ΕΡΓΟ	ΑΠΟΠΕΡΑΤΩΣΗ ΤΟΥ ΑΜΦΙΘΕΑΤΡΟΥ ΜΕ ΟΛΕΣ ΤΙΣ ΣΧΕΤΙΚΕΣ ΥΠΟΔΟΜΕΣ ΚΑΙ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΣΤΟ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΟ-ΠΟΛΙΤΙΣΤΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΡΑΦΗΝΑΣ
ΘΕΣΗ	Ο.Τ. 148 - ΟΔΟΣ ΑΡΑΦΗΝΙΔΩΝ ΑΛΩΝ ΔΗΜΟΣ ΡΑΦΗΝΑΣ
ΕΡΓΟΔΟΤΗΣ	ΔΗΜΟΣ ΡΑΦΗΝΑΣ
ΤΙΤΛΟΣ ΤΕΥΧΟΥΣ	ΤΕΥΧΟΣ ΣΤΑΤΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ ΦΟΡΕΑ ΑΝΑΡΤΗΣΗΣ Η/Μ
ΑΡ. ΤΕΥΧΟΥΣ	Τ05
ΧΡΟΝΟΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	ΜΑΡΤΙΟΣ 2020

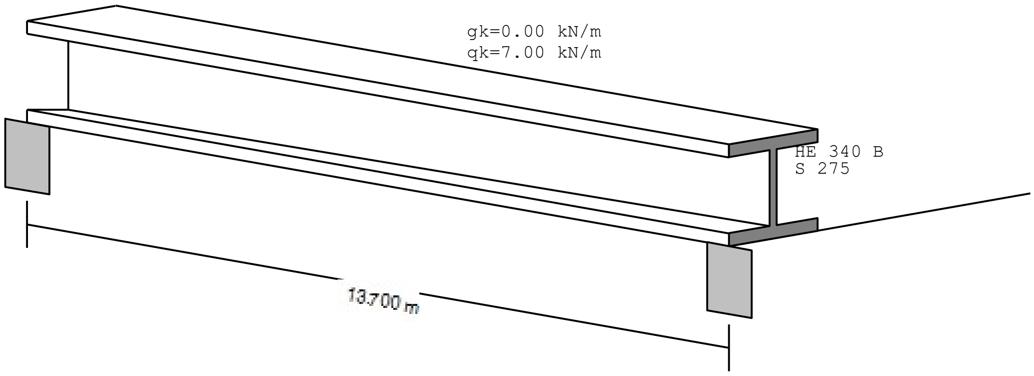
ΥΠΟΓΡΑΦΗ - ΣΦΡΑΓΙΔΑ	ΕΓΚΡΙΣΕΙΣ - ΘΕΩΡΗΣΕΙΣ
ΛΙΟΝΤΟΣ ΚΑΙ ΣΥΝΕΡΓΑΤΕΣ ΕΠΕ ΜΕΛΕΤΗ-ΕΠΙΒΛΕΨΗ-ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΡΓΩΝ ΠΟΛΙΤΙΚΟΥ ΜΗΧΑΝΙΚΟΥ ΧΕΙΡΩΝΟΣ 3, 14451, ΜΕΤΑΜΟΡΦΩΣΗ τηλ.: 2106411406, e-mail: info@liontos.gr ΑΦΜ: 095655470, ΔΟΥ: Ν. ΙΩΝΙΑΣ	

Project A

1. ΔΟΚΟΣ-006

Δοκοί γενικά, Δοκός ενός ανοίγματος
(EC3 EN1993-1-1:2005, +NA-ELOT:2010)

Ελεύθερο άνοιγμα δοκών πατώματος L=13.700 m, Αμφιέρειστη δοκός
Συνθήκες πλευρικών συγκρατήσεων: Πλευρικά μή συγκρατούμενη



1.1. Κανονισμοί

EN1990:2002, Ευρωκώδικας 0 Βάσεις σχεδιασμού
EN1991-1-1:2002, Ευρωκώδικας 1-1 Δράσεις
EN1993-1-1:2005, Ευρωκώδικας 3 1-1 Σχεδιασμός κατασκευών από χάλυβα
EN1993-1-3:2005, Ευρωκώδικας 3 1-3 Μέλη και φύλλα ψυχρής έλασης
EN1993-1-5:2006, Ευρωκώδικας 3 1-5 Δομικά στοιχεία από επίπεδα ελάσματα

1.2. Υλικά

Χάλυβας: S 275 (EN1993-1-1, §3.2)
t<= 40 mm, Αντοχή διαρροής fy= 275 N/mm², Αντοχή αστοχίας fu= 430 N/mm²
40mm<t<= 80 mm, Αντοχή διαρροής fy= 255 N/mm², Αντοχή αστοχίας fu= 410 N/mm²
Μέτρο ελαστικότητας E=210000 N/mm², Λόγος Poisson ν=0.30, Πυκνότητα ρ= 7850 Kg/m³

Συντ. μόνιμης και μεταβλητής δράσης (EN1990, Παράρτημα A1)
γG= 1.35, γQ= 1.50

Επιμέρους συντελεστές ασφαλείας γm (EN1993-1-1, §6.1)
γM0= 1.00, γM1= 1.00, γM2= 1.25

1.3. Φορτίο (EN1991-1-1)

<u>Φορτίο επί δοκού</u>

Μόνιμο φορτίο	Gk1= 0.00 kN/m
Ιδιο βάρος δοκού	Gk2= 1.31 kN/m
Μόνιμο φορτίο	Gk =Gk1+Gk2= 1.31 kN/m
Μεταβλητό φορτίο	Qk = 7.00kN/m

1.4. Τιμές σχεδιασμού δράσεων, Συνδιασμοί φορτίων

Οριακή κατάσταση αστοχίας, Συνδιασμοί φορτίων (EN1990 §6.4.3.2, Π.Α1.2Α, Π.Α1.2Β)

γG·Gk+γQ·Qk = 1.35x1.31+1.50x7.00 =12.27kN/m, ql²/8=287.83kNm

Φορτία σχεδιασμού, Οριακή κατάσταση αστοχίας

Myed= 12.27x13.700²/8= 287.83 kNm, Vzed= 12.27x13.700/2= 84.04 kN

Οριακή κατάσταση λειτουργικότητας (SLS), Συνδιασμοί φορτίων (EN1990 §6.5.3, Π.Α1.4)

