

# HULLDEKKER PÅ BÆRESYSTEMER AV STÅL

Anbefalte prinsipper og løsninger







# HULLDEKKER PÅ BÆRESYSTEMER AV STÅL

Anbefalte prinsipper og løsninger

av Norsk Stålforbund og Betongelementforeningen

Redaksjonsutvalget har bestått av følgende personer:

Trond Brynhildsen, Skalles Mek.Verksted AS

Morten Rotheim, NCC Construction AS

Frank Hvidsten, Loe Betongelementer AS

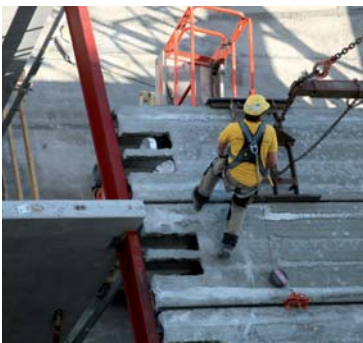
Kåre Solberg, Sivilingeniør Knut Finseth AS

John Erik Reiersen, Betongelementforeningen

Kjetil Myhre, Norsk Stålforbund

Ann Karin Sygnestveit, Contiga AS

# INNHOOLD



<b>1. Forord</b>	<b>5</b>
<b>2. Konstruktive prinsipper</b>	<b>6</b>
2.1 Duktilitet	6
2.2 Stabilitet	6
2.3 Deformasjon	7
2.4 Jordskjelv	7
<b>3. Montasjeforhold</b>	<b>8</b>
<b>4. Toleranser</b>	<b>10</b>
<b>5. Geometri og oppleggslengder</b>	<b>10</b>
<b>6. Eksempler på løsninger</b>	<b>12</b>
6.1 Bjelker integrert i dekket	12
6.2 Hulldekker på underliggende bjelker	14
6.3 Søyle / bjelke – forbindelser	15

## 1. FORORD

Mange bygg har bæresystem som er en kombinasjon av stål og betongelementer. Det er viktig at bygg prosjekteres og bygges slik at materialene virker sammen på en sikker måte.

Denne publikasjonen omhandler bæresystem med søyler og bjelker av stål og hulldekker som etasjeskillere. Den er resultatet av et samarbeid mellom Norsk Stålforbund og Betongelementforeningen og bygger på en tidligere utgave (1998).

Hensikten har vært å komme frem til anbefalte prinsipper, løsninger og detaljer som begge bransjer kan stille seg bak. En viktig målsetting har også vært å få luket ut de løsninger som vi av erfaring vet ikke fungerer tilfredsstillende. Anbefalingene skal fremme god konstruksjonspraksis, ivareta sikkerheten i montasjefasen og sikre gode, stabile, bestandige og økonomiske konstruksjoner.

Det er gjort det ytterste for å kontrollere at innholdet i det følgende er korrekt, men redaksjonsutvalget, Norsk Stålforbund eller Betongelementforeningen kan ikke ta ansvar for direkte eller indirekte følger av eventuelle feil eller mangler. Det forutsettes at det anvendes sunn ingeniørmessig dømmekraft ved anvendelse av anbefalingene.

Redaksjonen ble avsluttet i januar 2008.





## 2. KONSTRUKTIVE PRINSIPPER

### 2.1 Duktilitet

Det er lagt vekt på at alle knutepunkter skal ha en duktil (seig) oppførsel med mulighet for relativt store deformasjoner før brudd. Videre har man forsøkt å unngå utførelse av konstruktive sveiser på byggeplass. I knutepunktene bør det alltid være en positiv forankring (forbindelse som kan ta strekk) mellom komponentene, selv om det ikke er nødvendig av hensyn til den teoretiske kraftoverføringen.

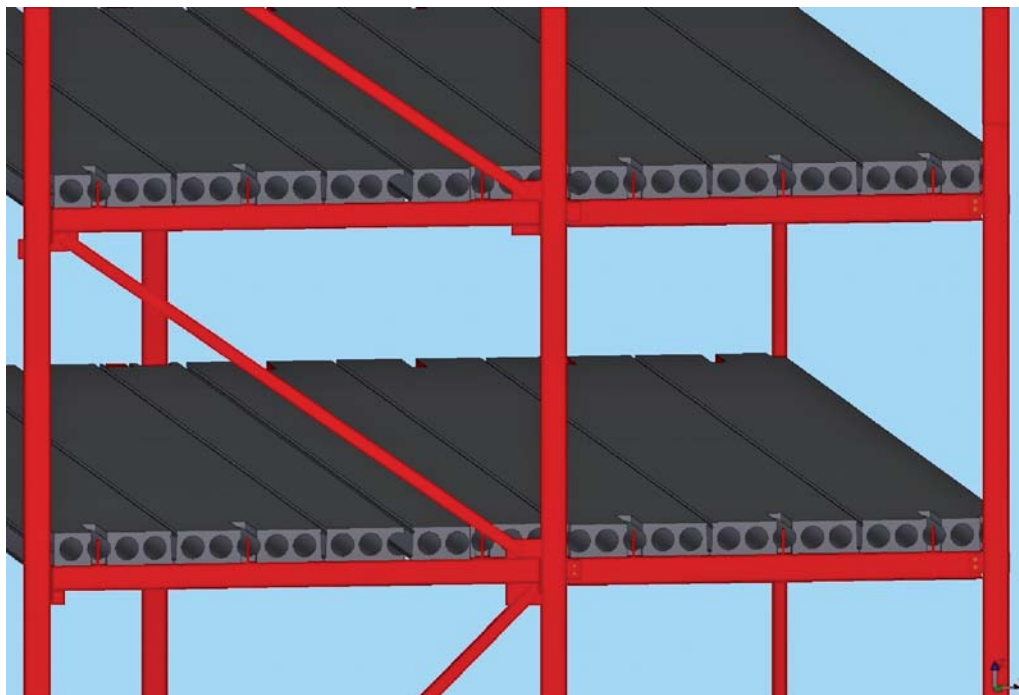
Duktile knutepunkter kan oppnås ved at deler i knutepunktet med "sprø" oppførsel gis ekstra kapasitet i forhold til deler med "seig" oppførsel. Dette kan gjøres ved at man i bolte- og sveiseforbindelser har større kapasitet i bolter og sveiser enn i grunnmaterialet og at man har flytning i armering før brudd i betongen. Typiske "sprø" deler er sveiser, korte bolter i strekk, avskjæringsbolter, forankringssoner for armering etc. Bolteforbindelser og sveiser har forskjellige deformasjonsegenskaper og kan derfor ikke benyttes i samme lastoverførende knutepunkt. Bruk av duktile knutepunkter er spesielt viktig for konstruksjoner som skal dimensjoneres for jordskjelv.

### 2.2 Stabilitet

For stål og betongelementbygg er det veldig viktig at avstivningssystemet er gjennomtenkt og fungerer som en helhet. Avstivningssystemet er normalt et "viktig og kritisk område" ihht. Plan og Bygningsloven. Vi anbefaler at ett foretak har hovedansvaret for prosjekteringen av stabilitetssystemet.



**Figur 1**  
Overføring av horisontalkrefter fra dekkeskive til vindkryss i vegg: Skjærkrefter fra dekket forankres til bjelke med skjærdeybler. Bjelken forankres til knuteplaten og overfører horisontallastene til denne. Vindfagverkets diagonal forankres til knuteplate og fører horisontallastene ned til neste plan.



Stabiliteten i horisontalplanet ivaretas normalt ved skivevirkning av dekkene, som overfører kreftene til vertikalt avstivende konstruksjoner. For at hulldekker skal fungere som en stiv skive må det etableres strekkbånd. Dette kan etableres ved at armering legges i utstøpte fuger, ved flattstål oppå dekker eller ved at stålbelegene i bæresystemet forbindes kontinuerlig. I det siste

tilfellet er det viktig at skivekreftene kan overføres fra hulldekkene til stålbjeldene, og at stålbjeldene har en kontinuerlig strekkforbindelse forbi eller gjennom søylene. Dette behovet for kraftoverføring vil ha innflytelse på knutepunktene, som må dimensjoneres i hvert enkelt tilfelle. Anbefalinger rundt prosjektering av horisontale skiver finnes i Betongelement-boken bind B kap.12 og bind C kap.13. Det er god konstruksjonspraksis alltid å dimensjonere for en viss minimumskraft, blant annet for å forhindre suksessivt ras. Det henvises til Betongelement-boken bind B kap.8 og NS 3490 pkt 2.1 (12)<sup>1</sup>.

