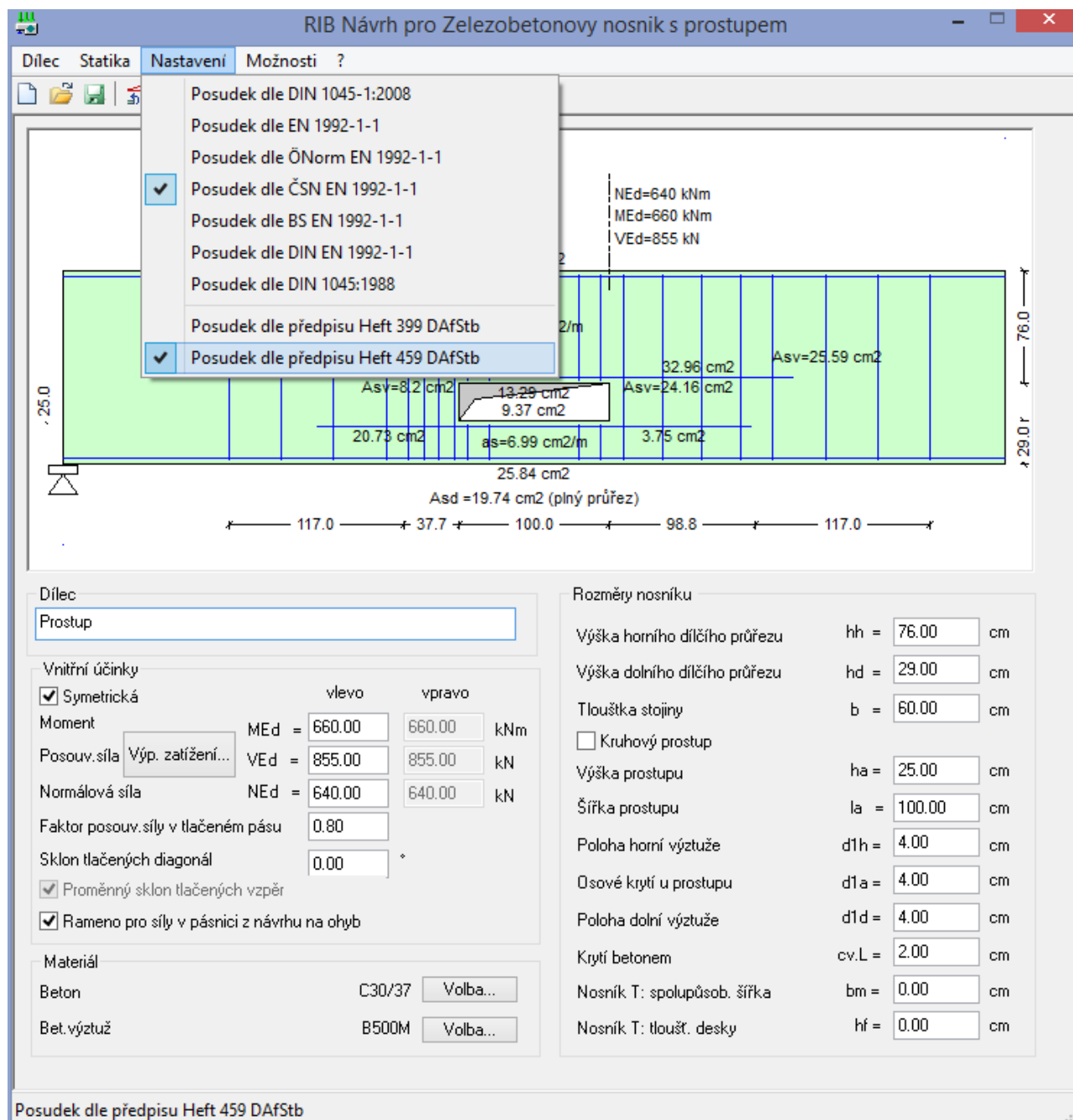


Návrh příčných prostupů metodikou Heft 459 v softwarech RIBTEC® RIBtec RTbalken, RTfermo a RTec kompakt – RTool/Prostup verze 14.0

Nové programové verze 14.0 statických softwarů RIBtec RTbalken, RTfermo a program Prostup z edice RTec kompakt – RTool umožňují pro posouzení a návrh dodatečné výztuže příčných prostupu nastavit vedle původní, starší metodiky Heft 399, novější metodiku Heft 459, která využívá principu příhradové analogie a rozlišuje tzv. malé a velké příčné prostupy.



