

- Nationalencyklopedin. (utan år-f). Resonans. Hämtad 21 februari 2018, från <http://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/l%C3%A5ng/resonans>. (Se sidan 9)
- Nationalencyklopedin. (utan år-g). Trä. Hämtad 21 februari 2018, från <http://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/l%C3%A5ng/tr%C3%A4>. (Se sidan 11)
- Pålplintar AB. (utan år). Spontning. Hämtad 4 mars 2018, från <http://www.palplintar.se/tjanster/spontning/>. (Se sidan 8)
- Säisä, J., Westin, L., Axensten, P., von Koch, A. & Sjöberg, S. (2005). Trafikantmerkostnader vid välgångsgränder. Hämtad från <http://umu.diva-portal.org/smash/get/diva2:227420/FULLTEXT01.pdf>. (Se sidorna 5, 6)
- Sällfors, G. (2013). *Getoteknik - jordmateriallära*. Gothenburg. (Se sidorna 7, 8).
- SGI. (utan år). Grundläggningsmetoder. Hämtad 22 februari 2018, från <http://www.swedgeo.se/sv/vagledning-i-arbetet/grundlaggning-och-forstarkning/grundlaggning-metoder/>. (Se sidan 7)
- SGU. (utan år). SGUs Kartvisare. Hämtad 21 februari 2018, från <https://apps.sgu.se/kartvisare/>. (Se sidan 5)
- Sundquist, H. (utan år). Laster och lasteffekter av trafik på broar, 30. Hämtad från https://www.trafikverket.se/contentassets/8425704897db43059cb747ece4421b95/forstudie_till_ramprojektet_utvardering_av_tillaten_trafiklast_bilaga_laster_och_lasteffekter_av_trafik_pa_broar.pdf. (Se sidorna 6, 7)
- Svensk Standard. (utan år-a). *SS-EN 1990. Grundläggande dimensioneringsregler för bärverk*. SIS Förlag AB. Stockholm. Hämtad från <https://enav.sis.se/>. (Se sidan 33)
- Svensk Standard. (utan år-b). *SS-EN 1991-2. Laster på bärverk – Del 2: Trafiklast på broar*. SIS Förlag AB. Stockholm. Hämtad från <https://enav.sis.se/>. (Se sidorna 29, 30, 41)
- Svensk Standard. (utan år-c). *SS-EN 1994-2:2005. Dimensionering av samverkanskonstruktioner i stål och betong – Del 2: Broar*. SIS Förlag AB. Stockholm. Hämtad från <https://enav.sis.se/>. (Se sidorna 38, 40)
- Svensk Standard. (2011a). *SS-EN 1992-2:2005. Dimensionering av betongkonstruktioner - Del 2: Broar. Euro code SS-EN-1191-2, (138227)*. Hämtad från <https://enav.sis.se/>. (Se sidan 41)
- Svensk Standard. (2011b). *SS-EN 1993-1-8:2005. Dimensionering av stålkonstruktioner - Del 1-8: Dimensionering av knutpunkter och förband. Euro code SS-EN-1191-2, (138227)*. Hämtad från <https://enav.sis.se/>. (Se sidan 39)
- Svenskt Trä. (utan år-a). Använd trä, det är bra för miljön! Hämtad 21 februari 2018, från <https://www.svenskttra.se/om-tra/hallbarhet/>. (Se sidan 11)
- Svenskt Trä. (utan år-b). Om trä. Hämtad 21 februari 2018, från <https://www.traguiden.se/om-tra/>. (Se sidan 11)
- Svenskt Trä. (2003). Träbroar. Hämtad 21 februari 2018, från <https://www.traguiden.se/konstruktion/konstruktionsexempel/trabroar/>. (Se sidan 11)
- Svenskt trä. (2017). Sågverksprocessen. Hämtad 21 februari 2018, från <https://www.traguiden.se/om-tra/materialet-tra/sagverksprocessen/>. (Se sidan 11)
- Tobe. (2011). TOBE ® FR4 potlager. Hämtad 4 maj 2018, från <http://www.spennteknikk.no/brosjyrer/TobeFR4-svensk-14042011.pdf>. (Se sidan 37)
- Trafikverket. (utan år). Vägtrafikflödeskartan. Hämtad 21 februari 2018, från <http://vtf.trafikverket.se/SeTrafikinformation>. (Se sidan 5)
- Trafikverket. (2011a). 2011 TRVK Bro 11 - publ 2011:085. Hämtad från https://www.trafikverket.se/contentassets/1ffad0ea826f43308e2c2a5dfe883d5f/filer/2011_085_trvk_bro_11.pdf. (Se sidorna 3, 10)
- Trafikverket. (2011b). 2011 TRVR Bro 11 - publ 2011:086. Hämtad från https://trafikverket.ineko.se/Files/sv-SE/10752/RelatedFiles/2011_086_trvr_bro_11.pdf. (Se sidan 41)

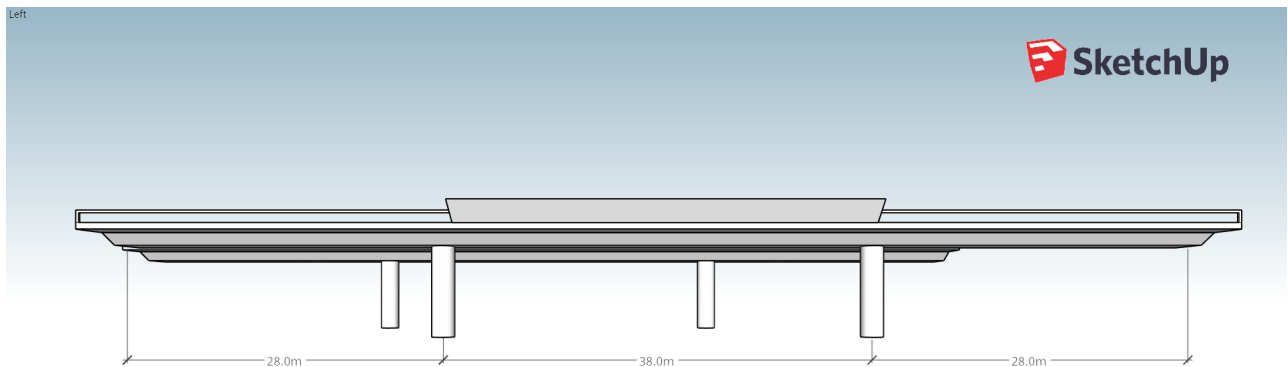
- Trafikverket. (2014a). *Bro och tunnel management*. (Se sidorna 15–17).
- Trafikverket. (2014b). *Prognos för personresor 2030*. Hämtad från http://publikationswebbutik.vv.se/upload/7326/2014_071_Prognos_for_personresor_2014_2030_trafikverkets_basprognos.pdf. (Se sidan 5)
- Trafikverket. (2015). *Bro och tunnel*. Trafikverket. Borlänge. Hämtad 21 februari 2018, från <http://www.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/vag/underhall-vag/Bro-och-tunnel/>. (Se sidan 14)
- Trafikverket. (2016a). Skötsel av broar. Hämtad 26 februari 2018, från <https://www.trafikverket.se/resa-och-trafik/underhall-av-vag-och-jarnvag/Sa-skoter-vi-broar-och-tunnlar/Skotsel-av-broar/>. (Se sidan 1)
- Trafikverket. (2016b). Trafikökning på järnvägen. Hämtad 22 februari 2018, från <https://www.trafikverket.se/resa-och-trafik/underhall-av-vag-och-jarnvag/Sa-skoter-vi-jarnvagar/Jarnvagens-utmaningar/Trafikokning-pa-jarnvagen/>. (Se sidan 1)
- Trafikverket. (2017a). *Bärighetsberäkning av broar*. (Se sidan 7).
- Trafikverket. (2017b). Lund–Arlöv, fyra spår. Hämtad 25 februari 2018, från <https://www.trafikverket.se/nara-dig/Skane/projekt-i-skane-lan/lund-arlov/>. (Se sidorna 1, 5)
- Trafikverket. (2018). *Broprojekteringshandbok förhandsutgåva*. (Se sidorna 6–10, 13, 15–17, 19).
- Transportstyrelsen. (1998). Bvf 586.20. Hämtad från https://www.transportstyrelsen.se/globalassets/global/jarnvag/vagledning/godkannande/bilaga_7_bvf_586_20.pdf. (Se sidan 4)
- Vägverket. (2006). *VVFS 2006:61. Vägverkets författningssamling*. Vägverket. (Se sidan 30).
- Vikström, G. (2011). Riktlinjer omledning av trafik. Trafikverket. Hämtad från https://www.trafikverket.se/contentassets/1acefe1dc6ea404fbc9e283848c0ca41/riktlinje_omledning_av_trafik.pdf. (Se sidan 6)

A Spännvidder för olika brotyper

	Brotyp	Spännvidd
Rambro	Plattrambro i armerad betong	< 20 m
	Plattrambro i spännarmerad betong	< 35 m
	Balkrambro i spännarmerad betong	< 50 m
Balkbro	Betongbalkbro i slakarmerad betong	10-25 m
	Betongbalkbro i spännarmerad betong	25-30 m
	Samverkansbro i stål och betong I-tvärsnitt och lådbalk	20-70 m
	Lådbalkbro betong	40-200 m
	Bro med fackverksbalkar	< 50 m
Bågbro		> 60 m
Snedkabelbro		100-500 m
Hängbro		> 500 m

Figur A.1: Tabell över spännvidder för olika brotyper (Trafikverket, 2018).

B Geometrisk utformning av samverkansbro

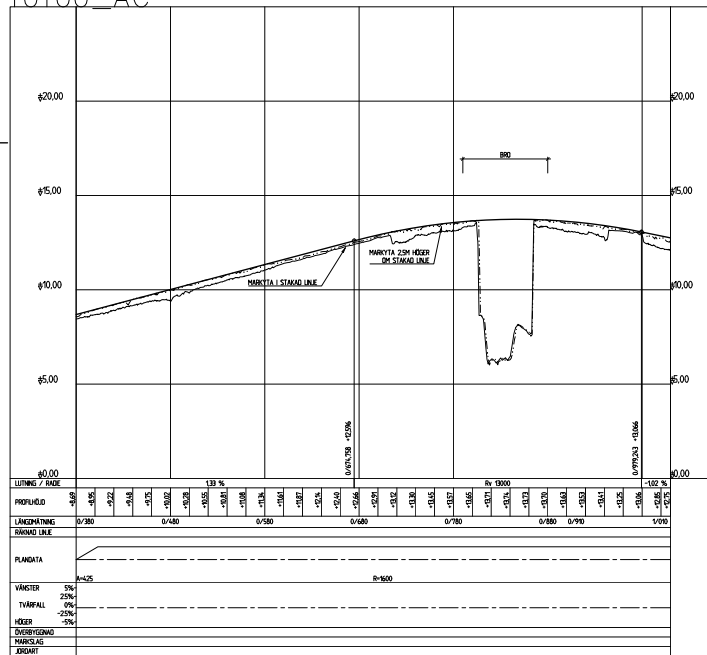


Figur B.1: Modell och spännvidder

C Platsbeskrivningar

C.1 Vägprofil

10100_AC



TECKENFÖRKLARING

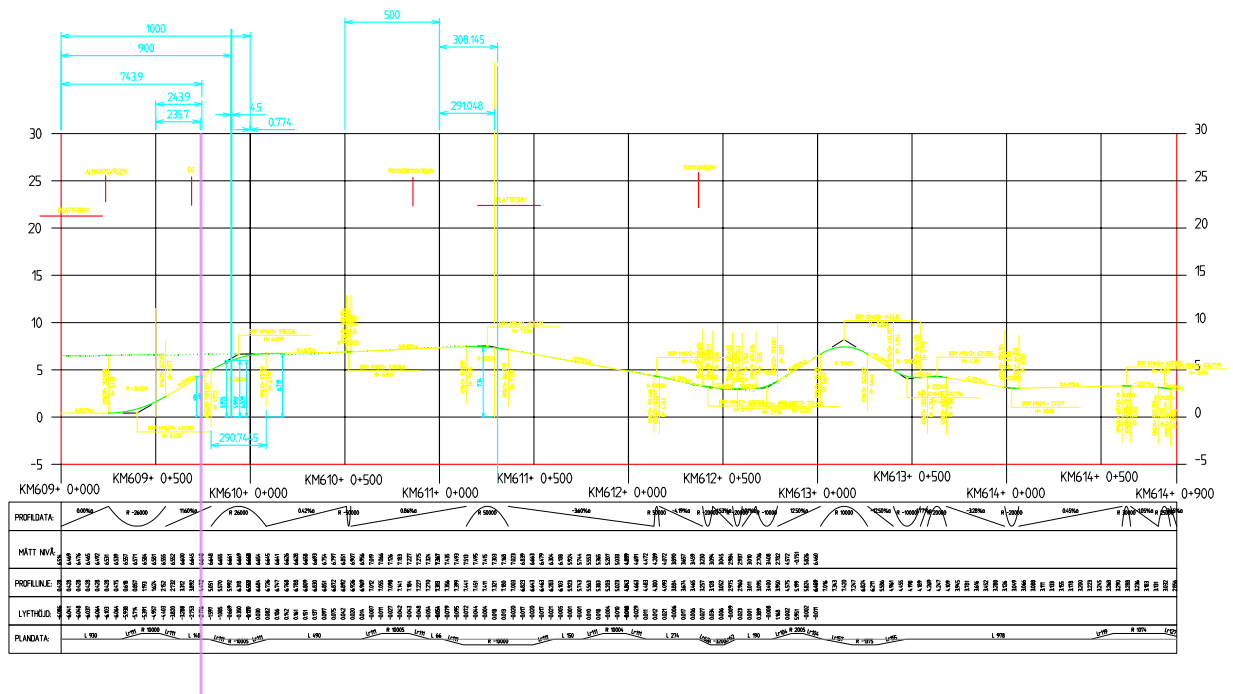
PROFIL
PROFPLAN
BETÄNGLIG MARK I STÅNAD LINE
BETÄNGLIG MARK, 20 HÖDER OCH STÅNAD LINE

KOORDINATSYSTEM

PLANSYSTEM SWEREF 99 13 30
HÖJDSYSTEM RH 70

ARBETSPLAN	FÖRHANDSKOPIA
TRAFIKVERKET	FLACKARP - ARLÖV
Vectura	TRAFIKPLATS ALNARP VÄG E6
PROFIL	SAMMA PROFIL SOM BEFINTLIG
C. SJÖGREN C. SJÖGREN P. ANDERSSON MALMO C. SJÖGREN	2011-11-09 10100 101 T 03 01

C.2 Banprofil



C.3 Förslagsskiss

D Geometri, egentygnd och elasticitetsmodul

D.1 Indata geometri

Maximal konstruktionshöjd (överkant asfalt till underkant lådtvärsnitt), $h_{tot,max} = 1,1$ m

Maximal konstruktionsbredd (bredd mellan ytterkant kantbalkar), $b_{tot,max} = 16$ m

Farbanebredd (bredd mellan innerkant kantbalkar), $b_{far} = 15$ m

Bredd betongplatta och asfaltsskick är samma som farbanebredd
 $b_a = b_b = b_{far}$

Maximalt överhäng utanför lådkant, $b_{overhang} = 2$ m

Frihöjd från mark upp till underkant stålkonstruktion, $h_{fri} = 6,3$ m

Höjd valt lager, $h_{lager} = 0,129$ m

Maximal pelardiameter, $d_{p,max} \approx 3$ m

D.2 Valda material

Vald armering (samma i hela bron): B500B

Vald betong (samma i hela bron): C60/75

D.2.1 Tungheter

Värden tagna från SS-EN 1991-1-1

Tunghet asfalt (Tabell A.6, engelsk asfaltsbetong (Topeka)), $\gamma_a = 23$ kN/m³

Tunghet betong (Tabell A.1, normal ballast), $\gamma_b = 24$ kN/m³

Tunghet stål (Tabell A.4, medelvärde), $\gamma_s = 77,75$ kN/m³

D.2.2 Hålfasthetsparametrar

Youngs modul för valt armeringsstål, $E_s = 200$ GPa

Youngs modul för vald betong, $E_b = 39$ GPa

Karakteristisk flytgräns för valt armeringsstål, $f_{yka} = 500$ MPa

Partialkoefficient för armeringsstål, $\gamma_{sa} = 1,15$

Dimensionerande flytgräns för valt armeringsstål, $f_{yda} = \frac{f_{yka}}{\gamma_{sa}}$

Karakteristisk tryckhållfasthet för vald betong, $f_{ck} = 60 \text{ MPa}$

Nationell parameter, $\alpha_{cc} = 1$ (rekommenderat värde)

Partiallkoefficient för betong, $\gamma_c = 1,5$

Dimensionerande tryckhållfasthet för vald betong, $f_{cd} = \frac{\alpha_{cc} f_{ck}}{\gamma_c}$

D.3 Beräkningsmässiga antaganden

- Underkant kantbalkar är i linje med underkant betongplatta
- Tjocklek lådtvärsnitt är konstant för hela lådan
- Tar endast hänsyn till asfalten, försummar inverkan av övriga beläggningsskikt
- Utnyttjar den maximala konstruktionsbredden, $b_{tot} = b_{tot,max}$
- Utnyttjar den maximala konstruktionshöjden, $h_{tot} = h_{tot,max}$
- Lika breda kantabalkar på vardera sida, $b_k = \frac{b_{tot} - b_{far}}{2}$
- Utnyttjar den maximala bredden på överkant lådtvärsnitt, $b_{s1} = b_{tot} - 2b_{overhang}$
- Skillnad på bredd över- och underkant lådtvärsnitt är 1 m, $b_{s2} = b_{s1} - 1$
- Endast bärring från betongplatta och lådtvärsnitt kan tillgodoräknas

D.4 Antagna värden

Höjd asfaltsskikt, $h_a = 0,1 \text{ m}$

Höjd betongplatta, $h_b = 0,25 \text{ m}$

Höjd kantbalkar över asfaltsskikt, $h_{ka} = 0,1 \text{ m}$

Tjocklek lådtvärsnitt, $t_s = 0,025 \text{ m}$

Tvärsgående avstyvningar i lådtvärsnitt höjer stålets tyngd i längsled med 1 %, $C_{sat} = 1,01$

Antal längsgående avstyvningar i lådtvärsnitt, $n_{sal} = 12$

Bredd längsgående avstyvningar i lådtvärsnitt, $b_{sal} = 0,01 \text{ m}$

D.5 Geometriberäkningar tvärsnitt

D.5.1 Beläggningsskickt

Area beläggningsskickt, $A_a = b_a h_a$

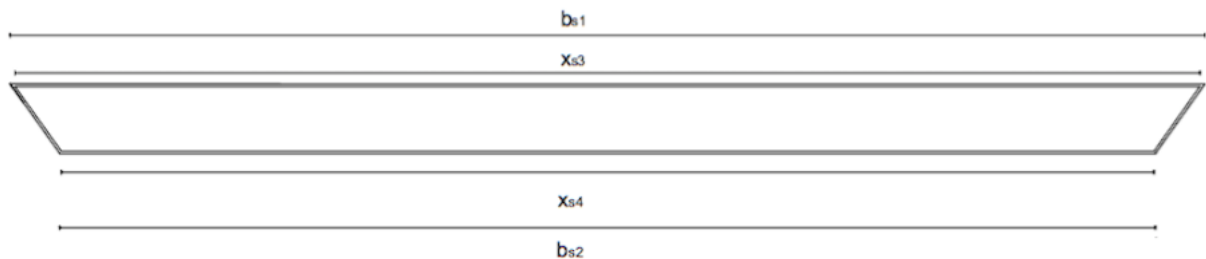
D.5.2 Betongplatta

Area betongplatta, $A_b = b_b h_b$

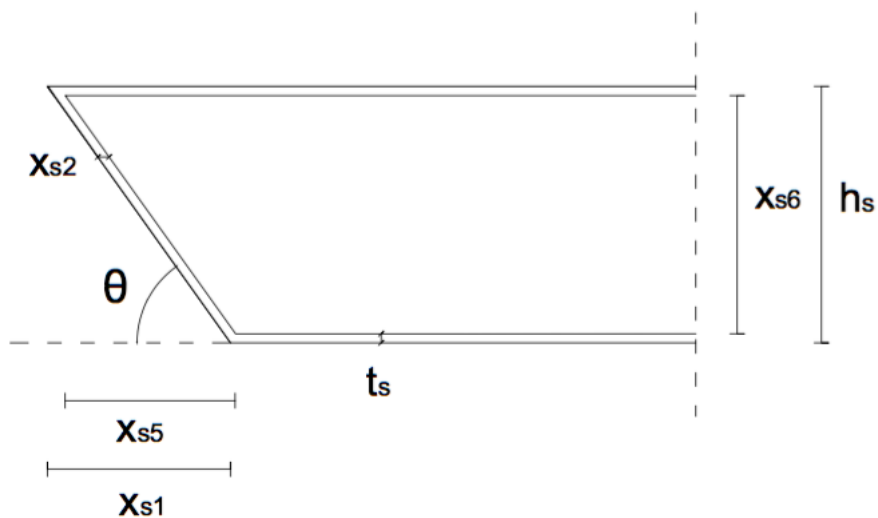
D.5.3 Kantbalkar

Höjd kantbalkar, $h_k = h_a + h_b + h_{ka} \Rightarrow$ Area kantbalkar, $A_k = b_k h_k$

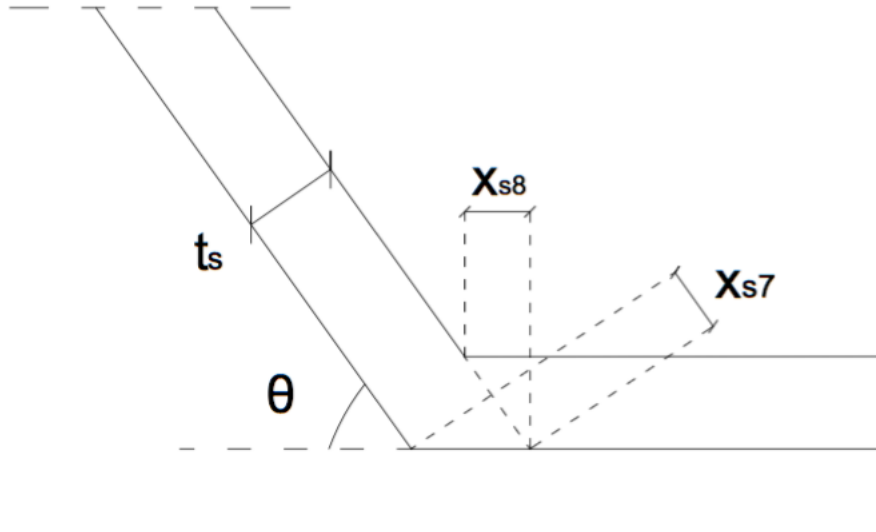
D.5.4 Lådtvärsnitt



Figur D.1: Beteckningar för dimensioner av ståltvärsnittet - hela lådan.



Figur D.2: Beteckningar för dimensioner av ståltvärsnittet - del av låda.



Figur D.3: Beteckningar för dimensioner av ståltvärsnittet - detaljer.

Höjd lådtvärsnitt, $h_s = h_{tot} - (h_a + h_b)$

$$x_{s1} = \frac{b_{s1} - b_{s2}}{2}, \theta = \tan^{-1} \frac{h_s}{x_{s1}}, x_{s2}^2 = t_s^2 + x_{s7}^2, \tan \theta = \frac{t_s}{x_{s7}}$$

$$\Rightarrow x_{s2}^2 = t_s^2 + \left(\frac{t_s}{\tan \theta}\right)^2 \Rightarrow x_{s2} = \sqrt{t_s^2 \left(1 + \frac{1}{\tan^2 \theta}\right)}$$

$$\tan \theta = \frac{t_s}{x_{s8}} \Rightarrow x_{s8} = \frac{t_s}{\tan \theta} = x_{s7}$$

$$\Rightarrow x_{s3} = b_{s1} - 2(x_{s2} + x_{s8}), x_{s4} = b_{s2} + 2(x_{s8} - x_{s2}), x_{s5} = \frac{x_{s3} - x_{s4}}{2}, x_{s6} = h_s - 2t_s$$

$$\Rightarrow \text{Area lådtvärsnitt, } A_s = b_{s2}h_s - \left(2\left(\frac{x_{s1}h_s}{2}\right)\right) - \left(2\left(\frac{x_{s5}x_{s6}}{2}\right)\right) - (x_{s4}x_{s6}) = b_{s2}h_s - (x_{s1}h_s + x_{s4}x_{s6} + x_{s5}x_{s6})$$

Längsgående avstyvningar

Höjd avstyvningar, $h_{sal} = x_{s6}$

Area per avstyvning, $A_{sali} = b_{sal}h_{sal}$, Area samtliga avstyvningar, $A_{sal} = n_{sal}A_{sali}$

D.6 Egentyngd längsled

$$G = A_a\gamma_a + (A_b + A_k)\gamma_b + C_{sat}(A_s + A_{sal})\gamma_s = 189,6779 \text{ kN/m}$$

Geometri, egentyngd och elasticitetsmodul

```
clc
clear
% Notation
% _(understräck) : subscript
% x : variabel med dimension längd, [m]
% y : variabel med dimension area, [m^2]
% C : koefficient

% Index
% a : asfalt, b : betong, k : kantbalk, s : stål/lådtvärsnitt
% g : global, p : pelare, EC : Eurocode, as : armeringsstål
% sal : stålavstyvningar längsgående, o : överkant

% 1 Indata

% 1.1 Material
% Vald betong i platta och pelare: C60/75
% Valt stål i lådtvärsnitt: S450
% Vald armering i platta och pelare: B500B, kamstänger

% 1.1.1 Tungheter
% Tungheter tagna från SS-EN 1991-1-1
gamma_a = 23; % [kN/m^3] Asfalt, Tab A.6 (engelsk asfaltsbetong
              (Topeka))
gamma_b = 24; % [kN/m^3] Betong, Tab A.1 (normal ballast)
gamma_s = 77.75; % [kN/m^3] Stål, Tab A.4 (stål (medelvärde))

% 1.1.2 Hålfastheter
E_s = 210e9; % [Pa] Youngs modul för valt stål
E_b = 39e9; % [Pa] Youngs modul för vald betong (tab. B2.3 i Bär.
            konst.)

% 1.2 Geometri
% Givna och antagna värden på geometrier
b_tot = 16; % [m] Total konstruktionsbredd
h_tot = 1.1; % [m] Total konstruktionshöjd (överkant
            asfalt)
b_overhang = 2; % [m] Överhäng (inklusive kantbalkar)
            utanför lådkant
b_k = 0.5; % [m] Bredd vardera kantbalk
h_a = 0.1; % [m] Höjd asfaltsskikt (samtliga skikt
            av beläggningen inkluderat)
h_b = 0.25; % [m] Höjd betongplatta
h_k = h_b+h_a+0.1; % [m] Höjd kantbalkar (underkant i linje
            med betongplatta)
h_s = h_tot-(h_b+h_a); % [m] Höjd lådtvärsnitt
b_s1 = b_tot-(2*b_overhang); % [m] Bredd överkant lådtvärsnitt
b_s2 = b_s1-1; % [m] Bredd underkant lådtvärsnitt
t_s = 0.025; % [m] Tjocklek lådtvärsnitt
b_b = b_tot-(2*b_k); % [m] Bredd betongskikt
```

```

b_a = b_b; % [m] Bredd asfaltsskikt
n_sal = 12; % Antal längsgående avstyvningar i
    lådtvärsnitt
b_sal = 0.01; % [m] Bredd längsgående avstyvningar i
    lådtvärsnitt
h_kr = h_k-((3*h_k)/4); % [m] Höjd avrinningsränna vardera
    kantbalk
b_kr = b_k/2; % [m] Bredd avrinningsränna vardera
    kantbalk

% 2 Areaberäkningar

% 2.1 Kantbalkar, asfaltsskikt och betongplatta
% Vardera kantbalk har en triangelformad avrinningsränna
A_k = 2*((h_k*b_k)-((h_kr*b_kr)/2)); % [m^2] Area kantbalkar
A_a = h_a*b_a; % [m^2] Area asfaltsskikt
    (samtliga skikt av beläggningen inkluderat)
A_b = h_b*b_b; % [m^2] Area bruttobetongskikt

% 2.2 Lådtvärsnitt (exklusive avstyvningar)
% Se figur med beteckningar
x_s1 = (b_s1-b_s2)/2; % [m]
theta = atan(h_s/x_s1); % [rad]
x_s2 = sqrt((t_s^2)*(1+(1/((tan(theta))^2)))); % [m]
x_s8 = t_s/(tan(theta)); % [m]
x_s3 = b_s1-(2*(x_s2+x_s8)); % [m]
x_s4 = b_s2-(2*x_s2)+(2*x_s8); % [m]
x_s5 = (x_s3-x_s4)/2; % [m]
x_s6 = h_s-(2*t_s); % [m]
A_s = (b_s1*h_s)-((h_s*x_s1)+(x_s4*x_s6)+(x_s5*x_s6)); % [m^2]; Area
    lådtvärsnitt

% 2.3 Längsgående avstyvningar i lådtvärsnitt
h_sal = x_s6; % [m] Höjd längsgående avstyvningar
A_sali = b_sal*h_sal; % [m^2] Area per längsgående avstyvning
A_sal = A_sali*n_sal; % [m^2] Area samtliga längsgående avstyvningar

% 3 Egentyngd
% Försummar inverkan av material i beläggning som ej är asfalt
% Försummar all armering
C_sat = 1.01; %
    [-] Koefficient som beaktar tvärgående avstyvningars tyngd
G = ((A_k+A_b)*gamma_b)+(A_a*gamma_a)+(C_sat*(A_s+A_sal)*gamma_s) %
    [kN/m] Last i längsled

% 4 Tyngdpunksberäkningar
% Stadium 1, försummar all armering
% Försummar tvärgående stålavstyvningar

% 4.1 Lådtvärsnitt
y_s1 = (x_s8*t_s)/2; % [m]
A_s1 = (t_s*b_s1)-(2*y_s1); % [m^2]
A_s3 = (t_s*b_s2)+(2*y_s1); % [m^2]
y_s2 = (x_s5*x_s6)/2; % [m^2]

