rør og himlingsplater. Se vedlagt detaljtegning nr 4  
(Sintef, 2010)

**Vindu og dører:** Vinduene er Komfort 1.2 levert av Trenor. 2-lags vinduer med U-verdi på 1.2W/m<sup>2</sup>K  
(Trenor, 2015)

Ytterdør type Canvas med sidefelt levert av swedoor. Innvendige dører leveres av samme leverandør.  
(Swedoor, 2015)

**Ventilasjon:** «Bygning skal ha ventilasjon tilpasset rommenes forurensnings- og fuktbelastning slik at tilfredsstillende luftkvalitet sikres»  
(Lovdata, 2010)

Fritidsbolig inntil 150m<sup>2</sup> BRA: Mekanisk avtrekk via ventilator ut gjennom yttervegg på kjøkken og bad. Alle soverom og stue får ventiler.  
(Byggforsk, 2010)

**Terrasse:** Er prosjektert med impregnerte materialer liggende rett på drenerende grus. Kan utføres med ringmur i betong om ønskelig.

**Balkong:** Utføres med søyler av dimensjon 150x150mm som støtter opp en drager med dimensjon 150x300mm. Bjelker er av dimensjon 48x148mm og terrassebord med dimensjon 28x98 mm. Se vedlegg Dimensjonering balkong

**El-installasjoner:** Det blir varmekabler på bad, el-punkter bestående av stikkontakter/brytere etc. Elektriker velger plassering og oppsett etter minimumskravene på TEK 10.  
(Standard, 2013)

**Sanitæranlegg:** Bli lagt rør-i-rør med fordeler skap. Rørlegger velger plassering og oppsett etter minimumskravene på TEK10.  
(Byggforsk, 2010)



**Brann:** Det kreves 1 brannslukningsapparat i første etasje, 2 stk i andre etasje og seriekoblet brannalarmer.  
(Byggforsk, 2010)

Vedlegg: Dimensjonering av bæresystem

#### 4.3.4 Byggebeskrivelse selskapslokale

Dette er en beskrivelse av materialvalg og løsninger etter dagens krav og standarder i henhold til TEK10.

Rammeverk – Lepsøy Consulting –

Modell "Selskapslokale" – grunnflate på 174 m<sup>2</sup>

GNR/BNR: 17/123

Sted: Lepsøya i Haram

Modell: Rammeverk

Dato: 23.04.2015

**Grunnarbeid:** Konstruksjonen på fergekaien må kontrolleres om den eventuelt må utbedres. Dette kan gjøres med en tilstandsanalyse nivå 2-3. Konstruksjonen må sjekkes i forhold til forankring av bygget. Dette er ikke blitt utført av prosjektgruppen.

**Gulv mot eksisterende betong:** Det blir benyttet Bewi mursystem som plate på mark, isoleres med 2 lags 10mm isopor, plastfolie, armeringsnett og så støpes gulvet med ferdigbetong.  
(Bewi, 2015)

**Vindsperre:** GU-gips til avstivning av byggverk og første lag vindsperre. Det brukes vindsperre på rull for å redusere potensielle lekkasjer. Alle skjøter skal ha fast underlag, teipes og klemmes med lekter.  
(Glava, 2010)

**Dampsperre:** Bruker inntrukket dampsperre for å unngå punkteringer. Alle skjøtene skal ha fast underlag, teipes og klemmes til underlag med lekter.  
(Glava, 2010)

#### **Yttervegger:**

Veggens bæresystem er varmvalset stålsøyler med dimensjon 100x100x3,6mm

Vegg med bindingsverk av tre

Utførelse av isolering rundt stålsøyler med bindingsverk av tre. Søylene blir dekket av brannisolasjon for å tilfredsstille holdbarhet mot svikt i bæresystem ved eventuell brann. (Firesafe, 2012)

Bindingsverk er av dimensjon 48x198 med 50mm påføring på innside for å unngå punktering i dampspærre. (Glava, 2010)

Utvendigfasade blir av et murpussystem levert av Weber. Der blir vindspærren montert på bindingsverket, så blir det lagt trykkimpregnert lekter før plater av typen Aquapanel Outdoor monteres. Platen tapes og sparkles i skjøtene. Deretter legges det på to lag murpuss med armeringsnett i første lag. Denne løsningen er bra med tanke på værbestandighet. (Weber-norge, 2015).

### **Vegg med glassfasade:**

Stålsøyler blir primet og malt med en maling som har høy brann motstand. Dette er for få fine overflater samtidig som det gir bedre holdbarhet mot brann.

(Firesafe, 2012)

Glassfaser/størrelse på glass blir spesialbestilt for tilpassing av bredde og høyde. System, produkt og leverandør avhenger av hvem som kommer med best tilbud.

### **Tak:**

Stålplatetak med kombinert løsning ved bruk av Glava EPS og Paroc steinull. Denne løsningen er godkjent for bygg i brannklasse 1-2.

Nedre sjikt blir utørt med Paroc ULP 50mm, midtre sjikt av Glava EPS S80 160mm og øvre sjikt med Paroc ROB80 30mm. Denne utførelsen av taket gir en U-Verdi på 0,151 W/m<sup>2</sup>K.

Det blir lagt 10 cm ekstra EPS i midten for å skape fall ut til sidene på tak. Se vedlagt detaljtegning nr 2.

Stålplatene på taket er av typen Trapezoidal sheet TR 85.280.1120 POSITIVE med tykkelse 0.75mm. Denne type stålprofiler tåler lange spenn og kan beregnes som en stiv skive.

Stålplatene understøttes av HE140B bjelker med senteravstand på 600mm og har et spenn på 5,8m.

(Glava, 2015)

**Vindu og dører:** Vinduene er Komfort 1.2 levert av Trenor. 2-lags vinduer med U-verdi på 1.2W/m<sup>2</sup>K

(Trenor, 2015)

Dobbel ytterdør med overlys og sidefelt levert av swedoor. Innvendige dører leveres av samme leverandør.

(Swedoor, 2015)

**Ventilasjon:** «Gjennomsnittlig frisklufttilførsel skal minimum være  $2,5 \text{ m}^3$  pr. time pr.  $\text{m}^2$  gulvareal når bygningen eller rommene er i bruk og minimum  $0,7 \text{ m}^3$  pr. time pr.  $\text{m}^2$ » (Dibk, 2010)

Det blir benyttet balansert ventilasjonssystem med mulighet for å manuell luft justering.

**Terrasse:** Hoved rammesystem må dimensjoneres etter at kai er restaurert, for å vite hvor lokale kan bli plassert og for da å vite hvilke spenn det blir på rammen.

**Innfelt glass i terrasse:** Bygges en stålramme rundt åpning. Gummibånd med minimumstykkelse på 5mm blir lagt på stålramme før innsetting av glass. Det blir lagt 3-lags laminert glass med minimum 0,76 mm folie. Anlegg under glassfelte skal være plant. Glassfeltet må ha hvile flate på 20-30mm og tykkelsen av underliggeren skal være 1 x glasstykkelse. Mellom glassene skal det være 4mm klaring hvor det blir lagt inn pakninger/forsegling med fugemasse. Polerte kanter skal bidra til å hindre bruddanvisninger i glasset. Vi får en Flatelast på  $5 \text{ KN/m}^2$  siden dette er i et offentlig miljø. Denne lasten er oppgitt i NS-EN 1991.

Se vedlagt detaljtegning nr 2.

(Glassportalen, 2015)

**El-installasjoner:** El-installasjoner blir utført etter minimums kraver etter TEK10 og NS.

**Sanitæranlegg:** Sanitæranlegg blir utført etter minimums kraver etter TEK10 og NS.

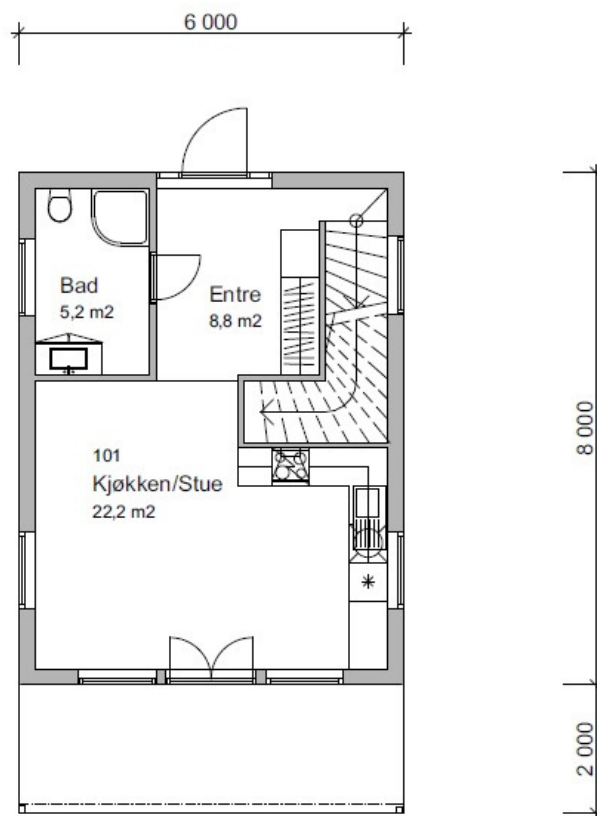
**Brann:** Det kreves 2 brannslukningsapparat i oppholdsrom, 1 på kjøkken og 1 i gang. Seriekoblet brannalarmer i alle rom.

(Dibk, 2010)

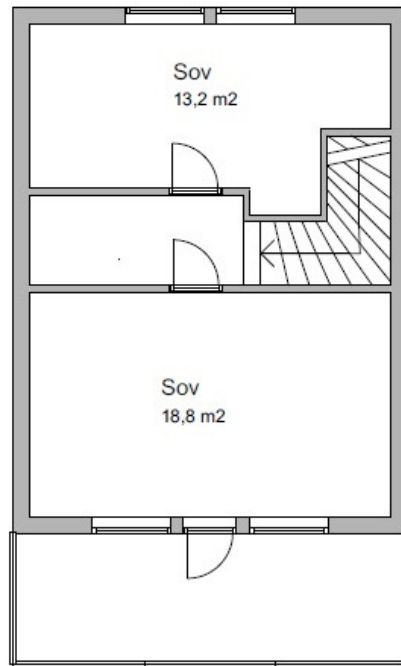
Vedlegg: Dimensjonering av byggets hovedbæresystem

### 4.3.5 Planløsning og plassering

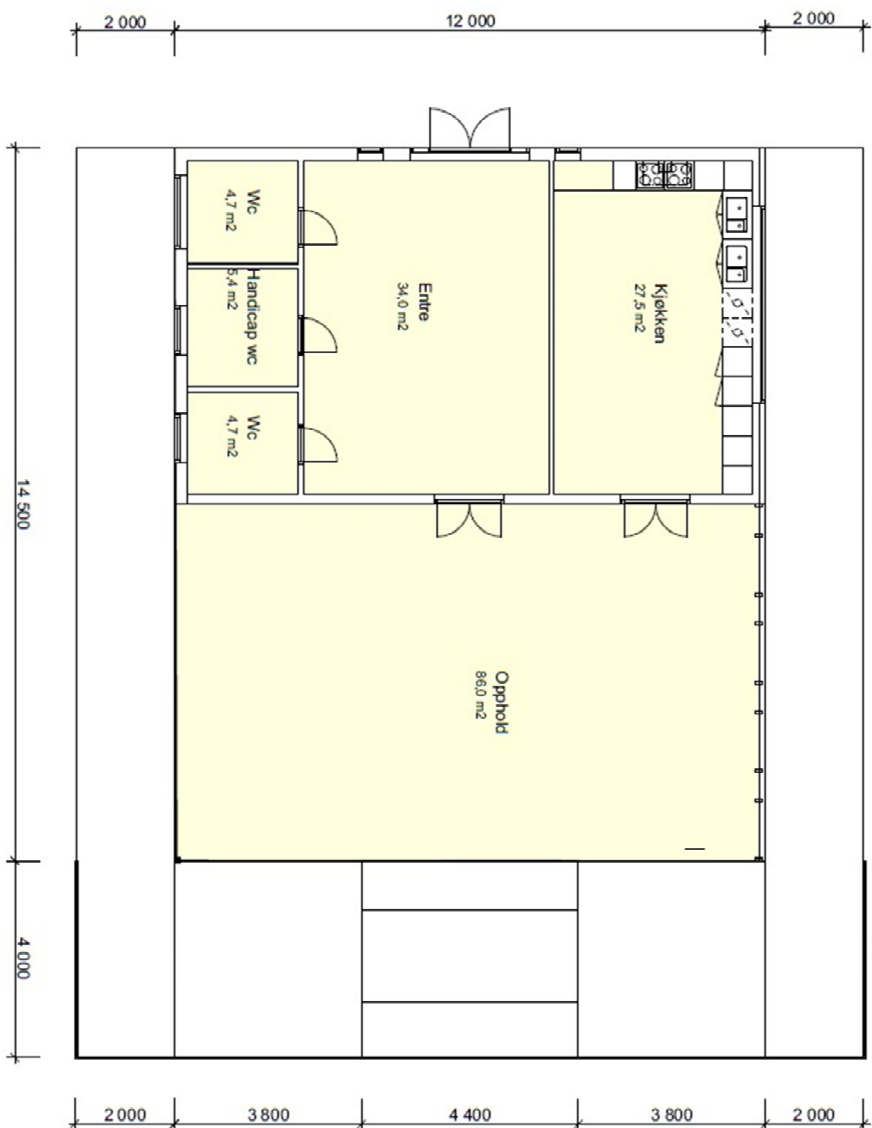
ARCHICAD EDUCATION VERSION  
GRAPHISOFT.



Skjema / Detalj: <b>Plan 1. Etasje</b> Rorbu Lepsøy	BYA: 48m <sup>2</sup>	BRA: 79,22m <sup>2</sup>	Målestokk: 1:100	Gnr./Bnr.: 17/40	Tegningsnr.: <b>A20-1</b>
	Prosjektnr.: <b>Prosjektnr.</b>	Dato: 02.03.2015	Tegner: <b>Tegnet av</b>		

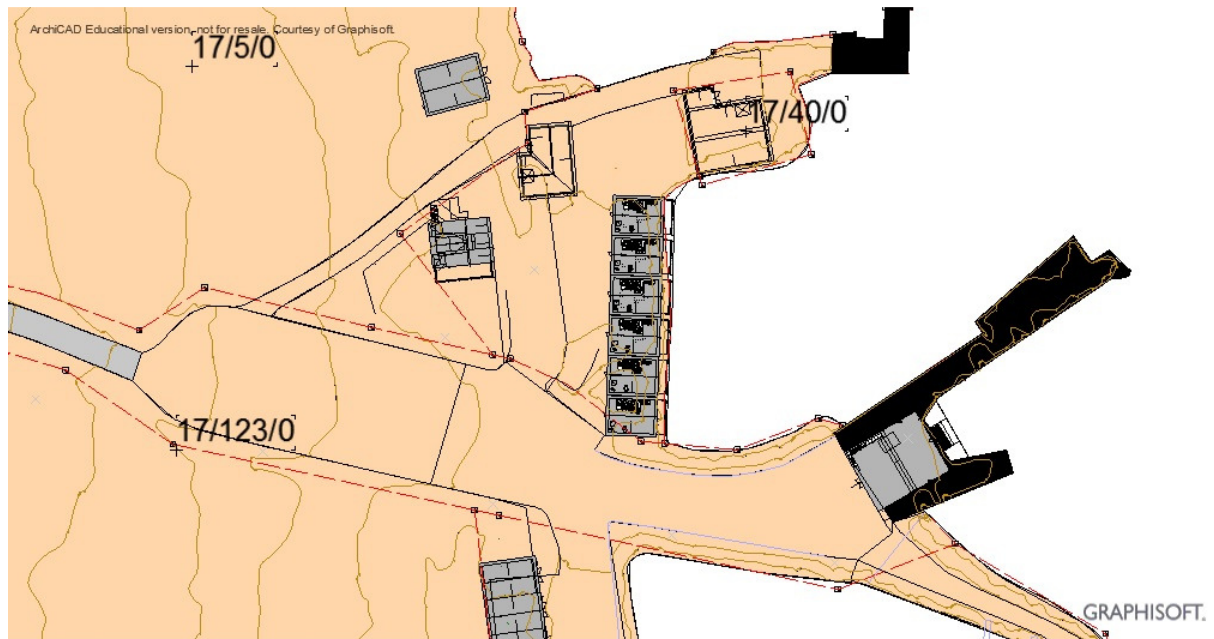


Skjema / Detalj: <b>Plan 2. Etasje</b> Rorbu Lepsøy	BYA: 48m <sup>2</sup>	BRA: 79,22m <sup>2</sup>	Målestokk: 1:100	Gnr./Bnr.: 17/40	Tegningsnr.: <b>A20-2</b>
	Prosjektnr.: <b>Prosjektnr.</b>		Dato: 02.03.2015	Tegner: <b>Tegnet av</b>	



Eggenavn / Dato:		BVA	BPA	Malingskode:	Siv./Biv.:	Arbetsnr.:
<b>Plan 1. Etasje</b>		200m <sup>2</sup>	161m <sup>2</sup>	1:100	17/7/13	A20-1
Selskapslokale Lepsey		Prosjekt:	Prosjekt:	Dato:	Tegnet av	
		Prosjekt nr.		10.03.2015	Tegnet av	

## Situasjonskart etter planlagt prosjektering



(Kart hentet fra Haram Kommune, redigert i Archicad)

### 4.3.6 Brannkrav

#### Inndeling i brannklasser

Bygningens brannklasse bestemmes ut fra de konsekvensene en brann kan innebære når det gjelder skader på liv, helse, samfunnsmessige interesser og miljø. Brannklassen bestemmes av risikoklassen og antall etasjer i bygningen eller seksjonen, og legges til grunn for å bestemme blant annet bygningers bæreevne ved brann. De aktuelle brannklassene er angitt i tabell 23.

Tabell 23

Brannklasse (bkl.) avhengig av virksomhetens risikoklasse og antall etasjer

Risiko-klasse	Type virksomhet	En etasje	To etasjer	Tre og fire etasjer	Fem eller flere etasjer
1	Garasje, skur, driftsbygning i landbruk	— <sup>1)</sup>	Bkl. 1 <sup>1)</sup>	Bkl. 2	Bkl. 2
2	Kontor, industri, lager, parkeringshus	Bkl. 1	Bkl. 1	Bkl. 2	Bkl. 3
3	Barnehage og skole	Bkl. 1	Bkl. 1	Bkl. 2	Bkl. 3
4	Bolig	Bkl. 1	Bkl. 1	Bkl. 2 <sup>2)</sup>	Bkl. 3
5	Salgs- og forsamlingslokale	Bkl. 1	Bkl. 2 <sup>3)</sup>	Bkl. 3	Bkl. 3
6	Overnattingssted, pleieinstitusjon	Bkl. 1	Bkl. 2 <sup>4)</sup>	Bkl. 2	Bkl. 3

(Dibk, 2010)

### **Rorbu er i risikoklasse 4 og brannklasse 1**

Bygninger i brannklasse 1, for eksempel frittliggende og sammenkjedede eneboliger eller rekkehus inntil to etasjer med mindre avstand til nabobygning enn 8,0 m, må ha branncellebegrensende bygningsdeler med brannmotstand EI 30 eller bedre. Inntil videre kan man også benytte vegger og tak med klassifisert brannmotstand B 30 i henhold til NS 3919.

Nødvendig brannmotstand kan også oppnås hvis begge bygningene har brannmotstand EI 15. SINTEF Byggforsk anbefaler å utføre den ene bygningen med yttervegg og tak med 30 minutter brannmotstand, dvs. REI 30 eller EI 30.

Da fritidsboligene blir plassert nærmere enn 4 meter til hverandre, blir yttervegger og tak utført i brannklasse B30 (REI 30) for å oppnå bedre sikkerhet i mellom boenhetene.

(SINTEF Byggforsk, 2015)

### **Selskapslokalet er i risikoklasse 5 og brannklasse 1**

Bygninger i én etasje i risikoklasse 2, 3 og 5 kan ha hoved- og sekundærbæresystem med brannmotstand R 15, men branncellebegrensende konstruksjoner må understøttes med konstruksjoner med tilsvarende eller høyere brannmotstand.

### **Innvendige overflater og materialer**

Andre rom. Bygninger i brannklasse 1 kan ha overflater klasse D-s2,d0 (In 2).

### **Yttervegger og taktekning**

Bygninger i brannklasse 1 kan ha utvendig overflate i klasse D-s3,d0 (Ut 2).

Taktekning skal ha klasse B<sub>ROOF</sub>(t2) (Ta) hvis ikke risikoen for smittebrann er liten, for eksempel ved at det er stor avstand til nabobygninger. Liten risiko må i så fall dokumenteres

(SINTEF Byggforsk, 2015)



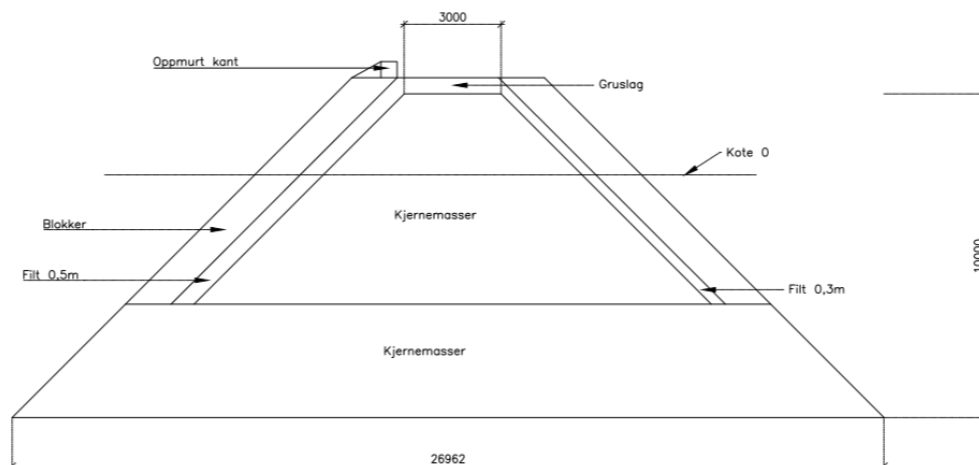
## 4.4 Masseutfylling

Utarbeidelse av molo for å skjerme småbåthavnen for vind og bølger. Den nye moloen vil være en forlengelse av eksisterende molo som ligger lengst nord ved fergekaiområdet. Forlengelsen vil være på rundt 40m.

Det er planlagt tre nye tunneller i nærområdet (Hestøya-Austnes 3.5km, Skuløya/Flemsøya-Stongnes 5.6km og Fjørtofta-Myklebust 3.4km). Det bør jobbes mot å få bruke steinblokker og masse fra dette prosjektet.

(Vegvesen, 2015)

### Beskrivelse:



Moloen blir utført som en konvensjonell molo med plasteringslag ytterst, kjernelag innerst og filterlag ovenpå kjernen. Plasteringslaget er blokker av stein, disse må dimensjoneres etter værforhold. Filterlaget på sjøsiden må være noe tykkere enn på havnesiden, på grunn av at det er større værpåkjenninger på den siden. Kjernelaget er bestående av grove steinmasser. Det blir murt opp en kant mot sjøside for bedre værmotstand og et bedre estetikk.

Har anslått i beregningene at nødvendig gjennomsnittshøyde på molo er ca 10m.

Kjernemasse = 5500-6000m<sup>3</sup>

Filter = 400m<sup>3</sup> (brukt 0,5m på sjøside og 0,3m på havneside i estemering)

Plastring 800-900m<sup>2</sup>

Grunnforholdene må sjekkes iforhold til bæreevne av molo og eventuell fare for utglidning.

Dimensjonering av størrelse på steinblokker etter bæreevne, vær og vind, lastpåkjenning og brukstid.

Filterlagets oppgave er å hindre at de fine massene i kjernen skylles ut slik at fundamentet svikter.

Plastringen er hovedværet mot bølger og strømmende vann. Disse skal bryte opp bølgene slik at kraften blir mindre mot kjernelaget.

(Norconsult, 2015)

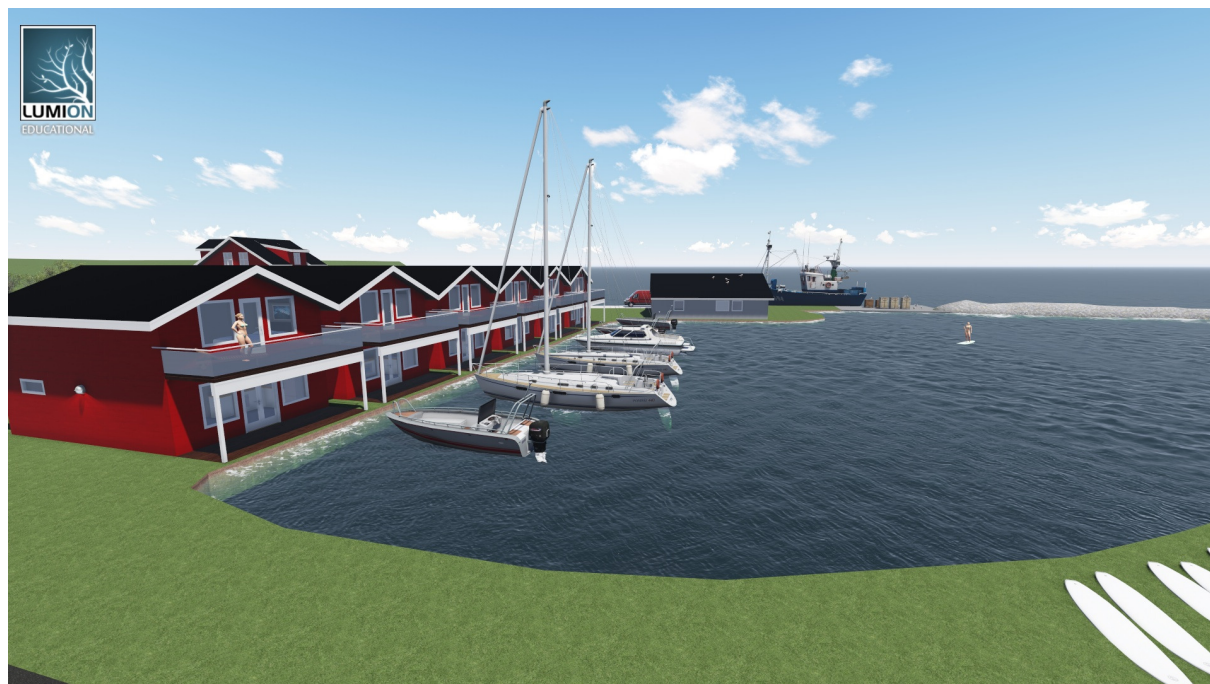
**Moloen er ikke ferdig dimensjonert, den er kun brukt anslåtte verdier.**

#### **4.5 Konseptet med fritidsboliger og selskapslokale**

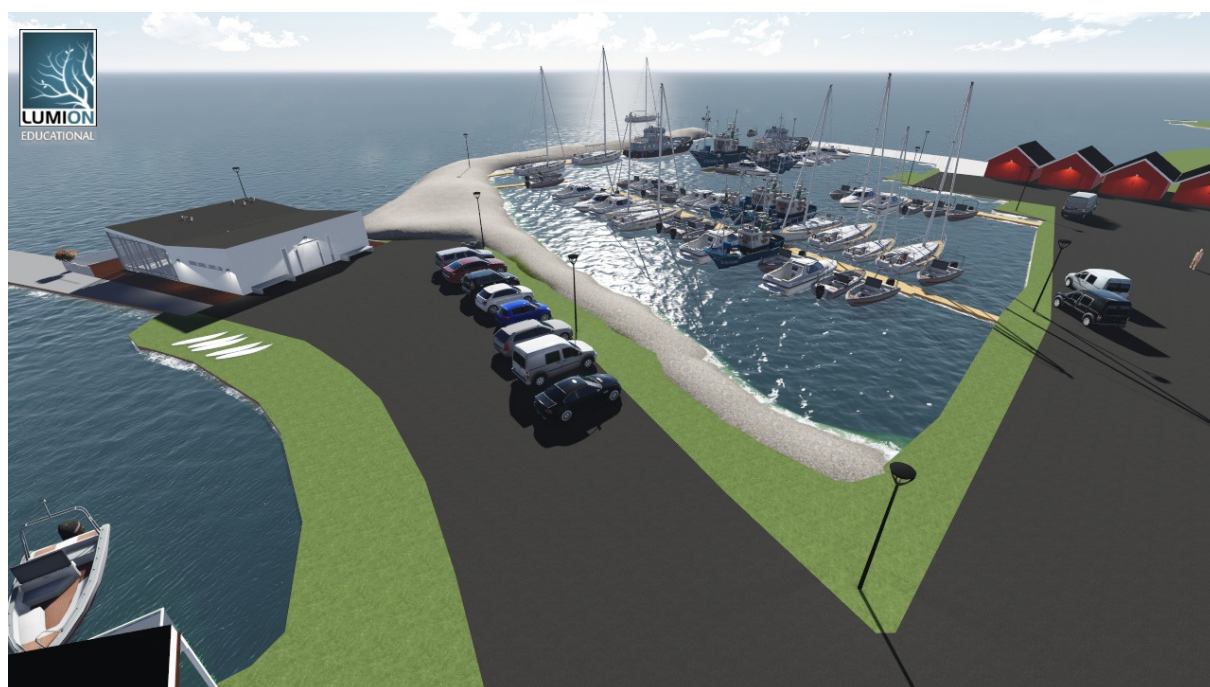
Prosjektgruppen har tenkt på konseptet rundt fritidsboligene som et oppsett med ulike utleiemuligheter. Tanken rundt dette er at fritidsboligene skal leies ut og at det er mulig å leie seg en båt, fiskeutstyr, surfebrett og en guide på sikt. Det er blitt tilrettelagt ekstra bra for fisketurister som det har vært stor pågang på de foregående årene. De skal da ha muligheten til å leie alt de trenger for en bra fiskeopplevelse.

Selskapslokale er tilrettelagt for at det kan være som en kafe og konferansesal. Kafèn kan ha faste åpningstider når det er høysesong for turister. Lokalet kan leies ut til bedrifter som ønsker å ta med ansatte på en båttur til Lepsøya for å holde en konferanse/julebord. Fritidsboligene kan leies ut i samhold med slike sammenkomster.

## 4.6 3D-bilder



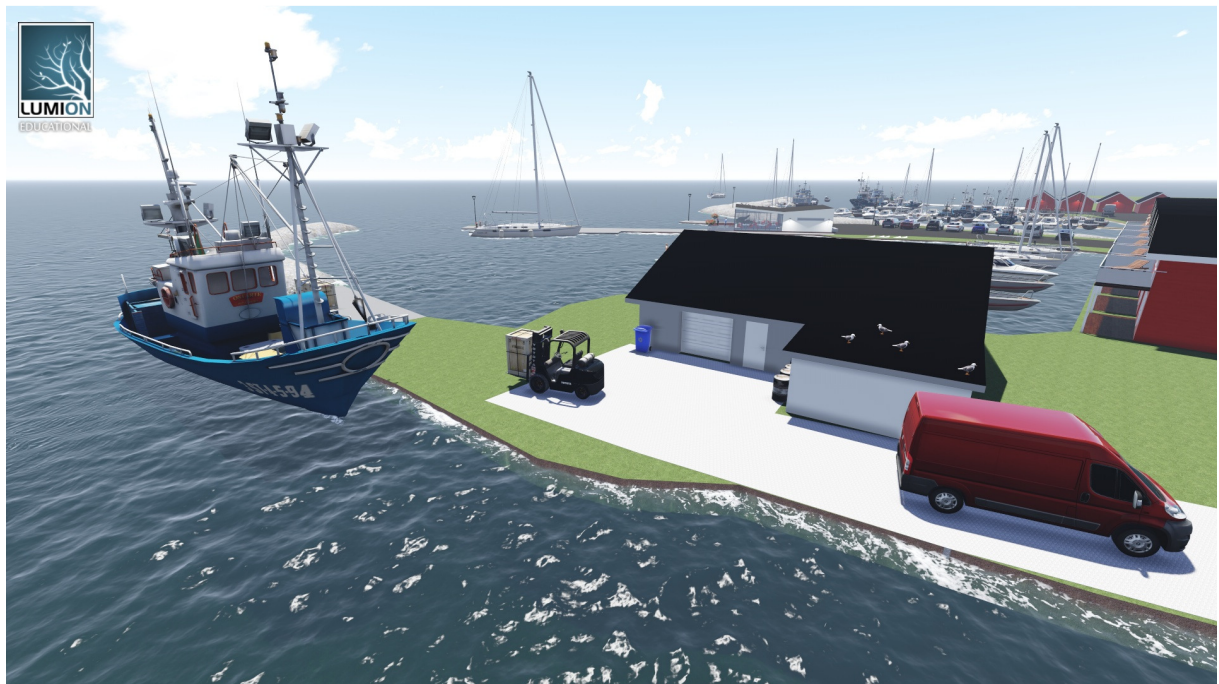
Oversikt 1



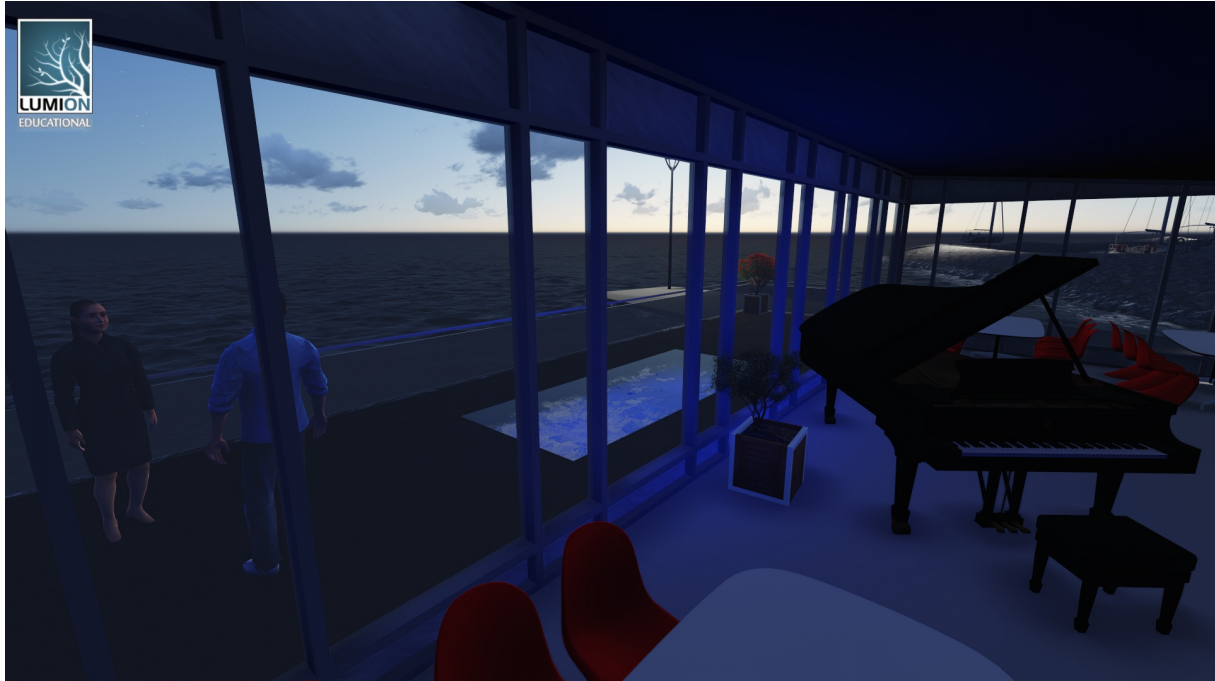
Oversikt 2



**Oversikt 3**



**Fiskerimottak**



**Balkong på selskapslokale med gjennomsiktig gulv**

#### 4.7 Film over området

Filmen som vi har laget over området, viser vår idè til hvordan området kan se ut ved gjennomføring av dette prosjektet. Filmen blir vist ved fremføring av denne oppgaven og levert sammen med rapporten.

(Hentet fra Lumion 3D)

#### 4.8 Forretningsplan

##### **Bakgrunn**

Denne forretningsplan er utarbeidet i forbindelse med en bacheloroppgave som omhandler et idèprosjekt rundt fergekaien på Lepsøya som med tiden skal ut av drift grunnet planlagt fastlandsforbindelse. I den forbindelse har studentgruppen utarbeidet planer som i hovedsak inneholder planer om bygging og drift av rorbuer med diverse fasiliteter som er ment for utleie. Tyngden i forretningsplan ligger likevel i driften av rorbuer og selskapslokale, det kan tenkes at byggingen er mest hensiktsmessig gjøres av innleide fagfolk. Oppgaven er gitt av ”Bo ved havet” ved Anne Breiby. Hvor vidt studentgruppens idèer er gjennomførbar må vurderes av fagfolk og eventuelt investorer som er interessert i utleievirksomhet og turisme i Haram kommune.

I denne forretningsplan tas det utgangspunkt i et nyetablert firma "Lepsøy Rorbuer AS" skal bygge og drifte 6 rorbuer med tilhørende fasiliteter og utstyr.

## **Visjon**

Vår visjon er å skape et unikt fristed for både turister og lokale. Et sted med ulike funksjoner som skaper en komplett opplevelse som blir omtalt i en rekke land.

## **Forretningsidè**

Bedriften skal i all hovedsak fungere som et driftselskap. Det innebærer å ta vare på de verdier som er skapt og sørge for nok aktivitet og holde prisene på et nivå som skaper en sunn økonomi.

Kundene vil komme fra ulike kundegrupper, det gjelder derfor å fange interessen fra ulike kanaler. Ved å bruke lokale entreprenører skapes det arbeidsplasser lokalt som kommer samfunnet til nytte med tanke på vekst i kommunen.

## **Beskrivelse av virksomheten**

Så snart virksomheten er oppe og går vil kjernevirksomheten i hovedsak dreie seg om utleie samt forvaltning, drift og vedlikehold av bygninger og utstyr.

Ulike funksjoner som skal driftes er:

- Utleie av Rorbuer
- Utleie av småbåter
- Utleie av fiskeutstyr
- Utleie av selskapslokale
- Utleie av båtplasser

## **Produkter og tjenester**

- Lokale for større selskap/kafe
- Båtplasser
- Guide
- Tilberedning av fisk i eget mottak
- Historiske opplevelser av materialer fra gamle naust

## Type kunder

- Turister
- Ferierende
- Lokale
- Besøkende
- Bedriftskunder

## Hvordan komme i kontakt med kunder

For å komme i kontakt med kunder og formidle et salg finnes det primært 2 alternativer, Direkte salg og indirekte salg. Med indirekte salg ønsker vi å kunne fange kundenes oppmerksomhet nok til å kunne gjennomføre et direkte salg lokalt eller via ulike bookingtjenester.

- Direkte salg
  - Web booking
  - Salg via båthavn
- Indirekte salg
  - Annonsering
  - Reiseblader
  - Aviser
  - Sosiale medier

## Dekkende behov

- Overnatting
- Båtplass
- Båtleie
- Guide
- Måltider

## Finansieringsalternativer

Etter samtale med nøkkelpersoner i småbåtforeningen på Lepsøya og kommuneansatte i Haram kommune har vi konkludert med at prosjektet er avhengig av kapitalstøtte for å bli realisert. Vi har valgt vurdere mer enn en finansieringsløsning for å holde ulike muligheter åpne. Dette også for å kunne tiltrekke investorer som ikke nødvendigvis er lokale, men også tunge investorer som ønsker å satse på turistnæringen på Sunnmøre.

Prosjektgruppen har utarbeidet forretningsplan som kan være et alternativ for finansiering. Forretningsplanen er utarbeidet for Lepsøya småbåtforening som er aktive brukere av småbåtkaiene og området som skal utvikles

## Nøkkelen til suksess

- Bo ved havet
- Rik naturopplevelse
- Fiskemuligheter

## Uavklarte momenter som må avklares før realisering er mulig

For å kunne realisere Lepsøy Rorbuer AS er det viktig å utarbeide kostnadsanalyse, driftsbudsjett, investeringsbudsjett, likviditetsbudsjett, finansieringsplan, lønnsomhetsvurdering og risikofaktorer. For å kunne realisere dette prosjektet er det nødvendig med en eller fler investorer, eller finansiering via bank. Desto viktigere er det med en kostnadsanalyse over bygging av anlegget, samt driftskostnader som bør sammenlignes opp mot driftsinntekter. Dette vil antageligvis gi svaret på om drift av rorbuer er lønnsomt.

## SWOT-analyse

Styrker	Svakheter
<ul style="list-style-type: none"><li>• Bo ved havet</li><li>• Nær tilgang til fisk/skalldyr</li><li>• Flott natur</li><li>• Dyreliv</li><li>• Stille/rolig</li><li>• Godt samhold i samfunnet</li><li>• Aktiviteter</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Begrenset økonomi</li><li>• Begrenset marked</li><li>• Lavsesong utleie</li><li>• Værhardt</li><li>• Begrenset arbeidsplasser</li></ul>
Muligheter	Trusler
<ul style="list-style-type: none"><li>• Utleie av rorbuer, båter og utstyr</li><li>• Arrangerte utflukter</li><li>• Fiske</li><li>• Friluftturer</li><li>• Økt turisme</li><li>• Opplevelser utenom det vanlige</li><li>• Økende marked med tanke på fastlandsforbindelse</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Om fastlandsforbindelsen ikke blir realisert</li><li>• Om ildsjeler forsvinner</li><li>• Mye dårlig vær</li><li>• For lav driftsinntekt</li><li>• Tillatelse om overnatting i rorbuer</li></ul>

Vedlegg: Forretnings modell



## 4.9 Turistnæringen

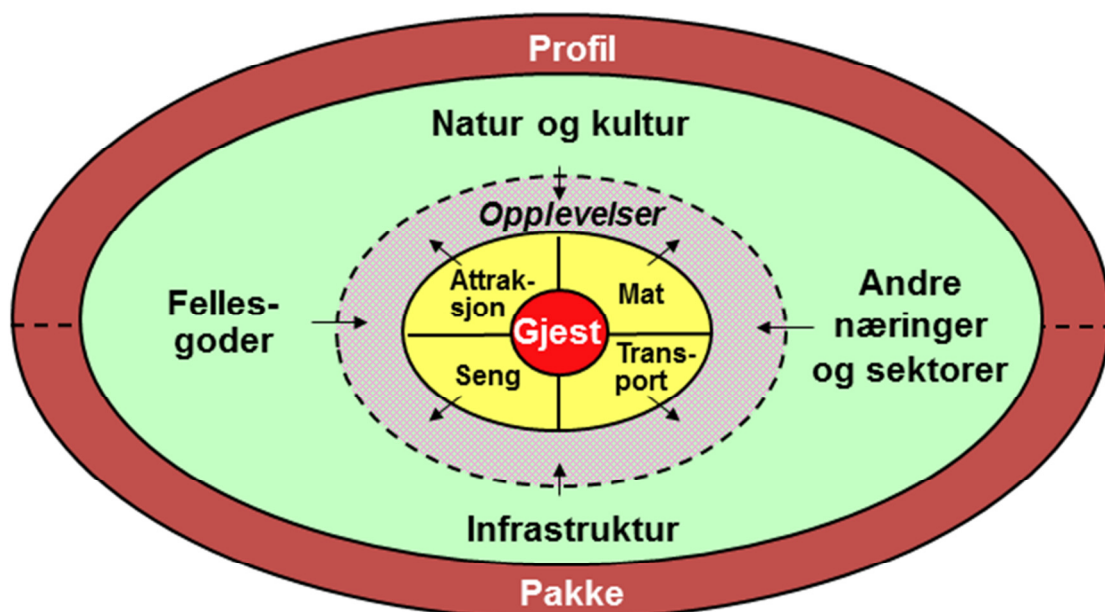
### Turistmuligheter på Lepsøya

Ordføreren i Haram, Bjørn Sandnes har tidligere uttalt til NRK at Nordøyvegen vil skape et stor potensiale for turisme i Haram.

Lepsøya sitter allerede på unike kvaliteter for turisme, og potensiale er stort. Om vi lykkes med å få Lepsøya ut på det utenlandske markedet vil behovet for overnattingsmuligheter bli stort. I dag eksisterer det kun private feriehus for utleie. Disse blir ofte utleid via bekjente eller familie. Ved å tilby mer tilpasset feriehus med gode fasiliteter på utleiemarkedet kan dette skape en helt ny næring på Lepsøya med nye arbeidsplasser. (Høyberg, 2014)

### Helhetlig reiselivsprodukt

Som vist i figur er kunden i sentrum omringet de viktigste kravene en gjennomsnittlig turist har. Mat, transport, seng og attraksjon. Dette er omringet av en opplevelser kunden ved dette sitter igjen med. Totalopplevelsen er igjen avhengig av at faktorene rundt selve opplevelsen. Dette utgjør totalt en pakke som er det kunden danner seg et bilde av.



Figur 2: Viser hva en turistpakke inneholder

## 5.Diskusjon

### 5.1 Planlegging av området og 3D-modellering

Ved planlegging og prosjektering av fergekai området på Lepsøya har vi fått bruk for kunnskapen vi har fått gjennom studieperioden. Vi har fra begynnelsen vært klare på hvordan vi skulle gå fram for å komme opp med et forslag til hva området kan brukes til. Det å komme fram til selve løsningen er ikke så innviklet og vanskelig, men vi føler at vi har levert et prosjekt som er blitt nøye vurdert. Vi har hatt møter med forskjellige folk og aktører for å bekrefte at vår idè kan være en god, lønnsom og gjennomførbar løsning. Dette kan ikke fastslås med 100 prosent sikkerhet før Nordøyvegen er ferdigstilt å man ser hvilken utvikling det har for samfunnet på Lepsøya.

Hovedmålet med oppgaven har vært å finne mulige løsninger på hva man kan bruke den nedlagte kaien og omkringliggende område til. Vi har tenkt å få plassert et selskapslokale med eksklusivt preg over seg på kaien, som et trekkplaster ut til Lepsøya. Er også blitt satset på nye rorbuer med egne båtplasser. Disse vil være med på en totalpakke til turister som vil ha seg en god fiske/tur opplevelse.

Modellering av området med dataverktøy og få laget en film over området som viser våre idèer har vært veldig viktig i denne oppgaven. Denne delen av oppgaven har vært krevende og tatt mye tid. Dette er grunnet selvlæring av nye programvarer og nye funksjoner på programvare som vi tidligere har brukt. En del tid har gått til prøving og feiling. Vi opplevde at det var vanskelig å få plassert bygningene i terreng med rette høyder, dette er på grunn av mangel på kunnskap til programvaren vi brukte til 3D-visualisering. Detaljgraden kunne vært bedre, men dette lot seg ikke gjøre i studentversjonene vi hadde tilgang på.

Alt i alt mener vi at vi har levert et fullt gjennomførbart forslag til bruksendring av området.

### 5.2 Evaluering av oppgaven

Oppgaven har siden først dag vært en spennende oppgave grunnet varierende arbeidsoppgaver, og ganske frie tøyler hvor vi kunne la fantasien ta overhånd. Vi har likevel forsøkt å være så realistisk som overhode mulig med tanke på hva som er mulig å realisere og ikke minst finansiere.

Underveis i oppgaven har vi tilegnet oss kunnskap og erfaringer med prosjektering og dimensjonering av bygninger og delvis infrastruktur. Tegning og 3D-modellering har stått i fokus gjennom hele oppgaven. Dette for vi mener dette har vært avgjørende for å selge inn våre idèer om hva områder rundt fergekaien kan brukes til.

## 6.Konklusjon

Hovedoppgaven har resultert i bruksendring av fergekai og omkringliggende område. Område vil kunne trekke turister og gjøre Lepsøya mer attraktiv for de som vil bosette seg “på landet”. Vi har valgt å legge vekt på nytt selskapslokale og rorbuer som videre kan utvikles til en forretningsidé, nytt havnebasseng med tilhørende båtplasser og turist- og businessmodell som gir en innføring i hvordan vi mener dette kan driftes.

Selskapslokale og rorbuene er mest trolig avhengige av investorer for å kunne realiseres, eventuelt finansiering til de som vil bygge og drifte lokalene. Dimensjoneringen ble utført med programvarer som vi har hatt kjennskap til i studieperioden og tabeller som materialleverandører har. Dimensjoneringen kunne blitt gjort manuelt med metoder fra ulike fag, men vi har konkludert at programvarer har spart oss for mye tid og unødvendig arbeid. Vi har hentet statiske beregninger ut fra programmet, noe som vi måtte ha regnet for hand ved å bruke metoden vi har blitt undervist i.

Arbeidet med nytt havnebasseng er realistisk å kunne gjennomføre på dugnad, men kan også tenkes at det vil kunne havne i en pakkeløsning med en eventuell investor. Utvidelse av molo kan gjennomføres på en billig måte ved bruk av masse fra tunnelbyggingen i forbindelse med Nordøyvegen. Dette vil også være positivt for entreprenør som unngår å kjøre lengre strekninger med overskuddsmasser.

Ombygging av eksisterende bygninger ble ikke en del av oppgaven slik som gruppen hadde sett for seg. Det viste seg at vi ikke hadde full adgang til fiskemottaket som var tiltenkt med i “konseptet“. Dermed ble det vanskelig å ta vurderinger av bygningen med godt nok grunnlag for videre prosjektering. Ved en utvendig visuell befaring kunne vi konkludere med at bygningen har potensialet til å kunne settes i stand med enkle tiltak for oppussing.

Kostnadsberegninger ble utelukket i oppgaven. Ville vært veldig nyttig og innhentet tilbud fra forskjellige leverandører og entreprenører med tanke på at høyst sannsynlig så er det en investor som prosjektet er avhengig av, men det lot seg ikke gjøre på grunn av oppgavens omfang. Gruppen valgte å ta hensyn til lavest mulig kostnad ved å bruke løsninger som ikke krever spesiell kompetanse eller med gjør dyre materialvalg. Løsningene vil også minke arbeidstimer i den totale timeberegningen for prosjektet, på grunn av det er blitt benyttet pre-aksepterte og standard løsninger.

Det vil være vanskelig å si om prosjektet kommer til å være lønnsomt før Nordøyvegen er ferdigstilt og man ser hvilken utvikling dette medfører. Slik som vi konkluderer så vil prosjektet medføre til flere arbeidsplasser og flere besøkende som igjen er mer inntekt til samfunnet og kommunen.

Oppgaver vi kunne jobbet videre med:

- Foretatt en komplett tilstandsanalyse av fergekaien.
- Befaring/tilstandsanalyse av fiskerimottaket.

## 7.Referanseliste

### **Forord:**

Breiby, (23.05. 2014) *Prosjekt bo ved havet* [Internett], Lepsøya, Bo ved havet. Tilgjengelig fra: <http://www.bovedhavet.no/index.php/bo-ved-havet>  
[Lest 03.03.2015].

### **Tek10 Generelt:**

Glava (September 2013) *Energi* [Internett], Glava. Tilgjengelig fra:  
[http://www.glava.no/sitefiles/1/dokumenter//ProdDok\\_1500\\_1.pdf](http://www.glava.no/sitefiles/1/dokumenter//ProdDok_1500_1.pdf)  
[Lest 26.02.2015].