RIB Návrh pro Zelezobetonovy nosnik s prostupem

Dílec Statika **Nastavení** Možnosti ?

- Posudek dle DIN 1045-1:2008
- Posudek dle EN 1992-1-1
- Posudek dle ÖNorm EN 1992-1-1
- Posudek dle ČSN EN 1992-1-1
- Posudek dle BS EN 1992-1-1
- Posudek dle DIN EN 1992-1-1
- Posudek dle DIN 1045:1988
- Posudek dle předpisu Heft 399 DAfStb
- Posudek dle předpisu Heft 459 DAfStb

NED=640 kNm
MEd=660 kNm
VEd=855 kN

Asv=8.2 cm²
13.29 cm²
9.37 cm²
20.73 cm²
as=6.99 cm²/m
32.96 cm²
Asv=24.16 cm²
Asv=25.59 cm²
3.75 cm²
25.84 cm²
Asd = 19.74 cm² (plný průřez)

117.0 37.7 100.0 98.8 117.0

25.0 76.0 29.0 r

Dílec: Prostup

Vnitřní účinky

Symetrická

	vlevo	vpravo	
Moment	MEd = 660.00	660.00	kNm
Posouv. síla	VEd = 855.00	855.00	kN
Normálová síla	NEd = 640.00	640.00	kN
Faktor posouv. síly v tlačeném pásu	0.80		
Sklon tlačených diagonál	0.00		

Proměnný sklon tlačených vzpěr

Rameno pro síly v pásnici z návrhu na ohyb

Materiál

Beton: C30/37 Volba...

Bet. výztuž: B500M Volba...