```

```

A_s2 = (2*((x_s2+x_s5)*x_s6))-(4*y_s2); % [m^2]
xtp_s2 = t_s+(x_s6/2); % [m]
    Tyngpunkt delarea 2 från överkant lådtvärsnitt
A_s11 = (x_s2+x_s3)*t_s; % [m^2]
    Delarea 1,1
A_s12 = y_s1; % [m^2]
    Delarea 1,2
xtp_s11 = t_s/2; % [m]
    Tyngpunkt delarea 1,1 från överkant lådtvärsnitt
xtp_s12 = t_s/3; % [m]
    Tyngpunkt delarea 1,2 från överkant lådtvärsnitt
xtp_s1 = ((A_s11*xtp_s11)+(A_s12*xtp_s12))/(A_s11+A_s12); % [m]
    Tyngpunkt delarea 1 från överkant lådtvärsnitt
A_s31 = b_s1*t_s; % [m^2]
    Delarea 3,1
A_s32 = A_s12; % [m^2]
    Delarea 3,2
xtp_s31 = x_s6+((3*t_s)/2); % [m]
    Tyngpunkt delarea 3,1 från överkant lådtvärsnitt
xtp_s32 = x_s6+((4*t_s)/3); % [m]
    Tyngpunkt delarea 3,2 från överkant lådtvärsnitt
xtp_s3 = ((A_s31*xtp_s31)+(A_s32*xtp_s32))/(A_s31+A_s32); % [m]
    Tyngpunkt delarea 3 från överkant lådtvärsnitt
xtp_so = ((A_s1*xtp_s1)+(A_s2*xtp_s2)+(A_s3*xtp_s3))/A_s; % [m]
    Tyngpunkt lådtvärsnitt från överkant lådtvärsnitt
% exklusive avstyvningar

% 4.2 Längsgående avstyvningar
xtp_salo = t_s+(h_sal/2); % [m] Tyngpunkt längsgående avstyvningar
    från överkant lådtvärsnitt

% 4.3 Hela (bärande del av) tvärsnittet
xtp_s = h_s-xtp_so; % [m] Tyngpunkt
    lådtvärsnitt från underkant lådtvärsnitt
xtp_sal = h_s-xtp_salo; % [m] Tyngpunkt
    längsgående från underkant lådtvärsnitt
xtp_b = h_s+(h_b/2); % [m] Tyngpunkt
    betong från underkant lådtvärsnitt (försummar armering)
xtp =
    ((A_s*gamma_s*xtp_s)+(A_sal*gamma_s*xtp_sal)+(A_b*gamma_b*xtp_b))/
    ((A_s*gamma_s)+(A_sal*gamma_s)+(A_b*gamma_b)); % [m] Tyngpunkt hela
    tvärsnittet från underkant lådtvärsnitt

% 4.4 Sammanlagt tyngpunkt för allt stål
xtp_stot = ((A_s*xtp_s)+(A_sal*xtp_sal))/(A_s+A_sal); % [m] Tyngpunkt
    stålet från underkant lådtvärsnitt

% 5 Yttröghetsmoment
% Stadium 1, försummar all armering
% Försummar tvärsgående stålavstyvningar

```

```

% 5.1 Lådtvärsnitt
I_s11 = ((b_s1*(t_s^3))/12)+((b_s1*t_s)*((xtp_s-xtp_s11)^2)); % [m^4]
Yttröghetsmoment delarea 1,1 runt xtp_s
I_s12 = ((x_s8*(t_s^3))/12)+((x_s8*t_s)*((xtp_s-xtp_s12)^2)); % [m^4]
Yttröghetsmoment delarea 1,2 runt xtp_s
I_s1 = I_s11-I_s12; % [m^4]
Yttröghetsmoment delarea 1 runt xtp_s
I_s2 = ((x_s2*(x_s6^3))/12)+((x_s2*x_s6)*((xtp_s-xtp_s2)^2)); % [m^4]
Yttröghetsmoment delarea 2 runt xtp_s
I_s31 = ((b_s2*(t_s^3))/12)+((b_s2*t_s)*((xtp_s-xtp_s31)^2)); % [m^4]
Yttröghetsmoment delarea 3,1 runt xtp_s
I_s32 = ((x_s8*(t_s^3))/12)+((x_s8*t_s)*((xtp_s-xtp_s32)^2)); % [m^4]
Yttröghetsmoment delarea 3,2 runt xtp_s
I_s3 = I_s31+I_s32; % [m^4]
Yttröghetsmoment delarea 3 runt xtp_s
I_s = I_s1+I_s2+I_s3; % [m^4]
Yttröghetsmoment lådtvärsnitt runt xtp_s

% 5.2 Bärande delar av tvärsnittet (bidrag från kantbalkar får ej
tillgodoräknas)
I_b = ((b_b*(h_b^3))/12); % [m^4] Yttröghetsmoment
betongplatta runt xtp_b
I_bg = I_b+(A_b*((xtp-xtp_b)^2)); % [m^4] Yttröghetsmoment
betongplatta runt xtp
I_sg = I_s+(A_s*((xtp-xtp_s)^2)); % [m^4] Yttröghetsmoment
lådtvärsnitt runt xtp
I_sali = ((b_sal*(h_sal^3))/12); % [m^4] Yttröghetsmoment
per längsgående avstyvning runt xtp_sal
I_sal = n_sal*I_sali; % [m^4] Yttröghetsmoment
samtliga längsgående avstyvningar runt xtp_sal
I_salg = I_sal+(A_sal*((xtp-xtp_sal)^2)); % [m^4] Yttröghetsmoment
längsgående avstyvningar runt xtp
I = I_sg+I_bg+I_salg % [m^4] Yttröghetsmoment
hela tvärsnittet runt xtp

% 5.3 Sammanlagt yttröghetsmoment för allt stål
I_sals = I_sal+(A_sal*((xtp_stot-xtp_sal)^2)); % [m^4]
Yttröghetsmoment samtliga längsgående avstyvningar runt xtp_stot
I_ss = I_s+(A_s*((xtp_stot-xtp_s)^2)); % [m^4]
Yttröghetsmoment lådtvärsnitt runt xtp_stot
I_stots = I_ss+I_sals; % [m^4]
Yttröghetsmoment hela ståltvärsnittet runt xtp_stot

% 6 Sammanlagd styvhet och elasticitet för hela tvärsnittet
EI = (E_b*I_bg)+(E_s*I_sg)+(E_s*I_salg); % [N*(m^2)] Sammanlagd
styvhet tvärsnitt
E = EI/I % [Pa] Medelvärde på hela
tvärsnittets elasticitet

```

G =

189.6779

$I =$

0.2912

$E =$

$1.2408e+11$

Published with MATLAB® R2017a

E Moment- och tvärkraftsberäkningar för konsol i brottgränstillstånd

Konsolbalk i tvärsled - Brottgränstillstånd

```
clear all
clf
% bp - "Betongplatta"
% kb - "Kantbalk"

% Konstanter / faktorer
g = 9.81; % [m/s^2] Gravitationskonstant

alpha_qi = 1.0; % [-] Faktor som påverkar qi
alpha_Qi = 0.9; % [-] Faktor som påverkar Qi
Yg = 1.35; % Säkerhetsfaktor egentyngd
YQ = 1.50; % Säkerhetsfaktor variabla laster
xi = 0.85; % Reduktion av egentyngd
psiQ = 0.75; % Reduktion av punktlast
psiq = 0.40; % Reduktion av utbredd last

% Materialdata
gamma_btg = 24000; % [N/m^3] Tunghet betong
gamma_asf = 23000; % [N/m^3] Tunghet asfalt

% Dimensioner
l_bp = 1.5; % [m] Längd på betongplatta som fungerar som konsol
l_kb = 0.5; % [m] Längd på kantbalk (tvärled)
l_asf = l_bp; % [m] Längd på asfalt

h_bp = 0.25; % [m] Höjd på betongplatta
h_kb = 0.45; % [m] Höjd på kantbalk
h_asf = 0.1; % [m] Höjd på asfalt

% ##### Fall 1: Egentyngd som huvudlast #####

% Egentyngd
% Lasteffekt för betongplattans egentyngd [N/m]
G_bp = gamma_btg * h_bp + gamma_asf*h_asf;

% Lasteffekt för kantbalkens egentyngd [N/m]
G_kb = gamma_btg * h_kb;

G_bp = G_bp * Yg % Praktiskt tillämpad egentyngd för betongplatta
G_kb = G_kb * Yg % Praktiskt tillämpad egentyngd för kantbalk

% Yttre laster
q_1k = 9000; % [N/m] Lastfält 1, utbredd karakteristisk last
```

```

Q_1k = 150000;    % [N/m] Lastfält 1, karakteristisk punktlast - ett
                  % hjulpar

q_1k = q_1k * alpha_qi * YQ * psiQ % [N/m] Praktiskt tillämpad utbredd
last
Q_1k = Q_1k * alpha_Qi * YQ * psiQ % [N/m] Praktiskt tillämpad
punktlast

% Reaktionskrafter
H      = 0;                                % [N]    Horisontell
reaktionskraft
V1     = G_bp * l_bp + G_kb * l_kb...      % [N]    Vertikal
reaktionskraft
        + q_1k * l_bp + Q_1k;
Mm1    = (G_bp + q_1k) * l_bp^2 / 2 + ... % [Nm]    Maxmoment
        G_kb * l_kb * (l_bp + l_kb/2) + l_bp * Q_1k;

% Moment- och tvärkraftsdiagram
x1     = linspace (0,l_bp);                % x-värden vid betongplattan
x2     = linspace (l_bp,l_bp+l_kb);        % x-värden vid kantbalken

% Snittar vid: 1-Betonplattan, 2-Kantbalken
% Moment
M1     = @(x1) (Mm1 - V1 * x1 + (G_bp + q_1k) * x1.^2 / 2) * 10^-3;
M2     = @(x2) (Mm1 - V1 * x2 + (G_bp + q_1k) * l_bp * (x2 - l_bp /
2) ...
        + Q_1k * (x2 - l_bp) + G_kb * (x2-l_bp).^2 / 2) * 10^-3;

% Tvärkraft
T1     = @(x1) ((G_bp + q_1k) * x1 - V1) * 10^-3;
T2     = @(x2) ((G_bp + q_1k) * l_bp - V1 + Q_1k + G_kb * x2) * 10^-3;

% Plot och inställningar
% Momentdiagram - Fall 1
subplot (2,1,1)
plot ([x1 x2],[0*x1 0*x2],'black','LineWidth',5), hold on
plot (x1,M1(x1),'red','LineWidth',3), hold on, grid on
plot (x2,M2(x2),'red','LineWidth',3)
title 'Momentdiagram - Konsol'
xlabel 'Konsollängd [m]', ylabel 'Moment [kNm]'

% Tvärkraftsdiagram - Fall 1
subplot (2,1,2)
plot ([x1 x2],[0*x1 0*x2],'black','LineWidth',5), hold on
plot (x1,T1(x1),'red','LineWidth',3), hold on, grid on
plot (x2,T2(x2),'red','LineWidth',3)
plot ([x1(end) x2(1)],[T1(x1([end])) T2(x2(1))],'blue','LineWidth',3)
title 'Tvärkraftsdiagram - Konsol'
xlabel 'Konsollängd [m]', ylabel 'Tvärkraft [kNm]'

```

```

% ##### Fall 2: Variabel last som huvudlast #####

% Egentyngd
% Lasteffekt för betongplattans egentyngd [N/m]
G_bp = gamma_btg * h_bp + gamma_asf*h_asf;

% Lasteffekt för kantbalkens egentyngd [N/m]
G_kb = gamma_btg * h_kb;

G_bp = G_bp * Yg * xi;      % Praktiskt tillämpad egentyngd för
    betonplatta
G_kb = G_kb * Yg * xi;      % Praktiskt tillämpad egentyngd för
    kantbalk

% Yttre laster
q_1k = 9000;      % [N/m] Lastfält 1, utbredd karakteristisk last
Q_1k = 150000;    % [N/m] Lastfält 1, karakteristisk punktlast - ett
    hjulpar

q_1k = q_1k * alpha_qi * YQ; % [N/m] Praktiskt tillämpad utbredd last
Q_1k = Q_1k * alpha_Qi * YQ; % [N/m] Praktiskt tillämpad punktlast

% Reaktionskrafter
H      = 0;      % [N]  Horisontell
    reaktionskraft
V2      = G_bp * l_bp + G_kb * l_kb... % [N]  Vertikal
    reaktionskraft
    + q_1k * l_bp + Q_1k;
Mm2      = (G_bp + q_1k) * l_bp^2 / 2 + ... % [Nm]  Maxmoment
    G_kb * l_kb * (l_bp + l_kb/2) + l_bp * Q_1k;

% Moment- och tvärkraftsdiagram
x1      = linspace (0,l_bp);      % x-värden vid betongplattan
x2      = linspace (l_bp,l_bp+l_kb); % x-värden vid kantbalken

% Snittar vid: 1-Betonplattan, 2-Kantbalken
% Moment
M1      = @(x1) (Mm2 - V2 * x1 + (G_bp + q_1k) * x1.^2 / 2) * 10^-3;
M2      = @(x2) (Mm2 - V2 * x2 + (G_bp + q_1k) * l_bp * (x2 - l_bp /
    2) ...
    + Q_1k * (x2 - l_bp) + G_kb * (x2-l_bp).^2 / 2) * 10^-3;

% Tvärkraft
T1      = @(x1) ((G_bp + q_1k) * x1 - V2) * 10^-3;
T2      = @(x2) ((G_bp + q_1k) * l_bp - V2 + Q_1k + G_kb * x2) * 10^-3;

% Plot och inställningar
% Momentdiagram
subplot (2,1,1)
plot ([x1 x2],[0*x1 0*x2], 'black', 'LineWidth',5), hold on
plot (x1,M1(x1), 'blue', 'LineWidth',3), hold on, grid on

```

```

plot (x2,M2(x2),'blue','LineWidth',3)
title 'Momentdiagram - Konsol'
xlabel 'Konsollängd [m]', ylabel 'Moment [kNm]'
axis([0 l_bp+l_kb -20 360])

% Tvärkraftsdiagram
subplot (2,1,2)
plot ([x1 x2],[0*x1 0*x2],'black','LineWidth',5), hold on
plot (x1,T1(x1),'blue','LineWidth',3), hold on, grid on
plot (x2,T2(x2),'blue','LineWidth',3)
plot ([x1(end) x2(1)],[T1(x1([end])) T2(x2(1))],'blue','LineWidth',3)
title 'Tvärkraftsdiagram - Konsol'
xlabel 'Konsollängd [m]', ylabel 'Tvärkraft [kNm]'
axis([0 l_bp+l_kb -260 50])

% Dimensionerande moment och tvärkraft
Mmax = max([Mm1 Mm2])*10^-3
Vmax = - max([V1 V2])*10^-3

if Mm1 > Mm2 && V1 > V2
    disp('Egentyngd som huvudlast, dimensionerande')
else
    disp('Variabel last som huvudlast, dimensionerande')
end
close all

G_bp =

    11205

G_kb =

    1.4580e+04

q_1k =

    5400

Q_1k =

    151875

Mmax =

    340.4962

Vmax =

```

-243.2329

Variabel last som huvudlast, dimensionerande

Published with MATLAB® R2017a

F Moment- och tvärkraftsberäkningar för konsol i bruksgränstillstånd

Konsolbalk i tvärsled - Bruksgränstillstånd

```
clear all
clf
% bp - "Betongplatta"
% kb - "Kantbalk"

% Materialdata
gamma_btg = 24000;      % [N/m^3]   Tunghet betong
gamma_asf = 23000;      % [N/m^3]   Tunghet asfalt

% Dimensioner
l_bp = 1.5;             % [m] Längd på betongplatta som fungerar som
    konsol
l_kb = 0.5;             % [m] Längd på kantbalk (tvärled)
l_asf= l_bp;           % [m] Längd på asfalt

h_bp = 0.25;            % [m] Höjd på betongplatta
h_kb = 0.45;            % [m] Höjd på kantbalk
h_asf= 0.1;            % [m] Höjd på asfalt

% ##### Fall 1: Egentyngd som huvudlast #####
% Egentyngd
% Lasteffekt för betongplattans egentyngd [N/m]
G_bp = gamma_btg * h_bp + gamma_asf*h_asf

% Lasteffekt för kantbalkens egentyngd [N/m]
G_kb = gamma_btg * h_kb

% Yttre laster
q_1k = 0;              % [N/m] Lastfält 1, utbredd karakteristisk last
Q_1k = 0;              % [N/m] Lastfält 1, karakteristisk punktlast - ett
    hjulpar

% Reaktionskrafter
H      = 0;             % [N]   Horisontell
reaktionskraft
V1      = G_bp * l_bp + G_kb * l_kb... % [N]   Vertikal
reaktionskraft
    + q_1k * l_bp + Q_1k;
Mm1     = (G_bp + q_1k) * l_bp^2 / 2 + ... % [Nm]   Maxmoment
    G_kb * l_kb * (l_bp + l_kb/2) + l_bp * Q_1k;

% Moment- och tvärkraftsdiagram
x1 = linspace (0,l_bp);      % x-värden vid betongplattan
x2 = linspace (l_bp,l_bp+l_kb); % x-värden vid kantbalken

% Snittar vid: 1-Betonplattan, 2-Kantbalken
% Moment
```

```

M1 = @(x1) (Mm1 - V1 * x1 + (G_bp + q_1k) * x1.^2 / 2) * 10^-3;
M2 = @(x2) (Mm1 - V1 * x2 + (G_bp + q_1k) * l_bp * (x2 - l_bp /
2) ...
+ Q_1k * (x2 - l_bp) + G_kb * (x2-l_bp).^2 / 2) * 10^-3;

% Tvärkraft
T1 = @(x1) ((G_bp + q_1k) * x1 - V1) * 10^-3;
T2 = @(x2) ((G_bp + q_1k) * l_bp - V1 + Q_1k + G_kb * x2) * 10^-3;

% Plot och inställningar
% Momentdiagram - Fall 1
subplot (2,1,1)
plot ([x1 x2],[0*x1 0*x2],'black','LineWidth',5), hold on
plot (x1,M1(x1),'red','LineWidth',3), hold on, grid on
plot (x2,M2(x2),'red','LineWidth',3)
title 'Momentdiagram - Konsol'
xlabel 'Konsollängd [m]', ylabel 'Moment [kNm]'
axis ([0, l_bp+l_kb, -5, 20])

% Tvärkraftsdiagram - Fall 1
subplot (2,1,2)
plot ([x1 x2],[0*x1 0*x2],'black','LineWidth',5), hold on
plot (x1,T1(x1),'red','LineWidth',3), hold on, grid on
plot (x2,T2(x2),'red','LineWidth',3)
plot ([x1(end) x2(1)],[T1(x1([end])) T2(x2(1))],'red','LineWidth',3)
title 'Tvärkraftsdiagram - Konsol'
xlabel 'Konsollängd [m]', ylabel 'Tvärkraft [kNm]'
axis ([0, l_bp+l_kb, -20, 20])

% Dimensionerande moment och tvärkraft
Mmax = Mm1 * 10^-3
Vmax = -V1 * 10^-3
close all

G_bp =

8300

G_kb =

10800

Mmax =

18.7875

Vmax =

-17.8500

```

Published with MATLAB® R2017a

G Dimensionering av konsolen

Table of Contents

Dimensionering av betongplattan i tvärled	1
Beräkning Momentkapacitet	3
Beräkning Tvärkraftskapacitet	4
Kontroll om beräkningsmodellen är tillämplig	5
Kontroll om betongen spricker i bruksstadium	5
Krypning och krympning - inverkan på tvärsnittet	6
Kontroll av nedböjning för konsol	8

Dimensionering av betongplattan i tvärled

```
clear all
clc

% Beräkning enligt:
% - Bärande konstruktioner del 1, Mohammad Al-Emrani, Björn
  Engström,
%   Marie Johansson, Peter Johansson.

% Tryckarmering, underkant: s
% Dragarmering, överkant : sp

% ##### INDATA #####

% Laster
MmaxULS = 340.5e+3; % [Nm] Maxmoment som verkar på konsolen
TmaxULS = -243.2e+3; % [N] Maximal tvärkraft som verkar på konsolen
MmaxSLS = 18.8e+3; % [N/m] Maximalt moment
VmaxSLS = -17.9e+3; % [N] Maximal tvärkraft

G_bpSLS = 8300; % [N/m] Praktiskt tillämpad egentyngd för
  betonplatta
G_kbSLS = 10800; % [N/m] Praktiskt tillämpad egentyngd för
  kantbalk
q_1kSLS = 0; % [N/m] Praktiskt tillämpad utbredd last
Q_1kSLS = 0; % [N] Praktiskt tillämpad punktlast

% Vald drag-/tryckarmering
phi = 0.025; % [m] Armeringsdiameter

% Dimensioner
% Tvärsnittet
h = 0.25; % [m] Tvärsnittshöjden
c = 0.025; % [m] Täcksikt
dp = c + phi/2; % [m] Avstånd överkant -> centrum
  dragarmering
d = h-dp; % [m] Avstånd överkant -> centrum tryckt
  armering
```

```

z = 0.9 * d;           % [m] Inre hävarm
B = 1;                 % [m] Tvärsnittsbredd, räknar på 1m
l_bp = 1.5;            % [m] Längd konsoldel av betongplattan
l_kb = 0.5;            % [m] Längd kantbalk tvärs balkens riktning
L = l_bp + l_kb;       % [m] Totallängd av konsoldelen

% Längsgående armering
Sp = 0.10+phi;         % [m] Avstånd mellan armeringsstänger -
    överkant
S = 0.25+phi;          % [m] Avstånd mellan armeringsstänger -
    underkant

n_o = ceil(B/Sp);       % [st] Antal armeringsstänger i överkant
n_u = ceil(B/S);        % [st] Antal armeringsstänger i underkant

Asi = (phi/2)^2 * pi;   % [m^2] Tvärsnittsarea - en armeringsstång
Asp = Asi * n_o;        % [m^2] Armeringsarea - överkant
As = Asi * n_u;         % [m^2] Armeringsarea - underkant

% Tvärkraftsarmering
Sw = 0.3;              % [m] Avstånd mellan byglar

n_tv = (l_bp+l_kb)/Sw;  % [st] Antal byglar utmed konsolen

phi_w = 0.010;         % [m] Armeringsdiameter

Asw = (phi/2)^2 * pi*2; % [m^2] Tvärsnittsarea - en armeringsbygel

% Materialdata
% Betong C60/75
fck = 60e6;            % [Pa] Betongens karakteristiska
    tryckhållfasthet
fcd = 40e6;            % [Pa] Betongens dimensionerande
    tryckhållfasthet
fcm = 68e6;            % [Pa]
fctm = 4.4e6;          % [Pa]
epsilon_cu = 2.9e-3;   % [-] Betongens brottstukning

alpha = 0.695;         %
betha = 0.377;         % Faktor för beräkning med förenklat
    tryckblock

% Armering
Ys = 1.15;             % Partialkoefficient för armeringsstål
fyk = 500e6;           % [Pa] Karateristisk flytgräns för armering
fyd = fyk / Ys;         % [Pa] Dimensionerande flytgräns för armering
fywd = fyd;            % [Pa] Dimensionerande flytgräns för
    tv.armering
Es = 200e9;            % [Pa] E-modul för armering
epsilon_syd = fyd / Es; % [-] Flytgräns för armering

```

Beräkning Momentkapacitet

Beräkningen görs genom tvärsnittsanalys

```
% Antag att armeringen flyter
sigma_sp = fyd;           % [Pa]  Stålspänning - överkant
sigma_s  = fyd;           % [Pa]  Stålspänning - underkant

Fsyp = sigma_sp * Asp;     % [N]   Armeringskraft - överkant
Fsy  = sigma_s  * As;      % [N]   Armeringskraft - underkant

x = (Fsyp - Fsy) / (alpha * fcd * B); % Beräkning av neutrala axeln

% Kontroll om antagandet huruvida armeringen flyter stämmer
epsilon_sp = (h - x - dp) / (h - x) * epsilon_cu; % Ståltöjning -
överkant
epsilon_s  = (x - dp) / x * epsilon_cu;           % Ståltöjning -
underkant

% Tryckkraft i betong
Fc = @(x) alpha * fcd * B * x;

% Armeringskrafter och aktuell funktion för neutrala axeln
if abs(epsilon_sp) < epsilon_syd
    disp('Armering flyter ej i överkant!')

    % Kraft i dragarmering - flyter inte
    Fsp = @(x) Es * Asp * epsilon_cu * (h-x-dp) / (h-x);

    % Tag fram funktion för neutrala axeln
    Neutral = @(x) Fc(x) + Fsy - Fsp(x);

elseif abs(epsilon_s) < epsilon_syd
    disp('Armering flyter ej i underkant!')

    % Kraft i tryckarmering - flyter inte
    Fs = @(x) Es * As * epsilon_cu * (x-dp) / x;

    % Tag fram funktion för neutrala axeln
    Neutral = @(x) Fc(x) + Fs(x) - Fsyp;

elseif abs(epsilon_sp) < epsilon_syd && abs(epsilon_s) < epsilon_syd
    disp('Armering flyter ej i överkant!')
    disp('Armering flyter ej i underkant!')

    % Kraft i dragarmering - flyter inte
    Fsp = @(x) Es * Asp * epsilon_cu * (h-x-dp) / (h-x);

    % Kraft i tryckarmering - flyter inte
```

```

Fs    = @(x) Es * As * epsilon_cu * (x-dp) / x;

% Tag fram funktion för neutrala axeln
Neutral = @(x) Fc(x) + Fs(x) - Fsp(x);

else
    % Tag fram funktion för neutrala axeln
    Neutral = @(x) Fc(x) + Fsy - Fsyp;
end

% Tag fram neutrala axeln
x = fzero(Neutral, 0.05)

% Inre momentjämvikt
M_Rd = (Fsyp * z + fcd * alpha * B * x^2 * (1 - betha)) * 10^-3; %
[kNm]

% Nyttjandegrad
M_Nyttjandegrad = MmaxULS * 10^-3 / M_Rd
if M_Nyttjandegrad > 1
    disp('Momentkapaciteten RÄCKER EJ!')
elseif M_Nyttjandegrad < 0.9
    disp('Momentkapaciteten NÅGOT STOR!')
else
    disp('Momentkapacitet BRA!')
end

Armering flyter ej i underkant!

x =

    0.0507

M_Nyttjandegrad =

    0.9175

Momentkapacitet BRA!