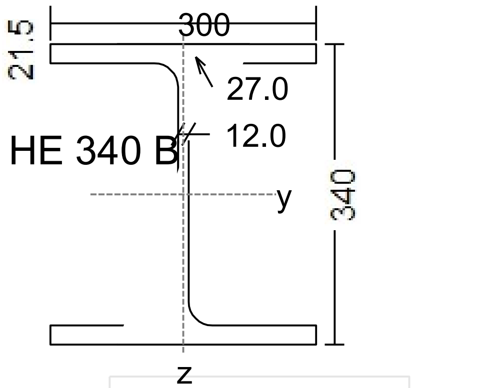
Gk+Qk = 1.31+7.00= 8.31kN/m

Φορτία σχεδιασμού, Οριακή κατάσταση λειτουργικότητας (SLS)

Myed= 8.31x13.700²/8= 194.96 kNm, Vzed= 8.31x13.700/2= 56.92 kN

1.5. Χαρακτηριστικά χαλύβδινης διατομής

Διατομή HE 340 B-S 275

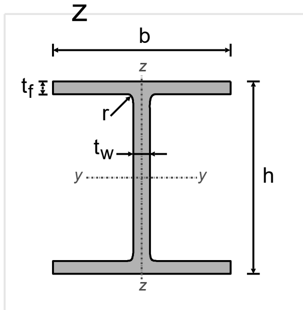


Διαστάσεις διατομής

Υψος διατομής	h=	340.00 mm
Πλάτος διατομής	b=	300.00 mm
Υψος κορμού	hw=	297.00 mm
Υψος ευθύγραμμου τμήματος κορμού	dw=	243.00 mm
Πάχος κορμού	tw=	12.00 mm
Πάχος πέλματος	tf=	21.50 mm
Ακτίνα συναρμογής	r=	27.00 mm
Μάζα	=	134.00 Kg/m

Χαρακτηριστικά διατομών

Εμβαδόν	A= 17090 mm^2	
Ροπή αδρανείας	Iy=366.60x10^6 mm^4	Iz=96.900x10^6 mm^4
Ελαστική ροπή αντίστασης	Wy=2156.0x10^3 mm^3	Wz=646.00x10^3 mm^3
Πλαστική ροπή αντίστασης	Wpy=2408.0x10^3 mm^3	Wpz=985.70x10^3 mm^3
Ακτίνα αδρανείας	iy= 146.5 mm	iz= 75.3 mm
Επιφάνεια διάτμησης	Avz= 5609 mm^2	Avy= 12900 mm^2
Σταθερά στρέψης	It= 2.572x10^6 mm^4	ip= 165 mm
Ροπή αντίστασης σε στρέψη	Wt=119.63x10^3 mm^3	
Σταθερά στρέβλωσης	Iw=2453.6x10^9 mm^6	



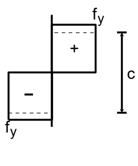
1.6. Οριακή κατάσταση λειτουργικότητας (SLS) (EN1993-1-1, §7)

Βέλος κάμψης δοκού

Φορτίο G+Q: w=5x 8.31x13700^4/(384x2.1x10^5x366.60x10^6)= 49.51mm = L/277<L/200

1.7. Κατάταξη χαλύβδινης διατομής, Κάμψη My (EN1993-1-1, §5.5)

Κορμός



c=340.0-2x21.5-2x27.0=243.0 mm, t=12.0 mm, c/t=243.0/12.0=20.25

S 275 , t=12.0<= 40 mm, fy=275 N/mm², ε=$(235/275)^{0.5}$=0.92

c/t=20.25<=72ε=72x0.92=66.24

Ο κορμός είναι κατηγορία 1 (EN1993-1-1, Πιν.5.2)

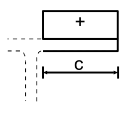
Πέλμα

c=300.0/2-12.0/2-27.0=117.0 mm, t=21.5 mm, c/t=117.0/21.5=5.44

S 275 , t=21.5<= 40 mm, fy=275 N/mm², ε=$(235/275)^{0.5}$=0.92

c/t=5.44<=9ε=9x0.92=8.28

Το πέλμα είναι κατηγορία 1 (EN1993-1-1, Πιν.5.2)



Κατάταξη ολικής διατομής είναι κατηγορία 1, Κάμψη My,ed

1.8. Αντοχή διατομής, Διατομή δοκού (EN1993-1-1, §6.2)

Οριακή κατάσταση αστοχίας, Έλεγχος σε κάμψη y-y (EN1993-1-1, §6.2.5)

My.ed=287.83 kNm
Καμπτική αντοχή Mply,rd=Wply·fy/γM0=[10^{-6}]x2408.0x10^{3}x275/1.00= 662.20kNm
My,ed= 287.83 kNm < 662.20 kNm =My,rd=Mply,rd, Ελεγχος ικανοποιείται
My,ed/My,rd= 287.83/662.20= 0.435<1

Οριακή κατάσταση αστοχίας, Έλεγχος σε διάτμηση z (EN1993-1-1, §6.2.6)

Vz.ed= 84.04 kN
Av=A-2b·tf+(tw+2r)tf=17090-2x300.0x21.5+(12.0+2x27.0)x21.5=5609mm^2 (EC3 §6.2.6.3)
Av= 5609mm^2 > η·hw·tw= 1.00x(340.0-2x21.5)x12.0=1.00x297.0x12.0= 3564mm^2
Πλαστική διατμητική αντοχή Vpl,z,rd= Av(fy/√3)/γM0= [10^{-3}]x5609x(275/1.73)/1.00= 890.55kN
Vz,ed= 84.04 kN < 890.55 kN =Vz,rd=Vpl,z,rd, Ελεγχος ικανοποιείται
Vz,ed/Vz,rd= 84.04/890.55= 0.094<1

hw/tw=(340.0-2x21.5)/12.0=297.0/12.0=24.75<=72x0.92/1.00=72ε/η=66.24 (η=1.00)
S 275 , t=12.0<= 40 mm, fy=275 N/mm^2, ε=$(235/275)^{0.5}$=0.92
Δεν απαιτείται έλεγχος της αντίστασης λυγισμού σε τέμνουσα (EC3 §6.2.6.6)

Οριακή κατάσταση αστοχίας, Κάμψη και διάτμηση (EN1993-1-1, §6.2.8

Vz,ed=42.02kN, My,ed=215.87kNm , Στη θέση x=3.425m
Vz,ed=42.02=kN <= Vplz,rd/2=890.55/2=445.27kN (EC3 §6.2.8(2))
Επίδραση διάτμησης σε αντοχή κάμψης παραβλέπεται

1.9. Πλευρικός λυγισμός, (ULS) (EN1993-1-1, §6.3.2)