Rozměry nosníku

Výška horního díličího průřezu: hh = 76.00 cm

Výška dolního díličího průřezu: hd = 29.00 cm

Tloušťka stojny: b = 60.00 cm

Kruhový prostup

Výška prostupu: ha = 25.00 cm

Šířka prostupu: la = 100.00 cm

Poloha horní výztuže: d1h = 4.00 cm

Osové krytí u prostupu: d1a = 4.00 cm

Poloha dolní výztuže: d1d = 4.00 cm

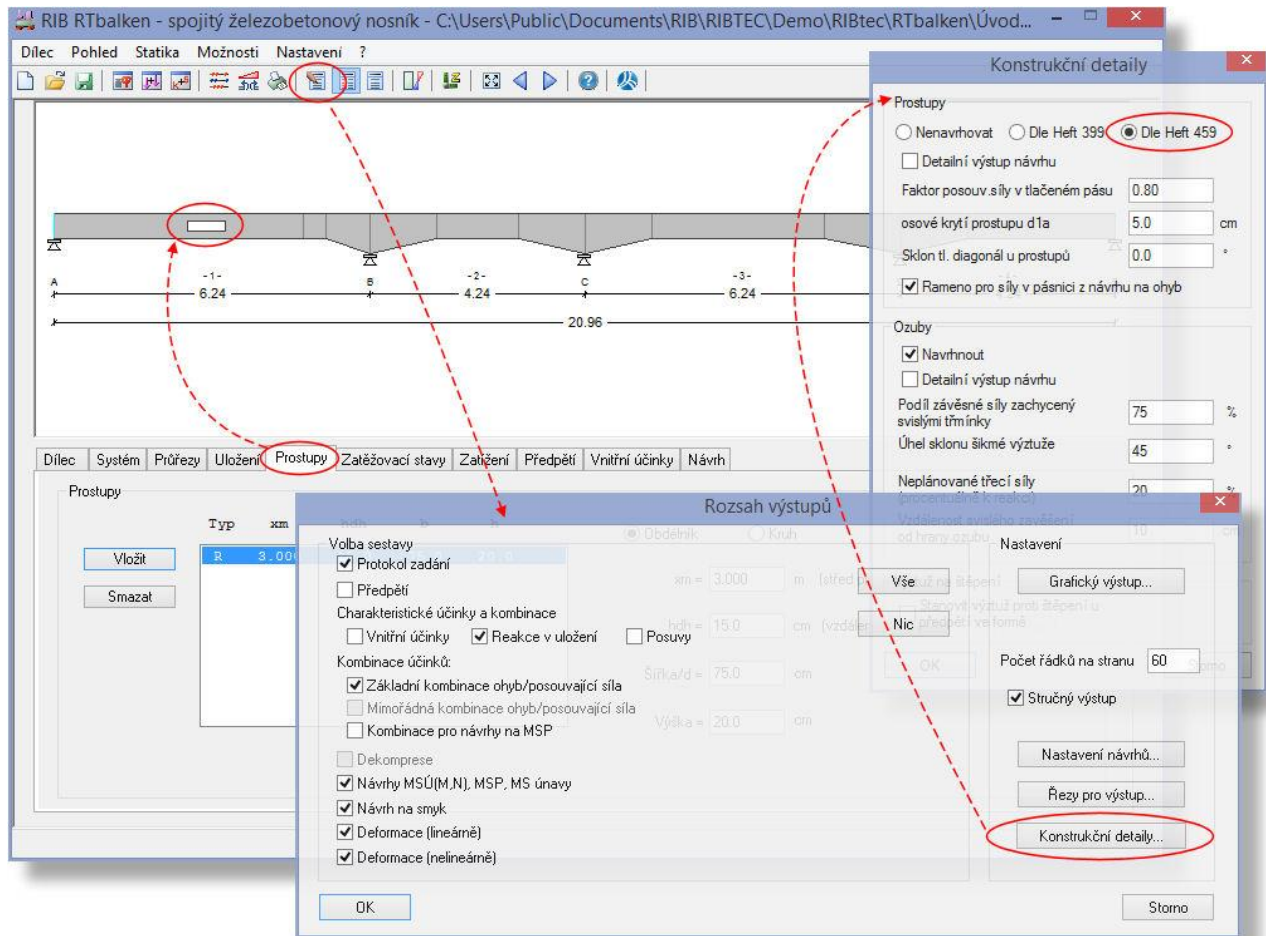
Krytí betonem: cv.L = 2.00 cm

Nosník T: spolupůsob. šířka: bm = 0.00 cm

Nosník T: tloušť. desky: hf = 0.00 cm

Posudek dle předpisu Heft 459 DAfStb

Obr. 1 Volba metodiky návrhu prostupu v RTec kompakt RTool

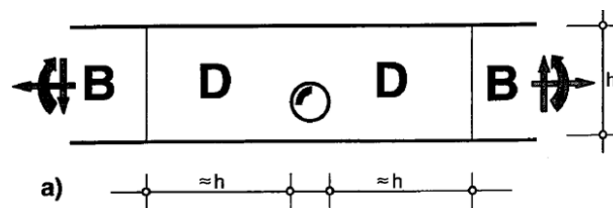


Obr. 2 Definice a nastavení návrhu prostupů v RTbalken, resp. analogicky v RTfermo

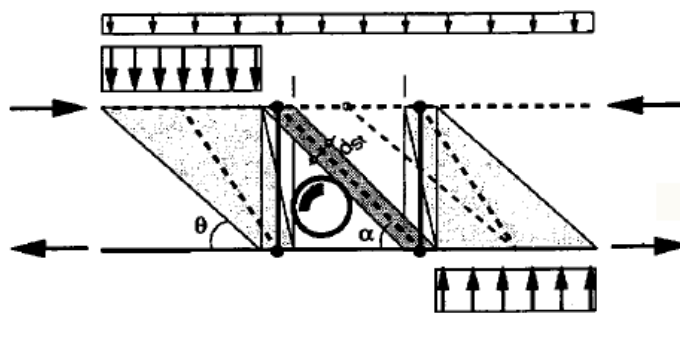
1.1 Postup algoritmu návrhu a posouzení prostupu

