

Výuková příručka



Obsah

Přípoj sloupu s patním plechem.....	3
Přípoj sloupu zabetonováním.....	16

Přípoj sloupu s patním plechem

Zadání

V rámci tohoto příkladu stanovíme momentovou únosnost patky svařovaného sloupu s náběhy a zatíženého tlakovou normálovou silou $N_x = 500\text{kN}$ a ohybovým momentem $M_y = 60\text{kNm}$, který je připojen pomocí patního plechu a kotevních šroubů ve vrtaných kanálcích. Je použita ocel EN 10025:Fe360 a beton C20/25. Jedná se o rámovou konstrukci s neposuvnými styčníky.

Sloup: $b = 150\text{mm}$, $h = 300\text{mm}$, $t_w = 12\text{mm}$, $t_f = 16\text{mm}$

Náběhy: $t_w = 16\text{mm}$, $h_w = 90\text{mm}$, $L_w = 300\text{mm}$, $L_f = 50\text{mm}$, $a_w = 6\text{mm}$

Základ: $b_b = 1600\text{mm}$, $a_b = 1600\text{mm}$, $h_b = 1000\text{mm}$, $t_g = 30\text{mm}$

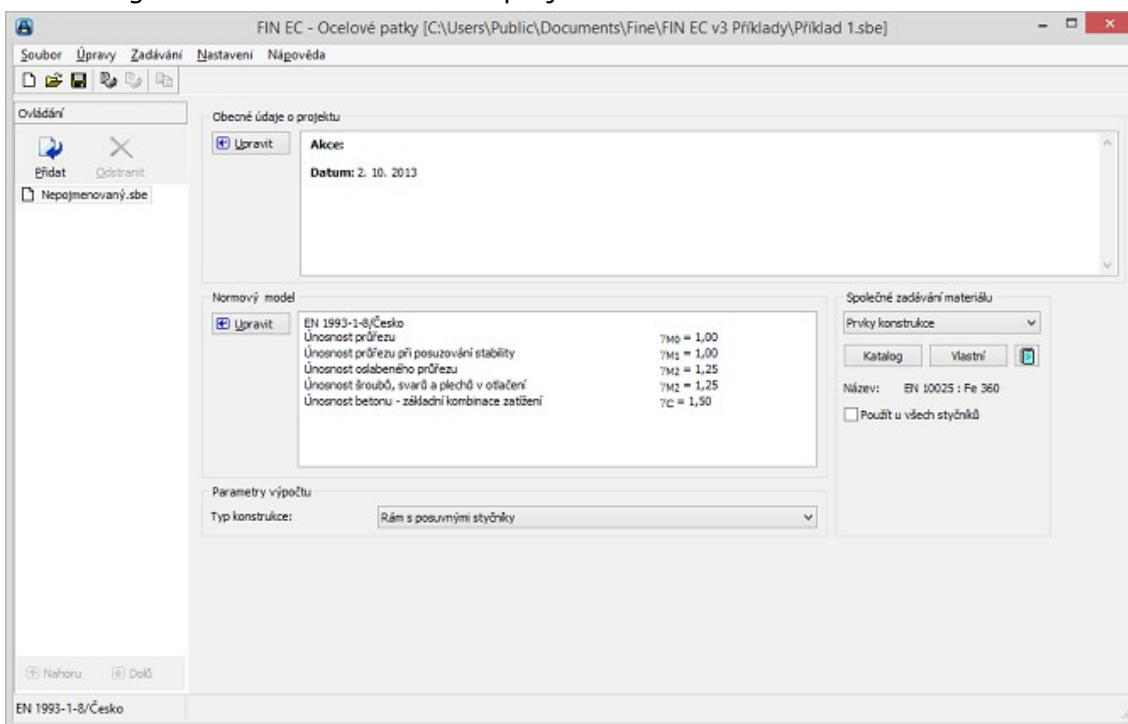
Svary: $a_{w,f} = 8\text{mm}$; $a_{w,w} = 6\text{mm}$

Patní plech: $b_p = 180\text{mm}$, $h_p = 510\text{mm}$, $t_p = 30\text{mm}$, $a_l = -105\text{mm}$

Šrouby: M24 třídy 10.9, $w_l = 45\text{mm}$, $e = [50, 410]\text{mm}$

Vytvoření nového styčníku

Po spuštění programu "**Ocelové patky**" se zobrazí základní obrazovka programu. Jako první operaci provedeme uložení projektu. Pro uložení můžeme využít například klávesovou zkratku Ctrl+S. V dialogovém okně zadáme název projektu "**Příklad 1.sbe**".