```

Beräkning Tvärkraftskapacitet

```

% Konstanter
v1 = 0.6 * (1 - fck*10^-6/250);

% Spricklutning
theta = 30; % [°] Antar spricklutning 30°
n_x = round(z * cotd(theta) / Sw); % [st] Antal byglar som korsar spricka

% Tvärkraftskapacitet med vertikal tvärkraftsarmering

```

```

alpha_cw = 1.0;           % Faktor - Ingen tryckande normalkraft

% Livtryckbrott - ekv. (B6-19)
V_Rd1 = alpha_cw * B * z * v1 * fcd * 1 / (cotd(theta)...
      + tand(theta)) * 10^-3;

% Skjuvglidbrott - ekv. (B6-21)
V_Rd2 = n_x * fywd * Asw * 10^-3;

% Dimensionerande tvärkraft
V_Rd = min ([V_Rd1 V_Rd2])

if V_Rd1 > V_Rd2
    disp('Skjuvglidbrott dimensionerande')
else
    disp('Livtryckbrott dimensionerande')
end

% Nyttjandegrad
T_Nyttjandegrad = abs(TmaxULS * 10^-3 / V_Rd)
if T_Nyttjandegrad > 1
    disp('Tvärkraftskapaciteten RÄCKER EJ!')
elseif T_Nyttjandegrad < 0.9
    disp('Tvärkraftskapaciteten NÅGOT STOR!')
else
    disp('Tvärkraftskapacitet BRA!')
end

V_Rd =

    426.8468

Skjuvglidbrott dimensionerande

T_Nyttjandegrad =

    0.5698

Tvärkraftskapaciteten NÅGOT STOR!

```

Kontroll om beräkningsmodellen är tillämplig

```

if x < dp + phi/2 || x > d - phi/2
    disp('Nya töjningsberäkningar krävs!')
    disp('Neutrala lagret ryms ej mellan armeringslagren')
end

```

Kontroll om betongen spricker i bruksstadium

```

k = 1.6 - h;           % h i meter, [1] s.B87
if k < 1

```

```

    k = 1;
end

% Sprickspänning
sigma_cr = k * fctm;    % [Pa]

% Tvärsnittets tyngdpunkt
xtp = h/2;              % [m]

% Tröghetsmoment
I = B * h^3 / 12;      % [m^4]

% Sprickmomentet
Mcr = sigma_cr * I / xtp * 10^-3    % [kNm]

if Mcr < MmaxSLS * 10^-3
    disp 'Tvärsnittet SPRUCKET - Maximal last i bruksstadiet!'
else
    disp 'Tvärsnittet EJ Sprucket! - Maximal last i bruksstadiet'
end

```

Mcr =

61.8750

Tvärsnittet EJ Sprucket! - Maximal last i bruksstadiet

Krypning och krympning - inverkan på tvärsnittet

```

u = 2*B;                                % Tvärsnittets omkrets som utsätts för
A = h * B;                              % Uttorkning
h0 = 2 * A / u * 1000;                  % Tvärsnittets nominella tjocklek
kh = 0.8;                               % Faktor som beaktar tvärsnittets
    storlek
Betha_RH = 0.756;                       % Utomhusmiljö antas ty bro

Betha_fcm = 2.04;    % Faktor som beaktar ÅLDER VID PÅLASTNING
Betha_t0 = 0.47;     % Faktor som beaktar HÅLLFASTHETSKLASS 28 dygn

RH = 0.8;            % Utomhusmiljö

phi_RH = ( 1 + (1-RH/100) / (0.1*(h0^(1/3))) ) * ...
    (35 / (fcm*10^-6))^0.7) * (35 / (fcm*10^-6))^0.2;

phi = phi_RH * Betha_fcm * Betha_t0;    % Slutligt KRYPTAL

% Relation mellan E-modulerna för armering och betong

```

```

Es = 210e+9; % [Pa] Armeringens E-modul
Ecm = 33e+9; % [Pa] Betongens E-modul [1] s.B44, C30/37
a = Es / Ecm * ( 1+phi ); % Relationsfaktor mellan E-moduler stål/
btg

% Effektiv E-modul
Eeff = Ecm / (1 + phi);

% ##### KRYMPKRAFTER
#####

% Betongklass C60/75, cementklass N
ecdi = 0.248e-3; % Grundvärde uttorkningskrympning

ecd = kh * Betha_RH * ecdi; % UTTORKNINGSkrympning
eca = 0.125e-3; % AUTOGEN krympning

ecs = ecd + eca; % SLUTLIG krympmått

Fcs = Es * ecs * As; % [N] Krympkraft UNDERkantsarmering
Fcsp = Es * ecs * Asp; % [N] Krympkraft ÖVERkantsarmering

% ##### TVÄRSNITTSKONSTANTER STADIUM I
#####

% Beräknar ekvivalent tvärsnittsarea ### NY ###
A_Ief = B*h + (a-1) * (As+Asp);

% Beräknar yttröghetsmoment för ekvivalent betongtvärsnitt ### NY ###
I_Ief = B*h^3 / 12 + (a-1)*As*(h/2-dp)^2 + (a-1)*Asp*(h/2-dp)^2;

% Hävarmar
es = h/2-dp; % Mellan tvärsnittets tyngdpunkt och
UNDERkantsarmering
esp = es; % Mellan tvärsnittets tyngdpunkt och
ÖVERkantskantsarmering

% ##### BERÄKNING AV STÅL- OCH BETONGSPÄNNINGAR
#####

% Betongspänning vid ÖVERkantsarmering
sigma_spfiktiv =( (Fcs+Fcsp)/A_Ief + ((-esp*Fcsp + es*Fcs -
MmaxSLS)...
* (-esp))/I_Ief ); % [Pa]

% Betongspänning vid UNDERkantsarmering
sigma_sfiktiv =( (Fcs+Fcsp)/A_Ief + ((-esp*Fcsp + es*Fcs -
MmaxSLS)...
* (es))/I_Ief ); % [Pa]

% Betongspänning - Överkant tvärsnittet

```

```

sigma_cu = ( (Fcs+Fcsp)/A_Ief + ((-esp*Fcsp + es*Fcs - MmaxSLS) * ...
              (-h/2))/I_Ief ); % [Pa]

sigma_sp = -Fcsp / Asp + a*sigma_spfiktiv; % [Pa] ÖVERKANT
sigma_s = -Fcsp / As + a*sigma_sfiktiv; % [Pa] UNDERKANT

% ##### KONTROLL
% #####

Sigma_c = sigma_cu; % [Pa]
Sigma_s1 = sigma_sp; % [Pa] ÖVERKANT
Sigma_s2 = sigma_s; % [Pa] UNDERKANT

if abs(Sigma_c) >= 0.6*fck
    disp 'Betongspänning - FÖR STOR!'
else
    disp 'Betongspänning - ok!'
end

if abs(Sigma_s1) >= 0.8*fyk
    disp 'Stålsپänning överkant - FÖR STOR!'
else
    disp 'Stålsپänning överkant - ok!'
end

if abs(Sigma_s2) >= 0.8*fyk
    disp 'Stålsپänning underkant - FÖR STOR!'
else
    disp 'Stålsپänning underkant - ok!'
end

Betongspänning - ok!
Stålsپänning överkant - ok!
Stålsپänning underkant - ok!

```

Kontroll av nedböjning för konsol

Beräkning av nedböjning utifrån elementarfall

```

v = (l_bp^2 * L * (1 - l_bp/(3*L)) / (2*Eeff*I_Ief) * Q_1kSLS + ...
      l_bp^3 * L * (4 - l_bp/L) / (24*Eeff*I_Ief) * (G_bpSLS +
      q_1kSLS) ...
      + L^4 / (8*Eeff*I_Ief) * G_kbSLS - ...
      l_bp^3 * L * (4 - l_bp/L) / (24*Eeff*I_Ief) * G_kbSLS) * 10^3 %
[mm]

% Maximal tillåten nedböjning
vmax = min ([L/400, 0.005])*10^3 % [mm]

if v > vmax
    disp('Konsolen klarar ej kraven för nedböjning!')
else
    disp('Nedböjning - OK!')
end

```

$v =$

0.7724

$v_{max} =$

5

Nedböjning - OK!

Published with MATLAB® R2017a

H Moment- och tvärkraftsberäkningar i längsled i brottgränstillstånd

Beräkning av tvärkrafter, reaktionskrafter och moment i längsled

```
%Egentyngd som huvudlast
%Lastfall 1
clc
clear all
close all
%Materialegenskaper
E=124.08e9;           %[Pa]
Area=4.4511;          %[m^2]
I=0.2912;             %[m^4]
ep=[E Area I];
%Utbredda laster
qik1=9000;            %[N/m^2]
qik2=2500;            %[N/m^2]
qik3=2500;            %[N/m^2]
qik4=2500;            %[N/m^2]
qik5=2500;            %[N/m^2]
egentyngd=189678;     %[N/m]
%Lastfältsbredd
lb=3; %[m]
%Punktlaster
Qik1=300000; %[N]
Qik2=200000; %[N]
Qik3=100000; %[N]
%alfa-värden
aQ1=0.9;             %[-]
aQ2=0.9;             %[-]
aQ3=0;               %[-]
aq1=0.7;             %[-]
aq2=1;               %[-]
aq3=1;               %[-]
%Utbredd totallast
qik=(qik1*aQ1+qik2*aQ2+qik3*aQ3+qik4+qik5)*lb*1.5*0.4; %[N/m]
%Total punktlast olika lastfall
Qik=(Qik1*aQ1+Qik2*aQ2+Qik3*aQ3)*1.5*0.75;             %[N]
%Egentyngd
egt=egentyngd*1.35;           %[N/m]
%Topologimatrix
Edof=[1 1 2 3 4 5 6
      2 4 5 6 7 8 9
      3 7 8 9 10 11 12
      4 10 11 12 13 14 15
      5 13 14 15 16 17 18
      6 16 17 18 19 20 21
      7 19 20 21 22 23 24
      8 22 23 24 25 26 27
      9 25 26 27 28 29 30];
%Styvhetmatrix
K=zeros(30);
```

```

%Kraftvektor
f=zeros(30,1);
%Punktlaster
f(14)=-Qik/2;      % [N]
f(17)=-Qik/2;      % [N]
%Koordinater x
ex1=[0 13]; ex2=[13 15]; ex3=[15 28];
ex4=[28 46]; ex5=[46 48]; ex6=[48 66];
ex7=[66 79]; ex8=[79 81]; ex9=[81 94];
%Koordinater y
ey=[0,0];
%Utbredda laster
eq1=[0 -qik-egt]; eq2=[0 -qik-egt]; eq3=[0 -qik-egt];
eq4=[0 -qik-egt]; eq5=[0 -qik-egt]; eq6=[0 -qik-egt];
eq7=[0 -qik-egt]; eq8=[0 -qik-egt]; eq9=[0 -qik-egt];
%Beräkning av styvhetsmatrix
[Ke1,fe1]=beam2e(ex1, ey, ep, eq1);
[Ke2,fe2]=beam2e(ex2, ey, ep, eq2);
[Ke3,fe3]=beam2e(ex3, ey, ep, eq3);
[Ke4,fe4]=beam2e(ex4, ey, ep, eq4);
[Ke5,fe5]=beam2e(ex5, ey, ep, eq5);
[Ke6,fe6]=beam2e(ex6, ey, ep, eq6);
[Ke7,fe7]=beam2e(ex7, ey, ep, eq7);
[Ke8,fe8]=beam2e(ex8, ey, ep, eq8);
[Ke9,fe9]=beam2e(ex9, ey, ep, eq9);
%Assembling
[K,f]=assem(Edof(1,:),K,Ke1,f,fe1);
[K,f]=assem(Edof(2,:),K,Ke2,f,fe2);
[K,f]=assem(Edof(3,:),K,Ke3,f,fe3);
[K,f]=assem(Edof(4,:),K,Ke4,f,fe4);
[K,f]=assem(Edof(5,:),K,Ke5,f,fe5);
[K,f]=assem(Edof(6,:),K,Ke6,f,fe6);
[K,f]=assem(Edof(7,:),K,Ke7,f,fe7);
[K,f]=assem(Edof(8,:),K,Ke8,f,fe8);
[K,f]=assem(Edof(9,:),K,Ke9,f,fe9);
%randvillkor
bc=[1 0; 2 0; 11 0; 20 0; 29 0];
%Lösning av ekvationssystem
[a,r1]=solveq(K,f,bc);
%Tar fram krafter och moment
Ed=extract(Edof,a);
es1=beam2s(ex1,ey,ep,Ed(1,:),eq1,10);
es2=beam2s(ex2,ey,ep,Ed(2,:),eq2,2);
es3=beam2s(ex3,ey,ep,Ed(3,:),eq3,10);
es4=beam2s(ex4,ey,ep,Ed(4,:),eq4,10);
es5=beam2s(ex5,ey,ep,Ed(5,:),eq5,2);
es6=beam2s(ex6,ey,ep,Ed(6,:),eq6,10);
es7=beam2s(ex7,ey,ep,Ed(7,:),eq7,10);
es8=beam2s(ex8,ey,ep,Ed(8,:),eq8,2);
es9=beam2s(ex9,ey,ep,Ed(9,:),eq9,10);
%Plottar tvärkraftsdiagram
figure(1)
plotpar=[1 1];
eldia2(ex1,ey,es1(:,2),plotpar,4e-6);

```

```

eldia2(ex2,ey,es2(:,2),plotpar,4e-6);
eldia2(ex3,ey,es3(:,2),plotpar,4e-6);
eldia2(ex4,ey,es4(:,2),plotpar,4e-6);
eldia2(ex5,ey,es5(:,2),plotpar,4e-6);
eldia2(ex6,ey,es6(:,2),plotpar,4e-6);
eldia2(ex7,ey,es7(:,2),plotpar,4e-6);
eldia2(ex8,ey,es8(:,2),plotpar,4e-6);
eldia2(ex9,ey,es9(:,2),plotpar,4e-6);
axis([-1 95 -30 30]);
title('tvärkraft')
grid on
%Plottar momentdiagram
figure(2)
eldia2(ex1,ey,es1(:,3),plotpar,8e-7);
eldia2(ex2,ey,es2(:,3),plotpar,8e-7);
eldia2(ex3,ey,es3(:,3),plotpar,8e-7);
eldia2(ex4,ey,es4(:,3),plotpar,8e-7);
eldia2(ex5,ey,es5(:,3),plotpar,8e-7);
eldia2(ex6,ey,es6(:,3),plotpar,8e-7);
eldia2(ex7,ey,es7(:,3),plotpar,8e-7);
eldia2(ex8,ey,es8(:,3),plotpar,8e-7);
eldia2(ex9,ey,es9(:,3),plotpar,8e-7);
axis([-1 95 -30 40]);
title('moment')
grid on
%Beräkningar maximal tvärkraft
maxT=[max(es1(:,2))
max(es2(:,2))
max(es3(:,2))
max(es4(:,2))
max(es5(:,2))
max(es6(:,2))
max(es7(:,2))
max(es8(:,2))
max(es9(:,2))];
Maxtvarkraft1=max(maxT);
%Beräkningar maximal negativ tvärkraft
minT=[min(es1(:,2))
min(es2(:,2))
min(es3(:,2))
min(es4(:,2))
min(es5(:,2))
min(es6(:,2))
min(es7(:,2))
min(es8(:,2))
min(es9(:,2))];
Mintvarkraft1=min(minT);
%Beräkningar maximalt moment
maxM=[max(es1(:,3))
max(es2(:,3))
max(es3(:,3))
max(es4(:,3))
max(es5(:,3))
max(es6(:,3))

```

```

max(es7(:,3))
max(es8(:,3))
max(es9(:,3))];
Maxmoment1=max(maxM);
%Beräkningar maximalt negativt moment
minM=[min(es1(:,3))
min(es2(:,3))
min(es3(:,3))
min(es4(:,3))
min(es5(:,3))
min(es6(:,3))
min(es7(:,3))
min(es8(:,3))
min(es9(:,3))];
Minmoment1=min(minM);
%Här blir det nytt
%Lastfall 2
%Styvhetmatris
K=zeros(30);
%Kraftvektor
f=zeros(30,1);
%Punktlaster
f(5)=-Qik/2;      %[N]
f(8)=-Qik/2;      %[N]
%Utbredda laster
eq1=[0 -qik-egt]; eq2=[0 -qik-egt]; eq3=[0 -qik-egt];
eq4=[0 -qik-egt]; eq5=[0 -qik-egt]; eq6=[0 -qik-egt];
eq7=[0 -qik-egt]; eq8=[0 -qik-egt]; eq9=[0 -qik-egt];
%Beräkning av styvhetmatris
[Ke1,fe1]=beam2e(ex1, ey, ep, eq1);
[Ke2,fe2]=beam2e(ex2, ey, ep, eq2);
[Ke3,fe3]=beam2e(ex3, ey, ep, eq3);
[Ke4,fe4]=beam2e(ex4, ey, ep, eq4);
[Ke5,fe5]=beam2e(ex5, ey, ep, eq5);
[Ke6,fe6]=beam2e(ex6, ey, ep, eq6);
[Ke7,fe7]=beam2e(ex7, ey, ep, eq7);
[Ke8,fe8]=beam2e(ex8, ey, ep, eq8);
[Ke9,fe9]=beam2e(ex9, ey, ep, eq9);
%Assemblering
[K,f]=assem(Edof(1,:),K,Ke1,f,fe1);
[K,f]=assem(Edof(2,:),K,Ke2,f,fe2);
[K,f]=assem(Edof(3,:),K,Ke3,f,fe3);
[K,f]=assem(Edof(4,:),K,Ke4,f,fe4);
[K,f]=assem(Edof(5,:),K,Ke5,f,fe5);
[K,f]=assem(Edof(6,:),K,Ke6,f,fe6);
[K,f]=assem(Edof(7,:),K,Ke7,f,fe7);
[K,f]=assem(Edof(8,:),K,Ke8,f,fe8);
[K,f]=assem(Edof(9,:),K,Ke9,f,fe9);
%Lösning av ekvationssystem
[a,r2]=solveq(K,f,bc);
%Tar fram krafter och moment
Ed=extract(Edof,a);
es1=beam2s(ex1,ey,ep,Ed(1,:),eq1,10);
es2=beam2s(ex2,ey,ep,Ed(2,:),eq2,2);

```

```

es3=beam2s(ex3,ey,ep,Ed(3,:),eq3,10);
es4=beam2s(ex4,ey,ep,Ed(4,:),eq4,10);
es5=beam2s(ex5,ey,ep,Ed(5,:),eq5,2);
es6=beam2s(ex6,ey,ep,Ed(6,:),eq6,10);
es7=beam2s(ex7,ey,ep,Ed(7,:),eq7,10);
es8=beam2s(ex8,ey,ep,Ed(8,:),eq8,2);
es9=beam2s(ex9,ey,ep,Ed(9,:),eq9,10);
%Plottar tvärkraftsdiagram
figure(1)
plotpar=[2 1];
eldia2(ex1,ey,es1(:,2),plotpar,4e-6);
eldia2(ex2,ey,es2(:,2),plotpar,4e-6);
eldia2(ex3,ey,es3(:,2),plotpar,4e-6);
eldia2(ex4,ey,es4(:,2),plotpar,4e-6);
eldia2(ex5,ey,es5(:,2),plotpar,4e-6);
eldia2(ex6,ey,es6(:,2),plotpar,4e-6);
eldia2(ex7,ey,es7(:,2),plotpar,4e-6);
eldia2(ex8,ey,es8(:,2),plotpar,4e-6);
eldia2(ex9,ey,es9(:,2),plotpar,4e-6);
%Plottar momentdiagram
figure(2)
eldia2(ex1,ey,es1(:,3),plotpar,8e-7);
eldia2(ex2,ey,es2(:,3),plotpar,8e-7);
eldia2(ex3,ey,es3(:,3),plotpar,8e-7);
eldia2(ex4,ey,es4(:,3),plotpar,8e-7);
eldia2(ex5,ey,es5(:,3),plotpar,8e-7);
eldia2(ex6,ey,es6(:,3),plotpar,8e-7);
eldia2(ex7,ey,es7(:,3),plotpar,8e-7);
eldia2(ex8,ey,es8(:,3),plotpar,8e-7);
eldia2(ex9,ey,es9(:,3),plotpar,8e-7);
%axis([-1 95 -30 40]);
%Beräkngar maximal tvärkraft
maxT=[max(es1(:,2))
max(es2(:,2))
max(es3(:,2))
max(es4(:,2))
max(es5(:,2))
max(es6(:,2))
max(es7(:,2))
max(es8(:,2))
max(es9(:,2))];
Maxtvarkraft2=max(maxT);
%Beräkngar maximal negativ tvärkraft
minT=[min(es1(:,2))
min(es2(:,2))
min(es3(:,2))
min(es4(:,2))
min(es5(:,2))
min(es6(:,2))
min(es7(:,2))
min(es8(:,2))
min(es9(:,2))];
Mintvarkraft2=min(minT);
%Beräkngar maximalt moment

```

```

maxM=[max(es1(:,3))
max(es2(:,3))
max(es3(:,3))
max(es4(:,3))
max(es5(:,3))
max(es6(:,3))
max(es7(:,3))
max(es8(:,3))
max(es9(:,3))];
Maxmoment2=max(maxM);
%Beräkningar maximalt negativt moment
minM=[min(es1(:,3))
min(es2(:,3))
min(es3(:,3))
min(es4(:,3))
min(es5(:,3))
min(es6(:,3))
min(es7(:,3))
min(es8(:,3))
min(es9(:,3))];
Minmoment2=min(minM);
%Här blir det nytt
%Lastfall 3
%Styvhetmatris
K=zeros(30);
%Kraftvektor
f=zeros(30,1);
%Punktlaster
f(14)=-Qik/2;      %[N]
f(17)=-Qik/2;      %[N]
%Utbredda laster
eq1=[0 -qik-egt]; eq2=[0 -qik-egt]; eq3=[0 -qik-egt];
eq4=[0 -qik-egt]; eq5=[0 -qik-egt]; eq6=[0 -qik-egt];
eq7=[0 -egt]; eq8=[0 -egt]; eq9=[0 -egt];
%Beräkning av styvhetsmatris
[Ke1,fe1]=beam2e(ex1, ey, ep, eq1);
[Ke2,fe2]=beam2e(ex2, ey, ep, eq2);
[Ke3,fe3]=beam2e(ex3, ey, ep, eq3);
[Ke4,fe4]=beam2e(ex4, ey, ep, eq4);
[Ke5,fe5]=beam2e(ex5, ey, ep, eq5);
[Ke6,fe6]=beam2e(ex6, ey, ep, eq6);
[Ke7,fe7]=beam2e(ex7, ey, ep, eq7);
[Ke8,fe8]=beam2e(ex8, ey, ep, eq8);
[Ke9,fe9]=beam2e(ex9, ey, ep, eq9);
%Assemblering
[K,f]=assem(Edof(1,:),K,Ke1,f,fe1);
[K,f]=assem(Edof(2,:),K,Ke2,f,fe2);
[K,f]=assem(Edof(3,:),K,Ke3,f,fe3);
[K,f]=assem(Edof(4,:),K,Ke4,f,fe4);
[K,f]=assem(Edof(5,:),K,Ke5,f,fe5);
[K,f]=assem(Edof(6,:),K,Ke6,f,fe6);
[K,f]=assem(Edof(7,:),K,Ke7,f,fe7);
[K,f]=assem(Edof(8,:),K,Ke8,f,fe8);
[K,f]=assem(Edof(9,:),K,Ke9,f,fe9);

```

```

%Lösning av ekvationssystem
[a,r3]=solveq(K,f,bc);
%Tar fram krafter och moment
Ed=extract(Edof,a);
es1=beam2s(ex1,ey,ep,Ed(1,:),eq1,10);
es2=beam2s(ex2,ey,ep,Ed(2,:),eq2,2);
es3=beam2s(ex3,ey,ep,Ed(3,:),eq3,10);
es4=beam2s(ex4,ey,ep,Ed(4,:),eq4,10);
es5=beam2s(ex5,ey,ep,Ed(5,:),eq5,2);
es6=beam2s(ex6,ey,ep,Ed(6,:),eq6,10);
es7=beam2s(ex7,ey,ep,Ed(7,:),eq7,10);
es8=beam2s(ex8,ey,ep,Ed(8,:),eq8,2);
es9=beam2s(ex9,ey,ep,Ed(9,:),eq9,10);
%Plottar tvärkraftsdiagram
figure(1)
plotpar=[3 1];
eldia2(ex1,ey,es1(:,2),plotpar,4e-6);
eldia2(ex2,ey,es2(:,2),plotpar,4e-6);
eldia2(ex3,ey,es3(:,2),plotpar,4e-6);
eldia2(ex4,ey,es4(:,2),plotpar,4e-6);
eldia2(ex5,ey,es5(:,2),plotpar,4e-6);
eldia2(ex6,ey,es6(:,2),plotpar,4e-6);
eldia2(ex7,ey,es7(:,2),plotpar,4e-6);
eldia2(ex8,ey,es8(:,2),plotpar,4e-6);
eldia2(ex9,ey,es9(:,2),plotpar,4e-6);
%Plottar momentdiagram
figure(2)
eldia2(ex1,ey,es1(:,3),plotpar,8e-7);
eldia2(ex2,ey,es2(:,3),plotpar,8e-7);
eldia2(ex3,ey,es3(:,3),plotpar,8e-7);
eldia2(ex4,ey,es4(:,3),plotpar,8e-7);
eldia2(ex5,ey,es5(:,3),plotpar,8e-7);
eldia2(ex6,ey,es6(:,3),plotpar,8e-7);
eldia2(ex7,ey,es7(:,3),plotpar,8e-7);
eldia2(ex8,ey,es8(:,3),plotpar,8e-7);
eldia2(ex9,ey,es9(:,3),plotpar,8e-7);
%axis([-1 95 -30 40]);
%Beräkngar maximal tvärkraft
maxT=[max(es1(:,2))
max(es2(:,2))
max(es3(:,2))
max(es4(:,2))
max(es5(:,2))
max(es6(:,2))
max(es7(:,2))
max(es8(:,2))
max(es9(:,2))];
Maxtvarkraft3=max(maxT);
%Beräkngar maximal negativ tvärkraft
minT=[min(es1(:,2))
min(es2(:,2))
min(es3(:,2))
min(es4(:,2))
min(es5(:,2))