1.1.1 Varianta řešení „Malý prostup“

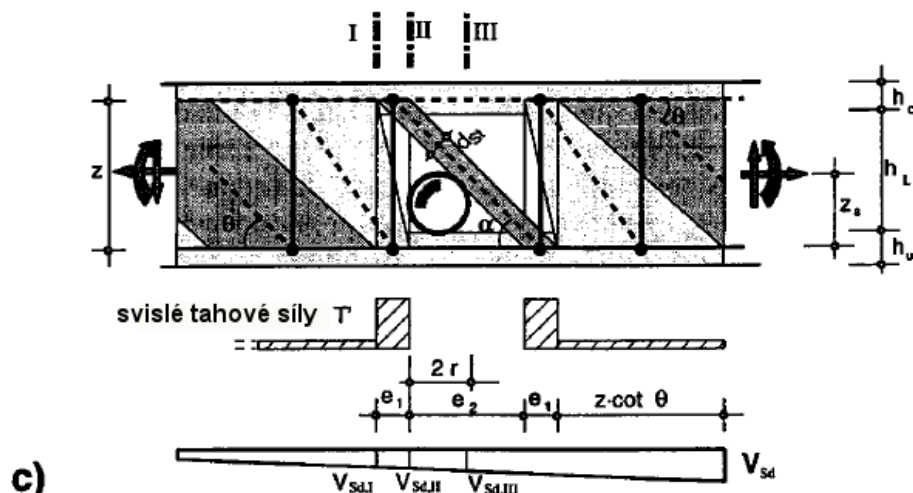
Algoritmus návrhu prostupu se pokouší v 1. kroku řešit prostup metodou pro malé prostupy, konkrétně ve smyslu obrázků obr. 3.2 a 3.3 metodiky Heft 459.



Obr. 3a Malý prostup Heft 459, oblasti diskontinuity



Obr. 3b Malý prostup Heft 459, příhradová analogie pro svislou výztuž a tlačení pás



Obr. 3c Malý prostup Heft 459, celkový výpočetní model s přechodovou oblastí

Šířka oblasti prostupu:	$e_2 = z \cot \alpha - e_1$
Svislá síla v závěsu před prostupem:	$T = V_{Sd,I} \quad T' = \frac{T}{e_1} \quad \text{kde:} \quad e_1 = \frac{d_{st}}{\sin \alpha}$
Svislá síla v závěsu za prostupem:	$T = V_{Sd,II} \quad T' = \frac{T}{e_1}$
Šířka diagonály:	$d_{st} = z \cos \alpha - \frac{1}{2} h_u \cos \alpha - r(1 + \cos \alpha + \sin \alpha)$ $\alpha \geq \theta_{\min}$ z: vnitřní rameno h _u : výška solního pásu α: úhel sklonu r: poloměr kruhového prostupu
Napětí v diagonále:	$\sigma_{st} = \frac{V_{Sd,II}}{b d_{st} \sin \alpha} < v f_{cd} = f_{c,wd}$
Síla v taženém pásu:	$T = \frac{M_{Sd,s}}{z} + \frac{ V_{Sd,III} }{2 \tan \alpha} + N$
Síla v tlačném pásu:	$C = -\frac{M_{Sd,s}}{z} + \frac{ V_{Sd,III} }{2 \tan \alpha} \quad M_{Sd,s} = M_{Sd,III} - N_{Sd,III} z_s$

Obr. 4 Malý prostup Heft 459, výpočet veličin v modelu dle obr. 3a-c

Při postupu jako u Malého prostupu může nastat situace, že toto řešení neumožňují konkrétní zadané geometrické podmínky nebo dojde k překročení únosného tlakového napětí v betonu. V těchto případech program vypíše hlášení:

Návrh jako "Malý prostup" není možný

a výpočet pokračuje dále řešením pro velké prostupy.