Úvodní obrazovka

Nejprve stisknutím tlačítka "**Upravit**" v sekci "**Normový model**" spustíme dialogové okno, kde vybereme příslušnou národní přílohu (v našem případě "**Česko**"). Dle této přílohy se automaticky nastaví příslušné hodnoty dílčích součinitelů spolehlivosti.

Volba normy

Národní příloha:
Česko

Dílčí součinitele spolehlivosti:

Součinitele pro ocelové konstrukce:

Únosnost průřezu	γ_{M0}	=	<input type="text" value="1,00"/>	[-]	EN 1993-1-1 - kap.6.1
Únosnost průřezu při posuzování stability	γ_{M1}	=	<input type="text" value="1,00"/>	[-]	EN 1993-1-1 - kap.6.1
Únosnost oslabeného průřezu	γ_{M2}	=	<input type="text" value="1,25"/>	[-]	EN 1993-1-1 - kap.6.1
Únosnost šroubů, svarů a plechů v otláčení	γ_{M2}	=	<input type="text" value="1,25"/>	[-]	EN 1993-1-8 - kap.2.2

Součinitele pro betonové konstrukce:

Únosnost betonu - základní kombinace zatížení	γ_C	=	<input type="text" value="1,50"/>	[-]	EN 1992-1-1 - kap.2.4.2.4
---	------------	---	-----------------------------------	-----	---------------------------

Použít aktuální nastavení jako výchozí při spuštění

OK Storno

Volba normy

Jelikož veškeré prvky v zadání mají shodný materiál, můžeme použít nástroj "**Společné zadávání materiálu**" a zadat pevnostní třídy pro všechny prvky spoje. Nejprve ze seznamu vybereme položku "**Prvky konstrukce**" a po stisknutí tlačítka "**Katalog**" zadáme požadovaný materiál (řada materiálu "**Ocel EC3**", třída "**EN 10025: Fe360**").

Společné zadávání materiálu

Prvky konstrukce

Katalog Vlastní

Název: EN 10025 : Fe 360

Použít u všech styčnicků

Zadávání společného materiálu

Materiál se do všech prvků projektu přiřadí po zaškrtnutí políčka "**Použít u všech styčnicků**". S ohledem na možnost přepsání již zadaných dat program upozorňuje na rozsah platnosti společného zadávání materiálu. Toto okno potvrdíme tlačítkem "**OK**".

Otázka

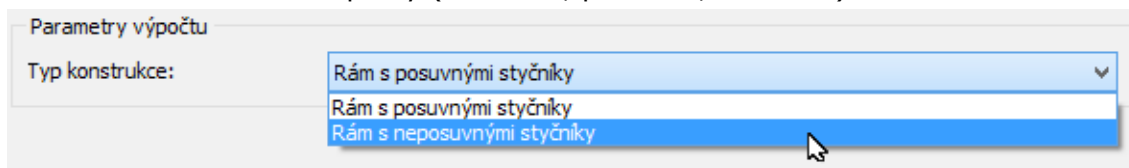
Materiál pro "Prvky konstrukce" bude přiřazen všem styčnickům.
Chcete pokračovat dál?

