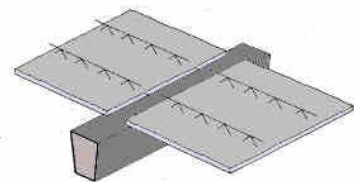


Únosnost a návrh výztuže smykové spáry v softwarech RIBfem TRIMAS® a RIBtec RTcdesign, RTbalken, RTfermo, RTslab

Statické programy RIBfem TRIMAS® a RIBtec RTcdesign, RTbalken, RTfermo a RTslab navrhují, v případě existence smykové spáry, příslušnou nutnou plochu výztuže na zajištění její soudržnosti.

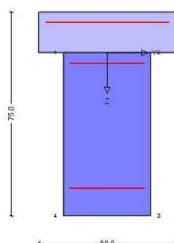


Norma EN 1992-1-1 a její národní varianty v článku 6.2.5 (1) obecně předpokládá zápočet dostatečně zakotvené běžné **třímkové výztuže na posouvající sílu (A_s, w)**, procházející smykovou spárou, na nutnou plochu **spřahující výztuže do smykové spáry (A_s, j)**.

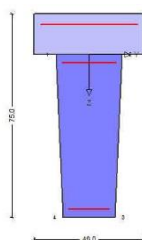
Skladba průřezu a poloha smykové spáry

Z praktického hlediska mohou vzhledem ke skladbě konečného průřezu a poloze smykové spáry nastat následující situace.

- P1. Stojina konstantní šířky a poloha smykové spáry je totožná s rozhraním mezi stojinou a pásnicí (např. poloprefabrikát s průřezem tvaru „T“)

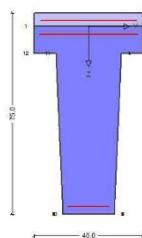


- P2. Rozšiřující se stojina tvaru „V“ a poloha smykové spáry je totožná s rozhraním mezi stojinou a pásnicí (např. poloprefabrikát s průřezem tvaru „T“)

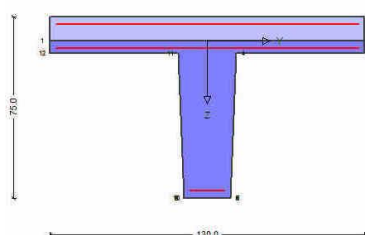


- P3. Smyková spára leží v horní pásnici, tj. nad rozhraním mezi stojinou a pásnicí, přičemž je:

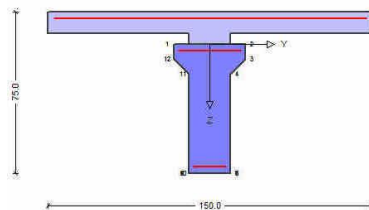
- A. šířka pásnice poměrně malá (např. zesílení trámu)



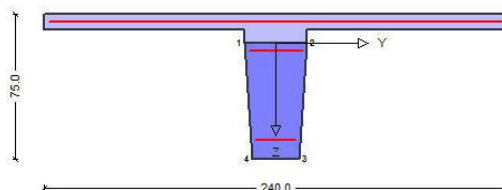
- B. šířka pásnice poměrně velká (např. trámový strop, mostní prefabrikáty)



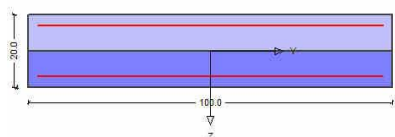
- C. stojina konstantní šířky v kombinaci se ztraceným bedněním (např. filigránový strop)



- D. rozšiřující se stojina tvaru „V“ v kombinaci se ztraceným bedněním (např. filigránový strop)



- P4. Stojina neexistuje, tj. jedná se o deskový průřez



Zajištění únosnosti smykové spáry

Únosnost smykové spáry může být zajištěna:

- V1. soudržností dobetonávky s prefabrikátem bez dodatečné výztuže
např. při nízké úrovni zatížení dostatečnou přípravou povrchu spáry (vyčištění, odhalení zrna, zvlhčení),
- V2. třmínkovou výztuží přesahující ze stojiny do smykové spáry,
- V3. dodatečnou výztuží do smykové spáry, jako např.
 - A. spřahovací trny (mostní prefabrikáty),
 - B. žebříčky (filigrány, polostropy).

Na dodatečnou výztuž smykové spáry, tj. všechny varianty V2 a V2, se dále obecně může použít jiný druh ocele.