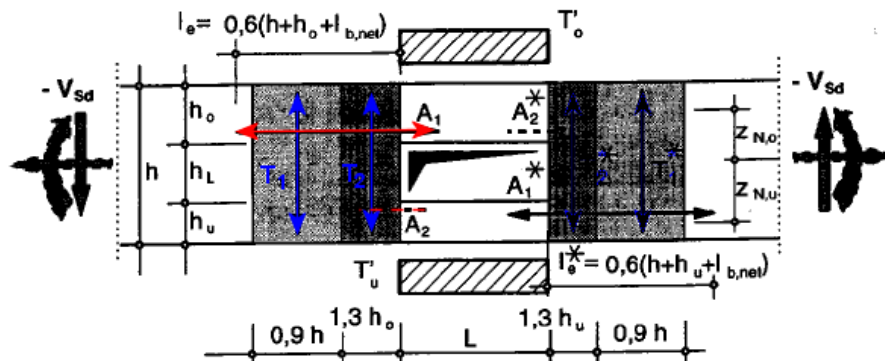


Program informativně počítá a tiskne výsledky i pro případ nesplnění podmínek Malého prostupu, což uživateli umožňuje dle vlastního uvážení zhodnotit míru jejich nesplnění a případně zadání.

Tip: V případě překročení únosného tlakového napětí v betonu lze požadovaný prostup provést např. zvětšením tloušťky stojiny nebo použitím vyšší třídy betonu.

1.1.2 Varianta řešení „Velký prostup“

V případě nesplnění některé z podmínek pro Malý prostup, pokračuje řešení prostupu metodou pro velké prostupy, konkrétně ve smyslu obrázků obr. 4.31a a 4.32 metodiky Heft 459.



Obr. 5 Velký prostup Heft 459, model pro zápornou posouvající sílu vlevo od prostupu, resp. kladnou posouvající sílu vpravo od prostupu

Návrh dodatečné výztuže v horním a dolním pásu:

$$A_1 = \frac{M_{Sd,o} - N_{Sd,o} z_{s,o}}{z_o} + \frac{|V_{Sd,o}|}{2 \tan \theta_o} + N_{Sd,o}$$

$$A_2 = \frac{-M_{Sd,u} + N_{Sd,u} z_{s,u}}{z_u} + \frac{|V_{Sd,u}|}{2 \tan \theta_u}$$

$$T_{u/o} = \frac{|V_{Sd,u/o}|}{z_{u/o} \cot \theta_{u/o}}$$

Tahové síly v závěsech:

$$T_{1,V} = |V_{Sd}|$$

$$T_{1,M} = - \frac{1,3 A_1 h_o h_u + 1,6 A_2 h_u (0,8 h_o + 1,1 h_L)}{0,7 h^2 + h_o h} \geq 0$$

$$T_{1,N} = N \frac{z_{N,u} z_{N,o}}{(z_{N,u} + z_{N,o}) (0,9 h + 1,3 h_o)}$$


$$T_1 = T_{1,V} + T_{1,M} + T_{1,N}$$

$$T_{2,V} = |V_{Sd,o}|$$

$$T_{2,M} = \frac{1,6 A_1 h_o (0,8 h_u + 1,1 h_L) + 1,3 A_2 h_u h_o}{0,7 h^2 + h_o h} \geq 0$$

$$T_{2,N} = - N \frac{z_{N,u} z_{N,o}}{(z_{N,u} + z_{N,o}) (0,9 h + 1,3 h_o)}$$

$$T_2 = T_{2,V} + T_{2,M} + T_{2,N}$$

 Uvedené vztahy vyplývají z obecnějšího výpočetního modelu, ve kterém byly některé veličiny pevně dosazeny na takové hodnoty, aby zjednodušená formulace vztahů pokrývala co nejširší spektrum stavebně-praktických případů a současně bylo při dodržení únosných napětí v horním a dolním pásu, vyloučeno překročení tlakových napětí před prostupem. K této situaci by mohlo dojít, pokud by se jednalo o velmi plochý prostup s vysokým podílem posouvající síly. Pro tyto případy pak není použití této metodiky vhodné.

Pro kladnou posouvající sílu vlevo od prostupu, resp. zápornou posouvající sílu vpravo od prostupu platí analogicky převrácené vztahy.