OK Storno

Přiřazení společného materiálu všem styčnickům v projektu

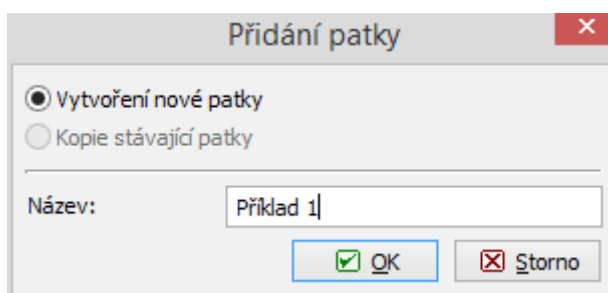
Následně ze stejného seznamu vybereme položku "**Patka sloupu**" a opět po stisknutí tlačítka "**Katalog**" zadáme požadovaný materiál (pevnostní třída "**C20/25**"). Přiřazení všem úlohám v projektu opět dokončíme zaškrtnutím "**Použít u všech styčnicků**". Stejným způsobem zadáme materiál i pro položku "**Podkladní beton**". Pokud je použit společný materiál, nelze již

dodatečně měnit materiál u jednotlivých prvků. V rámu "**Parametry výpočtu**" nastavíme typ konstrukce na "**Rám s neposuvnými styčníky**". Tento parametr je důležitý pro výpočet tuhosti a následného zatřídění patky (kloubová, polotuhá, vetknutá).



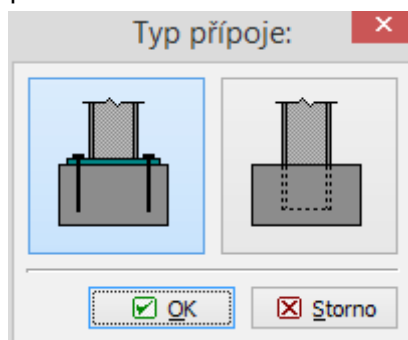
Nastavení typu konstrukce

Po nastavení všech společných parametrů můžeme začít zadávat patku. Průvodce vytvořením nové patky, spustíme stisknutím tlačítka "**Přidat**" v záhlaví ovládacího stromečku. Nejprve se objeví dialogové okno, kde zaškrtneme tlačítko "**Vytvoření nové patky**" a zadáme vlastní název "**Příklad 1**".