Interpretace skladby průřezu a zajištění únosnosti smykové spáry v softwaru

Programy RIBfem TRIMAS® a RIBtec RTcdesign, RTbalken, RTfermo a RTslab v zásadě poskytují řešení

- pro všechny výše zmíněné skladby průřezu (P1, P2, P3.A, P3.B, P3.C, P3.D, P4)
- a pro všechny typy zajištění únosnosti smykové spáry (V1, V2, V3.A, V3.B), včetně možnosti použití jiného druhu ocele do smykové spáry

a současně zohledňují možnost zápočtu třmínkové výztuže na posouvající sílu ($A_{s,w}$), procházející smykovou spárou, na nutnou plochu spřahující výztuže do smykové spáry ($A_{s,j}$).

Pro zápočet $A_{s,w}$ na výztuž $A_{s,j}$ jsou rozhodující následující parametry zadání.

- [1.] Jiná pevnost výztuže smykové spáry než pevnost výztuže pro všechny ostatní návrhy na MSÚ a MSP
 - přímý zápočet výztuže $A_{s,w}$ na výztuž $A_{s,j}$ není možný,
 - výztuž $A_{s,j}$ se protokoluje jako „dodatečná“,
 - projektant může při vlastním konstrukčním řešení rozhodnout o částečném zápočtu $A_{s,w}$ na $A_{s,j}$.
- [2.] Úhel výztuže smykové spáry $\neq 90^\circ$
 - přímý zápočet výztuže $A_{s,w}$ na výztuž $A_{s,j}$ není možný,
 - výztuž $A_{s,j}$ se protokoluje jako „dodatečná“,
 - software předpokládá skladbu průřezu dle variant P3.B nebo P4 v kombinaci s výztuží dle V3.A nebo V3.B.
- [3.] Dolní šířka stojiny \geq efektivní šířka smykové spáry, která se určuje ze zadané polohy smykové spáry a případného odpočtu na ztracené bednění
 - zápočet výztuže $A_{s,w}$ na výztuž $A_{s,j}$ je možný
 - rozhodující je a protokoluje se větší hodnota z obou výztuží $A_{s,w}$ a $A_{s,j}$, tj. **max ($A_{s,w}$; $A_{s,j}$)**
 - software předpokládá skladbu průřezu dle variant P1 nebo P4 v kombinaci s výztuží dle V2,
 - toto řešení připadá v úvahu i pro variantu P3.C, přičemž výztuž druhé smykové spáry, ležící v desce a zpravidla v provedení V3.B, je nutné stanovit výpočtem samostatné desky.

[4.] **Dolní šířka stojiny < efektivní šířka smykové spáry,**

která se určuje ze zadané polohy smykové spáry a případného odpočtu na ztracené bednění

- zápočet výztuže $A_{s,w}$ na výztuž $A_{s,j}$ není možný
- výztuž **As,j** se protokoluje jako „dodatečná“,
- projektant může při vlastním konstrukčním řešení rozhodnout o částečném zápočtu **As,w** na **As,j**.
- software předpokládá skladbu průřezu dle variant P2 nebo P3.B s jakoukoliv výztuží nebo skladbu průřezu dle varianty P4 s výztuží dle V3.B,
- toto řešení připadá v úvahu i pro variantu P3.D, přičemž výztuž druhé smykové spáry (ležící v desce), zpravidla v provedení V3.B, je nutné stanovit výpočtem samostatné desky.



Další podrobnosti k metodice výpočtu únosnosti a návrhu výztuže smykové spáry jsou uvedeny v uživatelské příručce Teorie k danému produktu.

Zadání parametrů pro návrh smykové spáry v jednotlivých softwarech

Kromě běžného zadání geometrie, materiálů, okrajových podmínek, zatížení a požadavků na výpočet a návrhy řešeného konstrukčního prvku se zadávají navíc pro posouzení únosnosti, resp. návrhu nutné plochy výztuže smykové spáry následující parametry:

- výšková poloha smykové spáry v průřezu,
- charakter povrchu smykové spáry (velmi hladký, hladký, zdrsňený, zazubený),
- efektivní šířka smykové spáry, tj. s případným odpočtem přesazení ztraceného bednění,
- úhel výztuže procházející smykovou spárou,
- pevnost výztuže do smykové spáry.