My,ed=287.83 kN, L=13.700m, Lcr,y=13.700m, Lcr,z=13.700m, Lcr,lt=13.700m

Ελαστική κρίσιμη ροπή πλευρικού λυγισμού (EC3 §6.3.2.2.2, EN1993:2002 Παράρτημα C)
Timoshenko,S.P, Gere,J.M, Theory of elastic stability, McGraw-Hill, 1961
Mcr=C1·[π^2EIz/$(kL)^2$]{ √[$(kz/kw)^2$(Iw/Iz)+$(kL)^2$GIt/(π^2EIz)+$(C2·zg-C3·zj)^2$] -(C2·zg-C3·zj)}
Μέθοδος υπολογισμού C1,C2,C3 : ECCS 119/Galea SN030a-EN-EU Access Steel 2006
G=E/(2(1+ν))=210000/(2(1+0.30))=80769=8.1x10^{4} N/mm^2
k·L=13700mm, zg=h/2=340/2=170mm, zj=0mm (EN1993:2002 Εξ.C.11)
ky=1.0, kz=1.0, kw=1.0, C1=1.127, C2=0.454, C3=0.000
Mcr=[10^{-6}]1.127x[π^2x2.1x10^{5}x96.900x10^{6}/13700^2]
x{ [$(1.0/1.0)^2$x(2453.6x10^{9}/96.900x10^{6})
+13700^2x8.1x10^{4}x2.572x10^{6}/(π^2x2.1x10^{5}x96.900x10^{6})
+$(0.454x170)^2$]$^{0.5}$-(0.454x170) }= 479.5 kNm

$\bar{\lambda}$,lt=√(Wpl,y·fy/Mcr)= √{[10^{-6}]x2408.0x10^{3}x275/479.5}=1.175 (EC3 Εξ.6.56)
h/b=340/300=1.13<=2.00 καμπύλη λυγισμού: b
συντελεστής ατελειών: α,lt=0.34, β=0.75, χ,lt=0.594 (Π.6.3, Π.6.5, Σχ.6.4)
Φ,lt=0.5[1+α,lt($\bar{\lambda}$,lt- $\bar{\lambda}$,lto)+β $\bar{\lambda}$,lt^2]=0.5x[1+0.34x(1.175-0.40)+0.75x1.175^2]=1.150
χ,lt=1/[Φ,lt+ √(Φ,lt^2-β $\bar{\lambda}$,lt^2)]=1/[1.150+ √(1.150^2-0.75x1.150^2)]=0.594
Μειωτικός συντελεστής χ,lt=1/[Φ,lt+ √(Φ,lt^2-β $\bar{\lambda}$,lt^2)], χ,lt<=1.0, 1/ $\bar{\lambda}$,lt^2, χ,lt=0.594 (Εξ.6.57)

χ,lt,mod=χ,lt/f, χ,lt,mod<=1, χ,lt,mod<=1/ $\bar{\lambda}$,lt^2=1/1.175^2=0.72 (EC3 §6.3.2.3(2),Εξ.6.58)
Kc=0.94 (EC3 Πιν.6.6)
f=1-0.5(1-kc)[1-2.0($\bar{\lambda}$,lt-0.8$)^2$]=1-0.5x(1-0.940)[1-2.0x$(1.175-0.8)^2$]=0.978, f<=1.0
χ,lt,mod=χ,lt/f=0.594/0.978=0.607, χ,lt,mod<=1.0, χ,lt,mod<=0.72, χ,lt,mod=0.607

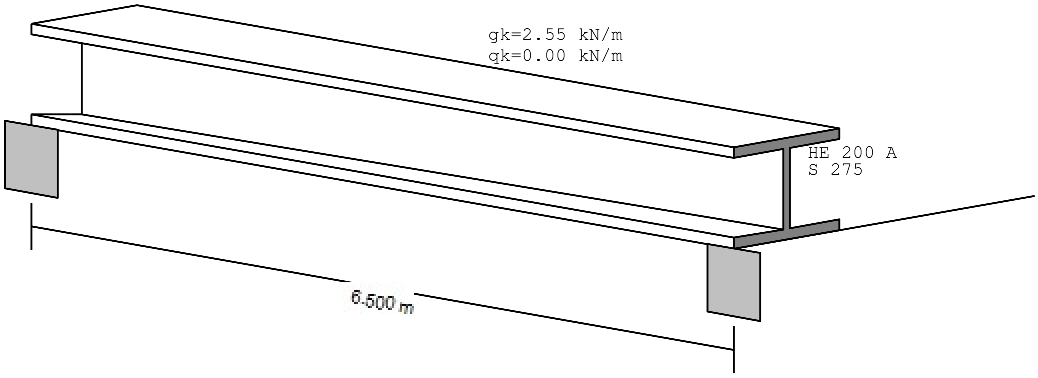
Mb,rd=χ,lt·Wpl,y·fy/γM1= 0.607x[10^{-6}]x2408.0x10^{3}x275/1.00=401.96kNm (EC3 Εξ.6.55)
My,ed= 287.83 kNm < 401.96 kNm =Mb,rd, Ελεγχος ικανοποιείται
My,ed/Mb,rd= 287.83/401.96= 0.716<1

Project A

1. ΔΟΚΟΣ-007

Δοκοί γενικά, Δοκός ενός ανοίγματος
(EC3 EN1993-1-1:2005, +NA-ELOT:2010)

Ελεύθερο άνοιγμα δοκών πατώματος L=6.500 m, Αμφιέρειστη δοκός
Συνθήκες πλευρικών συγκρατήσεων: Πλευρικά μή συγκρατούμενη



1.1. Κανονισμοί

EN1990:2002, Ευρωκώδικας 0 Βάσεις σχεδιασμού
EN1991-1-1:2002, Ευρωκώδικας 1-1 Δράσεις
EN1993-1-1:2005, Ευρωκώδικας 3 1-1 Σχεδιασμός κατασκευών από χάλυβα
EN1993-1-3:2005, Ευρωκώδικας 3 1-3 Μέλη και φύλλα ψυχρής έλασης
EN1993-1-5:2006, Ευρωκώδικας 3 1-5 Δομικά στοιχεία από επίπεδα ελάσματα

1.2. Υλικά

Χάλυβας: S 275 (EN1993-1-1, §3.2)
t<= 40 mm, Αντοχή διαρροής fy= 275 N/mm², Αντοχή αστοχίας fu= 430 N/mm²
40mm<t<= 80 mm, Αντοχή διαρροής fy= 255 N/mm², Αντοχή αστοχίας fu= 410 N/mm²
Μέτρο ελαστικότητας E=210000 N/mm², Λόγος Poisson ν=0.30, Πυκνότητα ρ= 7850 Kg/m³

Συντ. μόνιμης και μεταβλητής δράσης (EN1990, Παράρτημα A1)
γG= 1.35, γQ= 1.50

Επιμέρους συντελεστές ασφαλείας γm (EN1993-1-1, §6.1)
γM0= 1.00, γM1= 1.00, γM2= 1.25