### **Detaljtegninger:**

Byggforsk (September 2007), Detaljtegninger, [Internett], Byggforsk  
Tilgjengelig fra:  
<http://bks.byggforsk.no/DocumentView.aspx?sectionId=2&portalMenuId=0&nodeId=472&level=2&documentId=381>  
[Lest 02.03.2015]

### **Lover og regler serveringssteder**

Byggforsk (April 2006), Planløsning, [Internett], Byggforsk  
Tilgjengelig fra:  
<http://bks.byggforsk.no/DocumentView.aspx?sectionId=2&portalMenuId=0&nodeId=155&level=1&documentId=3241>  
[Lest 04.03.2015]

### **Brannkrav utleie fritidsbolig**

Dsb (Mars 2007) Brannsikker utleie av hytter og fritidsboliger [internett],dsb.  
Tilgjengelig fra:  
[http://www.dsb.no/Global/Publikasjoner/2007/Andre/faktaark\\_hytte.pdf](http://www.dsb.no/Global/Publikasjoner/2007/Andre/faktaark_hytte.pdf)  
[Lest 06.03.2015]

### **Utførelse brannkrav vegg og tak**

Rockwool (2015), Brannsikker isolasjon,[internett], Rockwool  
Tilgjengelig fra:  
[http://download.rockwool.no/media/17736/brann\\_og\\_lydisolering\\_ROCKWOOL.pdf](http://download.rockwool.no/media/17736/brann_og_lydisolering_ROCKWOOL.pdf)  
[Lest 06.03.2015]

### **Bjelkelagstabeller**

Sembruk (2015), Masonite I-Bjelker, [internett], Sembruk  
Tilgjengelig fra:  
[http://www.sembruk.no/Customers/sembruk/documents/Produkter/0909\\_Masonite\\_I\\_bjelker\\_B149\\_TivJt.pdf](http://www.sembruk.no/Customers/sembruk/documents/Produkter/0909_Masonite_I_bjelker_B149_TivJt.pdf)  
[Lest 12.03.2015]

### **Sperretabeller**

Masonite (2015), Bjelker, [Internett], Masonite

Tilgjengelig fra:

<http://www.masonite.no/media/98961/sperrer-normale-sn%C3%B8laster.pdf>

[Lest 12.03.2015]

Kjerstad ([nk@hials.no](mailto:nk@hials.no)), Sendt 20.03.2015

### **Nordøyvegen- Betydning for Lepsøyaa**

[Kris-mikkelsen@hotmail.com](mailto:Kris-mikkelsen@hotmail.com)

### **Småbåthavn**

Proff.no (19.03.2015), Bedrifter Lepsøya småbåtforening, [Internett], Proff

Tilgjengelig fra:

<http://www.proff.no/selskap/leps%C3%B8y-sm%C3%A5b%C3%A5tforening/kjerstad/fritidsvirksomhet/IEUDSIO10NJ/>

[Lest 20.03.2015]

Kjerstad (Harald Kjerstad), Sendt 22.01.2015

### **Småbåthavn**

Daniel Lausund

### **Turistnæringen i Haram**

Destinasjon Ålesund & Sunnmøre ( 26.05.2014) Sluttrapport Giske kommune, [Internett],

Destinasjon Ålesund & Sunnmøre

Tilgjengelig fra: <https://www.giske.kommune.no/Handlers/fh.ashx?Mid1=675&FilId=2716>

[Lest 02.04.2015]

Remme ([inger.synnove.remme@haram.kommune.no](mailto:inger.synnove.remme@haram.kommune.no)), Sendt 16.04.2015

### **Tustnæringen i Haram kommune**

[d.lausund@gmail.com](mailto:d.lausund@gmail.com)

### **Turistmuligheter på Lepsøyaa**

Høyberg Lena Stette (2014) Nordøyvegen vil trekkje fleire turistar. NRK Nettavis,

29.01.2014, [Internett]

Tilgjengelig fra:

<http://www.nrk.no/mr/nordoyvegen-vil-skape-turisme-1.11504125>

[Lest 02.03.2015]

### **Kompakte tak**

Glava (2015), stålplatetak, [Internett], Glava

Tilgjengelig fra:

<http://www.glava.no/bygg/bygningskonstruksjoner/kompakte-tak/stalplatetak-med-kombi-losning/>

[Lest 23.04.2015]

### **Utvendig kledning**

Weber (2015), Murpussystem, [Internett], Weber

Tilgjengelig fra:

[http://www.weber-norge.no/fileadmin/user\\_upload/Brosjyrer/Weber\\_Fasadebrosjyre\\_ORIGINAL.pdf](http://www.weber-norge.no/fileadmin/user_upload/Brosjyrer/Weber_Fasadebrosjyre_ORIGINAL.pdf)

[Lest 22.04.2015]

Hjallen [[nils@hipro.no](mailto:nils@hipro.no)], sendt 23.04.2015

### **Spennetabeller Trapeziumprofilen**

[Kris-mikkelsen@hotmail.com](mailto:Kris-mikkelsen@hotmail.com)

### **Prosedyre for plastring av molo**

Norconsult, 30.04.2015, [Internett], Norconsult

Tilgjengelig fra:

<https://kgv.doffin.no/app/docmgmt/downloadPublicDocument.asp?DVID=1641&FMT=1&AT=15&ID=110136>

[Lest: 06.05.2015]

### **Reguleringsplan og lovverk tilknytting Lepsøya**

Haram kommune ( Februar 2015), Reguleringsplan og lovverk tilknytting, [Internett], Haram kommune,

Tilgjengelig fra:

<http://www.haram.kommune.no/artikkel.aspx?MIId=197&AIId=25&back=1>

[Lest 02.03.2015]

### **Situasjonsbeskrivelse Lepsøya**

Bovedhavet (23.05.2014), Situasjonsbeskrivelse, [Internett], Bovedhavet

Tilgjengelig fra:

<http://www.bovedhavet.no/index.php/bo-ved-havet>

[Lest 11.03.2015]

Breiby, A ([anne.breiby@kjerby.no](mailto:anne.breiby@kjerby.no)), 22.01.2015,

### **Situasjonsbeskrivelse Lepsøya**

Mikkel Ole Sokki

Gjørund, H ([hege.gjosund@haram.kommune.no](mailto:hege.gjosund@haram.kommune.no)) 18.02.2015,

### **Reguleringsplaner Lepsøya**

Mikkel Ole Sokki

### **Reguleringsplan**

PBL ( 18. sep. 2013 kl. 13:28.), Plan- og bygningsloven 20 juni 2014 nr. 52, [Internett], PBL

Tilgjengelig fra:

[https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2008-06-27-71/KAPITTEL\\_2-4-3#KAPITTEL\\_2-4-3](https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2008-06-27-71/KAPITTEL_2-4-3#KAPITTEL_2-4-3)

[Lest 13.04.2015]

### **Reguleringsplan**

PBL ( 18. sep. 2013 kl. 13:28.), Plan- og bygningsloven 21 juni 2013 nr. 100, [Internett], PBL  
Tilgjengelig fra:

[https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2008-06-27-71/KAPITTEL\\_2-4-3#KAPITTEL\\_2-4-3](https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2008-06-27-71/KAPITTEL_2-4-3#KAPITTEL_2-4-3)

[Lest 13.04.2015]

### **Reguleringsplan**

Miljødepartementet (13.04.2015), § 12-8 Oppstart av reguleringsarbeid, [Internett],

Miljødepartementet

Tilgjengelig fra:

<https://www.regjeringen.no/contentassets/0f066ff0c1b84446bc7a886402dca611/t-1490.pdf>

[Lest 13.04.2015]

### **Ny reguleringsplan**

Miljødepartementet (13.04.2015), Kap. 12, reguleringsplan, [Internett], Miljødepartementet

Tilgjengelig fra:

<https://www.regjeringen.no/contentassets/0f066ff0c1b84446bc7a886402dca611/t-1490.pdf>

[Lest 13.04.2015]

Breiby, A ([anne.breiby@kjerby.no](mailto:anne.breiby@kjerby.no)), 16.04.2015,

### **Situasjonsbeskrivelse Lepsøya**

Mikkel Ole Sokki

### **Metode**

3D-Norge (17.04.2015)

Tilgjengelig fra:

<http://www.3d-norge.no/3d-visualisering/>

[Lest 17.04.2015]

### **Nordøyvegen**

Statens vegvesen (2015), Nordøyvegen, [Internett], Statens vegvesen

Tilgjengelig fra:

<http://www.vegvesen.no/Fylkesveg/fv659nordoyvegen>

[Lest 15.05.2015]

### **Byggebeskrivelse Selskapslokale**

Dibk (2010), §13-3 Ventilasjon, [Internett], Dibk

Tilgjengelig fra:

<http://dibk.no/no/BYGGEREGLER/Gjeldende-byggeregler/Veiledning-om-tekniske-krav-til-byggverk/?dpx=/dpx/content/tekniskekrav/13/3/>

[Lest 15.05.2015]

### **Byggebeskrivelse Selskapslokale**

Trenor (2015), Vindu, [Internett], Trenor

Tilgjengelig fra:

[http://www.trenorvinduer.no/muligheter\\_uverdi.php](http://www.trenorvinduer.no/muligheter_uverdi.php)

[Lest 15.05.2015]

### **Byggebeskrivelse Selskapslokale**

Swedoor (2015), Ytterdør, [Internett], Swedoor

Tilgjengelig fra:

<http://www.swedoor.no/produkter/ytterdoerer/sidefelt-og-overlys/>

[Lest 15.05.2015]

### **Byggebeskrivelse Selskapslokale**

Swedoor (2015), Innvendig dør, [Internett], Swedoor

Tilgjengelig fra:

<http://www.swedoor.no/produkter/innerdoerer/doerer/#/31/414/~/~/~/~/~/~/~/6133>

[Lest 15.05.2015]

### **Byggebeskrivelse Selskapslokale**

Glava (2015), Tak, [Internett], Glava

Tilgjengelig fra:

<http://www.glava.no/bygg/bygningskonstruksjoner/kompakte-tak/stalplatetak-med-kombi-losning/>

[Lest 15.05.2015]

### **Byggebeskrivelse Selskapslokale**

Firesafe (Sep. 2012), Søyler til glassfasade, [Internett], Firesafe

Tilgjengelig fra:

<https://www.firesafe.no/wp-content/uploads/2012/09/Brannbeskyttelse-st%C3%A5l.pdf>

[Lest 15.05.2015]

### **Byggebeskrivelse Selskapslokale**

Firesafe (Sep. 2012), Søyler til yttervegg, [Internett], Firesafe

Tilgjengelig fra:

<https://www.firesafe.no/wp-content/uploads/2012/09/Brannbeskyttelse-st%C3%A5l.pdf>

[Lest 15.05.2015]

### **Byggebeskrivelse Selskapslokale**

Glava (2015), Yttervegg med innvendig påføring, [Internett], Glava

Tilgjengelig fra:

[http://www.glava.no/sitefiles/1/dokumenter//ProdDok\\_1500\\_1.pdf](http://www.glava.no/sitefiles/1/dokumenter//ProdDok_1500_1.pdf)

[Lest 15.05.2015]



### **Byggebeskrivelse Selskapslokale**

Bewi (2015), Plate på mark, [Internett], Glava

Tilgjengelig fra:

<http://www.bewiinsulation.com/no/produkter-l-system.php>

[Lest 15.05.2015]

### **Byggebeskrivelse Selskapslokale**

Dibk (2010), Brann, [Internett], Dibk

Tilgjengelig fra:

<http://dibk.no/no/BYGGEREGLER/Gjeldende-byggeregler/Veiledning-om-tekniske-krav-til-byggverk/?dvp=/dvp/content/tekniskekrav/11/16/>

[Lest 15.05.2015]

### **Brannkrav**

Dibk (2010), Brann, [Internett], Dibk

Tilgjengelig fra:

<http://dibk.no/no/BYGGEREGLER/Gjeldende-byggeregler/Veiledning-om-tekniske-krav-til-byggverk/?dvp=/dvp/content/tekniskekrav/11/16/>

[Lest 15.05.2015]

<http://dibk.no/no/BYGGEREGLER/Gjeldende-byggeregler/Veiledning-om-tekniske-krav-til-byggverk/?dvp=/dvp/content/tekniskekrav/11/3/>

### **Brannkrav**

Dibk (2010), Brannklasse, [Internett], Dibk

Tilgjengelig fra:

<http://dibk.no/no/BYGGEREGLER/Gjeldende-byggeregler/Veiledning-om-tekniske-krav-til-byggverk/?dvp=/dvp/content/tekniskekrav/11/3/>

[Lest 15.05.2015]

### **Byggebeskrivelse Selskapslokale**

Glava (2015), Damp og vindsperre, [Internett], Glava

Tilgjengelig fra:

[http://www.glava.no/sitefiles/1/dokumenter//ProdDok\\_1500\\_1.pdf](http://www.glava.no/sitefiles/1/dokumenter//ProdDok_1500_1.pdf)

[Lest 15.05.2015]

### **Brannkrav for Rorbu**

Byggforsk (Sep 2010), Brannkrav rorbu, [Internett], Byggforsk

Tilgjengelig fra:

<http://bks.byggforsk.no/DocumentView.aspx?sectionId=2&portalMenuId=0&nodeId=376&level=2&documentId=313>

[Lest 14.05.2015]

**Byggebeskrivelse Rorbu**

Byggforsk (Sep 2010), Brann, [Internett], Byggforsk

Tilgjengelig fra:

<http://bks.byggforsk.no/DocumentView.aspx?sectionId=2&portalMenuId=0&nodeId=376&level=2&documentId=313>

[Lest 14.05.2015]

**Byggebeskrivelse Rorbu**

Byggforsk (Sep 2010), Sanitæranlegg, [Internett], Byggforsk

Tilgjengelig fra:

<http://bks.byggforsk.no/DocumentView.aspx?sectionId=3&docNumber=bvn20051>

[Lest 14.05.2015]

**Byggebeskrivelse Rorbu**

Standard (2013), El-installasjoner, [Internett], Standard

Tilgjengelig fra:

[https://www.standard.no/Global/PDF/Elektro-NEK/Lavspenning/NEK400-Horing/NEK-400-8-823-2014\\_H%C3%B8ringsversjon\\_2013-09.pdf](https://www.standard.no/Global/PDF/Elektro-NEK/Lavspenning/NEK400-Horing/NEK-400-8-823-2014_H%C3%B8ringsversjon_2013-09.pdf)

[Lest 14.05.2015]

**Byggebeskrivelse Rorbu**

Lovdata (2010), §13-1 Ventilasjon, [Internett], Lovdata

Tilgjengelig fra:

[https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2010-03-26-489#KAPITTEL\\_3](https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2010-03-26-489#KAPITTEL_3)

[Lest 14.05.2015]

**Byggebeskrivelse Rorbu**

Byggforsk (2010), 1.15 Ventilasjon, [Internett], Byggforsk

Tilgjengelig fra:

<http://bks.byggforsk.no/DocumentView.aspx?documentId=3333&sectionId=2#i2>

[Lest 14.05.2015]

**Byggebeskrivelse Rorbu**

Trenor (2015), Vindu, [Internett], Trenor

Tilgjengelig fra:

[http://www.trenorvinduer.no/muligheter\\_uverdi.php](http://www.trenorvinduer.no/muligheter_uverdi.php)

[Lest 15.05.2015]

**Byggebeskrivelse Rorbu**

Swedoor (2015), Ytterdør, [Internett], Swedoor

Tilgjengelig fra:

<http://www.swedoor.no/produkter/ytterdoerer/doerer/produkt/?productId=3483>

[Lest 15.05.2015]

**Byggebeskrivelse Rorbu**

Swedoor (2015), Innvendig dør, [Internett], Swedoor

Tilgjengelig fra:

<http://www.swedoor.no/produkter/innerdoerer/doerer/#/31/414/~/~/~/~/~/~/6133>

[Lest 15.05.2015]

**Byggebeskrivelse Rorbu**

Sintef (2010), Etasjeskiller figur 8, [Internett], Sintef

Tilgjengelig fra:

[http://www.sintef.no/globalassets/upload/byggforsk/fagartikler/v\\_\\_info\\_pub\\_utgivelser\\_prosjektrapport\\_sintef-byggforsk-prosjektrapporter\\_sb-prrapp-98\\_nettsb-prrapp-98.pdf](http://www.sintef.no/globalassets/upload/byggforsk/fagartikler/v__info_pub_utgivelser_prosjektrapport_sintef-byggforsk-prosjektrapporter_sb-prrapp-98_nettsb-prrapp-98.pdf)

[Lest 15.05.2015]

**Byggebeskrivelse Rorbu**

Byggforsk (2007), Kompakte varme tak, saltak, [Internett], Byggforsk

Tilgjengelig fra:

<http://bks.byggforsk.no/DocumentView.aspx?sectionId=2&portalMenuId=0&nodeId=472&level=2&documentId=381>

[Lest 15.05.2015]

**Byggebeskrivelse Rorbu**

Rockwool (2015), Yttervegg med trestendere og innvendig foring, [Internett], Rockwool

Tilgjengelig fra:

<http://www.rockwool.no/produkter/u/2011.construction/1384/yttervegger/yttervegg-med-trestendere>

[Lest 15.05.2015]

**Byggebeskrivelse Rorbu**

Glava (2015), Damp og vindsperre, [Internett], Glava

Tilgjengelig fra:

[http://www.glava.no/sitefiles/1/dokumenter//ProdDok\\_1500\\_1.pdf](http://www.glava.no/sitefiles/1/dokumenter//ProdDok_1500_1.pdf)

[Lest 15.05.2015]

**Byggebeskrivelse Rorbu**

Byggforsk (2011), Forankring, [Internett], Byggforsk

Tilgjengelig fra:

<http://bks.byggforsk.no/DocumentView.aspx?documentId=310&sectionId=2>

[Lest 15.05.2015]

### **Byggebeskrivelse Rorbu**

Bewi (13.05.2015), Gulv på grunn med bewi mursystem, [Internett], Bewi  
Tilgjengelig fra:

[http://www.bewi.no/index.php?page=Hvorfor-BEWI-Byggesystem&hl=nb\\_NO](http://www.bewi.no/index.php?page=Hvorfor-BEWI-Byggesystem&hl=nb_NO)

[Lest 13.05.2015]

### **Glass gulv**

Glassportal (13.05.2015) Glass gulv, [Internett], Glassportal  
Tilgjengelig fra:

[http://www.glassportal.no/filestore/PDF/Glassrdgiver\\_3\\_samling/Monteringavglass.pdf](http://www.glassportal.no/filestore/PDF/Glassrdgiver_3_samling/Monteringavglass.pdf)

[Lest 13.05.2015]

### **Glass rekkverk**

Icopal (13.05.2015) Glass rekkverk, [Internett], Icopal  
Tilgjengelig fra:

<http://www.icopal.no/Produkter/Glassrekkverk.aspx>

[Lest 13.05.2015]

### **Prosjektering**

Bewi (13.05.2015) Prosjektering, [Internett], Bewi  
Tilgjengelig fra:

[http://www.bewi.no/index.php?page=Hvorfor-BEWI-Byggesystem&hl=nb\\_NO](http://www.bewi.no/index.php?page=Hvorfor-BEWI-Byggesystem&hl=nb_NO)

[Lest 13.05.2015]

### **Prosjektering**

Bergene Holm(13.05.2015), Prosjektering, [Internett], Bergene Holm  
Tilgjengelig fra:

[http://www.bergeneholm.no/no/Bygge\\_selv/Sette\\_opp\\_kledning/](http://www.bergeneholm.no/no/Bygge_selv/Sette_opp_kledning/)

[Lest 13.05.2015]

Hauan. E (espen.hauan@bewi.com), 13.05.2015,

### **Prosjektering**

[Inzert@hotmail.com](mailto:Inzert@hotmail.com)

### **Prosjektets art og omfang**

Bovedhavet(2015), Lepsøyaa, [Internett], Bovedhavet  
Tilgjengelig fra:

<http://bovedhavet.no/index.php/lepsoya>

[Lest 13.05.2015]

## 8.Vedlegg

### Dimensjonering Rorbu:

#### Balkong: Drager og søyle

##### 1-Elementmetoden modell (FEM)

###### Knutepunkter

Kn.P.	x [m]	y [m]
1	0.000	0.000
2	0.000	3.000
3	6.000	3.000
4	6.000	0.000

###### Opplager

Kn.P.	Type	ux [mm]	uy [mm]	ur [rad]
1	Fast innspenning			
4	Fast innspenning			

###### Materialtyper

Materialtype : Tre, E= 10.000 [GPa]  
 Egenlast : 9.000 [kN/m<sup>3</sup>]  
 Elementegenlast er inkludert i statisk last og masser

###### Elementverrsnitt

Tverrsnitt	b [cm]	h [cm]	Ac [cm <sup>2</sup> ]	Ic [cm <sup>4</sup> ]
1	15.000	30.000	4.50000E+002	3.37500E+004
2	15.000	15.000	2.25000E+002	4.21875E+003

###### Elementer

Element	Kn.P 1	Kn.P 2	Material	Lengde (m)	Vinkel (°)
1	1	2	2	3.000	90.000
2	2	3	1	6.000	0.000
3	3	4	2	3.000	270.000

###### Fordelte elementlaster, (yg=1.35, yg=1.50)

Element	lasttype	lastfordeling	G [kN/m]	Q [kN/m]	ygG+ygQ [kN/m]
2	jevnt fordelt	perpendikulært	1.190	2.500	5.357

###### Fordeling av elementlast fra egenlast, (yg=1.35, yg=1.50)

Element	lasttype	lastfordeling	G [kN/m]	Q [kN/m]	ygG+ygQ [kN/m]
1	jevnt fordelt	vertikalt	0.203	0.000	0.274
2	jevnt fordelt	vertikalt	0.405	0.000	0.547
3	jevnt fordelt	vertikalt	0.203	0.000	0.274

##### 2-Resultatene av statisk-lineær-elastisk analyse

###### Diagrammer M, V, N, og forskyvninger d av element 1

n	x/l	x [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]	dx [mm]	dy [mm]
0	0.000	0.00	2.95	2.95	-18.53	0.000	0.000
1	0.100	0.30	2.06	2.95	-18.45	-0.283	-0.024
2	0.200	0.60	1.18	2.95	-18.37	-1.006	-0.048
3	0.300	0.90	0.29	2.95	-18.29	-1.980	-0.072

3.018	4	0.400	1.20	-0.59	2.95	-18.20	-3.016	-0.097
3.929	5	0.500	1.50	-1.48	2.95	-18.12	-3.927	-0.121
4.525	6	0.600	1.80	-2.36	2.95	-18.04	-4.522	-0.145
4.617	7	0.700	2.10	-3.25	2.95	-17.96	-4.614	-0.169
4.018	8	0.800	2.40	-4.13	2.95	-17.87	-4.014	-0.193
2.541	9	0.900	2.70	-5.01	2.95	-17.79	-2.532	-0.218
0.242	10	1.000	3.00	-5.90	2.95	-17.71	0.020	-0.242

Maksimalverdi for element 1

maxM=	2.95 kNm,	minM=	-5.90 kNm
maxV=	2.95 kN,	minV=	2.95 kN
maxN=	-17.71 kN,	minN=	-18.53 kN
maxd=	4.617 mm		

**Diagrammer M, V, N, og forskyvninger d av element 2**

d[mm]	n	x/l	x[m]	M[kNm]	V[kN]	N[kN]	dx[mm]	dy[mm]
0.242	0	0.000	0.00	-5.90	-17.71	-2.95	0.020	-0.242
6.676	1	0.100	0.60	3.66	-14.17	-2.95	0.016	-6.675
12.738	2	0.200	1.20	11.10	-10.63	-2.95	0.012	-12.738
17.634	3	0.300	1.80	16.41	-7.08	-2.95	0.008	-17.634
20.799	4	0.400	2.40	19.60	-3.54	-2.95	0.004	-20.799
21.892	5	0.500	3.00	20.67	0.00	-2.95	0.000	-21.892
20.799	6	0.600	3.60	19.60	3.54	-2.95	-0.004	-20.799
17.634	7	0.700	4.20	16.41	7.08	-2.95	-0.008	-17.634
12.738	8	0.800	4.80	11.10	10.63	-2.95	-0.012	-12.738
6.675	9	0.900	5.40	3.66	14.17	-2.95	-0.015	-6.675
0.242	10	1.000	6.00	-5.90	17.71	-2.95	-0.020	-0.242

Maksimalverdi for element 2

maxM=	20.67 kNm,	minM=	-5.90 kNm
maxV=	17.71 kN,	minV=	-17.71 kN
maxN=	-2.95 kN,	minN=	-2.95 kN
maxd=	21.892 mm		

**Diagrammer M, V, N, og forskyvninger d av element 3**

d[mm]	n	x/l	x[m]	M[kNm]	V[kN]	N[kN]	dx[mm]	dy[mm]
0.242	0	0.000	0.00	-5.90	-2.95	-17.71	-0.020	-0.242
2.541	1	0.100	0.30	-5.01	-2.95	-17.79	2.532	-0.217
4.018	2	0.200	0.60	-4.13	-2.95	-17.87	4.014	-0.193
4.617	3	0.300	0.90	-3.25	-2.95	-17.96	4.614	-0.169
4.525	4	0.400	1.20	-2.36	-2.95	-18.04	4.522	-0.145
3.929	5	0.500	1.50	-1.48	-2.95	-18.12	3.927	-0.121

3.018	6	0.600	1.80	-0.59	-2.95	-18.20	3.016	-0.097
1.981	7	0.700	2.10	0.29	-2.95	-18.29	1.980	-0.072
1.007	8	0.800	2.40	1.18	-2.95	-18.37	1.006	-0.048
0.284	9	0.900	2.70	2.06	-2.95	-18.45	0.283	-0.024
0.000	10	1.000	3.00	2.95	-2.95	-18.53	0.000	0.000

Maksimalverdi for element 3

maxM= 2.95 kNm, minM= -5.90 kNm  
maxV= -2.95 kN, minV= -2.95 kN  
maxN= -17.71 kN, minN= -18.53 kN  
maxd= 4.617 mm

### 3-Dimensjonering av tre

#### Beregningsstandard

EN1990:2002, Eurokode 0 Grunnlag for prosjektering  
EN1991-1-1:2002, Eurokode 1-1 Laster på konstruksjoner  
EN1995-1-1:2009, Eurokode 5 Prosjektering av trekonstruksjoner  
EN1997-1-1:2004, Eurokode 7 Geoteknisk prosjektering  
EN1998-1-1:2004, Eurokode 8 Prosjektering av konstruksjoner i  
jordskjelvmråder  
NA - Nasjonalt tillegg: NA-NS:2008

#### Materialegenskaper (EC5 EN1995-1-1:2009, §3)

Styrkeklasse trelast: GL32c  
Klimaklasser : Klimaklasse 2, fuktinnhold  $\leq 20\%$  (§2.3.1.3)  
Materialfaktor  $\tilde{a}_M=1.30$  (EC5 Tab. 2.3)  
Lastvarighetsklasser : Permanentlast (Tabell 2.1)

#### Dimensjonering av Tre, Element 1, [Spenn ], L= 3.000m, B= 150mm, H= 150mm

Med = -3.25 kNm, Ved = 2.95 kN, Ned = -17.96 kN (x=2.10m)

#### Trykk i fiberretningen, Fc0d=-17.956 kN (EC5 §6.1.4)

Rektangulært tverrsnitt, b=150 mm, h=150 mm, A= 22 500 mm<sup>2</sup>  
Modifikasjonsfaktor Kmod=0.60 (Tab.3.1), Materialfaktor  $\tilde{a}_M=1.30$  (Tab. 2.3)  
 $f_{c0k}=26.50$  N/mm<sup>2</sup>,  $f_{c0d}=K_{mod} \cdot f_{c0k} / \gamma_M = 0.60 \times 26.50 / 1.30 = 12.23$  N/mm<sup>2</sup> (EC5 Lign.2.14)  
 $F_{c0d} = -17.956$  kN,  $\sigma_{c0d} = F_{c0d} / A_{netto} = 1000 \times 17.956 / 22500 = 0.80$  N/mm<sup>2</sup> <  
12.23 N/mm<sup>2</sup> =  $f_{c0d}$  (Lign.6.2)

Kontroll OK

#### Bøyning, Myd=3.246 kNm, Mzd=0.000 kNm (EC5 §6.1.6)

Rektangulært tverrsnitt, b=150mm, h=150mm, A=2.250E+004mm<sup>2</sup>, Wy=5.625E+005mm<sup>3</sup>, Wz=5.625E+005mm<sup>3</sup>  
Modifikasjonsfaktor Kmod=0.60 (Tab.3.1), Materialfaktor  $\tilde{a}_M=1.30$  (Tab. 2.3)  
 $f_{myk}=32.00$  N/mm<sup>2</sup>,  $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{myk} / \gamma_M = 0.60 \times 32.00 / 1.30 = 14.77$  N/mm<sup>2</sup>  
 $f_{mzk}=32.00$  N/mm<sup>2</sup>,  $f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mzk} / \gamma_M = 0.60 \times 32.00 / 1.30 = 14.77$  N/mm<sup>2</sup>  
Rektangulært tverrsnitt Km=0.70 (EC5 §6.1.6.(2))  
 $\sigma_{myd} = Myd / W_{my}$ , netto=1E+06x3.246/5.625E+005= 5.77 N/mm<sup>2</sup>  
 $\sigma_{mzd} = Mzd / W_{mz}$ , netto=1E+06x0.000/5.625E+005= 0.00 N/mm<sup>2</sup>  
 $\sigma_{myd} / f_{myd} + K_m \cdot \sigma_{mzd} / f_{mzd} = 0.391 + 0.000 = 0.39 < 1$  (EC5 Lign.6.11)  
 $K_m \cdot \sigma_{myd} / f_{myd} + \sigma_{mzd} / f_{mzd} = 0.273 + 0.000 = 0.27 < 1$  (EC5 Lign.6.12)

Kontroll OK

#### Skjær, Fv=2.949 kN (EC5 §6.1.7)

Rektangulært tverrsnitt, bef=0.67x150=101 mm, h=150 mm, A= 15 150 mm<sup>2</sup>  
Modifikasjonsfaktor Kmod=0.60 (Tab.3.1), Materialfaktor  $\tilde{a}_M=1.30$  (Tab. 2.3)  
 $f_{vk}=3.20$  N/mm<sup>2</sup>,  $f_{vd}=K_{mod} \cdot f_{vk} / \gamma_M = 0.60 \times 3.20 / 1.30 = 1.48$  N/mm<sup>2</sup> (EC5 Lign.2.14)  
 $F_v = 2.949$  kN,  $\tau_{v0d} = 1.50 F_{v0d} / A_{netto} = 1000 \times 1.50 \times 2.949 / 15150 = 0.29$  N/mm<sup>2</sup> <  
1.48 N/mm<sup>2</sup> =  $f_{v0d}$  (Lign.6.13)

Kontroll OK

**Bøyning og aksialt trykk, Fc0d=-17.956kN, Myd=3.246kNm, Mzd=0.000kNm (EC5**

#### §6.2.4)

Rektangulært tverrsnitt,  $b=150\text{mm}$ ,  $h=150\text{mm}$ ,  $A=2.250\text{E}+004\text{mm}^2$ ,  $W_y=5.625\text{E}+005\text{mm}^3$ ,  $W_z=5.625\text{E}+005\text{mm}^3$

Modifikasjonsfaktor  $K_{\text{mod}}=0.60$  (Tab.3.1), Materialfaktor  $\alpha_M=1.30$  (Tab. 2.3)

$f_{c0k}=26.50\text{ N/mm}^2$ ,  $f_{c0d}=K_{\text{mod}}\cdot f_{c0k}/\gamma_M=0.60\times 26.50/1.30=12.23\text{N/mm}^2$

$f_{yk}=32.00\text{ N/mm}^2$ ,  $f_{yd}=K_{\text{mod}}\cdot f_{yk}/\gamma_M=0.60\times 32.00/1.30=14.77\text{N/mm}^2$

$f_{mk}=32.00\text{ N/mm}^2$ ,  $f_{md}=K_{\text{mod}}\cdot f_{mk}/\gamma_M=0.60\times 32.00/1.30=14.77\text{N/mm}^2$

Rektangulært tverrsnitt  $K_m=0.70$  (EC5 §6.1.6.(2))

$\sigma_{c0d}=F_{c0d}/A_{\text{netto}}=1000\times 17.956/22500=0.80\text{ N/mm}^2$

$\sigma_{myd}=M_{yd}/W_{my}$ , netto= $1\text{E}+06\times 3.246/5.625\text{E}+005=5.77\text{ N/mm}^2$

$\sigma_{mzd}=M_{zd}/W_{mz}$ , netto= $1\text{E}+06\times 0.000/5.625\text{E}+005=0.00\text{ N/mm}^2$

$(\sigma_{c0d}/f_{c0d})^2+\sigma_{myd}/f_{yd}+K_m\cdot\sigma_{mzd}/f_{md}=0.004+0.391+0.000=0.39 < 1$  (EC5

Lign.6.19)

$(\sigma_{c0d}/f_{c0d})^2+K_m\cdot\sigma_{myd}/f_{yd}+\sigma_{mzd}/f_{md}=0.004+0.273+0.000=0.28 < 1$  (EC5

Lign.6.20)

Kontroll OK

**Dimensjonering av Tre, Element 1, [Venstre ende ], L= 3.000m, B= 150mm, H=**

**150mm**

**MedA=2.95kNm ( $x=t/2=0.00\text{m}$ ), VedA=2.95kN ( $x=t/2=0.00\text{m}$ ), VedAmax=2.95kN, NedA=-18.53kN**

**Trykk i fiberretningen,  $F_{c0d}=-18.532\text{ kN}$  (EC5 §6.1.4)**

Rektangulært tverrsnitt,  $b=150\text{ mm}$ ,  $h=150\text{ mm}$ ,  $A=22\ 500\text{ mm}^2$

Modifikasjonsfaktor  $K_{\text{mod}}=0.60$  (Tab.3.1), Materialfaktor  $\alpha_M=1.30$  (Tab. 2.3)

$f_{c0k}=26.50\text{ N/mm}^2$ ,  $f_{c0d}=K_{\text{mod}}\cdot f_{c0k}/\gamma_M=0.60\times 26.50/1.30=12.23\text{N/mm}^2$  (EC5 Lign.2.14)

$F_{c0d}=-18.532\text{ kN}$ ,  $\sigma_{c0d}=F_{c0d}/A_{\text{netto}}=1000\times 18.532/22500=0.82\text{N/mm}^2 <$

$12.23\text{N/mm}^2=f_{c0d}$  (Lign.6.2)

Kontroll OK

**Bøyning,  $M_{yd}=2.947\text{ kNm}$ ,  $M_{zd}=0.000\text{ kNm}$  (EC5 §6.1.6)**

Rektangulært tverrsnitt,  $b=150\text{mm}$ ,  $h=150\text{mm}$ ,  $A=2.250\text{E}+004\text{mm}^2$ ,  $W_y=5.625\text{E}+005\text{mm}^3$ ,  $W_z=5.625\text{E}+005\text{mm}^3$

Modifikasjonsfaktor  $K_{\text{mod}}=0.60$  (Tab.3.1), Materialfaktor  $\alpha_M=1.30$  (Tab. 2.3)

$f_{yk}=32.00\text{ N/mm}^2$ ,  $f_{yd}=K_{\text{mod}}\cdot f_{yk}/\gamma_M=0.60\times 32.00/1.30=14.77\text{N/mm}^2$

$f_{mk}=32.00\text{ N/mm}^2$ ,  $f_{md}=K_{\text{mod}}\cdot f_{mk}/\gamma_M=0.60\times 32.00/1.30=14.77\text{N/mm}^2$

Rektangulært tverrsnitt  $K_m=0.70$  (EC5 §6.1.6.(2))

$\sigma_{myd}=M_{yd}/W_{my}$ , netto= $1\text{E}+06\times 2.947/5.625\text{E}+005=5.24\text{ N/mm}^2$

$\sigma_{mzd}=M_{zd}/W_{mz}$ , netto= $1\text{E}+06\times 0.000/5.625\text{E}+005=0.00\text{ N/mm}^2$

$\sigma_{myd}/f_{yd}+K_m\cdot\sigma_{mzd}/f_{md}=0.355+0.000=0.35 < 1$  (EC5 Lign.6.11)

$K_m\cdot\sigma_{myd}/f_{yd}+\sigma_{mzd}/f_{md}=0.248+0.000=0.25 < 1$  (EC5 Lign.6.12)

Kontroll OK

**Skjær,  $F_v=2.949\text{ kN}$  (EC5 §6.1.7)**

Rektangulært tverrsnitt,  $b_{ef}=0.67\times 150=101\text{ mm}$ ,  $h=150\text{ mm}$ ,  $A=15\ 150\text{ mm}^2$

Modifikasjonsfaktor  $K_{\text{mod}}=0.60$  (Tab.3.1), Materialfaktor  $\alpha_M=1.30$  (Tab. 2.3)

$f_{vk}=3.20\text{ N/mm}^2$ ,  $f_{vd}=K_{\text{mod}}\cdot f_{vk}/\gamma_M=0.60\times 3.20/1.30=1.48\text{N/mm}^2$  (EC5 Lign.2.14)

$F_v=2.949\text{ kN}$ ,  $\tau_{v0d}=1.50F_v/0d/A_{\text{netto}}=1000\times 1.50\times 2.949/15150=0.29\text{N/mm}^2 <$

$1.48\text{N/mm}^2=f_{v0d}$  (Lign.6.13)

Kontroll OK

**Bøyning og aksialt trykk,  $F_{c0d}=-18.532\text{kN}$ ,  $M_{yd}=2.947\text{kNm}$ ,  $M_{zd}=0.000\text{kNm}$  (EC5**

#### **§6.2.4)**

Rektangulært tverrsnitt,  $b=150\text{mm}$ ,  $h=150\text{mm}$ ,  $A=2.250\text{E}+004\text{mm}^2$ ,  $W_y=5.625\text{E}+005\text{mm}^3$ ,  $W_z=5.625\text{E}+005\text{mm}^3$

Modifikasjonsfaktor  $K_{\text{mod}}=0.60$  (Tab.3.1), Materialfaktor  $\alpha_M=1.30$  (Tab. 2.3)

$f_{c0k}=26.50\text{ N/mm}^2$ ,  $f_{c0d}=K_{\text{mod}}\cdot f_{c0k}/\gamma_M=0.60\times 26.50/1.30=12.23\text{N/mm}^2$

$f_{yk}=32.00\text{ N/mm}^2$ ,  $f_{yd}=K_{\text{mod}}\cdot f_{yk}/\gamma_M=0.60\times 32.00/1.30=14.77\text{N/mm}^2$

$f_{mk}=32.00\text{ N/mm}^2$ ,  $f_{md}=K_{\text{mod}}\cdot f_{mk}/\gamma_M=0.60\times 32.00/1.30=14.77\text{N/mm}^2$

Rektangulært tverrsnitt  $K_m=0.70$  (EC5 §6.1.6.(2))

$\sigma_{c0d}=F_{c0d}/A_{\text{netto}}=1000\times 18.532/22500=0.82\text{ N/mm}^2$

$\sigma_{myd}=M_{yd}/W_{my}$ , netto= $1\text{E}+06\times 2.947/5.625\text{E}+005=5.24\text{ N/mm}^2$

$\sigma_{mzd}=M_{zd}/W_{mz}$ , netto= $1\text{E}+06\times 0.000/5.625\text{E}+005=0.00\text{ N/mm}^2$

$(\sigma_{c0d}/f_{c0d})^2+\sigma_{myd}/f_{yd}+K_m\cdot\sigma_{mzd}/f_{md}=0.005+0.355+0.000=0.36 < 1$  (EC5

Lign.6.19)

$(\sigma_{c0d}/f_{c0d})^2+K_m\cdot\sigma_{myd}/f_{yd}+\sigma_{mzd}/f_{md}=0.005+0.248+0.000=0.25 < 1$  (EC5

Lign.6.20)

Kontroll OK

**Dimensjonering av Tre, Element 1, [Venstre ende ], L= 3.000m, B= 150mm, H=**

**150mm**



**MedB=-5.46kNm (x=t/2=0.15m), VedB=2.95kN (x=t/2=0.15m), VedBmax=2.95kN, NedB=-17.71kN**

**Trykk i fiberretningen, Fc0d=-17.710 kN (EC5 §6.1.4)**

Rektangulært tverrsnitt, b=150 mm, h=150 mm, A= 22 500 mm<sup>2</sup>  
Modifikasjonsfaktor Kmod=0.60 (Tab.3.1), Materialfaktor  $\alpha_M=1.30$  (Tab. 2.3)  
fc0k=26.50 N/mm<sup>2</sup>, fc0d=Kmod·fc0k/ $\gamma_M=0.60 \times 26.50 / 1.30 = 12.23 \text{ N/mm}^2$  (EC5 Lign.2.14)  
Fc0d=-17.710 kN,  $\sigma_{c0d} = F_{c0d} / A_{netto} = 1000 \times 17.710 / 22500 = 0.79 \text{ N/mm}^2 <$   
12.23N/mm<sup>2</sup>=fc0d (Lign.6.2)

Kontroll OK

**Bøyning, Myd=5.457 kNm, Mzd=0.000 kNm (EC5 §6.1.6)**

Rektangulært tverrsnitt, b=150mm, h=150mm, A=2.250E+004mm<sup>2</sup>, Wy=5.625E+005mm<sup>3</sup>, Wz=5.625E+005mm<sup>3</sup>  
Modifikasjonsfaktor Kmod=0.60 (Tab.3.1), Materialfaktor  $\alpha_M=1.30$  (Tab. 2.3)  
fmyk=32.00 N/mm<sup>2</sup>, fmyd=Kmod·fmyk/ $\gamma_M=0.60 \times 32.00 / 1.30 = 14.77 \text{ N/mm}^2$   
fmzk=32.00 N/mm<sup>2</sup>, fmzd=Kmod·fmzk/ $\gamma_M=0.60 \times 32.00 / 1.30 = 14.77 \text{ N/mm}^2$   
Rektangulært tverrsnitt Km=0.70 (EC5 §6.1.6.(2))  
omyd=Myd/Wmy, netto=1E+06x5.457/5.625E+005= 9.70 N/mm<sup>2</sup>  
omzd=Mzd/Wmz, netto=1E+06x0.000/5.625E+005= 0.00 N/mm<sup>2</sup>  
omyd/fmyd+Km.omzd/fmzd=0.657+0.000= 0.66 < 1 (EC5 Lign.6.11)  
Km.omyd/fmyd+omzd/fmzd=0.460+0.000= 0.46 < 1 (EC5 Lign.6.12)

Kontroll OK

**Skjær, Fv=2.949 kN (EC5 §6.1.7)**

Rektangulært tverrsnitt, bef=0.67x150=101 mm, h=150 mm, A= 15 150 mm<sup>2</sup>  
Modifikasjonsfaktor Kmod=0.60 (Tab.3.1), Materialfaktor  $\alpha_M=1.30$  (Tab. 2.3)  
fvk=3.20 N/mm<sup>2</sup>, fvd=Kmod·fvk/ $\gamma_M=0.60 \times 3.20 / 1.30 = 1.48 \text{ N/mm}^2$  (EC5 Lign.2.14)  
Fv=2.949 kN,  $\tau_{v0d} = 1.50 F_{v0d} / A_{netto} = 1000 \times 1.50 \times 2.949 / 15150 = 0.29 \text{ N/mm}^2 <$   
1.48N/mm<sup>2</sup>=fv0d (Lign.6.13)

Kontroll OK

**Bøyning og aksialt trykk, Fc0d=-17.710kN, Myd=5.457kNm, Mzd=0.000kNm (EC5 §6.2.4)**

Rektangulært tverrsnitt, b=150mm, h=150mm, A=2.250E+004mm<sup>2</sup>, Wy=5.625E+005mm<sup>3</sup>, Wz=5.625E+005mm<sup>3</sup>  
Modifikasjonsfaktor Kmod=0.60 (Tab.3.1), Materialfaktor  $\alpha_M=1.30$  (Tab. 2.3)  
fc0k=26.50 N/mm<sup>2</sup>, fc0d=Kmod·fc0k/ $\gamma_M=0.60 \times 26.50 / 1.30 = 12.23 \text{ N/mm}^2$   
fmyk=32.00 N/mm<sup>2</sup>, fmyd=Kmod·fmyk/ $\gamma_M=0.60 \times 32.00 / 1.30 = 14.77 \text{ N/mm}^2$   
fmzk=32.00 N/mm<sup>2</sup>, fmzd=Kmod·fmzk/ $\gamma_M=0.60 \times 32.00 / 1.30 = 14.77 \text{ N/mm}^2$   
Rektangulært tverrsnitt Km=0.70 (EC5 §6.1.6.(2))  
 $\sigma_{c0d} = F_{c0d} / A_{netto} = 1000 \times 17.710 / 22500 = 0.79 \text{ N/mm}^2$   
omyd=Myd/Wmy, netto=1E+06x5.457/5.625E+005= 9.70 N/mm<sup>2</sup>  
omzd=Mzd/Wmz, netto=1E+06x0.000/5.625E+005= 0.00 N/mm<sup>2</sup>  
( $\sigma_{c0d} / f_{c0d}$ )<sup>2</sup>+omyd/fmyd+Km.omzd/fmzd=0.004+0.657+0.000= 0.66 < 1 (EC5 Lign.6.19)  
( $\sigma_{c0d} / f_{c0d}$ )<sup>2</sup>+Km.omyd/fmyd+omzd/fmzd=0.004+0.460+0.000= 0.46 < 1 (EC5 Lign.6.20)

Kontroll OK

**Dimensjonering av Tre, Element 1 , L= 3.000m, B= 150mm, H= 150mm,**

**Knekkapasitet**

**Knekkning i søyler, Fc0d=-18.532kN, Myd=5.457kNm, Mzd=0.000kNm (EC5 §6.3.2)**

Rektangulært tverrsnitt, b=150mm, h=150mm, A=2.250E+004mm<sup>2</sup>, Wy=5.625E+005mm<sup>3</sup>, Wz=5.625E+005mm<sup>3</sup>  
Modifikasjonsfaktor Kmod=0.60 (Tab.3.1), Materialfaktor  $\alpha_M=1.30$  (Tab. 2.3), E005=11100MPa)

fc0k=26.50 N/mm<sup>2</sup>, fc0d=Kmod·fc0k/ $\gamma_M=0.60 \times 26.50 / 1.30 = 12.23 \text{ N/mm}^2$   
fmyk=32.00 N/mm<sup>2</sup>, fmyd=Kmod·fmyk/ $\gamma_M=0.60 \times 32.00 / 1.30 = 14.77 \text{ N/mm}^2$   
fmzk=32.00 N/mm<sup>2</sup>, fmzd=Kmod·fmzk/ $\gamma_M=0.60 \times 32.00 / 1.30 = 14.77 \text{ N/mm}^2$   
Rektangulært tverrsnitt Km=0.70 (EC5 §6.1.6.(2))  
 $\sigma_{c0d} = F_{c0d} / A_{netto} = 1000 \times 18.532 / 22500 = 0.82 \text{ N/mm}^2$   
omyd=Myd/Wmy, netto=1E+06x5.457/5.625E+005= 9.70 N/mm<sup>2</sup>  
omzd=Mzd/Wmz, netto=1E+06x0.000/5.625E+005= 0.00 N/mm<sup>2</sup>

**Knekkleddene**

Sky= 0.90x3.000=2.700 m= 2700 mm

Skz= 0.90x3.000=2.700 m= 2700 mm

**Slankhetstallene**

iy=(Iy/A)<sup>1/2</sup>=0.289x 150= 43 mm,  $\lambda_y = 2700 / 43 = 62.79$

iz=(Iz/A)<sup>1/2</sup>=0.289x 150= 43 mm,  $\lambda_z = 2700 / 43 = 62.79$

**Kritisk spenning**

$\sigma_c, \text{crity} = \pi^2 E I_{005} / \lambda y^2 = 27.79 \text{ N/mm}^2$ ,  $\lambda_{\text{rel}, y} = (f_{c0k} / \sigma_c, \text{crity})^{1/2} = 0.98$  (EC5 Lign.6.21)

$\sigma_c, \text{critz} = \pi^2 E I_{005} / \lambda z^2 = 27.79 \text{ N/mm}^2$ ,  $\lambda_{\text{rel}, z} = (f_{c0k} / \sigma_c, \text{critz})^{1/2} = 0.98$  (EC5 Lign.6.22)

$\beta_c = 0.10$  (limtre)  
 $k_y = 0.5 [1 + \beta_c (\lambda_{\text{rel}, y} - 0.3) + \lambda_{\text{rel}, y}^2] = 1.01$ ,  $K_{cy} = 1 / (k_y + (k_y^2 - \lambda_{\text{rel}, y}^2)^{1/2}) = 0.787$   
(Lign.6.27 6.25)

$k_z = 0.5 [1 + \beta_c (\lambda_{\text{rel}, z} - 0.3) + \lambda_{\text{rel}, z}^2] = 1.01$ ,  $K_{cz} = 1 / (k_z + (k_z^2 - \lambda_{\text{rel}, z}^2)^{1/2}) = 0.787$   
(Lign.6.28 6.26)

$\sigma_{c0d} / (K_{cy} \cdot f_{c0d}) + \sigma_{myd} / f_{myd} + K_m \cdot \sigma_{mzd} / f_{mzd} = 0.086 + 0.657 + 0.000 = 0.74 < 1$  (EC5 Lign.6.23)

$\sigma_{c0d} / (K_{cz} \cdot f_{c0d}) + K_m \cdot \sigma_{myd} / f_{myd} + \sigma_{mzd} / f_{mzd} = 0.086 + 0.460 + 0.000 = 0.55 < 1$  (EC5 Lign.6.24)

Kontroll OK

**Dimensjonering av Tre, Element 2, [Spenn ], L= 6.000m, B= 150mm, H= 300mm**

**Med = 20.67 kNm, Ved = 0.00 kN, Ned = -2.95 kN (x=3.00m)**

**Bøyning, Myd=20.665 kNm, Mzd=0.000 kNm (EC5 §6.1.6)**

Rektangulært tverrsnitt, b=150mm, h=300mm, A=4.500E+004mm<sup>2</sup>, Wy=2.250E+006mm<sup>3</sup>, Wz=1.125E+006mm<sup>3</sup>

Modifikasjonsfaktor Kmod=0.60 (Tab.3.1), Materialfaktor  $\tilde{a}M=1.30$  (Tab. 2.3)

fmyk=32.00 N/mm<sup>2</sup>, fmyd=Kmod·fmyk/γM=0.60×32.00/1.30=14.77N/mm<sup>2</sup>

fmzk=32.00 N/mm<sup>2</sup>, fmzd=Kmod·fmzk/γM=0.60×32.00/1.30=14.77N/mm<sup>2</sup>

Rektangulært tverrsnitt Km=0.70 (EC5 §6.1.6.(2))

σmyd=Myd/Wmy, netto=1E+06×20.665/2.250E+006= 9.18 N/mm<sup>2</sup>

σmzd=Mzd/Wmz, netto=1E+06×0.000/1.125E+006= 0.00 N/mm<sup>2</sup>

σmyd/fmyd+Km·σmzd/fmzd=0.622+0.000= 0.62 < 1 (EC5 Lign.6.11)

Km·σmyd/fmyd+σmzd/fmzd=0.435+0.000= 0.44 < 1 (EC5 Lign.6.12)

Kontroll OK

**Dimensjonering av Tre, Element 2, [Venstre ende ], L= 6.000m, B= 150mm, H= 300mm**

**MedA=-4.59kNm (x=t/2=0.08m), VedA=17.27kN (x=t/2=0.08m), VedAmax=17.71kN, NedA=-2.95kN**

**Bøyning, Myd=4.588 kNm, Mzd=0.000 kNm (EC5 §6.1.6)**

Rektangulært tverrsnitt, b=150mm, h=300mm, A=4.500E+004mm<sup>2</sup>, Wy=2.250E+006mm<sup>3</sup>, Wz=1.125E+006mm<sup>3</sup>

Modifikasjonsfaktor Kmod=0.60 (Tab.3.1), Materialfaktor  $\tilde{a}M=1.30$  (Tab. 2.3)

fmyk=32.00 N/mm<sup>2</sup>, fmyd=Kmod·fmyk/γM=0.60×32.00/1.30=14.77N/mm<sup>2</sup>

fmzk=32.00 N/mm<sup>2</sup>, fmzd=Kmod·fmzk/γM=0.60×32.00/1.30=14.77N/mm<sup>2</sup>

Rektangulært tverrsnitt Km=0.70 (EC5 §6.1.6.(2))

σmyd=Myd/Wmy, netto=1E+06×4.588/2.250E+006= 2.04 N/mm<sup>2</sup>

σmzd=Mzd/Wmz, netto=1E+06×0.000/1.125E+006= 0.00 N/mm<sup>2</sup>

σmyd/fmyd+Km·σmzd/fmzd=0.138+0.000= 0.14 < 1 (EC5 Lign.6.11)

Km·σmyd/fmyd+σmzd/fmzd=0.097+0.000= 0.10 < 1 (EC5 Lign.6.12)

Kontroll OK

**Skjær, Fv=17.267 kN (EC5 §6.1.7)**

Rektangulært tverrsnitt, bef=0.67×150=101 mm, h=300 mm, A= 30 300 mm<sup>2</sup>

Modifikasjonsfaktor Kmod=0.60 (Tab.3.1), Materialfaktor  $\tilde{a}M=1.30$  (Tab. 2.3)

fvk=3.20 N/mm<sup>2</sup>, fvd=Kmod·fvk/γM=0.60×3.20/1.30=1.48N/mm<sup>2</sup> (EC5 Lign.2.14)

Fv=17.267 kN, τv0d=1.50Fv0d/Anetto=1000×1.50×17.267/30300=0.85N/mm<sup>2</sup> <

1.48N/mm<sup>2</sup>=fv0d (Lign.6.13)

Kontroll OK

**Dimensjonering av Tre, Element 2, [Venstre ende ], L= 6.000m, B= 150mm, H= 300mm**

**MedB=-4.59kNm (x=t/2=0.08m), VedB=17.27kN (x=t/2=0.08m), VedBmax=17.71kN, NedB=-2.95kN**

**Bøyning, Myd=4.588 kNm, Mzd=0.000 kNm (EC5 §6.1.6)**

Rektangulært tverrsnitt, b=150mm, h=300mm, A=4.500E+004mm<sup>2</sup>, Wy=2.250E+006mm<sup>3</sup>, Wz=1.125E+006mm<sup>3</sup>

Modifikasjonsfaktor Kmod=0.60 (Tab.3.1), Materialfaktor  $\tilde{a}M=1.30$  (Tab. 2.3)

fmyk=32.00 N/mm<sup>2</sup>, fmyd=Kmod·fmyk/γM=0.60×32.00/1.30=14.77N/mm<sup>2</sup>

fmzk=32.00 N/mm<sup>2</sup>, fmzd=Kmod·fmzk/γM=0.60×32.00/1.30=14.77N/mm<sup>2</sup>

Rektangulært tverrsnitt  $K_m=0.70$  (EC5 §6.1.6.(2))  
 $\sigma_{myd} = M_{yd}/W_{my}, \text{netto} = 1E+06 \times 4.588 / 2.250E+006 = 2.04 \text{ N/mm}^2$   
 $\sigma_{mzd} = M_{zd}/W_{mz}, \text{netto} = 1E+06 \times 0.000 / 1.125E+006 = 0.00 \text{ N/mm}^2$   
 $\sigma_{myd}/f_{myd} + K_m \cdot \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.138 + 0.000 = 0.14 < 1$  (EC5 Lign.6.11)  
 $K_m \cdot \sigma_{myd}/f_{myd} + \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.097 + 0.000 = 0.10 < 1$  (EC5 Lign.6.12)

Kontroll OK

#### **Skjær, $F_v=17.267 \text{ kN}$ (EC5 §6.1.7)**

Rektangulært tverrsnitt,  $b_{ef}=0.67 \times 150=101 \text{ mm}$ ,  $h=300 \text{ mm}$ ,  $A=30\,300 \text{ mm}^2$   
Modifikasjonsfaktor  $K_{mod}=0.60$  (Tab.3.1), Materialfaktor  $\alpha_M=1.30$  (Tab. 2.3)  
 $f_{vk}=3.20 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{vd}=K_{mod} \cdot f_{vk}/\gamma_M = 0.60 \times 3.20 / 1.30 = 1.48 \text{ N/mm}^2$  (EC5 Lign.2.14)  
 $F_v=17.267 \text{ kN}$ ,  $\tau_{v0d}=1.50 F_{v0d}/A_{netto} = 1000 \times 17.267 / 30300 = 0.85 \text{ N/mm}^2 <$

$1.48 \text{ N/mm}^2 = f_{v0d}$  (Lign.6.13)

Kontroll OK

#### **Dimensjonering av Tre, Element 2, $L=6.000 \text{ m}$ , $B=150 \text{ mm}$ , $H=300 \text{ mm}$ ,**

#### **Knekkapasitet**

#### **Krumning i bjelker, $M_{yd}=20.665 \text{ kNm}$ , $M_{zd}=0.000 \text{ kNm}$ (EC5 §6.3.3)**

Rektangulært tverrsnitt,  $b=150 \text{ mm}$ ,  $h=300 \text{ mm}$ ,  $A=4.500E+004 \text{ mm}^2$ ,  $W_y=2.250E+006 \text{ mm}^3$ ,  
 $W_z=1.125E+006 \text{ mm}^3$

Modifikasjonsfaktor  $K_{mod}=0.60$  (Tab.3.1), Materialfaktor  $\alpha_M=1.30$  (Tab. 2.3)

$f_{c0k}=26.50 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{c0d}=K_{mod} \cdot f_{c0k}/\gamma_M = 0.60 \times 26.50 / 1.30 = 12.23 \text{ N/mm}^2$

$f_{myk}=32.00 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{myk}/\gamma_M = 0.60 \times 32.00 / 1.30 = 14.77 \text{ N/mm}^2$

$f_{mzk}=32.00 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mzk}/\gamma_M = 0.60 \times 32.00 / 1.30 = 14.77 \text{ N/mm}^2$

Rektangulært tverrsnitt  $K_m=0.70$  (EC5 §6.1.6.(2))

$\sigma_{myd} = M_{yd}/W_{my}, \text{netto} = 1E+06 \times 20.665 / 2.250E+006 = 9.18 \text{ N/mm}^2$

$\sigma_{mzd} = M_{zd}/W_{mz}, \text{netto} = 1E+06 \times 0.000 / 1.125E+006 = 0.00 \text{ N/mm}^2$

#### Knekkleddene

$S_{ky} = 1.00 \times 6.000 = 6.000 \text{ m} = 6000 \text{ mm}$

$S_{kz} = 1.00 \times 6.000 = 6.000 \text{ m} = 6000 \text{ mm}$

#### Slankhetstallene

$i_y = (I_y/A)^{1/2} = 0.289 \times 300 = 87 \text{ mm}$ ,  $\lambda_y = 6000 / 87 = 68.97$

$i_z = (I_z/A)^{1/2} = 0.289 \times 150 = 43 \text{ mm}$ ,  $\lambda_z = 6000 / 43 = 139.53$

$\sigma_{m, \text{crit}} = \sigma_{m, \text{crit}} / W_y = \pi (E_{005} \cdot I_z \cdot G_{005} \cdot I_{\text{tor}})^{1/2} / (L_{ef} \cdot W_y) = 100.33 \text{ N/mm}^2$  (EC5 Lign.6.31)

$\sigma_{m, \text{crit}} = \sigma_{m, \text{crit}} / W_z = \pi (E_{005} \cdot I_z \cdot G_{005} \cdot I_{\text{tor}})^{1/2} / (L_{ef} \cdot W_z) = 401.33 \text{ N/mm}^2$  (EC5 Lign.6.31)

#### Kritisk spenning

$\sigma_{m, \text{crit}, y} = 100.33 \text{ N/mm}^2$ ,  $\lambda_{\text{rel}, y} = (f_{myk}/\sigma_{m, \text{crit}, y})^{1/2} = 0.56$  (EC5 Lign.6.30)

$\sigma_{m, \text{crit}, z} = 401.33 \text{ N/mm}^2$ ,  $\lambda_{\text{rel}, z} = (f_{mzk}/\sigma_{m, \text{crit}, z})^{1/2} = 0.28$  (EC5 Lign.6.30)

$\lambda_{\text{rel}, y} = 0.56$ , ( $\lambda_{\text{rel}} \leq 0.75$ ),  $K_{\text{crit}, y} = 1.00$  (EC5 Lign.6.34)

$\lambda_{\text{rel}, z} = 0.28$ , ( $\lambda_{\text{rel}} \leq 0.75$ ),  $K_{\text{crit}, z} = 1.00$  (EC5 Lign.6.34)

$\sigma_{myd}/(K_{\text{crit}, y} \cdot f_{myd}) + K_m \cdot \sigma_{mzd}/(K_{\text{crit}, z} \cdot f_{mzd}) = 0.622 + 0.000 = 0.62 < 1$  (EC5 Lign.6.33)

$K_m \cdot \sigma_{myd}/(K_{\text{crit}, y} \cdot f_{myd}) + \sigma_{mzd}/(K_{\text{crit}, z} \cdot f_{mzd}) = 0.435 + 0.000 = 0.44 < 1$  (EC5 Lign.6.33)

Kontroll OK

#### **Dimensjonering av Tre, Element 3, [Spenn ], $L=3.000 \text{ m}$ , $B=150 \text{ mm}$ , $H=$**

#### **150mm**

**Med = -3.25 kNm, Ved = 2.95 kN, Ned = -17.96 kN ( $x=0.90 \text{ m}$ )**

#### **Trykk i fiberretningen, $F_{c0d}=-17.956 \text{ kN}$ (EC5 §6.1.4)**

Rektangulært tverrsnitt,  $b=150 \text{ mm}$ ,  $h=150 \text{ mm}$ ,  $A=22\,500 \text{ mm}^2$

Modifikasjonsfaktor  $K_{mod}=0.60$  (Tab.3.1), Materialfaktor  $\alpha_M=1.30$  (Tab. 2.3)

$f_{c0k}=26.50 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{c0d}=K_{mod} \cdot f_{c0k}/\gamma_M = 0.60 \times 26.50 / 1.30 = 12.23 \text{ N/mm}^2$  (EC5 Lign.2.14)

$F_{c0d}=-17.956 \text{ kN}$ ,  $\sigma_{c0d}=F_{c0d}/A_{netto} = 1000 \times 17.956 / 22500 = 0.80 \text{ N/mm}^2 <$

$12.23 \text{ N/mm}^2 = f_{c0d}$  (Lign.6.2)

Kontroll OK

#### **Bøyning, $M_{yd}=3.246 \text{ kNm}$ , $M_{zd}=0.000 \text{ kNm}$ (EC5 §6.1.6)**

Rektangulært tverrsnitt,  $b=150 \text{ mm}$ ,  $h=150 \text{ mm}$ ,  $A=2.250E+004 \text{ mm}^2$ ,  $W_y=5.625E+005 \text{ mm}^3$ ,  
 $W_z=5.625E+005 \text{ mm}^3$

Modifikasjonsfaktor  $K_{mod}=0.60$  (Tab.3.1), Materialfaktor  $\alpha_M=1.30$  (Tab. 2.3)

$f_{myk}=32.00 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{myk}/\gamma_M = 0.60 \times 32.00 / 1.30 = 14.77 \text{ N/mm}^2$

$f_{mzk}=32.00 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mzk}/\gamma_M = 0.60 \times 32.00 / 1.30 = 14.77 \text{ N/mm}^2$

Rektangulært tverrsnitt  $K_m=0.70$  (EC5 §6.1.6.(2))

$\sigma_{myd} = M_{yd}/W_{my}, \text{netto} = 1E+06 \times 3.246 / 5.625E+005 = 5.77 \text{ N/mm}^2$

$\sigma_{mzd} = M_{zd}/W_{mz}, \text{netto} = 1E+06 \times 0.000 / 5.625E+005 = 0.00 \text{ N/mm}^2$

$\sigma_{myd}/f_{myd} + K_m \cdot \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.391 + 0.000 = 0.39 < 1$  (EC5 Lign.6.11)

$K_m \cdot \sigma_{myd}/f_{myd} + \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.273 + 0.000 = 0.27 < 1$  (EC5 Lign.6.12)

Kontroll OK

#### **Skjær, $F_v=2.949 \text{ kN}$ (EC5 §6.1.7)**

Rektangulært tverrsnitt,  $b_{ef}=0.67 \times 150=101 \text{ mm}$ ,  $h=150 \text{ mm}$ ,  $A=15\,150 \text{ mm}^2$

Modifikasjonsfaktor  $K_{mod}=0.60$  (Tab.3.1), Materialfaktor  $\alpha_M=1.30$  (Tab. 2.3)  
 $f_{vk}=3.20$  N/mm<sup>2</sup>,  $f_{vd}=K_{mod}\cdot f_{vk}/\gamma_M=0.60\times 3.20/1.30=1.48$ N/mm<sup>2</sup> (EC5 Lign.2.14)  
 $F_v=2.949$  kN,  $\tau_{v0d}=1.50F_{v0d}/A_{netto}=1000\times 1.50\times 2.949/15150=0.29$ N/mm<sup>2</sup> <  
 $1.48$ N/mm<sup>2</sup>= $f_{v0d}$  (Lign.6.13)

Kontroll OK

**Bøyning og aksialt trykk,  $F_{c0d}=-17.956$ kN,  $M_{yd}=3.246$ kNm,  $M_{zd}=0.000$ kNm (EC5 §6.2.4)**

Rektangulært tverrsnitt,  $b=150$ mm,  $h=150$ mm,  $A=2.250E+004$ mm<sup>2</sup>,  $W_y=5.625E+005$ mm<sup>3</sup>,  
 $W_z=5.625E+005$ mm<sup>3</sup>

Modifikasjonsfaktor  $K_{mod}=0.60$  (Tab.3.1), Materialfaktor  $\alpha_M=1.30$  (Tab. 2.3)

$f_{c0k}=26.50$  N/mm<sup>2</sup>,  $f_{c0d}=K_{mod}\cdot f_{c0k}/\gamma_M=0.60\times 26.50/1.30=12.23$ N/mm<sup>2</sup>

$f_{myk}=32.00$  N/mm<sup>2</sup>,  $f_{myd}=K_{mod}\cdot f_{myk}/\gamma_M=0.60\times 32.00/1.30=14.77$ N/mm<sup>2</sup>

$f_{mzk}=32.00$  N/mm<sup>2</sup>,  $f_{mzd}=K_{mod}\cdot f_{mzk}/\gamma_M=0.60\times 32.00/1.30=14.77$ N/mm<sup>2</sup>

Rektangulært tverrsnitt  $K_m=0.70$  (EC5 §6.1.6.(2))

$\sigma_{c0d}=F_{c0d}/A_{netto}=1000\times 17.956/22500=0.80$  N/mm<sup>2</sup>

$\sigma_{myd}=M_{yd}/W_{my,netto}=1E+06\times 3.246/5.625E+005=5.77$  N/mm<sup>2</sup>

$\sigma_{mzd}=M_{zd}/W_{mz,netto}=1E+06\times 0.000/5.625E+005=0.00$  N/mm<sup>2</sup>

$(\sigma_{c0d}/f_{c0d})^2+\sigma_{myd}/f_{myd}+K_m\cdot\sigma_{mzd}/f_{mzd}=0.004+0.391+0.000=0.39 < 1$  (EC5

Lign.6.19)

$(\sigma_{c0d}/f_{c0d})^2+K_m\cdot\sigma_{myd}/f_{myd}+\sigma_{mzd}/f_{mzd}=0.004+0.273+0.000=0.28 < 1$  (EC5

Lign.6.20)

Kontroll OK

**Dimensjonering av Tre, Element 3, [Venstre ende ],  $L=3.000$ m,  $B=150$ mm,  $H=150$ mm**

$M_{edA}=-5.46$ kNm ( $x=t/2=0.15$ m),  $V_{edA}=2.95$ kN ( $x=t/2=0.15$ m),  $V_{edAmax}=2.95$ kN,  $N_{edA}=-17.71$ kN

**Trykk i fiberretningen,  $F_{c0d}=-17.710$  kN (EC5 §6.1.4)**

Rektangulært tverrsnitt,  $b=150$  mm,  $h=150$  mm,  $A=22\,500$  mm<sup>2</sup>

Modifikasjonsfaktor  $K_{mod}=0.60$  (Tab.3.1), Materialfaktor  $\alpha_M=1.30$  (Tab. 2.3)

