

Figur A.3.2.2.2b Lastsituasjon

dvs. at skjevstilling av last og aktuelle frie punktlaster må være av rimelig størrelse.

Ved plastisk beregning (flyteleddmetoder) kan det ses bort fra krypning, svinn og andre sekundære effekter.

#### A.7.1 Beregnings- og dimensjoneringsmetode

Beregning etter elastisitetsteori vil spesielt være nødvendig der det kreves stabilitetskontroll for deler av ståltverrsnittet.

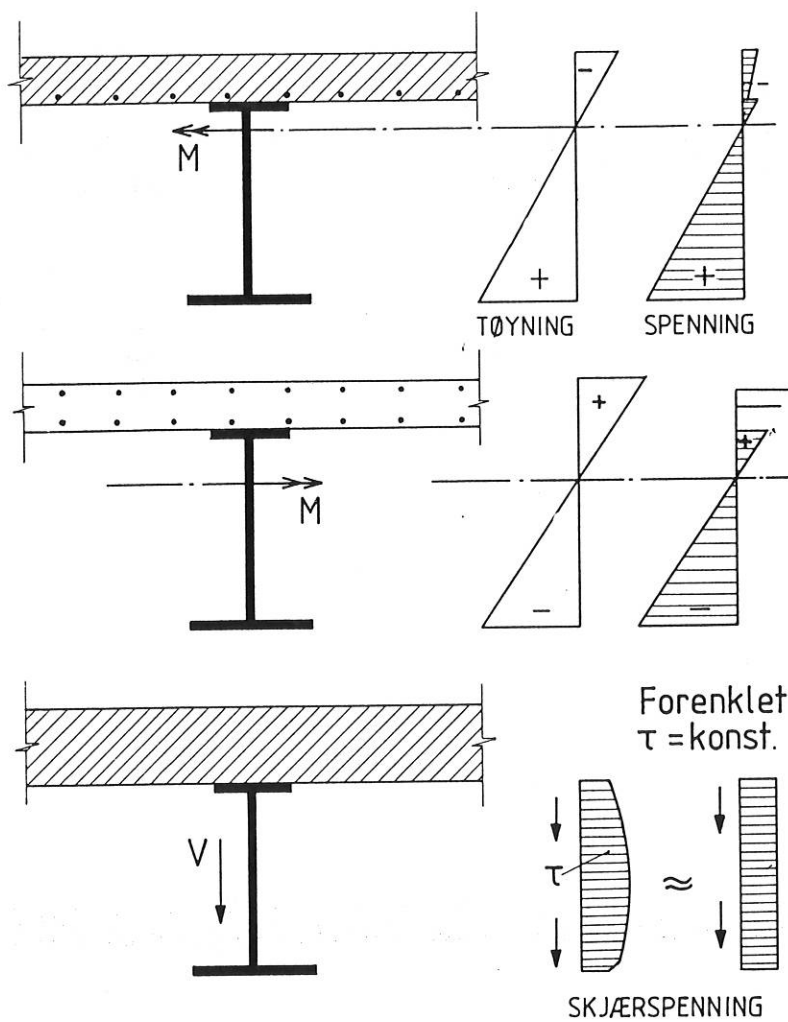
Ved bruk av plastisitetsteori kan det i alminnelighet antas en fullstendig plastisk spenningstilstand. Dette kan føre til mindre feil, spesielt hvis en vesentlig del av ståltverrsnittet ligger i nærheten av nullinjen, se figur A.7.3.3a. Som en kontroll av antakelsen om full plastisk spenningstilstand i ståltverrsnittet kan det foretas en ny beregning hvor det ses helt bort fra tverrsnittsdeler som etter den første beregning ligger nærmere nullinjen enn 0,2 ganger avstand til den stålfiber som er lengst fra nullinjen. En nøyaktig beregning vil normalt gi verdier mellom disse to yttergrenser. Den forenklete metode gitt i punkt 7.1 vil i alminnelighet gi helt uvesentlige feil og kan regnes likeverdig med en nøyaktig beregning.

Figur A.7.3.3 illustrerer antakelsen om fullstendig plastifisert samvirketverrsnitt. Ved beregningen bør det tas hensyn til at trykksonen ofte er bare en del av betongtykkelsen.

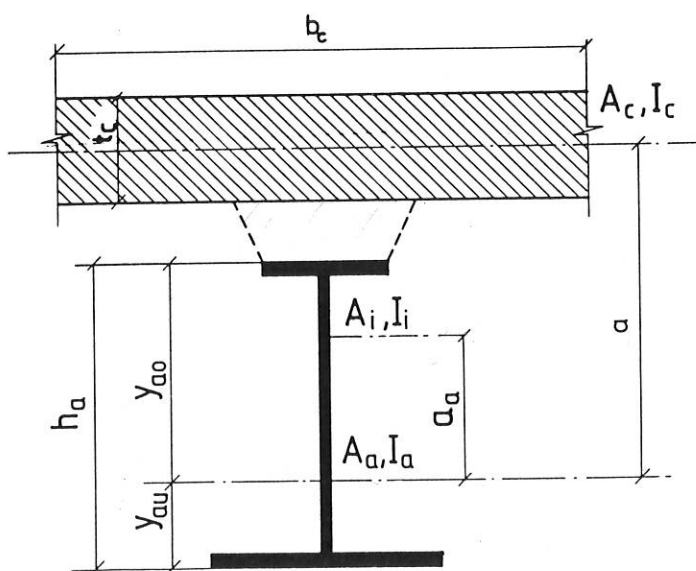
På figur A.7.3.3c er vist forholdene når samvirkebjelken får negativt moment og betongen regnes som uvirksom.