1.3. Φορτίο (EN1991-1-1)

<u>Φορτίο επί δοκού</u>

Μόνιμο φορτίο	Gk1= 2.55 kN/m
Ιδιο βάρος δοκού	Gk2= 0.41 kN/m
Μόνιμο φορτίο	Gk =Gk1+Gk2= 2.96 kN/m
Μεταβλητό φορτίο	Qk = 0.00kN/m

1.4. Τιμές σχεδιασμού δράσεων, Συνδιασμοί φορτίων

Οριακή κατάσταση αστοχίας, Συνδιασμοί φορτίων (EN1990 §6.4.3.2, Π.Α1.2Α, Π.Α1.2Β)

$\gamma G \cdot Gk + \gamma Q \cdot Qk$ = 1.35x2.96+1.50x0.00 = 4.00kN/m, $ql^2/8$=21.10kNm

Φορτία σχεδιασμού, Οριακή κατάσταση αστοχίας

Myed= 4.00x6.500²/8= 21.10 kNm, Vzed= 4.00x6.500/2= 12.99 kN

Οριακή κατάσταση λειτουργικότητας (SLS), Συνδιασμοί φορτίων (EN1990 §6.5.3, Π.Α1.4)

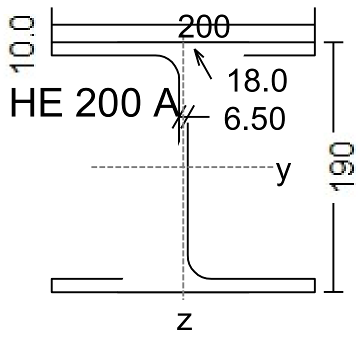
Gk+Qk = 2.96+0.00= 2.96kN/m

Φορτία σχεδιασμού, Οριακή κατάσταση λειτουργικότητας (SLS)

Myed= 2.96x6.500²/8= 15.63 kNm, Vzed= 2.96x6.500/2= 9.62 kN

1.5. Χαρακτηριστικά χαλύβδινης διατομής

Διατομή HE 200 A-S 275

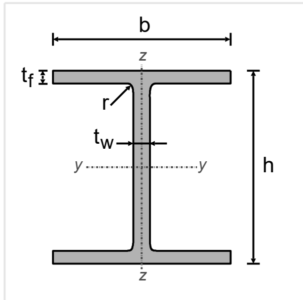


Διαστάσεις διατομής

Υψος διατομής	h=	190.00 mm
Πλάτος διατομής	b=	200.00 mm
Υψος κορμού	hw=	170.00 mm
Υψος ευθύγραμμου τμήματος κορμού	dw=	134.00 mm
Πάχος κορμού	tw=	6.50 mm
Πάχος πέλματος	tf=	10.00 mm
Ακτίνα συναρμογής	r=	18.00 mm
Μάζα	=	42.30 Kg/m

Χαρακτηριστικά διατομών

Εμβαδόν	A= 5383 mm^2	
Ροπή αδρανείας	Iy=36.920x10^6 mm^4	Iz=13.360x10^6 mm^4
Ελαστική ροπή αντίστασης	Wy=388.60x10^3 mm^3	Wz=134.00x10^3 mm^3
Πλαστική ροπή αντίστασης	Wpy=429.50x10^3 mm^3	Wpz=203.80x10^3 mm^3
Ακτίνα αδρανείας	iy= 82.8 mm	iz= 49.8 mm
Επιφάνεια διάτμησης	Avz= 1808 mm^2	Avy= 4000 mm^2
Σταθερά στρέψης	It= 0.210x10^6 mm^4	ip= 97 mm
Ροπή αντίστασης σε στρέψη	Wt=20.985x10^3 mm^3	
Σταθερά στρέβλωσης	Iw=108.00x10^9 mm^6	

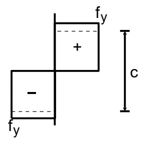


1.6. Οριακή κατάσταση λειτουργικότητας (SLS) (EN1993-1-1, §7)

Βέλος κάμψης δοκού

Φορτίο G+Q: w=5x 2.96x6500^4/(384x2.1x10^{5}x36.920x10^6)= 8.87mm = L/733<L/200

1.7. Κατάταξη χαλύβδινης διατομής, Κάμψη My (EN1993-1-1, §5.5)



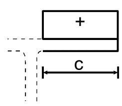
Κορμός

c=190.0-2x10.0-2x18.0=134.0 mm, t=6.5 mm, c/t=134.0/6.5=20.62

S 275 , t= 6.5<= 40 mm, fy=275 N/mm², ε=(235/275)$^{0.5}$=0.92

c/t=20.62<=72ε=72x0.92=66.24

Ο κορμός είναι κατηγορία 1 (EN1993-1-1, Πιν.5.2)



Πέλμα

c=200.0/2-6.5/2-18.0=78.8 mm, t=10.0 mm, c/t=78.8/10.0=7.88

S 275 , t=10.0<= 40 mm, fy=275 N/mm², ε=(235/275)$^{0.5}$=0.92

c/t=7.88<=9ε=9x0.92=8.28

Το πέλμα είναι κατηγορία 1 (EN1993-1-1, Πιν.5.2)

Κατάταξη ολικής διατομής είναι κατηγορία 1, Κάμψη My,ed

1.8. Αντοχή διατομής, Διατομή δοκού (EN1993-1-1, §6.2)

Οριακή κατάσταση αστοχίας, Έλεγχος σε κάμψη y-y (EN1993-1-1, §6.2.5)

My.ed= 21.10 kNm

Καμπτική αντοχή Mply,rd=Wply·fy/γM0=[10^{-6}]x429.50x10^{3}x275/1.00= 118.11kNm

My,ed= 21.10 kNm < 118.11 kNm =My,rd=Mply,rd, Ελεγχος ικανοποιείται

My,ed/My,rd= 21.10/118.11= 0.179<1

Οριακή κατάσταση αστοχίας, Έλεγχος σε διάτμηση z (EN1993-1-1, §6.2.6)

Vz.ed= 12.99 kN

Av=A-2b·tf+(tw+2r)tf=5383-2x200.0x10.0+(6.5+2x18.0)x10.0=1808mm^2 (EC3 §6.2.6.3)

Av= 1808mm^2 > η·hw·tw= 1.00x(190.0-2x10.0)x6.5=1.00x170.0x6.5= 1105mm^2

Πλαστική διατμητική αντοχή Vpl,z,rd= Av(fy/ √3)/γM0= [10^{-3}]x1808x(275/1.73)/1.00= 287.06kN