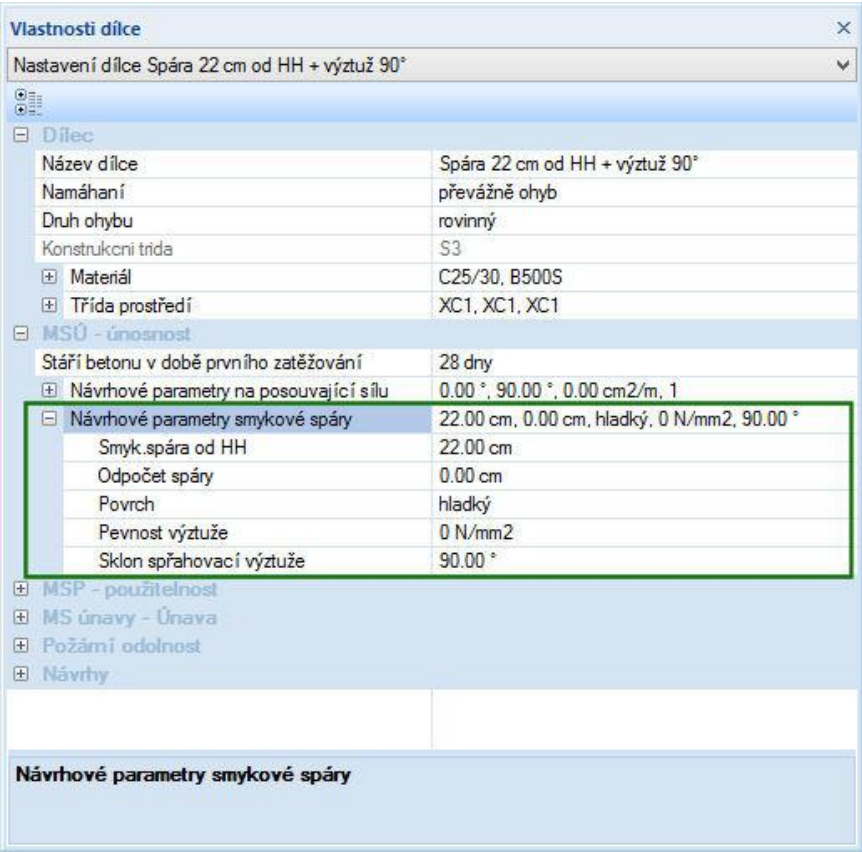
Pokud se v zadání pevnosti výztuže do smykové spáry ponechá hodnota nulová, pak se předpokládá použití stejného druhu výztuže jako pro všechny ostatní návrhy na únosnost a použitelnost.

Úhel výztuže procházející smykovou spárou 90° odpovídá třmínkové výztuži; úhel např. 45° pak žebříčkové výztuži.

*V programech RIBfem **TRIMAS**® a RIBtec **RTcdesign**, **RTbalken** a **RTslab** se musí **zadat poloha smykové spáry** od horní hrany konečného průřezu, jinak se posudek a návrh výztuže do smykové spáry neprovádí!*

Zadání smykové spáry v programu RIBtec RTcdesign

Okno RTcdesign > panel Vlastnosti dílce > část MSÚ - únosnost:



Vlastnosti dílce	
Nastavení dílce Spára 22 cm od HH + výztuž 90°	
Dílec	
Název dílce	Spára 22 cm od HH + výztuž 90°
Namáhání	převážně ohyb
Druh ohybu	rovinný
Konstrukční třída	S3
Material	C25/30, B500S
Třída prostředí	XC1, XC1, XC1
MSÚ - únosnost	
Stáří betonu v době prvního zatěžování	28 dry
Návrhové parametry na posouvající sílu	0.00°, 90.00°, 0.00 cm2/m, 1
Návrhové parametry smykové spáry	
Smyk.spára od HH	22.00 cm
Odpočet spáry	0.00 cm
Povrch	hladký
Pevnost výztuže	0 N/mm2
Sklon spřáhovací výztuže	90.00°
MSP - použitelnost	
MS únavy - Únava	
Požární odolnost	
Návrhy	
Návrhové parametry smykové spáry	

Zadání smykové spáry v programu RIBtec RTslab

Okno RTslab > zvolit desku > Vlastnosti > záložka Návrh na smyk:

Zadání smykové spáry v programu RIBtec RTfermo

Hlavní panel RTfermo > záložka Návrh > Návrhy na MSÚ:



V softwaru RIBtec RTfermo je výšková poloha smykové spáry určena rozhraním mezi dílčím průřezem prefabrikátu a monolitickou dobetonávkou.