```

```

min(es6(:,2))
min(es7(:,2))
min(es8(:,2))
min(es9(:,2));
Mintvarkraft3=min(minT);
%Beräkningar maximalt moment
maxM=[max(es1(:,3))
max(es2(:,3))
max(es3(:,3))
max(es4(:,3))
max(es5(:,3))
max(es6(:,3))
max(es7(:,3))
max(es8(:,3))
max(es9(:,3))];
Maxmoment3=max(maxM);
%Beräkningar maximalt negativt moment
minM=[min(es1(:,3))
min(es2(:,3))
min(es3(:,3))
min(es4(:,3))
min(es5(:,3))
min(es6(:,3))
min(es7(:,3))
min(es8(:,3))
min(es9(:,3))];
Minmoment3=min(minM);
%Lastfall 4
%Styvhetmatris
K=zeros(30);
%Kraftvektor
f=zeros(30,1);
%Punktlaster
f(5)=-Qik/2;      % [N]
f(8)=-Qik/2;      % [N]
%Utbredda laster
eq1=[0 -qik-egt]; eq2=[0 -qik-egt]; eq3=[0 -qik-egt];
eq4=[0 -qik-egt]; eq5=[0 -qik-egt]; eq6=[0 -qik-egt];
eq7=[0 -egt]; eq8=[0 -egt]; eq9=[0 -egt];
%Beräkning av styvhetmatris
[Ke1,fe1]=beam2e(ex1, ey, ep, eq1);
[Ke2,fe2]=beam2e(ex2, ey, ep, eq2);
[Ke3,fe3]=beam2e(ex3, ey, ep, eq3);
[Ke4,fe4]=beam2e(ex4, ey, ep, eq4);
[Ke5,fe5]=beam2e(ex5, ey, ep, eq5);
[Ke6,fe6]=beam2e(ex6, ey, ep, eq6);
[Ke7,fe7]=beam2e(ex7, ey, ep, eq7);
[Ke8,fe8]=beam2e(ex8, ey, ep, eq8);
[Ke9,fe9]=beam2e(ex9, ey, ep, eq9);
%Assemblering
[K,f]=assem(Edof(1,:),K,Ke1,f,fe1);
[K,f]=assem(Edof(2,:),K,Ke2,f,fe2);
[K,f]=assem(Edof(3,:),K,Ke3,f,fe3);
[K,f]=assem(Edof(4,:),K,Ke4,f,fe4);

```

```

[K, f]=assem(Edof(5, :), K, Ke5, f, fe5);
[K, f]=assem(Edof(6, :), K, Ke6, f, fe6);
[K, f]=assem(Edof(7, :), K, Ke7, f, fe7);
[K, f]=assem(Edof(8, :), K, Ke8, f, fe8);
[K, f]=assem(Edof(9, :), K, Ke9, f, fe9);
%Lösning av ekvationssystem
[a, r4]=solveq(K, f, bc);
%Tar fram krafter och moment
Ed=extract(Edof, a);
es1=beam2s(ex1, ey, ep, Ed(1, :), eq1, 10);
es2=beam2s(ex2, ey, ep, Ed(2, :), eq2, 2);
es3=beam2s(ex3, ey, ep, Ed(3, :), eq3, 10);
es4=beam2s(ex4, ey, ep, Ed(4, :), eq4, 10);
es5=beam2s(ex5, ey, ep, Ed(5, :), eq5, 2);
es6=beam2s(ex6, ey, ep, Ed(6, :), eq6, 10);
es7=beam2s(ex7, ey, ep, Ed(7, :), eq7, 10);
es8=beam2s(ex8, ey, ep, Ed(8, :), eq8, 2);
es9=beam2s(ex9, ey, ep, Ed(9, :), eq9, 10);
%Plottar tvärkraftsdiagram
figure(1)
plotpar=[4 1];
eldia2(ex1, ey, es1(:, 2), plotpar, 4e-6);
eldia2(ex2, ey, es2(:, 2), plotpar, 4e-6);
eldia2(ex3, ey, es3(:, 2), plotpar, 4e-6);
eldia2(ex4, ey, es4(:, 2), plotpar, 4e-6);
eldia2(ex5, ey, es5(:, 2), plotpar, 4e-6);
eldia2(ex6, ey, es6(:, 2), plotpar, 4e-6);
eldia2(ex7, ey, es7(:, 2), plotpar, 4e-6);
eldia2(ex8, ey, es8(:, 2), plotpar, 4e-6);
eldia2(ex9, ey, es9(:, 2), plotpar, 4e-6);
%Plottar momentdiagram
figure(2)
eldia2(ex1, ey, es1(:, 3), plotpar, 8e-7);
eldia2(ex2, ey, es2(:, 3), plotpar, 8e-7);
eldia2(ex3, ey, es3(:, 3), plotpar, 8e-7);
eldia2(ex4, ey, es4(:, 3), plotpar, 8e-7);
eldia2(ex5, ey, es5(:, 3), plotpar, 8e-7);
eldia2(ex6, ey, es6(:, 3), plotpar, 8e-7);
eldia2(ex7, ey, es7(:, 3), plotpar, 8e-7);
eldia2(ex8, ey, es8(:, 3), plotpar, 8e-7);
eldia2(ex9, ey, es9(:, 3), plotpar, 8e-7);
%axis([-1 95 -30 40]);
%Beräkningar maximal tvärkraft
maxT=[max(es1(:, 2))
max(es2(:, 2))
max(es3(:, 2))
max(es4(:, 2))
max(es5(:, 2))
max(es6(:, 2))
max(es7(:, 2))
max(es8(:, 2))
max(es9(:, 2))];
Maxtvarkraft4=max(maxT);
%Beräkningar maximal negativ tvärkraft

```

```

minT=[min(es1(:,2))
min(es2(:,2))
min(es3(:,2))
min(es4(:,2))
min(es5(:,2))
min(es6(:,2))
min(es7(:,2))
min(es8(:,2))
min(es9(:,2))];
Mintvarkraft4=min(minT);
%Beräkningar maximalt moment
maxM=[max(es1(:,3))
max(es2(:,3))
max(es3(:,3))
max(es4(:,3))
max(es5(:,3))
max(es6(:,3))
max(es7(:,3))
max(es8(:,3))
max(es9(:,3))];
Maxmoment4=max(maxM);
%Beräkningar maximalt negativt moment
minM=[min(es1(:,3))
min(es2(:,3))
min(es3(:,3))
min(es4(:,3))
min(es5(:,3))
min(es6(:,3))
min(es7(:,3))
min(es8(:,3))
min(es9(:,3))];
Minmoment4=min(minM);
%Här blir det nytt
%Lastfall 5
%Styvhetismatris
K=zeros(30);
%Kraftvektor
f=zeros(30,1);
%Punktlaster
f(14)=-Qik/2;      % [N]
f(17)=-Qik/2;      % [N]
%Utbredda laster
eq1=[0 -egt]; eq2=[0 -egt]; eq3=[0 -egt];
eq4=[0 -qik-egt]; eq5=[0 -qik-egt]; eq6=[0 -qik-egt];
eq7=[0 -egt]; eq8=[0 -egt]; eq9=[0 -egt];
%Beräkning av styvhetismatris
[Ke1,fe1]=beam2e(ex1, ey, ep, eq1);
[Ke2,fe2]=beam2e(ex2, ey, ep, eq2);
[Ke3,fe3]=beam2e(ex3, ey, ep, eq3);
[Ke4,fe4]=beam2e(ex4, ey, ep, eq4);
[Ke5,fe5]=beam2e(ex5, ey, ep, eq5);
[Ke6,fe6]=beam2e(ex6, ey, ep, eq6);
[Ke7,fe7]=beam2e(ex7, ey, ep, eq7);
[Ke8,fe8]=beam2e(ex8, ey, ep, eq8);

```

```

[Ke9,fe9]=beam2e(ex9, ey, ep, eq9);
%Assemblering
[K,f]=assem(Edof(1,:),K,Ke1,f,fe1);
[K,f]=assem(Edof(2,:),K,Ke2,f,fe2);
[K,f]=assem(Edof(3,:),K,Ke3,f,fe3);
[K,f]=assem(Edof(4,:),K,Ke4,f,fe4);
[K,f]=assem(Edof(5,:),K,Ke5,f,fe5);
[K,f]=assem(Edof(6,:),K,Ke6,f,fe6);
[K,f]=assem(Edof(7,:),K,Ke7,f,fe7);
[K,f]=assem(Edof(8,:),K,Ke8,f,fe8);
[K,f]=assem(Edof(9,:),K,Ke9,f,fe9);
%Lösning av ekvationssystem
[a,r5]=solveq(K,f,bc);
%Tar fram krafter och moment
Ed=extract(Edof,a);
es1=beam2s(ex1,ey,ep,Ed(1,:),eq1,10);
es2=beam2s(ex2,ey,ep,Ed(2,:),eq2,2);
es3=beam2s(ex3,ey,ep,Ed(3,:),eq3,10);
es4=beam2s(ex4,ey,ep,Ed(4,:),eq4,10);
es5=beam2s(ex5,ey,ep,Ed(5,:),eq5,2);
es6=beam2s(ex6,ey,ep,Ed(6,:),eq6,10);
es7=beam2s(ex7,ey,ep,Ed(7,:),eq7,10);
es8=beam2s(ex8,ey,ep,Ed(8,:),eq8,2);
es9=beam2s(ex9,ey,ep,Ed(9,:),eq9,10);
%Plottar tvärkraftsdiagram
figure(1)
plotpar=[1 1];
eldia2(ex1,ey,es1(:,2),plotpar,4e-6);
eldia2(ex2,ey,es2(:,2),plotpar,4e-6);
eldia2(ex3,ey,es3(:,2),plotpar,4e-6);
eldia2(ex4,ey,es4(:,2),plotpar,4e-6);
eldia2(ex5,ey,es5(:,2),plotpar,4e-6);
eldia2(ex6,ey,es6(:,2),plotpar,4e-6);
eldia2(ex7,ey,es7(:,2),plotpar,4e-6);
eldia2(ex8,ey,es8(:,2),plotpar,4e-6);
eldia2(ex9,ey,es9(:,2),plotpar,4e-6);
%Plottar momentdiagram
figure(2)
eldia2(ex1,ey,es1(:,3),plotpar,8e-7);
eldia2(ex2,ey,es2(:,3),plotpar,8e-7);
eldia2(ex3,ey,es3(:,3),plotpar,8e-7);
eldia2(ex4,ey,es4(:,3),plotpar,8e-7);
eldia2(ex5,ey,es5(:,3),plotpar,8e-7);
eldia2(ex6,ey,es6(:,3),plotpar,8e-7);
eldia2(ex7,ey,es7(:,3),plotpar,8e-7);
eldia2(ex8,ey,es8(:,3),plotpar,8e-7);
eldia2(ex9,ey,es9(:,3),plotpar,8e-7);
%axis([-1 95 -30 40]);
%Beräkningar maximal tvärkraft
maxT=[max(es1(:,2))
max(es2(:,2))
max(es3(:,2))
max(es4(:,2))
max(es5(:,2))

```

```

max(es6(:,2))
max(es7(:,2))
max(es8(:,2))
max(es9(:,2))];
Maxtvarkraft5=max(maxT);
%Beräkningar maximal negativ tvärkraft
minT=[min(es1(:,2))
min(es2(:,2))
min(es3(:,2))
min(es4(:,2))
min(es5(:,2))
min(es6(:,2))
min(es7(:,2))
min(es8(:,2))
min(es9(:,2))];
Mintvarkraft5=min(minT);
%Beräkningar maximalt moment
maxM=[max(es1(:,3))
max(es2(:,3))
max(es3(:,3))
max(es4(:,3))
max(es5(:,3))
max(es6(:,3))
max(es7(:,3))
max(es8(:,3))
max(es9(:,3))];
Maxmoment5=max(maxM);
%Beräkningar maximalt negativt moment
minM=[min(es1(:,3))
min(es2(:,3))
min(es3(:,3))
min(es4(:,3))
min(es5(:,3))
min(es6(:,3))
min(es7(:,3))
min(es8(:,3))
min(es9(:,3))];
Minmoment5=min(minM);
%Här blir det nytt
%Lastfall 6
%Styvhetismatris
K=zeros(30);
%Kraftvektor
f=zeros(30,1);
%Punktlaster
f(5)=-Qik/2;      %[N]
f(8)=-Qik/2;      %[N]
%Utbredda laster
eq1=[0 -qik-egt]; eq2=[0 -qik-egt]; eq3=[0 -qik-egt];
eq4=[0 -egt]; eq5=[0 -egt]; eq6=[0 -egt];
eq7=[0 -egt]; eq8=[0 -egt]; eq9=[0 -egt];
%Beräkning av styvhetismatris
[Ke1,fe1]=beam2e(ex1, ey, ep, eq1);
[Ke2,fe2]=beam2e(ex2, ey, ep, eq2);

```

```

[Ke3, fe3]=beam2e(ex3, ey, ep, eq3);
[Ke4, fe4]=beam2e(ex4, ey, ep, eq4);
[Ke5, fe5]=beam2e(ex5, ey, ep, eq5);
[Ke6, fe6]=beam2e(ex6, ey, ep, eq6);
[Ke7, fe7]=beam2e(ex7, ey, ep, eq7);
[Ke8, fe8]=beam2e(ex8, ey, ep, eq8);
[Ke9, fe9]=beam2e(ex9, ey, ep, eq9);
%Assembling
[K, f]=assem(Edof(1, :), K, Ke1, f, fe1);
[K, f]=assem(Edof(2, :), K, Ke2, f, fe2);
[K, f]=assem(Edof(3, :), K, Ke3, f, fe3);
[K, f]=assem(Edof(4, :), K, Ke4, f, fe4);
[K, f]=assem(Edof(5, :), K, Ke5, f, fe5);
[K, f]=assem(Edof(6, :), K, Ke6, f, fe6);
[K, f]=assem(Edof(7, :), K, Ke7, f, fe7);
[K, f]=assem(Edof(8, :), K, Ke8, f, fe8);
[K, f]=assem(Edof(9, :), K, Ke9, f, fe9);
%Lösning av ekvationssystem
[a, r6]=solveq(K, f, bc);
%Tar fram krafter och moment
Ed=extract(Edof, a);
es1=beam2s(ex1, ey, ep, Ed(1, :), eq1, 10);
es2=beam2s(ex2, ey, ep, Ed(2, :), eq2, 2);
es3=beam2s(ex3, ey, ep, Ed(3, :), eq3, 10);
es4=beam2s(ex4, ey, ep, Ed(4, :), eq4, 10);
es5=beam2s(ex5, ey, ep, Ed(5, :), eq5, 2);
es6=beam2s(ex6, ey, ep, Ed(6, :), eq6, 10);
es7=beam2s(ex7, ey, ep, Ed(7, :), eq7, 10);
es8=beam2s(ex8, ey, ep, Ed(8, :), eq8, 2);
es9=beam2s(ex9, ey, ep, Ed(9, :), eq9, 10);
%Plottar tvärkraftsdiagram
figure(1)
plotpar=[2 1];
eldia2(ex1, ey, es1(:, 2), plotpar, 4e-6);
eldia2(ex2, ey, es2(:, 2), plotpar, 4e-6);
eldia2(ex3, ey, es3(:, 2), plotpar, 4e-6);
eldia2(ex4, ey, es4(:, 2), plotpar, 4e-6);
eldia2(ex5, ey, es5(:, 2), plotpar, 4e-6);
eldia2(ex6, ey, es6(:, 2), plotpar, 4e-6);
eldia2(ex7, ey, es7(:, 2), plotpar, 4e-6);
eldia2(ex8, ey, es8(:, 2), plotpar, 4e-6);
eldia2(ex9, ey, es9(:, 2), plotpar, 4e-6);
%Plottar momentdiagram
figure(2)
eldia2(ex1, ey, es1(:, 3), plotpar, 8e-7);
eldia2(ex2, ey, es2(:, 3), plotpar, 8e-7);
eldia2(ex3, ey, es3(:, 3), plotpar, 8e-7);
eldia2(ex4, ey, es4(:, 3), plotpar, 8e-7);
eldia2(ex5, ey, es5(:, 3), plotpar, 8e-7);
eldia2(ex6, ey, es6(:, 3), plotpar, 8e-7);
eldia2(ex7, ey, es7(:, 3), plotpar, 8e-7);
eldia2(ex8, ey, es8(:, 3), plotpar, 8e-7);
eldia2(ex9, ey, es9(:, 3), plotpar, 8e-7);
%Beräkngar maximal tvärkraft

```

```

maxT=[max(es1(:,2))
max(es2(:,2))
max(es3(:,2))
max(es4(:,2))
max(es5(:,2))
max(es6(:,2))
max(es7(:,2))
max(es8(:,2))
max(es9(:,2))];
Maxtvarkraft6=max(maxT);
%Beräkningar maximal negativ tvärkraft
minT=[min(es1(:,2))
min(es2(:,2))
min(es3(:,2))
min(es4(:,2))
min(es5(:,2))
min(es6(:,2))
min(es7(:,2))
min(es8(:,2))
min(es9(:,2))];
Mintvarkraft6=min(minT);
%Beräkningar maximalt moment
maxM=[max(es1(:,3))
max(es2(:,3))
max(es3(:,3))
max(es4(:,3))
max(es5(:,3))
max(es6(:,3))
max(es7(:,3))
max(es8(:,3))
max(es9(:,3))];
Maxmoment6=max(maxM);
%Beräkningar maximalt negativt moment
minM=[min(es1(:,3))
min(es2(:,3))
min(es3(:,3))
min(es4(:,3))
min(es5(:,3))
min(es6(:,3))
min(es7(:,3))
min(es8(:,3))
min(es9(:,3))];
Minmoment6=min(minM);
%Här blir det nytt
%Lastfall 7
%Styvhetmatris
K=zeros(30);
%Kraftvektor
f=zeros(30,1);
%Punktlaster
f(5)=-Qik/2;           %[N]
f(8)=-Qik/2;           %[N]
%Utbredda laster
eq1=[0 -qik-egt]; eq2=[0 -qik-egt]; eq3=[0 -qik-egt];

```

```

eq4=[0 -egt]; eq5=[0 -egt]; eq6=[0 -egt];
eq7=[0 -qik-egt]; eq8=[0 -qik-egt]; eq9=[0 -qik-egt];
%Beräkning av styvhetsmatrix
[Ke1,fe1]=beam2e(ex1, ey, ep, eq1);
[Ke2,fe2]=beam2e(ex2, ey, ep, eq2);
[Ke3,fe3]=beam2e(ex3, ey, ep, eq3);
[Ke4,fe4]=beam2e(ex4, ey, ep, eq4);
[Ke5,fe5]=beam2e(ex5, ey, ep, eq5);
[Ke6,fe6]=beam2e(ex6, ey, ep, eq6);
[Ke7,fe7]=beam2e(ex7, ey, ep, eq7);
[Ke8,fe8]=beam2e(ex8, ey, ep, eq8);
[Ke9,fe9]=beam2e(ex9, ey, ep, eq9);
%Assemblering
[K,f]=assem(Edof(1,:),K,Ke1,f,fe1);
[K,f]=assem(Edof(2,:),K,Ke2,f,fe2);
[K,f]=assem(Edof(3,:),K,Ke3,f,fe3);
[K,f]=assem(Edof(4,:),K,Ke4,f,fe4);
[K,f]=assem(Edof(5,:),K,Ke5,f,fe5);
[K,f]=assem(Edof(6,:),K,Ke6,f,fe6);
[K,f]=assem(Edof(7,:),K,Ke7,f,fe7);
[K,f]=assem(Edof(8,:),K,Ke8,f,fe8);
[K,f]=assem(Edof(9,:),K,Ke9,f,fe9);
%Lösning av ekvationssystem
[a,r7]=solveq(K,f,bc);
%Tar fram krafter och moment
Ed=extract(Edof,a);
es1=beam2s(ex1,ey,ep,Ed(1,:),eq1,10);
es2=beam2s(ex2,ey,ep,Ed(2,:),eq2,2);
es3=beam2s(ex3,ey,ep,Ed(3,:),eq3,10);
es4=beam2s(ex4,ey,ep,Ed(4,:),eq4,10);
es5=beam2s(ex5,ey,ep,Ed(5,:),eq5,2);
es6=beam2s(ex6,ey,ep,Ed(6,:),eq6,10);
es7=beam2s(ex7,ey,ep,Ed(7,:),eq7,10);
es8=beam2s(ex8,ey,ep,Ed(8,:),eq8,2);
es9=beam2s(ex9,ey,ep,Ed(9,:),eq9,10);
%Plottar tvärkraftsdiagram
figure(1)
plotpar=[3 1];
eldia2(ex1,ey,es1(:,2),plotpar,4e-6);
eldia2(ex2,ey,es2(:,2),plotpar,4e-6);
eldia2(ex3,ey,es3(:,2),plotpar,4e-6);
eldia2(ex4,ey,es4(:,2),plotpar,4e-6);
eldia2(ex5,ey,es5(:,2),plotpar,4e-6);
eldia2(ex6,ey,es6(:,2),plotpar,4e-6);
eldia2(ex7,ey,es7(:,2),plotpar,4e-6);
eldia2(ex8,ey,es8(:,2),plotpar,4e-6);
eldia2(ex9,ey,es9(:,2),plotpar,4e-6);
%Plottar momentdiagram
figure(2)
eldia2(ex1,ey,es1(:,3),plotpar,8e-7);
eldia2(ex2,ey,es2(:,3),plotpar,8e-7);
eldia2(ex3,ey,es3(:,3),plotpar,8e-7);
eldia2(ex4,ey,es4(:,3),plotpar,8e-7);
eldia2(ex5,ey,es5(:,3),plotpar,8e-7);

```

```

eldia2(ex6,ey,es6(:,3),plotpar,8e-7);
eldia2(ex7,ey,es7(:,3),plotpar,8e-7);
eldia2(ex8,ey,es8(:,3),plotpar,8e-7);
eldia2(ex9,ey,es9(:,3),plotpar,8e-7);
%Beräkningar maximal tvärkraft
maxT=[max(es1(:,2))
max(es2(:,2))
max(es3(:,2))
max(es4(:,2))
max(es5(:,2))
max(es6(:,2))
max(es7(:,2))
max(es8(:,2))
max(es9(:,2))];
Maxtvarkraft7=max(maxT);
%Beräkningar maximal negativ tvärkraft
minT=[min(es1(:,2))
min(es2(:,2))
min(es3(:,2))
min(es4(:,2))
min(es5(:,2))
min(es6(:,2))
min(es7(:,2))
min(es8(:,2))
min(es9(:,2))];
Mintvarkraft7=min(minT);
%Beräkningar maximalt moment
maxM=[max(es1(:,3))
max(es2(:,3))
max(es3(:,3))
max(es4(:,3))
max(es5(:,3))
max(es6(:,3))
max(es7(:,3))
max(es8(:,3))
max(es9(:,3))];
Maxmoment7=max(maxM);
%Beräkningar maximalt negativt moment
minM=[min(es1(:,3))
min(es2(:,3))
min(es3(:,3))
min(es4(:,3))
min(es5(:,3))
min(es6(:,3))
min(es7(:,3))
min(es8(:,3))
min(es9(:,3))];
Minmoment7=min(minM);
%Här blir det nytt
%Lastfall 8
%Styvhetmatris
K=zeros(30);
%Kraftvektor
f=zeros(30,1);

```

```

%Punktlast
f(11)=-Qik;          %[N]
%Utbredda laster
eq1=[0 -qik-egt]; eq2=[0 -qik-egt]; eq3=[0 -qik-egt];
eq4=[0 -qik-egt]; eq5=[0 -qik-egt]; eq6=[0 -qik-egt];
eq7=[0 -egt]; eq8=[0 -egt]; eq9=[0 -egt];
%Beräkning av styvhetsmatrix
[Ke1,fe1]=beam2e(ex1, ey, ep, eq1);
[Ke2,fe2]=beam2e(ex2, ey, ep, eq2);
[Ke3,fe3]=beam2e(ex3, ey, ep, eq3);
[Ke4,fe4]=beam2e(ex4, ey, ep, eq4);
[Ke5,fe5]=beam2e(ex5, ey, ep, eq5);
[Ke6,fe6]=beam2e(ex6, ey, ep, eq6);
[Ke7,fe7]=beam2e(ex7, ey, ep, eq7);
[Ke8,fe8]=beam2e(ex8, ey, ep, eq8);
[Ke9,fe9]=beam2e(ex9, ey, ep, eq9);
%Assemblering
[K,f]=assem(Edof(1,:),K,Ke1,f,fe1);
[K,f]=assem(Edof(2,:),K,Ke2,f,fe2);
[K,f]=assem(Edof(3,:),K,Ke3,f,fe3);
[K,f]=assem(Edof(4,:),K,Ke4,f,fe4);
[K,f]=assem(Edof(5,:),K,Ke5,f,fe5);
[K,f]=assem(Edof(6,:),K,Ke6,f,fe6);
[K,f]=assem(Edof(7,:),K,Ke7,f,fe7);
[K,f]=assem(Edof(8,:),K,Ke8,f,fe8);
[K,f]=assem(Edof(9,:),K,Ke9,f,fe9);
%Lösning av ekvationssystem
[a,r8]=solveq(K,f,bc);
%Tar fram krafter och moment
Ed=extract(Edof,a);
es1=beam2s(ex1,ey,ep,Ed(1,:),eq1,10);
es2=beam2s(ex2,ey,ep,Ed(2,:),eq2,2);
es3=beam2s(ex3,ey,ep,Ed(3,:),eq3,10);
es4=beam2s(ex4,ey,ep,Ed(4,:),eq4,10);
es5=beam2s(ex5,ey,ep,Ed(5,:),eq5,2);
es6=beam2s(ex6,ey,ep,Ed(6,:),eq6,10);
es7=beam2s(ex7,ey,ep,Ed(7,:),eq7,10);
es8=beam2s(ex8,ey,ep,Ed(8,:),eq8,2);
es9=beam2s(ex9,ey,ep,Ed(9,:),eq9,10);
%Plottar tvärkraftsdiagram
figure(1)
plotpar=[4 1];
eldia2(ex1,ey,es1(:,2),plotpar,4e-6);
eldia2(ex2,ey,es2(:,2),plotpar,4e-6);
eldia2(ex3,ey,es3(:,2),plotpar,4e-6);
eldia2(ex4,ey,es4(:,2),plotpar,4e-6);
eldia2(ex5,ey,es5(:,2),plotpar,4e-6);
eldia2(ex6,ey,es6(:,2),plotpar,4e-6);
eldia2(ex7,ey,es7(:,2),plotpar,4e-6);
eldia2(ex8,ey,es8(:,2),plotpar,4e-6);
eldia2(ex9,ey,es9(:,2),plotpar,4e-6);
%Plottar momentdiagram
figure(2)
eldia2(ex1,ey,es1(:,3),plotpar,8e-7);

```

```

eldia2(ex2,ey,es2(:,3),plotpar,8e-7);
eldia2(ex3,ey,es3(:,3),plotpar,8e-7);
eldia2(ex4,ey,es4(:,3),plotpar,8e-7);
eldia2(ex5,ey,es5(:,3),plotpar,8e-7);
eldia2(ex6,ey,es6(:,3),plotpar,8e-7);
eldia2(ex7,ey,es7(:,3),plotpar,8e-7);
eldia2(ex8,ey,es8(:,3),plotpar,8e-7);
eldia2(ex9,ey,es9(:,3),plotpar,8e-7);
%Beräkningar maximal tvärkraft
maxT=[max(es1(:,2))
max(es2(:,2))
max(es3(:,2))
max(es4(:,2))
max(es5(:,2))
max(es6(:,2))
max(es7(:,2))
max(es8(:,2))
max(es9(:,2))];
Maxtvarkraft8=max(maxT);
%Beräkningar maximal negativ tvärkraft
minT=[min(es1(:,2))
min(es2(:,2))
min(es3(:,2))
min(es4(:,2))
min(es5(:,2))
min(es6(:,2))
min(es7(:,2))
min(es8(:,2))
min(es9(:,2))];
Mintvarkraft8=min(minT);
%Beräkningar maximalt moment
maxM=[max(es1(:,3))
max(es2(:,3))
max(es3(:,3))
max(es4(:,3))
max(es5(:,3))
max(es6(:,3))
max(es7(:,3))
max(es8(:,3))
max(es9(:,3))];
Maxmoment8=max(maxM);
%Beräkningar maximalt negativt moment
minM=[min(es1(:,3))
min(es2(:,3))
min(es3(:,3))
min(es4(:,3))
min(es5(:,3))
min(es6(:,3))
min(es7(:,3))
min(es8(:,3))
min(es9(:,3))];
Minmoment8=min(minM);
%Beräkning av extrema moment och krafter
Max=[Maxtvarkraft1 Mintvarkraft1 Maxmoment1 Minmoment1