Vz,ed= 12.99 kN < 287.06 kN =Vz,rd=Vpl,z,rd, Ελεγχος ικανοποιείται

Vz,ed/Vz,rd= 12.99/287.06= 0.045<1

hw/tw=(190.0-2x10.0)/6.5=170.0/6.5=26.15<=72x0.92/1.00=72ε/η=66.24 (η=1.00)

S 275 , t= 6.5<= 40 mm, fy=275 N/mm^2, ε=$(235/275)^{0.5}$=0.92

Δεν απαιτείται έλεγχος της αντίστασης λυγισμού σε τέμνουσα (EC3 §6.2.6.6)

Οριακή κατάσταση αστοχίας, Κάμψη και διάτμηση (EN1993-1-1, §6.2.8

Vz,ed=6.49kN, My,ed=15.83kNm , Στη θέση x=1.625m

Vz,ed=6.49=kN <= Vplz,rd/2=287.06/2=143.53kN (EC3 §6.2.8(2))

Επίδραση διάτμησης σε αντοχή κάμψης παραβλέπεται

1.9. Πλευρικός λυγισμός, (ULS) (EN1993-1-1, §6.3.2)

My,ed=21.10 kN, L=6.500m, Lcr,y=6.500m, Lcr,z=6.500m, Lcr,lt=6.500m

Ελαστική κρίσιμη ροπή πλευρικού λυγισμού (EC3 §6.3.2.2.2, EN1993:2002 Παράρτημα C)

Timoshenko,S.P, Gere,J.M, Theory of elastic stability, McGraw-Hill, 1961

Mcr=C1·[π^2EIz/$(kL)^2$]{ √[$(kz/kw)^2$(Iw/Iz)+$(kL)^2$GIt/(π^2EIz)+$(C2·zg-C3·zj)^2$] -(C2·zg-C3·zj)}

Μέθοδος υπολογισμού C1,C2,C3 : ECCS 119/Galea SN030a-EN-EU Access Steel 2006

G=E/(2(1+ν))=210000/(2(1+0.30))=80769=8.1x10^{4} N/mm^2

k·L=6500mm, zg=h/2=190/2=95mm, zj=0mm (EN1993:2002 Εξ.C.11)

ky=1.0, kz=1.0, kw=1.0, C1=1.127, C2=0.454, C3=0.000

Mcr=[10^{-6}]1.127x[π^2x2.1x10^{5}x13.360x10^{6}/6500^2]

x{ [$(1.0/1.0)^2$x(108.00x10^{9}/13.360x10^{6})

+6500^2x8.1x10^{4}x0.210x10^{6}/(π^2x2.1x10^{5}x13.360x10^{6})

+$(0.454x95)^2$]$^{0.5}$-(0.454x95) }= 107.9 kNm

$\bar{\lambda}$,lt= √(Wpl,y·fy/Mcr)= √{[10^{-6}]x429.50x10^{3}x275/107.9}=1.046 (EC3 Εξ.6.56)

h/b=190/200=0.95<=2.00 καμπύλη λυγισμού: b

συντελεστής ατελειών: α,lt=0.34, β=0.75, χ,lt=0.671 (Π.6.3, Π.6.5, Σχ.6.4)

Φ,lt=0.5[1+α,lt($\bar{\lambda}$,lt- $\bar{\lambda}$,lto)+β $\bar{\lambda}$,lt^2]=0.5x[1+0.34x(1.046-0.40)+0.75x1.046^2]=1.020

χ,lt=1/[Φ,lt+ √(Φ,lt^2-β $\bar{\lambda}$,lt^2)]=1/[1.020+ √(1.020^2-0.75x1.020^2)]=0.671

Μειωτικός συντελεστής χ,lt=1/[Φ,lt+ √(Φ,lt^2-β $\bar{\lambda}$,lt^2)], χ,lt<=1.0, 1/ $\bar{\lambda}$,lt^2, χ,lt=0.671 (Εξ.6.57)

χ,lt,mod=χ,lt/f, χ,lt,mod<=1, χ,lt,mod<=1/ $\bar{\lambda}$,lt^2=1/1.046^2=0.91 (EC3 §6.3.2.3(2),Εξ.6.58)

Kc=0.94 (EC3 Πιν.6.6)

f=1-0.5(1-kc)[1-2.0($\bar{\lambda}$,lt-0.8)^2]=1-0.5x(1-0.940)[1-2.0x(1.046-0.8)^2]=0.974, f<=1.0

χ,lt,mod=χ,lt/f=0.671/0.974=0.689, χ,lt,mod<=1.0, χ,lt,mod<=0.91, χ,lt,mod=0.689

Mb,rd=χ,lt·Wpl,y·fy/γM1= 0.689x[10^{-6}]x429.50x10^{3}x275/1.00=81.38kNm (EC3 Εξ.6.55)

My,ed= 21.10 kNm < 81.38 kNm =Mb,rd, Ελεγχος ικανοποιείται

My,ed/Mb,rd= 21.10/81.38= 0.259<1

www.hilti.gr

Company:		Page:	1
Address:		Specifier:	
Phone I Fax:	|	E-Mail:	
Design:	Concrete - May 31, 2022	Date:	5/31/2022
Fastening point:			

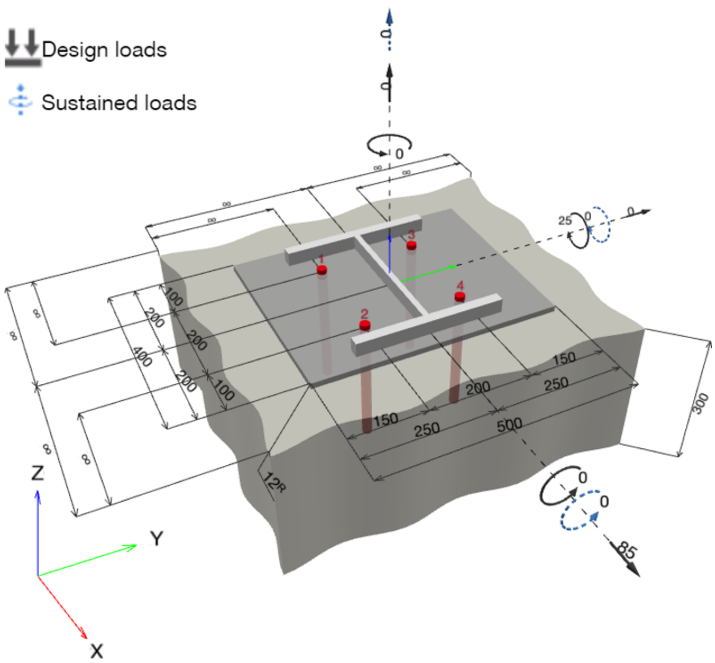
Specifier's comments:

1 Input data

Anchor type and diameter:	**HIT-RE 500 V4 + AM (8.8) M20**
Return period (service life in years):	50
Item number:	407500 AM 8.8 M20x1000 (element) / 2287552 HIT-RE 500 V4 (adhesive)
Effective embedment depth:	$h_{ef,act}$ = 250.0 mm ($h_{ef,limit}$ = - mm)
Material:	8.8
Evaluation Service Report:	Hilti Technical Data
Issued I Valid:	- | -
Proof:	Design Method EN 1992-4, Chemical
Stand-off installation:	e_b = 0.0 mm (no stand-off); t = 12.0 mm
Anchor plate^R :	l_x x l_y x t = 400.0 mm x 500.0 mm x 12.0 mm; (Recommended plate thickness: not calculated)
Profile:	IPB/HEB, IPB 340 / HE 340 B; (L x W x T x FT) = 340.0 mm x 300.0 mm x 12.0 mm x 21.5 mm
Base material:	cracked concrete, C16/20, $f_{c,cyl}$ = 16.00 N/mm^2; h = 300.0 mm, Temp. short/long: 0/0 °C, User-defined partial material safety factor γ_c = 1.500
Installation:	**hammer drilled hole, Installation condition: Dry**
Reinforcement:	reinforcement spacing < 150 mm (any Ø) or < 100 mm (Ø <= 10 mm)
	with longitudinal edge reinforcement d >= 12.0 [mm] + close mesh (stirrups, hangers) s <= 100.0 [mm]

^{R} - The anchor calculation is based on a rigid anchor plate assumption.

Geometry [mm] & Loading [kN, kNm]



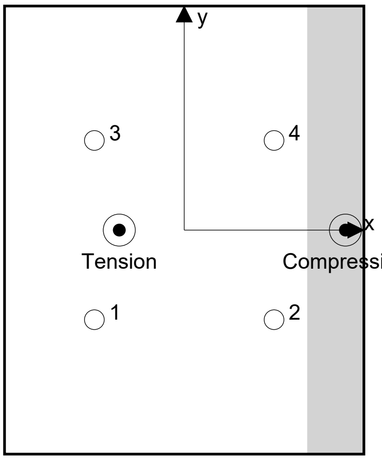
www.hilti.gr

Company:		Page:	2
Address:		Specifier:	
Phone I Fax:	|	E-Mail:	
Design:	Concrete - May 31, 2022	Date:	5/31/2022
Fastening point:			

1.1 Load combination

Case	Description	Forces [kN] / Moments [kNm]	Seismic	Fire	Max. Util. Anchor [%]
1	Combination 1	$N = 0.000$; $V_x = 85.000$; $V_y = 0.000$; $M_x = 0.000$; $M_y = 25.000$; $M_z = 0.000$; $N_{sus} = 0.000$; $M_{x,sus} = 0.000$; $M_{y,sus} = 0.000$;	no	no	82

2 Load case/Resulting anchor forces



Anchor reactions [kN]
Tension force: (+Tension, -Compression)

Anchor	Tension force	Shear force	Shear force x	Shear force y
1	42.771	21.250	21.250	0.000
2	6.886	21.250	21.250	0.000
3	42.771	21.250	21.250	0.000
4	6.886	21.250	21.250	0.000

max. concrete compressive strain:	0.21 [‰]
max. concrete compressive stress:	6.45 [N/mm^2]
resulting tension force in (x/y)=(-72.3/0.0):	99.315 [kN]
resulting compression force in (x/y)=(179.5/0.0):	99.315 [kN]

Anchor forces are calculated based on the assumption of a rigid anchor plate.

www.hilti.gr
Company:
Address:
Phone I Fax: |
Design: Concrete - May 31, 2022
Fastening point:

3 Tension load ((EN 1992-4, Section 7.2.1))

	Load [kN]	Capacity [kN]	Utilization β_N [%]	Status
Steel Strength*	42.771	130.667	33	OK
Combined pullout-concrete cone failure**	99.315	135.315	74	OK
Concrete Breakout Failure**	99.315	145.077	69	OK
Splitting failure**	N/A	N/A	N/A	N/A

* highest loaded anchor   **anchor group (anchors in tension)

3.1 Steel Strength

$$N_{Ed} \leq N_{Rd,s} = \frac{N_{Rk,s}}{\gamma_{M,s}}$$ EN 1992-4, Table 7.1

$N_{Rk,s}$ [kN]	$\gamma_{M,s}$	$N_{Rd,s}$ [kN]	N_{Ed} [kN]
196.000	1.500	130.667	42.771

3.2 Combined pullout-concrete cone failure

$N_{Ed} \leq N_{Rd,p} = \frac{N_{Rk,p}}{\gamma_{M,p}}$	EN 1992-4, Table 7.1
$N_{Rk,p} = N^0_{Rk,p} \cdot \frac{A_{p,N}}{A^0_{p,N}} \cdot \psi_{g,Np} \cdot \psi_{s,Np} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec1,Np} \cdot \psi_{ec2,Np}$	EN 1992-4, Eq. (7.13)
$N^0_{Rk,p} = \psi_{sus} \cdot \tau_{Rk} \cdot \pi \cdot d \cdot h_{ef}$	EN 1992-4, Eq. (7.14)
$\psi_{sus} = 1$	EN 1992-4, Eq. (7.14a)
$s_{cr,Np} = 7.3 \cdot d \cdot \sqrt{\psi_{sus} \cdot \tau_{Rk}} \leq 3 \cdot h_{ef}$	EN 1992-4, Eq. (7.15)
$\psi_{g,Np} = \psi^0_{g,Np} - \left(\frac{s}{s_{cr,Np}}\right)^{0,5} \cdot \left(\psi^0_{g,Np} - 1\right) \geq 1.00$	EN 1992-4, Eq. (7.17)
$\psi^0_{g,Np} = \sqrt{n} - (\sqrt{n} - 1) \cdot \left(\frac{\tau_{Rk}}{\tau_{Rk,c}}\right)^{1,5} \geq 1.00$	EN 1992-4, Eq. (7.18)
$\tau_{Rk,c} = \frac{k_3}{\pi \cdot d} \cdot \sqrt{h_{ef} \cdot f_{ck}}$	EN 1992-4, Eq. (7.19)
$\psi_{s,Np} = 0.7 + 0.3 \cdot \frac{c}{c_{cr,Np}} \leq 1.00$	EN 1992-4, Eq. (7.20)
$\psi_{ec1,Np} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{c1,N}}{s_{cr,Np}}\right)} \leq 1.00$	EN 1992-4, Eq. (7.21)
$\psi_{ec2,Np} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{c2,N}}{s_{cr,Np}}\right)} \leq 1.00$	EN 1992-4, Eq. (7.21)

