

(5) For dimensjonering av lengdearmring, i det opprissede området under bøyning, forskyves M_{Ed} -linjen en lengde $a_l = d$ i den ugunstigste retningen (se 9.2.1.3 (2)).

(6) For konstruksjonsdeler med laster påført på øvre side innenfor en avstand $0,5d \leq a_v \leq 2d$ fra kanten av opplegget (eller senter av opplegget hvis det benyttes elastiske lagre), kan bidraget fra denne lasten til skjærkraften V_{Ed} multipliseres med forholdet $\beta = a_v/2d$. Denne reduksjonen kan brukes ved kontroll mot $V_{Rd,c}$ i uttrykk (6.2.a). Dette gjelder kun forutsatt at lengdearmeringen er fullt forankret ved opplegget. For $a_v \leq 0,5d$ bør verdien $a_v = 0,5d$ brukes.

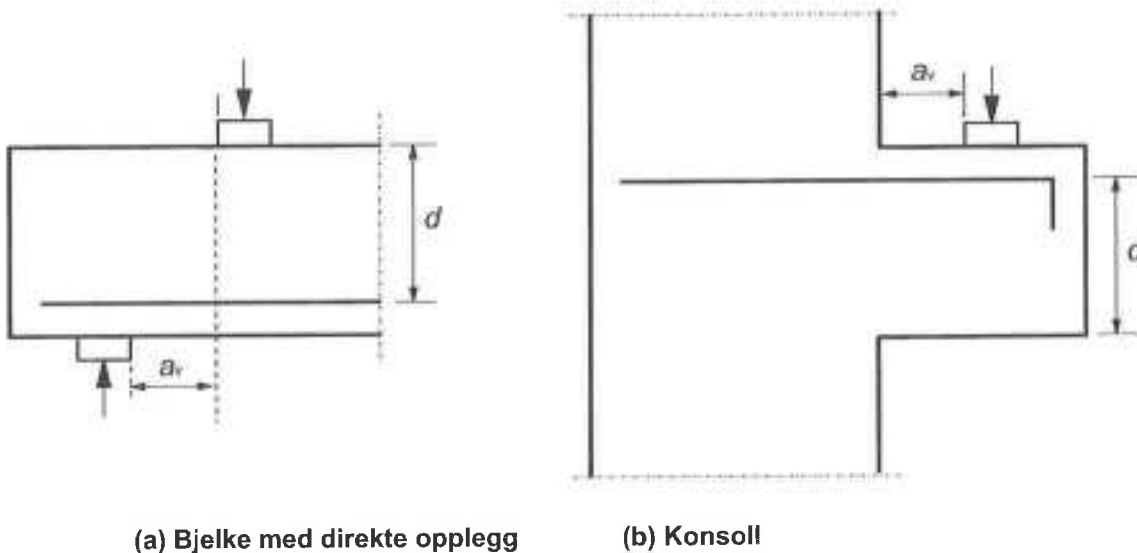
Skjærkraften V_{Ed} , beregnet uten reduksjon med forholdet β , må imidlertid alltid oppfylle betingelsen

$$V_{Ed} \leq 0,5 b_w d \nu f_{cd} \quad (6.5)$$

der ν er en fasthetsreduksjonsfaktor for betong opprisset grunnet skjærkraft.

MERKNAD Verdien av ν som skal brukes i det enkelte land, finnes i det nasjonale tillegget. Anbefalt verdi følger av uttrykket nedenfor:

$$\nu = 0,6 \left[1 - \frac{f_{ck}}{250} \right] \quad (f_{ck} \text{ i MPa}) \quad (6.6N)$$



Figur 6.4 – Laster i nærheten av opplegg

(7) Bjelker med laster i nærheten av opplegg og konsoller kan som et alternativ dimensjoneres med stavmodeller. For dette alternativet vises det til 6.5.