$f_{c0k}=26.50$  N/mm<sup>2</sup>,  $f_{c0d}=K_{mod}\cdot f_{c0k}/\gamma_M=0.60\times 26.50/1.30=12.23$ N/mm<sup>2</sup> (EC5 Lign.2.14)

$F_{c0d}=-17.710$  kN,  $\sigma_{c0d}=F_{c0d}/A_{netto}=1000\times 17.710/22500=0.79$ N/mm<sup>2</sup> <

$12.23$ N/mm<sup>2</sup>= $f_{c0d}$  (Lign.6.2)

Kontroll OK

**Bøyning,  $M_{yd}=5.457$  kNm,  $M_{zd}=0.000$  kNm (EC5 §6.1.6)**

Rektangulært tverrsnitt,  $b=150$ mm,  $h=150$ mm,  $A=2.250E+004$ mm<sup>2</sup>,  $W_y=5.625E+005$ mm<sup>3</sup>,  
 $W_z=5.625E+005$ mm<sup>3</sup>

Modifikasjonsfaktor  $K_{mod}=0.60$  (Tab.3.1), Materialfaktor  $\alpha_M=1.30$  (Tab. 2.3)

$f_{myk}=32.00$  N/mm<sup>2</sup>,  $f_{myd}=K_{mod}\cdot f_{myk}/\gamma_M=0.60\times 32.00/1.30=14.77$ N/mm<sup>2</sup>

$f_{mzk}=32.00$  N/mm<sup>2</sup>,  $f_{mzd}=K_{mod}\cdot f_{mzk}/\gamma_M=0.60\times 32.00/1.30=14.77$ N/mm<sup>2</sup>

Rektangulært tverrsnitt  $K_m=0.70$  (EC5 §6.1.6.(2))

$\sigma_{myd}=M_{yd}/W_{my,netto}=1E+06\times 5.457/5.625E+005=9.70$  N/mm<sup>2</sup>

$\sigma_{mzd}=M_{zd}/W_{mz,netto}=1E+06\times 0.000/5.625E+005=0.00$  N/mm<sup>2</sup>

$\sigma_{myd}/f_{myd}+K_m\cdot\sigma_{mzd}/f_{mzd}=0.657+0.000=0.66 < 1$  (EC5 Lign.6.11)

$K_m\cdot\sigma_{myd}/f_{myd}+\sigma_{mzd}/f_{mzd}=0.460+0.000=0.46 < 1$  (EC5 Lign.6.12)

Kontroll OK

**Skjær,  $F_v=2.949$  kN (EC5 §6.1.7)**

Rektangulært tverrsnitt,  $b_{ef}=0.67\times 150=101$  mm,  $h=150$  mm,  $A=15\,150$  mm<sup>2</sup>

Modifikasjonsfaktor  $K_{mod}=0.60$  (Tab.3.1), Materialfaktor  $\alpha_M=1.30$  (Tab. 2.3)

$f_{vk}=3.20$  N/mm<sup>2</sup>,  $f_{vd}=K_{mod}\cdot f_{vk}/\gamma_M=0.60\times 3.20/1.30=1.48$ N/mm<sup>2</sup> (EC5 Lign.2.14)

$F_v=2.949$  kN,  $\tau_{v0d}=1.50F_{v0d}/A_{netto}=1000\times 1.50\times 2.949/15150=0.29$ N/mm<sup>2</sup> <

$1.48$ N/mm<sup>2</sup>= $f_{v0d}$  (Lign.6.13)

Kontroll OK

**Bøyning og aksialt trykk,  $F_{c0d}=-17.710$ kN,  $M_{yd}=5.457$ kNm,  $M_{zd}=0.000$ kNm (EC5 §6.2.4)**

Rektangulært tverrsnitt,  $b=150$ mm,  $h=150$ mm,  $A=2.250E+004$ mm<sup>2</sup>,  $W_y=5.625E+005$ mm<sup>3</sup>,  
 $W_z=5.625E+005$ mm<sup>3</sup>

Modifikasjonsfaktor  $K_{mod}=0.60$  (Tab.3.1), Materialfaktor  $\alpha_M=1.30$  (Tab. 2.3)

$f_{c0k}=26.50$  N/mm<sup>2</sup>,  $f_{c0d}=K_{mod}\cdot f_{c0k}/\gamma_M=0.60\times 26.50/1.30=12.23$ N/mm<sup>2</sup>

$f_{myk}=32.00$  N/mm<sup>2</sup>,  $f_{myd}=K_{mod}\cdot f_{myk}/\gamma_M=0.60\times 32.00/1.30=14.77$ N/mm<sup>2</sup>

$f_{mzk}=32.00$  N/mm<sup>2</sup>,  $f_{mzd}=K_{mod}\cdot f_{mzk}/\gamma_M=0.60\times 32.00/1.30=14.77$ N/mm<sup>2</sup>

Rektangulært tverrsnitt  $K_m=0.70$  (EC5 §6.1.6.(2))

$\sigma_{c0d}=F_{c0d}/A_{netto}=1000\times 17.710/22500=0.79$  N/mm<sup>2</sup>

$\sigma_{myd}=M_{yd}/W_{my,netto}=1E+06\times 5.457/5.625E+005=9.70$  N/mm<sup>2</sup>

$\sigma_{mzd}=M_{zd}/W_{mz,netto}=1E+06\times 0.000/5.625E+005=0.00$  N/mm<sup>2</sup>

$(\sigma_{c0d}/f_{c0d})^2+\sigma_{myd}/f_{myd}+K_m\cdot\sigma_{mzd}/f_{mzd}=0.004+0.657+0.000=0.66 < 1$  (EC5

Lign.6.19)

$(\sigma_{c0d}/f_{c0d})^2 + K_m \cdot \sigma_{myd}/f_{myd} + \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.004 + 0.460 + 0.000 = 0.46 < 1$  (EC5 Lign.6.20)

Kontroll OK

**Dimensjonering av Tre, Element 3, [Venstre ende ], L= 3.000m, B= 150mm, H= 150mm**

**MedB=2.95kNm (x=t/2=0.00m), VedB=2.95kN (x=t/2=0.00m), VedBmax=2.95kN, NedB=-18.53kN**

**Trykk i fiberretningen, Fc0d=-18.532 kN (EC5 §6.1.4)**

Rektangulært tverrsnitt, b=150 mm, h=150 mm, A= 22 500 mm<sup>2</sup>

Modifikasjonsfaktor Kmod=0.60 (Tab.3.1), Materialfaktor  $\alpha_M=1.30$  (Tab. 2.3)

$f_{c0k}=26.50$  N/mm<sup>2</sup>,  $f_{c0d}=K_{mod} \cdot f_{c0k}/\gamma_M=0.60 \times 26.50/1.30=12.23$  N/mm<sup>2</sup> (EC5 Lign.2.14)

$F_{c0d}=-18.532$  kN,  $\sigma_{c0d}=F_{c0d}/A_{netto}=1000 \times 18.532/22500=0.82$  N/mm<sup>2</sup> <

$12.23$  N/mm<sup>2</sup>= $f_{c0d}$  (Lign.6.2)

Kontroll OK

**Bøyning, Myd=2.947 kNm, Mzd=0.000 kNm (EC5 §6.1.6)**

Rektangulært tverrsnitt, b=150mm, h=150mm, A=2.250E+004mm<sup>2</sup>, Wy=5.625E+005mm<sup>3</sup>, Wz=5.625E+005mm<sup>3</sup>

Modifikasjonsfaktor Kmod=0.60 (Tab.3.1), Materialfaktor  $\alpha_M=1.30$  (Tab. 2.3)

$f_{myk}=32.00$  N/mm<sup>2</sup>,  $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{myk}/\gamma_M=0.60 \times 32.00/1.30=14.77$  N/mm<sup>2</sup>

$f_{mzk}=32.00$  N/mm<sup>2</sup>,  $f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mzk}/\gamma_M=0.60 \times 32.00/1.30=14.77$  N/mm<sup>2</sup>

Rektangulært tverrsnitt Km=0.70 (EC5 §6.1.6.(2))

$\sigma_{myd}=Myd/W_{my}$ , netto=1E+06x2.947/5.625E+005= 5.24 N/mm<sup>2</sup>

$\sigma_{mzd}=Mzd/W_{mz}$ , netto=1E+06x0.000/5.625E+005= 0.00 N/mm<sup>2</sup>

$\sigma_{myd}/f_{myd} + K_m \cdot \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.355 + 0.000 = 0.35 < 1$  (EC5 Lign.6.11)

$K_m \cdot \sigma_{myd}/f_{myd} + \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.248 + 0.000 = 0.25 < 1$  (EC5 Lign.6.12)

Kontroll OK

**Skjær, Fv=2.949 kN (EC5 §6.1.7)**

Rektangulært tverrsnitt, bef=0.67x150=101 mm, h=150 mm, A= 15 150 mm<sup>2</sup>

Modifikasjonsfaktor Kmod=0.60 (Tab.3.1), Materialfaktor  $\alpha_M=1.30$  (Tab. 2.3)

$f_{vk}=3.20$  N/mm<sup>2</sup>,  $f_{vd}=K_{mod} \cdot f_{vk}/\gamma_M=0.60 \times 3.20/1.30=1.48$  N/mm<sup>2</sup> (EC5 Lign.2.14)

$F_v=2.949$  kN,  $\tau_{v0d}=1.50F_{v0d}/A_{netto}=1000 \times 1.50 \times 2.949/15150=0.29$  N/mm<sup>2</sup> <

$1.48$  N/mm<sup>2</sup>= $f_{v0d}$  (Lign.6.13)

Kontroll OK

**Bøyning og aksialt trykk, Fc0d=-18.532kN, Myd=2.947kNm, Mzd=0.000kNm (EC5 §6.2.4)**

Rektangulært tverrsnitt, b=150mm, h=150mm, A=2.250E+004mm<sup>2</sup>, Wy=5.625E+005mm<sup>3</sup>, Wz=5.625E+005mm<sup>3</sup>

Modifikasjonsfaktor Kmod=0.60 (Tab.3.1), Materialfaktor  $\alpha_M=1.30$  (Tab. 2.3)

$f_{c0k}=26.50$  N/mm<sup>2</sup>,  $f_{c0d}=K_{mod} \cdot f_{c0k}/\gamma_M=0.60 \times 26.50/1.30=12.23$  N/mm<sup>2</sup>

$f_{myk}=32.00$  N/mm<sup>2</sup>,  $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{myk}/\gamma_M=0.60 \times 32.00/1.30=14.77$  N/mm<sup>2</sup>

$f_{mzk}=32.00$  N/mm<sup>2</sup>,  $f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mzk}/\gamma_M=0.60 \times 32.00/1.30=14.77$  N/mm<sup>2</sup>

Rektangulært tverrsnitt Km=0.70 (EC5 §6.1.6.(2))

$\sigma_{c0d}=F_{c0d}/A_{netto}=1000 \times 18.532/22500= 0.82$  N/mm<sup>2</sup>

$\sigma_{myd}=Myd/W_{my}$ , netto=1E+06x2.947/5.625E+005= 5.24 N/mm<sup>2</sup>

$\sigma_{mzd}=Mzd/W_{mz}$ , netto=1E+06x0.000/5.625E+005= 0.00 N/mm<sup>2</sup>

$(\sigma_{c0d}/f_{c0d})^2 + \sigma_{myd}/f_{myd} + K_m \cdot \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.005 + 0.355 + 0.000 = 0.36 < 1$  (EC5

Lign.6.19)

$(\sigma_{c0d}/f_{c0d})^2 + K_m \cdot \sigma_{myd}/f_{myd} + \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.005 + 0.248 + 0.000 = 0.25 < 1$  (EC5

Lign.6.20)

Kontroll OK

**Dimensjonering av Tre, Element 3 , L= 3.000m, B= 150mm, H= 150mm,**

**Knekkapasitet**

**Knekkning i søyler, Fc0d=-18.532kN, Myd=5.457kNm, Mzd=0.000kNm (EC5 §6.3.2)**

Rektangulært tverrsnitt, b=150mm, h=150mm, A=2.250E+004mm<sup>2</sup>, Wy=5.625E+005mm<sup>3</sup>, Wz=5.625E+005mm<sup>3</sup>

Modifikasjonsfaktor Kmod=0.60 (Tab.3.1), Materialfaktor  $\alpha_M=1.30$  (Tab. 2.3, E005=11100MPa)

$f_{c0k}=26.50$  N/mm<sup>2</sup>,  $f_{c0d}=K_{mod} \cdot f_{c0k}/\gamma_M=0.60 \times 26.50/1.30=12.23$  N/mm<sup>2</sup>

$f_{myk}=32.00$  N/mm<sup>2</sup>,  $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{myk}/\gamma_M=0.60 \times 32.00/1.30=14.77$  N/mm<sup>2</sup>

$f_{mzk}=32.00$  N/mm<sup>2</sup>,  $f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mzk}/\gamma_M=0.60 \times 32.00/1.30=14.77$  N/mm<sup>2</sup>

Rektangulært tverrsnitt Km=0.70 (EC5 §6.1.6.(2))

$\sigma_{c0d}=F_{c0d}/A_{netto}=1000 \times 18.532/22500= 0.82$  N/mm<sup>2</sup>

$\sigma_{myd}=Myd/W_{my}$ , netto=1E+06x5.457/5.625E+005= 9.70 N/mm<sup>2</sup>

$\sigma_{mzd}=Mzd/W_{mz}$ , netto=1E+06x0.000/5.625E+005= 0.00 N/mm<sup>2</sup>

Knekklemdene

$Sky = 0.90 \times 3.000 = 2.700 \text{ m} = 2700 \text{ mm}$   
 $Skz = 0.90 \times 3.000 = 2.700 \text{ m} = 2700 \text{ mm}$   
Slankhetstallene  
 $i_y = (I_y/A)^{1/2} = 0.289 \times 150 = 43 \text{ mm}, \lambda_y = 2700/43 = 62.79$   
 $i_z = (I_z/A)^{1/2} = 0.289 \times 150 = 43 \text{ mm}, \lambda_z = 2700/43 = 62.79$   
Kritisk spenning  
 $\sigma_{c,crity} = \pi^2 E 005 / \lambda_y^2 = 27.79 \text{ N/mm}^2, \lambda_{rel,y} = (f_{c0k} / \sigma_{c,crity})^{1/2} = 0.98 \text{ (EC5 Lign.6.21)}$   
 $\sigma_{c,critz} = \pi^2 E 005 / \lambda_z^2 = 27.79 \text{ N/mm}^2, \lambda_{rel,z} = (f_{c0k} / \sigma_{c,critz})^{1/2} = 0.98 \text{ (EC5 Lign.6.22)}$   
 $\beta_c = 0.10 \text{ (limtre)}$   
 $k_y = 0.5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0.3) + \lambda_{rel,y}^2] = 1.01, K_{cy} = 1 / (k_y + (k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2)^{1/2}) = 0.787 \text{ (Lign.6.27 6.25)}$   
 $k_z = 0.5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0.3) + \lambda_{rel,z}^2] = 1.01, K_{cz} = 1 / (k_z + (k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2)^{1/2}) = 0.787 \text{ (Lign.6.28 6.26)}$   
 $\sigma_{c0d} / (K_{cy} \cdot f_{c0d}) + \sigma_{myd} / f_{myd} + K_{m, \sigma_{mzd}} / f_{mzd} = 0.086 + 0.657 + 0.000 = 0.74 < 1 \text{ (EC5 Lign.6.23)}$   
 $\sigma_{c0d} / (K_{cz} \cdot f_{c0d}) + K_{m, \sigma_{mzd}} / f_{myd} + \sigma_{mzd} / f_{mzd} = 0.086 + 0.460 + 0.000 = 0.55 < 1 \text{ (EC5 Lign.6.24)}$   
 Kontroll OK

## Balkong: Bjelker

### 1-Elementmetoden modell (FEM)

#### Knutepunkter

Kn.P.	x [m]	y [m]
1	0.000	0.000
2	2.000	0.000

#### Opplager

Kn.P.	Type	ux [mm]	uy [mm]	ur [rad]
1	Fritt opplegg			
2	Rullelager uy=0			

#### Materialtyper

Materialtype : Tre, E= 10.000 [GPa]  
 Egenlast : 9.000 [kN/m<sup>3</sup>]  
 Elementegenlast er inkludert i statisk last og masser

#### Elementverrsnitt

Tverrsnitt	b [cm]	h [cm]	Ac [cm <sup>2</sup> ]	Ic [cm <sup>4</sup> ]
1	4.800	14.800	7.10400E+001	1.29672E+003

#### Elementer

Element	Kn.P 1	Kn.P 2	Material	Lengde (m)	Vinkel (°)
1	1	2	1	2.000	0.000

#### Fordelte elementlaster, (yg=1.35, yg=1.50)

Element	lasttype	lastfordeling	G [kN/m]	Q [kN/m]	ygG+ygQ [kN/m]
1	jevnt fordelt	perpendikulært	0.360	2.500	4.236

#### Fordeling av elementlast fra egenlast, (yg=1.35, yg=1.50)

Element	lasttype	lastfordeling	G [kN/m]	Q [kN/m]	ygG+ygQ [kN/m]
1	jevnt fordelt	vertikalt	0.064	0.000	0.086

### 2-Resultatene av statisk-lineær-elastisk analyse

#### Diagrammer M, V, N, og forskyvninger d av element 1

n	x/l	x [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]	dx [mm]	dy [mm]
0	0.000	0.00	0.00	-4.32	0.00	0.000	0.000
1	0.100	0.20	0.78	-3.46	0.00	0.000	-2.180
2	0.200	0.40	1.38	-2.59	0.00	0.000	-4.124
3	0.300	0.60	1.82	-1.73	0.00	0.000	-5.647
4	0.400	0.80	2.07	-0.86	0.00	0.000	-6.613
5	0.500	1.00	2.16	0.00	0.00	0.000	-6.944
6	0.600	1.20	2.07	0.86	0.00	0.000	-6.613
7	0.700	1.40	1.82	1.73	0.00	0.000	-5.647
8	0.800	1.60	1.38	2.59	0.00	0.000	-4.124
9	0.900	1.80	0.78	3.46	0.00	0.000	-2.180
10	1.000	2.00	0.00	4.32	0.00	0.000	0.000

#### Maksimalverdi for element 1

maxM= 2.16 kNm, minM= 0.00 kNm  
 maxV= 4.32 kN, minV= -4.32 kN

maxN= 0.00 kN, minN= 0.00 kN  
maxd= 6.944 mm

### 3-Dimensjonering av tre

#### Beregningsstandard

EN1990:2002, Eurokode 0 Grunnlag for prosjektering  
EN1991-1-1:2002, Eurokode 1-1 Laster på konstruksjoner  
EN1995-1-1:2009, Eurokode 5 Prosjektering av trekonstruksjoner  
EN1997-1-1:2004, Eurokode 7 Geoteknisk prosjektering  
EN1998-1-1:2004, Eurokode 8 Prosjektering av konstruksjoner i  
jordskjelvområder  
NA - Nasjonalt tillegg: NA-NS:2008

#### Materialegenskaper (EC5 EN1995-1-1:2009, §3)

Styrkeklasse trelast: GL32c  
Klimaklasser : Klimaklasse 2, fuktinnhold  $\leq 20\%$  (§2.3.1.3)  
Materialfaktor  $\bar{a}_M=1.30$  (EC5 Tab. 2.3)  
Lastvarighetsklasser : Permanentlast (Tabell 2.1)

#### Dimensjonering av Tre, Element 1, [Spenn ], L= 2.000m, B= 48mm, H= 148mm

Med = 2.16 kNm, Ved = 0.00 kN, Ned = 0.00 kN (x=1.00m)

#### Bøyning, Myd=2.161 kNm, Mzd=0.000 kNm (EC5 §6.1.6)

Rektangulært tverrsnitt, b=48mm, h=148mm, A=7.104E+003mm<sup>2</sup>, Wy=1.752E+005mm<sup>3</sup>, Wz=5.683E+004mm<sup>3</sup>  
Modifikasjonsfaktor Kmod=0.60 (Tab.3.1), Materialfaktor  $\bar{a}_M=1.30$  (Tab. 2.3)  
fmyk=32.00 N/mm<sup>2</sup>, fmyd=Kmod·fmyk/ $\gamma_M=0.60 \times 32.00 / 1.30=14.77$ N/mm<sup>2</sup>  
fmzk=32.00 N/mm<sup>2</sup>, fmzd=Kmod·fmzk/ $\gamma_M=0.60 \times 32.00 / 1.30=14.77$ N/mm<sup>2</sup>  
Rektangulært tverrsnitt Km=0.70 (EC5 §6.1.6.(2))  
omyd=Myd/Wmy, netto=1E+06x2.161/1.752E+005=12.33 N/mm<sup>2</sup>  
omzd=Mzd/Wmz, netto=1E+06x0.000/5.683E+004= 0.00 N/mm<sup>2</sup>  
omyd/fmyd+Km.omzd/fmzd=0.835+0.000= 0.84 < 1 (EC5 Lign.6.11)  
Km.omyd/fmyd+omzd/fmzd=0.585+0.000= 0.58 < 1 (EC5 Lign.6.12)  
Kontroll OK

#### Dimensjonering av Tre, Element 1, [Venstre ende ], L= 2.000m, B= 48mm, H= 148mm

MedA=0.00kNm (x=t/2=0.00m), VedA=4.32kN (x=t/2=0.00m), VedAmax=4.32kN,  
NedA=0.00kN

#### Skjær, Fv=4.322 kN (EC5 §6.1.7)

Rektangulært tverrsnitt, bef=0.67x48=32 mm, h=148 mm, A= 4 736 mm<sup>2</sup>  
Modifikasjonsfaktor Kmod=0.60 (Tab.3.1), Materialfaktor  $\bar{a}_M=1.30$  (Tab. 2.3)  
fvk=3.20 N/mm<sup>2</sup>, fvd=Kmod·fvk/ $\gamma_M=0.60 \times 3.20 / 1.30=1.48$ N/mm<sup>2</sup> (EC5 Lign.2.14)  
Fv=4.322 kN, tv0d=1.50Fv0d/Anetto=1000x1.50x4.322/4736=1.37N/mm<sup>2</sup> <  
1.48N/mm<sup>2</sup>=fv0d (Lign.6.13)  
Kontroll OK

#### Dimensjonering av Tre, Element 1, [Venstre ende ], L= 2.000m, B= 48mm, H= 148mm

MedB=0.00kNm (x=t/2=0.00m), VedB=4.32kN (x=t/2=0.00m), VedBmax=4.32kN,  
NedB=0.00kN

#### Skjær, Fv=4.322 kN (EC5 §6.1.7)

Rektangulært tverrsnitt, bef=0.67x48=32 mm, h=148 mm, A= 4 736 mm<sup>2</sup>  
Modifikasjonsfaktor Kmod=0.60 (Tab.3.1), Materialfaktor  $\bar{a}_M=1.30$  (Tab. 2.3)  
fvk=3.20 N/mm<sup>2</sup>, fvd=Kmod·fvk/ $\gamma_M=0.60 \times 3.20 / 1.30=1.48$ N/mm<sup>2</sup> (EC5 Lign.2.14)  
Fv=4.322 kN, tv0d=1.50Fv0d/Anetto=1000x1.50x4.322/4736=1.37N/mm<sup>2</sup> <  
1.48N/mm<sup>2</sup>=fv0d (Lign.6.13)  
Kontroll OK

#### Dimensjonering av Tre, Element 1 , L= 2.000m, B= 48mm, H= 148mm, Knekkkapasitet

Krumning i bjelker, Myd=2.161 kNm, Mzd=0.000 kNm (EC5 §6.3.3)



Rektangulært tverrsnitt,  $b=48\text{mm}$ ,  $h=148\text{mm}$ ,  $A=7.104\text{E}+003\text{mm}^2$ ,  $W_y=1.752\text{E}+005\text{mm}^3$ ,  
 $W_z=5.683\text{E}+004\text{mm}^3$   
 Modifikasjonsfaktor  $K_{mod}=0.60$  (Tab.3.1), Materialfaktor  $\alpha_M=1.30$  (Tab. 2.3)  
 $f_{c0k}=26.50\text{ N/mm}^2$ ,  $f_{c0d}=K_{mod}\cdot f_{c0k}/\gamma_M=0.60\times 26.50/1.30=12.23\text{N/mm}^2$   
 $f_{yk}=32.00\text{ N/mm}^2$ ,  $f_{yd}=K_{mod}\cdot f_{yk}/\gamma_M=0.60\times 32.00/1.30=14.77\text{N/mm}^2$   
 $f_{mk}=32.00\text{ N/mm}^2$ ,  $f_{md}=K_{mod}\cdot f_{mk}/\gamma_M=0.60\times 32.00/1.30=14.77\text{N/mm}^2$   
 Rektangulært tverrsnitt  $K_m=0.70$  (EC5 §6.1.6.(2))  
 $\sigma_{yd}=M_{yd}/W_{my, netto}=1\text{E}+06\times 2.161/1.752\text{E}+005=12.33\text{ N/mm}^2$   
 $\sigma_{zd}=M_{zd}/W_{mz, netto}=1\text{E}+06\times 0.000/5.683\text{E}+004= 0.00\text{ N/mm}^2$   
Knekk lengdene  
 $S_{ky}= 1.00\times 2.000=2.000\text{ m}= 2000\text{ mm}$   
 $S_{kz}= 1.00\times 2.000=2.000\text{ m}= 2000\text{ mm}$   
Slankhetstallene  
 $i_y=(I_y/A)^{1/2}=0.289\times 148= 43\text{ mm}$ ,  $\lambda_y= 2000/ 43= 46.51$   
 $i_z=(I_z/A)^{1/2}=0.289\times 48= 14\text{ mm}$ ,  $\lambda_z= 2000/ 14=142.86$   
 $\sigma_{m, crit}=M_{ycrit}/W_y=\pi(E005\cdot I_z\cdot G005\cdot I_{tor})^{1/2}/(L_{ef}\cdot W_y)= 67.26\text{N/mm}^2$  (EC5 Lign.6.31)  
 $\sigma_{m, crit}=M_{ycrit}/W_y=\pi(E005\cdot I_z\cdot G005\cdot I_{tor})^{1/2}/(L_{ef}\cdot W_y)= 639.47\text{N/mm}^2$  (EC5 Lign.6.31)  
Kritisk spenning  
 $\sigma_{m, crity}= 67.26\text{ N/mm}^2$ ,  $\lambda_{rel, my}=(f_{yk}/\sigma_{m, crity})^{1/2}= 0.69$  (EC5 Lign.6.30)  
 $\sigma_{m, critz}= 639.47\text{ N/mm}^2$ ,  $\lambda_{rel, mz}=(f_{mk}/\sigma_{m, critz})^{1/2}= 0.22$  (EC5 Lign.6.30)  
 $\lambda_{rel, my}=0.69$ , ( $\lambda_{rel}\leq 0.75$ ),  $K_{crity}=1.00$  (EC5 Lign.6.34)  
 $\lambda_{rel, mz}=0.22$ , ( $\lambda_{rel}\leq 0.75$ ),  $K_{critz}=1.00$  (EC5 Lign.6.34)  
 $\sigma_{yd}/(K_{crity}\cdot f_{yd})+K_m\cdot\sigma_{zd}/(K_{critz}\cdot f_{md})=0.835+0.000= 0.84 < 1$  (EC5 Lign.6.33)  
 $K_m\cdot\sigma_{yd}/(K_{crity}\cdot f_{yd})+\sigma_{zd}/(K_{critz}\cdot f_{md})=0.585+0.000= 0.58 < 1$  (EC5 Lign.6.33)  
 Kontroll OK

## Innvendig drager:

### 1-Elementmetoden modell (FEM)

#### Knutepunkter

Kn.P.	x [m]	y [m]
1	0.000	0.000
2	8.000	0.000

#### Opplager

Kn.P.	Type	ux [mm]	uy [mm]	ur [rad]
1	Fast innspenning			
2	Fast innspenning			

#### Materialtyper

Materialtype : Tre, E= 10.000 [GPa]  
Egenlast : 9.000 [kN/m<sup>3</sup>]  
Elementegenlast er ikke inkludert i statisk last og masser

#### Elementverrsnitt

Tverrsnitt	b [cm]	h [cm]	Ac [cm <sup>2</sup> ]	Ic [cm <sup>4</sup> ]
1	14.000	44.000	6.16000E+002	9.93813E+004

#### Elementer

Element	Kn.P 1	Kn.P 2	Material	Lengde (m)	Vinkel (°)
1	1	2	1	8.000	0.000

#### Fordelte elementlaster, (yg=1.35, yg=1.50)

Element	lasttype	lastfordeling	G [kN/m]	Q [kN/m]	yg+ygQ [kN/m]
1	jevnt fordelt	perpendikulært	3.170	6.000	13.280

### 2-Resultatene av statisk-lineær-elastisk analyse

#### Diagrammer M, V, N, og forskyvninger d av element 1

d [mm]	n	x/l	x [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]	dx [mm]	dy [mm]
0.000	0	0.000	0.00	-70.82	-53.12	0.00	0.000	0.000
1.847	1	0.100	0.80	-32.58	-42.49	0.00	0.000	-1.847
5.838	2	0.200	1.60	-2.83	-31.87	0.00	0.000	-5.838
10.057	3	0.300	2.40	18.41	-21.25	0.00	0.000	-10.057
13.136	4	0.400	3.20	31.16	-10.62	0.00	0.000	-13.136
14.253	5	0.500	4.00	35.41	0.00	0.00	0.000	-14.253
13.136	6	0.600	4.80	31.16	10.62	0.00	0.000	-13.136
10.057	7	0.700	5.60	18.41	21.25	0.00	0.000	-10.057
5.838	8	0.800	6.40	-2.83	31.87	0.00	0.000	-5.838
1.847	9	0.900	7.20	-32.58	42.49	0.00	0.000	-1.847
0.000	10	1.000	8.00	-70.82	53.12	0.00	0.000	0.000

#### Maksimalverdi for element 1

maxM=	35.41 kNm,	minM=	-70.82 kNm
maxV=	53.12 kN,	minV=	-53.12 kN
maxN=	0.00 kN,	minN=	0.00 kN
maxd=	14.253 mm		

### 3-Dimensjonering av tre

#### Beregningsstandard

EN1990:2002, Eurokode 0 Grunnlag for prosjektering  
EN1991-1-1:2002, Eurokode 1-1 Laster på konstruksjoner  
EN1995-1-1:2009, Eurokode 5 Prosjektering av trekonstruksjoner  
EN1997-1-1:2004, Eurokode 7 Geoteknisk prosjektering  
EN1998-1-1:2004, Eurokode 8 Prosjektering av konstruksjoner i  
jordskjelvområder  
NA - Nasjonalt tillegg: NA-NS:2008

#### Materialegenskaper (EC5 EN1995-1-1:2009, §3)

Styrkeklasse trelast: GL32c  
Klimaklasser : Klimaklasse 1, fuktinnhold  $\leq 12\%$  (§2.3.1.3)  
Materialfaktor  $\tilde{a}_M=1.30$  (EC5 Tab. 2.3)  
Lastvarighetsklasser : Korttidslast (Tabell 2.1)

#### Dimensjonering av Tre, Element 1, [Spenn ], L= 8.000m, B= 140mm, H=

##### 440mm

**Med = 35.41 kNm, Ved = 0.00 kN, Ned = 0.00 kN (x=4.00m)**

#### Bøyning, Myd=35.412 kNm, Mzd=0.000 kNm (EC5 §6.1.6)

Rektangulært tverrsnitt, b=140mm, h=440mm, A=6.160E+004mm<sup>2</sup>, Wy=4.517E+006mm<sup>3</sup>, Wz=1.437E+006mm<sup>3</sup>  
Modifikasjonsfaktor Kmod=0.90 (Tab.3.1), Materialfaktor  $\tilde{a}_M=1.30$  (Tab. 2.3)  
fmyk=32.00 N/mm<sup>2</sup>, fmyd=Kmod·fmyk/ $\gamma_M=0.90 \times 32.00 / 1.30 = 22.15$  N/mm<sup>2</sup>  
fmzk=32.00 N/mm<sup>2</sup>, fmzd=Kmod·fmzk/ $\gamma_M=0.90 \times 32.00 / 1.30 = 22.15$  N/mm<sup>2</sup>  
Rektangulært tverrsnitt Km=0.70 (EC5 §6.1.6.(2))  
 $\sigma_{yd} = Myd/W_{my}, netto = 1E+06 \times 35.412 / 4.517E+006 = 7.84$  N/mm<sup>2</sup>  
 $\sigma_{zd} = Mzd/W_{mz}, netto = 1E+06 \times 0.000 / 1.437E+006 = 0.00$  N/mm<sup>2</sup>  
 $\sigma_{yd}/f_{myd} + K_m \cdot \sigma_{zd}/f_{mzd} = 0.354 + 0.000 = 0.35 < 1$  (EC5 Lign.6.11)  
 $K_m \cdot \sigma_{yd}/f_{myd} + \sigma_{zd}/f_{mzd} = 0.248 + 0.000 = 0.25 < 1$  (EC5 Lign.6.12)  
Kontroll OK

#### Dimensjonering av Tre, Element 1, [Venstre ende ], L= 8.000m, B= 140mm, H=

##### 440mm

**MedA=-70.82kNm (x=t/2=0.00m), VedA=53.12kN (x=t/2=0.00m), VedAmax=53.12kN, NedA=0.00kN**

#### Bøyning, Myd=70.824 kNm, Mzd=0.000 kNm (EC5 §6.1.6)

Rektangulært tverrsnitt, b=140mm, h=440mm, A=6.160E+004mm<sup>2</sup>, Wy=4.517E+006mm<sup>3</sup>, Wz=1.437E+006mm<sup>3</sup>  
Modifikasjonsfaktor Kmod=0.90 (Tab.3.1), Materialfaktor  $\tilde{a}_M=1.30$  (Tab. 2.3)  
fmyk=32.00 N/mm<sup>2</sup>, fmyd=Kmod·fmyk/ $\gamma_M=0.90 \times 32.00 / 1.30 = 22.15$  N/mm<sup>2</sup>  
fmzk=32.00 N/mm<sup>2</sup>, fmzd=Kmod·fmzk/ $\gamma_M=0.90 \times 32.00 / 1.30 = 22.15$  N/mm<sup>2</sup>  
Rektangulært tverrsnitt Km=0.70 (EC5 §6.1.6.(2))  
 $\sigma_{yd} = Myd/W_{my}, netto = 1E+06 \times 70.824 / 4.517E+006 = 15.68$  N/mm<sup>2</sup>  
 $\sigma_{zd} = Mzd/W_{mz}, netto = 1E+06 \times 0.000 / 1.437E+006 = 0.00$  N/mm<sup>2</sup>  
 $\sigma_{yd}/f_{myd} + K_m \cdot \sigma_{zd}/f_{mzd} = 0.708 + 0.000 = 0.71 < 1$  (EC5 Lign.6.11)  
 $K_m \cdot \sigma_{yd}/f_{myd} + \sigma_{zd}/f_{mzd} = 0.495 + 0.000 = 0.50 < 1$  (EC5 Lign.6.12)  
Kontroll OK

#### Skjær, Fv=53.118 kN (EC5 §6.1.7)

Rektangulært tverrsnitt, bef=0.67x140=94 mm, h=440 mm, A= 41 360 mm<sup>2</sup>  
Modifikasjonsfaktor Kmod=0.90 (Tab.3.1), Materialfaktor  $\tilde{a}_M=1.30$  (Tab. 2.3)  
fvk=3.20 N/mm<sup>2</sup>, fvd=Kmod·fvk/ $\gamma_M=0.90 \times 3.20 / 1.30 = 2.22$  N/mm<sup>2</sup> (EC5 Lign.2.14)  
Fv=53.118 kN,  $\tau_{v0d} = 1.50 F_{v0d} / A_{netto} = 1000 \times 1.50 \times 53.118 / 41360 = 1.93$  N/mm<sup>2</sup> < 2.22 N/mm<sup>2</sup> = fv0d (Lign.6.13)  
Kontroll OK

#### Dimensjonering av Tre, Element 1, [Venstre ende ], L= 8.000m, B= 140mm, H=

##### 440mm

**MedB=-70.82kNm (x=t/2=0.00m), VedB=53.12kN (x=t/2=0.00m), VedBmax=53.12kN, NedB=0.00kN**

**Bøyning, Myd=70.824 kNm, Mzd=0.000 kNm (EC5 §6.1.6)**

Rektangulært tverrsnitt,  $b=140\text{mm}$ ,  $h=440\text{mm}$ ,  $A=6.160\text{E}+004\text{mm}^2$ ,  $W_y=4.517\text{E}+006\text{mm}^3$ ,  $W_z=1.437\text{E}+006\text{mm}^3$

Modifikasjonsfaktor  $K_{mod}=0.90$  (Tab.3.1), Materialfaktor  $\tilde{a}_M=1.30$  (Tab. 2.3)

$f_{yk}=32.00\text{ N/mm}^2$ ,  $f_{yd}=K_{mod}\cdot f_{yk}/\gamma_M=0.90\times 32.00/1.30=22.15\text{N/mm}^2$

$f_{mk}=32.00\text{ N/mm}^2$ ,  $f_{md}=K_{mod}\cdot f_{mk}/\gamma_M=0.90\times 32.00/1.30=22.15\text{N/mm}^2$

Rektangulært tverrsnitt  $K_m=0.70$  (EC5 §6.1.6.(2))

$\sigma_{yd}=M_yd/W_y$ , netto= $1\text{E}+06\times 70.824/4.517\text{E}+006=15.68\text{ N/mm}^2$

$\sigma_{zd}=M_{zd}/W_{mz}$ , netto= $1\text{E}+06\times 0.000/1.437\text{E}+006=0.00\text{ N/mm}^2$

$\sigma_{yd}/f_{yd}+K_m\cdot\sigma_{zd}/f_{md}=0.708+0.000=0.71 < 1$  (EC5 Lign.6.11)

$K_m\cdot\sigma_{yd}/f_{yd}+\sigma_{zd}/f_{md}=0.495+0.000=0.50 < 1$  (EC5 Lign.6.12)

Kontroll OK

**Skjær, Fv=53.118 kN (EC5 §6.1.7)**

Rektangulært tverrsnitt,  $b_{ef}=0.67\times 140=94\text{ mm}$ ,  $h=440\text{ mm}$ ,  $A=41\,360\text{ mm}^2$

Modifikasjonsfaktor  $K_{mod}=0.90$  (Tab.3.1), Materialfaktor  $\tilde{a}_M=1.30$  (Tab. 2.3)

$f_{vk}=3.20\text{ N/mm}^2$ ,  $f_{vd}=K_{mod}\cdot f_{vk}/\gamma_M=0.90\times 3.20/1.30=2.22\text{N/mm}^2$  (EC5 Lign.2.14)

$F_v=53.118\text{ kN}$ ,  $\tau_{v0d}=1.50F_v0d/A_{netto}=1000\times 1.50\times 53.118/41360=1.93\text{N/mm}^2 <$

$2.22\text{N/mm}^2=f_{v0d}$  (Lign.6.13)

Kontroll OK

**Dimensjonering av Tre, Element 1, L= 8.000m, B= 140mm, H= 440mm,****Knekkapasitet****Krumning i bjelker, Myd=70.824 kNm, Mzd=0.000 kNm (EC5 §6.3.3)**

Rektangulært tverrsnitt,  $b=140\text{mm}$ ,  $h=440\text{mm}$ ,  $A=6.160\text{E}+004\text{mm}^2$ ,  $W_y=4.517\text{E}+006\text{mm}^3$ ,  $W_z=1.437\text{E}+006\text{mm}^3$

Modifikasjonsfaktor  $K_{mod}=0.90$  (Tab.3.1), Materialfaktor  $\tilde{a}_M=1.30$  (Tab. 2.3)

$f_{c0k}=26.50\text{ N/mm}^2$ ,  $f_{c0d}=K_{mod}\cdot f_{c0k}/\gamma_M=0.90\times 26.50/1.30=18.35\text{N/mm}^2$

$f_{yk}=32.00\text{ N/mm}^2$ ,  $f_{yd}=K_{mod}\cdot f_{yk}/\gamma_M=0.90\times 32.00/1.30=22.15\text{N/mm}^2$

$f_{mk}=32.00\text{ N/mm}^2$ ,  $f_{md}=K_{mod}\cdot f_{mk}/\gamma_M=0.90\times 32.00/1.30=22.15\text{N/mm}^2$

Rektangulært tverrsnitt  $K_m=0.70$  (EC5 §6.1.6.(2))

$\sigma_{yd}=M_yd/W_y$ , netto= $1\text{E}+06\times 70.824/4.517\text{E}+006=15.68\text{ N/mm}^2$

$\sigma_{zd}=M_{zd}/W_{mz}$ , netto= $1\text{E}+06\times 0.000/1.437\text{E}+006=0.00\text{ N/mm}^2$

**Knekkleddene**

$S_{ky}=1.00\times 8.000=8.000\text{ m}=8000\text{ mm}$

$S_{kz}=1.00\times 8.000=8.000\text{ m}=8000\text{ mm}$

**Slankhetstallene**

$i_y=(I_y/A)^{1/2}=0.289\times 440=127\text{ mm}$ ,  $\lambda_y=8000/127=62.99$

$i_z=(I_z/A)^{1/2}=0.289\times 140=40\text{ mm}$ ,  $\lambda_z=8000/40=200.00$

$\sigma_{m,crit}=\text{Mycrit}/W_y=\pi(E005\cdot I_z\cdot G005\cdot I_{tor})^{1/2}/(L_{ef}\cdot W_y)=48.23\text{N/mm}^2$  (EC5 Lign.6.31)

$\sigma_{m,crit}=\text{Mycrit}/W_y=\pi(E005\cdot I_z\cdot G005\cdot I_{tor})^{1/2}/(L_{ef}\cdot W_y)=476.43\text{N/mm}^2$  (EC5 Lign.6.31)

**Kritisk spenning**

$\sigma_{m,crity}=48.23\text{ N/mm}^2$ ,  $\lambda_{rel,my}=(f_{yk}/\sigma_{m,crity})^{1/2}=0.81$  (EC5 Lign.6.30)

$\sigma_{m,critz}=476.43\text{ N/mm}^2$ ,  $\lambda_{rel,mz}=(f_{mk}/\sigma_{m,critz})^{1/2}=0.26$  (EC5 Lign.6.30)

$\lambda_{rel,my}=0.81$ , ( $0.75 < \lambda_{rel} \leq 1.40$ ,  $K_{crit}=1.56-0.75\lambda_{rel}$ ),  $K_{critey}=0.95$  (EC5

Lign.6.34)

$\lambda_{rel,mz}=0.26$ , ( $\lambda_{rel} \leq 0.75$ ),  $K_{critz}=1.00$  (EC5 Lign.6.34)




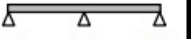
$\sigma_{yd}/(K_{critey}\cdot f_{yd})+K_m\cdot\sigma_{zd}/(K_{critz}\cdot f_{md})=0.746+0.000=0.75 < 1$  (EC5 Lign.6.33)

$K_m\cdot\sigma_{yd}/(K_{critey}\cdot f_{yd})+\sigma_{zd}/(K_{critz}\cdot f_{md})=0.522+0.000=0.52 < 1$  (EC5 Lign.6.33)

Kontroll OK

## Dimensjonering av bjelkelag:

Bjelkelag av Masonite- og Ranti bjelker:

Nyttelast Antall felt c/c avstand	Anbefalt stivhet						Minimum stivhet					
	2,0 kN/m <sup>2</sup>						2,0 kN/m <sup>2</sup>					
												
	300	400	600	300	400	600	300	400	600	300	400	600
Smalflensbjelke												
IB/H 200	3,47	3,16	2,82	3,64	3,31	2,96	4,33	3,99	3,51	4,54	4,18	3,68
IB/H 220	3,81	3,47	3,10	4,00	3,64	3,25	4,73	4,37	3,85	4,97	4,59	4,04
IB/H 250	4,30	3,93	3,50	4,51	4,13	3,67	5,13	4,89	4,35	5,38	5,13	4,57
IB/H 300	5,01	4,68	4,15	5,26	4,91	4,36	5,70	5,44	5,03	5,99	5,71	5,28
IB/H 350	5,48	5,20	4,79	5,75	5,46	5,03	6,23	5,94	5,50	6,54	6,24	5,78
IB/H 400	5,91	5,62	5,21	6,21	5,90	5,47	6,71	6,41	5,94	7,05	6,73	6,24
Bredflensbjelke												
IN/HI 200	4,00	3,65	3,25	4,19	3,83	3,41	4,90	4,58	4,03	5,15	4,81	4,23
IN/HI 220	4,38	4,01	3,56	4,60	4,21	3,74	5,19	4,94	4,43	5,45	5,19	4,65
IN/HI 250	4,92	4,53	4,02	5,17	4,76	4,22	5,60	5,33	4,93	5,88	5,60	5,17
IN/HI 300	5,48	5,19	4,77	5,75	5,45	5,01	6,23	5,93	5,49	6,54	6,23	5,76
IN/HI 350	5,99	5,68	5,27	6,28	5,96	5,53	6,80	6,48	6,00	7,14	6,81	6,30
IN/HI 400	6,46	6,13	5,69	6,78	6,44	5,98	7,33	6,99	6,48	7,70	7,34	6,81

(Bjelkelagstabell fra Masonite, 2015)

## Dimensjonering av taksperrer:

BYGGMA  
group

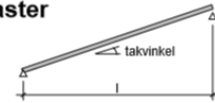
Tlf: 38 13 71 00  
Fax: 38 13 71 81  
www.byggma.no

**Tabell 3.05: Sperretabeller for Masonite bjelker over 1 felt, normale snølaster**

Pålitelighetsklasse 1-3 Basert på ETA-04/0012, NS-EN 1995-1-1 og NS-EN 1990

Sperreavstand 0,60 m, tung taktekkning 0,95 kN/m<sup>2</sup> og maksimalt 0,50 m utstikk. Tak med snøfangere.

Gjelder tak og luftede loftsrom over rom som vanligvis er oppvarmet. Tabellen angir maksimal spennvidde i meter. \*) \*\*) \*\*\*)



Snølast Tak- vinkel *)	1,5 kN/m <sup>2</sup>			2,0 kN/m <sup>2</sup>			2,5 kN/m <sup>2</sup>			3,0 kN/m <sup>2</sup>			3,5 kN/m <sup>2</sup>			4,0 kN/m <sup>2</sup>			4,5 kN/m <sup>2</sup>			5,0 kN/m <sup>2</sup>		
	0-15	15-38	>38	0-15	15-38	>38	0-15	15-38	>38	0-15	15-38	>38	0-15	15-38	>38	0-15	15-38	>38	0-15	15-38	>38	0-15	15-38	>38
H - 200	4,42	3,91	3,66	4,29	3,84	3,60	4,14	3,74	3,53	4,01	3,63	3,44	3,90	3,54	3,35	3,73	3,45	3,27	3,55	3,37	3,20	3,40	3,30	3,14
H - 220	4,79	4,24	3,96	4,65	4,16	3,90	4,49	4,05	3,83	4,35	3,94	3,73	4,18	3,83	3,63	3,96	3,74	3,55	3,78	3,65	3,47	3,62	3,55	3,40
H - 250	5,33	4,71	4,41	5,17	4,63	4,33	4,99	4,50	4,26	4,80	4,37	4,14	4,52	4,26	4,04	4,29	4,16	3,94	4,09	4,01	3,86	3,91	3,84	3,78
H - 300	6,17	5,46	5,11	5,99	5,36	5,02	5,71	5,22	4,93	5,34	5,07	4,80	5,03	4,91	4,68	4,77	4,67	4,57	4,55	4,46	4,41	4,35	4,28	4,23
H - 350	6,97	6,16	5,77	6,72	6,05	5,67	6,22	5,89	5,57	5,82	5,66	5,42	5,49	5,35	5,28	5,20	5,09	5,02	4,96	4,86	4,80	4,75	4,66	4,61
H - 400	7,74	6,84	6,40	7,23	6,72	6,30	6,69	6,49	6,18	6,26	6,09	5,99	5,90	5,76	5,68	5,60	5,47	5,40	5,33	5,23	5,17	5,11	5,01	4,96
H - 450	8,44	7,49	7,01	7,70	7,36	6,90	7,13	6,91	6,77	6,66	6,49	6,38	6,28	6,13	6,04	5,96	5,83	5,75	5,68	5,57	5,50	5,44	5,34	5,28
H - 500	8,93	8,12	7,60	8,15	7,86	7,48	7,54	7,31	7,18	7,05	6,86	6,75	6,65	6,49	6,39	6,30	6,17	6,09	6,01	5,89	5,82	5,75	5,65	5,59
HI - 200	5,06	4,47	4,18	4,91	4,39	4,11	4,74	4,27	4,04	4,59	4,15	3,93	4,46	4,04	3,83	4,34	3,94	3,74	4,23	3,86	3,66	4,14	3,77	3,59
HI - 220	5,48	4,84	4,53	5,32	4,76	4,46	5,13	4,63	4,38	4,97	4,50	4,26	4,83	4,38	4,15	4,70	4,27	4,06	4,59	4,18	3,97	4,42	4,09	3,89
HI - 250	6,09	5,38	5,04	5,91	5,29	4,95	5,70	5,14	4,86	5,52	5,00	4,73	5,37	4,87	4,61	5,22	4,75	4,51	4,99	4,64	4,41	4,78	4,54	4,32
HI - 300	6,68	5,90	5,52	6,48	5,80	5,43	6,26	5,64	5,33	5,89	5,48	5,19	5,55	5,34	5,06	5,27	5,16	4,94	5,02	4,92	4,84	4,81	4,72	4,67
HI - 350	7,54	6,66	6,24	7,32	6,55	6,13	6,87	6,37	6,02	6,42	6,19	5,86	6,05	5,91	5,71	5,74	5,62	5,54	5,47	5,37	5,30	5,24	5,14	5,09
HI - 400	8,36	7,39	6,92	7,97	7,26	6,80	7,38	7,07	6,68	6,90	6,72	6,50	6,50	6,35	6,26	6,17	6,04	5,96	5,88	5,77	5,70	5,63	5,53	5,47
HI - 450	9,15	8,09	7,57	8,48	7,95	7,45	7,85	7,61	7,31	7,34	7,14	7,03	6,92	6,75	6,66	6,56	6,42	6,34	6,26	6,13	6,06	5,99	5,88	5,82
HI - 500	9,82	8,77	8,20	8,96	8,61	8,07	8,29	8,04	7,89	7,75	7,54	7,42	7,31	7,13	7,03	6,93	6,78	6,69	6,61	6,48	6,40	6,32	6,21	6,14
HB - 300	7,86	6,94	6,50	7,63	6,82	6,39	7,36	6,64	6,28	7,13	6,45	6,11	6,92	6,28	5,95	6,74	6,13	5,82	6,53	5,99	5,69	6,25	5,86	5,57
HB - 350	8,86	7,83	7,33	8,60	7,69	7,21	8,30	7,49	7,08	8,04	7,28	6,89	7,81	7,08	6,72	7,45	6,91	6,56	7,11	6,76	6,42	6,80	6,61	6,29
HB - 400	9,82	8,68	8,12	9,53	8,53	7,99	9,20	8,30	7,84	8,91	8,06	7,63	8,43	7,85	7,44	8,00	7,66	7,27	7,63	7,48	7,11	7,30	7,17	6,97
HB - 450	10,74	9,49	8,88	10,42	9,32	8,74	10,06	9,07	8,58	9,50	8,82	8,35	8,96	8,58	8,14	8,50	8,31	7,95	8,10	7,94	7,78	7,75	7,61	7,53
HB - 500	11,62	10,27	9,61	11,28	10,09	9,46	10,72	9,82	9,28	10,02	9,54	9,03	9,45	9,22	8,81	8,96	8,77	8,61	8,54	8,37	8,27	8,18	8,03	7,94

\*) Tabellen gjelder for takvinkler opp til 45 grader

\*\*) Ofte forekommende last benyttet for krav til initiell deformasjon

\*\*\*) Forutsatt lastfordelende undertak / lekter

Utarbeidet av Siviling, Nils Ivar Bovim 18.01.2012

(Sperretabell fra Masonite, 2015)

## Krav U-verdi:

Energitiltak	U-verdier, energikrav		
	Helårsboliger		
	Bygninger generelt	Minstekrav	
		Generelt	m/laftet yttervegg
Tak	0,13 W/m <sup>2</sup> K	0,18 W/m <sup>2</sup> K	0,13 W/m <sup>2</sup> K
Vegger	0,18 W/m <sup>2</sup> K	0,22 W/m <sup>2</sup> K	≥ 8 " laft
Gulv på grunn og mot det fri	0,15 W/m <sup>2</sup> K	0,18 W/m <sup>2</sup> K	0,15 W/m <sup>2</sup> K
Kuldebroverdi normalisert	Småhus 0,03 W/m <sup>2</sup> K Andre 0,06 W/m <sup>2</sup> K	-	-
Lufttetthet Luftvekslinger pr. time	Småhus 2,5 Andre 1,5	3,0	-
Vinduer/dører/glass	1,2 W/m <sup>2</sup> K	1,6 W/m <sup>2</sup> K	1,4 W/m <sup>2</sup> K

i henhold til TEK 2010				
Fritidsboliger				
< 50 m <sup>2</sup>	50 - 149 m <sup>2</sup>	≥ 150 m <sup>2</sup>	Laftet yttervegg minstekrav	
			< 150 m <sup>2</sup>	≥ 150 m <sup>2</sup>
Ingen energi-krav	0,18 W/m <sup>2</sup> K	0,13 W/m <sup>2</sup> K	0,18 W/m <sup>2</sup> K	0,13 W/m <sup>2</sup> K
	0,22 W/m <sup>2</sup> K	0,18 W/m <sup>2</sup> K	≥ 6 " laft	≥ 8 " laft
	0,18 W/m <sup>2</sup> K	0,15 W/m <sup>2</sup> K	0,18 W/m <sup>2</sup> K	0,15 W/m <sup>2</sup> K
	-	0,03 W/m <sup>2</sup> K	-	-
	3,0	2,5	-	-
	1,6 W/m <sup>2</sup> K	1,2 W/m <sup>2</sup> K	1,6 W/m <sup>2</sup> K	1,4 W/m <sup>2</sup> K

### U-verdi etter Isolasjonstykkelse skråtak:

Isolasjons- tykkelse [mm]	I-bjelke høyde [mm]	U-verdi [W/m <sup>2</sup> K]			
		X 33	PROFF 35	A37	38
250	250	0,153	0,160	0,167	0,171
300	300	0,129	0,135	0,141	0,145
350	350	0,111	0,116	0,121	0,124
400	400	0,098	0,102	0,107	0,109
450	450	0,087	0,091	0,095	0,097
500	500	0,079	0,083	0,086	0,088

### U-verdi etter isolasjonstykkelse yttervegg med innvendig påføring:

#### Enebolig, romhøyde 2,4 med VEMPRO™ vindsperre

Forutsetter normal praktisert vindusandel i småhus av tre. Veggfelt med 13 og 17 % treandel (hvh 36 og 48 mm stender).

Isolasjons- tykkelse [mm]	Stender- tykkelse [mm]	U-verdi [W/m <sup>2</sup> K]							
		36 mm stender				48mm stender			
		X 33	PROFF 35	A37	38	X 33	PROFF 35	A37	38
200	148 + 48	0,200	0,208	0,216	0,220	0,211	0,217	0,226	0,230
250	198 + 48	0,163	0,170	0,176	0,179	0,172	0,178	0,185	0,188
275	223 + 48	0,149	0,155	0,161	0,164	0,158	0,164	0,170	0,172
300	246 + 48	0,138	0,144	0,149	0,152	0,147	0,152	0,157	0,160
350	296 + 48	0,120	0,124	0,129	0,131	0,127	0,132	0,136	0,138

(Tabeller tatt fra Glava 2015)



## Detaljtegninger:

### Detalj 1



Oppbygging av Bewi grunnmur.  
(Bewi, 2015)

### Detalj 2

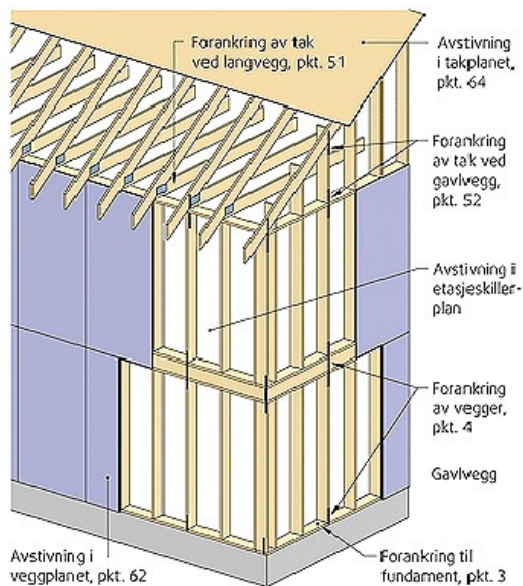
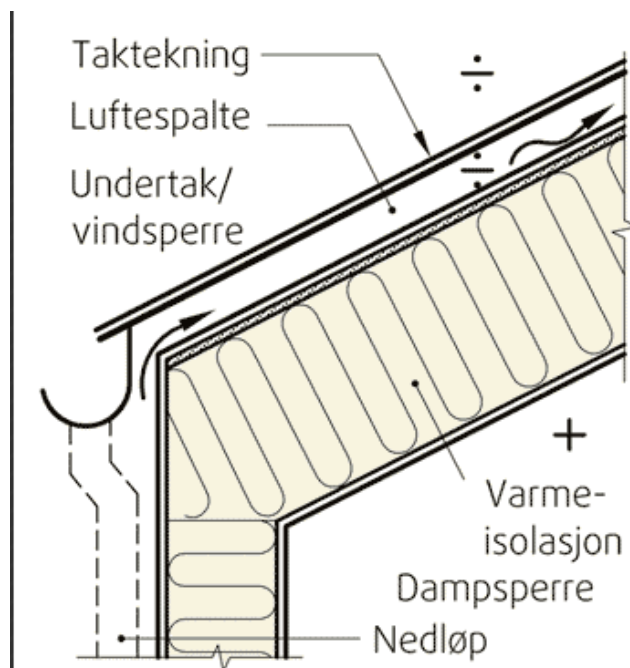


Fig. 11

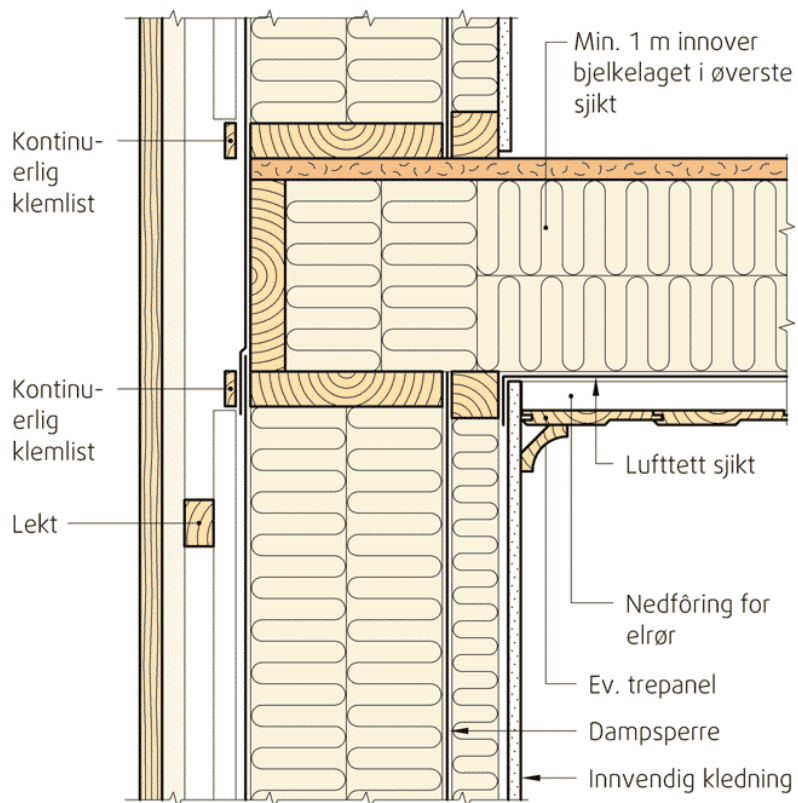
Forankring og avstivning

Forankringen må være kontinuerlig fra taket og ned til fundamentet.