$A_{p,N}$ [mm^2]	$A^0_{p,N}$ [mm^2]	$\tau_{Rk,ucr,20}$ [N/mm^2]	$s_{cr,Np}$ [mm]	$c_{cr,Np}$ [mm]	c_{min} [mm]	$f_{c,cyl}$ [N/mm^2]
614,656	341,056	16.00	584.0	292.0	∞	16.00

ψ_c	$\tau_{Rk,cr}$ [N/mm^2]	k_3	$\tau_{Rk,c}$ [N/mm^2]	$\psi^0_{g,Np}$	$\psi_{g,Np}$
0.894	8.94	7.700	7.75	1.000	1.000

$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,Np}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,Np}$	$\psi_{s,Np}$	$\psi_{re,Np}$
72.3	0.802	0.0	1.000	1.000	1.000

ψ^0_{sus}	α_{sus}	ψ_{sus}
0.880	0.000	1.000

$N^0_{Rk,p}$ [kN]	$N_{Rk,p}$ [kN]	$\gamma_{M,p}$	$N_{Rd,p}$ [kN]	N_{Ed} [kN]
140.496	202.972	1.500	135.315	99.315

Group anchor ID
1-4

3.3 Concrete Breakout Failure

$N_{Ed} \leq N_{Rd,c} = \dfrac{N_{Rk,c}}{\gamma_{M,c}}$	EN 1992-4, Table 7.1
$N_{Rk,c} = N^0_{Rk,c} \cdot \dfrac{A_{c,N}}{A^0_{c,N}} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec1,N} \cdot \psi_{ec2,N} \cdot \psi_{M,N}$	EN 1992-4, Eq. (7.1)
$N^0_{Rk,c} = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1,5}$	EN 1992-4, Eq. (7.2)
$A^0_{c,N} = s_{cr,N} \cdot s_{cr,N}$	EN 1992-4, Eq. (7.3)
$\psi_{s,N} = 0.7 + 0.3 \cdot \dfrac{c}{c_{cr,N}} \leq 1.00$	EN 1992-4, Eq. (7.4)
$\psi_{ec1,N} = \dfrac{1}{1 + \left(\dfrac{2 \cdot e_{N,1}}{s_{cr,N}}\right)} \leq 1.00$	EN 1992-4, Eq. (7.6)
$\psi_{ec2,N} = \dfrac{1}{1 + \left(\dfrac{2 \cdot e_{N,2}}{s_{cr,N}}\right)} \leq 1.00$	EN 1992-4, Eq. (7.6)
$\psi_{M,N} = 2.0 - \dfrac{z}{1.5 \cdot h_{ef}} \geq 1.00$	EN 1992-4, Eq. (7.7)

$A_{c,N}$ [mm^2]	$A^0_{c,N}$ [mm^2]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	$f_{c,cyl}$ [N/mm^2]
902,500	562,500	375.0	750.0	16.00

$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$
72.3	0.838	0.0	1.000	1.000	1.000

z [mm]	$\psi_{M,N}$	k_1	$N^0_{Rk,c}$ [kN]	$\gamma_{M,c}$	$N_{Rd,c}$ [kN]	N_{Ed} [kN]
251.7	1.329	7.700	121.748	1.500	145.077	99.315

Group anchor ID
1-4

4 Shear load ((EN 1992-4, Section 7.2.2))

	Load [kN]	Capacity [kN]	Utilization β_V [%]	Status
Steel Strength (without lever arm)*	21.250	78.400	28	OK
Steel failure (with lever arm)*	N/A	N/A	N/A	N/A
Pryout Strength**	85.000	260.450	33	OK
Concrete edge failure in direction **	N/A	N/A	N/A	N/A

* highest loaded anchor **anchor group (relevant anchors)

4.1 Steel Strength (without lever arm)

$V_{Ed} \leq V_{Rd,s} = \frac{V_{Rk,s}}{\gamma_{M,s}}$ EN 1992-4, Table 7.2

$V_{Rk,s} = k_7 \cdot V^0_{Rk,s}$ EN 1992-4, Eq. (7.35)

$V^0_{Rk,s}$ [kN]	k_7	$V_{Rk,s}$ [kN]	$\gamma_{M,s}$	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{Ed} [kN]
98.000	1.000	98.000	1.250	78.400	21.250

4.2 Pryout Strength (Concrete Breakout Strength controls)

$V_{Ed} \leq V_{Rd,cp} = \frac{V_{Rk,cp}}{\gamma_{M,c,p}}$ EN 1992-4, Table 7.2

$V_{Rk,cp} = k_8 \cdot \min\{N_{Rk,c}; N_{Rk,p}\}$ EN 1992-4, Eq. (7.39c)

$N_{Rk,c} = N^0_{Rk,c} \cdot \frac{A_{c,N}}{A^0_{c,N}} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec1,N} \cdot \psi_{ec2,N} \cdot \psi_{M,N}$ EN 1992-4, Eq. (7.1)

$N^0_{Rk,c} = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1,5}$ EN 1992-4, Eq. (7.2)

$A^0_{c,N} = s_{cr,N} \cdot s_{cr,N}$ EN 1992-4, Eq. (7.3)

$\psi_{s,N} = 0.7 + 0.3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}} \leq 1.00$ EN 1992-4, Eq. (7.4)

$\psi_{ec1,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{V,1}}{s_{cr,N}}\right)} \leq 1.00$ EN 1992-4, Eq. (7.6)

$\psi_{ec2,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{V,2}}{s_{cr,N}}\right)} \leq 1.00$ EN 1992-4, Eq. (7.6)

$\psi_{M,N} = 1$ EN 1992-4, Eq. (7.7)

$A_{c,N}$ [mm^2]	$A^0_{c,N}$ [mm^2]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	k_8	$f_{c,cyl}$ [N/mm^2]
902,500	562,500	375.0	750.0	2.000	16.00

$e_{c1,V}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,V}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	$\psi_{M,N}$
0.0	1.000	0.0	1.000	1.000	1.000	1.000

k_1	$N^0_{Rk,c}$ [kN]	$\gamma_{M,c,p}$	$V_{Rd,cp}$ [kN]	V_{Ed} [kN]
7.700	121.748	1.500	260.450	85.000

Group anchor ID
1-4

5 Combined tension and shear loads (EN 1992-4, Section 7.2.3)

Steel failure

β_N	β_V	α	Utilization $\beta_{N,V}$ [%]	Status
0.327	0.271	2.000	19	OK

$\beta_N^\alpha + \beta_V^\alpha \leq 1.0$

Concrete failure

β_N	β_V	α	Utilization $\beta_{N,V}$ [%]	Status
0.734	0.326	1.500	82	OK

$\beta_N^\alpha + \beta_V^\alpha \leq 1.0$

6 Displacements (highest loaded anchor)

Short term loading:

N_{Sk}	=	31.682 [kN]	δ_N	=	0.2017 [mm]
V_{Sk}	=	15.741 [kN]	δ_V	=	0.6296 [mm]
			δ_{NV}	=	0.6611 [mm]

Long term loading:

N_{Sk}	=	31.682 [kN]	δ_N	=	0.3227 [mm]
V_{Sk}	=	15.741 [kN]	δ_V	=	0.9444 [mm]
			δ_{NV}	=	0.9981 [mm]

Comments: Tension displacements are valid with half of the required installation torque moment for uncracked concrete! Shear displacements are valid without friction between the concrete and the anchor plate! The gap due to the drilled hole and clearance hole tolerances are not included in this calculation!