### 2.3 Deformasjoner

Deformasjonene må kontrolleres og vurderes for alle konstruksjonselementer og konstruksjoner. Hvilke deformasjonskrav som skal legges til grunn avhenger av konstruksjonstype, belastninger, bruk, mulighet for overhøyder, montasjefremdrift, valg av stimpling i montasjefasen etc. Dette vil alltid være en vurdering konstruktøren må gjøre i samarbeid med andre leverandører og montasjefirmaet. For arealer som skal benyttes til dans eller gymnastikk, eller som vil få installert vibrerende maskiner, må muligheten for at det kan oppstå uønskede svingninger og vibrasjoner også kontrolleres. Det finnes et program for beregning av dekkets svingninger på [www.betongelement.no](http://www.betongelement.no).

Dersom det er stor avstand fra stålbjelders rotasjonspunkt på opplegget og overkant av dekket er det mulighet for at det kan oppstå riss i dekket på grunn av bjeldens rotasjon. Dette må kontrolleres.

For å utnytte hulldekkets skjærkapasitet er det god konstruksjonspraksis med en maksimal nedbøyning av stålbjelder på  $L/300$  (ift. horisontalplanet). Bjelder kan også tilvirkes med en overhøyde som kompenserer for hulldekkets egenvekt. Mer info om nedbøyning av stålbjelder finnes på Stålforbundets hjemmeside ([www.stalforbund.com](http://www.stalforbund.com)). Når det gjelder nedbøyning av hulldekker vises det til Betongelementboken ([www.betongelement.no](http://www.betongelement.no)).

### 2.4 Jordskjelv

Eventuelle belastninger fra jordskjelv på bygninger skal vurderes ut i fra NS 3491-12 eller NS EN 1998. Veiledning kan også finnes i "Realistisk dimensjonering for jordskjelv" fra RIF og BEF.

Duktiliteten i det vertikale avstivningssystemet påvirker belastningen fra de seismiske påvirkningene i konstruksjonene. Avstivningssystemets duktilitet og evne til å oppta energi deles i tre klasser. Krav til konstruksjoner og knutepunkter i de forskjellige klassene finnes i NS EN 1998.

Den horisontale stive skiven skal være i stand til å overføre de seismiske lastene til de avstivende vertikale skivene med tilstrekkelig overstyrke. Krav til den horisontale skiven og overstyrkefaktoren finnes i NS EN 1998.

Det er en stor fordel at det vertikale avstivningssystemet er kontinuerlig vertikalt og at massen og avstivningssystemet er symmetrisk i planet. Krav til regularitet, som muliggjør forenklede analyser i horisontalt og vertikalt plan er gitt i NS EN 1998.

<sup>1</sup>) Ny Eurokode-standard, NS-EN 1990, med nasjonalt tillegg kommer i 2800. NS 3490 trekkes tilbake i 2010.



### 3. MONTASJEFORHOLD

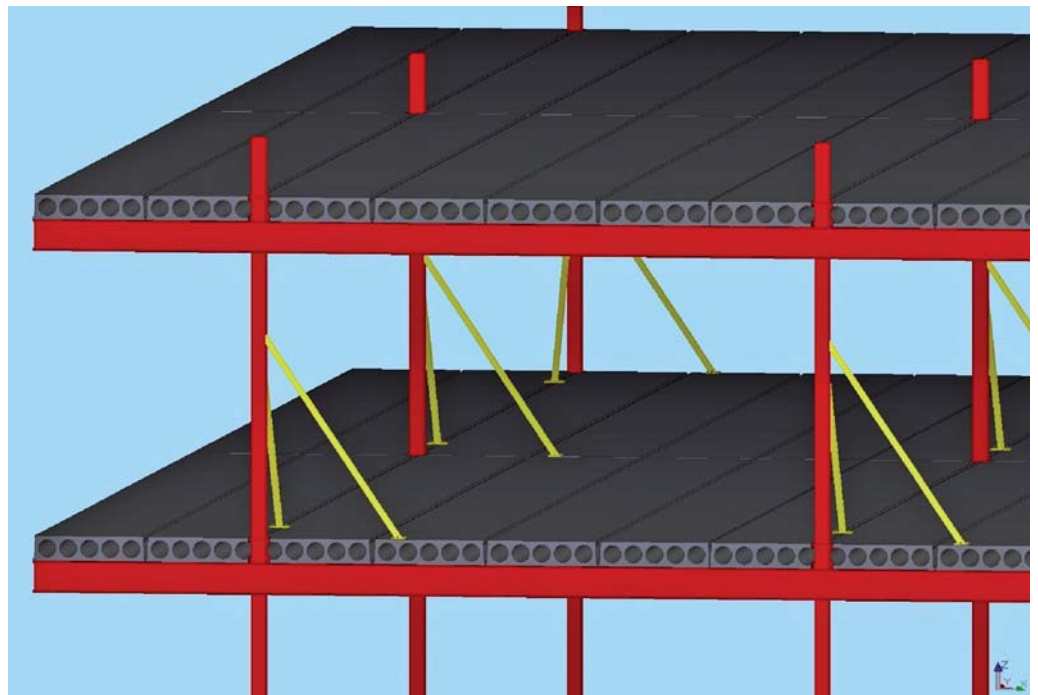
Montasje av elementbygg er en sammensatt prosess og må derfor planlegges godt på forhånd i samarbeide mellom konstruktører og montører.

Utførelsesstandardene, NS3464<sup>2</sup> for stål og NS3465<sup>3</sup> for betong gir klare formelle krav til kompetanse hos det personell som utfører og leder montasjen på byggeplass, samt til de som skal kontrollere utførelsen på byggeplass. Standardene gir videre retningslinjer for krav til kontroll og dokumentasjon av utførelsen, samt retningslinjer for hva sikkerhets- og montasjeplaner bør inneholde.

Arbeidene med staging og stempling av stålkonstruksjoner må medtas i prosjekteringen og inngå i montasjebeskrivelsen. På grunnlag av valgt montasjefremdrift og montasjemetode må stagingen og stemplingen dimensjoneres for å holde deformasjonen i montasjefasen innenfor akseptable grenser, som normalt er uttrykt ved toleransekrav.

Søyler og bjelker har behov for hhv. staging og stempling i montasjefasen, inntil de permanente forbindelser og forankringer er etablert. Staging beholdes til horisontal- og vertikalskivene er etablert ved at fugestøp er tilstrekkelig herdet og alle stålforbindelser er ferdig utført.

Figur 2  
Staging av søyler.

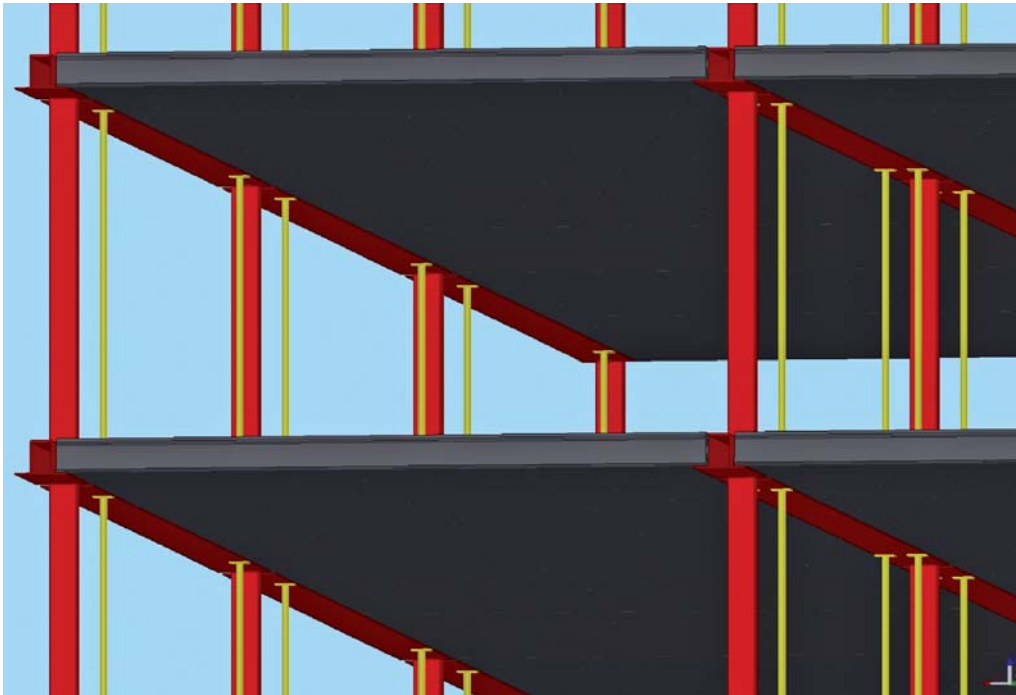


Stålsøyler leveres ofte kontinuerlig over flere etasjer, og må justeres og avstives etter hvert som montasjen skrider frem. Etter at dekkeelementene er montert, og før fugene støpes ut, må det kontrolleres om søylene har fått forskyvninger ved montasjen av betongelementene. Etter at dekkene er støpt ut er det svært vanskelig å foreta justeringer av søylene i underliggende etasjer. Staging av søyler utføres som regel med justerbare skråstag i begge akseretninger.