```

```

Maxtvarkraft2 Mintvarkraft2 Maxmoment2 Minmoment2
Maxtvarkraft3 Mintvarkraft3 Maxmoment3 Minmoment3
Maxtvarkraft4 Mintvarkraft4 Maxmoment4 Minmoment4
Maxtvarkraft5 Mintvarkraft5 Maxmoment5 Minmoment5
Maxtvarkraft6 Mintvarkraft6 Maxmoment6 Minmoment6
Maxtvarkraft7 Mintvarkraft7 Maxmoment7 Minmoment7
Maxtvarkraft8 Mintvarkraft8 Maxmoment8 Minmoment8];
MaxtvarkraftE=max(Max(:,1)); %[N]
MintvarkraftE=min(Max(:,2)); %[N]
ReaktionskraftE=max(abs([r1; r2; r3; r4; r5; r6; r7; r8])); %[N]
MaxmomentE=max(Max(:,3)); %[Nm]
MinmomentE=min(Max(:,4)); %[Nm]
%Variabel last som huvudlast
%Lastfall 1
%Utbredd totallast
qik=(qik1*aq1+qik2*aq2+qik3*aq3+qik4+qik5)*lb*1.5; %[N/m]
%Total punktlast olika lastfall
Qik=(Qik1*aQ1+Qik2*aQ2+Qik3*aQ3)*1.5; %[N]
%egentyngd
egt=egentyngd*1.35*0.85; %[N/m]
%Styvhetsmatris
K=zeros(30);
%Kraftvektor
f=zeros(30,1);
%Punktlaster
f(14)=-Qik/2; %[N]
f(17)=-Qik/2; %[N]
%Utbredda laster
eq1=[0 -qik-egt]; eq2=[0 -qik-egt]; eq3=[0 -qik-egt];
eq4=[0 -qik-egt]; eq5=[0 -qik-egt]; eq6=[0 -qik-egt];
eq7=[0 -qik-egt]; eq8=[0 -qik-egt]; eq9=[0 -qik-egt];
%Beräkning av styvhetsmatris
[Ke1,fe1]=beam2e(ex1, ey, ep, eq1);
[Ke2,fe2]=beam2e(ex2, ey, ep, eq2);
[Ke3,fe3]=beam2e(ex3, ey, ep, eq3);
[Ke4,fe4]=beam2e(ex4, ey, ep, eq4);
[Ke5,fe5]=beam2e(ex5, ey, ep, eq5);
[Ke6,fe6]=beam2e(ex6, ey, ep, eq6);
[Ke7,fe7]=beam2e(ex7, ey, ep, eq7);
[Ke8,fe8]=beam2e(ex8, ey, ep, eq8);
[Ke9,fe9]=beam2e(ex9, ey, ep, eq9);
%Assemblering
[K,f]=assem(E dof(1,:),K,Ke1,f,fe1);
[K,f]=assem(E dof(2,:),K,Ke2,f,fe2);
[K,f]=assem(E dof(3,:),K,Ke3,f,fe3);
[K,f]=assem(E dof(4,:),K,Ke4,f,fe4);
[K,f]=assem(E dof(5,:),K,Ke5,f,fe5);
[K,f]=assem(E dof(6,:),K,Ke6,f,fe6);
[K,f]=assem(E dof(7,:),K,Ke7,f,fe7);
[K,f]=assem(E dof(8,:),K,Ke8,f,fe8);
[K,f]=assem(E dof(9,:),K,Ke9,f,fe9);
%Lösning av ekvationssystem
[a,r1]=solveq(K,f,bc);
%Tar fram krafter och moment

```

```

Ed=extract(Edof,a);
es1=beam2s(ex1,ey,ep,Ed(1,:),eq1,10);
es2=beam2s(ex2,ey,ep,Ed(2,:),eq2,2);
es3=beam2s(ex3,ey,ep,Ed(3,:),eq3,10);
es4=beam2s(ex4,ey,ep,Ed(4,:),eq4,10);
es5=beam2s(ex5,ey,ep,Ed(5,:),eq5,2);
es6=beam2s(ex6,ey,ep,Ed(6,:),eq6,10);
es7=beam2s(ex7,ey,ep,Ed(7,:),eq7,10);
es8=beam2s(ex8,ey,ep,Ed(8,:),eq8,2);
es9=beam2s(ex9,ey,ep,Ed(9,:),eq9,10);
%Plottar tvärkraftsdiagram
figure(1)
plotpar=[1 1];
eldia2(ex1,ey,es1(:,2),plotpar,4e-6);
eldia2(ex2,ey,es2(:,2),plotpar,4e-6);
eldia2(ex3,ey,es3(:,2),plotpar,4e-6);
eldia2(ex4,ey,es4(:,2),plotpar,4e-6);
eldia2(ex5,ey,es5(:,2),plotpar,4e-6);
eldia2(ex6,ey,es6(:,2),plotpar,4e-6);
eldia2(ex7,ey,es7(:,2),plotpar,4e-6);
eldia2(ex8,ey,es8(:,2),plotpar,4e-6);
eldia2(ex9,ey,es9(:,2),plotpar,4e-6);
%Plottar momentdiagram
figure(2)
eldia2(ex1,ey,es1(:,3),plotpar,8e-7);
eldia2(ex2,ey,es2(:,3),plotpar,8e-7);
eldia2(ex3,ey,es3(:,3),plotpar,8e-7);
eldia2(ex4,ey,es4(:,3),plotpar,8e-7);
eldia2(ex5,ey,es5(:,3),plotpar,8e-7);
eldia2(ex6,ey,es6(:,3),plotpar,8e-7);
eldia2(ex7,ey,es7(:,3),plotpar,8e-7);
eldia2(ex8,ey,es8(:,3),plotpar,8e-7);
eldia2(ex9,ey,es9(:,3),plotpar,8e-7);
%Beräkningar maximal tvärkraft
maxT=[max(es1(:,2))
max(es2(:,2))
max(es3(:,2))
max(es4(:,2))
max(es5(:,2))
max(es6(:,2))
max(es7(:,2))
max(es8(:,2))
max(es9(:,2))];
Maxtvarkraft1=max(maxT);
%Beräkningar maximal negativ tvärkraft
minT=[min(es1(:,2))
min(es2(:,2))
min(es3(:,2))
min(es4(:,2))
min(es5(:,2))
min(es6(:,2))
min(es7(:,2))
min(es8(:,2))
min(es9(:,2))];

```

```

Mintvarkraft1=min(minT);
%Beräkningar maximalt moment
maxM=[max(es1(:,3))
max(es2(:,3))
max(es3(:,3))
max(es4(:,3))
max(es5(:,3))
max(es6(:,3))
max(es7(:,3))
max(es8(:,3))
max(es9(:,3))];
Maxmoment1=max(maxM);
%Beräkningar maximalt negativt moment
minM=[min(es1(:,3))
min(es2(:,3))
min(es3(:,3))
min(es4(:,3))
min(es5(:,3))
min(es6(:,3))
min(es7(:,3))
min(es8(:,3))
min(es9(:,3))];
Minmoment1=min(minM);
%Här blir det nytt
%Lastfall 2
%Styvhetismatris
K=zeros(30);
%Kraftvektor
f=zeros(30,1);
%Punktlaster
f(5)=-Qik/2;      %[N]
f(8)=-Qik/2;      %[N]
%Utbredda laster
eq1=[0 -qik-egt]; eq2=[0 -qik-egt]; eq3=[0 -qik-egt];
eq4=[0 -qik-egt]; eq5=[0 -qik-egt]; eq6=[0 -qik-egt];
eq7=[0 -qik-egt]; eq8=[0 -qik-egt]; eq9=[0 -qik-egt];
%Beräkning av styvhetismatris
[Ke1,fe1]=beam2e(ex1, ey, ep, eq1);
[Ke2,fe2]=beam2e(ex2, ey, ep, eq2);
[Ke3,fe3]=beam2e(ex3, ey, ep, eq3);
[Ke4,fe4]=beam2e(ex4, ey, ep, eq4);
[Ke5,fe5]=beam2e(ex5, ey, ep, eq5);
[Ke6,fe6]=beam2e(ex6, ey, ep, eq6);
[Ke7,fe7]=beam2e(ex7, ey, ep, eq7);
[Ke8,fe8]=beam2e(ex8, ey, ep, eq8);
[Ke9,fe9]=beam2e(ex9, ey, ep, eq9);
%Assemblering
[K,f]=assem(Edof(1,:),K,Ke1,f,fe1);
[K,f]=assem(Edof(2,:),K,Ke2,f,fe2);
[K,f]=assem(Edof(3,:),K,Ke3,f,fe3);
[K,f]=assem(Edof(4,:),K,Ke4,f,fe4);
[K,f]=assem(Edof(5,:),K,Ke5,f,fe5);
[K,f]=assem(Edof(6,:),K,Ke6,f,fe6);
[K,f]=assem(Edof(7,:),K,Ke7,f,fe7);

```

```

[K,f]=assem(Edof(8,:),K,Ke8,f,fe8);
[K,f]=assem(Edof(9,:),K,Ke9,f,fe9);
%Lösning av ekvationssystem
[a,r2]=solveq(K,f,bc);
%Tar fram krafter och moment
Ed=extract(Edof,a);
es1=beam2s(ex1,ey,ep,Ed(1,:),eq1,10);
es2=beam2s(ex2,ey,ep,Ed(2,:),eq2,2);
es3=beam2s(ex3,ey,ep,Ed(3,:),eq3,10);
es4=beam2s(ex4,ey,ep,Ed(4,:),eq4,10);
es5=beam2s(ex5,ey,ep,Ed(5,:),eq5,2);
es6=beam2s(ex6,ey,ep,Ed(6,:),eq6,10);
es7=beam2s(ex7,ey,ep,Ed(7,:),eq7,10);
es8=beam2s(ex8,ey,ep,Ed(8,:),eq8,2);
es9=beam2s(ex9,ey,ep,Ed(9,:),eq9,10);
%Plottar tvärkraftsdiagram
figure(1)
plotpar=[2 1];
eldia2(ex1,ey,es1(:,2),plotpar,4e-6);
eldia2(ex2,ey,es2(:,2),plotpar,4e-6);
eldia2(ex3,ey,es3(:,2),plotpar,4e-6);
eldia2(ex4,ey,es4(:,2),plotpar,4e-6);
eldia2(ex5,ey,es5(:,2),plotpar,4e-6);
eldia2(ex6,ey,es6(:,2),plotpar,4e-6);
eldia2(ex7,ey,es7(:,2),plotpar,4e-6);
eldia2(ex8,ey,es8(:,2),plotpar,4e-6);
eldia2(ex9,ey,es9(:,2),plotpar,4e-6);
%Plottar momentdiagram
figure(2)
eldia2(ex1,ey,es1(:,3),plotpar,8e-7);
eldia2(ex2,ey,es2(:,3),plotpar,8e-7);
eldia2(ex3,ey,es3(:,3),plotpar,8e-7);
eldia2(ex4,ey,es4(:,3),plotpar,8e-7);
eldia2(ex5,ey,es5(:,3),plotpar,8e-7);
eldia2(ex6,ey,es6(:,3),plotpar,8e-7);
eldia2(ex7,ey,es7(:,3),plotpar,8e-7);
eldia2(ex8,ey,es8(:,3),plotpar,8e-7);
eldia2(ex9,ey,es9(:,3),plotpar,8e-7);
%Beräkningar maximal tvärkraft
maxT=[max(es1(:,2))
max(es2(:,2))
max(es3(:,2))
max(es4(:,2))
max(es5(:,2))
max(es6(:,2))
max(es7(:,2))
max(es8(:,2))
max(es9(:,2))];
Maxtvarkraft2=max(maxT);
%Beräkningar maximal negativ tvärkraft
minT=[min(es1(:,2))
min(es2(:,2))
min(es3(:,2))
min(es4(:,2))

```

```

min(es5(:,2))
min(es6(:,2))
min(es7(:,2))
min(es8(:,2))
min(es9(:,2));
Mintvarkraft2=min(minT);
%Beräkningar maximalt moment
maxM=[max(es1(:,3))
max(es2(:,3))
max(es3(:,3))
max(es4(:,3))
max(es5(:,3))
max(es6(:,3))
max(es7(:,3))
max(es8(:,3))
max(es9(:,3))];
Maxmoment2=max(maxM);
%Beräkningar maximalt negativt moment
minM=[min(es1(:,3))
min(es2(:,3))
min(es3(:,3))
min(es4(:,3))
min(es5(:,3))
min(es6(:,3))
min(es7(:,3))
min(es8(:,3))
min(es9(:,3))];
Minmoment2=min(minM);
%Här blir det nytt
%Lastfall 3
%Styvhetmatris
K=zeros(30);
%Kraftvektor
f=zeros(30,1);
%Punktlaster
f(14)=-Qik/2;      % [N]
f(17)=-Qik/2;      % [N]
%Utbredda laster
eq1=[0 -qik-egt]; eq2=[0 -qik-egt]; eq3=[0 -qik-egt];
eq4=[0 -qik-egt]; eq5=[0 -qik-egt]; eq6=[0 -qik-egt];
eq7=[0 -egt]; eq8=[0 -egt]; eq9=[0 -egt];
%Beräkning av styvhetmatris
[Ke1,fe1]=beam2e(ex1, ey, ep, eq1);
[Ke2,fe2]=beam2e(ex2, ey, ep, eq2);
[Ke3,fe3]=beam2e(ex3, ey, ep, eq3);
[Ke4,fe4]=beam2e(ex4, ey, ep, eq4);
[Ke5,fe5]=beam2e(ex5, ey, ep, eq5);
[Ke6,fe6]=beam2e(ex6, ey, ep, eq6);
[Ke7,fe7]=beam2e(ex7, ey, ep, eq7);
[Ke8,fe8]=beam2e(ex8, ey, ep, eq8);
[Ke9,fe9]=beam2e(ex9, ey, ep, eq9);
%Assemblering
[K, f]=assem(Edof(1, :), K, Ke1, f, fe1);
[K, f]=assem(Edof(2, :), K, Ke2, f, fe2);

```

```

[K, f]=assem(Edof(3, :), K, Ke3, f, fe3);
[K, f]=assem(Edof(4, :), K, Ke4, f, fe4);
[K, f]=assem(Edof(5, :), K, Ke5, f, fe5);
[K, f]=assem(Edof(6, :), K, Ke6, f, fe6);
[K, f]=assem(Edof(7, :), K, Ke7, f, fe7);
[K, f]=assem(Edof(8, :), K, Ke8, f, fe8);
[K, f]=assem(Edof(9, :), K, Ke9, f, fe9);
%Lösning av ekvationssystem
[a, r3]=solveq(K, f, bc);
%Tar fram krafter och moment
Ed=extract(Edof, a);
es1=beam2s(ex1, ey, ep, Ed(1, :), eq1, 10);
es2=beam2s(ex2, ey, ep, Ed(2, :), eq2, 2);
es3=beam2s(ex3, ey, ep, Ed(3, :), eq3, 10);
es4=beam2s(ex4, ey, ep, Ed(4, :), eq4, 10);
es5=beam2s(ex5, ey, ep, Ed(5, :), eq5, 2);
es6=beam2s(ex6, ey, ep, Ed(6, :), eq6, 10);
es7=beam2s(ex7, ey, ep, Ed(7, :), eq7, 10);
es8=beam2s(ex8, ey, ep, Ed(8, :), eq8, 2);
es9=beam2s(ex9, ey, ep, Ed(9, :), eq9, 10);
%Plottar tvärkraftsdiagram
figure(1)
plotpar=[3 1];
eldia2(ex1, ey, es1(:, 2), plotpar, 4e-6);
eldia2(ex2, ey, es2(:, 2), plotpar, 4e-6);
eldia2(ex3, ey, es3(:, 2), plotpar, 4e-6);
eldia2(ex4, ey, es4(:, 2), plotpar, 4e-6);
eldia2(ex5, ey, es5(:, 2), plotpar, 4e-6);
eldia2(ex6, ey, es6(:, 2), plotpar, 4e-6);
eldia2(ex7, ey, es7(:, 2), plotpar, 4e-6);
eldia2(ex8, ey, es8(:, 2), plotpar, 4e-6);
eldia2(ex9, ey, es9(:, 2), plotpar, 4e-6);
%Plottar momentdiagram
figure(2)
eldia2(ex1, ey, es1(:, 3), plotpar, 8e-7);
eldia2(ex2, ey, es2(:, 3), plotpar, 8e-7);
eldia2(ex3, ey, es3(:, 3), plotpar, 8e-7);
eldia2(ex4, ey, es4(:, 3), plotpar, 8e-7);
eldia2(ex5, ey, es5(:, 3), plotpar, 8e-7);
eldia2(ex6, ey, es6(:, 3), plotpar, 8e-7);
eldia2(ex7, ey, es7(:, 3), plotpar, 8e-7);
eldia2(ex8, ey, es8(:, 3), plotpar, 8e-7);
eldia2(ex9, ey, es9(:, 3), plotpar, 8e-7);
%Beräkngar maximal tvärkraft
maxT=[max(es1(:, 2))
max(es2(:, 2))
max(es3(:, 2))
max(es4(:, 2))
max(es5(:, 2))
max(es6(:, 2))
max(es7(:, 2))
max(es8(:, 2))
max(es9(:, 2))];
Maxtvarkraft3=max(maxT);

```

```

%Beräkningar maximal negativ tvärkraft
minT=[min(es1(:,2))
min(es2(:,2))
min(es3(:,2))
min(es4(:,2))
min(es5(:,2))
min(es6(:,2))
min(es7(:,2))
min(es8(:,2))
min(es9(:,2))];
Mintvarkraft3=min(minT);
%Beräkningar maximalt moment
maxM=[max(es1(:,3))
max(es2(:,3))
max(es3(:,3))
max(es4(:,3))
max(es5(:,3))
max(es6(:,3))
max(es7(:,3))
max(es8(:,3))
max(es9(:,3))];
Maxmoment3=max(maxM);
%Beräkningar maximalt negativt moment
minM=[min(es1(:,3))
min(es2(:,3))
min(es3(:,3))
min(es4(:,3))
min(es5(:,3))
min(es6(:,3))
min(es7(:,3))
min(es8(:,3))
min(es9(:,3))];
Minmoment3=min(minM);
R_varsta_fall=es3(10,2)-es4(1,2); %värsta fallets reaktionskraft
langd_lager=0.77; %lagerlängd för reduktion
reduktion=R_varsta_fall*langd_lager/8; %reduktion
reducerat_moment=Minmoment3+reduktion; %reducerat moment för värsta
fallet
%Lastfall 4
%Styvhetismatris
K=zeros(30);
%Kraftvektor
f=zeros(30,1);
%Punktlaster
f(5)=-Qik/2; %[N]
f(8)=-Qik/2; %[N]
%Utbredda laster
eq1=[0 -qik-egt]; eq2=[0 -qik-egt]; eq3=[0 -qik-egt];
eq4=[0 -qik-egt]; eq5=[0 -qik-egt]; eq6=[0 -qik-egt];
eq7=[0 -egt]; eq8=[0 -egt]; eq9=[0 -egt];
%Beräkning av styvhetismatris
[Ke1,fe1]=beam2e(ex1, ey, ep, eq1);
[Ke2,fe2]=beam2e(ex2, ey, ep, eq2);
[Ke3,fe3]=beam2e(ex3, ey, ep, eq3);

```

```

[Ke4,fe4]=beam2e(ex4, ey, ep, eq4);
[Ke5,fe5]=beam2e(ex5, ey, ep, eq5);
[Ke6,fe6]=beam2e(ex6, ey, ep, eq6);
[Ke7,fe7]=beam2e(ex7, ey, ep, eq7);
[Ke8,fe8]=beam2e(ex8, ey, ep, eq8);
[Ke9,fe9]=beam2e(ex9, ey, ep, eq9);
%Assembling
[K,f]=assem(Edof(1,:),K,Ke1,f,fe1);
[K,f]=assem(Edof(2,:),K,Ke2,f,fe2);
[K,f]=assem(Edof(3,:),K,Ke3,f,fe3);
[K,f]=assem(Edof(4,:),K,Ke4,f,fe4);
[K,f]=assem(Edof(5,:),K,Ke5,f,fe5);
[K,f]=assem(Edof(6,:),K,Ke6,f,fe6);
[K,f]=assem(Edof(7,:),K,Ke7,f,fe7);
[K,f]=assem(Edof(8,:),K,Ke8,f,fe8);
[K,f]=assem(Edof(9,:),K,Ke9,f,fe9);
%Lösning av ekvationssystem
[a,r4]=solveq(K,f,bc);
%Tar fram krafter och moment
Ed=extract(Edof,a);
es1=beam2s(ex1,ey,ep,Ed(1,:),eq1,10);
es2=beam2s(ex2,ey,ep,Ed(2,:),eq2,2);
es3=beam2s(ex3,ey,ep,Ed(3,:),eq3,10);
es4=beam2s(ex4,ey,ep,Ed(4,:),eq4,10);
es5=beam2s(ex5,ey,ep,Ed(5,:),eq5,2);
es6=beam2s(ex6,ey,ep,Ed(6,:),eq6,10);
es7=beam2s(ex7,ey,ep,Ed(7,:),eq7,10);
es8=beam2s(ex8,ey,ep,Ed(8,:),eq8,2);
es9=beam2s(ex9,ey,ep,Ed(9,:),eq9,10);
%Plottar tvärkraftsdiagram
figure(1)
plotpar=[4 1];
eldia2(ex1,ey,es1(:,2),plotpar,4e-6);
eldia2(ex2,ey,es2(:,2),plotpar,4e-6);
eldia2(ex3,ey,es3(:,2),plotpar,4e-6);
eldia2(ex4,ey,es4(:,2),plotpar,4e-6);
eldia2(ex5,ey,es5(:,2),plotpar,4e-6);
eldia2(ex6,ey,es6(:,2),plotpar,4e-6);
eldia2(ex7,ey,es7(:,2),plotpar,4e-6);
eldia2(ex8,ey,es8(:,2),plotpar,4e-6);
eldia2(ex9,ey,es9(:,2),plotpar,4e-6);
%Plottar momentdiagram
figure(2)
eldia2(ex1,ey,es1(:,3),plotpar,8e-7);
eldia2(ex2,ey,es2(:,3),plotpar,8e-7);
eldia2(ex3,ey,es3(:,3),plotpar,8e-7);
eldia2(ex4,ey,es4(:,3),plotpar,8e-7);
eldia2(ex5,ey,es5(:,3),plotpar,8e-7);
eldia2(ex6,ey,es6(:,3),plotpar,8e-7);
eldia2(ex7,ey,es7(:,3),plotpar,8e-7);
eldia2(ex8,ey,es8(:,3),plotpar,8e-7);
eldia2(ex9,ey,es9(:,3),plotpar,8e-7);
%Beräknar maximal tvärkraft
maxT=[max(es1(:,2))

```

```

max(es2(:,2))
max(es3(:,2))
max(es4(:,2))
max(es5(:,2))
max(es6(:,2))
max(es7(:,2))
max(es8(:,2))
max(es9(:,2))];
Maxtvarkraft4=max(maxT);
%Beräkningar maximal negativ tvärkraft
minT=[min(es1(:,2))
min(es2(:,2))
min(es3(:,2))
min(es4(:,2))
min(es5(:,2))
min(es6(:,2))
min(es7(:,2))
min(es8(:,2))
min(es9(:,2))];
Mintvarkraft4=min(minT);
%Beräkningar maximalt moment
maxM=[max(es1(:,3))
max(es2(:,3))
max(es3(:,3))
max(es4(:,3))
max(es5(:,3))
max(es6(:,3))
max(es7(:,3))
max(es8(:,3))
max(es9(:,3))];
Maxmoment4=max(maxM);
%Beräkningar maximalt negativt moment
minM=[min(es1(:,3))
min(es2(:,3))
min(es3(:,3))
min(es4(:,3))
min(es5(:,3))
min(es6(:,3))
min(es7(:,3))
min(es8(:,3))
min(es9(:,3))];
Minmoment4=min(minM);
%Här blir det nytt
%Lastfall 5
%Styvhetmatris
K=zeros(30);
%Kraftvektor
f=zeros(30,1);
%Punktlaster
f(14)=-Qik/2;      % [N]
f(17)=-Qik/2;      % [N]
%Utbredda laster
eq1=[0 -egt]; eq2=[0 -egt]; eq3=[0 -egt];
eq4=[0 -qik-egt]; eq5=[0 -qik-egt]; eq6=[0 -qik-egt];

```

```

eq7=[0 -egt]; eq8=[0 -egt]; eq9=[0 -egt];
%Beräkning av styvhetsmatrix
[Ke1,fe1]=beam2e(ex1, ey, ep, eq1);
[Ke2,fe2]=beam2e(ex2, ey, ep, eq2);
[Ke3,fe3]=beam2e(ex3, ey, ep, eq3);
[Ke4,fe4]=beam2e(ex4, ey, ep, eq4);
[Ke5,fe5]=beam2e(ex5, ey, ep, eq5);
[Ke6,fe6]=beam2e(ex6, ey, ep, eq6);
[Ke7,fe7]=beam2e(ex7, ey, ep, eq7);
[Ke8,fe8]=beam2e(ex8, ey, ep, eq8);
[Ke9,fe9]=beam2e(ex9, ey, ep, eq9);
%Assemblering
[K,f]=assem(Edof(1,:),K,Ke1,f,fe1);
[K,f]=assem(Edof(2,:),K,Ke2,f,fe2);
[K,f]=assem(Edof(3,:),K,Ke3,f,fe3);
[K,f]=assem(Edof(4,:),K,Ke4,f,fe4);
[K,f]=assem(Edof(5,:),K,Ke5,f,fe5);
[K,f]=assem(Edof(6,:),K,Ke6,f,fe6);
[K,f]=assem(Edof(7,:),K,Ke7,f,fe7);
[K,f]=assem(Edof(8,:),K,Ke8,f,fe8);
[K,f]=assem(Edof(9,:),K,Ke9,f,fe9);
%Lösning av ekvationssystem
[a,r5]=solveq(K,f,bc);
%Tar fram krafter och moment
Ed=extract(Edof,a);
es1=beam2s(ex1,ey,ep,Ed(1,:),eq1,10);
es2=beam2s(ex2,ey,ep,Ed(2,:),eq2,2);
es3=beam2s(ex3,ey,ep,Ed(3,:),eq3,10);
es4=beam2s(ex4,ey,ep,Ed(4,:),eq4,10);
es5=beam2s(ex5,ey,ep,Ed(5,:),eq5,2);
es6=beam2s(ex6,ey,ep,Ed(6,:),eq6,10);
es7=beam2s(ex7,ey,ep,Ed(7,:),eq7,10);
es8=beam2s(ex8,ey,ep,Ed(8,:),eq8,2);
es9=beam2s(ex9,ey,ep,Ed(9,:),eq9,10);
%Plottar tvärkraftsdiagram
figure(1)
plotpar=[1 1];
eldia2(ex1,ey,es1(:,2),plotpar,4e-6);
eldia2(ex2,ey,es2(:,2),plotpar,4e-6);
eldia2(ex3,ey,es3(:,2),plotpar,4e-6);
eldia2(ex4,ey,es4(:,2),plotpar,4e-6);
eldia2(ex5,ey,es5(:,2),plotpar,4e-6);
eldia2(ex6,ey,es6(:,2),plotpar,4e-6);
eldia2(ex7,ey,es7(:,2),plotpar,4e-6);
eldia2(ex8,ey,es8(:,2),plotpar,4e-6);
eldia2(ex9,ey,es9(:,2),plotpar,4e-6);
%Plottar momentdiagram
figure(2)
eldia2(ex1,ey,es1(:,3),plotpar,8e-7);
eldia2(ex2,ey,es2(:,3),plotpar,8e-7);
eldia2(ex3,ey,es3(:,3),plotpar,8e-7);
eldia2(ex4,ey,es4(:,3),plotpar,8e-7);
eldia2(ex5,ey,es5(:,3),plotpar,8e-7);
eldia2(ex6,ey,es6(:,3),plotpar,8e-7);

