



**berekening toelaatbare boutkrachten volgens NEN-EN 1993-1-8 art. 3.6**

werk  
 werknummer  
 onderdeel

werk  
 werknummer  
 onderdeel

**boutkwaliteit, diameter en lengte**

soort bout pasbouten in ruime gaten

boutkwaliteit = 8,8 -  
 diameter d = 16 mm

diepte verzonken boutkop (indien van toepassing)  $t_{verz} = 0$  mm  
 lengte bout l = 55 mm

**gegevens van de te verbinden delen**

staalkwaliteit S 235 -  
 dunste dikte staalplaat t = 10 mm  
 dikte eventuele vulplaat  $t_p = 0$  mm

**boutafstanden**

eindafstand in krachtrichting  $e_1 = 500$  mm  
 hoh-afstand in krachtrichting  $\rho_1 = 500$  mm  
 eindafstand haaks op krachtrichting  $e_2 = 500$  mm  
 hoh-afstand haaks op krachtrichting  $\rho_2 = 500$  mm  
 minimale afstand tussen 2 bouten L = 81 mm

**boutkrachten en aantallen**

totaal aantal bouten in verbinding  $n_1 = 1$  st  
 aantal belaste sneden per bout  $n_2 = 1$  st  
 maximum aantal bouten achter elkaar  $n_3 = 3$  st  
 afschuifkracht per snede  $F_{v,Ed} = 30$  kN  
 trekkracht per snede  $F_{t,Ed} = 35$  kN  
 partiële factor voor weerstand op trek  $\gamma_{M2} = 1,25$

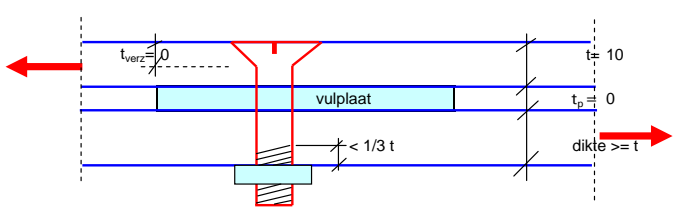
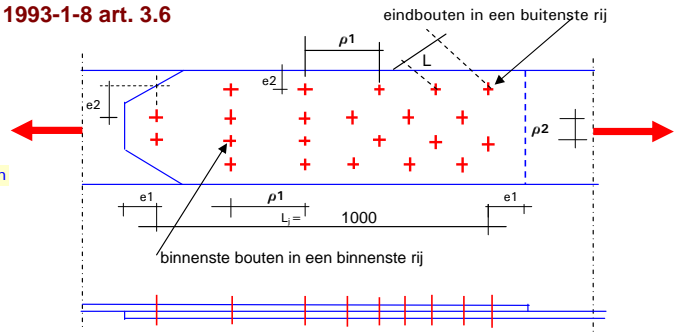
**overige randvoorwaarden**

plaats bout in krachtrichting  
 plaats bout haaks op krachtrichting  
 uitvoering van de boutkop  
 soort schroefdraad  
 afschuifvlak gaat door de verbinding is

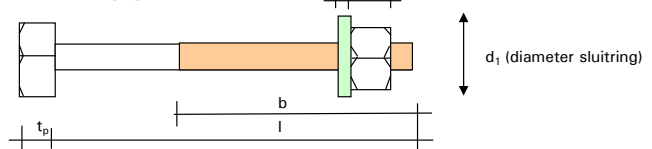
eindbouten  
 buitenste rij  
 geen verzonken kop  
 gerolde draad  
 draad van de bout  
 a-symmetrisch met 1 boutrij

**opneembare krachten**

afschuifweerstand  $F_{v,Rd} = 46,0$  kN  
 stuikweerstand  $F_{b,Rd} = 92,2$  kN  
 trekweerstand  $F_{t,Rd} = 90,4$  kN  
 ponsweerstand  $B_{p,Rd} = 136,8$  kN



**bout- en moergegevens**



boutdiameter d = 16 mm  
 gatmiddellijn  $d_0 = 18$  mm  
 doorsnede schacht  $A_{b,nom} = 201$  mm<sup>2</sup>  
 spanningsdoorsnede  $A_z = 157$  mm<sup>2</sup>  
 lengte schroefdraad b = 38 mm  
 dikte boutkop  $t_p = 10,5$  mm  
 diameter van boutkop  $d_m \approx 1,5 \cdot d = 1,5 \cdot 16$  mm  
 sleutelmaat s = 24 mm  
 dikte moer m = 13 mm  
 diameter sluitring  $d_1 = 17$  mm  
 gat sluitring  $d_2 = 30$  mm  
 dikte sluitring t = 3 mm  
 treksterkte materiaal  $f_u = 360$  N/mm<sup>2</sup>  
 treksterkte bout  $f_{ub} = 800$  N/mm<sup>2</sup>