2) Ny standard, NS-EN 1090 kommer i 2008. NS 3464 vil trekkes tilbake, senest i 2010.

3) Ny standard, NS-EN 13670 kommer i 2008. NS 3465 vil trekkes tilbake, senest i 2010.





**Figur 3**  
Stempling av bjelker.

Behovet for stempling av stålbjelker varierer med bjelkeløsning og lastsituasjon. Det må derfor for alle prosjekter utarbeides en stemplingsplan som angir prinsipper og behov. Spesielt må man være oppmerksom på vridning av eksentrisk belastede bjelker. Stemplingen beholdes til fugestøp er tilstrekkelig herdet.

Normalt behøver underliggende bjelker (med sentrisk last) ingen understøttelse. Hatteprofiler må normalt stemples for å unngå vridning under montasjen. Stempling kan unngås ved tosidig belastede bjelker med tilnærmet like spenn på hver side dersom montasjen gjennomføres vekselvis på hver side.

Muligheten for oppdimensjonering av stålkonstruksjonene, for å redusere deformasjonene, må tas med i vurderingen dersom dette kan forenkle montasjearbeidene og gi en mer optimal løsning.

Montasjen av stålkonstruksjonene og betongelementene må være koordinert. Det bør være én som har hovedansvaret for koordineringen.

Kompetanse hos montasjefirmaene er avgjørende for å sikre kvaliteten på montasjearbeidet. Montørene må ha en grunnleggende forståelse for begreper som stabilitet, kraftoverføring, toleranser etc. Videre må de kjenne krav, lover, regler og forskrifter som gjelder for montasjearbeid.



## 4. TOLERANSER

Toleransekravene uttrykker de maksimalt tillatte avvik i konstruksjonene, så vel som krav til de enkelte komponenter. Toleransekrav finnes i NS 3464 og NS 3465. Ytterligere beskrivelse av toleranser finnes i Betongelementboken bind F.

Konstruktøren må under prosjekteringen ta hensyn til tillatte toleranseavvik. Ved dimensjoneringen av knutepunkter er det god konstruksjonspraksis å plassere lastangrepspunktene så ugunstig som mulig, altså med full utnyttelse av toleransene.

## 5. GEOMETRI OG OPPLAGSLENGDER

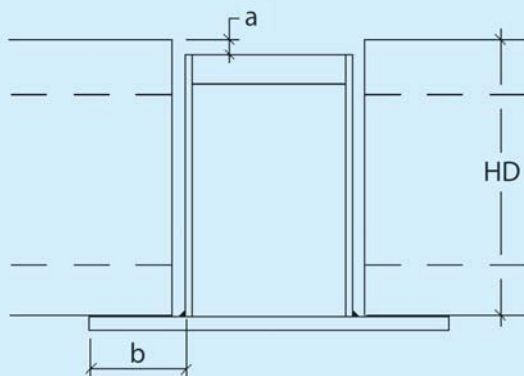
For at hulldekkene skal ha den tilsiktede skjærkapasiteten stilles det krav til nødvendig oppleggslengde, og dermed også krav til bredden på bjelkenes oppleggsflenser. Prosjektert nominell oppleggslengde må ta hensyn til en minste tillatt oppleggslengde i tillegg til toleranser. Nedenfor følger en anbefaling for prosjekterte oppleggslengder for hulldekker.

Nominell oppleggslengde for HD200-HD340 skal være minimum 80mm.

Nominell oppleggslengde for HD380-HD500 skal være minimum 100mm.

I tillegg til oppleggslengden må vi ha en fuge mellom bjelke og hulldekket. Fugen bør minimum være 30mm for HD200-340, og 40mm for større hulldekkedimensjoner.

Anbefalte minste flensbredde og tykkelse påstøp for Hatteprofiler:



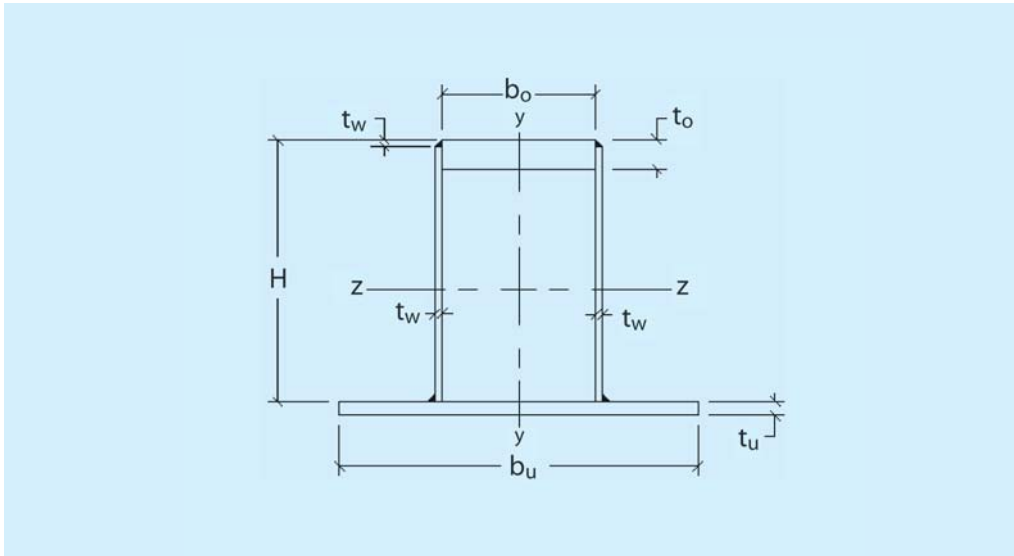
Anbefalte avstander

HD	200 - 340	380-500
a	15	20
b	125	150

a = Minimum tykkelse påstøp. Må dimensjoneres for påvirkning fra brann.

b = Anbefalt minste flensbredde

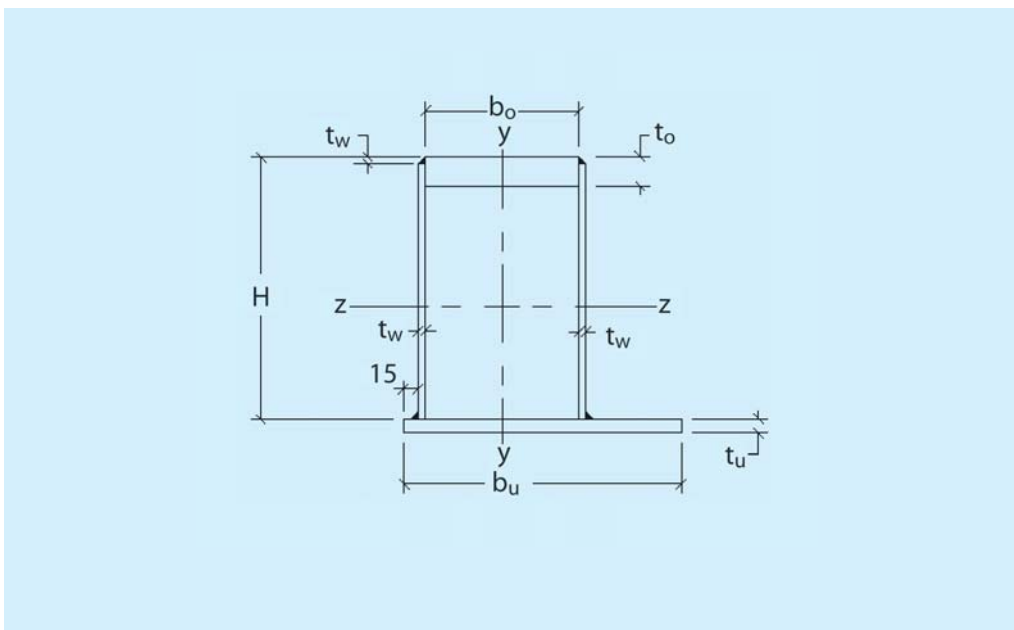
Geometri og betegnelser av Hatteprofiler:



Betegnelsen for Tosidig Hatteprofil: THP H x  $t_w$  -  $b_o$  x  $t_o$  -  $b_u$  x  $t_u$

Eksempel: THP 250 x 6 - 200 x 30 - 462 x 15

Eksempelen er hentet fra ny utgave av Stål Håndbok Del 1 for en ny type hatteprofil kalt THP som er utviklet av Norsk Stålforbund. I boken er det tatt med en tabell med beregningsdata for et utvalg av dimensjoner.