Zadání smykové spáry v programu RIBtec RTbalken

Hlavní panel RTbalken > záložka Návrh > Návrhy na MSÚ:

Návrhy na MSÚ ✖

Ohybová únosnost

Výztuž na celistvost

Redistribuce momentů %

Redistribuci momentů omezit na max. moment v poli

Zohlednit minimální momenty vetknutí

Vyhledit podporové momenty na zdívu

Navrhovat nepřímé podpory pro momenty na jejich hraně

Návrh na smyk

Sklon tlačných diagonál theta = °

Min. třmínková výztuž cm²/m

Min.třmínková výztuž pro $x/d >$ mezní x/d

Zvýšení výztuže na posouvající sílu při předpětí

Zohlednit odpočet kanálku v šířce stojiny

Zvýšit posouvající sílu v náběhu

Snížit posouvající sílu v náběhu

Smyková spára

Smyková spára existuje od HH průřezu delta zj = cm

Vlastnosti povrchu spáry:

ozubený drsný hladký velmi hladký

Odpočtová hodnota pro šířku smykové spáry delta bj = cm

Sklon výztuže na spřažení alfa.j = °

Pevnost výztuže fyk.j = N/mm²

Třída duktility pro seizmicitu

DCL DCM DCH

Zadání smykové spáry v programu RIBfem TRIMAS®

Zadání TRIMAS® > Stěnodeska > Editovat > Atributy > zvolit stěnodesku dále
> panel Parametry skořepiny > záložka Návrh > Parametry dále
> panel Návrhové parametry > záložka Návrh na smyk:

nebo

Řízení návrhů TRIMAS® > Plochy > zvolit plochu > záložka MSÚ > podzáložka Návrh na smyk:

Příklad výpočtu a návrhu 4 variant smykové spáry v softwaru RIBtec RTcdesign

RIB RTcdesign CSN EN 1992-1-1 © 2015 RIB Software AG

Zakázka: Varianty smykové spáry
Dílec: Spára 22 cm od HH + výztuž 90°

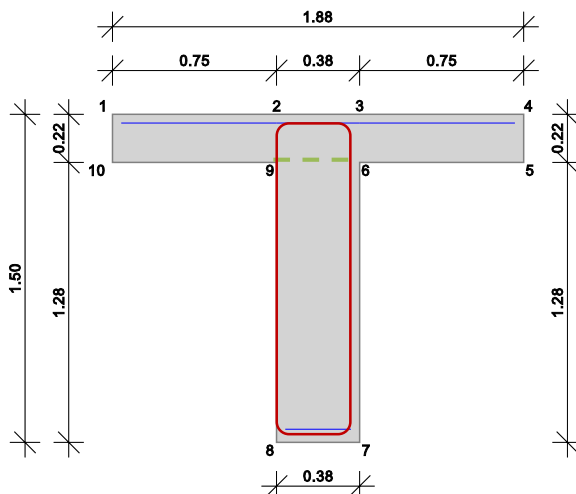
Spára 22 cm od HH + výztuž 90° - Podpora

Třída objektu:	Pozemní stavby všeobecně	Návrhová norma:	CSN EN 1992-1-1
Druh namáhání:	Nosník, rovinný ohyb	Návrhová situace:	Stálá/dočasná
Konstrukční třída:	S3 - XCl	Druh namáhání:	Silové zatěžování

Materiálové parametry: [N/mm²]

C25/30	fcd	16.7	fctm	2.6	Ecm	31500	Cem	32,5 R
B500S	fyd	434.8			Es	200000		vysoká duktilita

Předepsaná výztuž [cm,cm ²]	d1-h	d1-s	d1-d	minAsh	minAss	minAsd	Minimální výztuž
	4.0	4.0	6.0	0.00	0.00	0.00	spočítat



Průřezové hodnoty	A	Iy	Iz	zs	Why	Wdy
[m ² ,m ⁴ ,cm,m ³]	0.9000	0.193812	0.127672	51.53	0.37609	0.19683

Kombinace [kN,kNm]	NEd,x	MEd,y	VEd,z	MEd,z	VEd,y	MEd,x	ZS
Základní kombinace	maxMy	0.0	-1819.0	954.0	0.0	0.0	0.0

