Vedlegg E

Kapasitetskontroll av stål:

Eurokode 3: Prosjektering av stålkonstruksjoner, Del 1-1 Allmenne regler og regler for bygninger [1]

Designverdier for materialkonstanter:

$E := 210000 \ \frac{N}{mm^2}$ $G := 81000 \ \frac{N}{mm^2}$

$\nu := 0.3$

$\alpha := 12 \cdot 10^{-6}$

$\rho := 7800 \ \frac{kg}{m^3}$

Kontroll av stav med ID 1192:

Valgt stålkvalitet: S450

Tykkelse $t \leq 40$ mm $fy := 440 \ \frac{N}{mm^2}$ $fu := 550 \ \frac{N}{mm^2}$ [1: Tabell 3.1]

Opptredende laster for stav med ID 1192:

Opptredende laster er hentet fra analyse i SAP2000.

$Ned := |-2044.552 \ kN|$

$My.ed := 71.268 \ kN \cdot m$
$Mz.ed := 3.9 \ kN \cdot m$

$Vz.ed := |-14.543 \ kN|$
$Vy.ed := |-0.872 \ kN|$

Tverrsnittsverdier for HEA400:

$Iy := 4.507 \cdot 10^8 \ mm^4$ $Wy.el := 2.31 \cdot 10^6 \ mm^3$
$Iz := 8.564 \cdot 10^7 \ mm^4$ $Wz.el := 5.709 \cdot 10^6 \ mm^3$
$It := 1.93 \cdot 10^6 \ mm^4$ $Wy.pl := 2.562 \cdot 10^6 \ mm^3$
$Iw := 2.947 \cdot 10^{12} \ mm^4$ $Wz.pl := 8.73 \cdot 10^5 \ mm^3$

$A := 15900 \ mm^2$

Partialfaktorer:

$\gamma m1 := 1.00$ $\gamma m2 := 1.25$ $\gamma m0 := 1.00$ [1: (6.1)]

Trykk:

$Nc.rd := \frac{(A \cdot fy)}{\gamma m0} = 6996\ kN$ [1: (6.10)]

$\frac{Ned}{Nc.rd} = 0.292$ $0.292 \le 1$ ok! [1: (6.9)]

Strekk:

$Nt.Rd := \frac{(A \cdot fy)}{\gamma m0} = 6996\ kN$ [1: (6.8)]

$\frac{Ned}{Nt.Rd} = 0.292$ $0.292 \le 1$ ok! [1: (6.5)]

Bøyningsmoment: [1: (6.2.5)]
Tverrsnittsklasse 1 og 2

$Wel.min := Wy.pl$

$My.Rd := \frac{(Wy.pl \cdot fy)}{\gamma m0} = 1127.28\ kN \cdot m$ [1: (6.13)]

$\frac{My.ed}{My.Rd} = 0.063$ $0.063 \le 1$ ok! [1: (6.12)]

$Mz.Rd := \frac{(Wz.pl \cdot fy)}{\gamma m0} = 384.12\ kN \cdot m$ [1: (6.13)]

$\frac{Mz.ed}{Mz.Rd} = 0.01$ $0.01 \le 1$ ok! [1: (6.12)]

$Npl.Rd := Nc.rd = 6996\ kN$

$n := \frac{Ned}{Npl.Rd} = 0.292$

$b := 300\ mm$ $tf := 19\ mm$ $a := \frac{(A - 2 \cdot b \cdot tf)}{A} = 0.283$ $n \le a$

$MN.z.Rd := Mz.Rd = 384.12\ kN \cdot m$ [1: (6.36)]

$MN.y.Rd := My.Rd = 1127.28\ \boldsymbol{kN \cdot m}$ [1: (6.36)]

Kriterium for toakset bøyning med aksialkraft: $\alpha := 2$ $\beta := 5$ $n = 1.461$

$\left(\frac{My.ed}{MN.y.Rd}\right)^{\alpha} + \left(\frac{Mz.ed}{MN.z.Rd}\right)^{\beta} = 0.005$ $0.005 \le 1$ ok! [1: (6.41)]

Staver med konstant tverrsnitt påkjent av bøyning og trykk: [1: (6.3.3)]

$\lambda := \sqrt[2]{\frac{(A \cdot fy)}{Nc.rd}} = 1$ $a0 := 0.7$

$\phi := 0.5 \cdot \left(1 + 0.7 \cdot (\lambda - 0.2) + \lambda^{-2}\right) = 1.28$

$\chi := \frac{1}{\left(\phi + \sqrt[2]{(\phi^2 - \lambda^{-2})}\right)} = 0.481$ [1: (6.49)]

$NRk := fy \cdot A = 6996\ \boldsymbol{kN}$

$My.Rk := fy \cdot Wy.pl = 1127.28\ \boldsymbol{kN \cdot m}$

$Mz.Rk := fy \cdot Wz.pl = 384.12\ \boldsymbol{kN \cdot m}$

$kyy := 0.465$ $kzy := 0.399$ $\chi y := 0.859$
$kyz := 0.543$ $kzz := 0.905$ $\chi z := 0.324$

Kontroll mot knekking:

$\frac{Ned}{\frac{(\chi y \cdot NRk)}{\gamma m1}} + kyy \cdot \frac{My.ed}{\chi \cdot \frac{My.Rk}{\gamma m1}} + kyz \cdot \frac{Mz.ed}{\frac{Mz.Rk}{\gamma m1}} = 0.407$ [1: (6.61)]

$0.407 \le 1$ ok!