Betegnelsen for Ensidig Hatteprofil: EHP H x  $t_w$  -  $b_o$  x  $t_o$  -  $b_u$  x  $t_u$

Eksempel: EHP 250 x 6 - 200 x 30 - 352 x 15

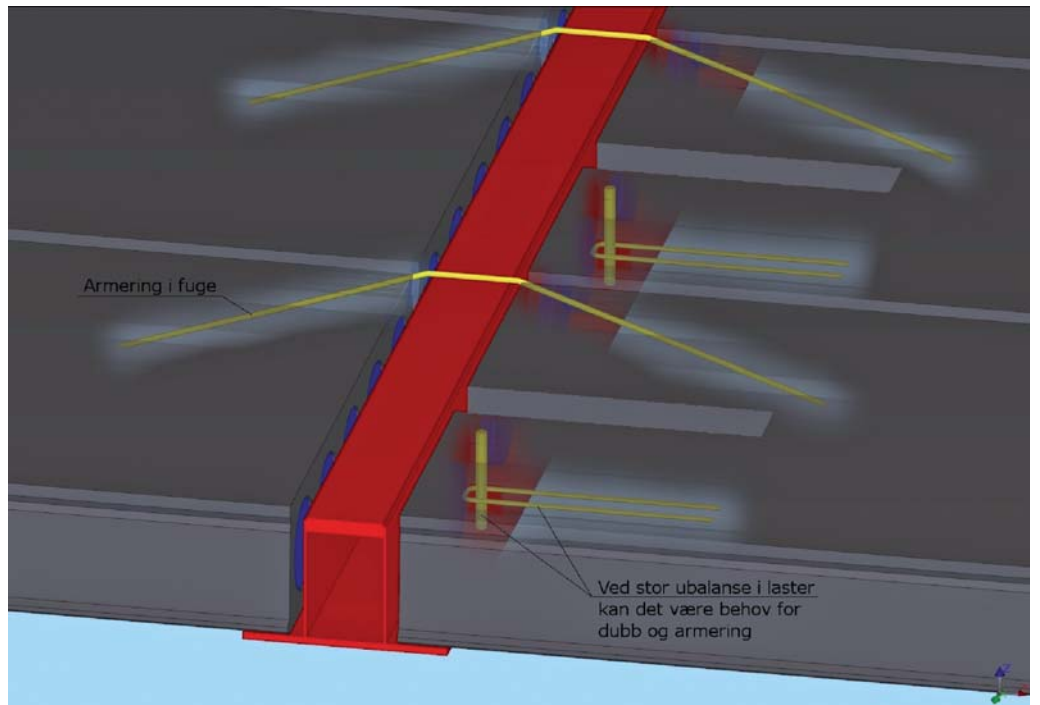




## 6. EKSEMPLER PÅ LØSNINGER

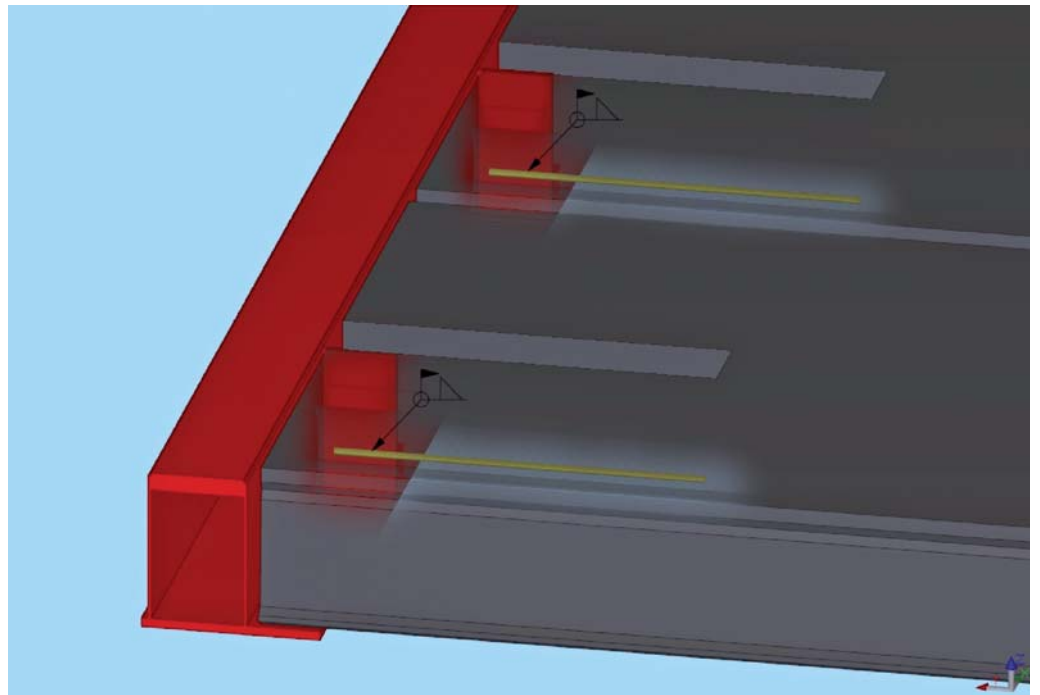
### 6.1 Bjelker integrert i dekket

Figur 4  
Tosidig opplegg på Hatteprofil.

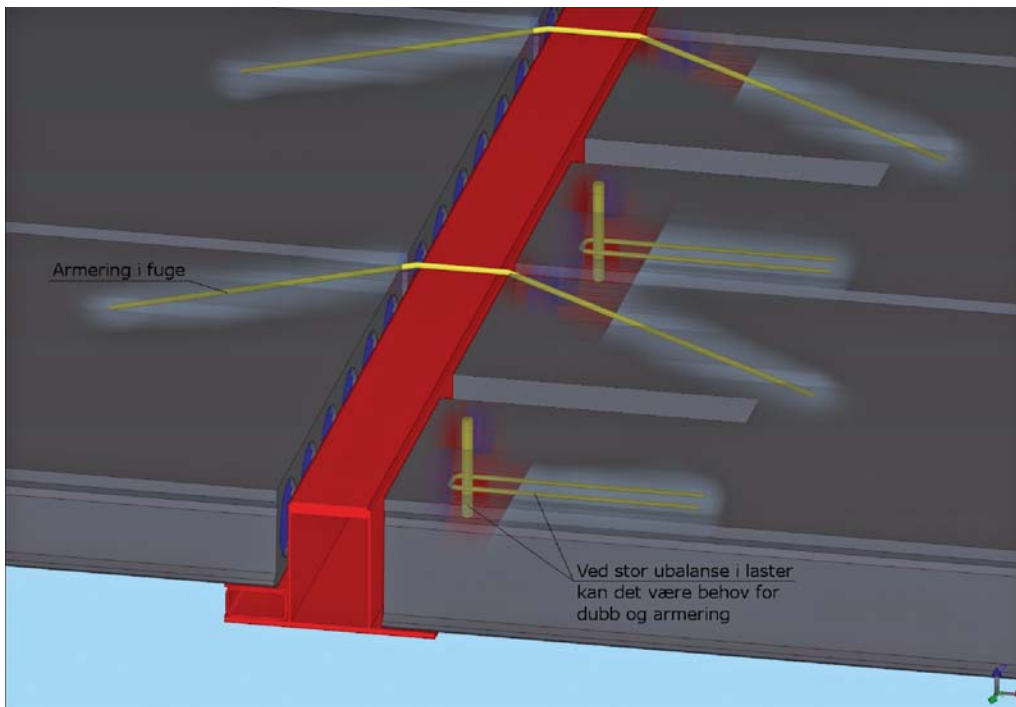


Dersom det er stor ubalanse i laster kan det være behov for dubb og armering i åpnete kanaler i tillegg til i fugen mellom elementene. Ved stor eksentrisitet av lastene vil stimpling være nødvendig.