### Detalj 3



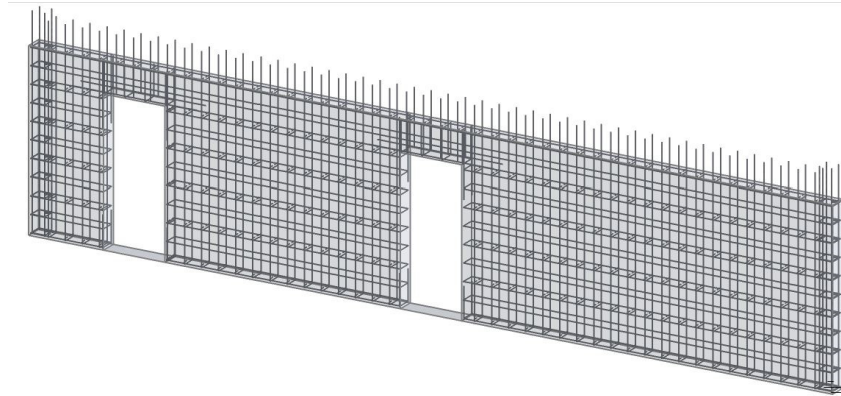
Detalj 4



(Detaljtegninger 2,3 og 4 er hentet fra SINTEF byggforsk,2015)

# Selskapslokale

## Dimensjonering innvendig bærevegg



### 1 Level:

- Name : Story 1
- Storey level : Upper 0,00 (m)
- Position of the story : Intermediate
- Exposure : XC1

### 2 Wall: Wall1

#### 2.1 Material properties:

- Concrete : B35 fck = 35,00 (MPa) Density = 2000,68 (kG/m3)
- Longitudinal reinforcement : type B500C fe = 500,00 (MPa)
- Transversal reinforcement : type B500C fe = 500,00 (MPa)
- Concrete age (loading moment) : 28

#### 2.2 Geometry:

Name: P1

Length: 11,80 (m)  
Thickness: 0,25 (m)  
Height: 2,56 (m)  
Ring beam height: 0,00 (m)  
Vertical support: -----  
Support conditions : Floor adjoining on two sides

#### 2.3 Openings:

Name	X* (m)	Z* (m)	DX (m)	DZ (m)
H1	5,45	0,00	0,90	2,10
H2	1,10	0,00	0,90	2,10

\* - left bottom corner (rectangular opening), center (circular opening) coordinates in relation to span beginning

## 2.4 Calculation options:

Calculations according to : NF EN 1992-1-1/NA:2007  
Cover : 10 (mm)

## 2.5 Loads:

### 2.5.1 Reduced:

Nature	N (kN)	M (kN*m)	H (kN)
Dead (DL1)	128,43	28,96	0,46
Live (LL1)	137,81	-4,21	1,26
Snow (SN1)	173,37	-5,30	1,58

## 2.6 Calculation results:

In calculations according to the classic method openings are not taken into account

### 2.6.1 Diagrams

### 2.6.2 Theoretical results - detailed results:

#### 2.6.2.1 Combinations

##### 2.6.2.1.1 Internal forces in ULS

ULS.1	-	1.35 DL1 +1.5 LL1 +0.75 SN1
ULS.2	-	1.35 DL1 +1.5 LL1
ULS.3	-	1.35 DL1
ULS.4	-	1 DL1 +1.5 LL1 +0.75 SN1
ULS.5	-	1 DL1 +1.5 LL1
ULS.6	-	1 DL1
ULS.7	-	1.35 DL1 +1.05 LL1 +1.5 SN1
ULS.8	-	1.35 DL1 +1.5 SN1
ULS.9	-	1 DL1 +1.05 LL1 +1.5 SN1
ULS.10	-	1 DL1 +1.5 SN1

#### 2.6.2.2 Buckling length

$$L_0 = \beta * L_w$$
$$L_0 = 2,17 \text{ (m)}$$

#### 2.6.2.3 Slenderness

$$\lambda = L_0 / i$$
$$\lambda = 30,10$$

#### 2.6.2.4 Coefficient $\Phi$

$$\Phi = \min(1,14 * (1 - 2 * e_i / h_w) - 0,02 * l_0 / h_w, (1 - 2 * e_i / h_w))$$
$$\Phi = 0,78$$

#### 2.6.2.5 Capacity of an unreinforced wall

$$\sigma_{ulim} = 14,63 \text{ (MPa)}$$

$$\sigma_{moy} = 0,20 \text{ (MPa)}$$

Design combination: ULS 7

$$\sigma_{band,moy} = 0,20 \text{ (MPa)}$$
$$L_{band} = 1,28 \text{ (m)}$$

Design combination: ULS 7

$$f_{cvd} = 1,27 \text{ (MPa)}$$

$\tau_{cp} = 0,00$  (MPa)  
Design combination: ULS 7

### 2.6.2.6 Distributed reinforcement

Design combination: ULS 7  
N<sub>umax</sub> = 578,14 (kN)  
 $\sigma_{umax} = 0,20$  (MPa)  
N<sub>ulim</sub> = 43160,81 (kN)  
 $\sigma_{ulim} = 14,63$  (MPa)

N<sub>umax</sub> < N<sub>ulim</sub> => **Unreinforced wall**  
578,14 (kN) < 43160,81 (kN)

### 2.6.2.7 Edge reinforcement

#### 2.6.2.7.1 Left edge

##### 2.6.2.7.1.1 Stiffeners against bending with compression

A<sub>fL</sub> = 314 (mm<sup>2</sup>)  
Design combination: ULS 1

##### 2.6.2.7.1.2 Minimal posts

Width: d':  
d' = 0,25 (m)

#### 2.6.2.7.2 Right edge

##### 2.6.2.7.2.1 Stiffeners against bending with compression

A<sub>fR</sub> = 314 (mm<sup>2</sup>)  
Design combination: ULS 1

##### 2.6.2.7.2.3 Minimal posts

Width: d':  
d' = 0,25 (m)

### 2.6.2.8 Shear

**Horizontal reinforcement**  
 $\tau_{cp} < f_{c,vd}$  => **Unreinforced wall**  
f<sub>c,vd</sub> = 1,27 (MPa)  
 $\tau_{cp} = 0,00$  (MPa)  
Design combination: ULS 7

## 2.7 Reinforcement:

### Vertical reinforcement:

Zone	X0	X1	Number:	Steel	Diameter (mm)	Length (m)	Spacing (m)
	0,25	11,55	14	B500C	8,0	0,82	0,25
	0,25	11,55	78	B500C	8,0	2,92	0,25

X0 - Zone beginning  
X1 - Zone end

### Horizontal reinforcement:

Type	Number:	Steel	Diameter (mm)	A (m)	B (m)	C (m)	Spacing (m)	Shape
Straight bars	18	B500C	8,0	1,08	0,00	0,00	0,25	00
Straight bars	18	B500C	8,0	3,43	0,00	0,00	0,25	00
Straight bars	18	B500C	8,0	5,43	0,00	0,00	0,25	00
Straight bars	4	B500C	8,0	11,78	0,00	0,00	0,25	00
U loops	11	B500C	8,0	0,40	0,22	0,40	-	21
U loops	11	B500C	8,0	0,40	0,22	0,40	-	21
U loops	36	B500C	8,0	0,40	0,22	0,40	-	21

### Pins:

Number:	Steel	Diameter (mm)	A (m)	B (m)	C (m)	Shape
241	B500C	8,0	0,23	0,00	0,00	00

#### Edge reinforcement (Af):

	Number:	Steel	Diameter (mm)	A (m)	B (m)	C (m)	Shape
Longitudinal reinforcement - left side	4	B500C	10,0	3,02	0,00	0,00	00
Longitudinal reinforcement - right side	4	B500C	10,0	3,02	0,00	0,00	00
Transversal reinforcement - left side	11	B500C	8,0	0,21	0,21	0,21	31
Transversal reinforcement - right side	11	B500C	8,0	0,21	0,21	0,21	31

#### Openings:

##### H1:

	Number:	Steel	Diameter (mm)	A (m)	B (m)	C (m)	Shape
Vertical	4	B500C	10,0	0,46	0,00	0,00	00
Horizontal	2	B500C	10,0	1,84	0,00	0,00	00
Suspended	4	B500C	6,0	0,45	0,23	0,45	21

##### H2:

	Number:	Steel	Diameter (mm)	A (m)	B (m)	C (m)	Shape
Vertical	4	B500C	10,0	0,46	0,00	0,00	00
Horizontal	2	B500C	10,0	1,84	0,00	0,00	00
Suspended	4	B500C	6,0	0,45	0,23	0,45	21

### 3 Material survey:

- Concrete volume = 7,54 (m<sup>3</sup>)
- Formwork = 61,60 (m<sup>2</sup>)
- Steel B500C
  - Total weight = 285,59 (kG)
  - Density = 37,88 (kG/m<sup>3</sup>)
  - Average diameter = 8,1 (mm)

- **Survey according to diameters:**

Diameter	Length (m)	Number:
6,0 mm	1,10	8
8	0,45	241
8	0,82	14
8	0,97	22
8	0,99	58
8	1,08	18
8	2,92	78
8	3,43	18
8	5,43	18
8	11,78	4
10	0,46	8
10	0,94	8
10	1,84	4
10	3,02	8

## Ramme framside

### 1-Elementmetoden modell (FEM)

#### Knutepunkter

Kn.P.	x [m]	y [m]
1	0.000	0.000
2	0.000	3.174
3	3.000	0.000
4	3.000	3.174
5	6.000	0.000
6	6.000	3.174
7	9.000	0.000
8	9.000	3.174
9	12.000	0.000
10	12.000	3.174

#### Opplager

Kn.P.	Type	ux [mm]	uy [mm]	ur [rad]
1	Fast innspenning			
2	Fritt opplegg			
3	Fast innspenning			
4	Fritt opplegg			
5	Fast innspenning			
6	Fritt opplegg			
7	Fast innspenning			
8	Fritt opplegg			
9	Fast innspenning			
10	Fritt opplegg			

#### Materialtyper

Materialtype : Stål, E= 210.000 [GPa]  
 Egenlast : 78.500 [kN/m<sup>3</sup>]  
 Elementegenlast er inkludert i statisk last og masser

#### Elementverrsnitt

Tverrsnitt	b [mm]	h [mm]	Ac [mm <sup>2</sup> ]	Ic [mm <sup>4</sup> ]
1			1.37000E+003	2.11000E+006
2			4.29600E+003	1.51900E+007

#### Elementer

Element	Kn.P 1	Kn.P 2	Material	Lengde (m)	Vinkel (°)
1	1	2	1	3.174	90.000
2	3	4	1	3.174	90.000
3	5	6	1	3.174	90.000
4	7	8	1	3.174	90.000
5	9	10	1	3.174	90.000
6	2	4	2	3.000	0.000
7	4	6	2	3.000	0.000
8	6	8	2	3.000	0.000
9	8	10	2	3.000	0.000

#### Fordelte elementlaster, (yg=1.35, yg=1.50)

Element	lasttype	lastfordeling	G [kN/m]	Q [kN/m]	
ygG+yqQ [kN/m]					
6	jevnt fordelt	perpendikulært	0.000	7.500	11.250
7	jevnt fordelt	perpendikulært	0.000	7.500	11.250
8	jevnt fordelt	perpendikulært	0.000	7.500	11.250
9	jevnt fordelt	perpendikulært	0.000	7.500	11.250

#### Fordeling av elementlast fra egenlast, (yg=1.35, yg=1.50)

Element	lasttype	lastfordeling	G [kN/m]	Q [kN/m]	
ygG+yqQ [kN/m]					
1	jevnt fordelt	vertikalt	0.108	0.000	0.146
2	jevnt fordelt	vertikalt	0.108	0.000	0.146
3	jevnt fordelt	vertikalt	0.108	0.000	0.146

4	jevnt fordelt	vertikalt	0.108	0.000	0.146
5	jevnt fordelt	vertikalt	0.108	0.000	0.146
6	jevnt fordelt	vertikalt	0.337	0.000	0.455
7	jevnt fordelt	vertikalt	0.337	0.000	0.455
8	jevnt fordelt	vertikalt	0.337	0.000	0.455
9	jevnt fordelt	vertikalt	0.337	0.000	0.455

## 2-Resultatene av statisk-lineær-elastisk analyse

### Diagrammer M, V, N, og forskyvninger d av element 1

<u>d [mm]</u>	<u>n</u>	<u>x/l</u>	<u>x [m]</u>	<u>M [kNm]</u>	<u>V [kN]</u>	<u>N [kN]</u>	<u>dx [mm]</u>	<u>dy [mm]</u>
0.000	0	0.000	0.00	0.57	0.54	-0.23	0.000	0.000
0.058	1	0.100	0.32	0.40	0.54	-0.19	-0.058	0.000
0.207	2	0.200	0.63	0.23	0.54	-0.14	-0.207	0.000
0.407	3	0.300	0.95	0.06	0.54	-0.09	-0.407	0.000
0.620	4	0.400	1.27	-0.11	0.54	-0.05	-0.620	0.000
0.808	5	0.500	1.59	-0.28	0.54	0.00	-0.808	0.000
0.930	6	0.600	1.90	-0.45	0.54	0.05	-0.930	0.000
0.950	7	0.700	2.22	-0.63	0.54	0.09	-0.950	0.000
0.827	8	0.800	2.54	-0.80	0.54	0.14	-0.827	0.000
0.523	9	0.900	2.86	-0.97	0.54	0.19	-0.523	0.000
0.000	10	1.000	3.17	-1.14	0.54	0.23	0.000	0.000
<u>Maksimalverdi for element 1</u>								
maxM=		0.57 kNm, minM=		-1.14 kNm				
maxV=		0.54 kN, minV=		0.54 kN				
maxN=		0.23 kN, minN=		-0.23 kN				
maxd=		0.950 mm						

### Diagrammer M, V, N, og forskyvninger d av element 2

<u>d [mm]</u>	<u>n</u>	<u>x/l</u>	<u>x [m]</u>	<u>M [kNm]</u>	<u>V [kN]</u>	<u>N [kN]</u>	<u>dx [mm]</u>	<u>dy [mm]</u>
0.000	0	0.000	0.00	-0.13	-0.13	-0.23	0.000	0.000
0.014	1	0.100	0.32	-0.09	-0.13	-0.19	0.014	0.000
0.048	2	0.200	0.63	-0.05	-0.13	-0.14	0.048	0.000
0.096	3	0.300	0.95	-0.01	-0.13	-0.09	0.096	0.000
0.145	4	0.400	1.27	0.03	-0.13	-0.05	0.145	0.000
0.190	5	0.500	1.59	0.07	-0.13	0.00	0.190	0.000
0.218	6	0.600	1.90	0.11	-0.13	0.05	0.218	0.000
0.223	7	0.700	2.22	0.15	-0.13	0.09	0.223	0.000
0.194	8	0.800	2.54	0.19	-0.13	0.14	0.194	0.000
0.123	9	0.900	2.86	0.23	-0.13	0.19	0.123	0.000
0.000	10	1.000	3.17	0.27	-0.13	0.23	0.000	0.000
<u>Maksimalverdi for element 2</u>								



maxM= 0.27 kNm, minM= -0.13 kNm  
 maxV= -0.13 kN, minV= -0.13 kN  
 maxN= 0.23 kN, minN= -0.23 kN  
 maxd= 0.223 mm

**Diagrammer M, V, N, og forskyvninger d av element 3**

	n	x/l	x [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]	dx [mm]	dy [mm]
d [mm]	0	0.000	0.00	0.00	0.00	-0.23	0.000	0.000
0.000	1	0.100	0.32	0.00	0.00	-0.19	0.000	0.000
0.000	2	0.200	0.63	0.00	0.00	-0.14	0.000	0.000
0.000	3	0.300	0.95	0.00	0.00	-0.09	0.000	0.000
0.000	4	0.400	1.27	0.00	0.00	-0.05	0.000	0.000
0.000	5	0.500	1.59	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000
0.000	6	0.600	1.90	0.00	0.00	0.05	0.000	0.000
0.000	7	0.700	2.22	0.00	0.00	0.09	0.000	0.000
0.000	8	0.800	2.54	0.00	0.00	0.14	0.000	0.000
0.000	9	0.900	2.86	0.00	0.00	0.19	0.000	0.000
0.000	10	1.000	3.17	0.00	0.00	0.23	0.000	0.000

Maksimalverdi for element 3

maxM= 0.00 kNm, minM= 0.00 kNm  
 maxV= 0.00 kN, minV= 0.00 kN  
 maxN= 0.23 kN, minN= -0.23 kN  
 maxd= 0.000 mm

**Diagrammer M, V, N, og forskyvninger d av element 4**

	n	x/l	x [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]	dx [mm]	dy [mm]
d [mm]	0	0.000	0.00	0.13	0.13	-0.23	0.000	0.000
0.000	1	0.100	0.32	0.09	0.13	-0.19	-0.013	0.000
0.013	2	0.200	0.63	0.05	0.13	-0.14	-0.049	0.000
0.049	3	0.300	0.95	0.01	0.13	-0.09	-0.095	0.000
0.095	4	0.400	1.27	-0.03	0.13	-0.05	-0.146	0.000
0.146	5	0.500	1.59	-0.07	0.13	0.00	-0.190	0.000
0.190	6	0.600	1.90	-0.11	0.13	0.05	-0.218	0.000
0.218	7	0.700	2.22	-0.15	0.13	0.09	-0.223	0.000
0.223	8	0.800	2.54	-0.19	0.13	0.14	-0.194	0.000
0.194	9	0.900	2.86	-0.23	0.13	0.19	-0.123	0.000
0.123	10	1.000	3.17	-0.27	0.13	0.23	0.000	0.000
0.000								

Maksimalverdi for element 4

maxM= 0.13 kNm, minM= -0.27 kNm  
 maxV= 0.13 kN, minV= 0.13 kN  
 maxN= 0.23 kN, minN= -0.23 kN  
 maxd= 0.223 mm

**Diagrammer M, V, N, og forskyvninger d av element 5**

d [mm]	n	x/l	x [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]	dx [mm]	dy [mm]
0.000	0	0.000	0.00	-0.57	-0.54	-0.23	0.000	0.000
0.058	1	0.100	0.32	-0.40	-0.54	-0.19	0.058	0.000
0.207	2	0.200	0.63	-0.23	-0.54	-0.14	0.207	0.000
0.407	3	0.300	0.95	-0.06	-0.54	-0.09	0.407	0.000
0.620	4	0.400	1.27	0.11	-0.54	-0.05	0.620	0.000
0.808	5	0.500	1.59	0.28	-0.54	0.00	0.808	0.000
0.931	6	0.600	1.90	0.45	-0.54	0.05	0.931	0.000
0.950	7	0.700	2.22	0.63	-0.54	0.09	0.950	0.000
0.827	8	0.800	2.54	0.80	-0.54	0.14	0.827	0.000
0.524	9	0.900	2.86	0.97	-0.54	0.19	0.524	0.000
0.000	10	1.000	3.17	1.14	-0.54	0.23	0.000	0.000

**Maksimalverdi for element 5**

maxM=	1.14 kNm,	minM=	-0.57 kNm
maxV=	-0.54 kN,	minV=	-0.54 kN
maxN=	0.23 kN,	minN=	-0.23 kN
maxd=	0.950 mm		

**Diagrammer M, V, N, og forskyvninger d av element 6**

d [mm]	n	x/l	x [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]	dx [mm]	dy [mm]
0.000	0	0.000	0.00	-1.14	-14.24	0.00	0.000	0.000
0.608	1	0.100	0.30	2.61	-10.73	0.00	0.000	-0.608
1.144	2	0.200	0.60	5.30	-7.22	0.00	0.000	-1.144
1.534	3	0.300	0.90	6.94	-3.71	0.00	0.000	-1.534
1.730	4	0.400	1.20	7.53	-0.20	0.00	0.000	-1.730
1.716	5	0.500	1.50	7.06	3.31	0.00	0.000	-1.716
1.506	6	0.600	1.80	5.54	6.82	0.00	0.000	-1.506
1.142	7	0.700	2.10	2.97	10.34	0.00	0.000	-1.142
0.696	8	0.800	2.40	-0.66	13.85	0.00	0.000	-0.696
0.271	9	0.900	2.70	-5.34	17.36	0.00	0.000	-0.271
0.000	10	1.000	3.00	-11.08	20.87	0.00	0.000	0.000

**Maksimalverdi for element 6**

maxM=	7.53 kNm,	minM=	-11.08 kNm
maxV=	20.87 kN,	minV=	-14.24 kN
maxN=	0.00 kN,	minN=	0.00 kN
maxd=	1.730 mm		

**Diagrammer M, V, N, og forskyvninger d av element 7**

n	x/l	x [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]	dx [mm]	dy [mm]
---	-----	-------	---------	--------	--------	---------	---------

d[mm]	n	x/l	x[m]	M[kNm]	V[kN]	N[kN]	dx[mm]	dy[mm]
0.000	0	0.000	0.00	-10.81	-18.57	0.00	0.000	0.000
0.016	1	0.100	0.30	-5.76	-15.06	0.00	0.000	0.016
0.134	2	0.200	0.60	-1.77	-11.55	0.00	0.000	-0.134
0.335	3	0.300	0.90	1.17	-8.04	0.00	0.000	-0.335
0.507	4	0.400	1.20	3.05	-4.53	0.00	0.000	-0.507
0.595	5	0.500	1.50	3.88	-1.02	0.00	0.000	-0.595
0.576	6	0.600	1.80	3.66	2.50	0.00	0.000	-0.576
0.456	7	0.700	2.10	2.38	6.01	0.00	0.000	-0.456
0.271	8	0.800	2.40	0.06	9.52	0.00	0.000	-0.271
0.087	9	0.900	2.70	-3.33	13.03	0.00	0.000	-0.087
0.000	10	1.000	3.00	-7.76	16.54	0.00	0.000	0.000

**Maksimalverdi for element 7**

maxM=	3.88 kNm,	minM=	-10.81 kNm
maxV=	16.54 kN,	minV=	-18.57 kN
maxN=	0.00 kN,	minN=	0.00 kN
maxd=	0.595 mm		

**Diagrammer M, V, N, og forskyvninger d av element 8**

d[mm]	n	x/l	x[m]	M[kNm]	V[kN]	N[kN]	dx[mm]	dy[mm]
0.000	0	0.000	0.00	-7.76	-16.54	0.00	0.000	0.000
0.087	1	0.100	0.30	-3.33	-13.03	0.00	0.000	-0.087
0.271	2	0.200	0.60	0.06	-9.52	0.00	0.000	-0.271
0.456	3	0.300	0.90	2.38	-6.01	0.00	0.000	-0.456
0.576	4	0.400	1.20	3.66	-2.50	0.00	0.000	-0.576
0.595	5	0.500	1.50	3.88	1.02	0.00	0.000	-0.595
0.507	6	0.600	1.80	3.05	4.53	0.00	0.000	-0.507
0.335	7	0.700	2.10	1.17	8.04	0.00	0.000	-0.335
0.134	8	0.800	2.40	-1.77	11.55	0.00	0.000	-0.134
0.016	9	0.900	2.70	-5.76	15.06	0.00	0.000	0.016
0.000	10	1.000	3.00	-10.81	18.57	0.00	0.000	0.000

**Maksimalverdi for element 8**

maxM=	3.88 kNm,	minM=	-10.81 kNm
maxV=	18.57 kN,	minV=	-16.54 kN
maxN=	0.00 kN,	minN=	0.00 kN
maxd=	0.595 mm		

**Diagrammer M, V, N, og forskyvninger d av element 9**

d[mm]	n	x/l	x[m]	M[kNm]	V[kN]	N[kN]	dx[mm]	dy[mm]
0.000	0	0.000	0.00	-11.08	-20.87	0.00	0.000	0.000
	1	0.100	0.30	-5.34	-17.36	0.00	0.000	-0.271

0.271								
2	0.200	0.60	-0.66	-13.85	0.00	0.000	-0.696	
0.696								
3	0.300	0.90	2.97	-10.34	0.00	0.000	-1.142	
1.142								
4	0.400	1.20	5.54	-6.82	0.00	0.000	-1.506	
1.506								
5	0.500	1.50	7.06	-3.31	0.00	0.000	-1.716	
1.716								
6	0.600	1.80	7.53	0.20	0.00	0.000	-1.730	
1.730								
7	0.700	2.10	6.94	3.71	0.00	0.000	-1.534	
1.534								
8	0.800	2.40	5.30	7.22	0.00	0.000	-1.144	
1.144								
9	0.900	2.70	2.61	10.73	0.00	0.000	-0.608	
0.608								
10	1.000	3.00	-1.14	14.24	0.00	0.000	0.000	
0.000								

Maksimalverdi for element 9

maxM= 7.53 kNm, minM= -11.08 kNm  
maxV= 14.24 kN, minV= -20.87 kN  
maxN= 0.00 kN, minN= 0.00 kN  
maxd= 1.730 mm

### 3-Dimensjonering av stål (EC3 EN1993-1-1:2005)

#### Beregningsstandard

EN1990:2002, Eurokode 0 Grunnlag for prosjektering  
EN1991-1-1:2002, Eurokode 1-1 Laster på konstruksjoner  
EN1993-1-1:2005, Eurokode 3 Prosjektering av stålkonstruksjoner  
EN1997-1-1:2004, Eurokode 7 Geoteknisk prosjektering  
EN1998-1-1:2004, Eurokode 8 Prosjektering av konstruksjoner i  
jordskjelvområder

NA - Nasjonalt tillegg: NA-NS:2008

#### Materialer

**Stål: S 355 W** (EN1993-1-1, §3.2)

t ≤ 40 mm, Flytegrense fy = 355 N/mm<sup>2</sup>, Strekkfasthet fu = 510 N/mm<sup>2</sup>  
40mm < t ≤ 80 mm, Flytegrense fy = 335 N/mm<sup>2</sup>, Strekkfasthet fu = 490 N/mm<sup>2</sup>  
Elastisitettsmodul E = 210000 MPa, Poisson-tall ν = 0.30, Enhetsmasse 7850 Kg/m<sup>3</sup>

**Partial Lasterfaktorer** (EN1990, Tillegg A1)

γG = 1.35, γQ = 1.50, ψ0 = 0.30

**Materialfaktorer** (EN1993-1-1, §6.1)

γM0 = 1.05, γM1 = 1.05, γM2 = 1.25

#### Tverrsnitt geometri

**Tverrsnitt : 1, 100x100x3.6-S 355 W**

##### **Tverrsnittsdata for profiler**

Profilets totale høyde h = 100.00 mm  
Profilets totale bredde b = 100.00 mm  
Steghøyde hw = 92.80 mm  
Høyde på den rette delen av steget dw = 89.20 mm  
Stegtykkelse tw = 3.60 mm  
Flenstykkelse tf = 3.60 mm  
Avrundingsradius for en kilsveis r = 3.60 mm  
Egenvekt pr løpemeter = 10.70 Kg/m

##### **Tverrsnitt geometri**

Areal A = 1370 mm<sup>2</sup>

Tregghetsmoment	$I_y = 2.110 \times 10^6 \text{ mm}^4$	$I_z = 2.110 \times 10^6 \text{ mm}^4$
Tverrsnittsmodul	$W_y = 42.100 \times 10^3 \text{ mm}^3$	$W_z = 42.100 \times 10^3 \text{ mm}^3$
Plastisk tverrsnittsmodul	$W_{py} = 49.200 \times 10^3 \text{ mm}^3$	$W_{pz} = 49.200 \times 10^3 \text{ mm}^3$
Tregghetsradius	$i_y = 39.2 \text{ mm}$	$i_z = 39.2 \text{ mm}$
Skjærareal	$A_{vz} = 685 \text{ mm}^2$	$A_{vy} = 685 \text{ mm}^2$
Torsjonskonstant	$I_t = 3.270 \times 10^6 \text{ mm}^4$	$i_p = 56 \text{ mm}$
Torsjonsmodul	$W_t = 66.900 \times 10^3 \text{ mm}^3$	

**Tverrsnitt : 2, HE 140 B-S 355 W**

**Tverrsnittsdata for profiler**

Profilets totale høyde	$h = 140.00 \text{ mm}$
Profilets totale bredde	$b = 140.00 \text{ mm}$
Steghøyde	$h_w = 128.00 \text{ mm}$
Høyde på den rette delen av steget	$d_w = 92.00 \text{ mm}$
Stegtykkelse	$t_w = 7.00 \text{ mm}$
Flenstykkelse	$t_f = 12.00 \text{ mm}$
Avrundingsradius for en kilsveis	$r = 12.00 \text{ mm}$
Egenvekt pr løpemeter	$= 33.70 \text{ Kg/m}$

**Tverrsnitt geometri**

Areal	$A = 4296 \text{ mm}^2$	
Tregghetsmoment	$I_y = 15.190 \times 10^6 \text{ mm}^4$	$I_z = 5.497 \times 10^6 \text{ mm}^4$
Tverrsnittsmodul	$W_y = 215.60 \times 10^3 \text{ mm}^3$	$W_z = 78.520 \times 10^3 \text{ mm}^3$
Plastisk tverrsnittsmodul	$W_{py} = 245.40 \times 10^3 \text{ mm}^3$	$W_{pz} = 119.80 \times 10^3 \text{ mm}^3$
Tregghetsradius	$i_y = 59.5 \text{ mm}$	$i_z = 35.8 \text{ mm}$
Skjærareal	$A_{vz} = 1308 \text{ mm}^2$	$A_{vy} = 3360 \text{ mm}^2$
Torsjonskonstant	$I_t = 0.201 \times 10^6 \text{ mm}^4$	$i_p = 69 \text{ mm}$
Hvelvingskonstant	$I_w = 22.479 \times 10^9 \text{ mm}^6$	

**Dimensjonering av Stål, Element 1, L= 3.174m, 100x100x3.6**

**Klassifisering av tverrsnitt, Bøyning og trykk** (EN1993-1-1, §5.5)

Maksimale og minimale spenninger i tverrsnitt  $\sigma = N_{ed}/A_{el} \pm M_{y,ed}/W_{el,y} \pm M_{z,ed}/W_{el,z}$

$$\sigma = [10^{-3}]0/1370 \pm [10^{-6}]1/42.1 \times 10^3 \pm [10^{-6}]0/42.1 \times 10^3$$

$\sigma_1 = 27 \text{ N/mm}^2$ ,  $\sigma_2 = -27 \text{ N/mm}^2$  (trykk har positivt fortegn)

**Steg**

$$c = 100.0 - 3 \times 3.6 = 89.2 \text{ mm}, t = 3.6 \text{ mm}, c/t = 89.2/3.6 = 24.78$$

$$S \ 355 \ W, t = 3.6 \leq 40 \text{ mm}, f_y = 355 \text{ N/mm}^2, \epsilon = (235/355)^{0.5} = 0.81$$

Posisjon av nøytralakse for kombinert Bøyning og trykk

$$N_{ed}/(2t_w \cdot f_y / \gamma_{M0}) = 231 / (2 \times 3.6 \times 355 / 1.05) = 0.1 \text{ mm}$$

$$\alpha = (89.2/2 + 0.1) / 89.2 = 0.501 > 0.5$$

$$c/t = 24.78 \leq 396 \times 0.81 / (13 \times 0.501 - 1) = 58.17$$

Steget er i tverrsnittsklasse 1 (EN1993-1-1, Tab.5.2)

**Flens**

$$c = 100.0 - 3 \times 3.6 = 89.2 \text{ mm}, t = 3.6 \text{ mm}, c/t = 89.2/3.6 = 24.78$$

$$S \ 355 \ W, t = 3.6 \leq 40 \text{ mm}, f_y = 355 \text{ N/mm}^2, \epsilon = (235/355)^{0.5} = 0.81$$

$$c/t = 24.78 > 14 \epsilon = 14 \times 0.81 = 11.34$$

Flensene er i tverrsnittsklasse 4 (EN1993-1-1, Tab.5.2)

**Tverrsnittsklasse er 4, Bøyning og trykk  $N_{ed} + M_{y,ed}$**

**Tverrsnittskapasitet** (EN1993-1-1 §6.2.3, §6.2.4, §6.2.6, §6.2.5)

Stekkraftkapasitet	$N_{rd}, r_d = A \cdot f_y / \gamma_{M0} = [10^{-3}] \times 1370 \times 355 / 1.05 = 463.19 \text{ kN}$
Trykkraftkapasitet	$N_{rdc}, r_d = A_{eff} \cdot f_y / \gamma_{M0} = [10^{-3}] \times 1370 \times 355 / 1.05 = 463.19 \text{ kN}$
Skjærkraftkapasitet	$V_{rdz}, r_d = A_v (f_y / 3)^{0.5} / \gamma_{M0} = [10^{-3}] \times 685 \times (355 / 1.73) / 1.05 = 133.71 \text{ kN}$

Bøyningsmomentkapasitet	$M_{rdy}, r_d = W_{y,ed} \cdot f_y / \gamma_{M0} = [10^{-6}] \times 42.200 \times 10^3 \times 355 / 1.05 = 14.27 \text{ kNm}$
-------------------------	---

**Dimensjonering av Stål, Element 1, [Spenn ], L= 3.174m, 100x100x3.6**

**Med = -0.63 kNm, Ved = 0.54 kN, Ned = 0.09 kN**

**Effektive tverrsnittsverdier for tverrsnittsklasse 4** (EN1993-1-1, §6.2.2.5)

**Steg**

$$\lambda_p = (b/t) / [28.40 \epsilon (K\sigma)^{0.5}] \text{ (EN1993-1-3, §5.5.2, Lign.5.5, Tabl.5.3)}$$

$$b = d = 89.2 \text{ mm}, t = 3.6 \text{ mm}, \epsilon = 0.81, \psi = -1.00, K\sigma = 23.90, \lambda_p = 0.220$$

$$\lambda_p = 0.220 \leq 0.673, \rho = 1.0, h_{eff} = \rho \cdot d / 2 = 1.000 \times 45 = 44.6 \text{ mm}$$

#### Flens

$$-\lambda_p = (b/t) / [28.40 \varepsilon (K\sigma)^{1/2}] \quad (\text{EN1993-1-3, §5.5.2, Lign.5.5, Tabl.5.3})$$

$$b = 89.2 \text{ mm}, t = 3.6 \text{ mm}, \varepsilon = 0.81, \psi = 1.00, K\sigma = 4.00, -\lambda_p = 0.539$$

$$-\lambda_p = 0.539 < 0.673, \rho = 1.0, b_{eff} = \rho \cdot b = 1.000 \times 89 = 89.2 \text{ mm}$$

$$\text{Effektivt areal } A_{eff} = 1370 - 2 \times (44.6 - 44.6) \times 3.60 - 1 \times (89.2 - 89.2) \times 3.60 = 1370 \text{ mm}^2$$

$$e_{my} = 26.76 \times (1370/1370 - 1) + \frac{1}{2} (100.0 - 3.6) \times (1370/1370 - 1) = 0.00 \text{ mm}, I_{y,eff} = 2.110 \times 10^6 \text{ mm}^4$$

$$\text{Effektive tverrsnittsmodul } W_{y,eff} = 2.110 \times 10^6 / (100.0/2 + 0.00) = 42.200 \times 10^3 \text{ mm}^3$$

**Bruddgrensetilstanden, Verifisering for bøyningmoment y-y** (EN1993-1-1, §6.2.5)

$$M_{y,ed} = 0.63 \text{ kNm}$$

$$\text{Bøyningmomentkapasitet } M_{cy,rd} = W_{y,eff} \cdot f_y / \gamma_{M0} = [10^{-6}] \times 42.200 \times 10^3 \times 355 / 1.05 = 14.27 \text{ kNm}$$

$$M_{y,ed} = 0.63 \text{ kNm} < 14.27 \text{ kNm} = M_{y,rd} = M_{ply,rd}, \text{ Kontroll godkjent}$$

**Dimensjonering av Stål, Element 1, [Venstre ende ], L= 3.174m, 100x100x3.6**

$$M_{edA} = 0.57 \text{ kNm}, V_{edA} = 0.54 \text{ kN}, N_{edA} = -0.23 \text{ kN}$$

**Effektive tverrsnittsverdier for tverrsnittsklasse 4** (EN1993-1-1, §6.2.2.5)

#### Steg

$$-\lambda_p = (b/t) / [28.40 \varepsilon (K\sigma)^{1/2}] \quad (\text{EN1993-1-3, §5.5.2, Lign.5.5, Tabl.5.3})$$

$$b = d = 89.2 \text{ mm}, t = 3.6 \text{ mm}, \varepsilon = 0.81, \psi = -1.00, K\sigma = 23.90, -\lambda_p = 0.220$$

$$-\lambda_p = 0.220 < 0.673, \rho = 1.0, h_{eff} = \rho \cdot d / 2 = 1.000 \times 45 = 44.6 \text{ mm}$$

#### Flens

$$-\lambda_p = (b/t) / [28.40 \varepsilon (K\sigma)^{1/2}] \quad (\text{EN1993-1-3, §5.5.2, Lign.5.5, Tabl.5.3})$$

$$b = 89.2 \text{ mm}, t = 3.6 \text{ mm}, \varepsilon = 0.81, \psi = 1.00, K\sigma = 4.00, -\lambda_p = 0.539$$

$$-\lambda_p = 0.539 < 0.673, \rho = 1.0, b_{eff} = \rho \cdot b = 1.000 \times 89 = 89.2 \text{ mm}$$

$$\text{Effektivt areal } A_{eff} = 1370 - 2 \times (44.6 - 44.6) \times 3.60 - 1 \times (89.2 - 89.2) \times 3.60 = 1370 \text{ mm}^2$$

$$e_{my} = 26.76 \times (1370/1370 - 1) + \frac{1}{2} (100.0 - 3.6) \times (1370/1370 - 1) = 0.00 \text{ mm}, I_{y,eff} = 2.110 \times 10^6 \text{ mm}^4$$

$$\text{Effektive tverrsnittsmodul } W_{y,eff} = 2.110 \times 10^6 / (100.0/2 + 0.00) = 42.200 \times 10^3 \text{ mm}^3$$

**Bruddgrensetilstanden, Verifisering for bøyningmoment y-y** (EN1993-1-1, §6.2.5)

$$M_{y,ed} = 0.57 \text{ kNm}$$

$$\text{Bøyningmomentkapasitet } M_{cy,rd} = W_{y,eff} \cdot f_y / \gamma_{M0} = [10^{-6}] \times 42.200 \times 10^3 \times 355 / 1.05 = 14.27 \text{ kNm}$$

$$M_{y,ed} = 0.57 \text{ kNm} < 14.27 \text{ kNm} = M_{y,rd} = M_{ply,rd}, \text{ Kontroll godkjent}$$

**Dimensjonering av Stål, Element 1, [Venstre ende ], L= 3.174m, 100x100x3.6**

$$M_{edB} = -1.14 \text{ kNm}, V_{edB} = 0.54 \text{ kN}, N_{edB} = 0.23 \text{ kN}$$

**Effektive tverrsnittsverdier for tverrsnittsklasse 4** (EN1993-1-1, §6.2.2.5)

#### Steg

$$-\lambda_p = (b/t) / [28.40 \varepsilon (K\sigma)^{1/2}] \quad (\text{EN1993-1-3, §5.5.2, Lign.5.5, Tabl.5.3})$$

$$b = d = 89.2 \text{ mm}, t = 3.6 \text{ mm}, \varepsilon = 0.81, \psi = -1.00, K\sigma = 23.90, -\lambda_p = 0.220$$

$$-\lambda_p = 0.220 < 0.673, \rho = 1.0, h_{eff} = \rho \cdot d / 2 = 1.000 \times 45 = 44.6 \text{ mm}$$

#### Flens

$$-\lambda_p = (b/t) / [28.40 \varepsilon (K\sigma)^{1/2}] \quad (\text{EN1993-1-3, §5.5.2, Lign.5.5, Tabl.5.3})$$

$$b = 89.2 \text{ mm}, t = 3.6 \text{ mm}, \varepsilon = 0.81, \psi = 1.00, K\sigma = 4.00, -\lambda_p = 0.539$$

$$-\lambda_p = 0.539 < 0.673, \rho = 1.0, b_{eff} = \rho \cdot b = 1.000 \times 89 = 89.2 \text{ mm}$$

$$\text{Effektivt areal } A_{eff} = 1370 - 2 \times (44.6 - 44.6) \times 3.60 - 1 \times (89.2 - 89.2) \times 3.60 = 1370 \text{ mm}^2$$

$$e_{my} = 26.76 \times (1370/1370 - 1) + \frac{1}{2} (100.0 - 3.6) \times (1370/1370 - 1) = 0.00 \text{ mm}, I_{y,eff} = 2.110 \times 10^6 \text{ mm}^4$$

$$\text{Effektive tverrsnittsmodul } W_{y,eff} = 2.110 \times 10^6 / (100.0/2 + 0.00) = 42.200 \times 10^3 \text{ mm}^3$$

**Bruddgrensetilstanden, Verifisering for bøyningmoment y-y** (EN1993-1-1, §6.2.5)

$$M_{y,ed} = 1.14 \text{ kNm}$$

$$\text{Bøyningmomentkapasitet } M_{cy,rd} = W_{y,eff} \cdot f_y / \gamma_{M0} = [10^{-6}] \times 42.200 \times 10^3 \times 355 / 1.05 = 14.27 \text{ kNm}$$

$$M_{y,ed} = 1.14 \text{ kNm} < 14.27 \text{ kNm} = M_{y,rd} = M_{ply,rd}, \text{ Kontroll godkjent}$$

**Dimensjonering av Stål, Element 1, L= 3.174m, 100x100x3.6, Knekkapasitet**

**Vipping** (EN1993-1-1, §6.3.2)

Ideelle momentet for vipping (EC3 §6.3.2.2.2, EN1993:2002 TilleggC)  
*Timoshenko, S.P., Gere, J.M., Theory of elastic stability, McGraw-Hill, 1961*  
 $Mcr = C1 \cdot [\pi^2 EIz / (kL)^2] \{ [(kz/kw)^2 (Iw/Iz) + (kL)^2 GI_t / (\pi^2 EIz) + (C2 \cdot z_g - C3 \cdot z_j)^2]^{\frac{1}{2}} - (C2 \cdot z_g - C3 \cdot z_j) \}$   
 $G = E / (2(1+\nu)) = 210000 / (2(1+0.30)) = 80769 = 8.1 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$   
 $k \cdot L = 3174 \text{ mm}, z_g = 0 \text{ mm}, z_j = 0 \text{ mm}$  (EN1993:2002 T.C.1)  
 $kz = 1.0, kw = 1.0, C1 = 2.591, C2 = 0.553, C3 = 0.000$  (EN1993:2002 T.C.1)  
 $Mcr = [10^{-6}] 2.591 \times [\pi^2 \times 2.1 \times 10^5 \times 2.110 \times 10^6 / 3174^2]$   
 $\times \{ [1.0 \times (0.000 \times 10^9 / 2.110 \times 10^6) + 3174^2 \times 8.1 \times 10^4 \times 3.270 \times 10^6 / (\pi^2 \times 2.1 \times 10^5 \times 2.110 \times 10^6)]^{0.5} \} = 877.3 \text{ kNm}$   
 $-\lambda, lt = (W_{eff, y} \cdot f_y / Mcr)^{\frac{1}{2}} = \{ [10^{-6}] \times 42.200 \times 10^3 \times 355 / 877.3 \}^{\frac{1}{2}} = 0.131$  (EC3 Lign.6.56)  
 $-\lambda, lt \leq 0.40, \chi, lt = 1.00$  (EC3 §6.3.2.2.4)  
 $M_{b,rd} = \chi, lt \cdot W_{eff, y} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1.000 \times [10^{-6}] \times 42.200 \times 10^3 \times 355 / 1.05 = 14.27 \text{ kNm}$  (EC3 Lign.6.55)  
 $M_{y,ed} = 1.14 \text{ kNm} < 14.27 \text{ kNm} = M_{b,rd}$ , Kontroll godkjent  
**Dimensjonering av Stål, Element 2, L= 3.174m, 100x100x3.6**

**Klassifisering av tverrsnitt, Bøyning og trykk** (EN1993-1-1, §5.5)

Maksimale og minimale spenninger i tverrsnitt  $\sigma = N_{ed} / A_{el} \pm M_{y,ed} / W_{el, y} \pm M_{z,ed} / W_{el, z}$

$$\sigma = [10^{-3}] 0 / 1370 \pm [10^{-6}] 0 / 42.1 \times 10^3 \pm [10^{-6}] 0 / 42.1 \times 10^3$$

$$\sigma_1 = 7 \text{ N/mm}^2, \sigma_2 = -6 \text{ N/mm}^2 \text{ (trykk har positivt fortegn)}$$

Steg

$c = 100.0 - 3 \times 3.6 = 89.2 \text{ mm}, t = 3.6 \text{ mm}, c/t = 89.2 / 3.6 = 24.78$   
 $S_{355 W}, t = 3.6 \leq 40 \text{ mm}, f_y = 355 \text{ N/mm}^2, \epsilon = (235/355)^{0.5} = 0.81$   
 Posisjon av nøytralaksel for kombinert Bøyning og trykk  
 $N_{ed} / (2 t_w \cdot f_y / \gamma_{M0}) = 231 / (2 \times 3.6 \times 355 / 1.05) = 0.1 \text{ mm}$   
 $\alpha = (89.2 / 2 + 0.1) / 89.2 = 0.501 > 0.5$

$c/t = 24.78 \leq 396 \times 0.81 / (13 \times 0.501 - 1) = 58.17$   
 Steget er i tverrsnittsklasse 1 (EN1993-1-1, Tab.5.2)

Flens

$c = 100.0 - 3 \times 3.6 = 89.2 \text{ mm}, t = 3.6 \text{ mm}, c/t = 89.2 / 3.6 = 24.78$   
 $S_{355 W}, t = 3.6 \leq 40 \text{ mm}, f_y = 355 \text{ N/mm}^2, \epsilon = (235/355)^{0.5} = 0.81$   
 $c/t = 24.78 > 14 \epsilon = 14 \times 0.81 = 11.34$   
 Flensene er i tverrsnittsklasse 4 (EN1993-1-1, Tab.5.2)

**Tverrsnittsklasse er 4, Bøyning og trykk  $N_{ed} + M_{y,ed}$**

**Tverrsnittskapasitet** (EN1993-1-1 §6.2.3, §6.2.4, §6.2.6, §6.2.5)

Stekkraftkapasitet  $N_{rd,rd} = A \cdot f_y / \gamma_{M0} = [10^{-3}] \times 1370 \times 355 / 1.05 = 463.19 \text{ kN}$   
 Trykkraftkapasitet  $N_{rd,c,rd} = A_{eff} \cdot f_y / \gamma_{M0} = [10^{-3}] \times 1370 \times 355 / 1.05 = 463.19 \text{ kN}$   
 Skjærkraftkapasitet  $V_{rd,z,rd} = A_v (f_y / 3)^{\frac{1}{2}} / \gamma_{M0} = [10^{-3}] \times 685 \times (355 / 1.73) / 1.05 = 133.71 \text{ kN}$   
 Bøyningsmomentkapasitet  $M_{rd,y,rd} = W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0} = [10^{-6}] \times 42.200 \times 10^3 \times 355 / 1.05 = 14.27 \text{ kNm}$

**Dimensjonering av Stål, Element 2, [Venstre ende], L= 3.174m, 100x100x3.6**

**MedB= 0.27 kNm, VedB= 0.13 kN, NedB= 0.23 kN**

**Effektive tverrsnittsverdier for tverrsnittsklasse 4** (EN1993-1-1, §6.2.2.5)

Steg

$-\lambda_p = (b/t) / [28.40 \epsilon (K\sigma)^{\frac{1}{2}}]$  (EN1993-1-3, §5.5.2, Lign.5.5, Tabl.5.3)  
 $b = d = 89.2 \text{ mm}, t = 3.6 \text{ mm}, \epsilon = 0.81, \psi = -1.00, K\sigma = 23.90, -\lambda_p = 0.220$   
 $-\lambda_p = 0.220 \leq 0.673, \rho = 1.0, h_{eff} = \rho \cdot d / 2 = 1.000 \times 45 = 44.6 \text{ mm}$

Flens

$-\lambda_p = (b/t) / [28.40 \epsilon (K\sigma)^{\frac{1}{2}}]$  (EN1993-1-3, §5.5.2, Lign.5.5, Tabl.5.3)  
 $b = b = 89.2 \text{ mm}, t = 3.6 \text{ mm}, \epsilon = 0.81, \psi = 1.00, K\sigma = 4.00, -\lambda_p = 0.539$   
 $-\lambda_p = 0.539 \leq 0.673, \rho = 1.0, b_{eff} = \rho \cdot b = 1.000 \times 89 = 89.2 \text{ mm}$

Effektivt areal  $A_{eff} = 1370 - 2 \times (44.6 - 44.6) \times 3.60 - 1 \times (89.2 - 89.2) \times 3.60 = 1370 \text{ mm}^2$   
 $e_{my} = 26.76 \times (1370 / 1370 - 1) + \frac{1}{2} (100.0 - 3.6) \times (1370 / 1370 - 1) = 0.00 \text{ mm}, I_{y,eff} = 2.110 \times 10^6 \text{ mm}^4$   
 Effektive tverrsnittsmodul  $W_{y,eff} = 2.110 \times 10^6 / (100.0 / 2 + 0.00) = 42.200 \times 10^3 \text{ mm}^3$   
**Bruddgrensetilstanden, Verifisering for bøyningsmoment  $y-y$**  (EN1993-1-1, §6.2.5)

**My,ed= 0.27 kNm**

Bøyningsmomentkapasitet  $M_{cy,rd} = W_{eff,y} \cdot f_y / \gamma_{M0} = [10^{-6}] \times 42.200 \times 10^3 \times 355 / 1.05 = 14.27 \text{ kNm}$

$M_{y,ed} = 0.27 \text{ kNm} < 14.27 \text{ kNm} = M_{y,rd} = M_{ply,rd}$ , Kontroll godkjent

**Dimensjonering av Stål, Element 2, L= 3.174m, 100x100x3.6, Knekkapasitet**

**Vipping** (EN1993-1-1, §6.3.2)

Ideelle momentet for vipping (EC3 §6.3.2.2.2, EN1993:2002 TilleggC)

*Timoshenko, S.P, Gere, J.M, Theory of elastic stability, McGraw-Hill, 1961*

$M_{cr} = C_1 \cdot [\pi^2 EI_z / (kL)^2] \{ [(kz/kw)^2 (I_w/I_z) + (kL)^2 G I_t / (\pi^2 EI_z) + (C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j)^2]^{\frac{1}{2}} - (C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j) \}$

$G = E / (2(1+\nu)) = 210000 / (2(1+0.30)) = 80769 = 8.1 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$

$k \cdot L = 3174 \text{ mm}$ ,  $z_g = 0 \text{ mm}$ ,  $z_j = 0 \text{ mm}$  (EN1993:2002 T.C.1)

$kz = 1.0$ ,  $kw = 1.0$ ,  $C_1 = 2.591$ ,  $C_2 = 0.553$ ,  $C_3 = 0.000$  (EN1993:2002 T.C.1)

$M_{cr} = [10^{-6}] 2.591 \times [\pi^2 \times 2.1 \times 10^5 \times 2.110 \times 10^6 / 3174^2]$

$\times \{ [1.0 \times (0.000 \times 10^9 / 2.110 \times 10^6) + 3174^2 \times 8.1 \times 10^4 \times 3.270 \times 10^6 / (\pi^2 \times 2.1 \times 10^5 \times 2.110 \times 10^6)]^{0.5} \} = 877.3 \text{ kNm}$

$-\lambda, \lambda_t = (W_{eff,y} \cdot f_y / M_{cr})^{\frac{1}{2}} = \{ [10^{-6}] \times 42.200 \times 10^3 \times 355 / 877.3 \}^{\frac{1}{2}} = 0.131$  (EC3

Lign.6.56)

$-\lambda, \lambda_t \leq 0.40$ ,  $\chi, \lambda_t = 1.00$  (EC3 §6.3.2.2.4)

$M_{b,rd} = \chi, \lambda_t \cdot W_{eff,y} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1.000 \times [10^{-6}] \times 42.200 \times 10^3 \times 355 / 1.05 = 14.27 \text{ kNm}$  (EC3

Lign.6.55)

$M_{y,ed} = 0.27 \text{ kNm} < 14.27 \text{ kNm} = M_{b,rd}$ , Kontroll godkjent

**Dimensjonering av Stål, Element 3, L= 3.174m, 100x100x3.6**

**Klassifisering av tverrsnitt, Trykk Nc** (EN1993-1-1, §5.5)

Steg

$c = 100.0 - 3 \times 3.6 = 89.2 \text{ mm}$ ,  $t = 3.6 \text{ mm}$ ,  $c/t = 89.2 / 3.6 = 24.78$

S 355 W,  $t = 3.6 \leq 40 \text{ mm}$ ,  $f_y = 355 \text{ N/mm}^2$ ,  $\epsilon = (235/355)^{0.5} = 0.81$

$c/t = 24.78 \leq 33 \epsilon = 33 \times 0.81 = 26.73$

Steget er i tverrsnittsklasse 1 (EN1993-1-1, Tab. 5.2)

Flens

$c = 100.0 - 3 \times 3.6 = 89.2 \text{ mm}$ ,  $t = 3.6 \text{ mm}$ ,  $c/t = 89.2 / 3.6 = 24.78$

S 355 W,  $t = 3.6 \leq 40 \text{ mm}$ ,  $f_y = 355 \text{ N/mm}^2$ ,  $\epsilon = (235/355)^{0.5} = 0.81$

$c/t = 24.78 \leq 33 \epsilon = 33 \times 0.81 = 26.73$

Flensene er i tverrsnittsklasse 1 (EN1993-1-1, Tab.5.2)

**Tverrsnittsklasse er 1, Trykk Nc,ed**

**Tverrsnittskapasitet** (EN1993-1-1 §6.2.3, §6.2.4, §6.2.6, §6.2.5)

Stekkraftkapasitet  $N_{rdt,rd} = A \cdot f_y / \gamma_{M0} = [10^{-3}] \times 1370 \times 355 / 1.05 = 463.19 \text{ kN}$

Trykkraftkapasitet  $N_{rdc,rd} = A \cdot f_y / \gamma_{M0} = [10^{-3}] \times 1370 \times 355 / 1.05 = 463.19 \text{ kN}$

Skjærkraftkapasitet  $V_{rdz,rd} = A_v (f_y / 3^{\frac{1}{2}}) / \gamma_{M0} = [10^{-3}] \times 685 \times (355 / 1.73) / 1.05 = 133.71 \text{ kN}$

Bøyningsmomentkapasitet  $M_{rddy,rd} = W_{ely} \cdot f_y / \gamma_{M0} = [10^{-6}] \times 49.200 \times 10^3 \times 355 / 1.05 = 16.63 \text{ kNm}$

**Dimensjonering av Stål, Element 4, L= 3.174m, 100x100x3.6**

**Klassifisering av tverrsnitt, Bøyning og trykk** (EN1993-1-1, §5.5)

Maksimale og minimale spenninger i tverrsnitt  $\sigma = N_{ed} / A_{el} \pm M_{yed} / W_{el,y} \pm M_{zed} / W_{el,z}$

$\sigma = [10^{-3}] 0 / 1370 \pm [10^{-6}] 0 / 42.1 \times 10^3 \pm [10^{-6}] 0 / 42.1 \times 10^3$

$\sigma_1 = 7 \text{ N/mm}^2$ ,  $\sigma_2 = -6 \text{ N/mm}^2$  (trykk har positivt fortegn)

Steg

$c = 100.0 - 3 \times 3.6 = 89.2 \text{ mm}$ ,  $t = 3.6 \text{ mm}$ ,  $c/t = 89.2 / 3.6 = 24.78$

S 355 W,  $t = 3.6 \leq 40 \text{ mm}$ ,  $f_y = 355 \text{ N/mm}^2$ ,  $\epsilon = (235/355)^{0.5} = 0.81$

Posisjon av nøytralaksel for kombinert Bøyning og trykk

$N_{ed} / (2 t_w \cdot f_y / \gamma_{M0}) = 231 / (2 \times 3.6 \times 355 / 1.05) = 0.1 \text{ mm}$

$\alpha = (89.2 / 2 + 0.1) / 89.2 = 0.501 > 0.5$

$c/t = 24.78 \leq 396 \times 0.81 / (13 \times 0.501 - 1) = 58.17$

Steget er i tverrsnittsklasse 1 (EN1993-1-1, Tab.5.2)

Flens

$c = 100.0 - 3 \times 3.6 = 89.2 \text{ mm}$ ,  $t = 3.6 \text{ mm}$ ,  $c/t = 89.2 / 3.6 = 24.78$

S 355 W,  $t = 3.6 \leq 40 \text{ mm}$ ,  $f_y = 355 \text{ N/mm}^2$ ,  $\epsilon = (235/355)^{0.5} = 0.81$

$c/t = 24.78 > 14 \epsilon = 14 \times 0.81 = 11.34$

Flensene er i tverrsnittsklasse 4 (EN1993-1-1, Tab.5.2)



#### **Tverrsnittsklasse er 4, Bøyning og trykk $N_{c,ed} + M_{y,ed}$**

**Tverrsnittskapasitet** (EN1993-1-1 §6.2.3, §6.2.4, §6.2.6, §6.2.5)

Stekraftkapasitet  $N_{rd,rd} = A \cdot f_y / \gamma_{M0} = [10^{-3}] \times 1370 \times 355 / 1.05 = 463.19 \text{ kN}$   
Trykkraftkapasitet  $N_{rdc,rd} = A_{eff} \cdot f_y / \gamma_{M0} = [10^{-3}] \times 1370 \times 355 / 1.05 = 463.19 \text{ kN}$   
Skjærkraftkapasitet  $V_{rdz,rd} = A_v (f_y / 3^{\wedge{0.5}}) / \gamma_{M0} = [10^{-3}] \times 685 \times (355 / 1.73) / 1.05 = 133.71 \text{ kN}$   
Bøyningmomentkapasitet  $M_{rdy,rd} = W_{ely} \cdot f_y / \gamma_{M0} = [10^{-6}] \times 42.200 \times 10^3 \times 355 / 1.05 = 14.27 \text{ kNm}$

#### **Dimensjonering av Stål, Element 4, [Venstre ende], L= 3.174m, 100x100x3.6**

**MedB= -0.27 kNm, VedB= 0.13 kN, NedB= 0.23 kN**

#### **Effektive tverrsnittsverdier for tverrsnittsklasse 4** (EN1993-1-1, §6.2.2.5)

##### Steg

$\lambda_p = (b/t) / [28.40 \varepsilon (K\sigma)^{\wedge{0.5}}]$  (EN1993-1-3, §5.5.2, Lign.5.5, Tabl.5.3)

$b = d = 89.2 \text{ mm}$ ,  $t = 3.6 \text{ mm}$ ,  $\varepsilon = 0.81$ ,  $\psi = -1.00$ ,  $K\sigma = 23.90$ ,  $\lambda_p = 0.220$

$\lambda_p = 0.220 < 0.673$ ,  $\rho = 1.0$ ,  $heff = \rho \cdot d / 2 = 1.000 \times 45 = 44.6 \text{ mm}$

##### Flens

$\lambda_p = (b/t) / [28.40 \varepsilon (K\sigma)^{\wedge{0.5}}]$  (EN1993-1-3, §5.5.2, Lign.5.5, Tabl.5.3)

$b = b = 89.2 \text{ mm}$ ,  $t = 3.6 \text{ mm}$ ,  $\varepsilon = 0.81$ ,  $\psi = 1.00$ ,  $K\sigma = 4.00$ ,  $\lambda_p = 0.539$