```

```

eldia2(ex7,ey,es7(:,3),plotpar,8e-7);
eldia2(ex8,ey,es8(:,3),plotpar,8e-7);
eldia2(ex9,ey,es9(:,3),plotpar,8e-7);
%Beräkningar maximal tvärkraft
maxT=[max(es1(:,2))
max(es2(:,2))
max(es3(:,2))
max(es4(:,2))
max(es5(:,2))
max(es6(:,2))
max(es7(:,2))
max(es8(:,2))
max(es9(:,2))];
Maxtvarkraft5=max(maxT);
%Beräkningar maximal negativ tvärkraft
minT=[min(es1(:,2))
min(es2(:,2))
min(es3(:,2))
min(es4(:,2))
min(es5(:,2))
min(es6(:,2))
min(es7(:,2))
min(es8(:,2))
min(es9(:,2))];
Mintvarkraft5=min(minT);
%Beräkningar maximalt moment
maxM=[max(es1(:,3))
max(es2(:,3))
max(es3(:,3))
max(es4(:,3))
max(es5(:,3))
max(es6(:,3))
max(es7(:,3))
max(es8(:,3))
max(es9(:,3))];
Maxmoment5=max(maxM);
%Beräkningar maximalt negativt moment
minM=[min(es1(:,3))
min(es2(:,3))
min(es3(:,3))
min(es4(:,3))
min(es5(:,3))
min(es6(:,3))
min(es7(:,3))
min(es8(:,3))
min(es9(:,3))];
Minmoment5=min(minM);
%Här blir det nytt
%Lastfall 6
%Styvhetmatris
K=zeros(30);
%Kraftvektor
f=zeros(30,1);
%Punktlaster

```

```

f(5)=-Qik/2;          %[N]
f(8)=-Qik/2;          %[N]
%Utbredda laster
eq1=[0 -qik-egt]; eq2=[0 -qik-egt]; eq3=[0 -qik-egt];
eq4=[0 -egt]; eq5=[0 -egt]; eq6=[0 -egt];
eq7=[0 -egt]; eq8=[0 -egt]; eq9=[0 -egt];
%Beräkning av styvhetsmatrix
[Ke1,fe1]=beam2e(ex1, ey, ep, eq1);
[Ke2,fe2]=beam2e(ex2, ey, ep, eq2);
[Ke3,fe3]=beam2e(ex3, ey, ep, eq3);
[Ke4,fe4]=beam2e(ex4, ey, ep, eq4);
[Ke5,fe5]=beam2e(ex5, ey, ep, eq5);
[Ke6,fe6]=beam2e(ex6, ey, ep, eq6);
[Ke7,fe7]=beam2e(ex7, ey, ep, eq7);
[Ke8,fe8]=beam2e(ex8, ey, ep, eq8);
[Ke9,fe9]=beam2e(ex9, ey, ep, eq9);
%Assemblering
[K,f]=assem(Edof(1,:),K,Ke1,f,fe1);
[K,f]=assem(Edof(2,:),K,Ke2,f,fe2);
[K,f]=assem(Edof(3,:),K,Ke3,f,fe3);
[K,f]=assem(Edof(4,:),K,Ke4,f,fe4);
[K,f]=assem(Edof(5,:),K,Ke5,f,fe5);
[K,f]=assem(Edof(6,:),K,Ke6,f,fe6);
[K,f]=assem(Edof(7,:),K,Ke7,f,fe7);
[K,f]=assem(Edof(8,:),K,Ke8,f,fe8);
[K,f]=assem(Edof(9,:),K,Ke9,f,fe9);
%Lösning av ekvationssystem
[a,r6]=solveq(K,f,bc);
%Tar fram krafter och moment
Ed=extract(Edof,a);
es1=beam2s(ex1,ey,ep,Ed(1,:),eq1,10);
es2=beam2s(ex2,ey,ep,Ed(2,:),eq2,2);
es3=beam2s(ex3,ey,ep,Ed(3,:),eq3,10);
es4=beam2s(ex4,ey,ep,Ed(4,:),eq4,10);
es5=beam2s(ex5,ey,ep,Ed(5,:),eq5,2);
es6=beam2s(ex6,ey,ep,Ed(6,:),eq6,10);
es7=beam2s(ex7,ey,ep,Ed(7,:),eq7,10);
es8=beam2s(ex8,ey,ep,Ed(8,:),eq8,2);
es9=beam2s(ex9,ey,ep,Ed(9,:),eq9,10);
%Plottar tvärkraftsdiagram
figure(1)
plotpar=[2 1];
eldia2(ex1,ey,es1(:,2),plotpar,4e-6);
eldia2(ex2,ey,es2(:,2),plotpar,4e-6);
eldia2(ex3,ey,es3(:,2),plotpar,4e-6);
eldia2(ex4,ey,es4(:,2),plotpar,4e-6);
eldia2(ex5,ey,es5(:,2),plotpar,4e-6);
eldia2(ex6,ey,es6(:,2),plotpar,4e-6);
eldia2(ex7,ey,es7(:,2),plotpar,4e-6);
eldia2(ex8,ey,es8(:,2),plotpar,4e-6);
eldia2(ex9,ey,es9(:,2),plotpar,4e-6);
%Plottar momentdiagram
figure(2)
eldia2(ex1,ey,es1(:,3),plotpar,8e-7);

```

```

eldia2(ex2,ey,es2(:,3),plotpar,8e-7);
eldia2(ex3,ey,es3(:,3),plotpar,8e-7);
eldia2(ex4,ey,es4(:,3),plotpar,8e-7);
eldia2(ex5,ey,es5(:,3),plotpar,8e-7);
eldia2(ex6,ey,es6(:,3),plotpar,8e-7);
eldia2(ex7,ey,es7(:,3),plotpar,8e-7);
eldia2(ex8,ey,es8(:,3),plotpar,8e-7);
eldia2(ex9,ey,es9(:,3),plotpar,8e-7);
%Beräkningar maximal tvärkraft
maxT=[max(es1(:,2))
max(es2(:,2))
max(es3(:,2))
max(es4(:,2))
max(es5(:,2))
max(es6(:,2))
max(es7(:,2))
max(es8(:,2))
max(es9(:,2))];
Maxtvarkraft6=max(maxT);
%Beräkningar maximal negativ tvärkraft
minT=[min(es1(:,2))
min(es2(:,2))
min(es3(:,2))
min(es4(:,2))
min(es5(:,2))
min(es6(:,2))
min(es7(:,2))
min(es8(:,2))
min(es9(:,2))];
Mintvarkraft6=min(minT);
%Beräkningar maximalt moment
maxM=[max(es1(:,3))
max(es2(:,3))
max(es3(:,3))
max(es4(:,3))
max(es5(:,3))
max(es6(:,3))
max(es7(:,3))
max(es8(:,3))
max(es9(:,3))];
Maxmoment6=max(maxM);
%Beräkningar maximalt negativt moment
minM=[min(es1(:,3))
min(es2(:,3))
min(es3(:,3))
min(es4(:,3))
min(es5(:,3))
min(es6(:,3))
min(es7(:,3))
min(es8(:,3))
min(es9(:,3))];
Minmoment6=min(minM);
%Här blir det nytt
%Lastfall 7

```

```

%Styvhetismatrix
K=zeros(30);
%Kraftvektor
f=zeros(30,1);
%Punktlaster
f(5)=-Qik/2;           %[N]
f(8)=-Qik/2;           %[N]
%Utbredda laster
eq1=[0 -qik-egt]; eq2=[0 -qik-egt]; eq3=[0 -qik-egt];
eq4=[0 -egt]; eq5=[0 -egt]; eq6=[0 -egt];
eq7=[0 -qik-egt]; eq8=[0 -qik-egt]; eq9=[0 -qik-egt];
%Beräkning av styvhetismatrix
[Ke1,fe1]=beam2e(ex1, ey, ep, eq1);
[Ke2,fe2]=beam2e(ex2, ey, ep, eq2);
[Ke3,fe3]=beam2e(ex3, ey, ep, eq3);
[Ke4,fe4]=beam2e(ex4, ey, ep, eq4);
[Ke5,fe5]=beam2e(ex5, ey, ep, eq5);
[Ke6,fe6]=beam2e(ex6, ey, ep, eq6);
[Ke7,fe7]=beam2e(ex7, ey, ep, eq7);
[Ke8,fe8]=beam2e(ex8, ey, ep, eq8);
[Ke9,fe9]=beam2e(ex9, ey, ep, eq9);
%Assemblering
[K,f]=assem(Edof(1,:),K,Ke1,f,fe1);
[K,f]=assem(Edof(2,:),K,Ke2,f,fe2);
[K,f]=assem(Edof(3,:),K,Ke3,f,fe3);
[K,f]=assem(Edof(4,:),K,Ke4,f,fe4);
[K,f]=assem(Edof(5,:),K,Ke5,f,fe5);
[K,f]=assem(Edof(6,:),K,Ke6,f,fe6);
[K,f]=assem(Edof(7,:),K,Ke7,f,fe7);
[K,f]=assem(Edof(8,:),K,Ke8,f,fe8);
[K,f]=assem(Edof(9,:),K,Ke9,f,fe9);
%Lösning av ekvationssystem
[a,r7]=solveq(K,f,bc);
%Tar fram krafter och moment
Ed=extract(Edof,a);
es1=beam2s(ex1,ey,ep,Ed(1,:),eq1,10);
es2=beam2s(ex2,ey,ep,Ed(2,:),eq2,2);
es3=beam2s(ex3,ey,ep,Ed(3,:),eq3,10);
es4=beam2s(ex4,ey,ep,Ed(4,:),eq4,10);
es5=beam2s(ex5,ey,ep,Ed(5,:),eq5,2);
es6=beam2s(ex6,ey,ep,Ed(6,:),eq6,10);
es7=beam2s(ex7,ey,ep,Ed(7,:),eq7,10);
es8=beam2s(ex8,ey,ep,Ed(8,:),eq8,2);
es9=beam2s(ex9,ey,ep,Ed(9,:),eq9,10);
%Plottar tvärkraftsdiagram
figure(1)
plotpar=[3 1];
eldia2(ex1,ey,es1(:,2),plotpar,4e-6);
eldia2(ex2,ey,es2(:,2),plotpar,4e-6);
eldia2(ex3,ey,es3(:,2),plotpar,4e-6);
eldia2(ex4,ey,es4(:,2),plotpar,4e-6);
eldia2(ex5,ey,es5(:,2),plotpar,4e-6);
eldia2(ex6,ey,es6(:,2),plotpar,4e-6);
eldia2(ex7,ey,es7(:,2),plotpar,4e-6);

```

```

eldia2(ex8,ey,es8(:,2),plotpar,4e-6);
eldia2(ex9,ey,es9(:,2),plotpar,4e-6);
%Plottar momentdiagram
figure(2)
eldia2(ex1,ey,es1(:,3),plotpar,8e-7);
eldia2(ex2,ey,es2(:,3),plotpar,8e-7);
eldia2(ex3,ey,es3(:,3),plotpar,8e-7);
eldia2(ex4,ey,es4(:,3),plotpar,8e-7);
eldia2(ex5,ey,es5(:,3),plotpar,8e-7);
eldia2(ex6,ey,es6(:,3),plotpar,8e-7);
eldia2(ex7,ey,es7(:,3),plotpar,8e-7);
eldia2(ex8,ey,es8(:,3),plotpar,8e-7);
eldia2(ex9,ey,es9(:,3),plotpar,8e-7);
%Beräkngar maximal tvärkraft
maxT=[max(es1(:,2))
max(es2(:,2))
max(es3(:,2))
max(es4(:,2))
max(es5(:,2))
max(es6(:,2))
max(es7(:,2))
max(es8(:,2))
max(es9(:,2))];
Maxtvarkraft7=max(maxT);
%Beräkngar maximal negativ tvärkraft
minT=[min(es1(:,2))
min(es2(:,2))
min(es3(:,2))
min(es4(:,2))
min(es5(:,2))
min(es6(:,2))
min(es7(:,2))
min(es8(:,2))
min(es9(:,2))];
Mintvarkraft7=min(minT);
%Beräkngar maximalt moment
maxM=[max(es1(:,3))
max(es2(:,3))
max(es3(:,3))
max(es4(:,3))
max(es5(:,3))
max(es6(:,3))
max(es7(:,3))
max(es8(:,3))
max(es9(:,3))];
Maxmoment7=max(maxM);
%Beräkngar maximalt negativt moment
minM=[min(es1(:,3))
min(es2(:,3))
min(es3(:,3))
min(es4(:,3))
min(es5(:,3))
min(es6(:,3))
min(es7(:,3))

```

```

min(es8(:,3))
min(es9(:,3));
Minmoment7=min(minM);
%Här blir det nytt
%Lastfall 8
%Styvhetismatris
K=zeros(30);
%Kraftvektor
f=zeros(30,1);
%Punktlast
f(11)=-Qik;          %[N]
%Utbredda laster
eq1=[0 -qik-egt]; eq2=[0 -qik-egt]; eq3=[0 -qik-egt];
eq4=[0 -qik-egt]; eq5=[0 -qik-egt]; eq6=[0 -qik-egt];
eq7=[0 -egt]; eq8=[0 -egt]; eq9=[0 -egt];
%Beräkning av styvhetsmatris
[Ke1,fe1]=beam2e(ex1, ey, ep, eq1);
[Ke2,fe2]=beam2e(ex2, ey, ep, eq2);
[Ke3,fe3]=beam2e(ex3, ey, ep, eq3);
[Ke4,fe4]=beam2e(ex4, ey, ep, eq4);
[Ke5,fe5]=beam2e(ex5, ey, ep, eq5);
[Ke6,fe6]=beam2e(ex6, ey, ep, eq6);
[Ke7,fe7]=beam2e(ex7, ey, ep, eq7);
[Ke8,fe8]=beam2e(ex8, ey, ep, eq8);
[Ke9,fe9]=beam2e(ex9, ey, ep, eq9);
%Assembling
[K,f]=assem(Edof(1,:),K,Ke1,f,fe1);
[K,f]=assem(Edof(2,:),K,Ke2,f,fe2);
[K,f]=assem(Edof(3,:),K,Ke3,f,fe3);
[K,f]=assem(Edof(4,:),K,Ke4,f,fe4);
[K,f]=assem(Edof(5,:),K,Ke5,f,fe5);
[K,f]=assem(Edof(6,:),K,Ke6,f,fe6);
[K,f]=assem(Edof(7,:),K,Ke7,f,fe7);
[K,f]=assem(Edof(8,:),K,Ke8,f,fe8);
[K,f]=assem(Edof(9,:),K,Ke9,f,fe9);
%Lösning av ekvationssystem
[a,r8]=solveq(K,f,bc);
%Tar fram krafter och moment
Ed=extract(Edof,a);
es1=beam2s(ex1,ey,ep,Ed(1,:),eq1,10);
es2=beam2s(ex2,ey,ep,Ed(2,:),eq2,2);
es3=beam2s(ex3,ey,ep,Ed(3,:),eq3,10);
es4=beam2s(ex4,ey,ep,Ed(4,:),eq4,10);
es5=beam2s(ex5,ey,ep,Ed(5,:),eq5,2);
es6=beam2s(ex6,ey,ep,Ed(6,:),eq6,10);
es7=beam2s(ex7,ey,ep,Ed(7,:),eq7,10);
es8=beam2s(ex8,ey,ep,Ed(8,:),eq8,2);
es9=beam2s(ex9,ey,ep,Ed(9,:),eq9,10);
%Plottar tvärkraftsdiagram
figure(1)
plotpar=[4 1];
eldia2(ex1,ey,es1(:,2),plotpar,4e-6);
eldia2(ex2,ey,es2(:,2),plotpar,4e-6);
eldia2(ex3,ey,es3(:,2),plotpar,4e-6);

```

```

eldia2(ex4,ey,es4(:,2),plotpar,4e-6);
eldia2(ex5,ey,es5(:,2),plotpar,4e-6);
eldia2(ex6,ey,es6(:,2),plotpar,4e-6);
eldia2(ex7,ey,es7(:,2),plotpar,4e-6);
eldia2(ex8,ey,es8(:,2),plotpar,4e-6);
eldia2(ex9,ey,es9(:,2),plotpar,4e-6);
%Plottar momentdiagram
figure(2)
eldia2(ex1,ey,es1(:,3),plotpar,8e-7);
eldia2(ex2,ey,es2(:,3),plotpar,8e-7);
eldia2(ex3,ey,es3(:,3),plotpar,8e-7);
eldia2(ex4,ey,es4(:,3),plotpar,8e-7);
eldia2(ex5,ey,es5(:,3),plotpar,8e-7);
eldia2(ex6,ey,es6(:,3),plotpar,8e-7);
eldia2(ex7,ey,es7(:,3),plotpar,8e-7);
eldia2(ex8,ey,es8(:,3),plotpar,8e-7);
eldia2(ex9,ey,es9(:,3),plotpar,8e-7);
%Beräkngar maximal tvärkraft
maxT=[max(es1(:,2))
max(es2(:,2))
max(es3(:,2))
max(es4(:,2))
max(es5(:,2))
max(es6(:,2))
max(es7(:,2))
max(es8(:,2))
max(es9(:,2))];
Maxtvarkraft8=max(maxT);
%Beräkngar maximal negativ tvärkraft
minT=[min(es1(:,2))
min(es2(:,2))
min(es3(:,2))
min(es4(:,2))
min(es5(:,2))
min(es6(:,2))
min(es7(:,2))
min(es8(:,2))
min(es9(:,2))];
Mintvarkraft8=min(minT);
%Beräkngar maximalt moment
maxM=[max(es1(:,3))
max(es2(:,3))
max(es3(:,3))
max(es4(:,3))
max(es5(:,3))
max(es6(:,3))
max(es7(:,3))
max(es8(:,3))
max(es9(:,3))];
Maxmoment8=max(maxM);
%Beräkngar maximalt negativt moment
minM=[min(es1(:,3))
min(es2(:,3))
min(es3(:,3))

```

```

min(es4(:,3))
min(es5(:,3))
min(es6(:,3))
min(es7(:,3))
min(es8(:,3))
min(es9(:,3));
Minmoment8=min(minM);

%Beräkning av extrema moment och krafter
Max=[Maxtvarkraft1 Mintvarkraft1 Maxmoment1 Minmoment1
      Maxtvarkraft2 Mintvarkraft2 Maxmoment2 Minmoment2
      Maxtvarkraft3 Mintvarkraft3 Maxmoment3 Minmoment3
      Maxtvarkraft4 Mintvarkraft4 Maxmoment4 Minmoment4
      Maxtvarkraft5 Mintvarkraft5 Maxmoment5 Minmoment5
      Maxtvarkraft6 Mintvarkraft6 Maxmoment6 Minmoment6
      Maxtvarkraft7 Mintvarkraft7 Maxmoment7 Minmoment7
      Maxtvarkraft8 Mintvarkraft8 Maxmoment8 Minmoment8];
MaxtvarkraftV=max(Max(:,1)); % [N]
MintvarkraftV=min(Max(:,2)); % [N]
ReaktionskraftV=max(abs([r1; r2; r3; r4; r5; r6; r7; r8])); % [N]
MaxmomentV=max(Max(:,3)); % [Nm]
MinmomentV=min(Max(:,4)); % [Nm]
%Beräknar värsta fall utifrån egentyngd som huvudlast och variabel
last som
%huvudlast
tvarkraft=max(abs([MintvarkraftV MaxtvarkraftV MintvarkraftE
      MaxtvarkraftE])) % [N]
reaktion=max([ReaktionskraftV ReaktionskraftE])
      % [N]
moment_stod=max(abs([MinmomentV MinmomentE]))
      % [Nm]
reducerat_moment
      % [Nm]
moment_falt=max(abs([MaxmomentV MaxmomentE]))
      % [Nm]
moment=max([moment_falt moment_stod]);
      % [Nm]
save langsled
close all

tvarkraft =

    5.9793e+06

reaktion =

    1.1599e+07

moment_stod =

    3.5978e+07

```

reducerat_moment =

-3.4887e+07

moment_falt =

2.5803e+07

Published with MATLAB® R2016a

I Moment och tvärkraftsberäkningar i längsled i bruksgränstillstånd samt beräkning av nedböjning

Beräkning av tvärkrafter, reaktionskrafter, moment och nedböjning i längsled (Bruksgräns)

```
clc
clear all
close all
load langsled
%egentyngd
egt=egentyngd;          %[N/m]
%Styvhetmatris
K=zeros(30);
%Kraftvektor
f=zeros(30,1);
%Utbredd last
eq=[0 -egt];
%Beräkning av styvhetsmatris
[Ke1,fe1]=beam2e(ex1, ey, ep, eq);
[Ke2,fe2]=beam2e(ex2, ey, ep, eq);
[Ke3,fe3]=beam2e(ex3, ey, ep, eq);
[Ke4,fe4]=beam2e(ex4, ey, ep, eq);
[Ke5,fe5]=beam2e(ex5, ey, ep, eq);
[Ke6,fe6]=beam2e(ex6, ey, ep, eq);
[Ke7,fe7]=beam2e(ex7, ey, ep, eq);
[Ke8,fe8]=beam2e(ex8, ey, ep, eq);
[Ke9,fe9]=beam2e(ex9, ey, ep, eq);
%Assemblering
[K,f]=assem(Edof(1,:),K,Ke1,f,fe1);
[K,f]=assem(Edof(2,:),K,Ke2,f,fe2);
[K,f]=assem(Edof(3,:),K,Ke3,f,fe3);
[K,f]=assem(Edof(4,:),K,Ke4,f,fe4);
[K,f]=assem(Edof(5,:),K,Ke5,f,fe5);
[K,f]=assem(Edof(6,:),K,Ke6,f,fe6);
[K,f]=assem(Edof(7,:),K,Ke7,f,fe7);
[K,f]=assem(Edof(8,:),K,Ke8,f,fe8);
[K,f]=assem(Edof(9,:),K,Ke9,f,fe9);
%Lösning av ekvationssystem
[a,r]=solveq(K,f,bc);
%Tar fram krafter och moment
Ed=extract(Edof,a);
es1=beam2s(ex1,ey,ep,Ed(1,:),eq,10);
es2=beam2s(ex2,ey,ep,Ed(2,:),eq,2);
es3=beam2s(ex3,ey,ep,Ed(3,:),eq,10);
es4=beam2s(ex4,ey,ep,Ed(4,:),eq,10);
es5=beam2s(ex5,ey,ep,Ed(5,:),eq,2);
es6=beam2s(ex6,ey,ep,Ed(6,:),eq,10);
es7=beam2s(ex7,ey,ep,Ed(7,:),eq,10);
es8=beam2s(ex8,ey,ep,Ed(8,:),eq,2);
es9=beam2s(ex9,ey,ep,Ed(9,:),eq,10);
%Plottar nedböjning
figure(1)
plotpar=[2 1 0];
```

```

eldraw2(ex1,ey,plotpar);
eldraw2(ex2,ey,plotpar);
eldraw2(ex3,ey,plotpar);
eldraw2(ex4,ey,plotpar);
eldraw2(ex5,ey,plotpar);
eldraw2(ex6,ey,plotpar);
eldraw2(ex7,ey,plotpar);
eldraw2(ex8,ey,plotpar);
eldraw2(ex9,ey,plotpar);
plotpar=[1 2 1];
eldisp2(ex1,ey,Ed(1,:),plotpar,100);
eldisp2(ex2,ey,Ed(2,:),plotpar,100);
eldisp2(ex3,ey,Ed(3,:),plotpar,100);
eldisp2(ex4,ey,Ed(4,:),plotpar,100);
eldisp2(ex5,ey,Ed(5,:),plotpar,100);
eldisp2(ex6,ey,Ed(6,:),plotpar,100);
eldisp2(ex7,ey,Ed(7,:),plotpar,100);
eldisp2(ex8,ey,Ed(8,:),plotpar,100);
eldisp2(ex9,ey,Ed(9,:),plotpar,100);
axis([-1 95 -10 10]);
grid on
title('nedböjning')
%Plottar tvärkraftsdiagram
figure(2)
plotpar=[3 1];
eldia2(ex1,ey,es1(:,2),plotpar,4e-6);
eldia2(ex2,ey,es2(:,2),plotpar,4e-6);
eldia2(ex3,ey,es3(:,2),plotpar,4e-6);
eldia2(ex4,ey,es4(:,2),plotpar,4e-6);
eldia2(ex5,ey,es5(:,2),plotpar,4e-6);
eldia2(ex6,ey,es6(:,2),plotpar,4e-6);
eldia2(ex7,ey,es7(:,2),plotpar,4e-6);
eldia2(ex8,ey,es8(:,2),plotpar,4e-6);
eldia2(ex9,ey,es9(:,2),plotpar,4e-6);
axis([-1 95 -30 30]);
grid on
title('tvärkraft')
%Plottar momentdiagram
figure(3)
eldia2(ex1,ey,es1(:,3),plotpar,8e-7);
eldia2(ex2,ey,es2(:,3),plotpar,8e-7);
eldia2(ex3,ey,es3(:,3),plotpar,8e-7);
eldia2(ex4,ey,es4(:,3),plotpar,8e-7);
eldia2(ex5,ey,es5(:,3),plotpar,8e-7);
eldia2(ex6,ey,es6(:,3),plotpar,8e-7);
eldia2(ex7,ey,es7(:,3),plotpar,8e-7);
eldia2(ex8,ey,es8(:,3),plotpar,8e-7);
eldia2(ex9,ey,es9(:,3),plotpar,8e-7);
axis([-1 95 -30 40]);
grid on
title('moment')
%Beräknar maximal nedböjning
Maxnedbojning=min(Ed(:,2));
Maxnedbojning_litet_falt=min(Ed(1:3,2));

```

```

%Beräkningar maximal tvärkraft
maxT=[max(es1(:,2))
max(es2(:,2))
max(es3(:,2))
max(es4(:,2))
max(es5(:,2))
max(es6(:,2))
max(es7(:,2))
max(es8(:,2))
max(es9(:,2))];
Maxtvarkraft=max(maxT);
%Beräkningar maximal negativ tvärkraft
minT=[min(es1(:,2))
min(es2(:,2))
min(es3(:,2))
min(es4(:,2))
min(es5(:,2))
min(es6(:,2))
min(es7(:,2))
min(es8(:,2))
min(es9(:,2))];
Mintvarkraft=min(minT);
%Beräkningar maximalt moment
maxM=[max(es1(:,3))
max(es2(:,3))
max(es3(:,3))
max(es4(:,3))
max(es5(:,3))
max(es6(:,3))
max(es7(:,3))
max(es8(:,3))
max(es9(:,3))];
Maxmoment=max(maxM);
%Beräkningar maximalt negativt moment
minM=[min(es1(:,3))
min(es2(:,3))
min(es3(:,3))
min(es4(:,3))
min(es5(:,3))
min(es6(:,3))
min(es7(:,3))
min(es8(:,3))
min(es9(:,3))];
Minmoment=min(minM);
R_varsta_fall=es3(10,2)-es4(1,2);           %[N] reaktionskraft
langd_lager=0.77;                           %[m] lagerlängd för reduktion
reduktion=R_varsta_fall*langd_lager/8;      %[Nm] reduktion
reducerat_moment=Minmoment+reduktion;      %[Nm] reducerat moment

%Beräkning av extrema moment och krafter samt värsta nedböjningen
Max=[Maxtvarkraft Mintvarkraft Maxmoment Minmoment];
Maxtvarkraft=max(Max(:,1));                  %[N]
Mintvarkraft=min(Max(:,2));                  %[N]
Reaktionskraft=max(abs([r;]));              %[N]