**unity-checks** afschuifweerstand 0,65 stuikweerstand 0,43 trekweerstand 0,39 ponsweerstand 0,26 afschuiving en trek 0,93

**art. 3.5 positionering gaten voor bouten**

tabel 3.3 minimale en maximal steekmaten, eind - en randafstanden

afstanden en tussenafstanden zie fig. 3.1	minimale maat		maximale maat		
	alle staalsoorten		staalsoorten volgens EN 10025 muv EN 10025-5		
			buitenklimaat	binnenklimaat	staalsoort volgens EN 10025-5
eindafstand $e_1$	1,2 $d_0$	21,6	4t + 40	80	max. 8t of 125 125
randafstand $e_2$	1,2 $d_0$	21,6	4t + 40	80	max. 8t of 125 125
$e_3$ in sleufgaten	1,5 $d_0$	27			
$e_4$ in sleufgaten	1,5 $d_0$	27			
steek $\rho_1$	2,2 $d_0$	39,6	min. 14t of 200	140	min. 14t <sub>min</sub> of 175 140
steek $\rho_{1,0}$			min. 14t of 200	140	
steek $\rho_{1,i}$			min. 28t of 400	280	
steek $\rho_2$	2,4 $d_0$	43,2	min. 14t of 200	140	min. 14t <sub>min</sub> of 175 140

opm. 5 bij verspringende rijen geldt:  $\rho_2 = 1,2 d_0$  mits de minimale afstand tussen twee bouten L groter is dan  $2,4d_0$  L = 43,2  $\rho_2 = 21,6$



### art. 3.6.1 rekenwaarde weerstand bouten

de rekenwaarde van de weerstand van op afschuiven en/of trek belast individueel verbindingsmiddel is in **tabel 3.4** gegeven

opm. (3) bij bouten van gesneden draad die niet voldoen aan EN 1090 moeten **alle waarden** uit tabel 3.4 worden vermenigvuldigd met een factor  $\beta_{(opm\ 3)} = 1,00$

opm. (5) bouten M12 (en M14) mogen met 2mm gatspeling worden gebruikt, mits de stuik groter is dan de afschuiving.  
 De afschuifweerstand  $F_{v,Rd}$  uit tabel 3.4 moet worden vermenigvuldigd met een factor 0,85 deze correctiefactor is  $\beta_{(opm\ 5)} = 1,00$

opm. (7) de draad van een pasbout behoort niet door het afschuifvlak te gaan.

opm. (8) de lengte van de draad van een pasbout dat deel uitmaakt van de stuiklengte behoort niet groter te zijn dan 1/3 van de plaatdikte t.  
 het deel van het schroefdraad dat deel uitmaakt van de stuiklengte moet dus kleiner zijn dan  $1/3 \cdot 10 = 3,3$  mm

opm. (10) in a-symmetrische verbindingen met één boutrij is **de stuikweerstand** begrensd tot  $F_{b,Rd} <= 1,5 f_u d t / \gamma_{M2}$  formule (3.2)  
 $F_{b,Rd} <= 1,5 f_u d t / \gamma_{M2} = 1,5 \cdot 360 \cdot 16 \cdot 10 / 1,25 \cdot 10^{-3} = 69,1$  kN  $F_{b,Rd} <= 69,1$

opm. (12) als bouten op afschuiving door vulplaten gaan dikker dan d/3, dan moet **de afschuifweerstand** worden vermenigvuldigd met  $\beta_p$   
 (3.3)  $\beta_p = 9 d / (8 d + 3 t_p)$  maar  $\beta_p <= 1$   $\beta_p = 9 \cdot 16 / (8 \cdot 16 + 3 \cdot 0) = 1,13$  -  $\beta_p = 1,00$