6.2.3 Konstruksjonsdeler med beregningsmessig behov for skjærarmring

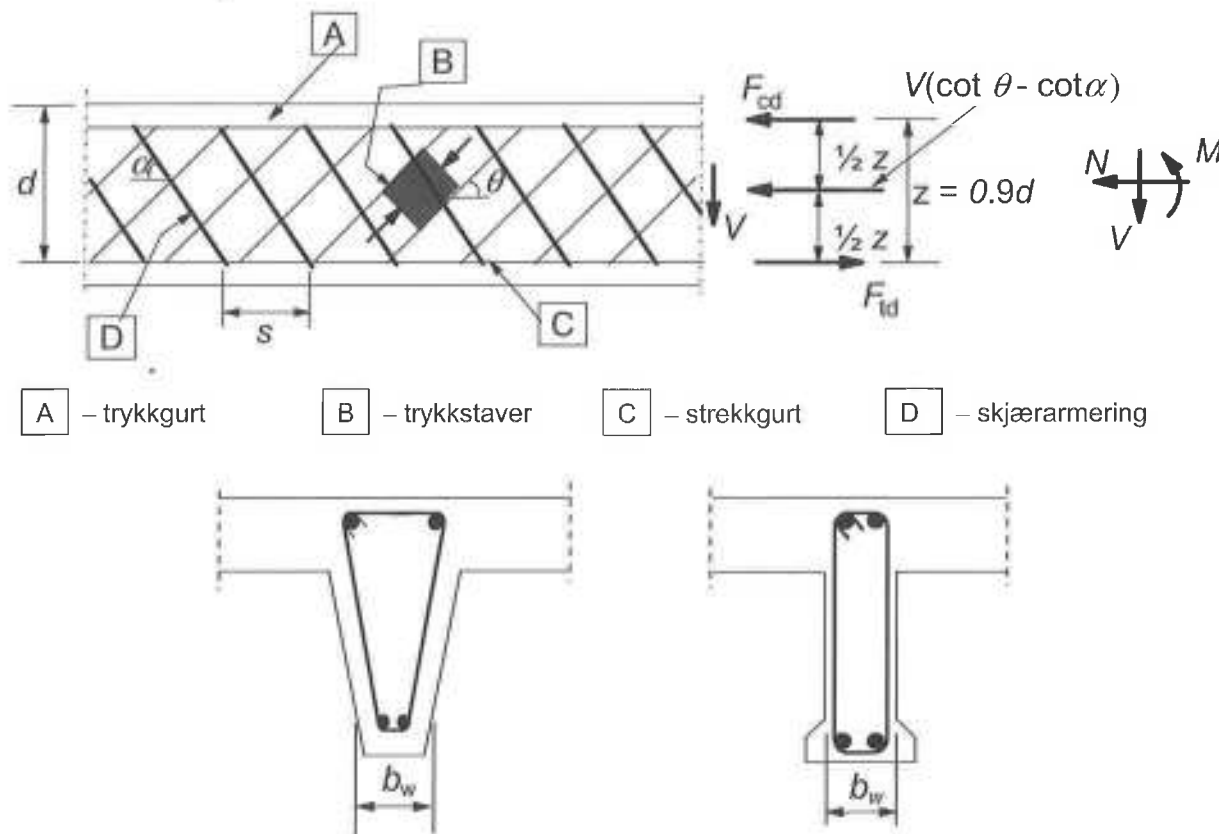
(1) Dimensjonering av konstruksjonsdeler med skjærarmring er basert på en fagverksmodell (figur 6.5). Grenseverdier for vinkelen θ for de skrå trykkstavene i steget er gitt i 6.2.3 (2).

På figur 6.5 vises følgende betegnelser:

- α er vinkelen mellom skjærarmring og bjelkeaksen vinkelrettrett på skjærkraften (positiv retning som vist på figur 6.5)
- θ er vinkelen mellom betongtrykkstaven og bjelkeaksen vinkelrett på skjærkraften
- F_{td} er dimensjonerende verdi for strekkraften i lengdearmeringen
- F_{cd} er dimensjonerende verdi for betongtrykkkraften i retning konstruksjonsdelens lengdeakse
- b_w er minste bredde mellom strekk- og trykkgurt

z er innvendig momentarm for en konstruksjonsdel med konstant høyde, beregnet for bøyemomentet i den aktuelle konstruksjonsdelen. Ved skjærkraftdimensjonering av armert betong uten aksialkraft kan vanligvis den tilnærmete verdien $z = 0,9d$ brukes.

I konstruksjonsdeler med skrå spennkabler bør det foreskrives lengdearmring i strekkgurten for å oppta strekkraften i lengderetningen fra skjærkraften som definert i (7).



Figur 6.5 – Fagverksmodell og betegnelser for skjærarmerte konstruksjonsdeler

(2) Vinkelen θ bør begrenses.