$\lambda_p = 0.539 < 0.673$ ,  $\rho = 1.0$ ,  $beff = \rho \cdot b = 1.000 \times 89 = 89.2 \text{ mm}$

Effektivt areal  $A_{eff} = 1370 - 2 \times (44.6 - 44.6) \times 3.60 - 1 \times (89.2 - 89.2) \times 3.60 = 1370 \text{ mm}^2$   
 $e_{my} = 26.76 \times (1370 / 1370 - 1) + \frac{1}{2} (100.0 - 3.6) \times (1370 / 1370 - 1) = 0.00 \text{ mm}$ ,  $I_{y,eff} = 2.110 \times 10^6 \text{ mm}^4$

Effektive tverrsnittsmodul  $W_{y,eff} = 2.110 \times 10^6 / (100.0 / 2 + 0.00) = 42.200 \times 10^3 \text{ mm}^3$

**Brudgrensetilstanden, Verifisering for bøyningmoment  $y-y$**  (EN1993-1-1, §6.2.5)

**My.ed= 0.27 kNm**

Bøyningmomentkapasitet  $M_{cy,rd} = W_{eff,y} \cdot f_y / \gamma_{M0} = [10^{-6}] \times 42.200 \times 10^3 \times 355 / 1.05 = 14.27 \text{ kNm}$

$M_{y,ed} = 0.27 \text{ kNm} < 14.27 \text{ kNm} = M_{y,rd} = M_{ply,rd}$ , Kontroll godkjent

#### **Dimensjonering av Stål, Element 4, L= 3.174m, 100x100x3.6, Knekkapasitet**

#### **Vipping** (EN1993-1-1, §6.3.2)

Ideelle momentet for vipping (EC3 §6.3.2.2.2, EN1993:2002 TilleggC)

*Timoshenko, S.P, Gere, J.M, Theory of elastic stability, McGraw-Hill, 1961*

$M_{cr} = C_1 \cdot [\pi^2 EI_z / (kL)^2] \{ [(kz/kw)^2 (I_w / I_z) + (kL)^2 GIt / (\pi^2 EI_z) + (C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j)^2]^{\wedge{0.5}} - (C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j) \}$

$G = E / (2(1+\nu)) = 210000 / (2(1+0.30)) = 80769 = 8.1 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$

$k \cdot L = 3174 \text{ mm}$ ,  $z_g = 0 \text{ mm}$ ,  $z_j = 0 \text{ mm}$  (EN1993:2002 T.C.1)

$kz = 1.0$ ,  $kw = 1.0$ ,  $C_1 = 2.591$ ,  $C_2 = 0.431$ ,  $C_3 = 0.000$  (EN1993:2002 T.C.1)

$M_{cr} = [10^{-6}] 2.591 \times [\pi^2 \times 2.1 \times 10^5 \times 2.110 \times 10^6 / 3174^2]$

$\times \{ [1.0 \times (0.000 \times 10^9 / 2.110 \times 10^6) + 3174^2 \times 8.1 \times 10^4 \times 3.270 \times 10^6 / (\pi^2 \times 2.1 \times 10^5 \times 2.110 \times 10^6)]^{\wedge{0.5}} \} = 877.3 \text{ kNm}$

$\lambda_{lt} = (W_{eff,y} \cdot f_y / M_{cr})^{\wedge{0.5}} = \{ [10^{-6}] \times 42.200 \times 10^3 \times 355 / 877.3 \}^{\wedge{0.5}} = 0.131$  (EC3

Lign.6.56)

$\lambda_{lt} < 0.40$ ,  $\chi_{lt} = 1.00$  (EC3 §6.3.2.2.4)

$M_{b,rd} = \chi_{lt} \cdot W_{eff,y} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1.000 \times [10^{-6}] \times 42.200 \times 10^3 \times 355 / 1.05 = 14.27 \text{ kNm}$  (EC3

Lign.6.55)

$M_{y,ed} = 0.27 \text{ kNm} < 14.27 \text{ kNm} = M_{b,rd}$ , Kontroll godkjent

#### **Dimensjonering av Stål, Element 5, L= 3.174m, 100x100x3.6**

#### **Klassifisering av tverrsnitt, Bøyning og trykk** (EN1993-1-1, §5.5)

Maksimale og minimale spenninger i tverrsnitt  $\sigma = N_{ed} / A_{el} \pm M_{y,ed} / W_{el,y} \pm M_{z,ed} / W_{el,z}$

$\sigma = [10^{-3}] 0 / 1370 \pm [10^{-6}] 1 / 42.1 \times 10^3 \pm [10^{-6}] 0 / 42.1 \times 10^3$

$\sigma_1 = 27 \text{ N/mm}^2$ ,  $\sigma_2 = -27 \text{ N/mm}^2$  (trykk har positivt fortegn)

##### Steg

$c = 100.0 - 3 \times 3.6 = 89.2 \text{ mm}$ ,  $t = 3.6 \text{ mm}$ ,  $c/t = 89.2 / 3.6 = 24.78$

S 355 W,  $t = 3.6 < 40 \text{ mm}$ ,  $f_y = 355 \text{ N/mm}^2$ ,  $\varepsilon = (235 / 355)^{\wedge{0.5}} = 0.81$

Posisjon av nøytralaksel for kombinert Bøyning og trykk

$N_{ed} / (2 t_w \cdot f_y / \gamma_{M0}) = 231 / (2 \times 3.6 \times 355 / 1.05) = 0.1 \text{ mm}$

$\alpha = (89.2 / 2 + 0.1) / 89.2 = 0.501 > 0.5$

$c/t=24.78 \leq 396 \times 0.81 / (13 \times 0.501 - 1) = 58.17$   
Steg er i tverrsnittsklasse 1 (EN1993-1-1, Tab.5.2)

Flens

$c=100.0 - 3 \times 3.6 = 89.2$  mm,  $t=3.6$  mm,  $c/t=89.2/3.6=24.78$   
S 355 W,  $t=3.6 \leq 40$  mm,  $f_y=355$  N/mm<sup>2</sup>,  $\varepsilon=(235/355)^{0.5}=0.81$   
 $c/t=24.78 > 14\varepsilon=14 \times 0.81=11.34$

Flensene er i tverrsnittsklasse 4 (EN1993-1-1, Tab.5.2)

**Tverrsnittsklasse er 4, Bøyning og trykk  $N_{c,ed} + M_{y,ed}$**

**Tverrsnittskapasitet** (EN1993-1-1 §6.2.3, §6.2.4, §6.2.6, §6.2.5)

Stekraftkapasitet  $N_{rd,rd}=A \cdot f_y / \gamma_{M0} = [10^{-3}] \times 1370 \times 355 / 1.05 = 463.19$  kN  
Trykkraftkapasitet  $N_{rdc,rd}=A_{eff} \cdot f_y / \gamma_{M0} = [10^{-3}] \times 1370 \times 355 / 1.05 = 463.19$  kN  
Skjærkraftkapasitet  $V_{rdz,rd}=A_v (f_y / 3^{0.5}) / \gamma_{M0} = [10^{-3}] \times 685 \times (355 / 1.73) / 1.05 = 133.71$  kN  
Bøyningsmomentkapasitet  $M_{rdy,rd}=W_{ely} \cdot f_y / \gamma_{M0} = [10^{-6}] \times 42.200 \times 10^3 \times 355 / 1.05 = 14.27$  kNm

**Dimensjonering av Stål, Element 5, [Spenn ], L= 3.174m, 100x100x3.6**

**Med = 0.63 kNm, Ved = 0.54 kN, Ned = 0.09 kN**

**Effektive tverrsnittsverdier for tverrsnittsklasse 4** (EN1993-1-1, §6.2.2.5)

Steg

$\lambda_p = (b/t) / [28.40 \varepsilon (K\sigma)^{0.5}]$  (EN1993-1-3, §5.5.2, Lign.5.5, Tabl.5.3)

$b=d=89.2$  mm,  $t=3.6$  mm,  $\varepsilon=0.81$ ,  $\psi=-1.00$ ,  $K\sigma=23.90$ ,  $\lambda_p=0.220$

$\lambda_p=0.220 \leq 0.673$ ,  $\rho=1.0$ ,  $heff=\rho \cdot d/2=1.000 \times 45=44.6$  mm

Flens

$\lambda_p = (b/t) / [28.40 \varepsilon (K\sigma)^{0.5}]$  (EN1993-1-3, §5.5.2, Lign.5.5, Tabl.5.3)

$b=b=89.2$  mm,  $t=3.6$  mm,  $\varepsilon=0.81$ ,  $\psi=1.00$ ,  $K\sigma=4.00$ ,  $\lambda_p=0.539$

$\lambda_p=0.539 \leq 0.673$ ,  $\rho=1.0$ ,  $beff=\rho \cdot b=1.000 \times 89=89.2$  mm

Effektivt areal  $A_{eff}=1370 - 2 \times (44.6 - 44.6) \times 3.60 - 1 \times (89.2 - 89.2) \times 3.60 = 1370$  mm<sup>2</sup>  
 $e_{my} 26.76 \times (1370/1370 - 1) + \frac{1}{2} (100.0 - 3.6) \times (1370/1370 - 1) = 0.00$  mm,  $I_{y,eff} = 2.110 \times 10^6$  mm<sup>4</sup>

Effektive tverrsnittsmodul  $W_{y,eff} = 2.110 \times 10^6 / (100.0/2 + 0.00) = 42.200 \times 10^3$  mm<sup>3</sup>

**Brudgrensetilstanden, Verifisering for bøyningsmoment  $y-y$**  (EN1993-1-1, §6.2.5)

**My,ed= 0.63 kNm**

Bøyningsmomentkapasitet  $M_{cy,rd}=W_{effy} \cdot f_y / \gamma_{M0} = [10^{-6}] \times 42.200 \times 10^3 \times 355 / 1.05 = 14.27$  kNm

$M_{y,ed} = 0.63$  kNm <  $14.27$  kNm =  $M_{y,rd}=M_{ply,rd}$ , Kontroll godkjent

**Dimensjonering av Stål, Element 5, [Venstre ende ], L= 3.174m, 100x100x3.6**

**MedA= -0.57 kNm, VedA= 0.54 kN, NedA= -0.23 kN**

**Effektive tverrsnittsverdier for tverrsnittsklasse 4** (EN1993-1-1, §6.2.2.5)

Steg

$\lambda_p = (b/t) / [28.40 \varepsilon (K\sigma)^{0.5}]$  (EN1993-1-3, §5.5.2, Lign.5.5, Tabl.5.3)

$b=d=89.2$  mm,  $t=3.6$  mm,  $\varepsilon=0.81$ ,  $\psi=-1.00$ ,  $K\sigma=23.90$ ,  $\lambda_p=0.220$

$\lambda_p=0.220 \leq 0.673$ ,  $\rho=1.0$ ,  $heff=\rho \cdot d/2=1.000 \times 45=44.6$  mm

Flens

$\lambda_p = (b/t) / [28.40 \varepsilon (K\sigma)^{0.5}]$  (EN1993-1-3, §5.5.2, Lign.5.5, Tabl.5.3)

$b=b=89.2$  mm,  $t=3.6$  mm,  $\varepsilon=0.81$ ,  $\psi=1.00$ ,  $K\sigma=4.00$ ,  $\lambda_p=0.539$

$\lambda_p=0.539 \leq 0.673$ ,  $\rho=1.0$ ,  $beff=\rho \cdot b=1.000 \times 89=89.2$  mm

Effektivt areal  $A_{eff}=1370 - 2 \times (44.6 - 44.6) \times 3.60 - 1 \times (89.2 - 89.2) \times 3.60 = 1370$  mm<sup>2</sup>  
 $e_{my} 26.76 \times (1370/1370 - 1) + \frac{1}{2} (100.0 - 3.6) \times (1370/1370 - 1) = 0.00$  mm,  $I_{y,eff} = 2.110 \times 10^6$  mm<sup>4</sup>

Effektive tverrsnittsmodul  $W_{y,eff} = 2.110 \times 10^6 / (100.0/2 + 0.00) = 42.200 \times 10^3$  mm<sup>3</sup>

**Brudgrensetilstanden, Verifisering for bøyningsmoment  $y-y$**  (EN1993-1-1, §6.2.5)

**My,ed= 0.57 kNm**

Bøyningsmomentkapasitet  $M_{cy,rd}=W_{effy} \cdot f_y / \gamma_{M0} = [10^{-6}] \times 42.200 \times 10^3 \times 355 / 1.05 = 14.27$  kNm

$M_{y,ed} = 0.57$  kNm <  $14.27$  kNm =  $M_{y,rd}=M_{ply,rd}$ , Kontroll godkjent

**Dimensjonering av Stål, Element 5, [Venstre ende ], L= 3.174m, 100x100x3.6**

MedB= 1.14 kNm, VedB= 0.54 kN, NedB= 0.23 kN

**Effektive tverrsnittsverdier for tverrsnittsklasse 4** (EN1993-1-1, §6.2.2.5)

Steg

$-\lambda_p = (b/t) / [28.40 \varepsilon (K\sigma)^{1/2}]$  (EN1993-1-3, §5.5.2, Lign.5.5, Tabl.5.3)

b=d=89.2mm, t=3.6mm,  $\varepsilon=0.81$ ,  $\psi=-1.00$ ,  $K\sigma=23.90$ ,  $-\lambda_p=0.220$

$-\lambda_p=0.220 < 0.673$ ,  $\rho=1.0$ ,  $heff = \rho \cdot d/2 = 1.000 \times 45 = 44.6$  mm

Flens

$-\lambda_p = (b/t) / [28.40 \varepsilon (K\sigma)^{1/2}]$  (EN1993-1-3, §5.5.2, Lign.5.5, Tabl.5.3)

b=b=89.2mm, t=3.6mm,  $\varepsilon=0.81$ ,  $\psi=1.00$ ,  $K\sigma=4.00$ ,  $-\lambda_p=0.539$

$-\lambda_p=0.539 < 0.673$ ,  $\rho=1.0$ ,  $beff = \rho \cdot b = 1.000 \times 89 = 89.2$  mm

Effektivt areal  $A_{eff} = 1370 - 2 \times (44.6 - 44.6) \times 3.60 - 1 \times (89.2 - 89.2) \times 3.60 = 1370$  mm<sup>2</sup>

$e_{my} = 26.76 \times (1370/1370 - 1) + \frac{1}{2} (100.0 - 3.6) \times (1370/1370 - 1) = 0.00$  mm,  $I_{y,eff} = 2.110 \times 10^6$  mm<sup>4</sup>

Effektive tverrsnittsmodul  $W_{y,eff} = 2.110 \times 10^6 / (100.0/2 + 0.00) = 42.200 \times 10^3$  mm<sup>3</sup>

**Bruddgrensetilstanden, Verifisering for bøyningmoment y-y** (EN1993-1-1, §6.2.5)

**My,ed= 1.14 kNm**

Bøyningmomentkapasitet  $M_{cy,rd} = W_{eff,y} \cdot f_y / \gamma_{M0} = [10^{-6}] \times 42.200 \times 10^3 \times 355 / 1.05 = 14.27$  kNm

$M_{y,ed} = 1.14$  kNm <  $14.27$  kNm =  $M_{y,rd} = M_{ply,rd}$ , Kontroll godkjent

**Dimensjonering av Stål, Element 5, L= 3.174m, 100x100x3.6, Knekkapasitet**

**Vipping** (EN1993-1-1, §6.3.2)

Ideelle momentet for vipping (EC3 §6.3.2.2.2, EN1993:2002 TilleggC)

*Timoshenko, S.P, Gere, J.M, Theory of elastic stability, McGraw-Hill, 1961*

$M_{cr} = C_1 \cdot [\pi^2 EI_z / (kL)^2] \{ [(kz/kw)^2 (I_w/I_z) + (kL)^2 GI_t / (\pi^2 EI_z) + (C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j)^2]^{1/2} - (C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j) \}$

$G = E / (2(1+\nu)) = 210000 / (2(1+0.30)) = 80769 = 8.1 \times 10^4$  N/mm<sup>2</sup>

$k \cdot L = 3174$  mm,  $z_g = 0$  mm,  $z_j = 0$  mm (EN1993:2002 T.C.1)

$kz = 1.0$ ,  $kw = 1.0$ ,  $C_1 = 2.591$ ,  $C_2 = 0.553$ ,  $C_3 = 0.000$  (EN1993:2002 T.C.1)

$M_{cr} = [10^{-6}] 2.591 \times [\pi^2 \times 2.1 \times 10^5 \times 2.110 \times 10^6 / 3174^2]$

$\times \{ [1.0 \times (0.000 \times 10^9 / 2.110 \times 10^6) + 3174^2 \times 8.1 \times 10^4 \times 3.270 \times 10^6 / (\pi^2 \times 2.1 \times 10^5 \times 2.110 \times 10^6)]^{0.5} \} = 877.3$  kNm

$-\lambda, \lambda_t = (W_{eff,y} \cdot f_y / M_{cr})^{1/2} = \{ [10^{-6}] \times 42.200 \times 10^3 \times 355 / 877.3 \}^{1/2} = 0.131$  (EC3

Lign.6.56)

$-\lambda, \lambda_t < 0.40$ ,  $\chi, \lambda_t = 1.00$  (EC3 §6.3.2.2.4)

$M_{b,rd} = \chi, \lambda_t \cdot W_{eff,y} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1.000 \times [10^{-6}] \times 42.200 \times 10^3 \times 355 / 1.05 = 14.27$  kNm (EC3

Lign.6.55)

$M_{y,ed} = 1.14$  kNm <  $14.27$  kNm =  $M_{b,rd}$ , Kontroll godkjent

**Dimensjonering av Stål, Element 6, L= 3.000m, HE 140 B**

**Klassifisering av tverrsnitt, Bøyningmoment My** (EN1993-1-1, §5.5)

Steg

c=140.0-2x12.0-2x12.0=92.0 mm, t=7.0 mm, c/t=92.0/7.0=13.14

S 355 W, t= 7.0 <= 40 mm,  $f_y = 355$  N/mm<sup>2</sup>,  $\varepsilon = (235/355)^{0.5} = 0.81$

c/t=13.14 <= 72  $\varepsilon = 72 \times 0.81 = 58.32$

Steget er i tverrsnittsklasse 1 (EN1993-1-1, Tab.5.2)

Flens

c=140.0/2-7.0/2-12.0=54.5 mm, t=12.0 mm, c/t=54.5/12.0=4.54

S 355 W, t=12.0 <= 40 mm,  $f_y = 355$  N/mm<sup>2</sup>,  $\varepsilon = (235/355)^{0.5} = 0.81$

c/t=4.54 <= 9  $\varepsilon = 9 \times 0.81 = 7.29$

Flensene er i tverrsnittsklasse 1 (EN1993-1-1, Tab.5.2)

**Tverrsnittsklasse er 1, Bøyningmoment My,ed**

**Tverrsnittskapasitet** (EN1993-1-1 §6.2.3, §6.2.4, §6.2.6, §6.2.5)

Stekkraftkapasitet  $N_{rdt,rd} = A \cdot f_y / \gamma_{M0} = [10^{-3}] \times 4296 \times 355 / 1.05 = 1452.46$  kN

Trykkraftkapasitet  $N_{rdc,rd} = A \cdot f_y / \gamma_{M0} = [10^{-3}] \times 4296 \times 355 / 1.05 = 1452.46$  kN

Skjærkraftkapasitet  $V_{rdz,rd} = A_v (f_y / 3)^{1/2} / \gamma_{M0} = [10^{-3}] \times 1308 \times (355 / 1.73) / 1.05 = 255.32$  kN

Bøyningmomentkapasitet  $M_{rdy,rd} = W_{ely,rd} \cdot f_y / \gamma_{M0} = [10^{-6}] \times 245.40 \times 10^3 \times 355 / 1.05 = 82.97$  kNm

**Dimensjonering av Stål, Element 6, [Spenn ], L= 3.000m, HE 140 B**

Med = 7.53 kNm, Ved = 0.20 kN, Ned = 0.00 kN

Bruddgrensetilstanden, Verifisering for bøyningmoment y-y (EN1993-1-1, §6.2.5)

**My.ed= 7.53 kNm**

Bøyningmomentkapasitet  $M_{ply,rd} = W_{ply} \cdot f_y / \gamma_{M0} = [10^{-6}] \times 245.40 \times 10^3 \times 355 / 1.05 = 82.97 \text{ kNm}$

$M_{y,ed} = 7.53 \text{ kNm} < 82.97 \text{ kNm} = M_{y,rd} = M_{ply,rd}$ , Kontroll godkjent

Dimensjonering av Stål, Element 6, [Venstre ende ], L= 3.000m, HE 140 B

MedA= -1.14 kNm, VedA= 14.24 kN, NedA= 0.00 kN

Bruddgrensetilstanden, Verifisering for bøyningmoment y-y (EN1993-1-1, §6.2.5)

**My.ed= 1.14 kNm**

Bøyningmomentkapasitet  $M_{ply,rd} = W_{ply} \cdot f_y / \gamma_{M0} = [10^{-6}] \times 245.40 \times 10^3 \times 355 / 1.05 = 82.97 \text{ kNm}$

$M_{y,ed} = 1.14 \text{ kNm} < 82.97 \text{ kNm} = M_{y,rd} = M_{ply,rd}$ , Kontroll godkjent

Bruddgrensetilstanden, Verifisering for skjær z (EN1993-1-1, §6.2.6)

**Vz.ed= 14.24 kNm**

$A_v = A - 2b \cdot t_f + (t_w + 2r) t_f = 4296 - 2 \times 140.0 \times 12.0 + (7.0 + 2 \times 12.0) \times 12.0 = 1308 \text{ mm}^2$  (EC3 §6.2.6.3)

$A_v = 1308 \text{ mm}^2 > \eta \cdot h_w \cdot t_w = 1.00 \times (140.0 - 2 \times 12.0) \times 7.0 = 1.00 \times 128.0 \times 7.0 = 896 \text{ mm}^2$

Plastisk skjærkraftkapasitet  $V_{pl,z,rd} = A_v (f_y / 3^{\frac{1}{2}}) / \gamma_{M0} = [10^{-3}] \times 1308 \times (355 / 1.73) / 1.05 = 255.32 \text{ kN}$

$V_{z,ed} = 14.24 \text{ kN} < 255.32 \text{ kN} = V_{z,rd} = V_{pl,z,rd}$ , Kontroll godkjent

$h_w / t_w = (140.0 - 2 \times 12.0) / 7.0 = 128.0 / 7.0 = 18.29 \leq 72 \times 0.81 / 1.00 = 72 \epsilon / \eta = 58.32$  ( $\eta = 1.00$ )

S 355 W,  $t = 7.0 \leq 40 \text{ mm}$ ,  $f_y = 355 \text{ N/mm}^2$ ,  $\epsilon = (235 / 355)^{0.5} = 0.81$

Skjærknekking er ikke aktuelt (EC3 §6.2.6.6)

Bruddgrensetilstanden, Verifisering for bøyning, aksialkraft og skjær (EN1993-1-1, §6.2.9)

**N.ed= 0.00kN, Vz.ed= 14.24kNm, My.ed= 1.14kN**

$M_{pl,y,rd} = 82.97 \text{ kNm}$ ,  $V_{pl,z,rd} = 255.32 \text{ kN}$

Ned=0 kN, Ikke nødvendig å ta hensyn til virkning av aksialkraft (EC3 §6.2.9.1 Lign.6.33, Lign.6.34, Lign.6.35)

$V_{ed} = 14.24 \text{ kN} \leq 0.50 \times 255.32 = 0.50 \times V_{pl,z,rd} = 127.66 \text{ kN}$

Ikke nødvendig å ta hensyn til virkning av skjærkraft (EC3 §6.2.8.2)

Dimensjonering av Stål, Element 6, [Venstre ende ], L= 3.000m, HE 140 B

MedB= -11.08 kNm, VedB= 20.87 kN, NedB= 0.00 kN

Bruddgrensetilstanden, Verifisering for bøyningmoment y-y (EN1993-1-1, §6.2.5)

**My.ed= 11.08 kNm**

Bøyningmomentkapasitet  $M_{ply,rd} = W_{ply} \cdot f_y / \gamma_{M0} = [10^{-6}] \times 245.40 \times 10^3 \times 355 / 1.05 = 82.97 \text{ kNm}$

$M_{y,ed} = 11.08 \text{ kNm} < 82.97 \text{ kNm} = M_{y,rd} = M_{ply,rd}$ , Kontroll godkjent

Bruddgrensetilstanden, Verifisering for skjær z (EN1993-1-1, §6.2.6)

**Vz.ed= 20.87 kNm**

$A_v = A - 2b \cdot t_f + (t_w + 2r) t_f = 4296 - 2 \times 140.0 \times 12.0 + (7.0 + 2 \times 12.0) \times 12.0 = 1308 \text{ mm}^2$  (EC3 §6.2.6.3)

$A_v = 1308 \text{ mm}^2 > \eta \cdot h_w \cdot t_w = 1.00 \times (140.0 - 2 \times 12.0) \times 7.0 = 1.00 \times 128.0 \times 7.0 = 896 \text{ mm}^2$

Plastisk skjærkraftkapasitet  $V_{pl,z,rd} = A_v (f_y / 3^{\frac{1}{2}}) / \gamma_{M0} = [10^{-3}] \times 1308 \times (355 / 1.73) / 1.05 = 255.32 \text{ kN}$

$V_{z,ed} = 20.87 \text{ kN} < 255.32 \text{ kN} = V_{z,rd} = V_{pl,z,rd}$ , Kontroll godkjent

$h_w / t_w = (140.0 - 2 \times 12.0) / 7.0 = 128.0 / 7.0 = 18.29 \leq 72 \times 0.81 / 1.00 = 72 \epsilon / \eta = 58.32$  ( $\eta = 1.00$ )

S 355 W,  $t = 7.0 \leq 40 \text{ mm}$ ,  $f_y = 355 \text{ N/mm}^2$ ,  $\epsilon = (235 / 355)^{0.5} = 0.81$

Skjærknekking er ikke aktuelt (EC3 §6.2.6.6)

Bruddgrensetilstanden, Verifisering for bøyning, aksialkraft og skjær (EN1993-1-1, §6.2.9)

**N.ed= 0.00kN, Vz.ed= 20.87kNm, My.ed= 11.08kN**

$M_{pl,y,rd} = 82.97 \text{ kNm}$ ,  $V_{pl,z,rd} = 255.32 \text{ kN}$

Ned=0 kN, Ikke nødvendig å ta hensyn til virkning av aksialkraft (EC3 §6.2.9.1 Lign.6.33, Lign.6.34, Lign.6.35)

$V_{ed} = 20.87 \text{ kN} \leq 0.50 \times 255.32 = 0.50 \times V_{pl,z,rd} = 127.66 \text{ kN}$

Ikke nødvendig å ta hensyn til virkning av skjærkraft (EC3 §6.2.8.2)

Dimensjonering av Stål, Element 6, L= 3.000m, HE 140 B, Knekkapasitet

### Vipping (EN1993-1-1, §6.3.2)

Ideelle momentet for vipping (EC3 §6.3.2.2.2, EN1993:2002 TilleggC)  
*Timoshenko, S.P, Gere, J.M, Theory of elastic stability, McGraw-Hill, 1961*  
 $M_{cr} = C_1 \cdot [\pi^2 EI_z / (kL)^2] \{ [(kz/kw)^2 (I_w/I_z) + (kL)^2 GIt / (\pi^2 EI_z) + (C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j)^2]^{\frac{1}{2}} - (C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j) \}$   
 $G = E / (2(1+\nu)) = 210000 / (2(1+0.30)) = 80769 = 8.1 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$   
 $k \cdot L = 6000 \text{ mm}, z_g = h/2 = 140/2 = 70 \text{ mm}, z_j = 0 \text{ mm}$  (EN1993:2002 T.C.1)  
 $kz = 1.0, kw = 1.0, C_1 = 1.838, C_2 = 0.886, C_3 = 0.003$  (EN1993:2002 T.C.1)  
 $M_{cr} = [10^{-6}] 1.838 \times [\pi^2 \times 2.1 \times 10^5 \times 5.497 \times 10^6 / 6000^2]$   
 $\times \{ [1.0 \times (22.479 \times 10^9 / 5.497 \times 10^6) + 6000^2 \times 8.1 \times 10^4 \times 0.201 \times 10^6 / (\pi^2 \times 2.1 \times 10^5 \times 5.497 \times 10^6) + (0.886 \times 70)^2]^{\frac{1}{2}} - (0.886 \times 70) \} = 105.4 \text{ kNm}$   
 $-\lambda, \text{lt} = (W_{pl,y} \cdot f_y / M_{cr})^{\frac{1}{2}} = \{ [10^{-6}] \times 245.40 \times 10^3 \times 355 / 105.4 \}^{\frac{1}{2}} = 0.909$  (EC3 Lign.6.56)  
 $h/b = 140/140 = 1.00 \leq 2.00$  Knekkurve: a  
Imperfeksjonsfaktor:  $\alpha, \text{lt} = 0.21, \div, \text{lt} = 0.728$  (T.6.2, T.6.1, Fig.6.4)  
 $\Phi, \text{lt} = 0.5 [1 + \alpha, \text{lt} (-\lambda, \text{lt} - 0.2) + -\lambda, \text{lt}^2] = 0.5 \times [1 + 0.21 \times (0.909 - 0.2) + 0.909^2] = 0.988$   
 $\chi, \text{lt} = 1 / [\Phi, \text{lt} + (\Phi, \text{lt}^2 - -\lambda, \text{lt}^2)^{\frac{1}{2}}] = 1 / [0.988 + (0.988^2 - 0.909^2)^{\frac{1}{2}}] = 0.728 < 1$   
 $\chi, \text{lt} = 0.728$   
Reduksjonsfaktor  $\div, \text{lt} = 1 / [\ddot{O}, \text{lt} + (\ddot{O}, \text{lt}^2 - -\ddot{e}, \text{lt}^2)^{\frac{1}{2}}], \div, \text{lt} \leq 1.0, \div, \text{lt} = 0.728$   
(Lign.6.56)  
 $M_{b,rd} = \chi, \text{lt} \cdot W_{pl,y} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0.728 \times [10^{-6}] \times 245.40 \times 10^3 \times 355 / 1.05 = 60.40 \text{ kNm}$  (EC3 Lign.6.55)  
 $M_{y,ed} = 11.08 \text{ kNm} < 60.40 \text{ kNm} = M_{b,rd}$ , Kontroll godkjent

### Dimensjonering av Stål, Element 7, L= 3.000m, HE 140 B

### Klassifisering av tverrsnitt, Bøyningmoment My (EN1993-1-1, §5.5)

#### Steg

$c = 140.0 - 2 \times 12.0 - 2 \times 12.0 = 92.0 \text{ mm}, t = 7.0 \text{ mm}, c/t = 92.0 / 7.0 = 13.14$   
S 355 W,  $t = 7.0 \leq 40 \text{ mm}, f_y = 355 \text{ N/mm}^2, \varepsilon = (235/355)^{0.5} = 0.81$   
 $c/t = 13.14 \leq 72\varepsilon = 72 \times 0.81 = 58.32$

Steget er i tverrsnittsklasse 1 (EN1993-1-1, Tab.5.2)

#### Flens

$c = 140.0 / 2 - 7.0 / 2 - 12.0 = 54.5 \text{ mm}, t = 12.0 \text{ mm}, c/t = 54.5 / 12.0 = 4.54$   
S 355 W,  $t = 12.0 \leq 40 \text{ mm}, f_y = 355 \text{ N/mm}^2, \varepsilon = (235/355)^{0.5} = 0.81$   
 $c/t = 4.54 \leq 9\varepsilon = 9 \times 0.81 = 7.29$

Flensene er i tverrsnittsklasse 1 (EN1993-1-1, Tab.5.2)

### Tverrsnittsklasse er 1, Bøyningmoment My,ed

### Tverrsnittskapasitet (EN1993-1-1 §6.2.3, §6.2.4, §6.2.6, §6.2.5)

Stekkraftkapasitet  $N_{rd,rd} = A \cdot f_y / \gamma_{M0} = [10^{-3}] \times 4296 \times 355 / 1.05 = 1452.46 \text{ kN}$   
Trykkraftkapasitet  $N_{rdc,rd} = A \cdot f_y / \gamma_{M0} = [10^{-3}] \times 4296 \times 355 / 1.05 = 1452.46 \text{ kN}$   
Skjærkraftkapasitet  $V_{rdz,rd} = A_v (f_y / 3)^{\frac{1}{2}} / \gamma_{M0} = [10^{-3}] \times 1308 \times (355 / 1.73) / 1.05 = 255.32 \text{ kN}$   
Bøyningmomentkapasitet  $M_{rdy,rd} = W_{ely} \cdot f_y / \gamma_{M0} = [10^{-6}] \times 245.40 \times 10^3 \times 355 / 1.05 = 82.97 \text{ kNm}$

### Dimensjonering av Stål, Element 7, [Spenn ], L= 3.000m, HE 140 B

**Med = 3.88 kNm, Ved = 1.02 kN, Ned = 0.00 kN**

### Bruddgrensetilstanden, Verifisering for bøyningmoment y-y (EN1993-1-1, §6.2.5)

**My,ed = 3.88 kNm**  
Bøyningmomentkapasitet  $M_{ply,rd} = W_{ply} \cdot f_y / \gamma_{M0} = [10^{-6}] \times 245.40 \times 10^3 \times 355 / 1.05 = 82.97 \text{ kNm}$   
 $M_{y,ed} = 3.88 \text{ kNm} < 82.97 \text{ kNm} = M_{ply,rd}$ , Kontroll godkjent

### Dimensjonering av Stål, Element 7, [Venstre ende ], L= 3.000m, HE 140 B

**MedA = -10.81 kNm, VedA = 18.57 kN, NedA = 0.00 kN**

### Bruddgrensetilstanden, Verifisering for bøyningmoment y-y (EN1993-1-1, §6.2.5)

**My,ed = 10.81 kNm**  
Bøyningmomentkapasitet  $M_{ply,rd} = W_{ply} \cdot f_y / \gamma_{M0} = [10^{-6}] \times 245.40 \times 10^3 \times 355 / 1.05 = 82.97 \text{ kNm}$   
 $M_{y,ed} = 10.81 \text{ kNm} < 82.97 \text{ kNm} = M_{ply,rd}$ , Kontroll godkjent

**Bruddgrensetilstanden, Verifisering for skjær z** (EN1993-1-1, §6.2.6)

**Vz.ed= 18.57 kNm**

$Av=A-2b \cdot tf+(tw+2r)tf=4296-2 \times 140.0 \times 12.0+(7.0+2 \times 12.0) \times 12.0=1308 \text{mm}^2$  (EC3 §6.2.6.3)

$Av=1308 \text{mm}^2 > \eta \cdot hw \cdot tw=1.00 \times (140.0-2 \times 12.0) \times 7.0=1.00 \times 128.0 \times 7.0=896 \text{mm}^2$

Plastisk skjærkraftkapasitet  $V_{pl,z,rd}=Av(fy/3^{\wedge}0.5)/\gamma_{M0}=[10 \wedge -3] \times 1308 \times (355/1.73)/1.05=255.32 \text{kN}$

$Vz,ed=18.57 \text{kN} < 255.32 \text{kN} = Vz,rd=V_{pl,z,rd}$ , Kontroll godkjent

$hw/tw=(140.0-2 \times 12.0)/7.0=128.0/7.0=18.29 \leq 72 \times 0.81/1.00=72 \epsilon/\eta=58.32$  ( $\eta=1.00$ )

S 355 W,  $t=7.0 \leq 40 \text{mm}$ ,  $fy=355 \text{N/mm}^2$ ,  $\epsilon=(235/355)^{\wedge}0.5=0.81$

Skjærknekking er ikke aktuelt (EC3 §6.2.6.6)

**Bruddgrensetilstanden, Verifisering for bøyning, aksialkraft og skjær** (EN1993-1-1, §6.2.9)

**N.ed= 0.00kN, Vz.ed= 18.57kNm, My.ed= 10.81kN**

$M_{pl,y,rd}=82.97 \text{kNm}$ ,  $V_{pl,z,rd}=255.32 \text{kN}$

Ned=0 kN, Ikke nødvendig å ta hensyn til virkning av aksialkraft (EC3 §6.2.9.1 Lign.6.33, Lign.6.34, Lign.6.35)

$Ved=18.57 \text{kN} \leq 0.50 \times 255.32=0.50 \times V_{pl,z,rd}=127.66 \text{kN}$

Ikke nødvendig å ta hensyn til virkning av skjærkraft (EC3 §6.2.8.2)

**Dimensjonering av Stål, Element 7, [Venstre ende], L= 3.000m, HE 140 B**

**MedB= -7.76 kNm, VedB= 16.54 kN, NedB= 0.00 kN**

**Bruddgrensetilstanden, Verifisering for bøyningmoment y-y** (EN1993-1-1, §6.2.5)

**My.ed= 7.76 kNm**

Bøyningmomentkapasitet  $M_{ply,rd}=W_{ply} \cdot fy/\gamma_{M0}=[10 \wedge -6] \times 245.40 \times 10^3 \times 355/1.05=82.97 \text{kNm}$

$My,ed=7.76 \text{kNm} < 82.97 \text{kNm} = My,rd=M_{ply,rd}$ , Kontroll godkjent

**Bruddgrensetilstanden, Verifisering for skjær z** (EN1993-1-1, §6.2.6)

**Vz.ed= 16.54 kNm**

$Av=A-2b \cdot tf+(tw+2r)tf=4296-2 \times 140.0 \times 12.0+(7.0+2 \times 12.0) \times 12.0=1308 \text{mm}^2$  (EC3 §6.2.6.3)

$Av=1308 \text{mm}^2 > \eta \cdot hw \cdot tw=1.00 \times (140.0-2 \times 12.0) \times 7.0=1.00 \times 128.0 \times 7.0=896 \text{mm}^2$

Plastisk skjærkraftkapasitet  $V_{pl,z,rd}=Av(fy/3^{\wedge}0.5)/\gamma_{M0}=[10 \wedge -3] \times 1308 \times (355/1.73)/1.05=255.32 \text{kN}$

$Vz,ed=16.54 \text{kN} < 255.32 \text{kN} = Vz,rd=V_{pl,z,rd}$ , Kontroll godkjent

$hw/tw=(140.0-2 \times 12.0)/7.0=128.0/7.0=18.29 \leq 72 \times 0.81/1.00=72 \epsilon/\eta=58.32$  ( $\eta=1.00$ )

S 355 W,  $t=7.0 \leq 40 \text{mm}$ ,  $fy=355 \text{N/mm}^2$ ,  $\epsilon=(235/355)^{\wedge}0.5=0.81$

Skjærknekking er ikke aktuelt (EC3 §6.2.6.6)

**Bruddgrensetilstanden, Verifisering for bøyning, aksialkraft og skjær** (EN1993-1-1, §6.2.9)

**N.ed= 0.00kN, Vz.ed= 16.54kNm, My.ed= 7.76kN**

$M_{pl,y,rd}=82.97 \text{kNm}$ ,  $V_{pl,z,rd}=255.32 \text{kN}$

Ned=0 kN, Ikke nødvendig å ta hensyn til virkning av aksialkraft (EC3 §6.2.9.1 Lign.6.33, Lign.6.34, Lign.6.35)

$Ved=16.54 \text{kN} \leq 0.50 \times 255.32=0.50 \times V_{pl,z,rd}=127.66 \text{kN}$

Ikke nødvendig å ta hensyn til virkning av skjærkraft (EC3 §6.2.8.2)

**Dimensjonering av Stål, Element 7, L= 3.000m, HE 140 B, Knekkapasitet**

**Vipping** (EN1993-1-1, §6.3.2)

Ideelle momentet for vipping (EC3 §6.3.2.2.2, EN1993:2002 TilleggC)

*Timoshenko, S.P, Gere, J.M, Theory of elastic stability, McGraw-Hill, 1961*

$M_{cr}=C1 \cdot [\pi^2 EI_z / (kL)^2] \{ [(kz/kw)^2 (I_w/I_z) + (kL)^2 GI_t / (\pi^2 EI_z) + (C2 \cdot z_g - C3 \cdot z_j)^2] \wedge 0.5 - (C2 \cdot z_g - C3 \cdot z_j) \}$

$G=E/(2(1+\nu))=210000/(2(1+0.30))=80769=8.1 \times 10^4 \text{N/mm}^2$

$k \cdot L=3000 \text{mm}$ ,  $z_g=h/2=140/2=70 \text{mm}$ ,  $z_j=0 \text{mm}$  (EN1993:2002 T.C.1)

$kz=1.0$ ,  $kw=1.0$ ,  $C1=3.476$ ,  $C2=1.716$ ,  $C3=-1.017$  (EN1993:2002 T.C.1)

$M_{cr}=[10 \wedge -6] 3.476 \times [\pi^2 \times 2.1 \times 10^5 \times 5.497 \times 10^6 / 3000^2]$

$\times \{ [1.0 \times (22.479 \times 10^9 / 5.497 \times 10^6) + 3000^2 \times 8.1 \times 10^4 \times 0.201 \times 10^6 / (\pi^2 \times 2.1 \times 10^5 \times 5.497 \times 10^6)$

$+ (1.716 \times 70)^2] \wedge 0.5 - (1.716 \times 70) \} = 250.1 \text{kNm}$

$-\lambda, lt=(W_{pl,y} \cdot fy / M_{cr}) \wedge 0.5 = \{ [10 \wedge -6] \times 245.40 \times 10^3 \times 355 / 250.1 \} \wedge 0.5 = 0.590$  (EC3

Lign.6.56)

$h/b=140/140=1.00 \leq 2.00$  Knekkurve: a

Imperfeksjonsfaktor:  $\alpha, lt=0.21$ ,  $\beta, lt=0.894$  (T.6.2, T.6.1, Fig.6.4)

$\Phi, lt=0.5 [1 + \alpha, lt(-\lambda, lt - 0.2) + -\lambda, lt^2] = 0.5 \times [1 + 0.21 \times (0.590 - 0.2) + 0.590^2] = 0.715$

$\chi_{lt} = 1 / [\Phi_{lt} + (\Phi_{lt}^2 - \lambda_{lt}^2)^{0.5}] = 1 / [0.715 + (0.715^2 - 0.590^2)^{0.5}] = 0.894 < 1$   
 $\chi_{lt} = 0.894$   
 Reduksjonsfaktor  $\psi_{lt} = 1 / [\ddot{O}_{lt} + (\ddot{O}_{lt}^2 - \ddot{e}_{lt}^2)^{0.5}]$ ,  $\psi_{lt} < 1.0$ ,  $\psi_{lt} = 0.894$   
 (Lign. 6.56)  
 $M_{b,rd} = \chi_{lt} \cdot W_{pl,y} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0.894 \times [10^{-6}] \times 245.40 \times 10^3 \times 355 / 1.05 = 74.17 \text{ kNm}$  (EC3 Lign. 6.55)  
 $M_{y,ed} = 10.81 \text{ kNm} < 74.17 \text{ kNm} = M_{b,rd}$ , Kontroll godkjent  
**Dimensjonering av Stål, Element 8, L= 3.000m, HE 140 B**

**Klassifisering av tverrsnitt, Bøyningmoment My** (EN1993-1-1, §5.5)

Steg

$c = 140.0 - 2 \times 12.0 - 2 \times 12.0 = 92.0 \text{ mm}$ ,  $t = 7.0 \text{ mm}$ ,  $c/t = 92.0 / 7.0 = 13.14$   
 $S 355 W$ ,  $t = 7.0 < 40 \text{ mm}$ ,  $f_y = 355 \text{ N/mm}^2$ ,  $\epsilon = (235/355)^{0.5} = 0.81$   
 $c/t = 13.14 < 72\epsilon = 72 \times 0.81 = 58.32$

Steket er i tverrsnittsklasse 1 (EN1993-1-1, Tab.5.2)

Flens

$c = 140.0 / 2 - 7.0 / 2 - 12.0 = 54.5 \text{ mm}$ ,  $t = 12.0 \text{ mm}$ ,  $c/t = 54.5 / 12.0 = 4.54$   
 $S 355 W$ ,  $t = 12.0 < 40 \text{ mm}$ ,  $f_y = 355 \text{ N/mm}^2$ ,  $\epsilon = (235/355)^{0.5} = 0.81$   
 $c/t = 4.54 < 9\epsilon = 9 \times 0.81 = 7.29$

Flensene er i tverrsnittsklasse 1 (EN1993-1-1, Tab.5.2)

**Tverrsnittsklasse er 1, Bøyningmoment My,ed**

**Tverrsnittskapasitet** (EN1993-1-1 §6.2.3, §6.2.4, §6.2.6, §6.2.5)

Stekkraftkapasitet  $N_{rd,rd} = A \cdot f_y / \gamma_{M0} = [10^{-3}] \times 4296 \times 355 / 1.05 = 1452.46 \text{ kN}$   
 Trykkraftkapasitet  $N_{rdc,rd} = A \cdot f_y / \gamma_{M0} = [10^{-3}] \times 4296 \times 355 / 1.05 = 1452.46 \text{ kN}$   
 Skjærkraftkapasitet  $V_{rdz,rd} = A_v (f_y / 3^{0.5}) / \gamma_{M0} = [10^{-3}] \times 1308 \times (355 / 1.73) / 1.05 = 255.32 \text{ kN}$   
 Bøyningmomentkapasitet  $M_{rdy,rd} = W_{ely} \cdot f_y / \gamma_{M0} = [10^{-6}] \times 245.40 \times 10^3 \times 355 / 1.05 = 82.97 \text{ kNm}$

**Dimensjonering av Stål, Element 8, [Spenn ], L= 3.000m, HE 140 B**

**Med = 3.88 kNm, Ved = 1.02 kN, Ned = 0.00 kN**

**Bruddgrensetilstanden, Verifisering for bøyningmoment y-y** (EN1993-1-1, §6.2.5)

**My.ed = 3.88 kNm**

Bøyningmomentkapasitet  $M_{ply,rd} = W_{ply} \cdot f_y / \gamma_{M0} = [10^{-6}] \times 245.40 \times 10^3 \times 355 / 1.05 = 82.97 \text{ kNm}$

$M_{y,ed} = 3.88 \text{ kNm} < 82.97 \text{ kNm} = M_{ply,rd}$ , Kontroll godkjent

**Dimensjonering av Stål, Element 8, [Venstre ende ], L= 3.000m, HE 140 B**

**MedA = -7.76 kNm, VedA = 16.54 kN, NedA = 0.00 kN**

**Bruddgrensetilstanden, Verifisering for bøyningmoment y-y** (EN1993-1-1, §6.2.5)

**My.ed = 7.76 kNm**

Bøyningmomentkapasitet  $M_{ply,rd} = W_{ply} \cdot f_y / \gamma_{M0} = [10^{-6}] \times 245.40 \times 10^3 \times 355 / 1.05 = 82.97 \text{ kNm}$

$M_{y,ed} = 7.76 \text{ kNm} < 82.97 \text{ kNm} = M_{ply,rd}$ , Kontroll godkjent

**Bruddgrensetilstanden, Verifisering for skjær z** (EN1993-1-1, §6.2.6)

**Vz.ed = 16.54 kNm**

$A_v = A - 2b \cdot t_f + (t_w + 2r) t_f = 4296 - 2 \times 140.0 \times 12.0 + (7.0 + 2 \times 12.0) \times 12.0 = 1308 \text{ mm}^2$  (EC3 §6.2.6.3)

$A_v = 1308 \text{ mm}^2 > \eta \cdot h_w \cdot t_w = 1.00 \times (140.0 - 2 \times 12.0) \times 7.0 = 1.00 \times 128.0 \times 7.0 = 896 \text{ mm}^2$

Plastisk skjærkraftkapasitet  $V_{pl,z,rd} = A_v (f_y / 3^{0.5}) / \gamma_{M0} = [10^{-3}] \times 1308 \times (355 / 1.73) / 1.05 = 255.32 \text{ kN}$

$V_{z,ed} = 16.54 \text{ kN} < 255.32 \text{ kN} = V_{pl,z,rd}$ , Kontroll godkjent

$h_w / t_w = (140.0 - 2 \times 12.0) / 7.0 = 128.0 / 7.0 = 18.29 < 72 \times 0.81 / 1.00 = 72 \epsilon / \eta = 58.32$  ( $\eta = 1.00$ )

$S 355 W$ ,  $t = 7.0 < 40 \text{ mm}$ ,  $f_y = 355 \text{ N/mm}^2$ ,  $\epsilon = (235/355)^{0.5} = 0.81$

Skjærknækking er ikke aktuelt (EC3 §6.2.6.6)

**Bruddgrensetilstanden, Verifisering for bøyning, aksialkraft og skjær** (EN1993-1-1, §6.2.9)

**N.ed = 0.00kN, Vz.ed = 16.54kNm, My.ed = 7.76kN**

$M_{pl,y,rd} = 82.97 \text{ kNm}$ ,  $V_{pl,z,rd} = 255.32 \text{ kN}$

$N_{ed} = 0 \text{ kN}$ , Ikke nødvendig å ta hensyn til virkning av aksialkraft (EC3 §6.2.9.1)

Lign.6.33, Lign.6.34, Lign.6.35)

$V_{ed} = 16.54 \text{ kN} < 0.50 \times 255.32 = 0.50 \times V_{pl,rd} = 127.66 \text{ kN}$

Ikke nødvendig å ta hensyn til virking av skjærkraft (EC3 §6.2.8.2)  
**Dimensjonering av Stål, Element 8, [Venstre ende ], L= 3.000m, HE 140 B**

MedB= -10.81 kNm, VedB= 18.57 kN, NedB= 0.00 kN

**Bruddgrensetilstanden, Verifisering for bøyningmoment y-y** (EN1993-1-1, §6.2.5)

My,ed= 10.81 kNm

Bøyningmomentkapasitet  $M_{p,y,rd} = W_{p,y} \cdot f_y / \gamma_{M0} = [10^{-6}] \times 245.40 \times 10^3 \times 355 / 1.05 = 82.97 \text{ kNm}$

My,ed= 10.81 kNm < 82.97 kNm = My,rd = Mp,y,rd, Kontroll godkjent

**Bruddgrensetilstanden, Verifisering for skjær z** (EN1993-1-1, §6.2.6)

Vz,ed= 18.57 kNm

$A_v = A - 2b \cdot t_f + (t_w + 2r) t_f = 4296 - 2 \times 140.0 \times 12.0 + (7.0 + 2 \times 12.0) \times 12.0 = 1308 \text{ mm}^2$  (EC3 §6.2.6.3)

$A_v = 1308 \text{ mm}^2 > \eta \cdot h_w \cdot t_w = 1.00 \times (140.0 - 2 \times 12.0) \times 7.0 = 1.00 \times 128.0 \times 7.0 = 896 \text{ mm}^2$

Plastisk skjærkraftkapasitet  $V_{p,z,rd} = A_v (f_y / 3)^{0.5} / \gamma_{M0} = [10^{-3}] \times 1308 \times (355 / 1.73) / 1.05 = 255.32 \text{ kN}$

Vz,ed= 18.57 kN < 255.32 kN = Vz,rd = Vp,z,rd, Kontroll godkjent

$h_w / t_w = (140.0 - 2 \times 12.0) / 7.0 = 128.0 / 7.0 = 18.29 \leq 72 \times 0.81 / 1.00 = 72 \epsilon / \eta = 58.32$  ( $\eta = 1.00$ )

S 355 W,  $t = 7.0 \leq 40 \text{ mm}$ ,  $f_y = 355 \text{ N/mm}^2$ ,  $\epsilon = (235 / 355)^{0.5} = 0.81$

Skjærknækking er ikke aktuelt (EC3 §6.2.6.6)

**Bruddgrensetilstanden, Verifisering for bøyning, aksialkraft og skjær** (EN1993-1-1, §6.2.9)

N.ed= 0.00kN, Vz,ed= 18.57kNm, My,ed= 10.81kN

$M_{p,y,rd} = 82.97 \text{ kNm}$ ,  $V_{p,z,rd} = 255.32 \text{ kN}$

Ned=0 kN, Ikke nødvendig å ta hensyn til virking av aksialkraft (EC3 §6.2.9.1 Lign.6.33, Lign.6.34, Lign.6.35)

Ved=18.57kN  $\leq 0.50 \times 255.32 = 0.50 \times V_{p,z,rd} = 127.66 \text{ kN}$

Ikke nødvendig å ta hensyn til virking av skjærkraft (EC3 §6.2.8.2)

**Dimensjonering av Stål, Element 8, L= 3.000m, HE 140 B, Knekkapasitet**

**Vipping** (EN1993-1-1, §6.3.2)

Ideelle momentet for vipping (EC3 §6.3.2.2.2, EN1993:2002 TilleggC)

Timoshenko, S.P, Gere, J.M, Theory of elastic stability, McGraw-Hill, 1961

$M_{cr} = C_1 \cdot [\pi^2 EI_z / (kL)^2] \{ [(kz/kw)^2 (I_w / I_z) + (kL)^2 GI_t / (\pi^2 EI_z) + (C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j)^2]^{0.5} - (C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j) \}$

$G = E / (2(1+\nu)) = 210000 / (2(1+0.30)) = 80769 = 8.1 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$

$k \cdot L = 5336 \text{ mm}$ ,  $z_g = h/2 = 140/2 = 70 \text{ mm}$ ,  $z_j = 0 \text{ mm}$  (EN1993:2002 T.C.1)

$kz = 1.0$ ,  $kw = 1.0$ ,  $C_1 = 3.476$ ,  $C_2 = 1.716$ ,  $C_3 = -1.017$  (EN1993:2002 T.C.1)

$M_{cr} = [10^{-6}] 3.476 \times [\pi^2 \times 2.1 \times 10^5 \times 5.497 \times 10^6 / 5336^2]$

$\times \{ [1.0 \times (22.479 \times 10^9 / 5.497 \times 10^6) + 5336^2 \times 8.1 \times 10^4 \times 0.201 \times 10^6 / (\pi^2 \times 2.1 \times 10^5 \times 5.497 \times 10^6)$

$+ (1.716 \times 70)^2]^{0.5} - (1.716 \times 70) \} = 170.8 \text{ kNm}$

$-\lambda, \lambda_t = (W_{p,y} \cdot f_y / M_{cr})^{0.5} = \{ [10^{-6}] \times 245.40 \times 10^3 \times 355 / 170.8 \}^{0.5} = 0.714$  (EC3

Lign.6.56)

$h/b = 140/140 = 1.00 \leq 2.00$  Knekkurve: a

Imperfeksjonsfaktor:  $\alpha, \lambda_t = 0.21$ ,  $\div, \lambda_t = 0.841$  (T.6.2, T.6.1, Fig.6.4)

$\Phi, \lambda_t = 0.5 [1 + \alpha, \lambda_t - 0.2] + \lambda, \lambda_t^2 = 0.5 \times [1 + 0.21 \times (0.714 - 0.2) + 0.714^2] = 0.809$

$\chi, \lambda_t = 1 / [\Phi, \lambda_t + (\Phi, \lambda_t^2 - \lambda, \lambda_t^2)^{0.5}] = 1 / [0.809 + (0.809^2 - 0.714^2)^{0.5}] = 0.841 \leq 1$

$\chi, \lambda_t = 0.841$

Reduksjonsfaktor  $\div, \lambda_t = 1 / [\ddot{O}, \lambda_t + (\ddot{O}, \lambda_t^2 - \ddot{e}, \lambda_t^2)^{0.5}]$ ,  $\div, \lambda_t \leq 1.0$ ,  $\div, \lambda_t = 0.841$

(Lign.6.56)

$M_{b,rd} = \chi, \lambda_t \cdot W_{p,y} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0.841 \times [10^{-6}] \times 245.40 \times 10^3 \times 355 / 1.05 = 69.78 \text{ kNm}$  (EC3

Lign.6.55)

My,ed= 10.81 kNm < 69.78 kNm = Mb,rd, Kontroll godkjent

**Dimensjonering av Stål, Element 9, L= 3.000m, HE 140 B**

**Klassifisering av tverrsnitt, Bøyningmoment My** (EN1993-1-1, §5.5)

Steg

$c = 140.0 - 2 \times 12.0 - 2 \times 12.0 = 92.0 \text{ mm}$ ,  $t = 7.0 \text{ mm}$ ,  $c/t = 92.0 / 7.0 = 13.14$

S 355 W,  $t = 7.0 \leq 40 \text{ mm}$ ,  $f_y = 355 \text{ N/mm}^2$ ,  $\epsilon = (235 / 355)^{0.5} = 0.81$

$c/t = 13.14 \leq 72 \epsilon = 72 \times 0.81 = 58.32$

Steget er i tverrsnittsklasse 1 (EN1993-1-1, Tab.5.2)

Flens

$c = 140.0 / 2 - 7.0 / 2 - 12.0 = 54.5 \text{ mm}$ ,  $t = 12.0 \text{ mm}$ ,  $c/t = 54.5 / 12.0 = 4.54$



S 355 W ,  $t=12.0 \leq 40$  mm,  $f_y=355$  N/mm<sup>2</sup>,  $\varepsilon=(235/355)^{0.5}=0.81$   
 $c/t=4.54 \leq 9\varepsilon=9 \times 0.81=7.29$

Flensene er i tverrsnittsklasse 1 (EN1993-1-1, Tab.5.2)

**Tverrsnittsklasse er 1, Bøyningsmoment  $M_{y,ed}$**

**Tverrsnittskapasitet** (EN1993-1-1 §6.2.3, §6.2.4, §6.2.6, §6.2.5)

Stekkraftkapasitet  $N_{rdt,rd}=A \cdot f_y / \gamma_{M0} = [10^{-3}] \times 4296 \times 355 / 1.05 = 1452.46$  kN  
Trykkraftkapasitet  $N_{rdc,rd}=A \cdot f_y / \gamma_{M0} = [10^{-3}] \times 4296 \times 355 / 1.05 = 1452.46$  kN  
Skjærkraftkapasitet  $V_{rdz,rd}=A_v (f_y / 3^{0.5}) / \gamma_{M0} = [10^{-3}] \times 1308 \times (355 / 1.73) / 1.05 = 255.32$  kN  
Bøyningsmomentkapasitet  $M_{rdy,rd}=W_{ely} \cdot f_y / \gamma_{M0} = [10^{-6}] \times 245.40 \times 10^3 \times 355 / 1.05 = 82.97$  kNm

**Dimensjonering av Stål, Element 9, [Spenn ], L= 3.000m, HE 140 B**

**Med = 7.53 kNm, Ved = 0.20 kN, Ned = 0.00 kN**

**Bruddgrensetilstanden, Verifisering for bøyningsmoment  $y-y$**  (EN1993-1-1, §6.2.5)

**$M_{y,ed} = 7.53$  kNm**

Bøyningsmomentkapasitet  $M_{ply,rd}=W_{ply} \cdot f_y / \gamma_{M0} = [10^{-6}] \times 245.40 \times 10^3 \times 355 / 1.05 = 82.97$  kNm

$M_{y,ed} = 7.53$  kNm <  $82.97$  kNm =  $M_{y,rd}=M_{ply,rd}$ , Kontroll godkjent

**Dimensjonering av Stål, Element 9, [Venstre ende ], L= 3.000m, HE 140 B**

**MedA= -11.08 kNm, VedA= 20.87 kN, NedA= 0.00 kN**

**Bruddgrensetilstanden, Verifisering for bøyningsmoment  $y-y$**  (EN1993-1-1, §6.2.5)

**$M_{y,ed} = 11.08$  kNm**

Bøyningsmomentkapasitet  $M_{ply,rd}=W_{ply} \cdot f_y / \gamma_{M0} = [10^{-6}] \times 245.40 \times 10^3 \times 355 / 1.05 = 82.97$  kNm

$M_{y,ed} = 11.08$  kNm <  $82.97$  kNm =  $M_{y,rd}=M_{ply,rd}$ , Kontroll godkjent

**Bruddgrensetilstanden, Verifisering for skjær z** (EN1993-1-1, §6.2.6)

**$V_{z,ed} = 20.87$  kN**

$A_v = A - 2b \cdot t_f + (t_w + 2r) t_f = 4296 - 2 \times 140.0 \times 12.0 + (7.0 + 2 \times 12.0) \times 12.0 = 1308$  mm<sup>2</sup> (EC3 §6.2.6.3)