1.2 Vzájemná rozteč prostupů a vzdálenost od podpor

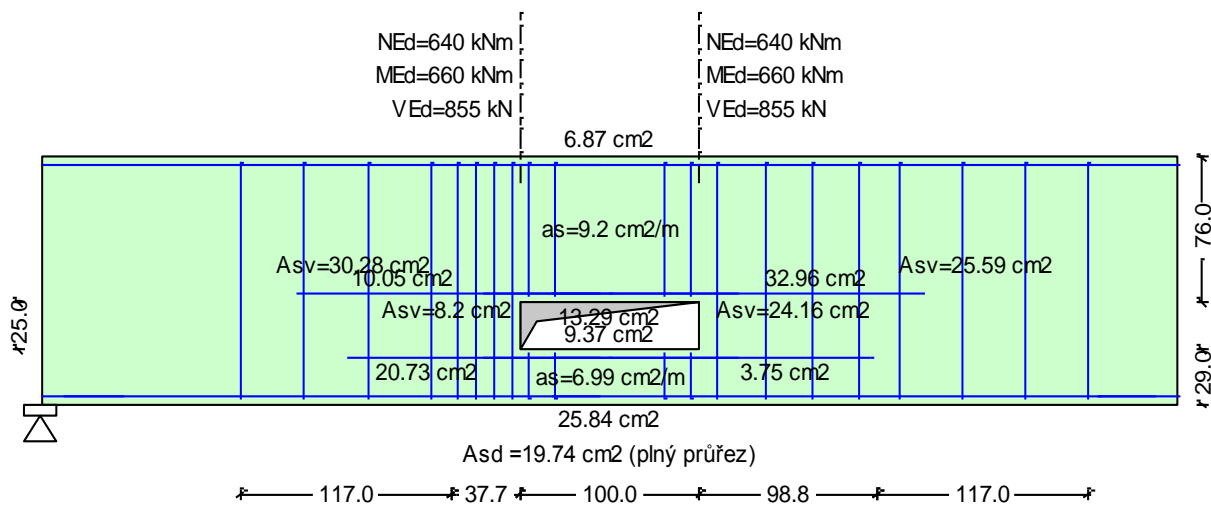
Neexistuje explicitní podmínka pro vzájemnou rozteč prostupů a jejich vzdálenost od podpor. Proto se v případě metodiky Heft 459, na rozdíl od metodiky Heft 399, v programech RIBtec RTbalken a RTfermo žádná vzdálenost nekontroluje. V konečném důsledku je v limitních případech pro tyto rozteče a vzdálenosti rozhodující geometrická možnost vytvoření únosné tláčené diagonály. Sklon tláčené diagonály α může být nově zadaným vstupním parametrem. Při ponechání standardního nastavení $\alpha = 0^\circ$ si program sklon tláčené diagonály počítá sám. Program interně provádí určité kontroly smysluplnosti a proveditelnosti zadání; nelze však automaticky zkontrolovat vše. Např. je možné uvažovat malý prostup při $\cot(\alpha)=3.0$, což cca odpovídá rozteči kruhových prostupů $3.0 \cdot \emptyset$. Při dalším zvětšování sklonu tláčené diagonály však tuto již nelze geometricky sestavit.



Přes vše výše uvedené je třeba zdůraznit, že pro navrhování příčných prostupů nosníkem neexistují žádné obecné „kuchařské předpisy“ a nelze proto plně zautomatizovat a naprogramovat veškeré možné případy.

1.3 Příklad výpočtu s nesplněním podmínek malého prostupu

RIB Návrh prostupu železobetonovým nosníkem © 2014 RIB Software AG



Vlastnosti materiálu:

Druh betonu C30/37	návrhová hodn. beton	$f_{cd} = 20.0$	MN/m ²
Výztuž B500M	Návrh. hodnota výztuže	$f_{yd} = 434.8$	MN/m ²

Data průřezu

Šířka	$b = 60.0$	cm
Poloha výztuže	$d_{1h} = 4.0$	cm
	$d_{1d} = 4.0$	cm
Prostup	$d_{1a} = 4.0$	cm
Krytí betonem	$cv.L = 2.0$	cm