MERKNAD Grenseverdiene for $\cot\theta$ som skal brukes i det enkelte land, finnes i det nasjonale tillegget. De anbefalte grenseverdiene er gitt i uttrykk (6.7N).

$$1 \leq \cot\theta \leq 2,5 \quad (6.7N)$$

(3) For konstruksjonsdeler med vertikal skjærarmring er skjærkraftkapasiteten V_{Rd} den minste av verdien:

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} z f_{ywd} \cot\theta \quad (6.8)$$

MERKNAD Hvis uttrykk (6.10) brukes, bør verdien av f_{ywd} reduseres til $0,8 f_{yk}$ i uttrykk (6.8)

og verdien:

$$V_{Rd,max} = \alpha_{cw} b_w z v_1 f_{cd} / (\cot\theta + \tan\theta) \quad (6.9)$$

der

A_{sw} er skjærarmringens tverrsnittsareal

s er senteravstanden mellom bøyene

f_{ywd} er skjærarmeringens dimensjonerende flytegrense

ν_1 er en fasthetsreduksjonsfaktor for betong opprisset på grunn av skjærkraft

α_{cw} er en koeffisient som tar hensyn til spenningstilstanden i trykkgurten

MERKNAD 1 Verdien av ν_1 og α_{cw} som skal brukes i det enkelte land, finnes i det nasjonale tillegget. Anbefalt verdi av ν_1 er ν (se uttrykk (6.6N)).

MERKNAD 2 Hvis dimensjonerende spenning i skjærarmeringen er under 80 % av den karakteristiske flytegrensen f_{yk} , kan ν_1 velges som følger:

$$\nu_1 = 0,6 \text{ for } f_{ck} \leq 60 \text{ MPa} \quad (6.10.aN)$$

$$\nu_1 = 0,9 - f_{ck}/200 > 0,5 \text{ for } f_{ck} \geq 60 \text{ MPa} \quad (6.10.bN)$$

MERKNAD 3 Anbefalt verdi av α_{cw} er følgende:

1 for ikke-forspente konstruksjoner

$$(1 + \sigma_{cp}/f_{cd}) \text{ for } 0 < \sigma_{cp} \leq 0,25 f_{cd} \quad (6.11.aN)$$

$$1,25 \text{ for } 0,25 f_{cd} < \sigma_{cp} \leq 0,5 f_{cd} \quad (6.11.bN)$$

$$2,5 (1 - \sigma_{cp}/f_{cd}) \text{ for } 0,5 f_{cd} < \sigma_{cp} < 1,0 f_{cd} \quad (6.11.cN)$$

der

σ_{cp} er den midlere trykkspenningen, regnet som positiv, i betongen som følge av dimensjonerende aksialkraft. Den beregnes som en middelvei over betongtverrsnittet hvor det også tas hensyn til armeringen. Det er ikke nødvendig å beregne verdien av σ_{cp} i en avstand mindre enn $0,5d \cot \theta$ fra kanten av opplegget.

MERKNAD 4 Største effektive tverrsnittsareal av skjærarmeringen $A_{sw,max}$, for $\cot \theta = 1$ er gitt ved:

$$\frac{A_{sw,max} f_{ywd}}{b_w s} \leq \frac{1}{2} \alpha_{cw} \nu_1 f_{cd} \quad (6.12)$$

(4) For konstruksjonsdeler med skrå skjærarmering er skjærkraftkapasiteten den minste av verdiene:

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} z f_{ywd} (\cot \theta + \cot \alpha) \sin \alpha \quad (6.13)$$

og

$$V_{Rd,max} = \alpha_{cw} b_w z \nu_1 f_{cd} (\cot \theta + \cot \alpha) / (1 + \cot^2 \theta) \quad (6.14)$$

MERKNAD Største effektive skjærarmering $A_{sw,max}$ for $\cot \theta = 1$ er gitt ved:

$$\frac{A_{sw,max} f_{ywd}}{b_w s} \leq \frac{1}{2} \frac{\alpha_{cw} \nu_1 f_{cd}}{\sin \alpha} \quad (6.15)$$

(5) I områder der det ikke er diskontinuitet i V_{Ed} (f.eks. ved jevnt fordelt belastning på overflens), kan skjærarmeringsbehovet i enhver lengdetilvekt $l = z (\cot \theta)$ beregnes ved hjelp av den minste verdien av V_{Ed} innenfor denne lengden.