$A_v = 1308$  mm<sup>2</sup> >  $\eta \cdot h_w \cdot t_w = 1.00 \times (140.0 - 2 \times 12.0) \times 7.0 = 1.00 \times 128.0 \times 7.0 = 896$  mm<sup>2</sup>

Plastisk skjærkraftkapasitet  $V_{pl,z,rd}=A_v (f_y / 3^{0.5}) / \gamma_{M0} = [10^{-3}] \times 1308 \times (355 / 1.73) / 1.05 = 255.32$  kN

$V_{z,ed} = 20.87$  kN <  $255.32$  kN =  $V_{z,rd}=V_{pl,z,rd}$ , Kontroll godkjent

$h_w / t_w = (140.0 - 2 \times 12.0) / 7.0 = 128.0 / 7.0 = 18.29 \leq 72 \varepsilon / \eta = 72 \times 0.81 / 1.00 = 72 \varepsilon / \eta = 58.32$  ( $\eta = 1.00$ )

S 355 W ,  $t = 7.0 \leq 40$  mm,  $f_y = 355$  N/mm<sup>2</sup>,  $\varepsilon = (235/355)^{0.5} = 0.81$

Skjærknekking er ikke aktuelt (EC3 §6.2.6.6)

**Bruddgrensetilstanden, Verifisering for bøying, aksialkraft og skjær** (EN1993-1-1, §6.2.9)

**$N_{ed} = 0.00$  kN,  $V_{z,ed} = 20.87$  kN,  $M_{y,ed} = 11.08$  kNm**

$M_{pl,y,rd} = 82.97$  kNm,  $V_{pl,z,rd} = 255.32$  kN

$N_{ed} = 0$  kN, Ikke nødvendig å ta hensyn til virkning av aksialkraft (EC3 §6.2.9.1 Lign.6.33, Lign.6.34, Lign.6.35)

$V_{ed} = 20.87$  kN <  $0.50 \times 255.32 = 0.50 \times V_{pl,rd} = 127.66$  kN

Ikke nødvendig å ta hensyn til virkning av skjærkraft (EC3 §6.2.8.2)

**Dimensjonering av Stål, Element 9, [Venstre ende ], L= 3.000m, HE 140 B**

**MedB= -1.14 kNm, VedB= 14.24 kN, NedB= 0.00 kN**

**Bruddgrensetilstanden, Verifisering for bøyningsmoment  $y-y$**  (EN1993-1-1, §6.2.5)

**$M_{y,ed} = 1.14$  kNm**

Bøyningsmomentkapasitet  $M_{ply,rd}=W_{ply} \cdot f_y / \gamma_{M0} = [10^{-6}] \times 245.40 \times 10^3 \times 355 / 1.05 = 82.97$  kNm

$M_{y,ed} = 1.14$  kNm <  $82.97$  kNm =  $M_{y,rd}=M_{ply,rd}$ , Kontroll godkjent

**Bruddgrensetilstanden, Verifisering for skjær z** (EN1993-1-1, §6.2.6)

**$V_{z,ed} = 14.24$  kN**

$A_v = A - 2b \cdot t_f + (t_w + 2r) t_f = 4296 - 2 \times 140.0 \times 12.0 + (7.0 + 2 \times 12.0) \times 12.0 = 1308$  mm<sup>2</sup> (EC3 §6.2.6.3)

$A_v = 1308$  mm<sup>2</sup> >  $\eta \cdot h_w \cdot t_w = 1.00 \times (140.0 - 2 \times 12.0) \times 7.0 = 1.00 \times 128.0 \times 7.0 = 896$  mm<sup>2</sup>

Plastisk skjærkraftkapasitet  $V_{pl,z,rd}=A_v (f_y / 3^{0.5}) / \gamma_{M0} = [10^{-3}] \times 1308 \times (355 / 1.73) / 1.05 = 255.32$  kN

Vz,ed= 14.24 kN < 255.32 kN =Vz,rd=Vpl,z,rd, Kontroll godkjent  
hw/tw=(140.0-2x12.0)/7.0=128.0/7.0=18.29<=72x0.81/1.00=72ε/η=58.32 (η=1.00)  
S 355 W, t= 7.0<= 40 mm, fy=355 N/mm<sup>2</sup>, ε=(235/355) ^0.5=0.81  
Skjærknekkning er ikke aktuelt (EC3 §6.2.6.6)

**Bruddgrensetilstanden, Verifisering for bøyning, aksialkraft og skjær** (EN1993-1-1, §6.2.9)

**N.ed= 0.00kN, Vz.ed= 14.24kNm, My.ed= 1.14kN**

Mpl,y,rd=82.97kNm, Vpl,z,rd=255.32kN

Ned=0 kN, Ikke nødvendig å ta hensyn til virkning av aksialkraft (EC3 §6.2.9.1)

Lign.6.33, Lign.6.34, Lign.6.35)

Ved=14.24kN <= 0.50x255.32=0.50xVpl,rd=127.66kN

Ikke nødvendig å ta hensyn til virkning av skjærkraft (EC3 §6.2.8.2)

**Dimensjonering av Stål, Element 9 , L= 3.000m, HE 140 B, Knekkapasitet**

**Vipping** (EN1993-1-1, §6.3.2)

Ideelle momentet for vipping (EC3 §6.3.2.2.2, EN1993:2002 TilleggC)

*Timoshenko, S.P, Gere, J.M, Theory of elastic stability, McGraw-Hill, 1961*

$Mcr=C1 \cdot [\pi^2 EI_z / (kL)^2] \{ [(kz/kw)^2 (I_w/I_z) + (kL)^2 GIt / (\pi^2 EI_z) + (C2 \cdot z_g - C3 \cdot z_j)^2]^{1/2} -$

$(C2 \cdot z_g - C3 \cdot z_j) \}$

$G=E/(2(1+\nu))=210000/(2(1+0.30))=80769=8.1 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$

$k \cdot L=5842\text{mm}, z_g=h/2=140/2=70\text{mm}, z_j=0\text{mm}$  (EN1993:2002 T.C.1)

$kz=1.0, kw=1.0, C1=1.838, C2=0.886, C3=0.003$  (EN1993:2002 T.C.1)

$Mcr=[10^{-6}]1.838 \times [\pi^2 \times 2.1 \times 10^5 \times 5.497 \times 10^6 / 5842^2]$

$\times \{ [1.0 \times (22.479 \times 10^9 / 5.497 \times 10^6) + 5842^2 \times 8.1 \times 10^4 \times 0.201 \times 10^6 / (\pi^2 \times 2.1 \times 10^5 \times 5.497 \times 10^6) + (0.886 \times 70)^2]^{0.5} - (0.886 \times 70) \}$

$= [10^{-6}] \times 245.40 \times 10^3 \times 355 / 107.8 \}^{1/2} = 0.899$  (EC3

Lign.6.56)

$h/b=140/140=1.00 <= 2.00$  Knekkurve:a

Imperfeksjonsfaktor:  $\alpha_{lt}=0.21, \beta_{lt}=0.735$  (T.6.2, T.6.1, Fig.6.4)

$\Phi_{lt}=0.5[1+\alpha_{lt}(\beta_{lt}-0.2)+\beta_{lt}^2]=0.5[1+0.21 \times (0.899-0.2)+0.899^2]=0.977$

$\chi_{lt}=1/[\Phi_{lt}+(\Phi_{lt}^2-\beta_{lt}^2)^{1/2}]=1/[0.977+(0.977^2-0.899^2)^{1/2}]=0.735 <=1$

$\chi_{lt}=0.735$

Reduksjonsfaktor  $\beta_{lt}=1/[\alpha_{lt}+(\alpha_{lt}^2-\beta_{lt}^2)^{1/2}], \beta_{lt} <= 1.0, \beta_{lt}=0.735$

(Lign.6.56)

$Mb,rd=\chi_{lt} \cdot Wpl,y \cdot fy/\gamma_{M1}=0.735 \times [10^{-6}] \times 245.40 \times 10^3 \times 355 / 1.05=60.98\text{kNm}$  (EC3

Lign.6.55)

$My,ed=11.08 \text{ kNm} < 60.98 \text{ kNm} =Mb,rd$ , Kontroll godkjent

## Ramme på siden med skråavstiver

### 1-Elementmetoden modell (FEM)

#### Knutepunkter

Kn.P.	x [m]	y[m]
1	0.000	0.000
2	0.000	3.174
3	14.475	0.000
4	14.475	3.174
5	2.895	2.921
6	5.790	2.668
7	7.238	2.542
8	8.685	2.668
9	11.580	2.921
10	7.238	0.000
11	2.895	0.000
12	5.790	0.000
13	8.685	0.000
14	11.580	0.000

#### Opplager

Kn.P.	Type	ux[mm]	uy[mm]	ur[rad]
1	Fast innspenning			
2	Fritt opplegg			
3	Fast innspenning			
4	Fritt opplegg			
5	Fritt opplegg			
6	Fritt opplegg			
7	Fritt opplegg			
8	Fritt opplegg			
9	Fritt opplegg			
10	Fast innspenning			
11	Fast innspenning			
12	Fast innspenning			
13	Fast innspenning			
14	Fast innspenning			

#### Materialtyper

Materialtype : Stål, E= 210.000 [GPa]

Egenlast : 78.500 [kN/m<sup>3</sup>]

Elementegenlast er inkludert i statisk last og masser

#### Elementtverrsnitt

Tverrsnitt	b[mm]	h[mm]	Ac[mm <sup>2</sup> ]	Ic[mm <sup>4</sup> ]
1		1.37000E+003	2.11000E+006	
2		4.29600E+003	1.51900E+007	
3		4.78000E+003	2.95600E+007	

#### Elementer

Element	Kn.P 1	Kn.P 2	Material	Lengde(m)	Vinkel(°)
1	1	2	1	3.174	90.000
2	2	7	2	7.265	355.009
3	7	4	2	7.265	4.991
4	4	3	1	3.174	270.000
6	5	11	1	2.921	270.000
7	6	12	1	2.668	270.000
8	7	10	3	2.542	270.000
9	8	13	1	2.668	270.000
10	9	14	1	2.921	270.000
11	2	11	1	4.296	312.368

**Fordelte elementlaster, (yg=1.35, yq=1.50)**

Element	lasttype	lastfordeling	G[kN/m]	Q[kN/m]	ygG+yqQ[kN/m]
2	jevnt fordelt	perpendikulært	0.000	2.500	3.750
3	jevnt fordelt	perpendikulært	0.000	2.500	3.750

**Fordeling av elementlast fra egenlast, (yg=1.35, yq=1.50)**

Element	lasttype	lastfordeling	G[kN/m]	Q[kN/m]	ygG+yqQ[kN/m]
1	jevnt fordelt	vertikalt	0.108	0.000	0.146
2	jevnt fordelt	vertikalt	0.337	0.000	0.455
3	jevnt fordelt	vertikalt	0.337	0.000	0.455
4	jevnt fordelt	vertikalt	0.108	0.000	0.146
6	jevnt fordelt	vertikalt	0.108	0.000	0.146
7	jevnt fordelt	vertikalt	0.108	0.000	0.146
8	jevnt fordelt	vertikalt	0.375	0.000	0.506
9	jevnt fordelt	vertikalt	0.108	0.000	0.146
10	jevnt fordelt	vertikalt	0.108	0.000	0.146
11	jevnt fordelt	vertikalt	0.108	0.000	0.146

**2-Resultatene av statisk-lineær-elastisk analyse****Diagrammer M, V, N, og forskyvninger d av element 1**

n	x/l	x[m]	M[kNm]	V[kN]	N[kN]	dx[mm]	dy[mm]	d[mm]
0	0.000	0.00	1.90	1.80	-0.23	0.000	0.000	0.000
1	0.100	0.32	1.33	1.80	-0.19	-0.194	0.000	0.194
2	0.200	0.63	0.76	1.80	-0.14	-0.692	0.000	0.692
3	0.300	0.95	0.19	1.80	-0.09	-1.361	0.000	1.361
4	0.400	1.27	-0.38	1.80	-0.05	-2.075	0.000	2.075
5	0.500	1.59	-0.95	1.80	0.00	-2.701	0.000	2.701
6	0.600	1.90	-1.52	1.80	0.05	-3.112	0.000	3.112
7	0.700	2.22	-2.09	1.80	0.09	-3.177	0.000	3.177
8	0.800	2.54	-2.66	1.80	0.14	-2.766	0.000	2.766
9	0.900	2.86	-3.23	1.80	0.19	-1.750	0.000	1.750
10	1.000	3.17	-3.80	1.80	0.23	0.000	0.000	0.000

**Maksimalverdi for element 1**

maxM= 1.90 kNm, minM= -3.80 kNm  
maxV= 1.80 kN, minV= 1.80 kN  
maxN= 0.23 kN, minN= -0.23 kN  
maxd= 3.177 mm

**Diagrammer M, V, N, og forskyvninger d av element 2**

n	x/l	x[m]	M[kNm]	V[kN]	N[kN]	dx[mm]	dy[mm]	d[mm]
0	0.000	0.00	-6.46	-12.77	0.14	0.000	0.000	0.000
1	0.100	0.73	1.71	-9.72	0.12	-0.456	-5.220	5.240
2	0.200	1.45	7.66	-6.66	0.09	-0.890	-10.190	10.228
3	0.300	2.18	11.39	-3.61	0.06	-1.216	-13.926	13.980
4	0.400	2.91	12.90	-0.56	0.03	-1.381	-15.817	15.877
5	0.500	3.63	12.20	2.50	0.00	-1.363	-15.610	15.670
6	0.600	4.36	9.27	5.55	-0.03	-1.172	-13.424	13.475
7	0.700	5.09	4.13	8.61	-0.06	-0.850	-9.739	9.776
8	0.800	5.81	-3.23	11.66	-0.09	-0.472	-5.404	5.424
9	0.900	6.54	-12.81	14.71	-0.12	-0.142	-1.631	1.637
10	1.000	7.27	-24.61	17.77	-0.14	0.000	0.000	0.000

**Maksimalverdi for element 2**

maxM= 12.90 kNm, minM= -24.61 kNm  
maxV= 17.77 kN, minV= -12.77 kN  
maxN= 0.14 kN, minN= -0.14 kN  
maxd= 15.877 mm

**Diagrammer M, V, N, og forskyvninger d av element 3**

n	x/l	x[m]	M[kNm]	V[kN]	N[kN]	dx[mm]	dy[mm]	d[mm]
0	0.000	0.00	-25.39	-18.15	-0.14	0.000	0.000	0.000
1	0.100	0.73	-13.31	-15.09	-0.12	0.157	-1.803	1.810
2	0.200	1.45	-3.46	-12.04	-0.09	0.509	-5.831	5.854

3	0.300	2.18	4.18	-8.99	-0.06	0.914	-10.460	10.500
4	0.400	2.91	9.60	-5.93	-0.03	1.260	-14.430	14.485
5	0.500	3.63	12.80	-2.88	0.00	1.471	-16.849	16.913
6	0.600	4.36	13.78	0.18	0.03	1.501	-17.188	17.253
7	0.700	5.09	12.54	3.23	0.06	1.335	-15.285	15.344
8	0.800	5.81	9.09	6.28	0.09	0.991	-11.346	11.390
9	0.900	6.54	3.42	9.34	0.12	0.519	-5.939	5.962
10	1.000	7.27	-4.48	12.39	0.14	0.000	0.000	0.000

**Maksimalverdi for element 3**

maxM= 13.78 kNm, minM= -25.39 kNm  
maxV= 12.39 kN, minV= -18.15 kN  
maxN= 0.14 kN, minN= -0.14 kN  
maxd= 17.253 mm

**Diagrammer M, V, N, og forskyvninger d av element 4**

n	x/l	x[m]	M[kNm]	V[kN]	N[kN]	dx[mm]	dy[mm]	d[mm]
0	0.000	0.00	-4.48	-2.12	0.23	0.000	0.000	0.000
1	0.100	0.32	-3.81	-2.12	0.19	2.061	0.000	2.061
2	0.200	0.63	-3.13	-2.12	0.14	3.257	0.000	3.257
3	0.300	0.95	-2.46	-2.12	0.09	3.740	0.000	3.740
4	0.400	1.27	-1.79	-2.12	0.05	3.664	0.000	3.664
5	0.500	1.59	-1.12	-2.12	0.00	3.181	0.000	3.181
6	0.600	1.90	-0.45	-2.12	-0.05	2.443	0.000	2.443
7	0.700	2.22	0.22	-2.12	-0.09	1.603	0.000	1.603
8	0.800	2.54	0.90	-2.12	-0.14	0.814	0.000	0.814
9	0.900	2.86	1.57	-2.12	-0.19	0.229	0.000	0.229
10	1.000	3.17	2.24	-2.12	-0.23	0.000	0.000	0.000

**Maksimalverdi for element 4**

maxM= 2.24 kNm, minM= -4.48 kNm  
maxV= -2.12 kN, minV= -2.12 kN  
maxN= 0.23 kN, minN= -0.23 kN  
maxd= 3.740 mm

**Diagrammer M, V, N, og forskyvninger d av element 6**

n	x/l	x[m]	M[kNm]	V[kN]	N[kN]	dx[mm]	dy[mm]	d[mm]
0	0.000	0.00	0.00	0.00	0.21	0.000	0.000	0.000
1	0.100	0.29	0.00	0.00	0.17	0.000	0.000	0.000
2	0.200	0.58	0.00	0.00	0.13	0.000	0.000	0.000
3	0.300	0.88	0.00	0.00	0.09	0.000	0.000	0.000
4	0.400	1.17	0.00	0.00	0.04	0.000	0.000	0.000
5	0.500	1.46	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000
6	0.600	1.75	0.00	0.00	-0.04	0.000	0.000	0.000
7	0.700	2.04	0.00	0.00	-0.09	0.000	0.000	0.000
8	0.800	2.34	0.00	0.00	-0.13	0.000	0.000	0.000
9	0.900	2.63	0.00	0.00	-0.17	0.000	0.000	0.000
10	1.000	2.92	0.00	0.00	-0.21	0.000	0.000	0.000

**Maksimalverdi for element 6**

maxM= 0.00 kNm, minM= 0.00 kNm  
maxV= 0.00 kN, minV= 0.00 kN  
maxN= 0.21 kN, minN= -0.21 kN  
maxd= 0.000 mm

**Diagrammer M, V, N, og forskyvninger d av element 7**

n	x/l	x[m]	M[kNm]	V[kN]	N[kN]	dx[mm]	dy[mm]	d[mm]
0	0.000	0.00	0.00	0.00	0.19	0.000	0.000	0.000
1	0.100	0.27	0.00	0.00	0.16	0.000	0.000	0.000
2	0.200	0.53	0.00	0.00	0.12	0.000	0.000	0.000
3	0.300	0.80	0.00	0.00	0.08	0.000	0.000	0.000
4	0.400	1.07	0.00	0.00	0.04	0.000	0.000	0.000
5	0.500	1.33	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000
6	0.600	1.60	0.00	0.00	-0.04	0.000	0.000	0.000
7	0.700	1.87	0.00	0.00	-0.08	0.000	0.000	0.000
8	0.800	2.13	0.00	0.00	-0.12	0.000	0.000	0.000
9	0.900	2.40	0.00	0.00	-0.16	0.000	0.000	0.000

10 1.000 2.67 0.00 0.00 -0.19 0.000 0.000 0.000

**Maksimalverdi for element 7**

maxM= 0.00 kNm, minM= 0.00 kNm  
 maxV= 0.00 kN, minV= 0.00 kN  
 maxN= 0.19 kN, minN= -0.19 kN  
 maxd= 0.000 mm

**Diagrammer M, V, N, og forskyvninger d av element 8**

n	x/l	x[m]	M[kNm]	V[kN]	N[kN]	dx[mm]	dy[mm]	d[mm]
0	0.000	0.00	0.78	0.46	0.64	0.000	0.000	0.000
1	0.100	0.25	0.66	0.46	0.51	-0.017	0.000	0.017
2	0.200	0.51	0.55	0.46	0.39	-0.026	0.000	0.026
3	0.300	0.76	0.43	0.46	0.26	-0.030	0.000	0.030
4	0.400	1.02	0.31	0.46	0.13	-0.029	0.000	0.029
5	0.500	1.27	0.20	0.46	0.00	-0.025	0.000	0.025
6	0.600	1.53	0.08	0.46	-0.13	-0.020	0.000	0.020
7	0.700	1.78	-0.04	0.46	-0.26	-0.013	0.000	0.013
8	0.800	2.03	-0.16	0.46	-0.39	-0.007	0.000	0.007
9	0.900	2.29	-0.27	0.46	-0.51	-0.002	0.000	0.002
10	1.000	2.54	-0.39	0.46	-0.64	0.000	0.000	0.000

**Maksimalverdi for element 8**

maxM= 0.78 kNm, minM= -0.39 kNm  
 maxV= 0.46 kN, minV= 0.46 kN  
 maxN= 0.64 kN, minN= -0.64 kN  
 maxd= 0.030 mm

**Diagrammer M, V, N, og forskyvninger d av element 9**

n	x/l	x[m]	M[kNm]	V[kN]	N[kN]	dx[mm]	dy[mm]	d[mm]
0	0.000	0.00	0.00	0.00	0.19	0.000	0.000	0.000
1	0.100	0.27	0.00	0.00	0.16	0.000	0.000	0.000
2	0.200	0.53	0.00	0.00	0.12	0.000	0.000	0.000
3	0.300	0.80	0.00	0.00	0.08	0.000	0.000	0.000
4	0.400	1.07	0.00	0.00	0.04	0.000	0.000	0.000
5	0.500	1.33	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000
6	0.600	1.60	0.00	0.00	-0.04	0.000	0.000	0.000
7	0.700	1.87	0.00	0.00	-0.08	0.000	0.000	0.000
8	0.800	2.13	0.00	0.00	-0.12	0.000	0.000	0.000
9	0.900	2.40	0.00	0.00	-0.16	0.000	0.000	0.000
10	1.000	2.67	0.00	0.00	-0.19	0.000	0.000	0.000

**Maksimalverdi for element 9**

maxM= 0.00 kNm, minM= 0.00 kNm  
 maxV= 0.00 kN, minV= 0.00 kN  
 maxN= 0.19 kN, minN= -0.19 kN  
 maxd= 0.000 mm

**Diagrammer M, V, N, og forskyvninger d av element 10**

n	x/l	x[m]	M[kNm]	V[kN]	N[kN]	dx[mm]	dy[mm]	d[mm]
0	0.000	0.00	0.00	0.00	0.21	0.000	0.000	0.000
1	0.100	0.29	0.00	0.00	0.17	0.000	0.000	0.000
2	0.200	0.58	0.00	0.00	0.13	0.000	0.000	0.000
3	0.300	0.88	0.00	0.00	0.09	0.000	0.000	0.000
4	0.400	1.17	0.00	0.00	0.04	0.000	0.000	0.000
5	0.500	1.46	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000
6	0.600	1.75	0.00	0.00	-0.04	0.000	0.000	0.000
7	0.700	2.04	0.00	0.00	-0.09	0.000	0.000	0.000
8	0.800	2.34	0.00	0.00	-0.13	0.000	0.000	0.000
9	0.900	2.63	0.00	0.00	-0.17	0.000	0.000	0.000
10	1.000	2.92	0.00	0.00	-0.21	0.000	0.000	0.000

**Maksimalverdi for element 10**

maxM= 0.00 kNm, minM= 0.00 kNm  
 maxV= 0.00 kN, minV= 0.00 kN  
 maxN= 0.21 kN, minN= -0.21 kN  
 maxd= 0.000 mm

### Diagrammer M, V, N, og forskyvninger d av element 11

n	x/l	x[m]	M[kNm]	V[kN]	N[kN]	dx[mm]	dy[mm]	d[mm]
0	0.000	0.00	2.66	0.77	0.23	0.000	0.000	0.000
1	0.100	0.43	2.32	0.81	0.19	-1.769	-1.614	2.395
2	0.200	0.86	1.96	0.85	0.14	-2.826	-2.577	3.824
3	0.300	1.29	1.58	0.90	0.09	-3.279	-2.991	4.438
4	0.400	1.72	1.19	0.94	0.05	-3.246	-2.960	4.393
5	0.500	2.15	0.78	0.98	0.00	-2.846	-2.596	3.853
6	0.600	2.58	0.35	1.02	-0.05	-2.208	-2.014	2.989
7	0.700	3.01	-0.10	1.07	-0.09	-1.464	-1.335	1.981
8	0.800	3.44	-0.57	1.11	-0.14	-0.751	-0.685	1.017
9	0.900	3.87	-1.05	1.15	-0.19	-0.213	-0.195	0.289
10	1.000	4.30	-1.56	1.19	-0.23	0.000	0.000	0.000

#### Maksimalverdi for element 11

maxM= 2.66 kNm, minM= -1.56 kNm  
maxV= 1.19 kN, minV= 0.77 kN  
maxN= 0.23 kN, minN= -0.23 kN  
maxd= 4.438 mm

### 3-Dimensjonering av stål (EC3 EN1993-1-1:2005)

#### Beregningsstandard

EN1990:2002, Eurokode 0 Grunnlag for prosjektering  
EN1991-1-1:2002, Eurokode 1-1 Laster på konstruksjoner  
EN1993-1-1:2005, Eurokode 3 Prosjektering av stålkonstruksjoner  
EN1997-1-1:2004, Eurokode 7 Geoteknisk prosjektering  
EN1998-1-1:2004, Eurokode 8 Prosjektering av konstruksjoner i jordskjelvområder  
NA - Nasjonalt tillegg: NA-NS:2008

#### Materialer

##### Stål: S 355 W (EN1993-1-1, §3.2)

$t \leq 40$  mm, Flytegrense  $f_y = 355$  N/mm<sup>2</sup>, Strekkfasthet  $f_u = 510$  N/mm<sup>2</sup>  
 $40 \text{ mm} < t \leq 80$  mm, Flytegrense  $f_y = 335$  N/mm<sup>2</sup>, Strekkfasthet  $f_u = 490$  N/mm<sup>2</sup>  
Elastisitetsmodul  $E = 210000$  MPa, Poisson-tall  $\nu = 0.30$ , Enhetsmasse  $7850$  Kg/m<sup>3</sup>

##### Partial Lasterfaktorer (EN1990, Tillegg A1)

$\gamma_G = 1.35$ ,  $\gamma_Q = 1.50$ ,  $\psi_0 = 0.30$

##### Materialfaktorer (EN1993-1-1, §6.1)

$\gamma_{M0} = 1.05$ ,  $\gamma_{M1} = 1.05$ ,  $\gamma_{M2} = 1.25$

#### Tverrsnitt geometri

##### Tverrsnitt : 1, 100x100x3.6-S 355 W

##### Tverrsnittsdata for profiler

Profilets totale høyde  $h = 100.00$  mm  
Profilets totale bredde  $b = 100.00$  mm  
Steghøyde  $h_w = 92.80$  mm  
Høyde på den rette delen av steget  $d_w = 89.20$  mm  
Stegtykkelse  $t_w = 3.60$  mm  
Flenstykkelse  $t_f = 3.60$  mm  
Avrundingsradius for en kilsveis  $r = 3.60$  mm  
Egenvekt pr løpemeter  $= 10.70$  Kg/m

##### Tverrsnitt geometri

Areal  $A = 1370$  mm<sup>2</sup>  
Treghetsmoment  $I_y = 2.110 \times 10^6$  mm<sup>4</sup>  $I_z = 2.110 \times 10^6$  mm<sup>4</sup>  
Tverrsnittsmodul  $W_y = 42.100 \times 10^3$  mm<sup>3</sup>  $W_z = 42.100 \times 10^3$  mm<sup>3</sup>  
Plastisk tverrsnittsmodul  $W_{py} = 49.200 \times 10^3$  mm<sup>3</sup>  $W_{pz} = 49.200 \times 10^3$  mm<sup>3</sup>  
Treghetsradius  $i_y = 39.2$  mm  $i_z = 39.2$  mm  
Skjærareal  $A_{vz} = 685$  mm<sup>2</sup>  $A_{vy} = 685$  mm<sup>2</sup>  
Torsjonskonstant  $I_t = 3.270 \times 10^6$  mm<sup>4</sup>  $i_p = 56$  mm

Torsjonsmodul  $W_t=66.900 \times 10^3 \text{ mm}^3$

### Tverrsnitt : 2, HE 140 B-S 355 W

#### Tverrsnittsdata for profiler

Profilets totale høyde  $h=140.00 \text{ mm}$   
Profilets totale bredde  $b=140.00 \text{ mm}$   
Steghøyde  $h_w=128.00 \text{ mm}$   
Høyde på den rette delen av steget  $d_w=92.00 \text{ mm}$   
Stegtykkelse  $t_w=7.00 \text{ mm}$   
Flenstykkelse  $t_f=12.00 \text{ mm}$   
Avrundingsradius for en kilsveis  $r=12.00 \text{ mm}$   
Egenvekt pr løpemeter  $=33.70 \text{ Kg/m}$

#### Tverrsnitt geometri

Areal  $A=4296 \text{ mm}^2$   
Tregghetsmoment  $I_y=15.190 \times 10^6 \text{ mm}^4$   $I_z=5.497 \times 10^6 \text{ mm}^4$   
Tverrsnittsmodul  $W_y=215.60 \times 10^3 \text{ mm}^3$   $W_z=78.520 \times 10^3 \text{ mm}^3$   
Plastisk tverrsnittsmodul  $W_{py}=245.40 \times 10^3 \text{ mm}^3$   $W_{pz}=119.80 \times 10^3 \text{ mm}^3$   
Treghetsradius  $i_y=59.5 \text{ mm}$   $i_z=35.8 \text{ mm}$   
Skjærareal  $A_{vz}=1308 \text{ mm}^2$   $A_{vy}=3360 \text{ mm}^2$   
Torsjonskonstant  $I_t=0.201 \times 10^6 \text{ mm}^4$   $i_p=69 \text{ mm}$   
Hvelvingskonstant  $I_w=22.479 \times 10^9 \text{ mm}^6$

### Tverrsnitt : 3, 200x200x6.3-S 355 W

#### Tverrsnittsdata for profiler

Profilets totale høyde  $h=200.00 \text{ mm}$   
Profilets totale bredde  $b=200.00 \text{ mm}$   
Steghøyde  $h_w=187.40 \text{ mm}$   
Høyde på den rette delen av steget  $d_w=181.10 \text{ mm}$   
Stegtykkelse  $t_w=6.30 \text{ mm}$   
Flenstykkelse  $t_f=6.30 \text{ mm}$   
Avrundingsradius for en kilsveis  $r=6.30 \text{ mm}$   
Egenvekt pr løpemeter  $=37.50 \text{ Kg/m}$

#### Tverrsnitt geometri

Areal  $A=4780 \text{ mm}^2$   
Tregghetsmoment  $I_y=29.560 \times 10^6 \text{ mm}^4$   $I_z=29.560 \times 10^6 \text{ mm}^4$   
Tverrsnittsmodul  $W_y=296.00 \times 10^3 \text{ mm}^3$   $W_z=296.00 \times 10^3 \text{ mm}^3$   
Plastisk tverrsnittsmodul  $W_{py}=345.00 \times 10^3 \text{ mm}^3$   $W_{pz}=345.00 \times 10^3 \text{ mm}^3$   
Treghetsradius  $i_y=78.6 \text{ mm}$   $i_z=78.6 \text{ mm}$   
Skjærareal  $A_{vz}=2390 \text{ mm}^2$   $A_{vy}=2390 \text{ mm}^2$   
Torsjonskonstant  $I_t=46.640 \times 10^6 \text{ mm}^4$   $i_p=111 \text{ mm}$   
Torsjonsmodul  $W_t=473.00 \times 10^3 \text{ mm}^3$

### Dimensjonering av Stål, Element 1, L= 3.174m, 100x100x3.6

#### Klassifisering av tverrsnitt, Bøyning og trykk (EN1993-1-1, §5.5)

Maksimale og minimale spenninger i tverrsnitt  $\sigma = N_{ed}/A_{el} \pm M_{y,ed}/W_{el,y} \pm M_{z,ed}/W_{el,z}$

$$\sigma = [10^{-3}]0/1370 \pm [10^{-6}]4/42.1 \times 10^3 \pm [10^{-6}]0/42.1 \times 10^3$$

$\sigma_1 = 90 \text{ N/mm}^2$ ,  $\sigma_2 = -90 \text{ N/mm}^2$  (trykk har positivt fortegn)

#### Steg

$$c = 100.0 - 3 \times 3.6 = 89.2 \text{ mm}, t = 3.6 \text{ mm}, c/t = 89.2/3.6 = 24.78$$

$$S 355 W, t = 3.6 \leq 40 \text{ mm}, f_y = 355 \text{ N/mm}^2, \epsilon = (235/355)^{0.5} = 0.81$$

Posisjon av nøytralaksel for kombinert Bøyning og trykk

$$N_{ed}/(2t_w \cdot f_y/\gamma_{M0}) = 231/(2 \times 3.6 \times 355/1.05) = 0.1 \text{ mm}$$

$$\alpha = (89.2/2 + 0.1)/89.2 = 0.501 > 0.5$$

$$c/t = 24.78 \leq 396 \times 0.81/(13 \times 0.501 - 1) = 58.17$$

Stegene er i tverrsnittsklasse 1 (EN1993-1-1, Tab.5.2)

#### Flens

$$c = 100.0 - 3 \times 3.6 = 89.2 \text{ mm}, t = 3.6 \text{ mm}, c/t = 89.2/3.6 = 24.78$$

$$S 355 W, t = 3.6 \leq 40 \text{ mm}, f_y = 355 \text{ N/mm}^2, \epsilon = (235/355)^{0.5} = 0.81$$

$$c/t = 24.78 > 14 \epsilon = 14 \times 0.81 = 11.34$$

Flensene er i tverrsnittsklasse 4 (EN1993-1-1, Tab.5.2)

**Tverrsnittsklasse er 4, Bøyning og trykk  $N_{c,ed} + M_{y,ed}$**

**Tverrsnittskapasitet** (EN1993-1-1 §6.2.3, §6.2.4, §6.2.6, §6.2.5)

$$\text{Stekkraftkapasitet } N_{rd,t} = A \cdot f_y/\gamma_{M0} = [10^{-3}]1370 \times 355/1.05 = 463.19 \text{ kN}$$



Trykkraftkapasitet  $N_{rd,c} = A_{eff} \cdot f_y / \gamma_{M0} = [10^{-3}] \times 1370 \times 355 / 1.05 = 463.19 \text{ kN}$   
 Skjærkraftkapasitet  $V_{rd,z} = A_v (f_y / 3^{\wedge} 1/2) / \gamma_{M0} = [10^{-3}] \times 685 \times (355 / 1.73) / 1.05 = 133.71 \text{ kN}$   
 Bøyningsmomentkapasitet  $M_{rd,y} = W_{ely} \cdot f_y / \gamma_{M0} = [10^{-6}] \times 42.200 \times 10^3 \times 355 / 1.05 = 14.27 \text{ kNm}$   
**Dimensjonering av Stål, Element 1, [Spenn ], L = 3.174m, 100x100x3.6**

**Med = -2.09 kNm, Ved = 1.80 kN, Ned = 0.09 kN**

**Effektive tverrsnittsverdier for tverrsnittsklasse 4** (EN1993-1-1, §6.2.2.5)

Steg

$\lambda_p = (b/t) / [28.40 \epsilon (K\sigma)^{\wedge} 1/2]$  (EN1993-1-3, §5.5.2, Lign.5.5, Tabl.5.3)  
 $b = d = 89.2 \text{ mm}$ ,  $t = 3.6 \text{ mm}$ ,  $\epsilon = 0.81$ ,  $\psi = -1.00$ ,  $K\sigma = 23.90$ ,  $\lambda_p = 0.220$   
 $\lambda_p = 0.220 <= 0.673$ ,  $\rho = 1.0$ ,  $heff = \rho \cdot d / 2 = 1.000 \times 45 = 44.6 \text{ mm}$

Flens

$\lambda_p = (b/t) / [28.40 \epsilon (K\sigma)^{\wedge} 1/2]$  (EN1993-1-3, §5.5.2, Lign.5.5, Tabl.5.3)  
 $b = b = 89.2 \text{ mm}$ ,  $t = 3.6 \text{ mm}$ ,  $\epsilon = 0.81$ ,  $\psi = 1.00$ ,  $K\sigma = 4.00$ ,  $\lambda_p = 0.539$   
 $\lambda_p = 0.539 <= 0.673$ ,  $\rho = 1.0$ ,  $heff = \rho \cdot b = 1.000 \times 89 = 89.2 \text{ mm}$

Effektivt areal  $A_{eff} = 1370 - 2 \times (44.6 - 44.6) \times 3.60 - 1 \times (89.2 - 89.2) \times 3.60 = 1370 \text{ mm}^2$   
 $e_{my} = 26.76 \times (1370 / 1370 - 1) + 1/2 (100.0 - 3.6) \times (1370 / 1370 - 1) = 0.00 \text{ mm}$ ,  $I_{y,eff} = 2.110 \times 10^6 \text{ mm}^4$   
 Effektive tverrsnittsmodul  $W_{y,eff} = 2.110 \times 10^6 / (100.0 / 2 + 0.00) = 42.200 \times 10^3 \text{ mm}^3$

**Bruddgrensetilstanden, Verifisering for bøyningsmoment y-y** (EN1993-1-1, §6.2.5)

**My.ed = 2.09 kNm**

Bøyningsmomentkapasitet  $M_{cy,rd} = W_{eff,y} \cdot f_y / \gamma_{M0} = [10^{-6}] \times 42.200 \times 10^3 \times 355 / 1.05 = 14.27 \text{ kNm}$   
 $M_{y,ed} = 2.09 \text{ kNm} < 14.27 \text{ kNm} = M_{y,rd} = M_{ply,rd}$ , Kontroll godkjent

**Bruddgrensetilstanden, Verifisering for skjær z** (EN1993-1-1, §6.2.6)

**Vz.ed = 1.80 kNm**

$A_v = A \cdot h / (b + h) = 1370 \times 100.0 / (100.0 + 100.0) = 685 \text{ mm}^2$ ,  $A_v = 685 \text{ mm}^2$   
 Plastisk skjærkraftkapasitet  $V_{pl,z,rd} = A_v (f_y / 3^{\wedge} 1/2) / \gamma_{M0} = [10^{-3}] \times 685 \times (355 / 1.73) / 1.05 = 133.71 \text{ kN}$   
 $V_{z,ed} = 1.80 \text{ kN} < 133.71 \text{ kN} = V_{z,rd} = V_{pl,z,rd}$ , Kontroll godkjent  
 $h_w / t_w = (100.0 - 2 \times 3.6) / 3.6 = 92.8 / 3.6 = 25.78 <= 72 \times 0.81 / 1.00 = 72 \epsilon / \eta = 58.32$  ( $\eta = 1.00$ )  
 $S_{355 W}$ ,  $t = 3.6 <= 40 \text{ mm}$ ,  $f_y = 355 \text{ N/mm}^2$ ,  $\epsilon = (235 / 355)^{\wedge} 0.5 = 0.81$   
 Skjærnekking er ikke aktuelt (EC3 §6.2.6.6)

**Bruddgrensetilstanden, Verifisering for bøyning, aksialkraft og skjær** (EN1993-1-1, §6.2.9)

**N.ed = -0.09 kN (Strekk), Vz.ed = 1.80 kNm, My.ed = 2.09 kN**

$N_{pl,rd} = 0.00 \text{ kN}$ ,  $M_{y,rd} = 14.27 \text{ kNm}$ ,  $V_{pl,z,rd} = 133.71 \text{ kN}$   
 $N_{ed} = 0 \text{ kN}$ , Ikke nødvendig å ta hensyn til virking av aksialkraft (EC3 §6.2.9.1 Lign.6.33, Lign.6.34, Lign.6.35)  
 $V_{ed} = 1.80 \text{ kN} <= 0.50 \times 133.71 = 0.50 \times V_{pl,rd} = 66.86 \text{ kN}$

Ikke nødvendig å ta hensyn til virking av skjærkraft (EC3 §6.2.8.2)

Maksimale og minimale spenninger i tverrsnitt  $\sigma = N_{ed} / A_{eff} \pm M_{y,ed} / W_{eff,y} \pm M_{z,ed} / W_{eff,z}$

$\sigma = [10^{-3}] \times 0 / 0 \pm [10^{-6}] \times 2 / 42.1 \times 10^3 \pm [10^{-6}] \times 0 / 42.1 \times 10^3$

$\sigma_1 = 50 \text{ N/mm}^2$ ,  $\sigma_2 = -50 \text{ N/mm}^2$  (trykk har positivt fortegn)

$\sigma_{x,ed} = 50 < 355 / 1.05 = 338 = f_y / \gamma_{M0} \text{ N/mm}^2$ , Kontroll godkjent (EC3 Lign.6.43, Lign.6.44)

**Dimensjonering av Stål, Element 1, [Venstre ende ], L = 3.174m, 100x100x3.6**

**MedA = 1.90 kNm, VedA = 1.80 kN, NedA = -0.23 kN**

**Effektive tverrsnittsverdier for tverrsnittsklasse 4** (EN1993-1-1, §6.2.2.5)

Steg

$\lambda_p = (b/t) / [28.40 \epsilon (K\sigma)^{\wedge} 1/2]$  (EN1993-1-3, §5.5.2, Lign.5.5, Tabl.5.3)  
 $b = d = 89.2 \text{ mm}$ ,  $t = 3.6 \text{ mm}$ ,  $\epsilon = 0.81$ ,  $\psi = -1.00$ ,  $K\sigma = 23.90$ ,  $\lambda_p = 0.220$   
 $\lambda_p = 0.220 <= 0.673$ ,  $\rho = 1.0$ ,  $heff = \rho \cdot d / 2 = 1.000 \times 45 = 44.6 \text{ mm}$

Flens

$\lambda_p = (b/t) / [28.40 \epsilon (K\sigma)^{\wedge} 1/2]$  (EN1993-1-3, §5.5.2, Lign.5.5, Tabl.5.3)  
 $b = b = 89.2 \text{ mm}$ ,  $t = 3.6 \text{ mm}$ ,  $\epsilon = 0.81$ ,  $\psi = 1.00$ ,  $K\sigma = 4.00$ ,  $\lambda_p = 0.539$   
 $\lambda_p = 0.539 <= 0.673$ ,  $\rho = 1.0$ ,  $heff = \rho \cdot b = 1.000 \times 89 = 89.2 \text{ mm}$

Effektivt areal  $A_{eff} = 1370 - 2 \times (44.6 - 44.6) \times 3.60 - 1 \times (89.2 - 89.2) \times 3.60 = 1370 \text{ mm}^2$   
 $e_{my} = 26.76 \times (1370 / 1370 - 1) + 1/2 (100.0 - 3.6) \times (1370 / 1370 - 1) = 0.00 \text{ mm}$ ,  $I_{y,eff} = 2.110 \times 10^6 \text{ mm}^4$   
 Effektive tverrsnittsmodul  $W_{y,eff} = 2.110 \times 10^6 / (100.0 / 2 + 0.00) = 42.200 \times 10^3 \text{ mm}^3$

**Bruddgrensetilstanden, Verifisering for bøyningsmoment y-y** (EN1993-1-1, §6.2.5)

**My.ed = 1.90 kNm**

Bøyningsmomentkapasitet  $M_{cy,rd} = W_{eff,y} \cdot f_y / \gamma_{M0} = [10^{-6}] \times 42.200 \times 10^3 \times 355 / 1.05 = 14.27 \text{ kNm}$   
 $M_{y,ed} = 1.90 \text{ kNm} < 14.27 \text{ kNm} = M_{y,rd} = M_{ply,rd}$ , Kontroll godkjent

**Bruddgrensetilstanden, Verifisering for skjær z** (EN1993-1-1, §6.2.6)

**Vz.ed = 1.80 kNm**

$A_v = A \cdot h / (b+h) = 1370 \times 100.0 / (100.0 + 100.0) = 685 \text{ mm}^2$ ,  $A_v = 685 \text{ mm}^2$   
 Plastisk skjærkraftkapasitet  $V_{pl,z,rd} = A_v (f_y / 3)^{1/2} / \gamma_{M0} = [10^{-3}] \times 685 \times (355 / 1.73) / 1.05 = 133.71 \text{ kN}$   
 $V_{z,ed} = 1.80 \text{ kN} < 133.71 \text{ kN} = V_{z,rd} = V_{pl,z,rd}$ , Kontroll godkjent  
 $hw/tw = (100.0 - 2 \times 3.6) / 3.6 = 92.8 / 3.6 = 25.78 < 72 \times 0.81 / 1.00 = 72 \epsilon / \eta = 58.32$  ( $\eta = 1.00$ )  
 $S_{355 W}$ ,  $t = 3.6 < 40 \text{ mm}$ ,  $f_y = 355 \text{ N/mm}^2$ ,  $\epsilon = (235 / 355)^{0.5} = 0.81$   
 Skjærknækning er ikke aktuelt (EC3 §6.2.6.6)

**Bruddgrensetilstanden, Verifisering for bøyning, aksialkraft og skjær** (EN1993-1-1, §6.2.9)

**N.ed= 0.23kN (Trykk), Vz.ed= 1.80kNm, My.ed= 1.90kN**

$N_{plrd} = 0.00 \text{ kNm}$ ,  $y_{rd} = 14.27 \text{ kNm}$ ,  $V_{pl,z,rd} = 133.71 \text{ kN}$

$N_{ed} = 0 \text{ kN}$ , Ikke nødvendig å ta hensyn til virkning av aksialkraft (EC3 §6.2.9.1 Lign.6.33, Lign.6.34, Lign.6.35)

$V_{ed} = 1.80 \text{ kN} < 0.50 \times 133.71 = 0.50 \times V_{pl,rd} = 66.86 \text{ kN}$

Ikke nødvendig å ta hensyn til virkning av skjærkraft (EC3 §6.2.8.2)

Maksimal og minimale spenninger i tverrsnitt  $\sigma = N_{ed} / A_{eff} \pm M_{yed} / W_{eff,y} \pm M_{zed} / W_{eff,z}$

$\sigma = [10^{-3}] 0 / 0 \pm [10^{-6}] 2 / 42.1 \times 10^3 \pm [10^{-6}] 0 / 42.1 \times 10^3$

$\sigma_1 = 45 \text{ N/mm}^2$ ,  $\sigma_2 = -45 \text{ N/mm}^2$  (trykk har positivt fortegn)

$\sigma_{x,ed} = 45 < 355 / 1.05 = 338 = f_y / \gamma_{M0} \text{ N/mm}^2$ , Kontroll godkjent (EC3 Lign.6.43, Lign.6.44)

**Dimensjonering av Stål, Element 1, [Venstre ende ], L= 3.174m, 100x100x3.6**

**MedB= -3.80 kNm, VedB= 1.80 kN, NedB= 0.23 kN**

**Effektive tverrsnittsverdier for tverrsnittsklasse 4** (EN1993-1-1, §6.2.2.5)

Steg

$\lambda_p = (b/t) / [28.40 \epsilon (K\sigma)^{1/2}]$  (EN1993-1-3, §5.5.2, Lign.5.5, Tabl.5.3)

$b = d = 89.2 \text{ mm}$ ,  $t = 3.6 \text{ mm}$ ,  $\epsilon = 0.81$ ,  $\psi = -1.00$ ,  $K\sigma = 23.90$ ,  $\lambda_p = 0.220$

$\lambda_p = 0.220 < 0.673$ ,  $\rho = 1.0$ ,  $heff = \rho \cdot d / 2 = 1.000 \times 45 = 44.6 \text{ mm}$

Flens

$\lambda_p = (b/t) / [28.40 \epsilon (K\sigma)^{1/2}]$  (EN1993-1-3, §5.5.2, Lign.5.5, Tabl.5.3)

$b = b = 89.2 \text{ mm}$ ,  $t = 3.6 \text{ mm}$ ,  $\epsilon = 0.81$ ,  $\psi = 1.00$ ,  $K\sigma = 4.00$ ,  $\lambda_p = 0.539$

$\lambda_p = 0.539 < 0.673$ ,  $\rho = 1.0$ ,  $heff = \rho \cdot b = 1.000 \times 89 = 89.2 \text{ mm}$

Effektivt areal  $A_{eff} = 1370 - 2 \times (44.6 - 44.6) \times 3.60 - 1 \times (89.2 - 89.2) \times 3.60 = 1370 \text{ mm}^2$

$e_{my} = 26.76 \times (1370 / 1370 - 1) + \frac{1}{2} (100.0 - 3.6) \times (1370 / 1370 - 1) = 0.00 \text{ mm}$ ,  $I_{y,eff} = 2.110 \times 10^6 \text{ mm}^4$

Effektive tverrsnittsmodul  $W_{y,eff} = 2.110 \times 10^6 / (100.0 / 2 + 0.00) = 42.200 \times 10^3 \text{ mm}^3$

**Bruddgrensetilstanden, Verifisering for bøyningmoment y-y** (EN1993-1-1, §6.2.5)

**My.ed= 3.80 kNm**

Bøyningmomentkapasitet  $M_{cy,rd} = W_{eff,y} \cdot f_y / \gamma_{M0} = [10^{-6}] \times 42.200 \times 10^3 \times 355 / 1.05 = 14.27 \text{ kNm}$

$M_{y,ed} = 3.80 \text{ kNm} < 14.27 \text{ kNm} = M_{y,rd} = M_{ply,rd}$ , Kontroll godkjent

**Bruddgrensetilstanden, Verifisering for skjær z** (EN1993-1-1, §6.2.6)

**Vz.ed= 1.80 kNm**

$A_v = A \cdot h / (b+h) = 1370 \times 100.0 / (100.0 + 100.0) = 685 \text{ mm}^2$ ,  $A_v = 685 \text{ mm}^2$

Plastisk skjærkraftkapasitet  $V_{pl,z,rd} = A_v (f_y / 3)^{1/2} / \gamma_{M0} = [10^{-3}] \times 685 \times (355 / 1.73) / 1.05 = 133.71 \text{ kN}$

$V_{z,ed} = 1.80 \text{ kN} < 133.71 \text{ kN} = V_{z,rd} = V_{pl,z,rd}$ , Kontroll godkjent

$hw/tw = (100.0 - 2 \times 3.6) / 3.6 = 92.8 / 3.6 = 25.78 < 72 \times 0.81 / 1.00 = 72 \epsilon / \eta = 58.32$  ( $\eta = 1.00$ )

$S_{355 W}$ ,  $t = 3.6 < 40 \text{ mm}$ ,  $f_y = 355 \text{ N/mm}^2$ ,  $\epsilon = (235 / 355)^{0.5} = 0.81$

Skjærknækning er ikke aktuelt (EC3 §6.2.6.6)

**Bruddgrensetilstanden, Verifisering for bøyning, aksialkraft og skjær** (EN1993-1-1, §6.2.9)

**N.ed= -0.23kN (Strekk), Vz.ed= 1.80kNm, My.ed= 3.80kN**

$N_{plrd} = 0.00 \text{ kNm}$ ,  $y_{rd} = 14.27 \text{ kNm}$ ,  $V_{pl,z,rd} = 133.71 \text{ kN}$

$N_{ed} = 0 \text{ kN}$ , Ikke nødvendig å ta hensyn til virkning av aksialkraft (EC3 §6.2.9.1 Lign.6.33, Lign.6.34, Lign.6.35)

$V_{ed} = 1.80 \text{ kN} < 0.50 \times 133.71 = 0.50 \times V_{pl,rd} = 66.86 \text{ kN}$

Ikke nødvendig å ta hensyn til virkning av skjærkraft (EC3 §6.2.8.2)

Maksimal og minimale spenninger i tverrsnitt  $\sigma = N_{ed} / A_{eff} \pm M_{yed} / W_{eff,y} \pm M_{zed} / W_{eff,z}$

$\sigma = [10^{-3}] 0 / 0 \pm [10^{-6}] 4 / 42.1 \times 10^3 \pm [10^{-6}] 0 / 42.1 \times 10^3$

$\sigma_1 = 90 \text{ N/mm}^2$ ,  $\sigma_2 = -90 \text{ N/mm}^2$  (trykk har positivt fortegn)

$\sigma_{x,ed} = 90 < 355 / 1.05 = 338 = f_y / \gamma_{M0} \text{ N/mm}^2$ , Kontroll godkjent (EC3 Lign.6.43, Lign.6.44)

**Dimensjonering av Stål, Element 1, L= 3.174m, 100x100x3.6, Knekkkapasitet**

**Vipping** (EN1993-1-1, §6.3.2)

Ideelle momentet for vipping (EC3 §6.3.2.2.2, EN1993:2002 TilleggC)

*Timoshenko, S.P, Gere, J.M, Theory of elastic stability, McGraw-Hill, 1961*

$M_{cr} = C_1 \cdot [\pi^2 E I_z / (k L)^2] \{ [(k z / k w)^2 (I_w / I_z) + (k L)^2 G I_t / (\pi^2 E I_z) + (C_2 z_g - C_3 z_j)^2]^{1/2} - (C_2 z_g - C_3 z_j) \}$

$G = E / (2(1+\nu)) = 210000 / (2(1+0.30)) = 80769 = 8.1 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$

$k \cdot L = 3174 \text{ mm}$ ,  $z_g = 0 \text{ mm}$ ,  $z_j = 0 \text{ mm}$  (EN1993:2002 T.C.1)

$k_z = 1.0$ ,  $k_w = 1.0$ ,  $C_1 = 2.591$ ,  $C_2 = 0.553$ ,  $C_3 = 0.000$  (EN1993:2002 T.C.1)

$M_{cr} = [10^{-6}] 2.591 \times [\pi^2 \times 2.1 \times 10^4 \times 2.110 \times 10^6 / 3174^2]$

$x \{ [1.0 \times (0.000 \times 10^{-9} / 2.110 \times 10^{-6}) + 3174^2 \times 8.1 \times 10^{-4} \times 3.270 \times 10^{-6} / (\pi^2 \times 2.1 \times 10^{-5} \times 2.110 \times 10^{-6})]^{0.5} \} = 877.3 \text{ kNm}$   
 $-\lambda, \lambda_{t} = (W_{eff,y} \cdot f_y / M_{cr})^{1/2} = \{ [10^{-6}] \times 42.200 \times 10^{-3} \times 355 / 877.3 \}^{1/2} = 0.131 \text{ (EC3 Lign.6.56)}$   
 $-\lambda, \lambda_{t} < 0.40, \chi, \lambda_{t} = 1.00 \text{ (EC3 §6.3.2.2.4)}$   
 $M_{b,rd} = \chi, \lambda_{t} \cdot W_{eff,y} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1.000 \times [10^{-6}] \times 42.200 \times 10^{-3} \times 355 / 1.05 = 14.27 \text{ kNm (EC3 Lign.6.55)}$   
 $M_{y,ed} = 3.80 \text{ kNm} < 14.27 \text{ kNm} = M_{b,rd}, \text{ Kontroll godkjent}$

**Dimensjonering av Stål, Element 2, L= 7.265m, HE 140 B**

**Klassifisering av tverrsnitt, Bøyning og trykk (EN1993-1-1, §5.5)**

Maksimale og minimale spenninger i tverrsnitt  $\sigma = N_{ed} / A_{el} \pm M_{y,ed} / W_{el,y} \pm M_{z,ed} / W_{el,z}$   
 $\sigma = [10^{-3}] / 4296 \pm [10^{-6}] 25 / 215.6 \times 10^3 \pm [10^{-6}] 0 / 78.5 \times 10^3$   
 $\sigma_1 = 114 \text{ N/mm}^2, \sigma_2 = -114 \text{ N/mm}^2 \text{ (trykk har positivt fortegn)}$

**Steg**

$c = 140.0 - 2 \times 12.0 - 2 \times 12.0 = 92.0 \text{ mm}, t = 7.0 \text{ mm}, c/t = 92.0 / 7.0 = 13.14$   
 $S 355 W, t = 7.0 \leq 40 \text{ mm}, f_y = 355 \text{ N/mm}^2, \epsilon = (235/355)^{0.5} = 0.81$

Posisjon av nøytralaksel for kombinert Bøyning og trykk

$N_{ed} / (2 t_w \cdot f_y / \gamma_{M0}) = 144 / (2 \times 7.0 \times 355 / 1.05) = 0.0 \text{ mm}$

$\alpha = (92.0 / 2 + 0.0) / 92.0 = 0.500 > 0.5$

$c/t = 13.14 \leq 396 \times 0.81 / (13 \times 0.500 - 1) = 58.27$

Steg er i tverrsnittsklasse 1 (EN1993-1-1, Tab.5.2)

**Flens**

$c = 140.0 / 2 - 7.0 / 2 - 12.0 = 54.5 \text{ mm}, t = 12.0 \text{ mm}, c/t = 54.5 / 12.0 = 4.54$   
 $S 355 W, t = 12.0 \leq 40 \text{ mm}, f_y = 355 \text{ N/mm}^2, \epsilon = (235/355)^{0.5} = 0.81$   
 $c/t = 4.54 \leq 9 \epsilon = 9 \times 0.81 = 7.29$

Flensene er i tverrsnittsklasse 1 (EN1993-1-1, Tab.5.2)

**Tverrsnittsklasse er 1, Bøyning og trykk  $N_{c,ed} + M_{y,ed}$**

**Tverrsnittkapasitet (EN1993-1-1 §6.2.3, §6.2.4, §6.2.6, §6.2.5)**

Stekkraftkapasitet  $N_{rd,t} = A \cdot f_y / \gamma_{M0} = [10^{-3}] \times 4296 \times 355 / 1.05 = 1452.46 \text{ kN}$

Trykkraftkapasitet  $N_{rd,c} = A \cdot f_y / \gamma_{M0} = [10^{-3}] \times 4296 \times 355 / 1.05 = 1452.46 \text{ kN}$

Skjærkraftkapasitet  $V_{rd,z} = A_v (f_y / 3^{1/2}) / \gamma_{M0} = [10^{-3}] \times 1308 \times (355 / 1.73) / 1.05 = 255.32 \text{ kN}$

Bøyningsmomentkapasitet  $M_{rd,y} = W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0} = [10^{-6}] \times 245.40 \times 10^3 \times 355 / 1.05 = 82.97 \text{ kNm}$

**Dimensjonering av Stål, Element 2, [Spenn], L= 7.265m, HE 140 B**

**Med = 12.90 kNm, Ved = 0.56 kN, Ned = 0.03 kN**

**Bruddgrensetilstanden, Verifisering for bøyningsmoment y-y (EN1993-1-1, §6.2.5)**

**My,ed= 12.90 kNm**

Bøyningsmomentkapasitet  $M_{pl,y,rd} = W_{pl,y} \cdot f_y / \gamma_{M0} = [10^{-6}] \times 245.40 \times 10^3 \times 355 / 1.05 = 82.97 \text{ kNm}$

$M_{y,ed} = 12.90 \text{ kNm} < 82.97 \text{ kNm} = M_{pl,y,rd}, \text{ Kontroll godkjent}$

**Dimensjonering av Stål, Element 2, [Venstre ende ], L= 7.265m, HE 140 B**

**MedA= -6.46 kNm, VedA= 12.77 kN, NedA= 0.14 kN**

**Bruddgrensetilstanden, Verifisering for bøyningsmoment y-y (EN1993-1-1, §6.2.5)**

**My,ed= 6.46 kNm**

Bøyningsmomentkapasitet  $M_{pl,y,rd} = W_{pl,y} \cdot f_y / \gamma_{M0} = [10^{-6}] \times 245.40 \times 10^3 \times 355 / 1.05 = 82.97 \text{ kNm}$

$M_{y,ed} = 6.46 \text{ kNm} < 82.97 \text{ kNm} = M_{pl,y,rd}, \text{ Kontroll godkjent}$