The acceptable anchor displacements depend on the fastened construction and must be defined by the designer!

www.hilti.gr

Company:		Page:	8
Address:		Specifier:	
Phone I Fax:	|	E-Mail:	
Design:	Concrete - May 31, 2022	Date:	5/31/2022
Fastening point:			

7 Warnings

- The anchor design methods in PROFIS Engineering require rigid anchor plates per current regulations (AS 5216:2021, ETAG 001/Annex C, EOTA TR029 etc.). This means load re-distribution on the anchors due to elastic deformations of the anchor plate are not considered - the anchor plate is assumed to be sufficiently stiff, in order not to be deformed when subjected to the design loading. PROFIS Engineering calculates the minimum required anchor plate thickness with CBFEM to limit the stress of the anchor plate based on the assumptions explained above. The proof if the rigid anchor plate assumption is valid is not carried out by PROFIS Engineering. Input data and results must be checked for agreement with the existing conditions and for plausibility!
- Checking the transfer of loads into the base material is required in accordance with EN 1992-4, Annex A!
- The design is only valid if the clearance hole in the fixture is not larger than the value given in Table 6.1 of EN 1992-4! For larger diameters of the clearance hole see section 6.2.2 of EN 1992-4!
- The accessory list in this report is for the information of the user only. In any case, the instructions for use provided with the product have to be followed to ensure a proper installation.
- For the determination of the $\psi_{re,v}$ (concrete edge failure) the minimum concrete cover defined in the design settings is used as the concrete cover of the edge reinforcement.
- Characteristic bond resistances depend on short- and long-term temperatures.
- Edge reinforcement is not required to avoid splitting failure
- The characteristic bond resistances depend on the return period (service life in years): 50

Fastening meets the design criteria!

8 Installation data

Anchor plate, steel: S 235; E = 210,000.00 N/mm^2; f_{yk} = 235.00 N/mm^2

Profile: IPB/HEB, IPB 340 / HE 340 B; (L x W x T x FT) = 340.0 mm x 300.0 mm x 12.0 mm x 21.5 mm

Hole diameter in the fixture: d_f = 22.0 mm

Plate thickness (input): 12.0 mm

Recommended plate thickness: not calculated

Drilling method: Hammer drilled

Cleaning: Compressed air cleaning of the drilled hole according to instructions for use is required

Anchor type and diameter: HIT-RE 500 V4 + AM (8.8) M20

Item number: 407500 AM 8.8 M20x1000 (element) / 2287552 HIT-RE 500 V4 (adhesive)

Maximum installation torque: 150 Nm

Hole diameter in the base material: 22.0 mm

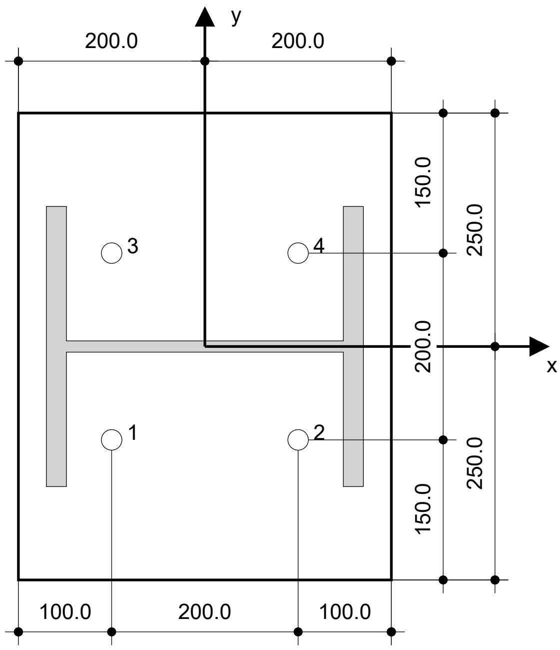
Hole depth in the base material: 250.0 mm

Minimum thickness of the base material: 294.0 mm

Hilti AM threaded rod with HIT-RE 500 V4 injection mortar with 250 mm embedment h_ef, M20, Steel galvanized, Hammer drilled installation per instruction for use

8.1 Recommended accessories

Drilling	Cleaning	Setting
• Suitable Rotary Hammer • Properly sized drill bit	• Compressed air with required accessories to blow from the bottom of the hole • Proper diameter wire brush	• Dispenser including cassette and mixer • Torque wrench



Coordinates Anchor [mm]

Anchor	x	y	c_{-x}	c_{+x}	c_{-y}	c_{+y}
1	-100.0	-100.0	-	-	-	-
2	100.0	-100.0	-	-	-	-
3	-100.0	100.0	-	-	-	-
4	100.0	100.0	-	-	-	-

9 Remarks; Your Cooperation Duties

- Any and all information and data contained in the Software concern solely the use of Hilti products and are based on the principles, formulas and security regulations in accordance with Hilti's technical directions and operating, mounting and assembly instructions, etc., that must be strictly complied with by the user. All figures contained therein are average figures, and therefore use-specific tests are to be conducted prior to using the relevant Hilti product. The results of the calculations carried out by means of the Software are based essentially on the data you put in. Therefore, you bear the sole responsibility for the absence of errors, the completeness and the relevance of the data to be put in by you. Moreover, you bear sole responsibility for having the results of the calculation checked and cleared by an expert, particularly with regard to compliance with applicable norms and permits, prior to using them for your specific facility. The Software serves only as an aid to interpret norms and permits without any guarantee as to the absence of errors, the correctness and the relevance of the results or suitability for a specific application.
- You must take all necessary and reasonable steps to prevent or limit damage caused by the Software. In particular, you must arrange for the regular backup of programs and data and, if applicable, carry out the updates of the Software offered by Hilti on a regular basis. If you do not use the AutoUpdate function of the Software, you must ensure that you are using the current and thus up-to-date version of the Software in each case by carrying out manual updates via the Hilti Website. Hilti will not be liable for consequences, such as the recovery of lost or damaged data or programs, arising from a culpable breach of duty by you.