#### afschuifweerstand per sneede

$F_{v,Rd} = \alpha_v f_{ub} A / \gamma_{M2} = 0,6 \cdot 800 \cdot 157 / 1,25 \cdot 10^{-3} = 60,3$  kN  
 $\alpha_v =$  afhankelijk van boutkwaliteit en van de plaats van het afschuifvlak (door draad of schacht)  $\alpha_v = 0,6$

afschuifweerstand incl. invloedsfactoren	$F_{v,Rd}$	=	$\beta_{(opm\ 3)}$	$\beta_{(opm\ 5)}$	$\beta_p$	$\beta_{Lt}$	60,3	=	46,0 kN
unity-check afschuifweerstand	$F_{v,Ed}$	/	$F_{v,Rd}$	=	30	/	46,0	=	0,65

#### stuikweerstand per sneede

$F_{b,Rd} = k_1 \alpha_b f_u d t / \gamma_{M2} = 2,50 \cdot 1,00 \cdot 360 \cdot 16 \cdot 10 / 1,25 \cdot 10^{-3} = 115,2$  kN  
 $k_1$  voor randbouten kleinste waarde van  $2,8 e_2 / d_0 - 1,7$  of 2,5  $k_1 = 2,50$  -  
 $k_1$  voor binnenste bouten kleinste waarde van  $1,4 \rho_2 / d_0 - 1,7$  of 2,6  $k_1 = 2,50$  -  $k_1 = 2,50$   
 $\alpha_b$  is de kleinste van volgende waarden:  $\alpha_d; f_{ub} / f_u; 1,0$   $\alpha_b = 1,00$   
 $\alpha_d$  voor eindbouten =  $e_1 / 3 d_0 = 500 / 3 \cdot 18 = 9,26$  -  
 $\alpha_d$  voor binnenste bouten =  $\rho_1 / 3 d_0 - 0,25 = 500 / 3 \cdot 18 - 0,25 = 9,01$  -  $\alpha_d = 9,26$   
 verhouding  $f_{ub} / f_u = 800 / 360 = 2,22$  -

opm. (1) afhankelijk van de uitvoering van de boutgaten moet gerekend worden met een correctiefactor. Deze factor is deze correctiefactor is  $\beta_{(opm\ 1)} = 0,80$   
 opm. (2) bij bouten met verzonken kop wordt bij de berekening van de stuikweerstand de dikte t gereduceerd tot 10 - 0 = 10

stuikweerstand incl. invloedsfactoren	$F_{b,Rd}$	=	$\beta_{(opm\ 1)}$	$\beta_{(opm\ 3)}$	115,2	=	92,2 kN		
unity-check stuikweerstand	$F_{v,Ed}$	/	$F_{b,Rd}$	=	30	/	69,1	=	0,43

#### trekweerstand per bout

$F_{t,Rd} = k_2 f_{ub} A_z / \gamma_{M2} = 0,9 \cdot 800 \cdot 157 / 1,25 \cdot 10^{-3} = 90,4$  kN  
 $k_2 =$  factor voor wel of geen verzonken kop.  $k_2 = 0,63$  voor bouten met verzonken kop, anders  $k_2 = 0,9$   $k_2 = 0,9$

trekweerstand incl. invloedsfactoren	$F_{t,Rd}$	=	$\beta_{(opm\ 3)}$	90,4	=	90,4 kN			
unity-check trekweerstand	$F_{t,Ed}$	/	$F_{t,Rd}$	=	35	/	90,4	=	0,39

#### ponsweerstand per bout

$B_{p,Rd} = 0,6 \pi d_m t_p f_u / \gamma_{M2} = 0,6 \cdot 3,142 \cdot 24 \cdot 10,5 \cdot 360 / 1,25 \cdot 10^{-3} = 136,8$  kN

ponsweerstand incl. invloedsfactoren	$B_{p,Rd}$	=	$\beta_{(opm\ 3)}$	136,8	=	136,8 kN			
unity-check ponsweerstand	$F_{t,Ed}$	/	$B_{p,Rd}$	=	35	/	136,8	=	0,26

#### gecombineerde afschuiving en trek

unity-check afschuiving en trek	$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + 1,4 \frac{F_{t,Ed}}{F_{t,Rd}}$	=	$\frac{30}{46,0} + 1,4 \frac{35}{90,4}$	=	0,93
---------------------------------	---	---	---	---	------

### art. 3.8 lange verbindingen

(3.5)  $\beta_{Lt} = 1 - (L_j - 15 d) / 200 d = 1 - (1000 - 15 \cdot 16) / 200 \cdot 16 = 0,76$  -  
 hart op hart afstand uiterste verbindingsmiddelen  $L_j = (3 - 1) \cdot 500 = 1000$  reken met  $\beta_{Lt} = 0,76$   
 $15d = 15 \cdot 16 = 240$

#### opmerking