```

```

MaxmomentV=max(Max(:,3));           %[Nm]
MinmomentV=min(Max(:,4));           %[Nm]
MaxN=min([Maxnedbojning]);          %[m]
MaxN_litet_falt=min([Maxnedbojning_litet_falt]); %[m]
%Beräknar värsta fall
tvarkraft=max(abs([Mintvarkraft Maxtvarkraft])) %[N]
reaktion=max([Reaktionskraft])      %[N]
moment_stod=max(abs([Minmoment]))    %[Nm]
reducerat_moment                    %[Nm]
moment_falt=max(abs([Maxmoment]))    %[Nm]
moment=max([moment_falt moment_stod]); %[Nm]
nedbojning_stort_falt=min([MaxN])    %[m]
nedbojning_litet_falt=min([MaxN_litet_falt]) %[m]
%nenböjningskrav
if nedbojning_stort_falt>-38/400
    display ('OK nedböjning för stort fält')
else
    display ('Ej OK nedböjning för stort fält')
end
%nenböjningskrav
if nedbojning_litet_falt>-28/400
    display ('OK nedböjning för litet fält')
else
    display ('Ej OK nedböjning för litet fält')
end
close all

tvarkraft =

    3.6039e+06

reaktion =

    7.0247e+06

moment_stod =

    2.1429e+07

reducerat_moment =

    -2.0753e+07

moment_falt =

    1.2713e+07

nedbojning_stort_falt =

```

-0.0353

nedbojning_litet_fält =

-0.0135

OK nedböjning för stort fält

OK nedböjning för litet fält

Published with MATLAB® R2016a

J Tvärkraftskapacitet längsled

Tvärkraftskapacitet (Bärande konstruktioner del 1 S5.3 Beräkning av balkars tvärkraftska- pacitet enligt Eurokod 3)

```
clc
clear all
close all
load langsled
%Geometri
hw=0.70;           %[m]    livhöjd
tw=0.01;           %[m]    livtjocklek
aa=1;              %[m]    avstånd mellan avstyvningar i längsled
d=hw;              %[m]    höjd avstyvningar
n=1.2;             %[-]    äta
Av=tw*hw*n;        %[m^2]  skjuvarea
%Materialegenskaper
fy=235e6;          %[Pa]   flytspänning
gammaM1=1.0;       %[-]    säkerhetsfaktor
gammaM0=1.0;       %[-]    säkerhetsfaktor
%Buckling (gällande liv med vertikala avstyvningar)
if aa/d<1           %kontroll för bucklingskoefficient
    kt=4+5.34/(aa/d)^2; %[-] bucklingskoefficient
else
    kt=5.34+4/(aa/d)^2; %[-] bucklingskoefficient
end
e=sqrt(235e6/fy);    %[-] epsilon
%Slankhet
lambdaw=(hw/tw)/(37.4*e*sqrt(kt)); %[-] slankhet
if lambdaw<0.8/n     %slankhetsgräns
    Xw=n;            %[-] skjuvbucklingskoefficient
elseif lambdaw<1.08
    Xw=0.83/lambdaw; %[-] skjuvbucklingskoefficient
else
    Xw=1.37/(0.7+lambdaw); %[-] skjuvbucklingskoefficient
end
%Beräkning av tvärkraftskapacitet
%Kontroll buckling
if (hw/tw)/(31*e/n*sqrt(kt))>1
    VRd=Xw*hw*tw*fy/(sqrt(3)*gammaM1); %[N] tvärkraftskapacitet för
    ett liv
    display('Plåten riskerar buckling')
else
    VRd=Av*fy/(sqrt(3)*gammaM0);        %[N] tvärkraftskapacitet för
    ett liv
    display('Plåten riskerar ej buckling')
end
%Beräkning antal liv
antal_liv=ceil(tvarkraft/VRd)+6 %antal liv (lägger in sex extra liv
    för att hamna i rätt tvärsnittsklass)
b=11/antal_liv                %[m] bredd mellan live
```

```
nyttjandegra_tvarkraft=(tvarkraft/antal_liv)/VRd %[-] nyttjandegrad  
save Tvarkraftskapacitet
```

Plåten riskerar buckling

antal_liv =

12

b =

0.9167

nyttjandegra_tvarkraft =

0.4379

Published with MATLAB® R2016a

K Medverkande flänsbredd

Medverkande flänsbredd

```
clc
% Indata
load Tvarkraftskapacitet
b1=(b-tw)/2;
bi=[b1; b1; b1; b1; b1]; %Flänsbredd
Tw=[tw; tw; tw; tw; tw]; %Livbredd
l0=[22; 13; 24; 13; 22]; %Avstånd mellan momentnollpunkter
beffi=min(min(0.2.*bi+0.1.*l0,0.2.*l0),bi);
beff=min(2.*beffi+Tw,2.*bi+Tw);
save Medverkande_flansbredd
```

Published with MATLAB® R2016a

L Tvärsnittsklass för liv och flänsar

Tvärsnittsklass (böjning) (Bärande konstruktioner del 1 S4.3 Dimensionering för böjande moment enligt Eurokod 3)

```
clc
clear all
close all
load Medverkande_flansbredd
%livplåt
a_ovre=0.006;           %[m] svetsmått
a_katet_ovre=a_ovre*sqrt(2); %[m] mått på svetsens katet
a_nedre=0.011;          %[m] svetsmått
a_katet_nedre=a_nedre*sqrt(2); %[m] mått på svetsens katet
d=hw-a_katet_ovre-a_katet_nedre; %[m] d-mått
%Kontroll tvärsnittsklass
if d/tw<=72*e
    display ('Liv tvärsnittsklass 1')
elseif d/tw<=83*e
    display ('Liv tvärsnittsklass 2')
elseif d/tw<=124*e
    display ('Liv tvärsnittsklass 3')
else
    display ('Liv tvärsnittsklass 4')
end
%Inre flänsar
tf=0.025;               %[m] flänstjocklek
b_ny=(b-2*a_katet_ovre-tw); %[m] avstånd mellan liv (+svetsar)
    (överkant värsta fallet)
%Kontroll tvärsnittsklass
if b_ny/tf<=33*e
    display ('Fläns tvärsnittsklass 1')
elseif b_ny/tf<=38*e
    display ('Fläns tvärsnittsklass 2')
elseif b_ny/tf<=42*e
    display ('Fläns tvärsnittsklass 3')
else
    display ('Fläns tvärsnittsklass 4')
end
save Tvarsnittsklass

Liv tvärsnittsklass 1
Fläns tvärsnittsklass 2
```

Published with MATLAB® R2016a

M Momentkapacitet för I-tvårsnitt

Momentkapacitet (Beräkning av momentkapacitet enligt SVENSK STANDARD SS-EN 1994-2:2005 Eurokod 4 Dimensionering av samverkanskonstruktioner i stål och betong, 6.2.1 Bärförmåga för moment)

```
clc
clear all
close all
load Tvarsnittsklass
A_Ibalk=2*tf*b+tw*hw; %[m^2] area för I-balk
fcd=40e6;             %[Pa] dimensionerande tryckhållfasthet betong
hb=0.25;              %[m] höjd betong
%Fält
%Antar neutral axel i över stålflänsen 0.25<x<0.275 (bortser från
tryckt armering)
f=@(x)0.85*fcd*b*hb+(x-hb)*b*fy-(fy*(tf-(x-hb))*b+fy*tw*hw+fy*tf*b);
xf=fzero(f,0.1);      %[m]
if xf<hb
    display ('Inte OK, x i betongen, anta nytt värde på x och beräkna
med nya formler')
elseif xf>hb+tf
    display ('Inte OK, x i livet, anta nytt värde på x och beräkna med
nya formler')
else
    display ('OK, antagande om neutral axel i övre fläns korrekt')
end
%Kraftkomposanter
Fc=hb*b*0.85*fcd;      %[N]
Fsf1_falt=(xf-hb)*b*fy; %[N]
Fsf2_falt=(hb+tf-xf)*b*fy; %[N]
Fsl_falt=tw*hw*fy;      %[N]
Fsf3_falt=tf*b*fy;      %[N]
%Momentjämvikt
MplRd_falt=(xf-hb/2)*Fc+(xf-hb)/2*Fsf1_falt+(hb+tf-xf)/2*Fsf2_falt
+((hb+tf-xf)+hw/2)*Fsl_falt+((hb+tf-xf)+hw+tf/2)*Fsf3_falt; %[Nm]
if MplRd_falt>=moment_falt/antal_liv
    display ('OK, maxmoment lägre än momentkapacitet i fält')
else
    display ('Ej OK, maxmoment större än momentkapacitet i fält')
end
falt_nyttjandegrad=(moment_falt/antal_liv)/MplRd_falt
%Stöd
%Antar sprucken betong och X armeringsarea
phi=0.016;             % [m] Armeringsdiameter
Asi=(phi/2)^2*pi;      % [m^2] Tvärsnittsarea - en armeringsstång
CC=0.074+phi;          % [m] Avstånd mellan armeringsstänger -
överkant
```

```

n_o=ceil((b-CC)/CC); % [st] Antal armeringsstänger i överkant
Asp=Asi*n_o; % [m^2] Armeringsarea - överkant

% Armering
Ys=1.15; % [-] Partialkoefficient för armeringsstål
fyk=500e6; % [Pa] Karateristisk flytgräns för armering
fyd=fyk/Ys; % [Pa] Dimensionerande flytgräns för armering
Es=200e9; % [Pa] E-modul för armering
epsilon_syd=fyd/Es; % [-] Flytgräns för armering
%Antar neutral axel i över livet 0.275<x<0.975
Fsa=fyd*Asp; %[N]
Fsf1_stod=fy*b*tf; %[N]
Fsl1_stod=@(xs)fy*(xs-hb-tf)*tw; %[N]
Fsl2_stod=@(xs)fy*(hw-(xs-hb-tf))*tw; %[N]
Fsf2_stod=fy*tf*b; %[N]
g=@(xs)Fsa+Fsf1_stod+Fsl1_stod(xs)-Fsl2_stod(xs)-Fsf2_stod;
xs=fzero(g,0.1); %[m]
if xs<hb+tf
    display ('Inte OK, x i betongen, anta nytt värde på x och beräkna
med nya formler')
elseif xs>hb+tf+hw
    display ('Inte OK, x i livet, anta nytt värde på x och beräkna med
nya formler')
else
    display ('OK, antagande om neutral axel i liv korrekt')
end

%Momentjämvikt
dp=0.05; %[m] Avstånd från överkant till tyngdpunkt av armering
MplRd_stod=Fsa*(xs-dp)+Fsf1_stod*(xs-hb-tf/2)+Fsl1_stod(xs)*(xs-hb-
tf)/2+Fsl2_stod(xs)*(hb+tf+hw-xs)/2+Fsf2_stod*(hb+3*tf/2+hw-xs);
%[Nm]
if MplRd_stod>=moment_stod/antal_liv
    display ('OK, maxmoment lägre än momentkapacitet vid stöd')
else
    display ('Ej OK, maxmoment större än momentkapacitet vid stöd')
end
stod_nyttjandegrad=(moment_stod/antal_liv)/MplRd_stod

OK, antagande om neutral axel i övre fläns korrekt
OK, maxmoment lägre än momentkapacitet i fält

falt_nyttjandegrad =

0.3836

OK, antagande om neutral axel i liv korrekt
OK, maxmoment lägre än momentkapacitet vid stöd

stod_nyttjandegrad =

0.6498

```

Published with MATLAB® R2016a

N Interaktion - moment och tvärkraft

Momentkapacitet kontroll interaktion (Bärande konstruktioner del 1 S5.4 Moment och tvärkraft)

```
%Om flänsarna inte klarar av att bära momentet själva måste kontroll
  för interaktion göras
clc
clear all
close all
load Tvarsnittsklass
A_Ibalk=2*tf*b+tw*hw; %[m^2] area för I-balk
fcd=40e6;             %[Pa] dimensionerande tryckhållfasthet betong
hb=0.25;              %[m]  höjd betong
%Fält
%Antar neutral axel i över stålflänsen 0.25<x<0.275 (bortser från
  tryckt armering)
xf=0.2607;            %[m]
if xf<hb
    display ('Inte OK, x i betongen, anta nytt värde på x och beräkna
      med nya formler')
elseif xf>hb+tf
    display ('Inte OK, x i livet, anta nytt värde på x och beräkna med
      nya formler')
else
    display ('OK, antagande om neutral axel i övre fläns korrekt')
end
%Kraftkomponenter
Fc=hb*b*0.85*fcd;      %[N]
Fsf1_falt=(xf-hb)*b*fy; %[N]
Fsf2_falt=(hb+tf-xf)*b*fy; %[N]
Fsf3_falt=tf*b*fy;     %[N]
%Momentjämvikt
MplRd_falt=(xf-hb/2)*Fc+(xf-hb)/2*Fsf1_falt+(hb+tf-xf)/2*Fsf2_falt
+((hb+tf-xf)+hw+tf/2)*Fsf3_falt; %[Nm]
if MplRd_falt>=moment_falt/antal_liv
    display ('OK, Flänsarna klarar av att ta upp hela momentet')
else
    display ('Ej OK, maxmoment större än momentkapacitet i fält')
end
falt_nyttjandegrad=(moment_falt/antal_liv)/MplRd_falt
%Stöd
%Antar sprucken betong och X armeringsarea
phi=0.016;             % [m]  Armeringsdiameter
Asi=(phi/2)^2*pi;      % [m^2] Tvärsnittsarea - en armeringsstång
CC=0.074+phi;          % [m]  Avstånd mellan armeringsstänger -
  överkant
n_o=ceil((b-CC)/CC);   % [st]  Antal armeringsstänger i överkant
Asp=Asi*n_o;           % [m^2] Armeringsarea - överkant

% Armering
```

```

Ys=1.15;           % [-] Partialkoefficient för armeringsstål
fyk=500e6;         % [Pa] Karateristisk flytgräns för armering
fyd=fyk/Ys;        % [Pa] Dimensionerande flytgräns för armering
Es=200e9;          % [Pa] E-modul för armering
epsilon_syd=fyd/Es; % [-] Flytgräns för armering
%Antar neutral axel i över livet 0.275<x<0.975
Fsa=fyd*Asp;        %[N]
Fsf1_stod=fy*b*tf;  %[N]
Fsf2_stod=fy*tf*b;  %[N]
xs=0.4390;          %[m]
if xs<hb+tf
    display ('Inte OK, x i betongen, anta nytt värde på x och beräkna
med nya formler')
elseif xs>hb+tf+hw
    display ('Inte OK, x i livet, anta nytt värde på x och beräkna med
nya formler')
else
    display ('OK, antagande om neutral axel i liv korrekt')
end

%Momentjämvikt
dp=0.05; %[m] Avstånd från överkant till tyngdpunkt av armering
MplRd_stod=Fsa*(xs-dp)+Fsf1_stod*(xs-hb-tf/2)+Fsf2_stod*(hb+3*tf/2+hw-
xs); %[Nm]
if MplRd_stod>=moment_stod/antal_liv
    display ('OK, Flänsarna klarar av att ta upp hela momentet')
else
    display ('Ej OK, maxmoment större än momentkapacitet vid stöd')
end
stod_nyttjandegrad=(moment_stod/antal_liv)/MplRd_stod

OK, antagande om neutral axel i övre fläns korrekt
OK, Flänsarna klarar av att ta upp hela momentet

falt_nyttjandegrad =

    0.4296

OK, antagande om neutral axel i liv korrekt
OK, Flänsarna klarar av att ta upp hela momentet

stod_nyttjandegrad =

    0.7064

```

Published with MATLAB® R2016a

O Tvärkraftsarmering - längsled

Tvärkraftsarmering

```
clc
clear
% Notation
% _(understräck) : subscript
% x : variabel med dimension längd, [m]
% y : variabel med dimension area, [m^2]
% C : koefficient

% Index
% a : asfalt, b : betong, k : kantbalk, s : stål/lådtvärsnitt
% g : global, p : pelare, EC : Eurocode, as : armeringsstål
% sal : stålavstyvningar längsgående, o : överkant

% 1 Indata
f_ykas = 500e6;          % [Pa] Karakteristisk flytgräns för valt
                        armeringsstål
f_ck = 60e6;            % [Pa] Karakteristisk tryckhållfasthet betong
                        C60/75 (tab. B2.1 i Bär. konstr.)
b_k = 0.5;              % [m] Bredd vardera kantbalk
b_tot = 16;             % [m] Total konstruktionsbredd
b_b = b_tot-(2*b_k);    % [m] Bredd betongskickt

% 2 Beräkning
% Krav och gränser tagna från Eurocode: SS-EN_1992-1-1, avsnitt 9.2.2
s_w = 1;                % [m] S-avstånd
                        tvärkraftsarmering i längsled
c_k = 0.025;            % [m] Täcksckikt till armering i
                        kantbalk
d_sw = 0.01;            % [m] Diameter tvärkraftsarmering
s_wt = 0.3;             % [m] S-avstånd
                        tvärkraftsarmering i tvärsled
n_sw = round((b_tot-(2*c_k))/s_wt); % Antal tvärkraftsjärn per rad
alpha = 90;             % [°] Vinkel mellan
                        tvärkraftsarmering och längsgående armering
b_w = b_b;              % [m] Bredd liv
rho_wmin = (0.08*sqrt(f_ck))/f_ykas; % Minsta rekommenderade
                        armeringsinnehåll, ekvation 9.5N
A_swi = (pi*(d_sw^2))/4; % [m^2] Area per tvärkraftsjärn
A_sw = n_sw*A_swi;      % [m^2] Area per rad med
                        tvärkraftsjärn
rho_w = A_sw/(s_w*b_w*sind(alpha)); % [-] Armeringsinnehåll
if rho_w-rho_wmin < 0
    disp 'Uppfyller ej krav för minsta tvärkraftsarmering'
else
    disp 'Uppfyller krav för minsta tvärkraftsarmering'
end

Uppfyller krav för minsta tvärkraftsarmering
```

Published with MATLAB® R2017a

P Kapacitetsberäkningar för svetsbultar

Dimensionering av svetsbultarna

Eurocode 1994-2_2005

```
% Indata
h_bp = 0.25;           % [m]    Höjd på betongplatta

d      = 16e-3;        % [m]    Tvärsnittsradie på svetsbult
dh     = 1.5 * d;      % [m]    Diametern på svetsbultarnas huvud
hh     = 0.4 * d;      % [m]    Höjden på svetsbultarnas huvud
hsc    = 150e-3;       % [m]    Förslag på svetsbultarnas höjd
hsc    = max(hsc, 3*d); % [m]    Svetsbultarnas höjd dock minst 3*d

fu     = 500e6;        % [Pa]    Brottgräns
fck    = 60e6;         % [Pa]    Karakteristisk cylinderhållfasthet
Ecm    = 39e9;         % [Pa]    Betongens sekantmodul

% Faktorer
Yv      = 1.25;        % Nationell partialkoefficient
YM2     = 1.25;        % Partialkoefficient för svetsens bärförmåga
betha_w = 1;          % Korrelationsfaktor
if      hsc / d >= 3
    alpha = 0.2 * (hsc / d + 1); % ekv. (6.20), kap. 6.6.3.1
elseif  hsc / d > 4
    alpha = 1;          % ekv. (6.21), kap. 6.6.3.1
else
    disp 'alpha error!'
end

% Förbandets kapacitet i skjuvning
% Svetsbultarnas kapacitet % ekv. (6.18), kap. 6.6.3.1
PRd_sc = 0.8 * fu * pi * (d/2)^2 / Yv;

% Betongens kapacitet % ekv. (6.19), kap. 6.6.3.1
PRd_btg = 0.29 * alpha * d^2 * sqrt(fck * Ecm) / Yv;

% Dimensionerande hållfasthet [kN]
PRd = min ([PRd_sc PRd_btg])*10^-3

if PRd_sc < PRd_btg
    disp 'Svetsbultarna dimensionerande!'
else
    disp 'Betongen dimensionerande'
end

% Minsta cc-avstånd mellan svetsbultar i skjuvkraftens riktning
Smin_par = 5*d           % [m] kap. 6.6.5.7 (4)

% Minsta cc-avstånd mellan svetsbultar tvärs skjuvkraftens riktning
Smin_ort = 2.5*d         % [m] kap. 6.6.5.7 (4)
```

```
% Största cc-avstånd mellan svetsbultar  
Smax = min ([0.8 , 4*h_bp]) % [m] kap. 6.6.5.5 (3)
```

```
PRd =
```

```
64.3398
```

```
Svetsbultarna dimensionerande!
```

```
Smin_par =
```

```
0.0800
```

```
Smin_ort =
```

```
0.0400
```

```
Smax =
```

```
0.8000
```

```
Published with MATLAB® R2017a
```

Q Kontroll av svetskapacitet

Beräkning av svetsarnas kapacitet

Beräkningar enligt S9.8 i Bärande konstruktioner, del 2, enligt EC3.

```
clc
```

```
% Indata
```

```
Ved=(-5.9793e6)/(2*12); % [N] Dimensionerande  
 % tvärkraft.  
RbMax=(1.1599e7)/(2*2); % [N] Reaktionskraft över stöd.  
h_w=0.07; % [m] Höjd på livet.  
t_f=0.025; % [m] Tjocklek fläns.  
b=0.9167; % [m] Effektivbredd.  
t_w=0.01; % [m] Tjocklek liv.  
h=h_w+t_f; % [m] Höjd på ställådan.  
Af=t_f*b; % [m2] Flänsens  
 % tvärsnittsarea.  
S=(h/2)*Af; % [m3] Flänsens statiska  
 % moment.  
I_stal=(t_w*h_w^3)/12 + 2*((b*t_f^3)/12 + t_f*b*(h/2)^2);  
 % [m4] I-balkens böjstyvhetsmoment.  
  
fu=550e6; % [Pa] Brotthållfasthet stål.  
beta_w=1.0; % [-] Korrelationsfaktor.  
gamma_M2=1.25; % [-] Rekommenderat värde.  
  
a_nedre=0.011; % [m] Nedre svetsarnas a-mått.  
a_ovre=0.006; % [m] Övre svetsarnas a-mått.  
  
% Kontroll av svetsarnas kapacitet i övre fläns  
  
tao_par1=(Ved*S)/(I_stal*(2*a_ovre)); % [Pa] Parallell skjuvspänning.  
sigma_vinkl=0; % [Pa] Vinkelrät  
 % normalspänning.  
tao_vinkl=0; % [Pa] Vinkelrät skjuvspänning.  
  
if sqrt(sigma_vinkl^2+3*(tao_vinkl^2 + tao_par1^2)) < fu/  
 (beta_w*gamma_M2)  
 disp('OK, de övre svetsarnas kapacitet är tillräcklig')  
 else  
 disp('De övre svetsarna har inte tillräcklig kapacitet')  
 end  
  
% Skjuvspänning i nedre fläns  
  
tao_par2=(Ved*S)/(I_stal*(2*a_nedre)); % [Pa] Parallell  
 % skjuvspänning.  
  
% Skjuvspänning och normalspänning vinkelrätt nedre fläns  
  
Med=(3.452e6)/4; % [Nm] Dimensionerande moment.
```

```

Lj=1.15; % [m] Medverkande svetslängd.
beta=1.2-(0.2*Lj)/(150*a_nedre); % [-] Reduktionsfaktor.

if Lj<150*a_nedre
    L=Lj;
else L=beta*Lj
end

l=L; % [m] Svetsens längd.
Wsvets=(a_nedre*l^2)/6; % [m3] Tvärsnittets
% böjmotstånd.
sigma_vink2=RbMax/(2*sqrt(2)*l*a_nedre); % [Pa] Vinkelrät
% normalspänning.
tao_vink2=sigma_vink2;

% Kontroll av svetsarnas kapacitet i nedre fläns

if sqrt(sigma_vink2^2+3*(tao_vink2^2+tao_par2^2)) < fu/
(beta_w*gamma_M2)
    disp('OK, de nedre svetsarnas kapacitet är tillräcklig')
else
    disp('De nedre svetsarna har inte tillräcklig kapacitet')
end

if sigma_vink2 < 0.9*(fu/gamma_M2)
    disp('OK, de nedre svetsarnas kapacitet är tillräcklig')
else
    disp('De nedre svetsarna har inte tillräcklig kapacitet')
end

OK, de övre svetsarnas kapacitet är tillräcklig
OK, de nedre svetsarnas kapacitet är tillräcklig
OK, de nedre svetsarnas kapacitet är tillräcklig

```

Published with MATLAB® R2015b

R Tyngdpunktsberäkning för ett I-tvärsnitt

Tyngdpunktsberäkning

För ett osprucket samverkans I-tvårsnitt

```
% Indata
rho_btg=2400;           % Densitet betong [kg/m^3]
rho_stal=7775;          % Densitet stål [kg/m^3]
b=916.7e-3;             % Bredd fläns [m]
h_btg=250e-3;           % Höjd betong [m]
tf=25e-3;               % Tjocklek fläns [m]
tw=10e-3;               % Tjocklek liv [m]
hw=700e-3;              % Höjd liv [m]
h_tot=2*tf+h_btg+hw;    % Totalhöjd tvärsnitt [m]

% Beräkning av tyngdpunkt från ovankant [m]
xtp_osprucket=(b*h_btg*rho_btg*h_btg/2+b*tf*rho_stal*(h_btg
+tf/2)+tw*hw*rho_stal*(h_btg+tf+hw/2)+tf*b*rho_stal*(h_tot-tf/2))/
(b*h_btg*rho_btg+(tf*b*2+tw*hw)*rho_stal)

xtp_osprucket =

    0.3388
```

Published with MATLAB® R2017a

S Minimiarmoring i längsled

Minimidragarmering längsled

%För tvärsnittsklass 2, beräkning enligt SS EN-1994-2 kap. 5.5.1

%Indata

b=916.7e-3;

% Tvärsnittets bredd [m]

h_btg=250e-3;

% Betongtvärsnittets höjd [m]

fsk=500e6;

% Armeringens karakteristiska

sträckgräns [Pa]

fy=235;

% Stålets nominella

sträckgräns [MPa]

fctm=4.4e6;

% Betongens

medeldraghållfasthet [Pa]

% Krav minimiarmering $A_s > \rho_{os} \cdot A_c$

$A_c = b \cdot h_{btg}$;

% Betongflänsens medverkande

area [m²]

delta=1;

% För tvärsnittsklass 2

z0= 0.3388-h_btg/2;

% Vertikalt avstånd mellan

tyngdpunkter [m]

kc=min(1/(1+h_btg/(2*z0))+0.3,1);

% Koefficient enligt kap.