Zvolené posudky: Ohyb (M+N) Smyk

Návrh na ohyb [o/oo,cm,cm ²] - Čas prvního zatížení: 28 d							
Základní kombinace:	eps.c	eps.s	zi	x/d	nut.Ash	nut.Ass	nut.Asd
	-2.5	10.0	134.7	0.19	30.65	0.00	0.00

Návrh na smyk [kN,%,cm ² /m] - Čas prvního zatížení: 28 d - alfa: 90 °								
Základní kombinace:	VEd	VRdmin	VRdct	VRdmax	ró.l	theta	as.min	nut.aswj
	954.0	155.7	155.7	1588.5	0.17	21.8	3.04	23.61j

Návrh smykové spáry [kN/m ² ,cm,%,cm ² /m] - Povrch hladký, zj = 22.0 cm od horní hrany								
cj = 0.20 mý = 0.60 ný = 0.54 alfa = 90 ° fyd = 435 N/mm ² ; asj,asw = max(asw,asj)								
Základní kombinace:	bj	sig.N	vEd	vRdjct	vRdjsy	vRdjmax	ró.w	nut.asj
	38.0	0.0	1863.8	242.7	1621.1	4500.0	0.621	23.61

RIB RTcdesign CSN EN 1992-1-1 © 2015 RIB Software AG

Zakázka: Varianty smykové spáry

Dílec: Spára 22 cm od HH + výztuž 90° **(jen teoretický případ!)**

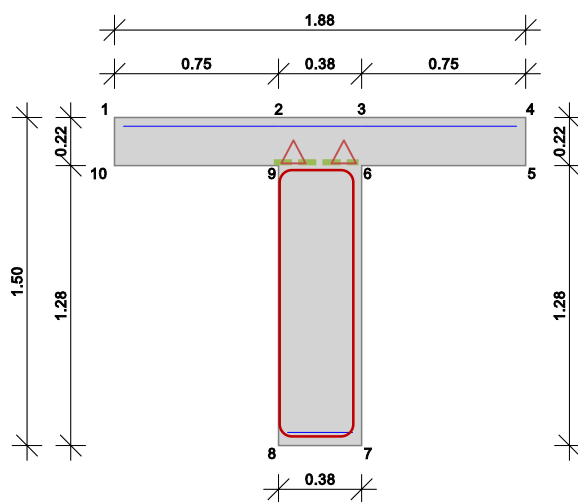
Spára 22 cm od HH + výztuž 45° - Podpora

Třída objektu: Pozemní stavby všeobecně Návrhová norma: CSN EN 1992-1-1
Druh namáhání: Nosník, rovinný ohyb Návrhová situace: Stálá/dočasná
Konstrukční třída: S3 - XC1 Druh namáhání: Silové zatěžování

Materiálové parametry: [N/mm²]

C25/30 fcd 16.7 fctm 2.6 Ecm 31500 Cem 32,5 R
B500S fyd 434.8 Es 200000 vysoká duktilita

Předepsaná výztuž [cm,cm²] d1-h d1-s d1-d minAsh minAss minAsd Minimální výztuž
4.0 4.0 6.0 0.00 0.00 0.00 spočítat



Průřezové hodnoty A Iy Iz zs Why Wdy
[m²,m⁴,cm,m³] 0.9000 0.193812 0.127672 51.53 0.37609 0.19683

Kombinace [kN,kNm] NEd,x MEd,y VEd,z MEd,z VEd,y MEd,x ZS
Základní kombinace maxMy 0.0 -1819.0 954.0 0.0 0.0 0.0

Zvolené posudky: Ohyb(M+N) Smyk

Návrh na ohyb [o/oo,cm,cm²] - Čas prvního zatížení: 28 d

Základní kombinace: eps.c eps.s zi x/d **nut.Ash** **nut.Ass** **nut.Asd**
-2.5 10.0 134.7 0.19 **30.65** **0.00** **0.00**

Návrh na smyk [kN,%,cm²/m] - Čas prvního zatížení: 28 d - alfa: 90 °

Základní kombinace: VEd VRdmin VRdct VRdmax ró.l theta as.min **nut.asw**
954.0 155.7 155.7 1588.5 0.17 21.8 3.04 **6.52**