$\frac{Ned}{\frac{(\chi z \cdot NRk)}{\gamma m1}} + kzy \cdot \frac{My.ed}{\chi \cdot \frac{My.Rk}{\gamma m1}} + kzz \cdot \frac{Mz.ed}{\frac{Mz.Rk}{\gamma m1}} = 0.964$ [1: (6.62)]

$0.964 \le 1$ ok!

Kontroll av stav med ID 1191:
Det har blitt gjort tilsvarende beregninger for stav 1191 som for stav 1192.
Det blir tatt utgangspunkt i en HEA400 bjelke.

Opptredende krefter for stav ID 1191:
Opptredende krefter er hentet fra analyse i SAP2000.

$Ned1 := 1.543 \cdot 10^3 \ \ kN$

$My.ed1 := |-130.1| \ \ kN \cdot m$
$Mz.ed1 := 4.56 \ \ kN \cdot m$

$Ved.z1 := 44.94 \ \ kN$
$Ved.y1 := |-1.23| \ \ kN$

Trykk:

$Nc.rd1 := \frac{(A \cdot fy)}{\gamma m0} = 6996 \ \ kN$ [1: (6.10)]

$\frac{Ned1}{Nc.rd1} = 0.221$ $0.221 \leq 1$ ok! [1: (6.9)]

Strekk:

$Nt.Rd1 := \frac{(A \cdot fy)}{\gamma m0} = 6996 \ \ kN$ [1: (6.6)]

$\frac{Ned1}{Nt.Rd1} = 0.221$ $0.221 \leq 1$ ok! [1: (6.5)]

Bøyningsmoment: [1: (6.2.5)]
Tverrsnittsklasse 1 og 2

$Wel.min1 := Wy.pl$

$My.Rd1 := \frac{(Wy.pl \cdot fy)}{\gamma m0} = \left(1.127 \cdot 10^3\right) \ \ kN \cdot m$ [1: (6.13)]

$\frac{My.ed1}{My.Rd1} = 0.115$ $0.115 \leq 1$ ok! [1: (6.12)]

$Mz.Rd1 := \frac{(Wz.pl \cdot fy)}{\gamma m0} = 384.12 \ \ kN \cdot m$ [1: (6.13)]

$\frac{Mz.ed1}{Mz.Rd1} = 0.012$ $0.012 \le 1$ ok! [1: (6.12)]

$Npl.Rd1 := Nc.rd = 6996\ kN$

$n1 := \frac{Ned1}{Npl.Rd1} = 0.221$

$b1 := 300\ mm$ $tf1 := 19\ mm$ $a1 := \frac{(A - 2 \cdot b1 \cdot tf1)}{A} = 0.283$ $n \le a$

$MN.z.Rd1 := Mz.Rd = 384.12\ kN \cdot m$

$MN.y.Rd1 := My.Rd = 1127.28\ kN \cdot m$ [1: (6.37)]

$\alpha := 2$ $\beta := 5$ $n = 1.461$

$\left(\frac{My.ed1}{MN.y.Rd1}\right)^{\alpha} + \left(\frac{Mz.ed1}{MN.z.Rd1}\right)^{\beta} = 0.015$ [1: (6.41)]

$0.015 \le 1$ ok!

Staver med konstant tverrsnitt påkjent av bøyning og trykk: [1: (6.3.3)]

$\lambda 1 := \sqrt[2]{\frac{(A \cdot fy)}{Nc.rd}} = 1$ $a01 := 0.7$

$\phi 1 := 0.5 \cdot \left(1 + 0.7 \cdot (\lambda - 0.2) + \lambda^{-2}\right) = 1.28$

$\chi 1 := \frac{1}{\left(\phi + \sqrt[2]{\left(\phi^2 - \lambda^{-2}\right)}\right)} = 0.481$ [1: (6.49)]

$NRk1 := fy \cdot A = 6996\ kN$

$My.Rk1 := fy \cdot Wy.pl = 1127.28\ kN \cdot m$

$Mz.Rk1 := fy \cdot Wz.pl = 384.12\ kN \cdot m$

$kyy1 := 0.4$ $kzy1 := 1$ $\chi y1 := 0.911$
$kyz1 := 0.24$ $kzz1 := 0.44$ $\chi z1 := 0.392$

Kontroll mot knekking:

$$\frac{Ned1}{\frac{(\chi y1 \cdot NRk1)}{\gamma m1}} + kyy1 \cdot \frac{My.ed1}{\chi \cdot \frac{My.Rk1}{\gamma m1}} + kyz1 \cdot \frac{Mz.ed1}{\frac{Mz.Rk1}{\gamma m1}} = 0.341$$ [1: (6.61)]

$0.341 \leq 1$ ok!

$$\frac{Ned1}{\frac{(\chi z1 \cdot NRk1)}{\gamma m1}} + kzy1 \cdot \frac{My.ed1}{\chi 1 \cdot \frac{My.Rk1}{\gamma m1}} + kzz1 \cdot \frac{Mz.ed1}{\frac{Mz.Rk1}{\gamma m1}} = 0.808$$

$0.808 \leq 1$ ok! [1: (6.62)]