**Bruddgrensetilstanden, Verifisering for skjær z (EN1993-1-1, §6.2.6)**

**Vz,ed= 12.77 kNm**

$A_v = A - 2b \cdot t_f + (t_w + 2r) t_f = 4296 - 2 \times 140.0 \times 12.0 + (7.0 + 2 \times 12.0) \times 12.0 = 1308 \text{ mm}^2 \text{ (EC3 §6.2.6.3)}$

$A_v = 1308 \text{ mm}^2 > \eta \cdot h_w \cdot t_w = 1.00 \times (140.0 - 2 \times 12.0) \times 7.0 = 1.00 \times 128.0 \times 7.0 = 896 \text{ mm}^2$

Plastisk skjærkraftkapasitet  $V_{pl,z,rd} = A_v (f_y / 3^{1/2}) / \gamma_{M0} = [10^{-3}] \times 1308 \times (355 / 1.73) / 1.05 = 255.32 \text{ kN}$

$V_{z,ed} = 12.77 \text{ kN} < 255.32 \text{ kN} = V_{pl,z,rd}, \text{ Kontroll godkjent}$

$h_w / t_w = (140.0 - 2 \times 12.0) / 7.0 = 128.0 / 7.0 = 18.29 \leq 72 \times 0.81 / 1.00 = 72 \epsilon / \eta = 58.32 \text{ (}\eta = 1.00\text{)}$

$S 355 W, t = 7.0 \leq 40 \text{ mm}, f_y = 355 \text{ N/mm}^2, \epsilon = (235/355)^{0.5} = 0.81$

Skjærknekking er ikke aktuelt (EC3 §6.2.6.6)

**Bruddgrensetilstanden, Verifisering for bøyning, aksialkraft og skjær (EN1993-1-1, §6.2.9)**

**N,ed= -0.14kN (Strekk), Vz,ed= 12.77kNm, My,ed= 6.46kN**

$N_{pl,rd} = 0.00 \text{ kN}, M_{pl,y,rd} = 82.97 \text{ kNm}, V_{pl,z,rd} = 255.32 \text{ kN}$

$N_{ed} = 0 \text{ kN}$ , Ikke nødvendig å ta hensyn til virking av aksialkraft (EC3 §6.2.9.1 Lign.6.33, Lign.6.34, Lign.6.35)

$V_{ed} = 12.77 \text{ kN} \leq 0.50 \times 255.32 = 0.50 \times V_{pl,rd} = 127.66 \text{ kN}$

Ikke nødvendig å ta hensyn til virking av skjærkraft (EC3 §6.2.8.2)

$M_{y,ed} = 6.46 \text{ kNm} < 82.97 \text{ kNm} = M_{pl,y,rd}, \text{ Kontroll godkjent}$

**Dimensjonering av Stål, Element 2, [Venstre ende ], L= 7.265m, HE 140 B**

MedB= -24.61 kNm, VedB= 17.77 kN, NedB= -0.14 kN

**Bruddgrensetilstanden, Verifisering for bøyningmoment  $y-y$**  (EN1993-1-1, §6.2.5)

**My,ed= 24.61 kNm**

Bøyningmomentkapasitet  $M_{ply,rd} = W_{ply} \cdot f_y / \gamma_{M0} = [10^{-6}] \times 245.40 \times 10^3 \times 355 / 1.05 = 82.97 \text{ kNm}$

$My,ed = 24.61 \text{ kNm} < 82.97 \text{ kNm} = M_{ply,rd}$ , Kontroll godkjent

**Bruddgrensetilstanden, Verifisering for skjær  $z$**  (EN1993-1-1, §6.2.6)

**Vz,ed= 17.77 kNm**

$Av = A - 2b \cdot t_f + (t_w + 2r) t_f = 4296 - 2 \times 140.0 \times 12.0 + (7.0 + 2 \times 12.0) \times 12.0 = 1308 \text{ mm}^2$  (EC3 §6.2.6.3)

$Av = 1308 \text{ mm}^2 > \eta \cdot h_w \cdot t_w = 1.00 \times (140.0 - 2 \times 12.0) \times 7.0 = 1.00 \times 128.0 \times 7.0 = 896 \text{ mm}^2$

Plastisk skjærkraftkapasitet  $V_{pl,z,rd} = Av (f_y / 3)^{1/2} / \gamma_{M0} = [10^{-3}] \times 1308 \times (355 / 1.73) / 1.05 = 255.32 \text{ kN}$

$Vz,ed = 17.77 \text{ kN} < 255.32 \text{ kN} = V_{pl,z,rd}$ , Kontroll godkjent

$h_w / t_w = (140.0 - 2 \times 12.0) / 7.0 = 128.0 / 7.0 = 18.29 < \leq 72 \times 0.81 / 1.00 = 72 \epsilon / \eta = 58.32$  ( $\eta = 1.00$ )

S 355 W,  $t = 7.0 < \leq 40 \text{ mm}$ ,  $f_y = 355 \text{ N/mm}^2$ ,  $\epsilon = (235/355)^{0.5} = 0.81$

Skjærknækking er ikke aktuelt (EC3 §6.2.6.6)

**Bruddgrensetilstanden, Verifisering for bøyning, aksialkraft og skjær** (EN1993-1-1, §6.2.9)

**N,ed= 0.14kN (Trykk), Vz,ed= 17.77kNm, My,ed= 24.61kN**

$N_{plrd} = 0.00 \text{ kN}$ ,  $M_{pl,y,rd} = 82.97 \text{ kNm}$ ,  $V_{pl,z,rd} = 255.32 \text{ kN}$

$N_{ed} = 0 \text{ kN}$ , Ikke nødvendig å ta hensyn til virking av aksialkraft (EC3 §6.2.9.1 Lign.6.33, Lign.6.34, Lign.6.35)

$V_{ed} = 17.77 \text{ kN} < \leq 0.50 \times 255.32 = 0.50 \times V_{pl,z,rd} = 127.66 \text{ kN}$

Ikke nødvendig å ta hensyn til virking av skjærkraft (EC3 §6.2.8.2)

$My,ed = 24.61 \text{ kNm} < 82.97 \text{ kNm} = M_{pl,y,rd}$ , Kontroll godkjent

**Dimensjonering av Stål, Element 2, L= 7.265m, HE 140 B, Knekkapasitet**

**Vipping** (EN1993-1-1, §6.3.2)

Ideelle momentet for vipping (EC3 §6.3.2.2.2, EN1993:2002 TilleggC)

*Timoshenko, S.P, Gere, J.M, Theory of elastic stability, McGraw-Hill, 1961*

$M_{cr} = C_1 \cdot [\pi^2 E I_z / (k L)^2] \{ [(k z / k w)^2 (I_w / I_z) + (k L)^2 G I_t / (\pi^2 E I_z) + (C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j)^2]^{1/2} - (C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j) \}$

$G = E / (2(1 + \nu)) = 210000 / (2(1 + 0.30)) = 80769 = 8.1 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$

$k \cdot L = 7265 \text{ mm}$ ,  $z_g = h/2 = 140/2 = 70 \text{ mm}$ ,  $z_j = 0 \text{ mm}$  (EN1993:2002 T.C.1)

$k z = 1.0$ ,  $k w = 1.0$ ,  $C_1 = 2.404$ ,  $C_2 = 1.098$ ,  $C_3 = -0.257$  (EN1993:2002 T.C.1)

$M_{cr} = [10^{-6}] \cdot 2.404 \times [\pi^2 \times 2.1 \times 10^5 \times 5.497 \times 10^6 / 7265^2]$

$\times \{ [1.0 \times (22.479 \times 10^9 / 5.497 \times 10^6)$

$+ 7265^2 \times 8.1 \times 10^4 \times 0.201 \times 10^6 / (\pi^2 \times 2.1 \times 10^5 \times 5.497 \times 10^6)$

$+ (1.098 \times 70)^2 \}^{0.5} - (1.098 \times 70) \} = 111.5 \text{ kNm}$

$\rightarrow \lambda, l_t = (W_{pl,y} \cdot f_y / M_{cr})^{1/2} = \{ [10^{-6}] \times 245.40 \times 10^3 \times 355 / 111.5 \}^{1/2} = 0.884$  (EC3 Lign.6.56)

$h/b = 140/140 = 1.00 < \leq 2.00$  Knekkurve: a

Imperfeksjonsfaktor:  $\alpha, l_t = 0.21$ ,  $\beta, l_t = 0.744$  (T.6.2, T.6.1, Fig.6.4)

$\Phi, l_t = 0.5 [1 + \alpha, l_t (-\lambda, l_t - 0.2) + \beta, l_t^2] = 0.5 [1 + 0.21 \times (0.884 - 0.2) + 0.884^2] = 0.962$

$\chi, l_t = 1 / [\Phi, l_t + (\Phi, l_t^2 - \lambda, l_t^2)^{1/2}] = 1 / [0.962 + (0.962^2 - 0.884^2)^{1/2}] = 0.744 < \leq 1$ ,  $\chi, l_t = 0.744$

Reduksjonsfaktor  $\beta, l_t = 1 / [\beta, l_t + (\beta, l_t^2 - \beta, l_t^2)^{1/2}]$ ,  $\beta, l_t < \leq 1.0$ ,  $\beta, l_t = 0.744$  (Lign.6.56)

$M_{b,rd} = \chi, l_t \cdot W_{pl,y} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0.744 \times [10^{-6}] \times 245.40 \times 10^3 \times 355 / 1.05 = 61.73 \text{ kNm}$  (EC3 Lign.6.55)

$My,ed = 24.61 \text{ kNm} < 61.73 \text{ kNm} = M_{b,rd}$ , Kontroll godkjent

**Dimensjonering av Stål, Element 3, L= 7.265m, HE 140 B**

**Klassifisering av tverrsnitt, Bøyning og trykk** (EN1993-1-1, §5.5)

Maksimale og minimale spenninger i tverrsnitt  $\sigma = N_{ed} / A_{el} \pm M_{y,ed} / W_{el,y} \pm M_{z,ed} / W_{el,z}$

$\sigma = [10^{-3}] \cdot 0 / 4296 \pm [10^{-6}] \cdot 25 / 215.6 \times 10^3 \pm [10^{-6}] \cdot 0 / 78.5 \times 10^3$

$\sigma_1 = 118 \text{ N/mm}^2$ ,  $\sigma_2 = -118 \text{ N/mm}^2$  (trykk har positivt fortegn)

**Steg**

$c = 140.0 - 2 \times 12.0 - 2 \times 12.0 = 92.0 \text{ mm}$ ,  $t = 7.0 \text{ mm}$ ,  $c/t = 92.0 / 7.0 = 13.14$

S 355 W,  $t = 7.0 < \leq 40 \text{ mm}$ ,  $f_y = 355 \text{ N/mm}^2$ ,  $\epsilon = (235/355)^{0.5} = 0.81$

Posisjon av nøytralakse for kombinert Bøyning og trykk

$N_{ed} / (2 t_w \cdot f_y / \gamma_{M0}) = 144 / (2 \times 7.0 \times 355 / 1.05) = 0.0 \text{ mm}$

$\alpha = (92.0 / 2 + 0.0) / 92.0 = 0.500 > 0.5$

$c/t = 13.14 < \leq 396 \times 0.81 / (13 \times 0.500 - 1) = 58.27$

Steg er i tverrsnittsklasse 1 (EN1993-1-1, Tab.5.2)

**Flens**

$c = 140.0 / 2 - 7.0 / 2 - 12.0 = 54.5 \text{ mm}$ ,  $t = 12.0 \text{ mm}$ ,  $c/t = 54.5 / 12.0 = 4.54$

S 355 W,  $t = 12.0 < \leq 40 \text{ mm}$ ,  $f_y = 355 \text{ N/mm}^2$ ,  $\epsilon = (235/355)^{0.5} = 0.81$

$c/t = 4.54 < \leq 9 \epsilon = 9 \times 0.81 = 7.29$

Flensene er i tverrsnittsklasse 1 (EN1993-1-1, Tab.5.2)

**Tverrsnittsklasse er 1, Bøyning og trykk  $N_{c,ed} + M_{y,ed}$**

**Tverrsnittskapasitet** (EN1993-1-1 §6.2.3, §6.2.4, §6.2.6, §6.2.5)

Stekkraftkapasitet  $N_{rdt,rd} = A \cdot f_y / \gamma_{M0} = [10^{-3}] \times 4296 \times 355 / 1.05 = 1452.46 \text{ kN}$   
 Trykkraftkapasitet  $N_{rdc,rd} = A \cdot f_y / \gamma_{M0} = [10^{-3}] \times 4296 \times 355 / 1.05 = 1452.46 \text{ kN}$   
 Skjærkraftkapasitet  $V_{rdz,rd} = A_v (f_y / 3^{\wedge} 1/2) / \gamma_{M0} = [10^{-3}] \times 1308 \times (355 / 1.73) / 1.05 = 255.32 \text{ kN}$   
 Bøyningsmomentkapasitet  $M_{rdy,rd} = W_{ely} \cdot f_y / \gamma_{M0} = [10^{-6}] \times 245.40 \times 10^3 \times 355 / 1.05 = 82.97 \text{ kNm}$   
**Dimensjonering av Stål, Element 3, [Spenn ], L= 7.265m, HE 140 B**

**Med = 13.78 kNm, Ved = 0.18 kN, Ned = 0.03 kN**

**Bruddgrensetilstanden, Verifisering for bøyningsmoment y-y** (EN1993-1-1, §6.2.5)

**My.ed= 13.78 kNm**

Bøyningsmomentkapasitet  $M_{ply,rd} = W_{ply} \cdot f_y / \gamma_{M0} = [10^{-6}] \times 245.40 \times 10^3 \times 355 / 1.05 = 82.97 \text{ kNm}$   
 $M_{y,ed} = 13.78 \text{ kNm} < 82.97 \text{ kNm} = M_{y,rd} = M_{ply,rd}$ , Kontroll godkjent

**Dimensjonering av Stål, Element 3, [Venstre ende ], L= 7.265m, HE 140 B**

**MedA= -25.39 kNm, VedA= 18.15 kN, NedA= -0.14 kN**

**Bruddgrensetilstanden, Verifisering for bøyningsmoment y-y** (EN1993-1-1, §6.2.5)

**My.ed= 25.39 kNm**

Bøyningsmomentkapasitet  $M_{ply,rd} = W_{ply} \cdot f_y / \gamma_{M0} = [10^{-6}] \times 245.40 \times 10^3 \times 355 / 1.05 = 82.97 \text{ kNm}$   
 $M_{y,ed} = 25.39 \text{ kNm} < 82.97 \text{ kNm} = M_{y,rd} = M_{ply,rd}$ , Kontroll godkjent

**Bruddgrensetilstanden, Verifisering for skjær z** (EN1993-1-1, §6.2.6)

**Vz.ed= 18.15 kNm**

$A_v = A - 2b \cdot t_f + (t_w + 2r) t_f = 4296 - 2 \times 140.0 \times 12.0 + (7.0 + 2 \times 12.0) \times 12.0 = 1308 \text{ mm}^2$  (EC3 §6.2.6.3)  
 $A_v = 1308 \text{ mm}^2 > \eta \cdot h_w \cdot t_w = 1.00 \times (140.0 - 2 \times 12.0) \times 7.0 = 1.00 \times 128.0 \times 7.0 = 896 \text{ mm}^2$   
 Plastisk skjærkraftkapasitet  $V_{pl,z,rd} = A_v (f_y / 3^{\wedge} 1/2) / \gamma_{M0} = [10^{-3}] \times 1308 \times (355 / 1.73) / 1.05 = 255.32 \text{ kN}$   
 $V_{z,ed} = 18.15 \text{ kN} < 255.32 \text{ kN} = V_{z,rd} = V_{pl,z,rd}$ , Kontroll godkjent  
 $h_w / t_w = (140.0 - 2 \times 12.0) / 7.0 = 128.0 / 7.0 = 18.29 \leq 72 \times 0.81 / 1.00 = 72 \epsilon / \eta = 58.32$  ( $\eta = 1.00$ )  
 $S_{355 W}$ ,  $t = 7.0 \leq 40 \text{ mm}$ ,  $f_y = 355 \text{ N/mm}^2$ ,  $\epsilon = (235 / 355)^{0.5} = 0.81$   
 Skjærknekking er ikke aktuelt (EC3 §6.2.6.6)

**Bruddgrensetilstanden, Verifisering for bøyning, aksialkraft og skjær** (EN1993-1-1, §6.2.9)

**N.ed= 0.14kN (Trykk), Vz.ed= 18.15kNm, My.ed= 25.39kN**

$N_{pl,rd} = 0.00 \text{ kN}$ ,  $M_{pl,y,rd} = 82.97 \text{ kNm}$ ,  $V_{pl,z,rd} = 255.32 \text{ kN}$   
 $N_{ed} = 0 \text{ kN}$ , Ikke nødvendig å ta hensyn til virking av aksialkraft (EC3 §6.2.9.1 Lign.6.33, Lign.6.34, Lign.6.35)  
 $V_{ed} = 18.15 \text{ kN} \leq 0.50 \times 255.32 = 0.50 \times V_{pl,rd} = 127.66 \text{ kN}$   
 Ikke nødvendig å ta hensyn til virking av skjærkraft (EC3 §6.2.8.2)

$M_{y,ed} = 25.39 \text{ kNm} < 82.97 \text{ kNm} = M_{y,rd}$ , Kontroll godkjent

**Dimensjonering av Stål, Element 3, [Venstre ende ], L= 7.265m, HE 140 B**

**MedB= -4.48 kNm, VedB= 12.39 kN, NedB= 0.14 kN**

**Bruddgrensetilstanden, Verifisering for bøyningsmoment y-y** (EN1993-1-1, §6.2.5)

**My.ed= 4.48 kNm**

Bøyningsmomentkapasitet  $M_{ply,rd} = W_{ply} \cdot f_y / \gamma_{M0} = [10^{-6}] \times 245.40 \times 10^3 \times 355 / 1.05 = 82.97 \text{ kNm}$   
 $M_{y,ed} = 4.48 \text{ kNm} < 82.97 \text{ kNm} = M_{y,rd} = M_{ply,rd}$ , Kontroll godkjent

**Bruddgrensetilstanden, Verifisering for skjær z** (EN1993-1-1, §6.2.6)

**Vz.ed= 12.39 kNm**

$A_v = A - 2b \cdot t_f + (t_w + 2r) t_f = 4296 - 2 \times 140.0 \times 12.0 + (7.0 + 2 \times 12.0) \times 12.0 = 1308 \text{ mm}^2$  (EC3 §6.2.6.3)  
 $A_v = 1308 \text{ mm}^2 > \eta \cdot h_w \cdot t_w = 1.00 \times (140.0 - 2 \times 12.0) \times 7.0 = 1.00 \times 128.0 \times 7.0 = 896 \text{ mm}^2$   
 Plastisk skjærkraftkapasitet  $V_{pl,z,rd} = A_v (f_y / 3^{\wedge} 1/2) / \gamma_{M0} = [10^{-3}] \times 1308 \times (355 / 1.73) / 1.05 = 255.32 \text{ kN}$   
 $V_{z,ed} = 12.39 \text{ kN} < 255.32 \text{ kN} = V_{z,rd} = V_{pl,z,rd}$ , Kontroll godkjent  
 $h_w / t_w = (140.0 - 2 \times 12.0) / 7.0 = 128.0 / 7.0 = 18.29 \leq 72 \times 0.81 / 1.00 = 72 \epsilon / \eta = 58.32$  ( $\eta = 1.00$ )  
 $S_{355 W}$ ,  $t = 7.0 \leq 40 \text{ mm}$ ,  $f_y = 355 \text{ N/mm}^2$ ,  $\epsilon = (235 / 355)^{0.5} = 0.81$   
 Skjærknekking er ikke aktuelt (EC3 §6.2.6.6)

**Bruddgrensetilstanden, Verifisering for bøyning, aksialkraft og skjær** (EN1993-1-1, §6.2.9)

**N.ed= -0.14kN (Strekk), Vz.ed= 12.39kNm, My.ed= 4.48kN**

$N_{pl,rd} = 0.00 \text{ kN}$ ,  $M_{pl,y,rd} = 82.97 \text{ kNm}$ ,  $V_{pl,z,rd} = 255.32 \text{ kN}$   
 $N_{ed} = 0 \text{ kN}$ , Ikke nødvendig å ta hensyn til virking av aksialkraft (EC3 §6.2.9.1 Lign.6.33, Lign.6.34, Lign.6.35)  
 $V_{ed} = 12.39 \text{ kN} \leq 0.50 \times 255.32 = 0.50 \times V_{pl,rd} = 127.66 \text{ kN}$   
 Ikke nødvendig å ta hensyn til virking av skjærkraft (EC3 §6.2.8.2)

$M_{y,ed} = 4.48 \text{ kNm} < 82.97 \text{ kNm} = M_{y,rd}$ , Kontroll godkjent

**Dimensjonering av Stål, Element 3, L= 7.265m, HE 140 B, Knekkapasitet**

**Vipping** (EN1993-1-1, §6.3.2)

Ideelle momentet for vipping (EC3 §6.3.2.2.2, EN1993:2002 TilleggC)

*Timoshenko, S.P, Gere, J.M, Theory of elastic stability, McGraw-Hill, 1961*

$M_{cr} = C_1 \cdot [\pi^2 E I_z / (k L)^2] \{ [(k z / k w)^2 (I_w / I_z) + (k L)^2 G I_t / (\pi^2 E I_z) + (C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j)^2]^{\wedge} 1/2 - (C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j) \}$

$G = E / (2(1+\nu)) = 210000 / (2(1+0.30)) = 80769 = 8.1 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$   
 $k \cdot L = 7265 \text{ mm}$ ,  $z_g = h/2 = 140/2 = 70 \text{ mm}$ ,  $z_j = 0 \text{ mm}$  (EN1993:2002 T.C.1)  
 $k_z = 1.0$ ,  $k_w = 1.0$ ,  $C_1 = 2.328$ ,  $C_2 = 1.030$ ,  $C_3 = -0.186$  (EN1993:2002 T.C.1)  
 $M_{cr} = [10^{-6} \cdot 2.328 \cdot \pi^2 \cdot 2.1 \times 10^4 \cdot 5 \cdot 5.497 \times 10^6 / 7265^2]$   
 $\times \{ [1.0 \times (22.479 \times 10^9 / 5.497 \times 10^6)$   
 $+ 7265^2 \times 8.1 \times 10^4 \cdot 0.201 \times 10^6 / (\pi^2 \cdot 2.1 \times 10^4 \cdot 5 \cdot 5.497 \times 10^6)$   
 $+ (1.030 \times 70)^2]^{0.5} - (1.030 \times 70) \} = 109.7 \text{ kNm}$   
 $\lambda, \lambda_t = (W_{pl,y} \cdot f_y / M_{cr})^{1/2} = \{ [10^{-6}] \cdot 245.40 \times 10^3 \cdot 355 / 109.7 \}^{1/2} = 0.891$  (EC3 Lign.6.56)  
 $h/b = 140/140 = 1.00 \leq 2.00$  Knekkurve: a  
 Imperfeksjonsfaktor:  $\alpha, \lambda_t = 0.21$ ,  $\lambda_t = 0.740$  (T.6.2, T.6.1, Fig.6.4)  
 $\Phi, \lambda_t = 0.5 [1 + \alpha, \lambda_t (-\lambda, \lambda_t - 0.2) + \lambda, \lambda_t^2] = 0.5 \times [1 + 0.21 \times (0.891 - 0.2) + 0.891^2] = 0.970$   
 $\chi, \lambda_t = 1 / [\Phi, \lambda_t + (\Phi, \lambda_t^2 - \lambda, \lambda_t^2)^{1/2}] = 1 / [0.970 + (0.970^2 - 0.891^2)^{1/2}] = 0.740 \leq 1$ ,  $\lambda_t = 0.740$   
 Reduksjonsfaktor  $\psi, \lambda_t = 1 / [\bar{\sigma}, \lambda_t + (\bar{\sigma}, \lambda_t^2 - \bar{\epsilon}, \lambda_t^2)^{1/2}]$ ,  $\psi, \lambda_t \leq 1.0$ ,  $\psi, \lambda_t = 0.740$  (Lign.6.56)  
 $M_{b,rd} = \chi, \lambda_t \cdot W_{pl,y} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0.740 \times [10^{-6}] \cdot 245.40 \times 10^3 \cdot 355 / 1.05 = 61.40 \text{ kNm}$  (EC3 Lign.6.55)  
 $M_{y,ed} = 25.39 \text{ kNm} < 61.40 \text{ kNm} = M_{b,rd}$ , Kontroll godkjent  
**Dimensjonering av Stål, Element 4, L= 3.174m, 100x100x3.6**

#### Klassifisering av tverrsnitt, Bøyning og trykk (EN1993-1-1, §5.5)

Maksimale og minimale spenninger i tverrsnitt  $\sigma = N_{ed} / A_{el} \pm M_{y,ed} / W_{el,y} \pm M_{z,ed} / W_{el,z}$   
 $\sigma = [10^{-3}] / 1370 \pm [10^{-6}] / 42.1 \times 10^3 \pm [10^{-6}] / 42.1 \times 10^3$   
 $\sigma_1 = 107 \text{ N/mm}^2$ ,  $\sigma_2 = -106 \text{ N/mm}^2$  (trykk har positivt fortegn)

#### Steg

$c = 100.0 - 3 \times 3.6 = 89.2 \text{ mm}$ ,  $t = 3.6 \text{ mm}$ ,  $c/t = 89.2/3.6 = 24.78$   
 $S_{355 W}$ ,  $t = 3.6 \leq 40 \text{ mm}$ ,  $f_y = 355 \text{ N/mm}^2$ ,  $\epsilon = (235/355)^{0.5} = 0.81$   
 Posisjon av nøytralaksel for kombinert Bøyning og trykk  
 $N_{ed} / (2 t_w \cdot f_y / \gamma_{M0}) = 231 / (2 \times 3.6 \times 355 / 1.05) = 0.1 \text{ mm}$   
 $\alpha = (89.2/2 + 0.1) / 89.2 = 0.501 > 0.5$   
 $c/t = 24.78 \leq 396 \times 0.81 / (13 \times 0.501 - 1) = 58.17$   
 Steget er i tverrsnittsklasse 1 (EN1993-1-1, Tab.5.2)

#### Flens

$c = 100.0 - 3 \times 3.6 = 89.2 \text{ mm}$ ,  $t = 3.6 \text{ mm}$ ,  $c/t = 89.2/3.6 = 24.78$   
 $S_{355 W}$ ,  $t = 3.6 \leq 40 \text{ mm}$ ,  $f_y = 355 \text{ N/mm}^2$ ,  $\epsilon = (235/355)^{0.5} = 0.81$   
 $c/t = 24.78 > 14 \epsilon = 14 \times 0.81 = 11.34$   
 Flensene er i tverrsnittsklasse 4 (EN1993-1-1, Tab.5.2)

**Tverrsnittsklasse er 4, Bøyning og trykk  $N_{c,ed} + M_{y,ed}$**

**Tverrsnittskapasitet** (EN1993-1-1 §6.2.3, §6.2.4, §6.2.6, §6.2.5)

Stekkraftkapasitet  $N_{rd,rd} = A \cdot f_y / \gamma_{M0} = [10^{-3}] \times 1370 \times 355 / 1.05 = 463.19 \text{ kN}$   
 Trykkraftkapasitet  $N_{rd,c} = A_{eff} \cdot f_y / \gamma_{M0} = [10^{-3}] \times 1370 \times 355 / 1.05 = 463.19 \text{ kN}$   
 Skjærkraftkapasitet  $V_{rd,z} = A_v (f_y / 3)^{1/2} / \gamma_{M0} = [10^{-3}] \times 685 \times (355 / 1.73) / 1.05 = 133.71 \text{ kN}$   
 Bøyningsmomentkapasitet  $M_{rd,y} = W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0} = [10^{-6}] \times 42.200 \times 10^3 \cdot 355 / 1.05 = 14.27 \text{ kNm}$   
**Dimensjonering av Stål, Element 4, [Spenn ], L= 3.174m, 100x100x3.6**

**Med = -2.46 kNm, Ved = 2.12 kN, Ned = 0.09 kN**

#### Effektive tverrsnittsverdier for tverrsnittsklasse 4 (EN1993-1-1, §6.2.2.5)

#### Steg

$\lambda_p = (b/t) / [28.40 \epsilon (K\sigma)^{1/2}]$  (EN1993-1-3, §5.5.2, Lign.5.5, Tabl.5.3)  
 $b = d = 89.2 \text{ mm}$ ,  $t = 3.6 \text{ mm}$ ,  $\epsilon = 0.81$ ,  $\psi = -1.00$ ,  $K\sigma = 23.90$ ,  $\lambda_p = 0.220$   
 $\lambda_p = 0.220 \leq 0.673$ ,  $\rho = 1.0$ ,  $heff = \rho \cdot d / 2 = 1.000 \times 45 = 44.6 \text{ mm}$

#### Flens

$\lambda_p = (b/t) / [28.40 \epsilon (K\sigma)^{1/2}]$  (EN1993-1-3, §5.5.2, Lign.5.5, Tabl.5.3)  
 $b = b = 89.2 \text{ mm}$ ,  $t = 3.6 \text{ mm}$ ,  $\epsilon = 0.81$ ,  $\psi = 1.00$ ,  $K\sigma = 4.00$ ,  $\lambda_p = 0.539$   
 $\lambda_p = 0.539 \leq 0.673$ ,  $\rho = 1.0$ ,  $heff = \rho \cdot b = 1.000 \times 89 = 89.2 \text{ mm}$

Effektivt areal  $A_{eff} = 1370 - 2 \times (44.6 - 44.6) \times 3.60 - 1 \times (89.2 - 89.2) \times 3.60 = 1370 \text{ mm}^2$   
 $e_{my} = 26.76 \times (1370 / 1370 - 1) + 1/2 (100.0 - 3.6) \times (1370 / 1370 - 1) = 0.00 \text{ mm}$ ,  $I_{y,eff} = 2.110 \times 10^6 \text{ mm}^4$   
 Effektive tverrsnittsmodul  $W_{y,eff} = 2.110 \times 10^6 / (100.0/2 + 0.00) = 42.200 \times 10^3 \text{ mm}^3$

**Bruddgrensetilstanden, Verifisering for bøyningsmoment  $y-y$**  (EN1993-1-1, §6.2.5)

**$M_{y,ed} = 2.46 \text{ kNm}$**

Bøyningsmomentkapasitet  $M_{c,y,rd} = W_{eff,y} \cdot f_y / \gamma_{M0} = [10^{-6}] \times 42.200 \times 10^3 \cdot 355 / 1.05 = 14.27 \text{ kNm}$   
 $M_{y,ed} = 2.46 \text{ kNm} < 14.27 \text{ kNm} = M_{c,y,rd}$ , Kontroll godkjent

**Bruddgrensetilstanden, Verifisering for skjær  $z$**  (EN1993-1-1, §6.2.6)

**$V_{z,ed} = 2.12 \text{ kNm}$**

$A_v = A \cdot h / (b+h) = 1370 \times 100.0 / (100.0 + 100.0) = 685 \text{ mm}^2$ ,  $A_v = 685 \text{ mm}^2$

Plastisk skjærkraftkapasitet  $V_{pl,z,rd} = A_v(f_y/3^{1/2})/\gamma_{M0} = [10^{-3}] \times 685 \times (355/1.73)/1.05 = 133.71 \text{ kN}$   
 $V_{z,ed} = 2.12 \text{ kN} < 133.71 \text{ kN} = V_{z,rd} = V_{pl,z,rd}$ , Kontroll godkjent  
 $hw/t_w = (100.0 - 2 \times 3.6)/3.6 = 92.8/3.6 = 25.78 < 72 \times 0.81/1.00 = 72 \epsilon/\eta = 58.32$  ( $\eta = 1.00$ )  
S 355 W,  $t = 3.6 < 40 \text{ mm}$ ,  $f_y = 355 \text{ N/mm}^2$ ,  $\epsilon = (235/355)^{0.5} = 0.81$   
Skjærknekking er ikke aktuelt (EC3 §6.2.6.6)

**Bruddgrensetilstanden, Verifisering for bøyning, aksialkraft og skjær** (EN1993-1-1, §6.2.9)

**N.ed= -0.09kN (Strekk), Vz.ed= 2.12kNm, My.ed= 2.46kN**

$N_{plrd} = 0.00 \text{ kNm}$ ,  $y_{rd} = 14.27 \text{ kNm}$ ,  $V_{pl,z,rd} = 133.71 \text{ kN}$

$N_{ed} = 0 \text{ kN}$ , Ikke nødvendig å ta hensyn til virking av aksialkraft (EC3 §6.2.9.1 Lign.6.33, Lign.6.34, Lign.6.35)

$V_{ed} = 2.12 \text{ kN} < 0.50 \times 133.71 = 0.50 \times V_{pl,rd} = 66.86 \text{ kN}$

Ikke nødvendig å ta hensyn til virking av skjærkraft (EC3 §6.2.8.2)

Maksimal og minimale spenninger i tverrsnitt  $\sigma = N_{ed}/A_{eff} \pm M_{y,ed}/W_{eff,y} \pm M_{z,ed}/W_{eff,z}$

$\sigma = [10^{-3}]0/0 \pm [10^{-6}]2/42.1 \times 10^3 \pm [10^{-6}]0/42.1 \times 10^3$

$\sigma_1 = 58 \text{ N/mm}^2$ ,  $\sigma_2 = -58 \text{ N/mm}^2$  (trykk har positivt fortegn)

$\sigma_{x,ed} = 58 < 355/1.05 = 338 = f_y/\gamma_{M0} \text{ N/mm}^2$ , Kontroll godkjent (EC3 Lign.6.43, Lign.6.44)

**Dimensjonering av Stål, Element 4, [Venstre ende ], L= 3.174m, 100x100x3.6**

**MedA= -4.48 kNm, VedA= 2.12 kN, NedA= 0.23 kN**

**Effektive tverrsnittsverdier for tverrsnittsklasse 4** (EN1993-1-1, §6.2.2.5)

Steg

$-\lambda_p = (b/t)/[28.40 \epsilon(K\sigma)^{1/2}]$  (EN1993-1-3, §5.5.2, Lign.5.5, Tabl.5.3)

$b = d = 89.2 \text{ mm}$ ,  $t = 3.6 \text{ mm}$ ,  $\epsilon = 0.81$ ,  $\psi = -1.00$ ,  $K\sigma = 23.90$ ,  $-\lambda_p = 0.220$

$-\lambda_p = 0.220 < 0.673$ ,  $\rho = 1.0$ ,  $heff = \rho \cdot d/2 = 1.000 \times 45 = 44.6 \text{ mm}$

Flens

$-\lambda_p = (b/t)/[28.40 \epsilon(K\sigma)^{1/2}]$  (EN1993-1-3, §5.5.2, Lign.5.5, Tabl.5.3)

$b = b = 89.2 \text{ mm}$ ,  $t = 3.6 \text{ mm}$ ,  $\epsilon = 0.81$ ,  $\psi = 1.00$ ,  $K\sigma = 4.00$ ,  $-\lambda_p = 0.539$

$-\lambda_p = 0.539 < 0.673$ ,  $\rho = 1.0$ ,  $b_{eff} = \rho \cdot b = 1.000 \times 89 = 89.2 \text{ mm}$

Effektivt areal  $A_{eff} = 1370 - 2 \times (44.6 - 44.6) \times 3.60 - 1 \times (89.2 - 89.2) \times 3.60 = 1370 \text{ mm}^2$

$e_{my} = 26.76 \times (1370/1370 - 1) + \frac{1}{2}(100.0 - 3.6) \times (1370/1370 - 1) = 0.00 \text{ mm}$ ,  $I_{y,eff} = 2.110 \times 10^6 \text{ mm}^4$

Effektive tverrsnittsmodule  $W_{y,eff} = 2.110 \times 10^6 / (100.0/2 + 0.00) = 42.200 \times 10^3 \text{ mm}^3$

**Bruddgrensetilstanden, Verifisering for bøyningmoment y-y** (EN1993-1-1, §6.2.5)

**My.ed= 4.48 kNm**

Bøyningsmomentkapasitet  $M_{cy,rd} = W_{eff,y} \cdot f_y / \gamma_{M0} = [10^{-6}] \times 42.200 \times 10^3 \times 355 / 1.05 = 14.27 \text{ kNm}$

$M_{y,ed} = 4.48 \text{ kNm} < 14.27 \text{ kNm} = M_{y,rd} = M_{ply,rd}$ , Kontroll godkjent

**Bruddgrensetilstanden, Verifisering for skjær z** (EN1993-1-1, §6.2.6)

**Vz.ed= 2.12 kNm**

$A_v = A \cdot h / (b + h) = 1370 \times 100.0 / (100.0 + 100.0) = 685 \text{ mm}^2$ ,  $A_v = 685 \text{ mm}^2$

Plastisk skjærkraftkapasitet  $V_{pl,z,rd} = A_v(f_y/3^{1/2})/\gamma_{M0} = [10^{-3}] \times 685 \times (355/1.73)/1.05 = 133.71 \text{ kN}$

$V_{z,ed} = 2.12 \text{ kN} < 133.71 \text{ kN} = V_{z,rd} = V_{pl,z,rd}$ , Kontroll godkjent

$hw/t_w = (100.0 - 2 \times 3.6)/3.6 = 92.8/3.6 = 25.78 < 72 \times 0.81/1.00 = 72 \epsilon/\eta = 58.32$  ( $\eta = 1.00$ )

S 355 W,  $t = 3.6 < 40 \text{ mm}$ ,  $f_y = 355 \text{ N/mm}^2$ ,  $\epsilon = (235/355)^{0.5} = 0.81$

Skjærknekking er ikke aktuelt (EC3 §6.2.6.6)

**Bruddgrensetilstanden, Verifisering for bøyning, aksialkraft og skjær** (EN1993-1-1, §6.2.9)

**N.ed= -0.23kN (Strekk), Vz.ed= 2.12kNm, My.ed= 4.48kN**

$N_{plrd} = 0.00 \text{ kNm}$ ,  $y_{rd} = 14.27 \text{ kNm}$ ,  $V_{pl,z,rd} = 133.71 \text{ kN}$

$N_{ed} = 0 \text{ kN}$ , Ikke nødvendig å ta hensyn til virking av aksialkraft (EC3 §6.2.9.1 Lign.6.33, Lign.6.34, Lign.6.35)

$V_{ed} = 2.12 \text{ kN} < 0.50 \times 133.71 = 0.50 \times V_{pl,rd} = 66.86 \text{ kN}$

Ikke nødvendig å ta hensyn til virking av skjærkraft (EC3 §6.2.8.2)

Maksimal og minimale spenninger i tverrsnitt  $\sigma = N_{ed}/A_{eff} \pm M_{y,ed}/W_{eff,y} \pm M_{z,ed}/W_{eff,z}$

$\sigma = [10^{-3}]0/0 \pm [10^{-6}]4/42.1 \times 10^3 \pm [10^{-6}]0/42.1 \times 10^3$

$\sigma_1 = 106 \text{ N/mm}^2$ ,  $\sigma_2 = -106 \text{ N/mm}^2$  (trykk har positivt fortegn)

$\sigma_{x,ed} = 106 < 355/1.05 = 338 = f_y/\gamma_{M0} \text{ N/mm}^2$ , Kontroll godkjent (EC3 Lign.6.43, Lign.6.44)

**Dimensjonering av Stål, Element 4, [Venstre ende ], L= 3.174m, 100x100x3.6**

**MedB= 2.24 kNm, VedB= 2.12 kN, NedB= -0.23 kN**

**Effektive tverrsnittsverdier for tverrsnittsklasse 4** (EN1993-1-1, §6.2.2.5)

Steg

$-\lambda_p = (b/t)/[28.40 \epsilon(K\sigma)^{1/2}]$  (EN1993-1-3, §5.5.2, Lign.5.5, Tabl.5.3)

$b = d = 89.2 \text{ mm}$ ,  $t = 3.6 \text{ mm}$ ,  $\epsilon = 0.81$ ,  $\psi = -1.00$ ,  $K\sigma = 23.90$ ,  $-\lambda_p = 0.220$

$-\lambda_p = 0.220 < 0.673$ ,  $\rho = 1.0$ ,  $heff = \rho \cdot d/2 = 1.000 \times 45 = 44.6 \text{ mm}$

Flens

$-\lambda_p = (b/t)/[28.40 \epsilon(K\sigma)^{1/2}]$  (EN1993-1-3, §5.5.2, Lign.5.5, Tabl.5.3)

$b=89.2\text{ mm}$ ,  $t=3.6\text{ mm}$ ,  $\varepsilon=0.81$ ,  $\psi=1.00$ ,  $K\sigma=4.00$ ,  $-\lambda\rho=0.539$   
 $-\lambda\rho=0.539 \leq 0.673$ ,  $\rho=1.0$ ,  $b_{eff}=\rho \cdot b=1.000 \times 89=89.2\text{ mm}$

Effektivt areal  $A_{eff}=1370-2x(44.6-44.6)x3.60-1x(89.2-89.2)x3.60=1370\text{ mm}^2$   
 $e_{y26.76x(1370/1370-1)} + \frac{1}{2}(100.0-3.6)x(1370/1370-1)=0.00\text{ mm}$ ,  $I_{y,eff}=2.110 \times 10^6\text{ mm}^4$   
Effektive tverrsnittsmoment  $W_{y,eff}=2.110 \times 10^6/(100.0/2+0.00)=42.200 \times 10^3\text{ mm}^3$

**Bruddgrensetilstanden, Verifisering for bøyningmoment y-y** (EN1993-1-1, §6.2.5)

**My,ed= 2.24 kNm**

Bøyningmomentkapasitet  $M_{cy,rd}=W_{eff} \cdot f_y/\gamma_{M0}=[10^{-6}] \times 42.200 \times 10^3 \times 355/1.05=14.27\text{ kNm}$

$M_{y,ed}=2.24\text{ kNm} < 14.27\text{ kNm} = M_{y,rd}=M_{pl,y,rd}$ , Kontroll godkjent

**Bruddgrensetilstanden, Verifisering for skjær z** (EN1993-1-1, §6.2.6)

**Vz.ed= 2.12 kNm**

$A_v=A \cdot h/(b+h)=1370 \times 100.0/(100.0+100.0)=685\text{ mm}^2$ ,  $A_v=685\text{ mm}^2$

Plastisk skjærkraftkapasitet  $V_{pl,z,rd}=A_v(f_y/3^{1/2})/\gamma_{M0}=[10^{-3}] \times 685 \times (355/1.73)/1.05=133.71\text{ kN}$

$V_{z,ed}=2.12\text{ kN} < 133.71\text{ kN} = V_{z,rd}=V_{pl,z,rd}$ , Kontroll godkjent

$h_w/t_w=(100.0-2 \times 3.6)/3.6=92.8/3.6=25.78 \leq 72 \times 0.81/1.00=72\varepsilon/\eta=58.32$  ( $\eta=1.00$ )

S 355 W,  $t=3.6 \leq 40\text{ mm}$ ,  $f_y=355\text{ N/mm}^2$ ,  $\varepsilon=(235/355)^{0.5}=0.81$

Skjærknækning er ikke aktuelt (EC3 §6.2.6.6)

**Bruddgrensetilstanden, Verifisering for bøyning, aksialkraft og skjær** (EN1993-1-1, §6.2.9)

**N.ed= 0.23kN (Trykk), Vz.ed= 2.12kNm, My.ed= 2.24kN**

$N_{pl,rd}=0.00\text{ kN}$ ,  $M_{y,rd}=14.27\text{ kNm}$ ,  $V_{pl,z,rd}=133.71\text{ kN}$

$N_{ed}=0\text{ kN}$ , Ikke nødvendig å ta hensyn til virkning av aksialkraft (EC3 §6.2.9.1 Lign.6.33, Lign.6.34, Lign.6.35)

$V_{ed}=2.12\text{ kN} \leq 0.50 \times 133.71=0.50 \times V_{pl,rd}=66.86\text{ kN}$

Ikke nødvendig å ta hensyn til virkning av skjærkraft (EC3 §6.2.8.2)

Maksimal og minimale spenninger i tverrsnitt  $\sigma=N_{ed}/A_{eff} \pm M_{y,ed}/W_{y,eff} \pm M_{z,ed}/W_{z,eff}$

$\sigma=[10^{-3}]/0 \pm [10^{-6}]/42.2 \times 10^3 \pm [10^{-6}]/42.2 \times 10^3$

$\sigma_1=53\text{ N/mm}^2$ ,  $\sigma_2=-53\text{ N/mm}^2$  (trykk har positivt fortegn)

$\sigma_{x,ed}=53 < 355/1.05=338=f_y/\gamma_{M0}\text{ N/mm}^2$ , Kontroll godkjent (EC3 Lign.6.43, Lign.6.44)

**Dimensjonering av Stål, Element 4, L= 3.174m, 100x100x3.6, Knekkkapasitet**

**Vipping** (EN1993-1-1, §6.3.2)

Ideelle momentet for vipping (EC3 §6.3.2.2.2, EN1993:2002 TilleggC)

*Timoshenko, S.P, Gere, J.M, Theory of elastic stability, McGraw-Hill, 1961*

$M_{cr}=C_1 \cdot [\pi^2 EI_z / (kL)^2] \{ [(kz/kw)^2 (I_w/I_z) + (kL)^2 GI_t / (\pi^2 EI_z) + (C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j)^2]^{1/2} - (C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j) \}$

$G=E/(2(1+\nu))=210000/(2(1+0.30))=80769=8.1 \times 10^4\text{ N/mm}^2$

$k \cdot L=3174\text{ mm}$ ,  $z_g=0\text{ mm}$ ,  $z_j=0\text{ mm}$  (EN1993:2002 T.C.1)

$kz=1.0$ ,  $kw=1.0$ ,  $C_1=2.591$ ,  $C_2=0.431$ ,  $C_3=0.000$  (EN1993:2002 T.C.1)

$M_{cr}=[10^{-6}] \times 2.591 \times [\pi^2 \times 2.1 \times 10^6 \times 2.110 \times 10^6 / 3174^2]$

$\times \{ [1.0 \times (0.000 \times 10^9 / 2.110 \times 10^6) +$

$+ 3174^2 \times 8.1 \times 10^4 \times 3.270 \times 10^6 / (\pi^2 \times 2.1 \times 10^6 \times 2.110 \times 10^6) ]^{0.5} \} = 877.3\text{ kNm}$

$-\lambda, l_t = (W_{eff} \cdot y \cdot f_y / M_{cr})^{1/2} = \{ [10^{-6}] \times 42.200 \times 10^3 \times 355 / 877.3 \}^{1/2} = 0.131$  (EC3 Lign.6.56)

$-\lambda, l_t \leq 0.40$ ,  $\chi, l_t = 1.00$  (EC3 §6.3.2.2.4)

$M_{b,rd}=\chi, l_t \cdot W_{eff} \cdot y \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1.000 \times [10^{-6}] \times 42.200 \times 10^3 \times 355 / 1.05 = 14.27\text{ kNm}$  (EC3 Lign.6.55)

$M_{y,ed}=4.48\text{ kNm} < 14.27\text{ kNm} = M_{b,rd}$ , Kontroll godkjent

**Dimensjonering av Stål, Element 6, L= 2.921m, 100x100x3.6**

**Klassifisering av tverrsnitt, Trykk Nc** (EN1993-1-1, §5.5)

**Steg**

$c=100.0-3 \times 3.6=89.2\text{ mm}$ ,  $t=3.6\text{ mm}$ ,  $c/t=89.2/3.6=24.78$

S 355 W,  $t=3.6 \leq 40\text{ mm}$ ,  $f_y=355\text{ N/mm}^2$ ,  $\varepsilon=(235/355)^{0.5}=0.81$

$c/t=24.78 \leq 33\varepsilon=33 \times 0.81=26.73$

Stegene er i tverrsnittsklasse 1 (EN1993-1-1, Tab. 5.2)

**Flens**

$c=100.0-3 \times 3.6=89.2\text{ mm}$ ,  $t=3.6\text{ mm}$ ,  $c/t=89.2/3.6=24.78$

S 355 W,  $t=3.6 \leq 40\text{ mm}$ ,  $f_y=355\text{ N/mm}^2$ ,  $\varepsilon=(235/355)^{0.5}=0.81$

$c/t=24.78 \leq 33\varepsilon=33 \times 0.81=26.73$

Flensene er i tverrsnittsklasse 1 (EN1993-1-1, Tab.5.2)

**Tverrsnittsklasse er 1, Trykk Nc,ed**

**Tverrsnittskapasitet** (EN1993-1-1 §6.2.3, §6.2.4, §6.2.6, §6.2.5)

Stekkraftkapasitet  $N_{rd,rd}=A \cdot f_y / \gamma_{M0}=[10^{-3}] \times 1370 \times 355 / 1.05=463.19\text{ kN}$

Trykkraftkapasitet  $N_{rd,c,rd}=A \cdot f_y / \gamma_{M0}=[10^{-3}] \times 1370 \times 355 / 1.05=463.19\text{ kN}$

Skjærkraftkapasitet  $V_{rd,z,rd}=A_v(f_y/3^{1/2})/\gamma_{M0}=[10^{-3}] \times 685 \times (355/1.73)/1.05=133.71\text{ kN}$

Bøyningmomentkapasitet  $M_{rd,y,rd}=W_{y,eff} \cdot f_y / \gamma_{M0}=[10^{-6}] \times 42.200 \times 10^3 \times 355 / 1.05=16.63\text{ kNm}$

**Dimensjonering av Stål, Element 7, L= 2.668m, 100x100x3.6**



### Klassifisering av tverrsnitt, Trykk Nc (EN1993-1-1, §5.5)

#### Steg

$c=100.0-3 \times 3.6=89.2$  mm,  $t=3.6$  mm,  $c/t=89.2/3.6=24.78$   
S 355 W,  $t=3.6 \leq 40$  mm,  $f_y=355$  N/mm<sup>2</sup>,  $\epsilon=(235/355)^{0.5}=0.81$   
 $c/t=24.78 \leq 33\epsilon=33 \times 0.81=26.73$   
Steget er i tverrsnittsklasse 1 (EN1993-1-1, Tab. 5.2)

#### Flens

$c=100.0-3 \times 3.6=89.2$  mm,  $t=3.6$  mm,  $c/t=89.2/3.6=24.78$   
S 355 W,  $t=3.6 \leq 40$  mm,  $f_y=355$  N/mm<sup>2</sup>,  $\epsilon=(235/355)^{0.5}=0.81$   
 $c/t=24.78 \leq 33\epsilon=33 \times 0.81=26.73$   
Flensene er i tverrsnittsklasse 1 (EN1993-1-1, Tab.5.2)

#### **Tverrsnittsklasse er 1, Trykk Nc,ed**

#### **Tverrsnittskapasitet** (EN1993-1-1 §6.2.3, §6.2.4, §6.2.6, §6.2.5)

Stekkraftkapasitet  $N_{rdt,rd}=A \cdot f_y / \gamma_{M0} = [10^{-3}] \times 1370 \times 355 / 1.05 = 463.19$  kN  
Trykkraftkapasitet  $N_{rdc,rd}=A \cdot f_y / \gamma_{M0} = [10^{-3}] \times 1370 \times 355 / 1.05 = 463.19$  kN  
Skjærkraftkapasitet  $V_{rdz,rd}=A_v (f_y / 3^{0.5}) / \gamma_{M0} = [10^{-3}] \times 685 \times (355 / 1.73) / 1.05 = 133.71$  kN  
Bøyningsmomentkapasitet  $M_{rdy,rd}=W_{ely} \cdot f_y / \gamma_{M0} = [10^{-6}] \times 49.200 \times 10^3 \times 355 / 1.05 = 16.63$  kNm

#### **Dimensjonering av Stål, Element 8, L= 2.542m, 200x200x6.3**

### Klassifisering av tverrsnitt, Bøyning og trykk (EN1993-1-1, §5.5)

Maksimale og minimale spenninger i tverrsnitt  $\sigma = N_{ed} / A_{el} \pm M_{y,ed} / W_{el,y} \pm M_{z,ed} / W_{el,z}$   
 $\sigma = [10^{-3}] / 4780 \pm [10^{-6}] / 296.0 \times 10^3 \pm [10^{-6}] / 296.0 \times 10^3$   
 $\sigma_1 = 3$  N/mm<sup>2</sup>,  $\sigma_2 = -3$  N/mm<sup>2</sup> (trykk har positivt fortegn)

#### Steg

$c=200.0-3 \times 6.3=181.1$  mm,  $t=6.3$  mm,  $c/t=181.1/6.3=28.75$   
S 355 W,  $t=6.3 \leq 40$  mm,  $f_y=355$  N/mm<sup>2</sup>,  $\epsilon=(235/355)^{0.5}=0.81$   
Posisjon av nøytralaksel for kombinert Bøyning og trykk  
 $N_{ed} / (2t_w \cdot f_y / \gamma_{M0}) = 643 / (2 \times 6.3 \times 355 / 1.05) = 0.2$  mm  
 $\alpha = (181.1/2 + 0.2) / 181.1 = 0.501 > 0.5$   
 $c/t=28.75 \leq 396 \times 0.81 / (13 \times 0.501 - 1) = 58.21$   
Steget er i tverrsnittsklasse 1 (EN1993-1-1, Tab.5.2)

#### Flens

$c=200.0-3 \times 6.3=181.1$  mm,  $t=6.3$  mm,  $c/t=181.1/6.3=28.75$   
S 355 W,  $t=6.3 \leq 40$  mm,  $f_y=355$  N/mm<sup>2</sup>,  $\epsilon=(235/355)^{0.5}=0.81$   
 $c/t=28.75 > 14\epsilon=14 \times 0.81=11.34$   
Flensene er i tverrsnittsklasse 4 (EN1993-1-1, Tab.5.2)

#### **Tverrsnittsklasse er 4, Bøyning og trykk Nc,ed + My,ed**

#### **Tverrsnittskapasitet** (EN1993-1-1 §6.2.3, §6.2.4, §6.2.6, §6.2.5)

Stekkraftkapasitet  $N_{rdt,rd}=A \cdot f_y / \gamma_{M0} = [10^{-3}] \times 4780 \times 355 / 1.05 = 1616.10$  kN  
Trykkraftkapasitet  $N_{rdc,rd}=A_{eff} \cdot f_y / \gamma_{M0} = [10^{-3}] \times 4780 \times 355 / 1.05 = 1616.10$  kN  
Skjærkraftkapasitet  $V_{rdz,rd}=A_v (f_y / 3^{0.5}) / \gamma_{M0} = [10^{-3}] \times 2390 \times (355 / 1.73) / 1.05 = 466.53$  kN  
Bøyningsmomentkapasitet  $M_{rdy,rd}=W_{ely} \cdot f_y / \gamma_{M0} = [10^{-6}] \times 295.60 \times 10^3 \times 355 / 1.05 = 99.94$  kNm

#### **Dimensjonering av Stål, Element 9, L= 2.668m, 100x100x3.6**

### Klassifisering av tverrsnitt, Trykk Nc (EN1993-1-1, §5.5)

#### Steg

$c=100.0-3 \times 3.6=89.2$  mm,  $t=3.6$  mm,  $c/t=89.2/3.6=24.78$   
S 355 W,  $t=3.6 \leq 40$  mm,  $f_y=355$  N/mm<sup>2</sup>,  $\epsilon=(235/355)^{0.5}=0.81$   
 $c/t=24.78 \leq 33\epsilon=33 \times 0.81=26.73$   
Steget er i tverrsnittsklasse 1 (EN1993-1-1, Tab. 5.2)

#### Flens

$c=100.0-3 \times 3.6=89.2$  mm,  $t=3.6$  mm,  $c/t=89.2/3.6=24.78$   
S 355 W,  $t=3.6 \leq 40$  mm,  $f_y=355$  N/mm<sup>2</sup>,  $\epsilon=(235/355)^{0.5}=0.81$   
 $c/t=24.78 \leq 33\epsilon=33 \times 0.81=26.73$   
Flensene er i tverrsnittsklasse 1 (EN1993-1-1, Tab.5.2)

#### **Tverrsnittsklasse er 1, Trykk Nc,ed**

#### **Tverrsnittskapasitet** (EN1993-1-1 §6.2.3, §6.2.4, §6.2.6, §6.2.5)

Stekkraftkapasitet  $N_{rdt,rd}=A \cdot f_y / \gamma_{M0} = [10^{-3}] \times 1370 \times 355 / 1.05 = 463.19$  kN  
Trykkraftkapasitet  $N_{rdc,rd}=A \cdot f_y / \gamma_{M0} = [10^{-3}] \times 1370 \times 355 / 1.05 = 463.19$  kN  
Skjærkraftkapasitet  $V_{rdz,rd}=A_v (f_y / 3^{0.5}) / \gamma_{M0} = [10^{-3}] \times 685 \times (355 / 1.73) / 1.05 = 133.71$  kN

Bøyningsmomentkapasitet  $M_{rd,y} = W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0} = [10^{-6}] \times 49.200 \times 10^3 \times 355 / 1.05 = 16.63 \text{ kNm}$   
**Dimensjonering av Stål, Element 10 , L= 2.921m, 100x100x3.6**

**Klassifisering av tverrsnitt, Trykk Nc** (EN1993-1-1, §5.5)

Steg

$c = 100.0 - 3 \times 3.6 = 89.2 \text{ mm}$ ,  $t = 3.6 \text{ mm}$ ,  $c/t = 89.2/3.6 = 24.78$   
S 355 W ,  $t = 3.6 \leq 40 \text{ mm}$ ,  $f_y = 355 \text{ N/mm}^2$ ,  $\epsilon = (235/355)^{0.5} = 0.81$   
 $c/t = 24.78 \leq 33\epsilon = 33 \times 0.81 = 26.73$

Steket er i tverrsnittsklasse 1 (EN1993-1-1, Tab. 5.2)

Flens

$c = 100.0 - 3 \times 3.6 = 89.2 \text{ mm}$ ,  $t = 3.6 \text{ mm}$ ,  $c/t = 89.2/3.6 = 24.78$   
S 355 W ,  $t = 3.6 \leq 40 \text{ mm}$ ,  $f_y = 355 \text{ N/mm}^2$ ,  $\epsilon = (235/355)^{0.5} = 0.81$   
 $c/t = 24.78 \leq 33\epsilon = 33 \times 0.81 = 26.73$

Flensene er i tverrsnittsklasse 1 (EN1993-1-1, Tab.5.2)

**Tverrsnittsklasse er 1, Trykk Nc,ed**

**Tverrsnittskapasitet** (EN1993-1-1 §6.2.3, §6.2.4, §6.2.6, §6.2.5)

Stekkraftkapasitet  $N_{rd,t} = A \cdot f_y / \gamma_{M0} = [10^{-3}] \times 1370 \times 355 / 1.05 = 463.19 \text{ kN}$

Trykkraftkapasitet  $N_{rd,c} = A \cdot f_y / \gamma_{M0} = [10^{-3}] \times 1370 \times 355 / 1.05 = 463.19 \text{ kN}$

Skjærkraftkapasitet  $V_{rd,z} = A_v (f_y / 3)^{0.5} / \gamma_{M0} = [10^{-3}] \times 685 \times (355 / 1.73) / 1.05 = 133.71 \text{ kN}$

Bøyningsmomentkapasitet  $M_{rd,y} = W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0} = [10^{-6}] \times 49.200 \times 10^3 \times 355 / 1.05 = 16.63 \text{ kNm}$

**Dimensjonering av Stål, Element 11 , L= 4.296m, 100x100x3.6**

**Klassifisering av tverrsnitt, Bøyning og trykk** (EN1993-1-1, §5.5)

Maksimale og minimale spenninger i tverrsnitt  $\sigma = N_{ed} / A_{el} \pm M_{y,ed} / W_{el,y} \pm M_{z,ed} / W_{el,z}$

$\sigma = [10^{-3}] / 1370 \pm [10^{-6}] / 42.1 \times 10^3 \pm [10^{-6}] / 42.1 \times 10^3$

$\sigma_1 = 63 \text{ N/mm}^2$ ,  $\sigma_2 = -63 \text{ N/mm}^2$  (trykk har positivt fortegn)