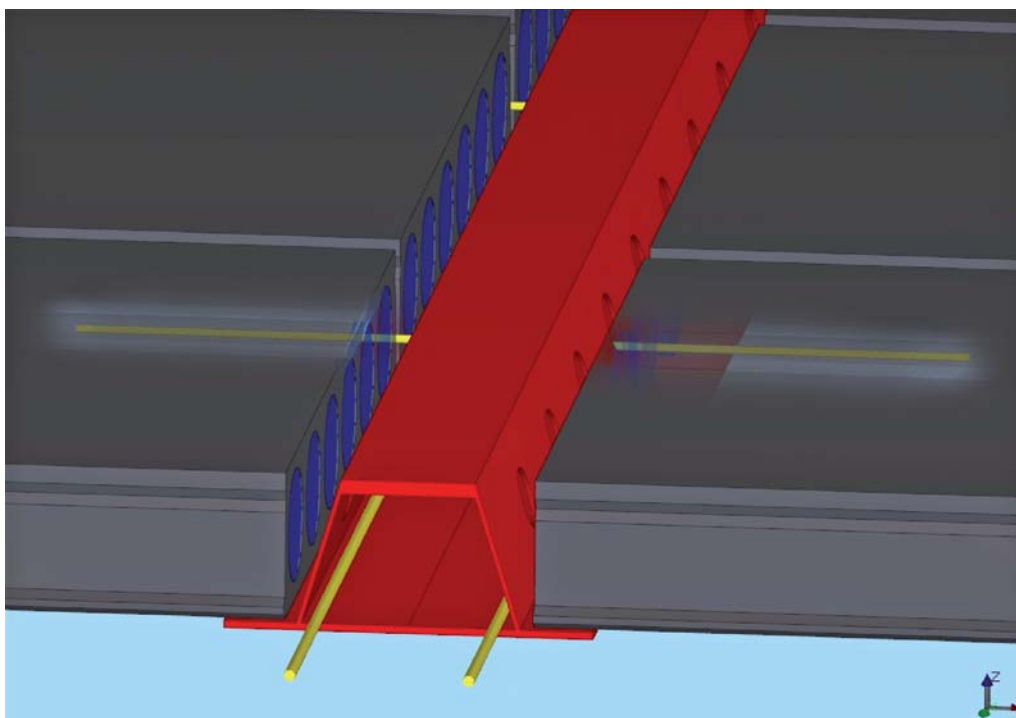
Figur 5  
Ensidig opplegg på Hatteprofil.



Utstøpning i åpnet kanal på byggeplass. Torsjonsstivt tverrsnitt. God avstivning av underflens. Stor eksentrisitet av lasten som krever stimpling.



**Kommentarer:** Relativt torsjonsstivt tverrsnitt. Godt egnet for høydetilpassning. Stor eksentrisitet av lastene. Må normalt stemples.

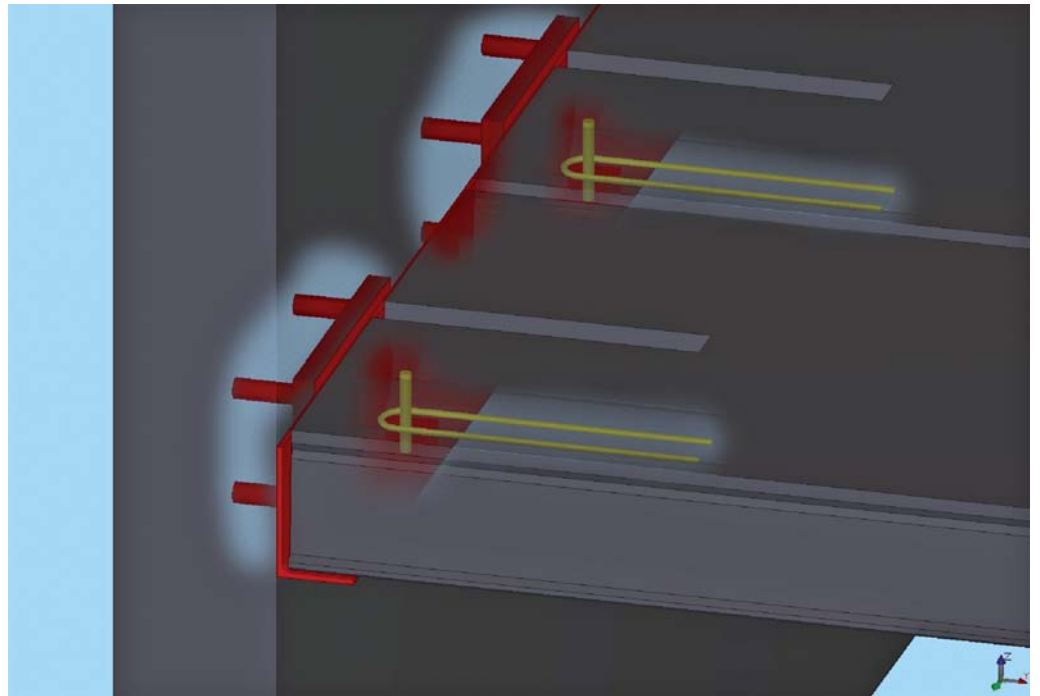


**Kommentarer:** Relativt torsjonsstivt tverrsnitt. Mye utstøping på byggeplass. Brannbeskyttelse vanligvis unødvendig.

**Figur 6**  
Tosidig opplegg på modifisert  
Hatteprofil.

**Figur 7**  
Tosidig opplegg på samvirkebjelke  
(her: Deltabjelke).

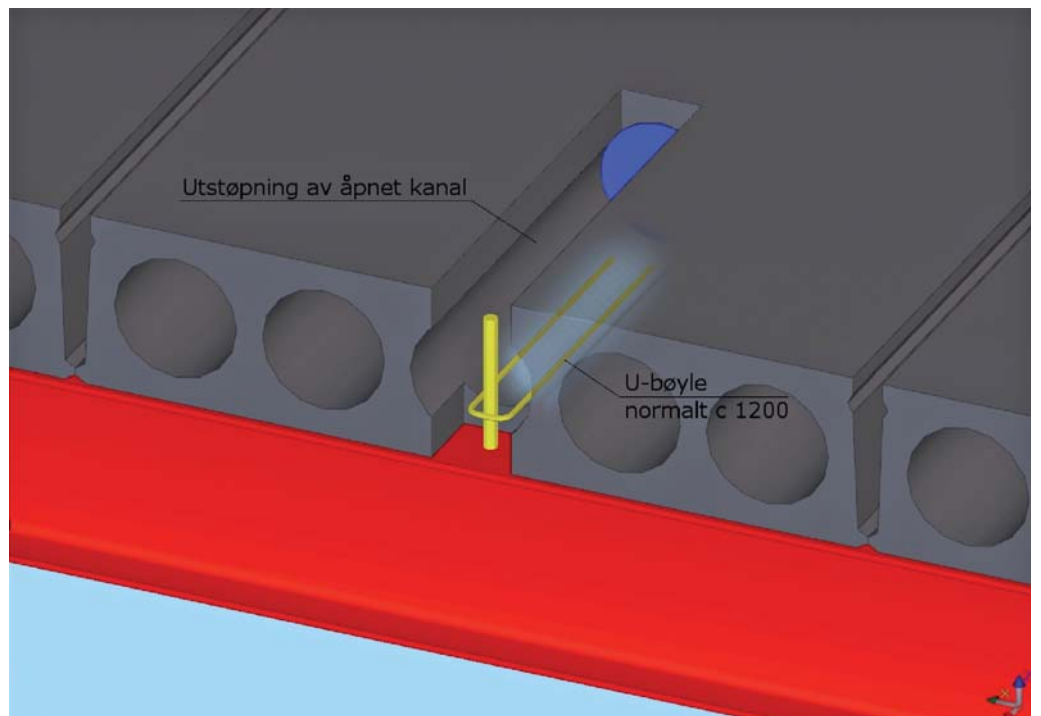
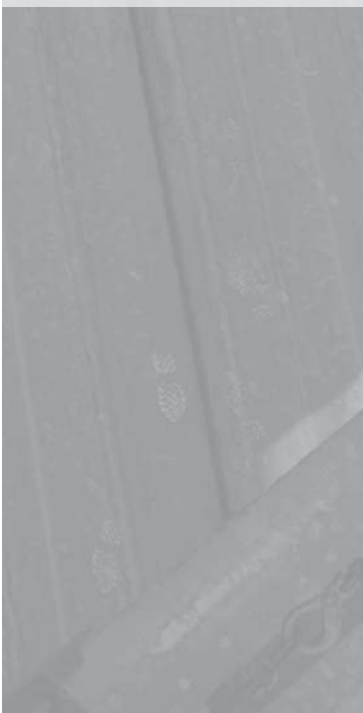
Figur 8  
Ensidig opplegg på vinkel mot  
betongvegg.