(6) Der steget inneholder injiserte kabelkanaler av metall med en diameter $\phi > b_w/8$, beregnes skjærkraftkapasiteten $V_{Rd,max}$ på grunnlag av en nominell stegtykkelse gitt ved:

$$b_{w,nom} = b_w - 0,5 \Sigma \phi \quad (6.16)$$

der ϕ er den utvendige diameteren av kabelkanalen, og $\Sigma \phi$ er bestemt for det ugunstigste nivået.

For injiserte kabelkanaler av metall med $\phi \leq b_w/8$, $b_{w,nom} = b_w$

For ikke-injiserte kabelkanaler, injiserte kabelkanaler av plast og spennkabler uten heft, er nominell stegtykkelse:

$$b_{w,nom} = b_w - 1,2 \sum \phi \quad (6.17)$$

Verdien 1,2 i uttrykk (6.17) brukes for å ta hensyn til spalting av betongtrykkstavene som følge av tverrstrekk. Hvis det foreskrives tilstrekkelig tverrarmring, kan denne verdien reduseres til 1,0.

(7) Tilleggstrekkraften ΔF_{td} i lengdearmeringen fra skjærkraften V_{Ed} kan beregnes ut fra:

$$\Delta F_{td} = 0,5 V_{Ed} (\cot \theta - \cot \alpha) \quad (6.18)$$

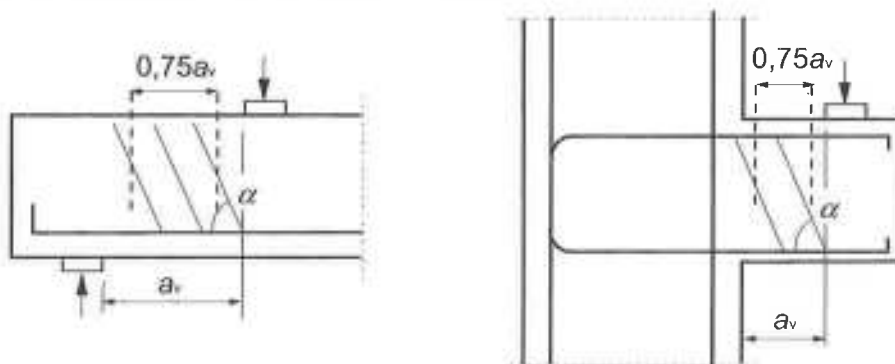
$(M_{Ed}/z) + \Delta F_{td}$ behøver ikke antas større enn $M_{Ed,max}/z$, der $M_{Ed,max}$ er største moment langs bjelken.

(8) For konstruksjonsdeler med laster påført på øvre side innenfor en avstand $0,5d \leq a_v \leq 2,0d$ fra opplegg, kan denne lastens bidrag til skjærkraften V_{Ed} reduseres med forholdet $\beta = a_v/2d$.

Skjærkraften V_{Ed} beregnet på denne måten, må oppfylle betingelsen:

$$V_{Ed} \leq A_{sw} \cdot f_{ywd} \sin \alpha \quad (6.19)$$

der $A_{sw} \cdot f_{ywd}$ er kapasiteten fra skjærarmeringen som krysser det skrå skjærrisset mellom de belastede flatene (se figur 6.6). Det bør kun regnes med skjærarmeringen innenfor det midtre området på $0,75 a_v$. Reduksjonen med forholdet β bør bare brukes for beregning av skjærarmeringen. Den gjelder kun forutsatt at lengdearmeringen er fullt forankret ved opplegget.



Figur 6.6 – Skjærarmering i korte skjærspenn med direkte trykkstavvirkning

For $a_v < 0,5d$ bør verdien $a_v = 0,5d$ brukes.

Verdien V_{Ed} beregnet uten reduksjon av forholdet β må imidlertid alltid være lik eller mindre enn $V_{Rd,max}$, se uttrykk (6.9).

6.2.4 Skjærkrefter mellom steg og flenser

(1) Skjærkraftkapasiteten av flenser kan beregnes ved å betrakte flensen som et system av trykkstaver kombinert med strekkstaver i form av strekkarmring.

(2) Det bør legges en minimumsarmering som angitt i 9.3.1.

(3) Skjærspenningen i lengderetningen v_{Ed} i overgangen mellom en del av en flens og steget bestemmes ved endringen av normal (aksial) kraft i den delen av flensen som undersøkes, i overensstemmelse med følgende:

$$v_{Ed} = \Delta F_d / (h_f \cdot \Delta x) \quad (6.20)$$

der

h_f er flensens tykkelse ved overgangen