Steg

$c = 100.0 - 3 \times 3.6 = 89.2 \text{ mm}$ ,  $t = 3.6 \text{ mm}$ ,  $c/t = 89.2/3.6 = 24.78$   
S 355 W ,  $t = 3.6 \leq 40 \text{ mm}$ ,  $f_y = 355 \text{ N/mm}^2$ ,  $\epsilon = (235/355)^{0.5} = 0.81$

Posisjon av nøytralaksel for kombinert Bøyning og trykk

$N_{ed} / (2t \cdot f_y / \gamma_{M0}) = 231 / (2 \times 3.6 \times 355 / 1.05) = 0.1 \text{ mm}$

$\alpha = (89.2/2 + 0.1) / 89.2 = 0.501 > 0.5$

$c/t = 24.78 \leq 396 \times 0.81 / (13 \times 0.501 - 1) = 58.17$

Steket er i tverrsnittsklasse 1 (EN1993-1-1, Tab.5.2)

Flens

$c = 100.0 - 3 \times 3.6 = 89.2 \text{ mm}$ ,  $t = 3.6 \text{ mm}$ ,  $c/t = 89.2/3.6 = 24.78$   
S 355 W ,  $t = 3.6 \leq 40 \text{ mm}$ ,  $f_y = 355 \text{ N/mm}^2$ ,  $\epsilon = (235/355)^{0.5} = 0.81$

$c/t = 24.78 > 14\epsilon = 14 \times 0.81 = 11.34$

Flensene er i tverrsnittsklasse 4 (EN1993-1-1, Tab.5.2)

**Tverrsnittsklasse er 4, Bøyning og trykk Nc,ed + My,ed**

**Tverrsnittskapasitet** (EN1993-1-1 §6.2.3, §6.2.4, §6.2.6, §6.2.5)

Stekkraftkapasitet  $N_{rd,t} = A \cdot f_y / \gamma_{M0} = [10^{-3}] \times 1370 \times 355 / 1.05 = 463.19 \text{ kN}$

Trykkraftkapasitet  $N_{rd,c} = A_{eff} \cdot f_y / \gamma_{M0} = [10^{-3}] \times 1370 \times 355 / 1.05 = 463.19 \text{ kN}$

Skjærkraftkapasitet  $V_{rd,z} = A_v (f_y / 3)^{0.5} / \gamma_{M0} = [10^{-3}] \times 685 \times (355 / 1.73) / 1.05 = 133.71 \text{ kN}$

Bøyningsmomentkapasitet  $M_{rd,y} = W_{el,y} \cdot f_y / \gamma_{M0} = [10^{-6}] \times 42.200 \times 10^3 \times 355 / 1.05 = 14.27 \text{ kNm}$

**Dimensjonering av Stål, Element 11, [Spenn ], L= 4.296m, 100x100x3.6**

**Med = 1.58 kNm, Ved = 0.90 kN, Ned = 0.09 kN**

**Effektive tverrsnittsverdier for tverrsnittsklasse 4** (EN1993-1-1, §6.2.2.5)

Steg

$-\lambda_p = (b/t) / [28.40 \epsilon (K\sigma)^{0.5}]$  (EN1993-1-3, §5.5.2, Lign.5.5, Tabl.5.3)

$b = d = 89.2 \text{ mm}$ ,  $t = 3.6 \text{ mm}$ ,  $\epsilon = 0.81$ ,  $\psi = -1.00$ ,  $K\sigma = 23.90$ ,  $-\lambda_p = 0.220$

$-\lambda_p = 0.220 \leq 0.673$ ,  $\rho = 1.0$ ,  $heff = \rho \cdot d / 2 = 1.000 \times 45 = 44.6 \text{ mm}$

Flens

$-\lambda_p = (b/t) / [28.40 \epsilon (K\sigma)^{0.5}]$  (EN1993-1-3, §5.5.2, Lign.5.5, Tabl.5.3)

$b = b = 89.2 \text{ mm}$ ,  $t = 3.6 \text{ mm}$ ,  $\epsilon = 0.81$ ,  $\psi = 1.00$ ,  $K\sigma = 4.00$ ,  $-\lambda_p = 0.539$

$-\lambda_p = 0.539 \leq 0.673$ ,  $\rho = 1.0$ ,  $beff = \rho \cdot b = 1.000 \times 89 = 89.2 \text{ mm}$

Effektivt areal  $A_{eff} = 1370 - 2 \times (44.6 - 44.6) \times 3.60 - 1 \times (89.2 - 89.2) \times 3.60 = 1370 \text{ mm}^2$

$e_{my} = 26.76 \times (1370 / 1370 - 1) + \frac{1}{2} (100.0 - 3.6) \times (1370 / 1370 - 1) = 0.00 \text{ mm}$ ,  $I_{y,eff} = 2.110 \times 10^6 \text{ mm}^4$

Effektive tverrsnittsmodul  $W_{y,eff} = 2.110 \times 10^6 / (100.0 / 2 + 0.00) = 42.200 \times 10^3 \text{ mm}^3$

**Bruddgrensetilstanden, Verifisering for bøyningmoment y-y** (EN1993-1-1, §6.2.5)

**My.ed= 1.58 kNm**

Bøyningmomentkapasitet  $M_{cy,rd} = W_{effy} \cdot f_y / \gamma_{M0} = [10^{-6}] \times 42.200 \times 10^3 \times 355 / 1.05 = 14.27 \text{ kNm}$

$M_{y,ed} = 1.58 \text{ kNm} < 14.27 \text{ kNm} = M_{y,rd} = M_{ply,rd}$ , Kontroll godkjent

**Bruddgrensetilstanden, Verifisering for skjær z** (EN1993-1-1, §6.2.6)

**Vz.ed= 0.90 kNm**

$A_v = A \cdot h / (b+h) = 1370 \times 100.0 / (100.0 + 100.0) = 685 \text{ mm}^2$ ,  $A_v = 685 \text{ mm}^2$

Plastisk skjærkraftkapasitet  $V_{pl,z,rd} = A_v (f_y / 3^{0.5}) / \gamma_{M0} = [10^{-3}] \times 685 \times (355 / 1.73) / 1.05 = 133.71 \text{ kN}$

$V_{z,ed} = 0.90 \text{ kN} < 133.71 \text{ kN} = V_{z,rd} = V_{pl,z,rd}$ , Kontroll godkjent

$h_w / t_w = (100.0 - 2 \times 3.6) / 3.6 = 92.8 / 3.6 = 25.78 < 72 \times 0.81 / 1.00 = 72 \epsilon / \eta = 58.32$  ( $\eta = 1.00$ )

S 355 W,  $t = 3.6 < 40 \text{ mm}$ ,  $f_y = 355 \text{ N/mm}^2$ ,  $\epsilon = (235 / 355)^{0.5} = 0.81$

Skjærknækking er ikke aktuelt (EC3 §6.2.6.6)

**Bruddgrensetilstanden, Verifisering for bøyning, aksialkraft og skjær** (EN1993-1-1, §6.2.9)

**N.ed= -0.09kN (Strekk), Vz.ed= 0.90kNm, My.ed= 1.58kN**

$N_{plrd} = 0.00 \text{ kNm}$ ,  $M_{y,rd} = 14.27 \text{ kNm}$ ,  $V_{pl,z,rd} = 133.71 \text{ kN}$

$N_{ed} = 0 \text{ kN}$ , Ikke nødvendig å ta hensyn til virking av aksialkraft (EC3 §6.2.9.1 Lign.6.33, Lign.6.34, Lign.6.35)

$V_{ed} = 0.90 \text{ kN} < 0.50 \times 133.71 = 0.50 \times V_{pl,rd} = 66.86 \text{ kN}$

Ikke nødvendig å ta hensyn til virking av skjærkraft (EC3 §6.2.8.2)

Maksimal og minimale spenninger i tverrsnitt  $\sigma = N_{ed} / A_{eff} \pm M_{y,ed} / W_{eff,y} \pm M_{z,ed} / W_{eff,z}$

$\sigma = [10^{-3}] 0 / 0 \pm [10^{-6}] 2 / 42.1 \times 10^3 \pm [10^{-6}] 0 / 42.1 \times 10^3$

$\sigma_1 = 38 \text{ N/mm}^2$ ,  $\sigma_2 = -38 \text{ N/mm}^2$  (trykk har positivt fortegn)

$\sigma_{x,ed} = 38 < 355 / 1.05 = 338 = f_y / \gamma_{M0} \text{ N/mm}^2$ , Kontroll godkjent (EC3 Lign.6.43, Lign.6.44)

**Dimensjonering av Stål, Element 11, [Venstre ende ], L= 4.296m, 100x100x3.6**

**MedA= 2.66 kNm, VedA= 0.77 kN, NedA= 0.23 kN**

**Effektive tverrsnittsverdier for tverrsnittsklasse 4** (EN1993-1-1, §6.2.2.5)

Steg

$\lambda_p = (b/t) / [28.40 \epsilon (K\sigma)^{0.5}]$  (EN1993-1-3, §5.5.2, Lign.5.5, Tabl.5.3)

$b = d = 89.2 \text{ mm}$ ,  $t = 3.6 \text{ mm}$ ,  $\epsilon = 0.81$ ,  $\psi = -1.00$ ,  $K\sigma = 23.90$ ,  $\lambda_p = 0.220$

$\lambda_p = 0.220 < 0.673$ ,  $\rho = 1.0$ ,  $heff = \rho \cdot d / 2 = 1.000 \times 45 = 44.6 \text{ mm}$

Flens

$\lambda_p = (b/t) / [28.40 \epsilon (K\sigma)^{0.5}]$  (EN1993-1-3, §5.5.2, Lign.5.5, Tabl.5.3)

$b = b = 89.2 \text{ mm}$ ,  $t = 3.6 \text{ mm}$ ,  $\epsilon = 0.81$ ,  $\psi = 1.00$ ,  $K\sigma = 4.00$ ,  $\lambda_p = 0.539$

$\lambda_p = 0.539 < 0.673$ ,  $\rho = 1.0$ ,  $beff = \rho \cdot b = 1.000 \times 89 = 89.2 \text{ mm}$

Effektivt areal  $A_{eff} = 1370 - 2 \times (44.6 - 44.6) \times 3.60 - 1 \times (89.2 - 89.2) \times 3.60 = 1370 \text{ mm}^2$

$e_{my} = 26.76 \times (1370 / 1370 - 1) + \frac{1}{2} (100.0 - 3.6) \times (1370 / 1370 - 1) = 0.00 \text{ mm}$ ,  $I_{y,eff} = 2.110 \times 10^6 \text{ mm}^4$

Effektive tverrsnittsmodul  $W_{y,eff} = 2.110 \times 10^6 / (100.0 / 2 + 0.00) = 42.200 \times 10^3 \text{ mm}^3$

**Bruddgrensetilstanden, Verifisering for bøyningmoment y-y** (EN1993-1-1, §6.2.5)

**My.ed= 2.66 kNm**

Bøyningmomentkapasitet  $M_{cy,rd} = W_{effy} \cdot f_y / \gamma_{M0} = [10^{-6}] \times 42.200 \times 10^3 \times 355 / 1.05 = 14.27 \text{ kNm}$

$M_{y,ed} = 2.66 \text{ kNm} < 14.27 \text{ kNm} = M_{y,rd} = M_{ply,rd}$ , Kontroll godkjent

**Bruddgrensetilstanden, Verifisering for skjær z** (EN1993-1-1, §6.2.6)

**Vz.ed= 0.77 kNm**

$A_v = A \cdot h / (b+h) = 1370 \times 100.0 / (100.0 + 100.0) = 685 \text{ mm}^2$ ,  $A_v = 685 \text{ mm}^2$

Plastisk skjærkraftkapasitet  $V_{pl,z,rd} = A_v (f_y / 3^{0.5}) / \gamma_{M0} = [10^{-3}] \times 685 \times (355 / 1.73) / 1.05 = 133.71 \text{ kN}$

$V_{z,ed} = 0.77 \text{ kN} < 133.71 \text{ kN} = V_{z,rd} = V_{pl,z,rd}$ , Kontroll godkjent

$h_w / t_w = (100.0 - 2 \times 3.6) / 3.6 = 92.8 / 3.6 = 25.78 < 72 \times 0.81 / 1.00 = 72 \epsilon / \eta = 58.32$  ( $\eta = 1.00$ )

S 355 W,  $t = 3.6 < 40 \text{ mm}$ ,  $f_y = 355 \text{ N/mm}^2$ ,  $\epsilon = (235 / 355)^{0.5} = 0.81$

Skjærknækking er ikke aktuelt (EC3 §6.2.6.6)

**Bruddgrensetilstanden, Verifisering for bøyning, aksialkraft og skjær** (EN1993-1-1, §6.2.9)

**N.ed= -0.23kN (Strekk), Vz.ed= 0.77kNm, My.ed= 2.66kN**

$N_{plrd} = 0.00 \text{ kNm}$ ,  $M_{y,rd} = 14.27 \text{ kNm}$ ,  $V_{pl,z,rd} = 133.71 \text{ kN}$

$N_{ed} = 0 \text{ kN}$ , Ikke nødvendig å ta hensyn til virking av aksialkraft (EC3 §6.2.9.1 Lign.6.33, Lign.6.34, Lign.6.35)

$V_{ed} = 0.77 \text{ kN} < 0.50 \times 133.71 = 0.50 \times V_{pl,rd} = 66.86 \text{ kN}$

Ikke nødvendig å ta hensyn til virking av skjærkraft (EC3 §6.2.8.2)

Maksimal og minimale spenninger i tverrsnitt  $\sigma = N_{ed} / A_{eff} \pm M_{y,ed} / W_{eff,y} \pm M_{z,ed} / W_{eff,z}$

$\sigma = [10^{-3}] 0 / 0 \pm [10^{-6}] 3 / 42.1 \times 10^3 \pm [10^{-6}] 0 / 42.1 \times 10^3$

$\sigma_1 = 63 \text{ N/mm}^2$ ,  $\sigma_2 = -63 \text{ N/mm}^2$  (trykk har positivt fortegn)

$\sigma_{x,ed} = 63 < 355 / 1.05 = 338 = f_y / \gamma_{M0} \text{ N/mm}^2$ , Kontroll godkjent (EC3 Lign.6.43, Lign.6.44)

**Dimensjonering av Stål, Element 11, [Venstre ende ], L= 4.296m, 100x100x3.6**

**MedB= -1.56 kNm, VedB= 1.19 kN, NedB= -0.23 kN**

**Effektive tverrsnittsverdier for tverrsnittsklasse 4** (EN1993-1-1, §6.2.2.5)

### Steg

$\lambda_p = (b/t) / [28.40 \varepsilon (K\sigma)^{1/2}]$  (EN1993-1-3, §5.5.2, Lign.5.5, Tabl.5.3)

$b = d = 89.2 \text{ mm}$ ,  $t = 3.6 \text{ mm}$ ,  $\varepsilon = 0.81$ ,  $\psi = -1.00$ ,  $K\sigma = 23.90$ ,  $\lambda_p = 0.220$

$\lambda_p = 0.220 < 0.673$ ,  $\rho = 1.0$ ,  $\text{heff} = \rho \cdot d / 2 = 1.000 \times 45 = 44.6 \text{ mm}$

### Flens

$\lambda_p = (b/t) / [28.40 \varepsilon (K\sigma)^{1/2}]$  (EN1993-1-3, §5.5.2, Lign.5.5, Tabl.5.3)

$b = 89.2 \text{ mm}$ ,  $t = 3.6 \text{ mm}$ ,  $\varepsilon = 0.81$ ,  $\psi = 1.00$ ,  $K\sigma = 4.00$ ,  $\lambda_p = 0.539$

$\lambda_p = 0.539 < 0.673$ ,  $\rho = 1.0$ ,  $\text{beff} = \rho \cdot b = 1.000 \times 89 = 89.2 \text{ mm}$

Effektivt areal  $A_{\text{eff}} = 1370 - 2 \times (44.6 - 44.6) \times 3.60 - 1 \times (89.2 - 89.2) \times 3.60 = 1370 \text{ mm}^2$

$e_{\text{my}} = 26.76 \times (1370 / 1370 - 1) + 1/2 (100.0 - 3.6) \times (1370 / 1370 - 1) = 0.00 \text{ mm}$ ,  $I_{y,\text{eff}} = 2.110 \times 10^6 \text{ mm}^4$

Effektive tverrsnittsmodul  $W_{y,\text{eff}} = 2.110 \times 10^6 / (100.0 / 2 + 0.00) = 42.200 \times 10^3 \text{ mm}^3$

**Bruddgrensetilstanden, Verifisering for bøyningmoment y-y** (EN1993-1-1, §6.2.5)

**My,ed = 1.56 kNm**

Bøyningmomentkapasitet  $M_{cy,rd} = W_{\text{eff}} \cdot f_y / \gamma_{M0} = [10^{-6}] \times 42.200 \times 10^3 \times 355 / 1.05 = 14.27 \text{ kNm}$

$M_{y,ed} = 1.56 \text{ kNm} < 14.27 \text{ kNm} = M_{y,rd} = M_{\text{ply},rd}$ , Kontroll godkjent

**Bruddgrensetilstanden, Verifisering for skjær z** (EN1993-1-1, §6.2.6)

**Vz,ed = 1.19 kNm**

$A_v = A \cdot h / (b + h) = 1370 \times 100.0 / (100.0 + 100.0) = 685 \text{ mm}^2$ ,  $A_v = 685 \text{ mm}^2$

Plastisk skjærkraftkapasitet  $V_{pl,z,rd} = A_v (f_y / 3)^{1/2} / \gamma_{M0} = [10^{-3}] \times 685 \times (355 / 1.73) / 1.05 = 133.71 \text{ kN}$

$V_{z,ed} = 1.19 \text{ kN} < 133.71 \text{ kN} = V_{z,rd} = V_{\text{pl},z,rd}$ , Kontroll godkjent

$h_w / t_w = (100.0 - 2 \times 3.6) / 3.6 = 92.8 / 3.6 = 25.78 < 72 \times 0.81 / 1.00 = 72 \varepsilon / \eta = 58.32$  ( $\eta = 1.00$ )

S 355 W,  $t = 3.6 < 40 \text{ mm}$ ,  $f_y = 355 \text{ N/mm}^2$ ,  $\varepsilon = (235 / 355)^{0.5} = 0.81$

Skjærknækning er ikke aktuelt (EC3 §6.2.6.6)

**Bruddgrensetilstanden, Verifisering for bøyning, aksialkraft og skjær** (EN1993-1-1, §6.2.9)

**N,ed = 0.23 kN (Trykk), Vz,ed = 1.19 kNm, My,ed = 1.56 kN**

$N_{\text{plrd}} = 0.00 \text{ kNm}$ ,  $y_{,rd} = 14.27 \text{ kNm}$ ,  $V_{\text{pl},z,rd} = 133.71 \text{ kN}$

$N_{\text{ed}} = 0 \text{ kN}$ , Ikke nødvendig å ta hensyn til virkning av aksialkraft (EC3 §6.2.9.1 Lign.6.33, Lign.6.34, Lign.6.35)

$V_{\text{ed}} = 1.19 \text{ kN} < 0.50 \times 133.71 = 0.50 \times V_{\text{pl},rd} = 66.86 \text{ kN}$

Ikke nødvendig å ta hensyn til virkning av skjærkraft (EC3 §6.2.8.2)

Maksimal og minimale spenninger i tverrsnitt  $\sigma = N_{\text{ed}} / A_{\text{eff}} \pm M_{\text{y,ed}} / W_{\text{eff},y} \pm M_{\text{z,ed}} / W_{\text{eff},z}$

$\sigma = [10^{-3}] / 0 \pm [10^{-6}] / 2 / 42.1 \times 10^3 \pm [10^{-6}] / 0 / 42.1 \times 10^3$

$\sigma_1 = 37 \text{ N/mm}^2$ ,  $\sigma_2 = -37 \text{ N/mm}^2$  (trykk har positivt fortegn)

$\sigma_{x,\text{ed}} = 37 < 355 / 1.05 = 338 = f_y / \gamma_{M0} \text{ N/mm}^2$ , Kontroll godkjent (EC3 Lign.6.43, Lign.6.44)

**Dimensjonering av Stål, Element 11, L = 4.296 m, 100x100x3.6, Knekkapasitet**

### Vipping (EN1993-1-1, §6.3.2)

Ideelle momentet for vipping (EC3 §6.3.2.2.2, EN1993:2002 Tillegg C)

*Timoshenko, S.P., Gere, J.M., Theory of elastic stability, McGraw-Hill, 1961*

$M_{\text{cr}} = C_1 \cdot [\pi^2 E I_z / (kL)^2] \{ [(kz/kw)^2 (I_w / I_z) + (kL)^2 G I_t / (\pi^2 E I_z) + (C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j)^2]^{1/2} - (C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j) \}$

$G = E / (2(1 + \nu)) = 210000 / (2(1 + 0.30)) = 80769 = 8.1 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$

$k \cdot L = 2921 \text{ mm}$ ,  $z_g = 0 \text{ mm}$ ,  $z_j = 0 \text{ mm}$  (EN1993:2002 T.C.1)

$kz = 1.0$ ,  $kw = 1.0$ ,  $C_1 = 2.680$ ,  $C_2 = 0.431$ ,  $C_3 = 0.000$  (EN1993:2002 T.C.1)

$M_{\text{cr}} = [10^{-6}] \cdot 2.680 \times [\pi^2 \times 2.1 \times 10^5 \times 2.110 \times 10^6 / 2921^2]$

$\times \{ [1.0 \times (0.000 \times 10^9 / 2.110 \times 10^6)]$

$+ 2921^2 \times 8.1 \times 10^4 \times 3.270 \times 10^6 / (\pi^2 \times 2.1 \times 10^5 \times 2.110 \times 10^6) \}^{0.5} = 986.1 \text{ kNm}$

$\lambda_{\text{it}} = (W_{\text{eff},y} \cdot f_y / M_{\text{cr}})^{1/2} = \{ [10^{-6}] \times 42.200 \times 10^3 \times 355 / 986.1 \}^{1/2} = 0.123$  (EC3 Lign.6.56)

$\lambda_{\text{it}} < 0.40$ ,  $\chi_{\text{it}} = 1.00$  (EC3 §6.3.2.2.4)

$M_{b,rd} = \chi_{\text{it}} \cdot W_{\text{eff},y} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1.000 \times [10^{-6}] \times 42.200 \times 10^3 \times 355 / 1.05 = 14.27 \text{ kNm}$  (EC3 Lign.6.55)

$M_{y,ed} = 2.66 \text{ kNm} < 14.27 \text{ kNm} = M_{b,rd}$ , Kontroll godkjent

## Takbjelker

### 1-Elementmetoden modell (FEM)

#### Knutepunkter

Kn.P.	x [m]	y [m]
1	0.000	0.000
2	5.800	0.000

#### Opplager

Kn.P.	Type	ux [mm]	uy [mm]	ur [rad]
1	Fritt opplegg			
2	Rullelager uy=0			

#### Materialtyper

Materialtype : Stål, E= 210.000 [GPa]  
 Egenlast : 78.500 [kN/m<sup>3</sup>]  
 Elementegenlast er inkludert i statisk last og masser

#### Elementtverrsnitt

Tverrsnitt	b [mm]	h [mm]	Ac [mm <sup>2</sup> ]	Ic [mm <sup>4</sup> ]
1			4.29600E+003	1.51900E+007
2			2.85000E+003	1.94000E+007

#### Elementer

Element	Kn.P 1	Kn.P 2	Material	Lengde (m)	Vinkel (°)
1	1	2	1	5.800	0.000

#### Fordelte elementlaster, (yg=1.35, yg=1.50)

Element	lasttype	lastfordeling	G [kN/m]	Q [kN/m]	
<u>ygG+yqQ [kN/m]</u>					
1	jevnt fordelt	perpendikulært	0.000	2.500	3.750

#### Fordeling av elementlast fra egenlast, (yg=1.35, yg=1.50)

Element	lasttype	lastfordeling	G [kN/m]	Q [kN/m]	
<u>ygG+yqQ [kN/m]</u>					
1	jevnt fordelt	vertikalt	0.337	0.000	0.455

### 2-Resultatene av statisk-lineær-elastisk analyse

#### Diagrammer M, V, N, og forskyvninger d av element 1

n	x/l	x [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]	dx [mm]	dy [mm]
<u>d [mm]</u>							
0	0.000	0.00	0.00	-12.19	0.00	0.000	0.000
0.000							
1	0.100	0.58	6.37	-9.76	0.00	0.000	-6.098
6.098							
2	0.200	1.16	11.32	-7.32	0.00	0.000	-11.536
11.536							
3	0.300	1.74	14.85	-4.88	0.00	0.000	-15.794
15.794							
4	0.400	2.32	16.97	-2.44	0.00	0.000	-18.498
18.498							
5	0.500	2.90	17.68	0.00	0.00	0.000	-19.424
19.424							
6	0.600	3.48	16.97	2.44	0.00	0.000	-18.498
18.498							
7	0.700	4.06	14.85	4.88	0.00	0.000	-15.794
15.794							
8	0.800	4.64	11.32	7.32	0.00	0.000	-11.536
11.536							
9	0.900	5.22	6.37	9.76	0.00	0.000	-6.098
6.098							
10	1.000	5.80	0.00	12.19	0.00	0.000	0.000
0.000							

Maksimalverdi for element 1

maxM=	17.68 kNm, minM=	0.00 kNm
maxV=	12.19 kN, minV=	-12.19 kN
maxN=	0.00 kN, minN=	0.00 kN
maxd=	19.424 mm	

**3-Dimensjonering av stål (EC3 EN1993-1-1:2005)**

**Beregningsstandard**

EN1990:2002, Eurokode 0 Grunnlag for prosjektering  
EN1991-1-1:2002, Eurokode 1-1 Laster på konstruksjoner  
EN1993-1-1:2005, Eurokode 3 Prosjektering av stålkonstruksjoner  
EN1997-1-1:2004, Eurokode 7 Geoteknisk prosjektering  
EN1998-1-1:2004, Eurokode 8 Prosjektering av konstruksjoner i  
jordskjelvområder  
NA - Nasjonalt tillegg: NA-NS:2008

**Materialer**

**Stål: S 355 W** (EN1993-1-1, §3.2)

t ≤ 40 mm, Flytegrense fy= 355 N/mm<sup>2</sup>, Strekkfasthet fu= 510 N/mm<sup>2</sup>  
40mm < t ≤ 80 mm, Flytegrense fy= 335 N/mm<sup>2</sup>, Strekkfasthet fu= 490 N/mm<sup>2</sup>  
Elastisitetsmodul E=210000 MPa, Poisson-tall v=0.30, Enhetsmasse 7850 Kg/m<sup>3</sup>

**Partial Lasterfaktorer** (EN1990, Tillegg A1)

γG= 1.35, γQ= 1.50, ψ0= 0.30

**Materialfaktorer** (EN1993-1-1, §6.1)

γM0= 1.05, γM1= 1.05, γM2= 1.25

**Tverrsnitt geometri**

**Tverrsnitt : 1, HE 140 B-S 355 W**

**Tverrsnittsdata for profiler**

Profilets totale høyde	h=	140.00 mm
Profilets totale bredde	b=	140.00 mm
Steghøyde	hw=	128.00 mm
Høyde på den rette delen av steget	dw=	92.00 mm
Stegtykkelse	tw=	7.00 mm
Flenstykkelse	tf=	12.00 mm
Avrundingsradius for en kilsveis	r=	12.00 mm
Egenvekt pr løpemeter	=	33.70 Kg/m

**Tverrsnitt geometri**

Areal	A=	4296 mm <sup>2</sup>	
Treghetsmoment	Iy=15.190x10 <sup>6</sup>	mm <sup>4</sup>	Iz= 5.497x10 <sup>6</sup> mm <sup>4</sup>
Tverrsnittsmodul	Wy=215.60x10 <sup>3</sup>	mm <sup>3</sup>	Wz=78.520x10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup>
Plastisk tverrsnittsmodul	Wpy=245.40x10 <sup>3</sup>	mm <sup>3</sup>	Wpz=119.80x10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup>
Treghetsradius	iy= 59.5 mm		iz= 35.8 mm
Skjærareal	Avz= 1308 mm <sup>2</sup>		Avy= 3360 mm <sup>2</sup>
Torsjonskonstant	It= 0.201x10 <sup>6</sup>	mm <sup>4</sup>	ip= 69 mm
Hvelvingskonstant	Iw=22.479x10 <sup>9</sup>	mm <sup>6</sup>	

**Tverrsnitt : 2, IPE 200-S 355 W**

**Tverrsnittsdata for profiler**

Profilets totale høyde	h=	200.00 mm
Profilets totale bredde	b=	100.00 mm
Steghøyde	hw=	191.50 mm
Høyde på den rette delen av steget	dw=	159.00 mm
Stegtykkelse	tw=	5.60 mm
Flenstykkelse	tf=	8.50 mm
Avrundingsradius for en kilsveis	r=	12.00 mm
Egenvekt pr løpemeter	=	22.40 Kg/m

### Tverrsnitt geometri

Areal	A=	2848	mm <sup>2</sup>			
Tregghetsmoment	Iy=	19.430x10 <sup>6</sup>	mm <sup>4</sup>	Iz=	1.424x10 <sup>6</sup> mm <sup>4</sup>	
Tverrsnittsmodul	Wy=	194.30x10 <sup>3</sup>	mm <sup>3</sup>	Wz=	28.470x10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup>	
Plastisk tverrsnittsmodul	Wpy=	220.60x10 <sup>3</sup>	mm <sup>3</sup>	Wpz=	44.610x10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup>	
Tregghetsradius	iy=	82.6	mm	iz=	22.4	mm
Skjærareal	Avz=	1400	mm <sup>2</sup>	Avy=	1700	mm <sup>2</sup>
Torsjonskonstant	It=	0.070x10 <sup>6</sup>	mm <sup>4</sup>	ip=	86	mm
Hvelvingskonstant	Iw=	12.988x10 <sup>9</sup>	mm <sup>6</sup>			

### Dimensjonering av Stål, Element 1, L= 5.800m, HE 140 B

#### Klassifisering av tverrsnitt, Bøyningsmoment My (EN1993-1-1, §5.5)

##### Steg

$c=140.0-2 \times 12.0-2 \times 12.0=92.0$  mm,  $t=7.0$  mm,  $c/t=92.0/7.0=13.14$   
S 355 W,  $t=7.0 \leq 40$  mm,  $f_y=355$  N/mm<sup>2</sup>,  $\varepsilon=(235/355)^{0.5}=0.81$   
 $c/t=13.14 \leq 72\varepsilon=72 \times 0.81=58.32$

Steget er i tverrsnittsklasse 1 (EN1993-1-1, Tab.5.2)

##### Flens

$c=140.0/2-7.0/2-12.0=54.5$  mm,  $t=12.0$  mm,  $c/t=54.5/12.0=4.54$   
S 355 W,  $t=12.0 \leq 40$  mm,  $f_y=355$  N/mm<sup>2</sup>,  $\varepsilon=(235/355)^{0.5}=0.81$   
 $c/t=4.54 \leq 9\varepsilon=9 \times 0.81=7.29$

Flensene er i tverrsnittsklasse 1 (EN1993-1-1, Tab.5.2)

#### Tverrsnittsklasse er 1, Bøyningsmoment My,ed

#### Tverrsnittskapasitet (EN1993-1-1 §6.2.3, §6.2.4, §6.2.6, §6.2.5)

Stekraftkapasitet  $N_{rd,rd}=A \cdot f_y / \gamma_{M0} = [10^{-3}] \times 4296 \times 355 / 1.05 = 1452.46$  kN  
Trykkraftkapasitet  $N_{rd,c,rd}=A \cdot f_y / \gamma_{M0} = [10^{-3}] \times 4296 \times 355 / 1.05 = 1452.46$  kN  
Skjærkraftkapasitet  $V_{rd,z,rd}=A_v (f_y / 3^{\wedge{0.5}}) / \gamma_{M0} = [10^{-3}] \times 1308 \times (355 / 1.73) / 1.05 = 255.32$  kN  
Bøyningsmomentkapasitet  $M_{rd,y,rd}=W_{ply} \cdot f_y / \gamma_{M0} = [10^{-6}] \times 245.40 \times 10^3 \times 355 / 1.05 = 82.97$  kNm

#### Dimensjonering av Stål, Element 1, [Spenn ], L= 5.800m, HE 140 B

Med = 17.68 kNm, Ved = 0.00 kN, Ned = 0.00 kN

#### Bruddgrensetilstanden, Verifisering for bøyningsmoment y-y (EN1993-1-1, §6.2.5)

My,ed= 17.68 kNm

Bøyningsmomentkapasitet  $M_{ply,rd}=W_{ply} \cdot f_y / \gamma_{M0} = [10^{-6}] \times 245.40 \times 10^3 \times 355 / 1.05 = 82.97$  kNm

My,ed= 17.68 kNm < 82.97 kNm = My,rd= Mply,rd, Kontroll godkjent

#### Dimensjonering av Stål, Element 1, [Venstre ende ], L= 5.800m, HE 140 B

MedA= 0.00 kNm, VedA= 12.19 kN, NedA= 0.00 kN

#### Bruddgrensetilstanden, Verifisering for skjær z (EN1993-1-1, §6.2.6)

Vz,ed= 12.19 kNm

$Av=A-2b \cdot t_f + (t_w + 2r) t_f = 4296 - 2 \times 140.0 \times 12.0 + (7.0 + 2 \times 12.0) \times 12.0 = 1308$  mm<sup>2</sup> (EC3 §6.2.6.3)

$Av=1308$  mm<sup>2</sup> >  $\eta \cdot h_w \cdot t_w = 1.00 \times (140.0 - 2 \times 12.0) \times 7.0 = 1.00 \times 128.0 \times 7.0 = 896$  mm<sup>2</sup>

Plastisk skjærkraftkapasitet  $V_{pl,z,rd}=A_v (f_y / 3^{\wedge{0.5}}) / \gamma_{M0} = [10^{-3}] \times 1308 \times (355 / 1.73) / 1.05 = 255.32$  kN

Vz,ed= 12.19 kN < 255.32 kN = Vz,rd= Vpl,z,rd, Kontroll godkjent

$h_w / t_w = (140.0 - 2 \times 12.0) / 7.0 = 128.0 / 7.0 = 18.29 \leq 72 \times 0.81 / 1.00 = 72 \varepsilon / \eta = 58.32$  ( $\eta=1.00$ )

S 355 W,  $t=7.0 \leq 40$  mm,  $f_y=355$  N/mm<sup>2</sup>,  $\varepsilon=(235/355)^{0.5}=0.81$

Skjærkneking er ikke aktuelt (EC3 §6.2.6.6)

#### Dimensjonering av Stål, Element 1, [Venstre ende ], L= 5.800m, HE 140 B

MedB= 0.00 kNm, VedB= 12.19 kN, NedB= 0.00 kN

#### Bruddgrensetilstanden, Verifisering for skjær z (EN1993-1-1, §6.2.6)

Vz,ed= 12.19 kNm

$Av=A-2b \cdot t_f + (t_w + 2r) t_f = 4296 - 2 \times 140.0 \times 12.0 + (7.0 + 2 \times 12.0) \times 12.0 = 1308$  mm<sup>2</sup> (EC3 §6.2.6.3)

$Av=1308$  mm<sup>2</sup> >  $\eta \cdot h_w \cdot t_w = 1.00 \times (140.0 - 2 \times 12.0) \times 7.0 = 1.00 \times 128.0 \times 7.0 = 896$  mm<sup>2</sup>

Plastisk skjærkraftkapasitet  $V_{pl,z,rd}=A_v (f_y / 3^{\wedge{0.5}}) / \gamma_{M0} = [10^{-3}] \times 1308 \times (355 / 1.73) / 1.05 = 255.32$  kN

$V_{z,ed} = 12.19 \text{ kN} < 255.32 \text{ kN} = V_{z,rd} = V_{pl,z,rd}$ , Kontroll godkjent  
 $hw/tw = (140.0 - 2 \times 12.0) / 7.0 = 128.0 / 7.0 = 18.29 < 72 \times 0.81 / 1.00 = 72 \varepsilon / \eta = 58.32$  ( $\eta = 1.00$ )  
 $S_{355 W}$ ,  $t = 7.0 < 40 \text{ mm}$ ,  $f_y = 355 \text{ N/mm}^2$ ,  $\varepsilon = (235/355)^{0.5} = 0.81$   
 Skjærknekkning er ikke aktuelt (EC3 §6.2.6.6)

**Dimensjonering av Stål, Element 1, L= 5.800m, HE 140 B, Knekkapasitet**

**Vipping** (EN1993-1-1, §6.3.2)

Ideelle momentet for vipping (EC3 §6.3.2.2.2, EN1993:2002 TilleggC)  
*Timoshenko, S.P, Gere, J.M, Theory of elastic stability, McGraw-Hill, 1961*  
 $M_{cr} = C_1 \cdot [\pi^2 EI_z / (kL)^2] \{ [(kz/kw)^2 (I_w/I_z) + (kL)^2 GI_t / (\pi^2 EI_z) + (C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j)^2]^{\frac{1}{2}} -$

$(C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j) \}$

$G = E / (2(1+\nu)) = 210000 / (2(1+0.30)) = 80769 = 8.1 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$

$k \cdot L = 3174 \text{ mm}$ ,  $z_g = h/2 = 140/2 = 70 \text{ mm}$ ,  $z_j = 0 \text{ mm}$  (EN1993:2002 T.C.1)

$kz = 1.0$ ,  $kw = 1.0$ ,  $C_1 = 1.132$ ,  $C_2 = 0.459$ ,  $C_3 = 0.525$  (EN1993:2002 T.C.1)

$M_{cr} = [10^{-6}] 1.132 \times [\pi^2 \times 2.1 \times 10^5 \times 5.497 \times 10^6 / 3174^2]$

$\times \{ [1.0 \times (22.479 \times 10^9 / 5.497 \times 10^6)$

$+ 3174^2 \times 8.1 \times 10^4 \times 0.201 \times 10^6 / (\pi^2 \times 2.1 \times 10^5 \times 5.497 \times 10^6)$

$+ (0.459 \times 70)^2]^{\frac{1}{2}} - (0.459 \times 70) \} = 137.4 \text{ kNm}$

$-\lambda, \lambda_t = (W_{pl,y} \cdot f_y / M_{cr})^{\frac{1}{2}} = \{ [10^{-6}] \times 245.40 \times 10^3 \times 355 / 137.4 \}^{\frac{1}{2}} = 0.796$  (EC3

Lign.6.56)

$h/b = 140/140 = 1.00 < 2.00$  Knekkurve: a

Imperfeksjonsfaktor:  $\alpha, \lambda_t = 0.21$ ,  $\varphi, \lambda_t = 0.798$  (T.6.2, T.6.1, Fig.6.4)

$\Phi, \lambda_t = 0.5 [1 + \alpha, \lambda_t (-\lambda, \lambda_t - 0.2) + -\lambda, \lambda_t^2] = 0.5 \times [1 + 0.21 \times (0.796 - 0.2) + 0.796^2] = 0.880$

$\chi, \lambda_t = 1 / [\Phi, \lambda_t + (\Phi, \lambda_t^2 - -\lambda, \lambda_t^2)^{\frac{1}{2}}] = 1 / [0.880 + (0.880^2 - 0.796^2)^{\frac{1}{2}}] = 0.798 < 1$

$\chi, \lambda_t = 0.798$

Reduksjonsfaktor  $\varphi, \lambda_t = 1 / [\ddot{O}, \lambda_t + (\ddot{O}, \lambda_t^2 - -\ddot{e}, \lambda_t^2)^{\frac{1}{2}}]$ ,  $\varphi, \lambda_t < 1.0$ ,  $\varphi, \lambda_t = 0.798$

(Lign.6.56)

$M_{b,rd} = \chi, \lambda_t \cdot W_{pl,y} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0.798 \times [10^{-6}] \times 245.40 \times 10^3 \times 355 / 1.05 = 66.21 \text{ kNm}$  (EC3

Lign.6.55)

$M_{y,ed} = 17.68 \text{ kNm} < 66.21 \text{ kNm} = M_{b,rd}$ , Kontroll godkjent



## Detaljtegning:

### Detalj 1

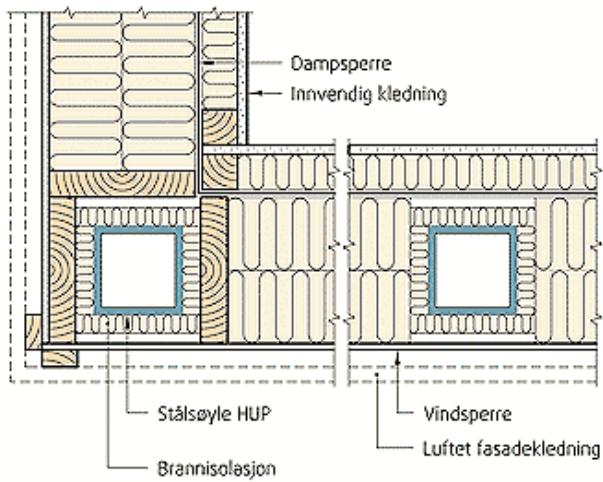
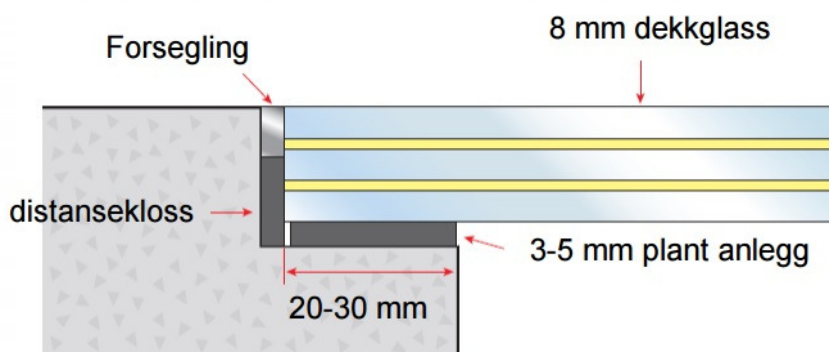


Fig. 81 b  
Isolering og innbygging av stålsøyler i utfyllende bindingsverk

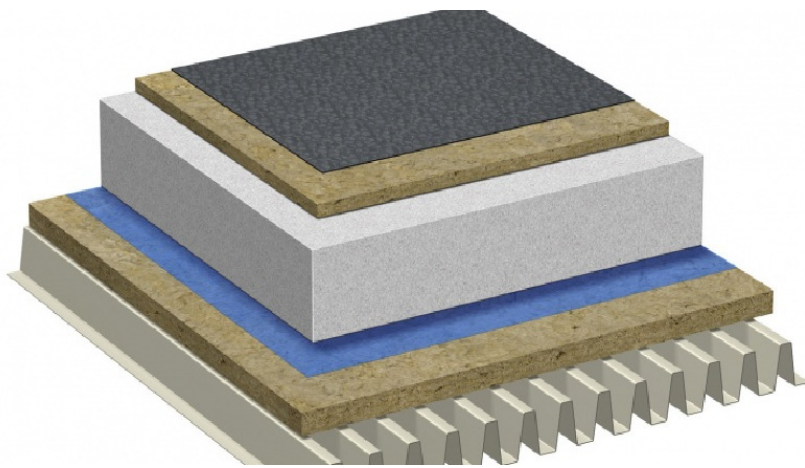
(SINTEFF Byggforsk, 2015)

### Detalj 2



(Glassportalen, 2015)

### Detalj 3



(Glava, 2015)

## Dimensjoneringstabell Trapezplater



Trapezoidal sheet TR 85.280.1120 POSITIVE

3-span configuration



Nominal thickness $t_{nom}$ [mm]	Mass [kg/m <sup>2</sup> ]	$J_x$ [cm <sup>4</sup> ] min max	Positive Condition	Span spread between supports																
				1,50	1,80	2,10	2,40	2,70	3,00	3,30	3,60	3,90	4,20	4,50	4,80	5,10	5,40	5,70	6,00	
				[m]																
0,75	7,89	88,41	SGN	8,03	6,69	5,74	4,98	4,16	3,53	3,04	2,65	2,33	2,06	1,84	1,65	1,49	1,35	1,23	1,13	
			L/150	8,03	6,69	5,74	4,98	4,16	3,53	3,04	2,65	2,33	2,06	1,84	1,65	1,41	1,19	1,02	0,87	
		97,16	L/200	8,03	6,69	5,74	4,98	4,16	3,53	3,04	2,65	2,33	1,89	1,55	1,28	1,07	0,91	0,77	0,67	
			L/300	8,03	6,69	5,74	4,98	4,16	3,44	2,61	2,03	1,60	1,29	1,06	0,87	0,73	0,61	0,52	0,45	
			109,16	SGN	11,35	9,46	7,97	6,50	5,41	4,59	3,94	3,42	3,00	2,66	2,37	2,12	1,91	1,73	1,58	1,45
				L/150	11,35	9,46	7,97	6,50	5,41	4,59	3,94	3,42	3,00	2,66	2,37	2,02	1,70	1,43	1,22	1,05
0,88	9,25	114,00	L/200	11,35	9,46	7,97	6,50	5,41	4,59	3,94	3,42	2,83	2,28	1,86	1,53	1,28	1,08	0,92	0,79	
			L/300	11,35	9,46	7,97	6,50	5,41	4,16	3,15	2,42	1,91	1,53	1,24	1,02	0,85	0,72	0,61	0,52	
		129,23	SGN	14,89	12,41	9,85	8,00	6,65	5,63	4,83	4,19	3,67	3,24	2,88	2,58	2,33	2,11	1,92	1,75	
			L/150	14,89	12,41	9,85	8,00	6,65	5,63	4,83	4,19	3,67	3,24	2,82	2,33	1,94	1,63	1,39	1,19	
1,00	10,51	129,55	L/200	14,89	12,41	9,85	8,00	6,65	5,63	4,83	4,13	3,25	2,60	2,12	1,74	1,45	1,22	1,04	0,89	
			L/300	14,89	12,41	9,85	8,00	6,53	4,76	3,58	2,76	2,17	1,74	1,41	1,16	0,97	0,82	0,69	0,60	
		161,94	SGN	23,43	17,80	14,02	11,35	9,40	7,93	6,78	5,86	5,13	4,52	4,01	3,59	3,23	2,92	2,66	2,42	
			L/150	23,43	17,80	14,02	11,35	9,40	7,93	6,78	5,86	5,13	4,34	3,53	2,91	2,42	2,04	1,74	1,49	
1,25	13,14	161,94	L/200	23,43	17,80	14,02	11,35	9,40	7,93	6,71	5,17	4,06	3,25	2,65	2,18	1,82	1,53	1,30	1,12	
			L/300	23,43	17,80	14,02	11,35	8,16	5,95	4,47	3,44	2,71	2,17	1,76	1,45	1,21	1,02	0,87	0,74	

NOTE: The boundary values of the design load-bearing capacity (SGN) should be compared with design loads. The boundary values of the loads (SGU) due to the deflection should be compared with characteristic loads. The calculations were made in compliance with ENV 1993-1-3:1996/AC:1997 guidelines and respectively  $\gamma_m = 1.10$  was assumed.

(N.Hjallen, 23.04.2015)

## The Business Model Canvas

<b>Key Partners</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Eierne</li> <li>- Samfunnet</li> <li>- Konkurrenter</li> <li>- Leverandører, råvarer, data, transport</li> </ul>	<b>Key Activities</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Utleie robru</li> <li>- Utleie småbåter</li> <li>- Salg utflukter</li> </ul>	<b>Value Propositions</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bo ved havet</li> <li>- Unik opplevelse/plass</li> <li>- Lokaler</li> <li>- Overnatting</li> <li>- Catering</li> <li>- Skreddersydde opplevelsespakker</li> </ul>	<b>Customer Relationships</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Samarbeidsavtaler</li> <li>- Catering, fiskere, ulike typer guiding(Sjø/natur)</li> <li>- Utleie utstyr (Fiskebåt osv.)</li> </ul>	<b>Customer Segments</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Turister</li> <li>- Ferierende</li> <li>- Besøkende</li> <li>- Bedriftskunder</li> <li>- Lokale</li> </ul>
	<b>Key Resources</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Investoror eller støtte fra offentlige</li> <li>- Fagpersonell med riktig kunnskap</li> <li>- Driftspersonell</li> <li>- Bank/Finansiering</li> <li>- Beliggenhet</li> <li>- Havet</li> <li>- Fiske</li> <li>- Natur</li> </ul>		<b>Channels</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bookingsider</li> <li>- Annonse</li> <li>- Aviser</li> <li>- Reiseblader</li> <li>- Sosiale medier</li> </ul>	
<b>Cost Structure</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Faste kostnader</li> <li>- Kost uten utleie</li> <li>- Opplevelse</li> <li>- Kostnader ved bygging/utvikling</li> </ul>		<b>Revenue Streams</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pris/pakkepris</li> <li>- Høysesong/lavsesong</li> <li>- Eterspørsel</li> </ul>		

## Buisnessmodell Canvas

## Møtereferat

### Møte Haram kommune 18.02.2015

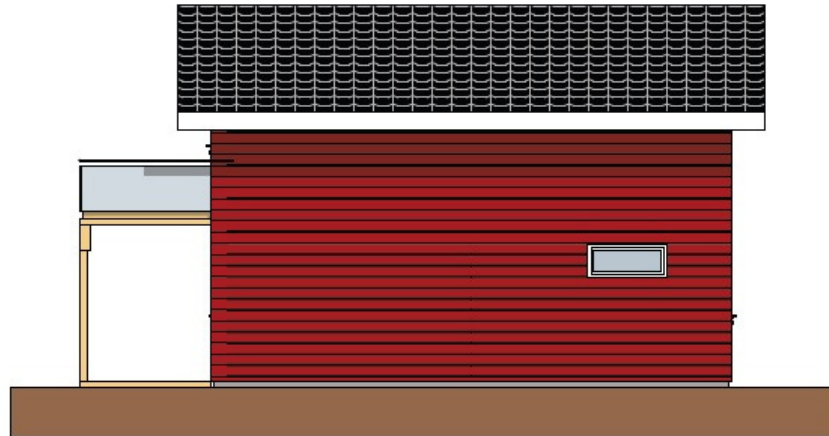
- Er det aktuellt å få bygget rorbuer nær sjøen
  - o Ingen innvendinger mot dette per dags dato
  
- Hvem eier kaien og moloen
  - o Kaien eies av fylkeskommunen
  - o Moloen eies av småbåtforeningen
  
- Turisme i Haram
  - o Lite turisme
  - o Mangel på overnattingsplasser/ utleie
  - o Sesong april- oktober
  - o Må investorer til for å få gjennomført
  - o Ved gjennomføring av prosjekt, ta kontakt med Destinasjon Ålesund for markedsføring
  - o Lag noe spenstig og spennende, tenk annerledes
  
- Er det mye ledige hytte tomter på øya
  - o Mange ledige hyttetomter, mulighet for flere utleie hytter

## Møte Lepsøya 22.01.2015

- Når forventes det at fergen skal slutte å gå
  - o Fergesubsider skal finansiere Nordøyvegen.
  - o Håp om å få byggestart i slutten av 2015
  - o Ferdig ca 1.1.2019
  
- Kan arealene rundt kaien benyttes til andre formål
  - o Naust, utstyrslokale
- Behov for flere båtplasser/naust
  - o Flere båtplasser
  - o Flere gjestebrygger
- Finnes turistinformasjon på øya
- Hva vil befolkningen at fergekaien skal brukes til
  - o Museum
  - o Utleielokale for større selskap/konferanse
- Behov for kafe/restaurant/utleielokale etc.
  - o Utleielokale
    - Enkel overnatting
    - Lagringsplass
  
- Tidligere interesser for fritidsboliger på øya
  - o Folk kan tenke seg å flytte tilbake til øya
  
- Behov for utvidelse av djupvannskai
  - o Det kunne vært aktuelt med djupvannkai.
    - Små utstyrsskur
  
- Skal hurtigbåtkaiene være i funksjon
  - o Ikke i funksjon.
- Fiskemottak for hobbyfiskere, felles fiskemottak
  - o Mange krabbefiskere på øyae rundt, hobbybasis.
  - o Felles fiskemottak er aktuell

## Tegninger

ARCHICAD EDUCATION VERSION  
GRAPHISOFT.

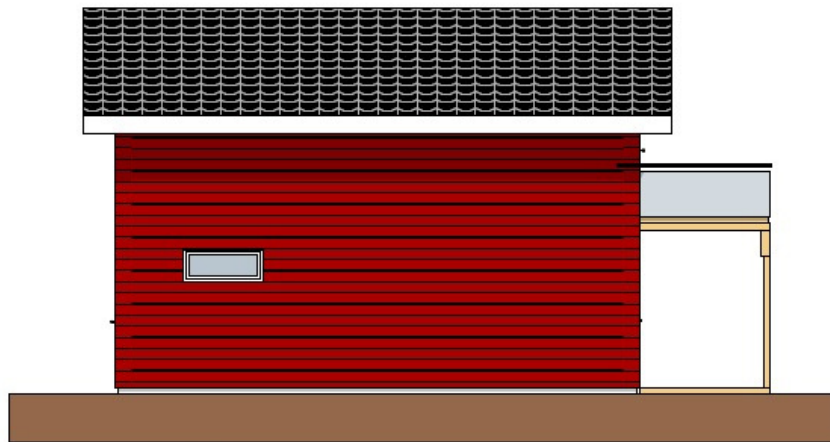


1:100 Fasade øst



1:100 Fasade Sør

Skjema / Detalj: <b>Fasade Sør og Øst</b> Rorbu Lepsøy	BYA: 48m <sup>2</sup>	BRA: 79,22m <sup>2</sup>	Målestokk: 1:100	Gnr./Bnr.: 17/40	Tegningsnr.: <b>A40-2</b>
	Prosjektnr.: <b>Prosjektnr.</b>	Dato: 02.03.2015	Tegner: <b>Tegnet av</b>		



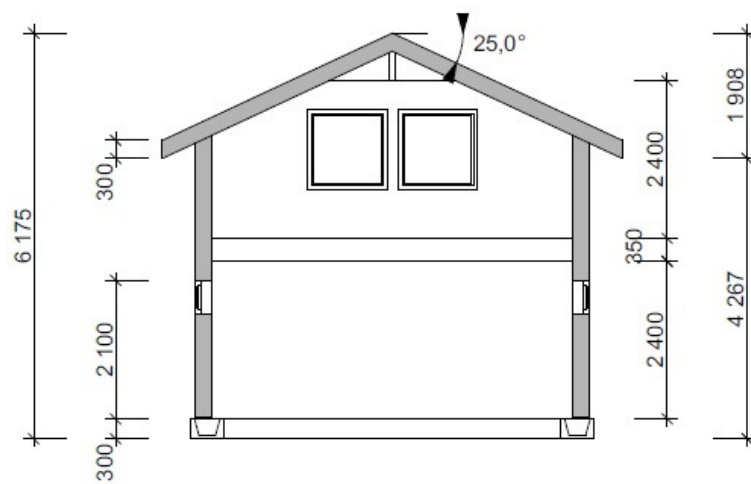
1:100 Fasade Vest



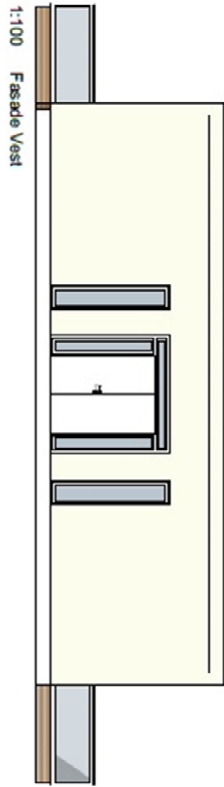
1:100 Fasade Nord

Skjema / Detalj: <b>Fasade Nord og Vest</b> Rorbu Lepsøy	BYA: 48m <sup>2</sup>	BRA: 79,22m <sup>2</sup>	Målestokk: 1:100	Gnr./Bnr.: 17/40	Tegningsnr.: <b>A40-1</b>
	Prosjektnr.: <b>Prosjektnr.</b>	Dato: 02.03.2015	Tegner: <b>Tegnet av</b>		

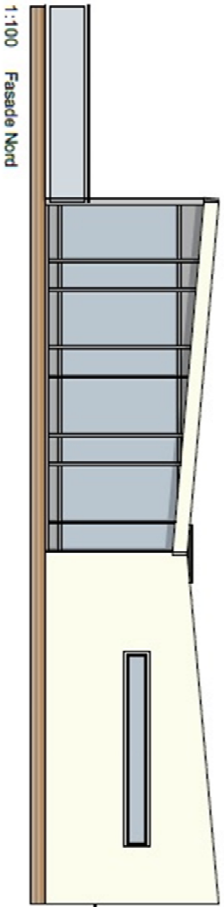




Skjema / Detalj: <b>Snitt</b> Rorbu Lepsøy	BYA: 48m <sup>2</sup>	BRA: 79,22m <sup>2</sup>	Målestokk: 1:100	Gnr./Bnr.: 17/40	Tegningsnr.: <b>A30-1</b>
	Prosjektnr.:		Dato: 02.03.2015	Tegner: <b>Tegnet av</b>	



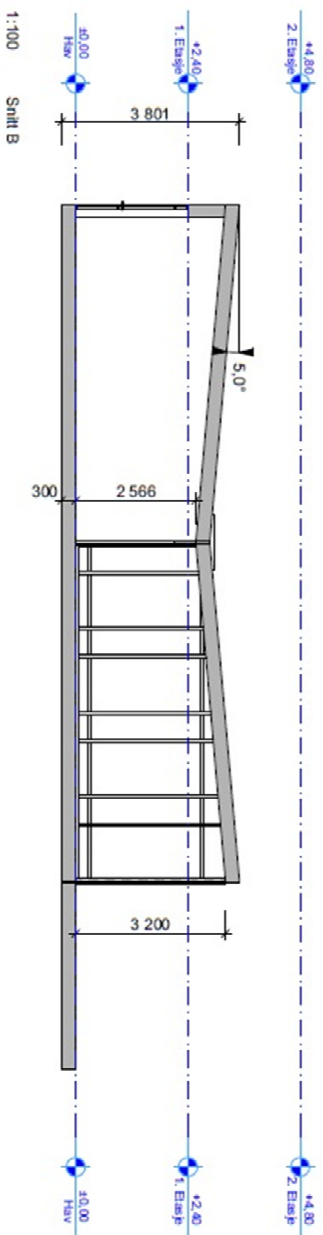
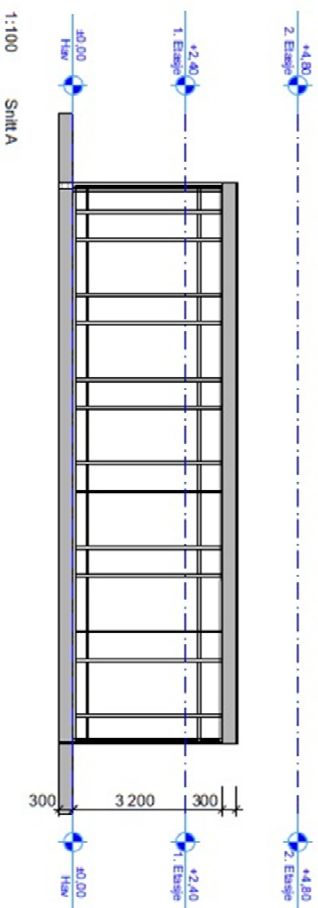
1:100 Fasade Vest



1:100 Fasade Nord

Egenhet / Besittelse:		SIV A		Arkitekt:		Dato:		Tegnning:	
Fasade Nord og Vest		298m <sup>2</sup>		1:100		17.12.15		A40-1	
Seiskapsskolele Lepsøy		Prosjekt nr.:		10.03.2015		Tegnet av			





Sjette / Draw:		BYA		Målestokk:		Gitt / Gitt:		Tegn / gitt:	
<b>Snitt A og B</b>		Z28012		1:100		17/723		ASB-1	
Selskapslokale Lepsey		Prosjekt nr.		Dato:		Tegnet av			
		10.03.2015							