I utgangspunktet en rotasjonsfølsom bjelkeprofil. Avstanden mellom innstøpte stålplater er med og bestemmer kravet til torsjonsarmering, og ofte benyttes en avstand mellom platene som gjør stimpling unødvendig. Behov for stivere eller dubb med underkantarmoring dimensjoneres basert på skjær- og strekkrefter og eventuelt torsjonsinnspenning.

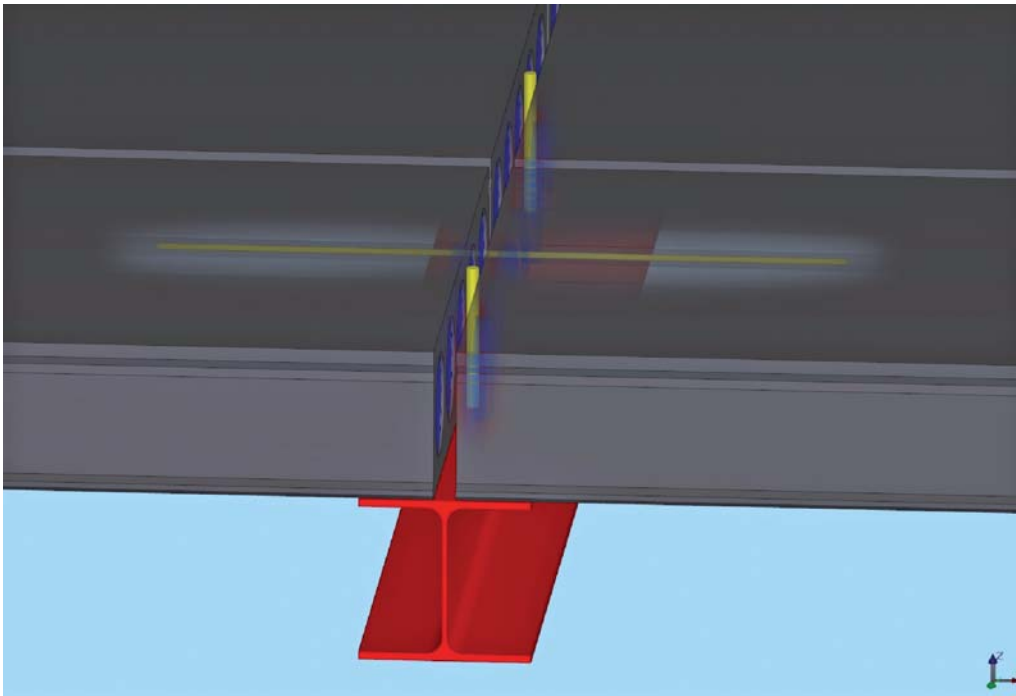
## 6.2 Hulldekker på underliggende bjelker

Figur 9  
Ensidig opplegg på valset profil.



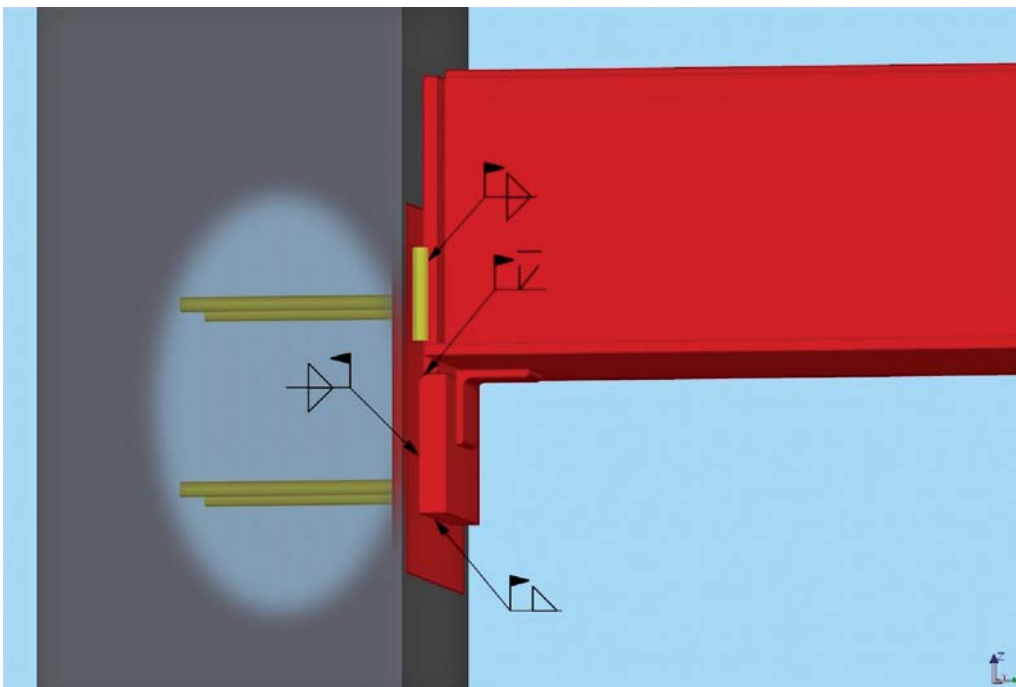
God sentring av lasten. Mulighet for stor skjærkapasitet mellom dekke og bjelke. Ikke behov for stimpling. Krever endeforskaling.





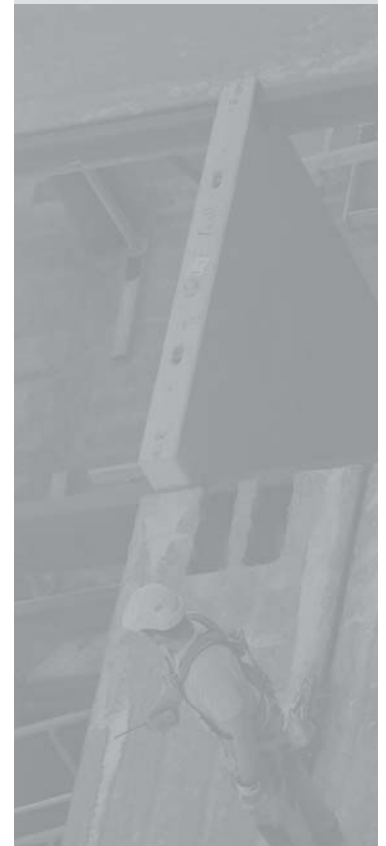
Hulldekkenes krav til minimum oppleggslengde kan dimensjonere bjelke-bredden. Begrensende for tekniske føringer. Vanligvis ikke behov for stimpling.

### 6.3 Søyle/bjelke-forbindelser



Må utføres med tilstrekkelig toleranser for å oppta byggeplassavvik. Hatteprofil kan også sveises til u-liggende vinkel på byggeplass.