Metodika návrhu Heft 459 DAfStB / ČSN EN 1992-1-1

Návrh jako "Malý prostup" není možný

Výška tlačené zóny $x_d = 6.9$ cm; tlač.pás = 76.0 cm; $\theta = 21.8^\circ$

Výpočet dle obrázku 3.2/3.3 (konstantní tlakové pole)

$V_{Ed} = 855.0$ kN $d_{St} = 31.2$ cm

$\alpha = 21.8^\circ$

$\sigma_{cd} = 12.3 > \eta \cdot f_{cd} = 10.6$ MN/m² ***

Posudek není možný

Návrh pásu na ohyb s normálovou silou

	MEd-l	NEd-l	VEd-l	MEd-r	NEd-r	VEd-r	MEd0
	660.0	640.0	855.0	660.0	640.0	855.0	660.0 kNm, kN
h	-248.5	-116.8	684.0	435.5	-116.8	684.0	
d	-62.1	756.8	171.0	108.9	756.8	171.0	

Bod nulového momentu k hraně prostupu $x_{0-l/r} = 36.3 \quad 63.7$ cm

Horní pás : $N_h = -M_{Ed0} / z = 660.0$ kNm / 1.24 m = -533.9 kN

Dolní pás : $N_d = -N_h$ (z z návrhu na ohyb) = 533.9 kN

Normálová síla v pásnici z Nm = 640.0 kN $N_h-N = 417.0$ kN

$N_d-N = 223.0$ kN

Faktor $F = V_h$ (tlač. pás) / V_d (taž.pás): zvoleno 0.80

Posouv. síla v pásnicích $V_h = 0.80 * 855.0$ kN = 684.0 kN

$V_d = 0.20 * 855.0$ kN = 171.0 kN

Návrh horního pásu na ohyb s normálovou silou

$M_{h-l} = -248.5$ kNm

$N_{h-l} = -116.8$ kN

$M_{h-p} = 435.5$ kNm

$N_{h-p} = -116.8$ kN

Horní pás nahoře $A_{sh} = 6.87$ cm²

Horní pás dole $A_{sd} = 13.29$ cm²

Návrh dolního pásu na ohyb s normálovou silou

$M_{d-l} = -62.1$ kNm

$N_d * e_d = 533.9 * 0.105 = \Delta$ $M_{d-l} = 56.1$ kNm

$N_{d-l} = 756.8$ kN

$M_{d-p} = 108.9$ kNm

$N_d * e_d = 533.9 * 0.105 = \Delta$ $M_{d-r} = 56.1$ kNm

$N_{d-p} = 756.8$ kN

Dolní pás horní : $A_{sh} = 9.37$ cm²

Dolní pás dolní : $A_{sd} = 25.84$ cm²

Návrh na smyk pásnic

Horní pás:

Návrhová hodnota posouvající síly $V_{Sd} = 684.00$ kN

Smyková únosnost $V_{Rdc} = 182.65$ kN

Únosnost na posouv.sílu $V_{Rdmax} = 1494.50$ kN

Sklon tlačných vzpěr $\theta = 21.80^\circ$

Nut. průřez třmínek $a_s = 9.20$ cm²/m

Dolní pás :

Návrhová hodnota posouvající síly $V_{Sd} = 171.00$ kN

Smyková únosnost $V_{Rdc} = 0.00$ kN

Únosnost na posouv.sílu $V_{Rdmax} = 491.59$ kN

Sklon tlačných vzpěr $\theta = 21.80^\circ$

Nut. průřez třmínek $a_s = 6.99$ cm²/m

Výztuž na zavěšení dle obr. 4.31/4.32

	vlevo	prostup	vpravo
l	117.0	37.7 100.0	98.8 117.0 cm
Asv	30.28	8.20	24.16 25.59 cm ²