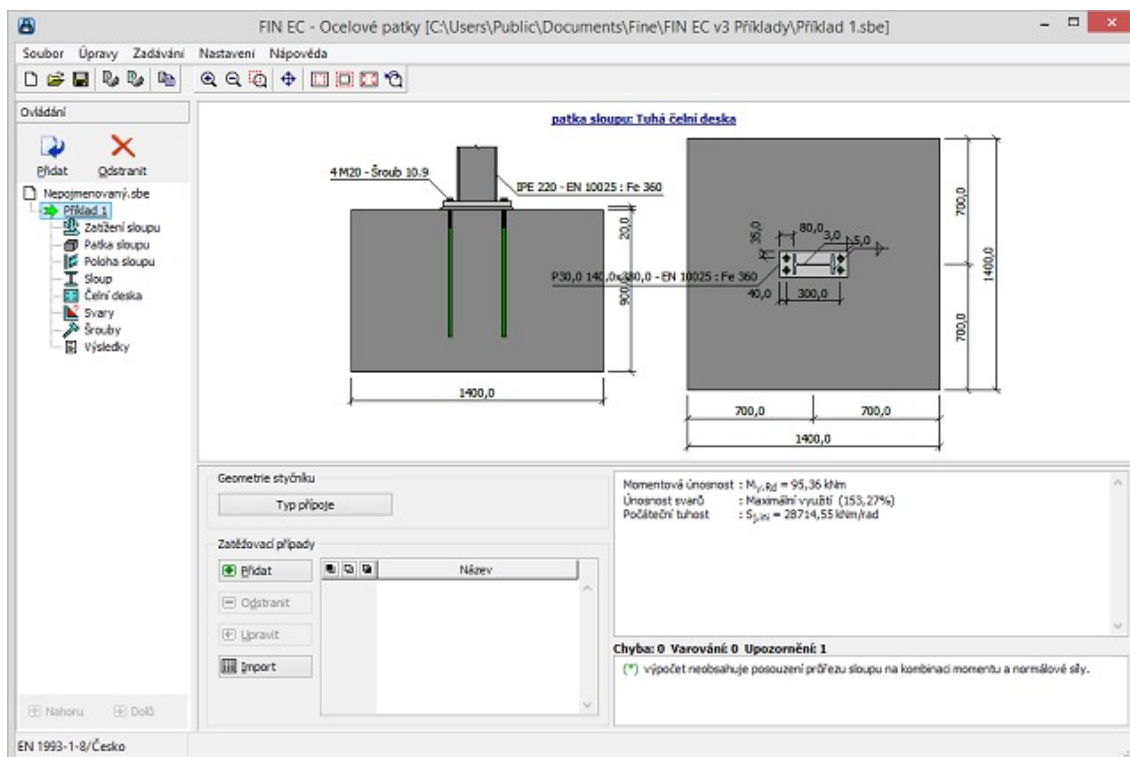
Dialogové okno pro přidání nové patky

Po zmáčknutí tlačítka "**OK**" se spustí dialogové okno pro výběr typu patky, ve kterém zvolíme připojení sloupu pomocí patního plechu.



Dialogové okno pro zadání typu patky

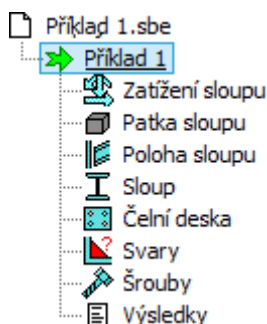
Po zmáčknutí tlačítka "**OK**" se v ovládacím stromečku objeví nový styčník včetně všech jeho součástí (patka, čelní deska, svary apod.).



Nově vytvořená patka

Zadávání jednotlivých částí patky

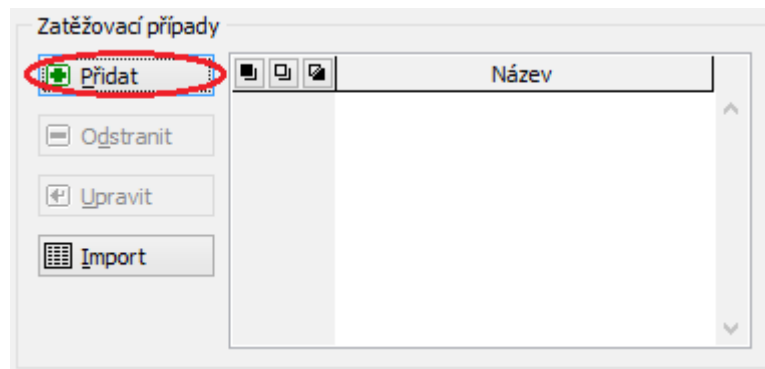
Výpočtové parametry styčnicku se zadávají v jednotlivých částech, které jsou uspořádány v ovládacím stroměčku. Rozsah zadání se liší dle zvoleného typu patky.



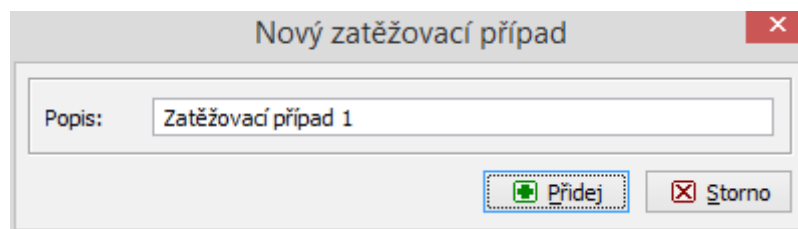
Popis jednotlivých uzlů v zadávacím stroměčku

V průběhu zadání projdeme všechny uzly zadávacího stroměčku a nastavíme hodnoty tak, aby odpovídaly našemu zadání.

Aby bylo přístupné zadávání zatížení, je nutné nejdříve vytvořit minimálně jeden zatěžovací případ v rámu "**Zatěžovací případy**" na úvodní obrazovce styčnicku. Zatěžovacím případem rozumíme kombinaci návrhových hodnot normálové síly, ohybového momentu a posouvající síly v patě sloupu, které se ve stejném okamžiku vyskytují v konstrukci. Počet zadaných zatěžovacích případů není omezen. Stisknutím tlačítka "**Přidat**" v sekci zatěžovací případy, spustíme dialogové okno, ve kterém lze nejprve upravit název zatěžovacího případu a poté stisknutím tlačítka "**Přidat**" vytvořit nový zatěžovací případ. Dalšími tlačítky "**Odebrat**" a "**Upravit**" lze aktuálně označený zatěžovací případ odstranit resp. upravit jeho název.