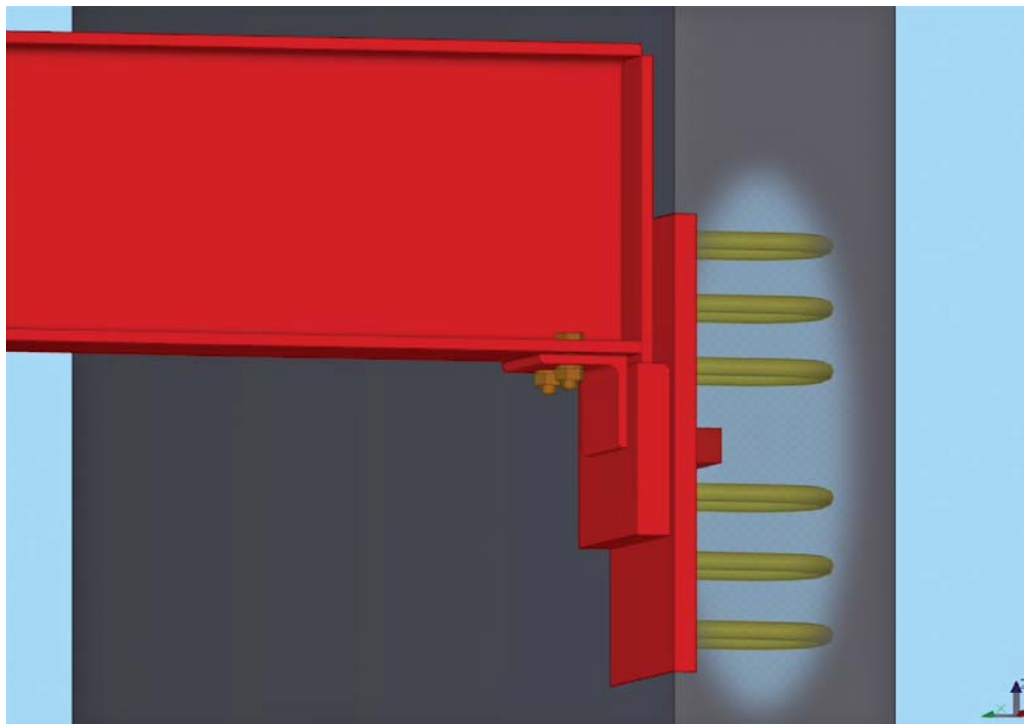
Figur 10  
Tosidig opplegg på valset profil.



Figur 11  
Opplegg av hatteprofil på betongsøyle.

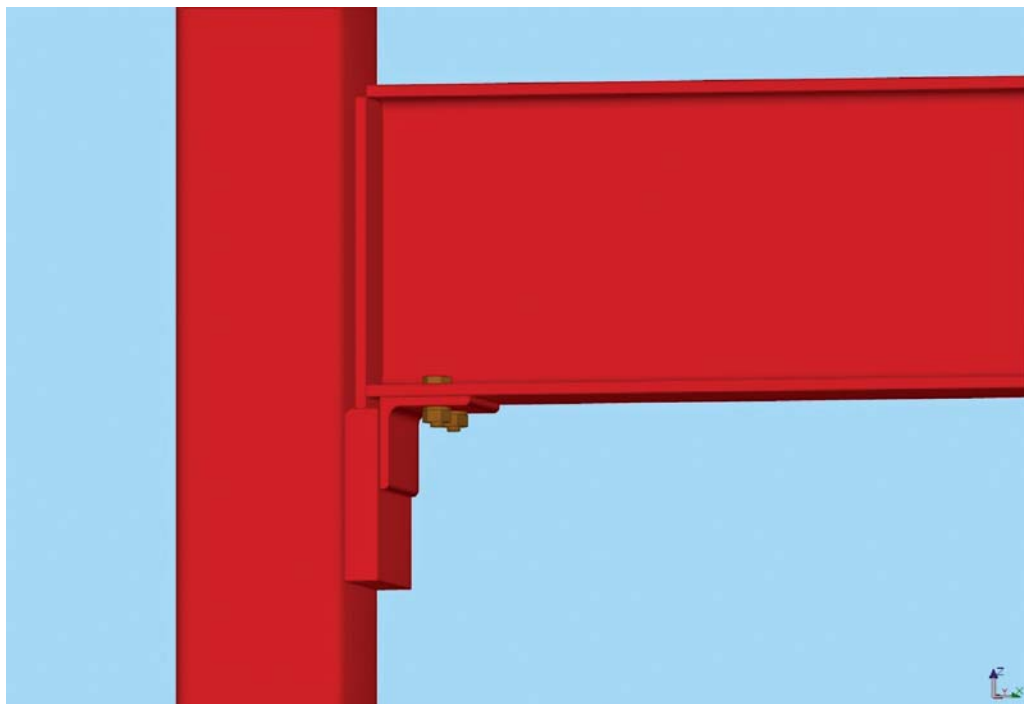
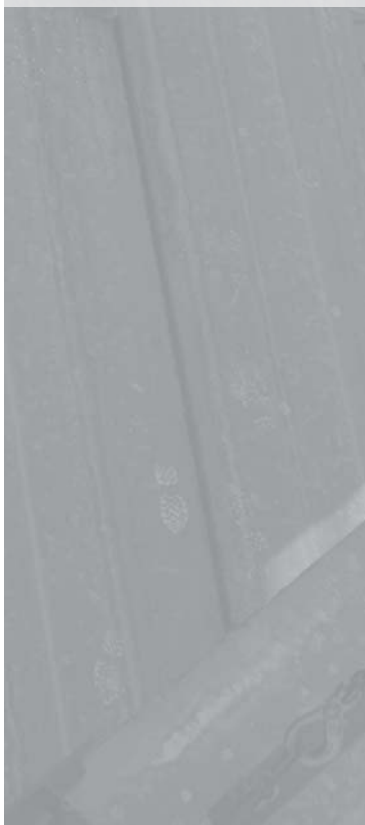


**Figur 12**  
Opplegg av valset bjelke på  
betongsøyle.

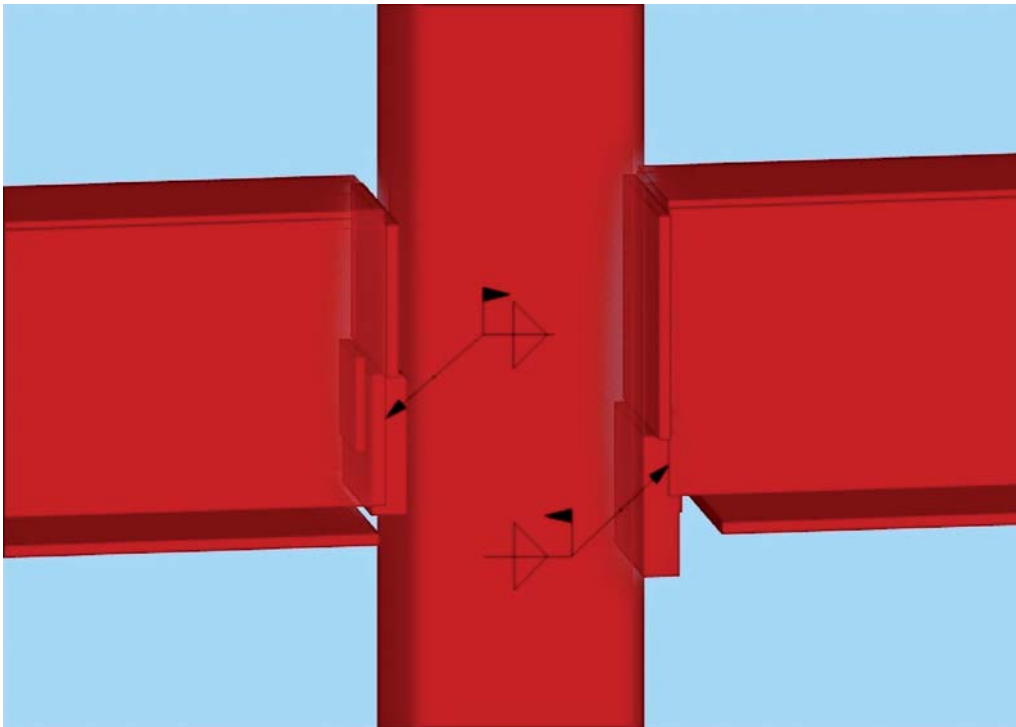


Boltehull må utføres med tilstrekkelig toleranser for å oppta byggeplassavvik.