Přídavek podélné výztuže pásu

HH prostupu vlevo $A_{sl} = 10.05$ cm², $l_e = 123.6$ cm

HH prostupu vpravo $A_{sl} = 32.96$ cm², $l_e = 123.6$ cm

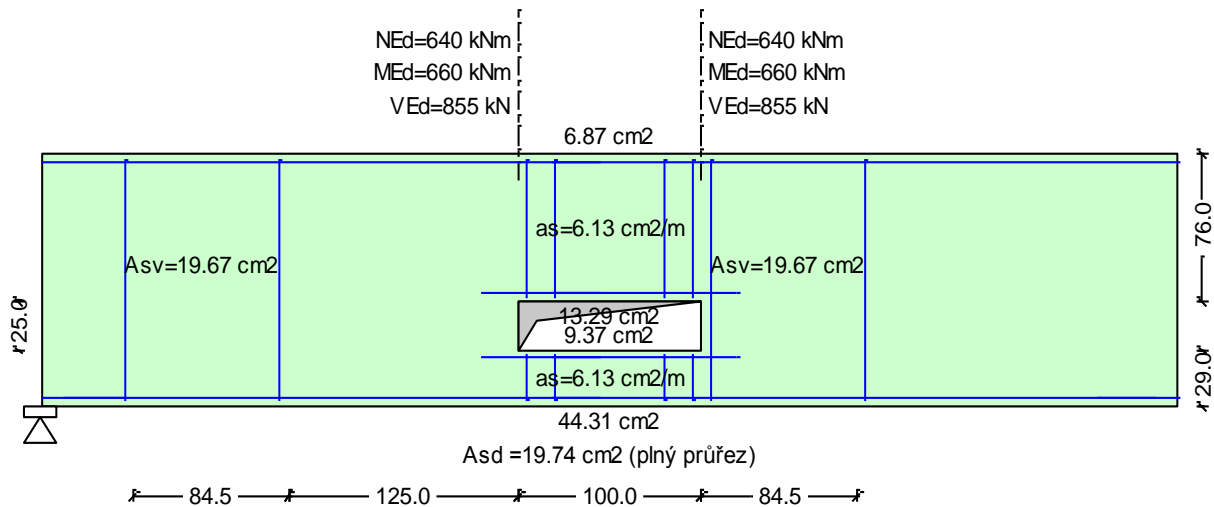
DH prostupu vlevo $A_{sl} = 20.73$ cm², $l_e = 95.4$ cm

DH prostupu vpravo $A_{sl} = 3.75$ cm², $l_e = 95.4$ cm

Stykovací délka = $l_e + 0.6 * l_{bd}$

1.4 Upravený příklad výpočtu se splněním podmínek malého prostupu

RIB Návrh prostupu železobetonovým nosníkem © 2014 RIB Software AG



Vlastnosti materiálu:

Druh betonu C30/37 návrhová hodn.beton $f_{cd} = 20.0$ MN/m²
 Výztuž B500M Návrh. hodnota výztuže $f_{yd} = 434.8$ MN/m²

Data průřezu

Šířka $b = 70.0$ cm
 Poloha výztuže $d_{lh} = 4.0$ cm
 $d_{ld} = 4.0$ cm
 Prostup $d_{la} = 4.0$ cm
 Krytí betonem $cv.L = 2.0$ cm

Metodika návrhu Heft 459 DAfStB / ČSN EN 1992-1-1

Návrh jako "Malý prostup" dle obrázku 3.2/3.3

Výška tlačené zóny $x_d = 6.4$ cm; tlač.pás = 76.0 cm; $\theta = 21.8^\circ$

Výpočet dle obrázku 3.2/3.3 (konstantní tlakové pole)

$V_{Ed} = 855.0$ kN $d_{St} = 31.4$ cm
 $\alpha = 21.8^\circ$
 $\sigma_{cd} = 10.5 < \eta \cdot f_{cd} = 10.6$ MN/m²

Výztuž na zavěšení	e (cm)	Asv (cm ²)
vlevo	84.5	19.66
	125.0	0.00
L-prostup	100.0	
vpravo	84.5	19.66

Min.třmínková výztuž horního pás $as_b = 6.13$ cm²/m
 dolní pás $as_b = 6.13$ cm²/m

Výztuž taženého pásu $As_z = 44.31$ cm²