#### A.7.3.2 Kraft og spenningsfordeling ved beregning etter elastisitetsteori

På figur A.7.3.2a er det skissert fordeling av tøyning og materialspenning over tverrsnittet når det ses bort fra svinn og krypning i betongen.



Figur A.7.3.2a Antatte spenningsforløp



Figur A.7.3.2b Oppbygning av tverrsnitt

Tilsvarende forenklet oppbygning av tverrsnitt er vist på figur A.7.3.2b

Ekvivalent betongareal er  $A_c/n$  med  $n = E_{ak}/E_{ck}$ .

Det samlede tverrsnitt vil være  $A_i = A_a + A_c/n$

med annet arealmoment:

$$I_i = I_a + \frac{1}{n} I_c + a^2 \frac{\frac{1}{n} \cdot A_c \cdot A_a}{A_i}$$

Tyngdepunktets beliggenhet for det samlede tverrsnitt vil være

$$a_a = a \cdot \frac{\frac{1}{n} A_c}{A_i}$$

Statisk moment om det felles tyngdepunkt er for betongarealet

$$S_i = a \cdot \frac{\frac{1}{n} \cdot A_c \cdot A_a}{A_i} = a_a \cdot A_a = \frac{1}{n} A_c (a - a_a)$$

Kraftresultanten i betonggurten pga. et ytre moment blir

$$N_c = \frac{M}{I_i} S_i$$

Skjærkraft per lengdeenhet i fugen mellom stålfens og betong blir ved monolittisk (stiv) forbindelse

$$q_v = \frac{dN_c}{dx} = V \frac{S_i}{I_i}$$

Dersom lengdearming  $A_s$  i betongen er av betydning, skal den tas med i betongtverrsnittet.

$$A_c = t_c \cdot b_c + nA_s \text{ eller } x \cdot b_c + nA_s$$

Tyngdepunkt og  $I$ -verdier regnes så ut på vanlig måte.

Betongtverrsnitt i strekksone regnes ikke virksomt i bruddgrensetilstanden.

Ved beregning av spenninger fra en konstant langtidslast kan virkningen av betongens krypning tas med ved å regne med en redusert modul.

$$E'_{ck} = E_{ck} \frac{1}{1 + 1,1 \varphi}$$

Verdier for  $\varphi$  er gitt i punkt A.4.1.2.

Valg av løsningsmåte for svinnkrefter

Beregning av svinnkrefter inkludert virkning av krypning kan bli forholdsvis komplisert, men alle nødvendige data er gitt i punkt A.4.1.2. En metode som kan brukes i de aller fleste tilfeller, er å regne med en redusert elastisitetsmodul  $E'_{ck}$  for betongen.

Ved beregning av svinnkrefter kan da antas:

$$E'_{ck} = \frac{E_{ck}}{1 + 0,6 \varphi}; \text{ eller } n' = n (1 + 0,6 \varphi)$$

Virkning av svinn kan bestemmes som for sprangvis temperaturforskjell, idet man bestemmer tverrsnittsverdier  $A'_i \cdot I'_i$  osv. med  $n'$  istedenfor for  $n$ .

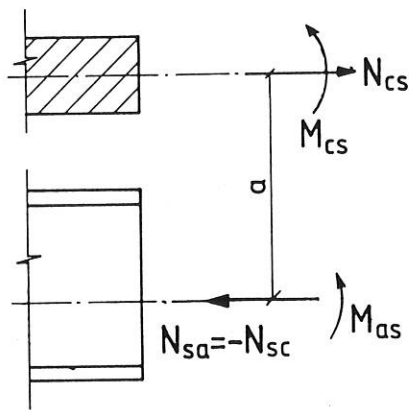
Med betegnelser som på figur A.7.3.2b blir det strekkraft i betongen på grunn av svinn.

$$N_{cs} = \epsilon_{cs} E'_{ck} A_c \frac{A_a \left( I_a + \frac{1}{n'} I_c \right)}{A'_i \cdot I'_i}$$

med en tilsvarende trykkraft i stålkonstruksjonen. Dette kraftpar fører til momenter i stålkonstruksjonen  $M_{as}$  og betongdelen  $M_{cs}$ .

$$M_{as} = \epsilon_{cs} E'_{ck} A_c \frac{A_s I_s}{A'_i \cdot I'_i} \cdot a \quad M_{cs} = \frac{I_c}{n' \cdot I_a} M_{as}$$

Se figur A.7.3.2c.



Figur A.7.3.2c Krefter fra svinn og krypning