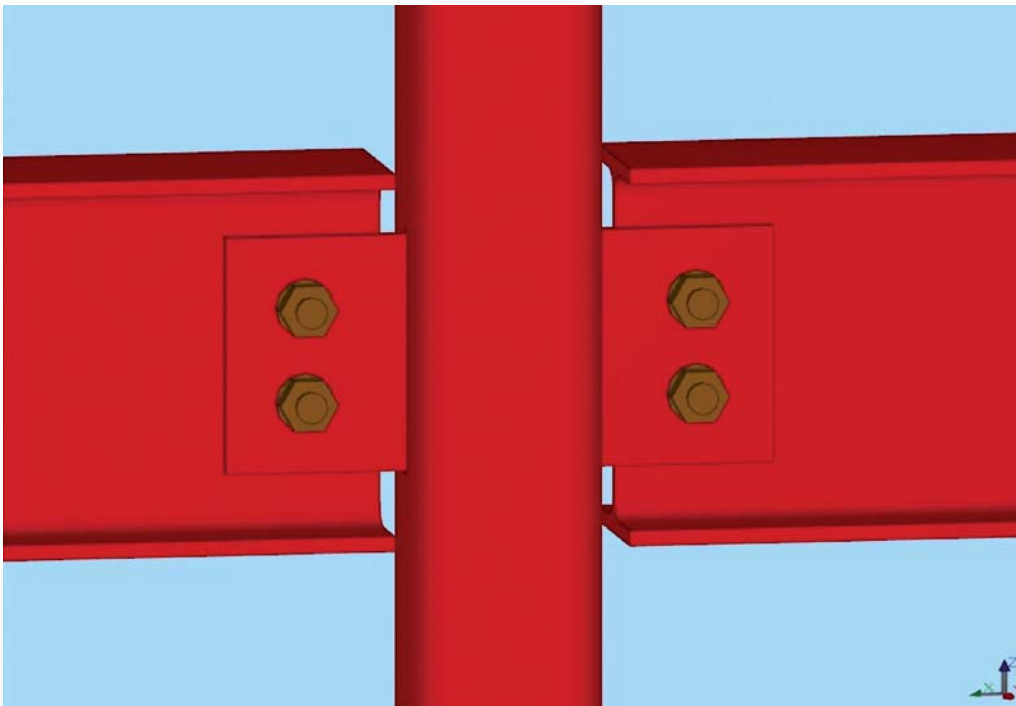
**Figur 13**  
Opplegg av valset bjelke på  
stålsøyle.



Boltehull må utføres med tilstrekkelig toleranser for å oppta byggeplassavvik.



Klagger utføres med tilstrekkelig tykkelse for å oppta byggeplassavvik. Her vist med "skjult" klakk til venstre og "synlig" klakk til høyre.



Enkel og rask montasje av bjelken. Ved riktig utførelse er det et seigt knutepunkt. Normalt ingen stimpling. Boltene må overdimensjoneres for at knutepunktet skal bli seigt.

**Figur 14**  
Bjelkeopplegg på stålsøyle.

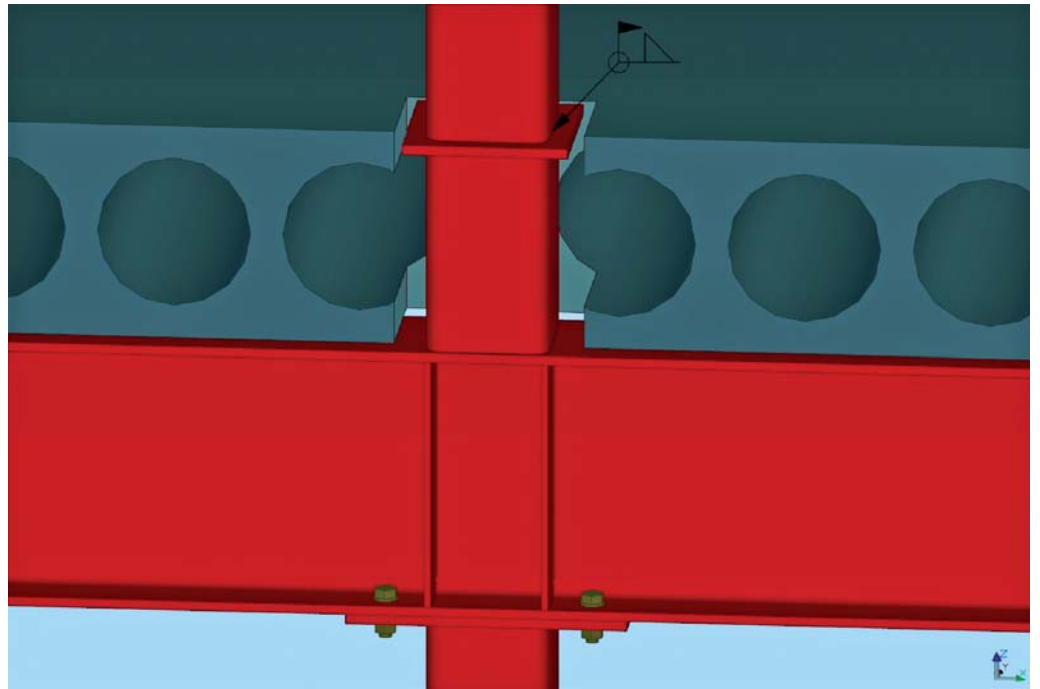


**Figur 15**  
Innfesting av bjelken til søylen med slisseplate.





Figur 16  
Opplegg på søyletopp.



Kontinuerlig bjelke, lett å benytte som strekkbånd.





## BETONGELEMENTFORENINGEN

Betongelementforeningen (BEF) er en selvstendig bransjeforening for norske produsenter av betongelementer til bygg og anlegg, og organiserer i dag ca 95% av betongelementprodusentene. Foreningen ble etablert i 1972, i 2007 omsatte medlemsbedriftene for ca 3,5 mrd NOK med 2500 ansatte i produksjon og montasje.

BEF arbeider med nasjonal og internasjonal standardisering, og er representert i BIBM ("Bureau International du Béton Manufacturé") som er den internasjonale handelsorganisasjonen for betongelementindustrien.

BEF samarbeider med en rekke høyskoler og universiteter om kompetanseutvikling innen prosjektering av betongelementkonstruksjoner. Foreningen er aktiv i Betongopplæringsrådet (BOR) og gjennomfører undervisningsprogrammer for montasjeledere og montasjepersonell der statikkforståelse, PVU og HMS er sentrale områder.

BEF gjennomfører i tillegg egne statikkseminarer for rådgivere og konstruktører, der man tar for seg tema med særlig interesse for betongelementindustrien.

BEF gir ut "Betongelementboka", et omfattende 6 binds læreverk i betongelementkonstruksjoner, denne er lagt ut fritt tilgjengelig på [www.betongelement.no](http://www.betongelement.no). Lærebøkene brukes i de Nordiske landene og på de fleste høyskoler og tekniske universiteter i Norge, i tillegg til dette produserer foreningen informasjonsmaterieell som omfatter bransjens produkter og byggesystemer.

## NORSK STÅLFORBUND

Norsk Stålforbund er en ideell og selvstendig interesseorganisasjon for stålbransjen som arbeider for å fremme faglig utvikling, kunnskap og anvendelse av stål i alle typer konstruksjoner. Forbundet er bransjens kompetansesenter og støtter medlemmenes virksomhet gjennom promotering, informasjon og teknisk rådgiving.

Bak Norsk Stålforbund står en rekke organisasjoner, foreninger og enkeltbedrifter fra det norske stålmiljøet. Medlemmer i Norsk Stålforbund får tilgang til all spesiell medlemsinformasjon samt tilgang til et nettverk av fagfolk innenfor ulike områder.

Gjennom egne prosjekter og samarbeidsprosjekter både i Norden og Europa er Norsk Stålforbund med på å utvikle og hjelpe stålmiljøet og stålbrukerne i Norge. Som medlem i European Convention for Constructional Steelwork (ECCS) får forbundet tilgang til organisasjonens faglige aktiviteter og publikasjoner.

Stålforbundet sørger for at bransjens interesser blir ivaretatt ved utarbeidelsen av nye nasjonale og internasjonale standarder. Stålforbundet utvikler fagbøker, publikasjoner og statistikker. I egen regi og i samarbeid med andre avholder Stålforbundet kurs, temadager og konferanser. Stålforbundet samarbeider også med høyskoler og universitet om kompetanseutvikling. På Stålforbundets hjemmeside [www.stalforbund.com](http://www.stalforbund.com) er det publisert mye nyttig informasjon om stål og bruken av stål.