Návrh smykové spáry [kN/m²,cm,%,cm²/m] - Povrch hladký, **zj = 22.0 cm** od horní hrany

cj = 0.20 mý = 0.60 ný = 0.54 alfa = 45 ° fyd = 435 N/mm²; **asj navíc k asw**
Základní kombinace: **bj** sig.N vEd vRdjct vRdjsy vRdjmax ró.w **nut.asj**
38.0 0.0 1863.8 242.7 1621.1 4500.0 0.330 **12.52**

RIB RTcdesign CSN EN 1992-1-1 © 2015 RIB Software AG

Zakázka: Varianty smykové spáry
Dílec: Spára 22 cm od HH + výztuž 45°

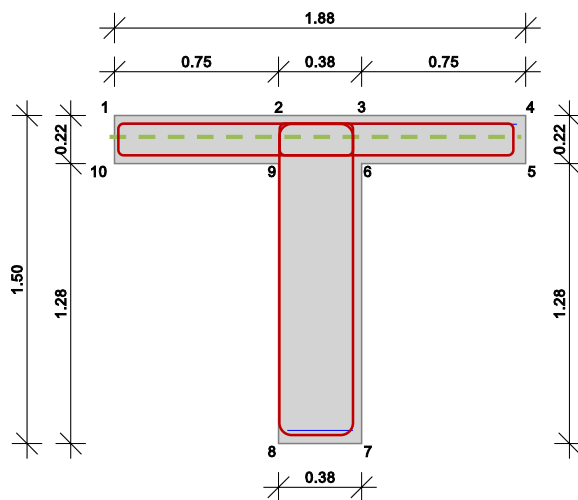
Spára 11 cm od HH + výztuž 90° - Podpora

Třída objektu:	Pozemní stavby všeobecně	Návrhová norma:	CSN EN 1992-1-1
Druh namáhání:	Nosník, rovinný ohyb	Návrhová situace:	Stálá/dočasná
Konstrukční třída:	S3 - XC1	Druh namáhání:	Silové zatěžování

Materiálové parametry: [N/mm²]

C25/30	fcd	16.7	fctm	2.6	Ecm	31500	Cem	32,5 R
B500S	fyd	434.8			Es	200000		vysoká duktilita

Předepsaná výztuž [cm,cm ²]	d1-h	d1-s	d1-d	minAsh	minAss	minAsd	Minimální výztuž
	4.0	4.0	6.0	0.00	0.00	0.00	spočítat



Průřezové hodnoty	A	Iy	Iz	zs	Why	Wdy
[m ² ,m ⁴ ,cm,m ³]	0.9000	0.193812	0.127672	51.53	0.37609	0.19683

Kombinace [kN,kNm]	NEd,x	MEd,y	VEd,z	MEd,z	VEd,y	MEd,x	ZS
Základní kombinace	maxMy	0.0	-1819.0	954.0	0.0	0.0	0.0

Zvolené posudky: Ohyb(M+N) Smyk Napětí

Návrh na ohyb [o/oo,cm,cm²] - Čas prvního zatížení: 28 d

Základní kombinace:	eps.c	eps.s	zi	x/d	nut.Ash	nut.Ass	nut.Asd
	-2.5	10.0	134.7	0.19	30.65	0.00	0.00

Návrh na smyk [kN,%,cm²/m] - Čas prvního zatížení: 28 d - alfa: 90 °

Základní kombinace:	VEd	VRdmin	VRdct	VRdmax	ró.l	theta	as.min	nut.asw
	954.0	155.7	155.7	1588.5	0.17	21.8	3.04	6.52

Návrh smykové spáry [kN/m²,cm,%,cm²/m] - Povrch hladký, **zj = 11.0 cm** od horní hrany

cj = 0.20	mý = 0.60	ný = 0.54	alfa = 90 °	fyd = 435 N/mm ² ;	asj,asw = max(asw,asj)			
Základní kombinace:	bj	sig.N	vEd	vRdjct	vRdjsy	vRdjmax	ró.w	nut.asj
	188.0	0.0	376.7	242.7	134.1	4500.0	0.051	9.66

Omezení napětí [N/mm²] - Čas prvního zatížení: 28 d

Výjimečná kombinace:	Sigs/dov.	Sigp/dov.	Sigc/dov.	Sigs.s	Sigp.q	Sigc.q	Sigc.s
	0.85	0.00	0.00	340.0	0.0	0.00	-16.38
dovolené:	1.00	1.00	1.00	400.0	0.0	0.00	0.00