7.4.2

$\rho_{os} = \frac{\delta \cdot f_y \cdot f_{ctm} \cdot \sqrt{k_c}}{235 \cdot f_{sk}}$;

% Minimiarmering [m²]

$A_{smin} = \rho_{os} \cdot A_c$

$A_{smin} =$

0.0019

Published with MATLAB® R2017a

T Stålspanning i armering

Beräkning av stålspänning

I denna kod beräknas stålspänning i armeringen över stöd.

```
% ----- Tvärsnittets geometri ----- %
b=0.9167; % [m] Tvärsnittets bredd.
h_btg=0.25; % [m] Betongtvärsnittets höjd
h_tot=1; % [m] Hela tvärsnittets höjd
t_f=0.025; % [m] Tjocklek stålfläns
t_w=0.010; % [m] Tjocklek ställiv
h_w=0.700; % [m] Höjd ställiv
h_stal=2*t_f + h_w; % [m] Höjd för hela
    ståltvärsnittet

% ----- Övrig indata ----- %
fyd=434.7826e6; % [Pa] Armeringsstålets
    flytspänning.
d_pr=h_tot-0.05; % [m] Avstånd mellan överkant och
    ök-armeringen
Md_stod=-1.7294e6; % [Nm] Maximalt, dimensionerande
    mittstödsmoment
xtp=1-0.6911; % [m] Tyngdpunkt för hela
    tvärsnittet från ök
Es=200e9; % [Pa] E-modul för
    armeringsstålet
t0=28; % [dygn] Antagen tid för
    pålastning.
RH=0.80; % [-] Antagen relativ fuktighet.
% Antagen armering (minimiarmering)
d_armering=0.016; % [m] Stångdiameter
n=10; % [-] Antal stänger per liv
As_ok_stod=n*(pi*d_armering^2)/4; % [m^2] Armeringsarea
% Denna armeringsarea ska kontrolleras så att spänningen i armeringen
    inte
% överstiger kraven enligt SS-EN_1994-2 kapitel 7.4 för sprickbredd
wk=0.3mm

% Yttröghetsmoment för ett osprucket tvärsnitt [m^4]
I_stod_o=b*h_btg*(xtp-h_btg/2)^2 + t_f*b*(xtp-h_btg-(t_f/2))^2
    + t_w*(xtp-h_btg-t_f)*((xtp-h_btg-t_f)/2)^2 + t_w*(h_tot-xtp-
    t_f)*((h_tot-xtp-t_f)/2)^2 + t_f*b*(h_tot-xtp-(t_f/2))^2;

% ----- Beräkning av sprickmomentkapacitet ----- %
% Följande beräkningar är gjorda enligt "Bärande konstruktioner del 1"
    kapitel
% B3.5.3
alfa_ct=1.0; % [-] Rekommenderat värde
gamma_c=1.5; % [-] Partialkoefficient btg,
    normalt
fctk_005=3.1e6; % [Pa] Draghållfasthetens
    medelvärde
```

```

fctd=alfa_ct*fctk_005/gamma_c;          % [Pa] Dimensionerande
draghållfasthet

if 1.6-((h_btg*10^3)/1000)<1
k=1;
else k=1.6-((h_btg*10^3)/1000);
end

fctm_fl=k*fctd;                          % [Pa] Böjdraghållfasthet

% ----- Beräkning av det kritiska momentet (sprickmomentet) -----
%
sigma_c=fctm_fl;                          % [Pa] Betongspänningen lika stor som
böjdraghållfastheten.
z=xtp;                                    % [m] Avstånd från betongens ovkant till
tvärsnittets tyngdpunkt
Ic=I_stod_o;                             % [m^4] Yttröghetsmoment [m^4]
Mcr=(sigma_c*Ic)/z;                       % [Nm] Kritiska momentet

% ----- Sprickkontroll ----- %
% Villkor för sprickbildning:

if abs(Md_stod) > Mcr
    disp('Betongen spricker över stöd')
else
    disp('Inga sprickor uppstår över stöd')
end

% ----- Beräkning av krympning ----- %
% Följande beräkningar är gjorda enligt "Bärande konstruktioner del 1"
kapitel B2
% Beräkning av krympning på grund av uttorkning.
Ac=h_btg*b;                              % [m^2] Betongtvärsnittets
bruttoarea
u=2*(h_btg+2);                           % [m] Omkrets av del av av
tvärsnittet som utsätts för uttorkning
h0=(2*Ac)/u;                             % [m] Tvärsnittets nominella tjocklek.

if (2*Ac)/u > 500
kh=0.7;
else kh=0.75;
end                                     % [-] Faktor enligt tabell B2.7 för
h0.

beta_RH=0.756;                          % [-] Faktor enligt tabell B2.6 för
95% RH
eps_cdi=0.248e-3;                        % [-] Uttorkningskrympning för
fck=60MPa och cementklass N
eps_cd=kh*beta_RH*eps_cdi;               % [-] Slutligt värde på
uttorkningskrympning

eps_ca = 0.125e-3;                       % [-] Slutligt värde på autogen
krympning

```

```

% Beräkning av slutligt krympmått
eps_cs = eps_cd+eps_ca;          % [-] Slutligt krympmått

% Beräkning av krympkrafter
Fcs_ok_stod=Es*eps_cs*As_ok_stod; % [N] Tvångskraft på grund av
    krypning i överkant

% ----- Beräkning av kryptal phi ----- %

fck = 60;                        % [MPa] Karakteristisk
    tryckhållfasthet btg (C60/75)
fcm = fck+8;                     % [MPa] Medeltryckhållfasthet btg
    (C60/75) efter 28 dygn
beta_fcm = 2.04;                 % [-] Faktor för btg-hållfklass
beta_t0 = 0.488;                 % [-] Faktor för ålder vid
    pålastning
phiRH = (1+(((1-RH)/(0.1*((h0*1000)^(1/3))))*((35/fcm)^0.7)))*((35/
    fcm)^0.2); % [-]
phi = phiRH*beta_fcm*beta_t0;    % [-] Kryptal

% ----- Beräkning av neurallagret ----- %
% Följande beräkningar är gjorda enligt "Bärande konstruktioner del 2"
    kapitel B7
Ecm = 39e9;                      % [Pa] Medelvärde Young's modul betong
    (C60/75)
Es=200e9;                       % [Pa] Elasticitetsmodulen för stål
% Gissa x_neu
x_neu=0.522513;                 % [m] Neutrallagrets position från uk
Acc=0;                          % [m^2] Alla betong antas sprucken
A_flans=t_f*b;                  % [m^2] Tvärsnittsarea för stålfläns
A_liv_t=t_w*(x_neu-t_f);        % [m^2] Tvärsnittsarea för tryckt
    stål
A_liv_d=t_w*(h_w-(x_neu-t_f));   % [m^2] Tvärsnittsarea för draget
    stål

Astal_t=A_flans+A_liv_t;        % [m^2] Tvärsnittsarea för allt tryckt
    stål
Astal_d=A_flans+A_liv_d;        % [m^2] Tvärsnittsarea för allt draget
    stål
alpha_ef = (Es/Ecm)*(1+phi);    % [-]

% Tvärsnittsarea i stadium 2 [m^2]
AII=Acc+As_ok_stod*alpha_ef+Astal_d*alpha_ef+Astal_t*(alpha_ef-1);
% Tyngdpunkt för tvärsnittet i stadium 2 från uk [m]
x_tp=(Acc + alpha_ef*As_ok_stod*d_pr + alpha_ef*((t_f*b*(h_tot-h_btg-
    (t_f/2))) + (t_w*(h_w-(x_neu-t_f)*(x_neu+(h_w-(x_neu-t_f))/2))) +
    (alpha_ef-1)*((t_f*b*(t_f/2))) + (t_w*(x_neu-t_f)*(t_f+(x_neu-
    t_f)/2)))/AII;

% Beräkning av yttröghetsmoment för hela tvärsnittet i stadium 2, då
    neutrallager finns i livet
if x_neu < x_tp
III=alpha_ef*As_ok_stod*(d_pr-x_tp)^2 + (alpha_ef-1)*((b*t_f^3)/12
    + A_flans*(x_tp-(t_f/2))^2 + t_w*(x_neu-t_f)^3/12 + A_liv_t*(x_tp-

```

```

((x_neu-t_f)/2)+t_f)^2) + alpha_ef * ((t_w*(h_w-(x_neu-t_f))^3/12)
+ A_liv_d*((x_neu+(h_w+t_f-x_neu)/2)-x_tp)^2 + (b*t_f^3/12) +
A_flans*((t_f+h_w+(t_f/2))-x_tp)^2);
else
III=alpha_ef*As_ok_stod*(d_pr-x_tp)^2 + (alpha_ef-1)*((b*t_f^3)/12 +
A_flans*(x_tp-(t_f/2))^2 + t_w*(x_neu-t_f)^3/12 + A_liv_t*(((x_neu-
t_f)/2)+t_f-x_tp)^2) + alpha_ef * ((t_w*(h_w-(x_neu-t_f))^3/12)
+ A_liv_d*(x_tp-(x_neu+(h_w+t_f-x_neu)/2))^2 + (b*t_f^3/12) +
A_flans*((t_f+h_w+(t_f/2))-x_tp)^2);
end
III; % [m^4] Yttröghetsmoment för hela tvärsnittet i stadium 2

% ----- Kontroll neutrallager ----- %

esef = -(d_pr-x_neu); % [m] Avstånd till Fcs från neutrallager
% Spänningen i neutrallager, ska vara nära noll vi korrekt gissning av
% x_neu [Pa]
sigma_c = (Fcs_ok_stod/AII) + (((Fcs_ok_stod*esef)+Md_stod)/
III)*(x_neu-x_tp));

if sigma_c < 10
    disp ('Neutrallager OK')
else disp ('Gissa annat x_neu')
end

% ----- Beräkning stålspänning ----- %
% Fiktiv betongspänning i armeringens läge [Pa]
sigma_c_armering = (Fcs_ok_stod/AII) + (((Fcs_ok_stod*esef)+Md_stod)/
III)*(esef));
% Stålspänning i armering [Pa]
sigma_s_armering = sigma_c_armering*alpha_ef - Fcs_ok_stod/As_ok_stod;

% ----- Inverkan av dragen betong mellan sprickor ----- %
% Följande beräkningar är gjorda enligt EC kapitel 7.4, ekv. 7.4-7.6
xs=(h_w/2+t_f); % [m] Tyngdpunkt för ståltvärsnittet
A=2*t_f*b+t_w*h_w+As_ok_stod; % [m^2] Area för effektivt
    samverkanstvårsnitt
I=III; % [m^4] Yttröghetsmoment för effektivt
    tvårsnitt
Aa=2*t_f*b+t_w*h_w; % [m^2] Stålets area
Ia=2*((b*t_f^3)/12 + A_flans*(xs-(t_f/2))^2) + (t_w*h_w^3)/12; % [m^4]
    Stålets yttröghetsmoment
Act=b*h_btg; % [m^2] Area dragen betong
fctm=4.4e6; % [Pa] Betongens medeldraghållfasthet

rho_s=As_ok_stod/Act; % [-] Armeringsinnehållet
alfa_st=A*I/(Aa*Ia);
sigma_s=0.4*fctm/(alfa_st*rho_s); % [Pa] Inverkan av dragen betong
    mellan sprickor

stalspanning=sigma_s_armering+sigma_s

```

```
% ----- Kontroll av stålspänning ----- %  
  
if stalspanning < 240e6 % Från tabell 7.1 i EC SS-EN_1994-2  
    disp ('Stålspänning OK')  
else disp ('Inte OK, stålspänning överskrids')  
end  
  
Betongen spricker över stöd  
Neutrallager OK  
  
stalspanning =  
  
    7.0885e+07  
  
Stålspänning OK  
  
Published with MATLAB® R2017a
```

U Temperaturreörelser i längsled och tvärled

Temperaturrelser

Beräkningar enligt SS EN 1991-1-5 kap. 6.

```
% Indata
T0=10;      % Brons initiala temperatur, antas då ingen information är
            given [oC]

Tmin=-23;   % Minimal temperatur enligt Bilaga NB för Lund [oC]
Tmax=34;    % Maximal temperatur enligt Bilaga NB för Lund [oC]

Temin=-18;  % Minimal jämt fördelad temperaturkomponent enligt figur
            6.1 [oC]
Temax=39;   % Maximal jämt fördelad temperaturkomponent enligt figur
            6.1 [oC]

alfa=12e-6; % Längdutvidgningskoefficient enligt SS EN 1994-2 avsnitt
            5.4.2.5 [1/oC]
L=94;       % Längden av bron [m]
B=16;       % Bredden av bron [m]

% Beräkning av temperaturrelser i längsled
deltaL_con_l=L*alfa*(T0-Temin);      % Förkortning [m]
deltaL_exp_l=L*alfa*(Temax-T0);      % Förlängning [m]
deltaL_total_l=L*alfa*(Temax-Temin); % Total temperaturrelse [m]

% Beräkning av temperaturrelser i tvärled
deltaL_con_t=B*alfa*(T0-Temin);      % Förkortning [m]
deltaL_exp_t=B*alfa*(Temax-T0);      % Förlängning [m]
deltaL_total_t=B*alfa*(Temax-Temin); % Total temperaturrelse [m]

A=[{' ', {'Förlängning'}, {'Förkortning'}, {'Totalt'};
    {'Längsled'}, deltaL_con_l, deltaL_exp_l, deltaL_total_l;
    {'Tvärled'},   deltaL_con_t, deltaL_exp_t, deltaL_total_t}]

A =

3x4 cell array

    ' '      'Förlängning'  'Förkortning'  'Totalt'
    'Längsled' [ 0.0316]    [ 0.0327]    [0.0643]
    'Tvärled'  [ 0.0054]    [ 0.0056]    [0.0109]
```

Published with MATLAB® R2017a

V Pelarberäkning

Itterering i nedan bifogat Matlab-skript visar att slankheten blir styrande (för att uppfylla antagande) och medför en erforderlig pelar diameter, $d_p = 1,1$ m

V.1 Beräkningsmässiga antaganden

- Cirkulära pelare
- Försummar horisontell belastning
- Centrerad last
- Osprucken
- Fritt upplagd/ledad i båda ändar $\Rightarrow$ Eulerfall 2
- Oslank $\Rightarrow$ Beaktar ej andra ordningens effekter
- Beaktar ej:
 - Krympning
 - Initialkrokighet

V.2 Antagna värden

Väljer 10 stycken armeringsjärn ($= n_{ps}$) i cirkulär och symmetrisk placering

$\Rightarrow$ Tyngpunkten, $\bar{x}_p$ ligger i centrum av tvärsnittet

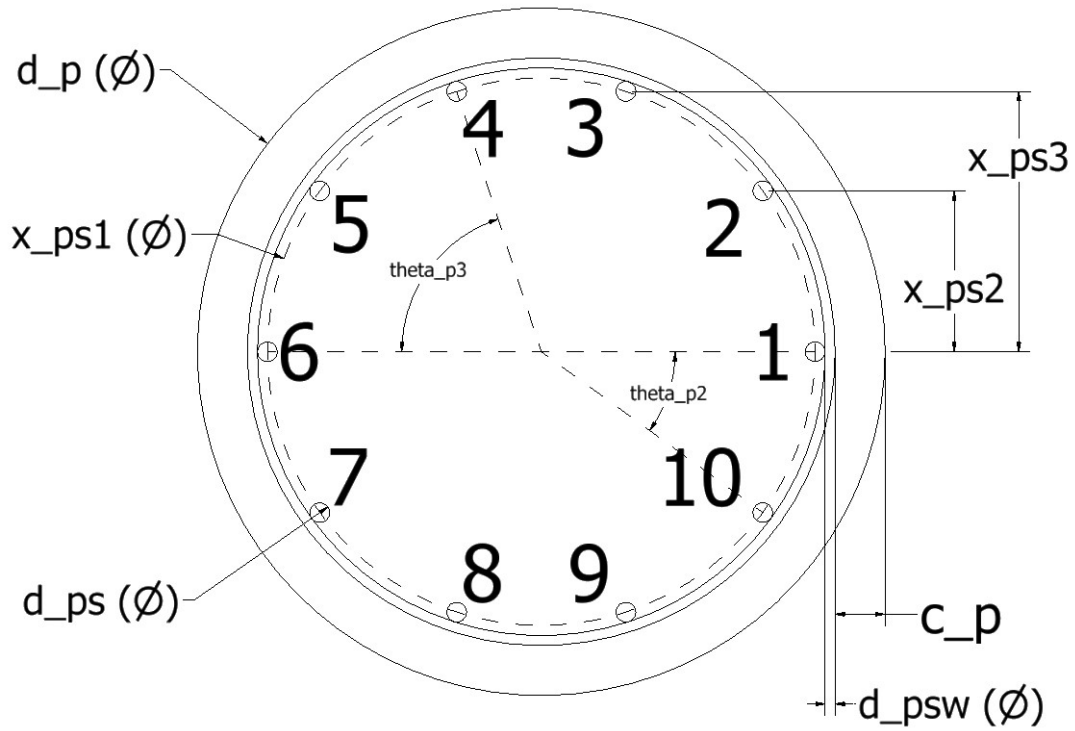
Täckskick, $c_p = 0,08$ m

Diameter längsgående armering, $d_{ps} = 25$ mm

Diameter tvärgående armering, $d_{psw} = 12$ mm

Dimensionerande tryckkraft över pelarstöd, $N_{Ed} = -R_{V,max} \approx -12$ MN

V.3 Geometri



Figur V.1: Mått på pelartvärnsnittet.

Pelarthöjd, $h_p = h_{fri} - h_{lager}$

Antal järn i linje med $\overline{x_p}$, $n_{ps0} = 2$

Area per längsgående armeringsjärn, $A_{psi} = \frac{\pi d_{ps}^2}{4}$

Diameter ring genom $\overline{x_{psi}}$, $x_{ps1} = d_p - ((2c_p) + (2d_{psw}) + d_{ps})$

$$\theta_{p2} = \frac{2\pi}{n_{ps}}$$

$$\theta_{p3} = 2\theta_{p2}$$

Vinkelrät avstånd (belopp) mellan x-axeln och armeringsjärn 2, 5, 7 och 10, $x_{ps2} = \sin(\theta_{p2}) \frac{x_{ps1}}{2}$

Vinkelrät avstånd (belopp) mellan x-axeln och armeringsjärn 3, 4, 8 och 9, $x_{ps3} = \sin(\theta_{p3}) \frac{x_{ps1}}{2}$

Area bruttotvärnsnitt, $A_{pb} = \frac{\pi d_p^2}{4}$

V.4 Ytttröghetsmoment

Ytttröghetsmoment längsgående armeringsjärn runt sin egen tyngdpunkt, $\overline{x_{psi}}$.

$$I_{psi0} = \frac{\pi d_{ps}^4}{64}$$

Ytttröghetsmoment armeringsjärn 1 och 6 runt $\overline{x_p}$.

$$I_{ps1} = I_{psi0}$$

Ytttröghetsmoment armeringsjärn 2, 5, 7 och 10 runt $\overline{x_p}$.

$$I_{ps2} = I_{psi0} + A_{psi} x_{ps5}^2$$

Ytttröghetsmoment armeringsjärn 3, 4, 8 och 9 runt $\overline{x_p}$.

$$I_{ps3} = I_{psi0} + A_{psi} x_{ps4}^2$$

Ytttröghetsmoment samtliga armeringsjärn runt $\overline{x_p}$.

$$I_{ps} = n_{ps0} I_{ps1} + \frac{n_{ps} - n_{ps0}}{2} I_{ps2} + \frac{n_{ps} - n_{ps0}}{2} I_{ps3}$$

Ytttröghetsmoment bruttotvärnsnitt betong runt pelarens tyngdpunkt, $\overline{x_p}$.

$$I_{pbb} = \frac{\pi d_p^4}{64} = I_{pb} \text{ (räknar med styvheten hos bruttotvärnsnittet)}$$

V.5 Knäcklast

Styvhet pelare, $EI_p = E_b I_{pb} + E_s I_{ps}$

Knäcklängd/effektiv längd, $l_0 = C_p h_p$

Korrektionsfaktor pelarlängd (Eulerfall 2), $C_p = 1$

Knäcklast enligt Eulerteori, $P = \frac{\pi^2 EI_p}{l_0^2} \approx 770 \text{ MN}$

$P > |N_{Ed}| \Rightarrow$ Tillräcklig kapacitet med hänsyn till knäckning

V.6 Krosslast

Kontrollerar tryckhållfasthet betong, försummar armeringens inverkan.

$\frac{|N_{Ed}|}{A_{pb}} < f_{cd} \approx 12,2 \text{ MN} \Rightarrow$ Tillräcklig kapacitet med hänsyn till tryck

Pelare

```
clc
clear
% Notation
% _(understräck) : subscript
% x : variabel med dimension längd, [m]
% y : variabel med dimension area, [m^2]
% C : koefficient

% Index
% a : asfalt, b : betong, k : kantbalk, s : stål/lådtvärnsnitt
% g : global, p : pelare, EC : Eurocode, as : armeringsstål
% sal : stålavstyvningar längsgående, o : överkant

% 1 Indata

% 1.1 Material
% Vald betong i platta och pelare: C60/75
% Valt stål i lådtvärnsnitt: S450
% Vald armering i platta och pelare: B500B, kamstänger

% 1.1.1 Hållfastheter
E_sa = 200e9; % [Pa] Youngs modul för vald armering
            (ekv. B2-26 i Bär. konstr.)
E_b = 39e9; % [Pa] Youngs modul för vald betong
        (tab. B2.3 i Bär. konstr.)
f_ck = 60e6; % [Pa] Karakteristisk tryckhållfasthet
            betong C60/75 (tab. B2.1 i Bär. konstr.)
alpha_cc = 1; % Nationell parameter, rekommenderat
              värde
gamma_c = 1.5; % Partiallkoefficient för betong
f_cd = (alpha_cc*f_ck)/gamma_c; % Dimensionerande tryckhållfasthet för
            vald betong
f_ykas = 500e6; % [Pa] Karakteristisk flytgräns för
              valt armeringsstål
gamma_sas = 1.15; % Partiallkoefficient för armeringsstål
f_ydas = f_ykas/gamma_sas; % Dimensionerande flytgräns för valt
            armeringsstål

% 1.2 Geometri
% Givna och antagna värden på geometrier
d_ps = 0.032; % [m] Diameter längsgående armering i pelare
d_psw = 0.016; % [m] Diameter tvärgående ringarmering i pelare
c_p = 0.08; % [m] Betongtäckskick i pelare
n_ps = 10; % Antal armeringsjärn i pelare
h_fri = 6.3; % [m] Frihöjd till underkant lådtvärnsnitt
h_lager = 0.129; % [m] Höjd valt lager
h_p = h_fri-h_lager; % [m] Höjd pelare

% 2 Pelarberäkning
% Antar oslank pelare => tar ej hänsyn till 2a ordningens effekter
```

```

% Väljer 10 (= n_ps) armeringsjärn à 25 mm (= d_s)
C_p = 1; % [-] Korrektionsfaktor Eulerfall 2 (fritt upplagd)
d_p = 1.1; % [m] Diameter pelare
N_Ed = 1.1599e7; % [N] Dimensionerande normalkraft

% 2.1 Area och tyngpunkt
% Se figur med beteckningar
n_ps0 = 2; % [-] Antal järn i linje med
xtp_p
y_psi = (pi*(d_ps^2))/4; % [m^2] Area per armeringsjärn
x_ps1 = d_p-((2*c_p)+(2*d_psw)+d_ps); % [m] Diameter cirkel genom
xtp_psi
theta_p2 = (2*pi)/n_ps; % [rad]
theta_p3 = 2*theta_p2; % [rad]
x_ps3 = (sin(theta_p3))*(x_ps1/2); % [m] Vinkelrät avstånd mellan
armeringsjärn 3, 4, 8 & 9 och axel genom xtp_p
x_ps2 = (sin(theta_p2))*(x_ps1/2); % [m] Vinkelrät avstånd mellan
armeringsjärn 2, 5, 7 & 10 och axel genom xtp_p
A_pb = (pi*(d_p^2))/4; % [m^2] Area bruttotvärsnitt
betong

% 2.2 Yttröghetsmoment
I_ps0 = (pi*((d_ps)^4))/64;
% [m^4] Yttröghetsmoment armeringsjärn runt sin egen tyngdpunkt (=
xtp_psi)
I_ps1 = I_ps0;
% [m^4] Yttröghetsmoment armeringsjärn 1 & 6 runt xtp_p
I_ps2 = I_ps0+(y_psi*(x_ps2^2));
% [m^4] Yttröghetsmoment armeringsjärn 2, 5, 7 & 10 runt xtp_p
I_ps3 = I_ps0+(y_psi*(x_ps3^2));
% [m^4] Yttröghetsmoment armeringsjärn 3, 4, 8 & 9 runt xtp_p
I_ps = (n_ps0*I_ps1)+(((n_ps-n_ps0)/2)*I_ps2)+(((n_ps-
n_ps0)/2)*I_ps3); % [m^4] Yttröghetsmoment armeringsjärn runt xtp_p
I_pbb = (pi*((d_p)^4))/64;
% [m^4] Yttröghetsmoment bruttotvärsnitt betong runt xtp_p
I_pb = I_pbb;
% [m^4] Yttröghetsmoment betong runt xtp_p (försummar armeringens
inverkan)

% 2.3 Slankhetskontroll

% 2.3.1 Kryptal
u = pi*d_p;
% [m] Omrekts pelare
h_0 = (2*A_pb)/u;
% [m]
RH = 0.8;
% [-] Antagen relativ fuktighet
f_cm = (f_ck+(8e6))/(1e6);
% [MPa] Betongens medeltryckhållfasthet vid 28 dygns ålder
phi_RH = (1+(((1-RH)/(0.1*((h_0*1000)^(1/3))))*((35/f_cm)^0.7)))*((35/
f_cm)^0.2); % [-] Faktor som beaktar relativ fuktighet (för f_cm > 35
MPa)

```

```

betaf_cm = 2.04+((1.9-2.04)/(70-60))*(f_cm-60);
    % [-] Interpolerar beta(f_cm) för f_cm mellan 60 MPa och
    70 MPa
betat_0 = 0.488;
    % [-] Antar pålastning vid 28 dygns ålder
phi = phi_RH*betaf_cm*betat_0;
    % [-] Kryptal
phi_ef = phi;
    % [-] Effektivt kryptal samma som kryptalet ty N_Ed
    beaktar långtidslast, att pelaren ej är avstyvad försummas

% 2.3.2 Jämförelse med gränsvärde
n_EC = N_Ed/(f_cd*A_pb); % Koefficient enligt EC
    2 (relativ normalkraft)
A_EC = 1/(1+(0.2*phi_ef)); % Koefficient enligt EC
    2 (beaktar krypning), beräknat värde
B_EC = 1.1; % Koefficient enligt EC
    2, konservativt värde
C_EC = 0.7; % Koefficient enligt EC
    2, konservativt värde
lambda_lim = (20*A_EC*B_EC*C_EC)/(sqrt(n_EC)); % [-] Konservativt
    gränsvärde för slankhet betongpelare enligt EC 2
l_0 = C_p*h_p; % [m] Knäcklängd/
    effektiv längd
i = sqrt(I_pb/A_pb); % Tröghetsradie
    bruttotvårsnitt betong
lambda = l_0/i; % [-] Slankhetstal
if lambda_lim-lambda < 0
    disp 'Pelaren är slank, beräkningsmodellen gäller ej'
else
    disp 'Pelaren är oslank, beräkningsmodellen gäller'
end

% 2.4 Kontroll knäckning
EI_p = (E_b*I_pb)+(E_sa*I_ps); % [N(m^2)] Sammanlagd styvhet pelare
P_p = ((pi^2)*EI_p)/(l_0^2); % [N] Knäcklast
if P_p-N_Ed < 0
    disp 'Pelaren klarar ej N_Ed map knäckning'
else
    disp 'Pelaren klarar N_Ed map knäckning'
end

% 2.5 Kontroll krosslast (trykhålfasthet)
% Försummar armeringens inverkan
if f_cd-(N_Ed/A_pb) < 0
    disp 'Pelaren klarar ej N_Ed map tryck'
else
    disp 'Pelaren klarar N_Ed map tryck'
end

Pelaren är oslank, beräkningsmodellen gäller
Pelaren klarar N_Ed map knäckning
Pelaren klarar N_Ed map tryck

```

Published with MATLAB® R2017a