RIB RTcdesign CSN EN 1992-1-1 © 2015 RIB Software AG

Zakázka: Varianty smykové spáry
Dílec: Spára 11 cm od HH + výztuž 90°

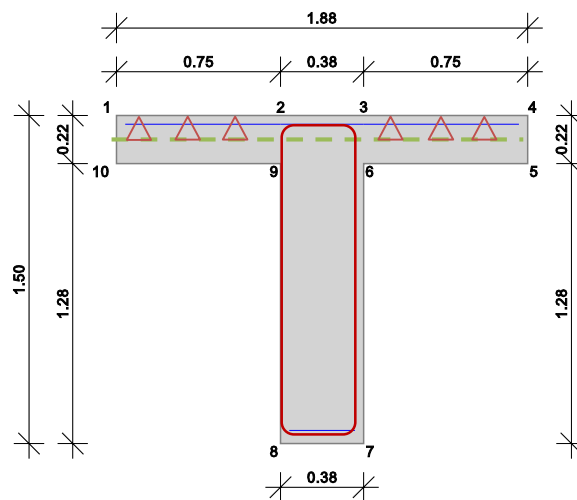
Spára 11 cm od HH + výztuž 45° - Podpora

Třída objektu: Pozemní stavby všeobecně Návrhová norma: CSN EN 1992-1-1
Druh namáhání: Nosník, rovinný ohyb Návrhová situace: Stálá/dočasná
Konstrukční třída: S3 - XC1 Druh namáhání: Silové zatěžování

Materiálové parametry: [N/mm²]

C25/30 f_{cd} 16.7 f_{ctm} 2.6 E_{cm} 31500 E_{cm} 32,5 R
B500S f_{yd} 434.8 E_s 200000 vysoká duktilita

Předepsaná výztuž [cm,cm²] d_{l-h} 4.0 d_{l-s} 4.0 d_{l-d} 6.0 $minAsh$ 0.00 $minAss$ 0.00 $minAsd$ 0.00 Minimální výztuž spočítat



Průřezové hodnoty [m²,m⁴,cm,m³] A 0.9000 I_y 0.193812 I_z 0.127672 z_s 51.53 W_{hy} 0.37609 W_{dy} 0.19683

Kombinace [kN,kNm] $N_{Ed,x}$ $M_{Ed,y}$ $V_{Ed,z}$ $M_{Ed,z}$ $V_{Ed,y}$ $M_{Ed,x}$ Z_S
Základní kombinace maxMy 0.0 -1819.0 954.0 0.0 0.0 0.0

Zvolené posudky: Ohyb(M+N) Smyk Napětí

Návrh na ohyb [o/oo,cm,cm²] - Čas prvního zatížení: 28 d

Základní kombinace: $\epsilon_{s,c}$ $\epsilon_{s,s}$ z_i x/d **nut.Ash** **nut.Ass** **nut.Asd**
 -2.5 10.0 134.7 0.19 **30.65** **0.00** **0.00**

Návrh na smyk [kN,%,cm²/m] - Čas prvního zatížení: 28 d - alfa: 90°

Základní kombinace: V_{Ed} V_{Rdmin} V_{Rdct} V_{Rdmax} $r_{o,l}$ θ as_{min} **nut.asw**
 954.0 155.7 155.7 1588.5 0.17 21.8 3.04 **6.52**

Návrh smykové spáry [kN/m²,cm,%,cm²/m] - Povrch hladký, $z_j = 11.0$ cm od horní hrany

$c_j = 0.20$ $m_y = 0.60$ $n_y = 0.54$ $\alpha = 45^\circ$ $f_{yd} = 435$ N/mm²; **asj navíc k asw**
Základní kombinace: b_j $\sigma_{s,N}$ v_{Ed} v_{Rdjct} v_{Rdjsy} v_{Rdjmax} $r_{o,w}$ **nut.asj**
 188.0 0.0 376.7 242.7 134.1 4500.0 0.027 **5.12**

Omezení napětí [N/mm²] - Čas prvního zatížení: 28 d

Výjimečná kombinace: $Sigs/dov.$ $Sigp/dov.$ $Sigc/dov.$ $Sigs.s$ $Sigp.q$ $Sigc.q$ $Sigc.s$
 0.85 0.00 0.00 340.0 0.0 0.00 -16.38
dovolené: 1.00 1.00 1.00 400.0 0.0 0.00 0.00