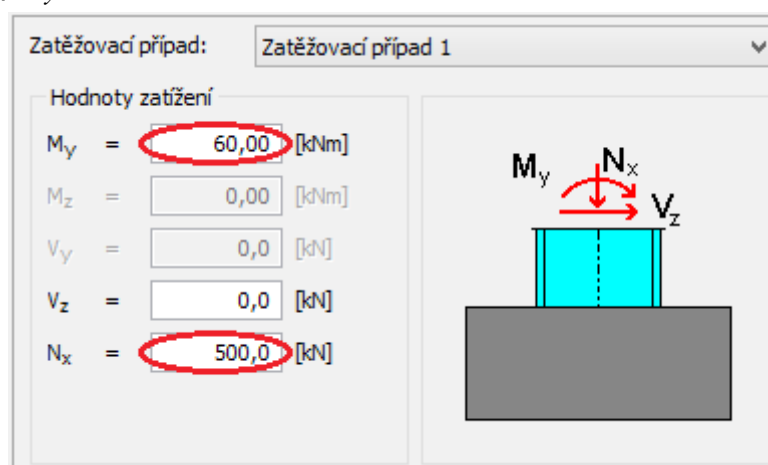
Zadávací okno "Zatěžovací případy"



Zadávací okno "Nový zatěžovací případy"

Zatížení sloupu



Pokud je zadán minimálně jeden zatěžovací případ, je přístupné další zadávání zatížení sloupu. Hodnotu normálové síly 500kN ze zadání použijeme pro položku N_x , ohybový moment 60kNm zadáme do kolonky M_y .



Část "Zatížení sloupu"

Patka sloupu

V tomto okně zadáme rozměry betonového základu (b_b - půdorysná šířka, a_b - půdorysná výška, h_b - výška) a tloušťku podkladního betonu t_g . Zadávání materiálu je nepřístupné, protože je používán společný materiál.

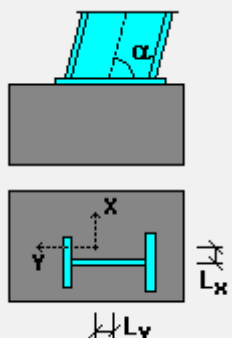
Geometrie		Materiál	
Patka sloupu:			
$b_b =$	<input type="text" value="1600,0"/>	[mm]	
$a_b =$	<input type="text" value="1600,0"/>	[mm]	
$h_b =$	<input type="text" value="1000,0"/>	[mm]	
Podkladní beton:			
$t_g =$	<input type="text" value="30,0"/>	[mm]	
Patka sloupu:			
	<input type="button" value="Katalog"/>	<input type="button" value="Vlastní"/>	
Název:	<input type="text" value="C 20/25"/>		
Podkladní beton:			
	<input type="button" value="Katalog"/>	<input type="button" value="Vlastní"/>	
Název:	<input type="text" value="C 20/25"/>		

Část "Patka sloupu"

Poloha sloupu

Zde se zadává poloha a natočení sloupu. Jelikož je sloup umístěn ve středu základu a natočení je nulové, ponecháme výchozí hodnoty.

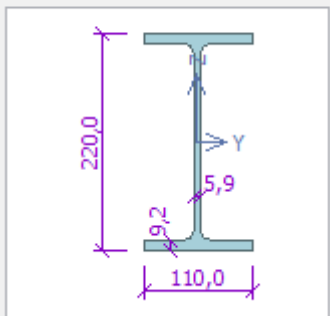
Poloha připoje		
$L_x =$	<input type="text" value="0,0"/>	[mm]
$L_y =$	<input type="text" value="0,0"/>	[mm]
$\alpha =$	<input type="text" value="0,00"/>	[°]
$\beta =$	<input type="text" value="0,00"/>	[°]



Zadávací rám v části "Poloha sloupu"

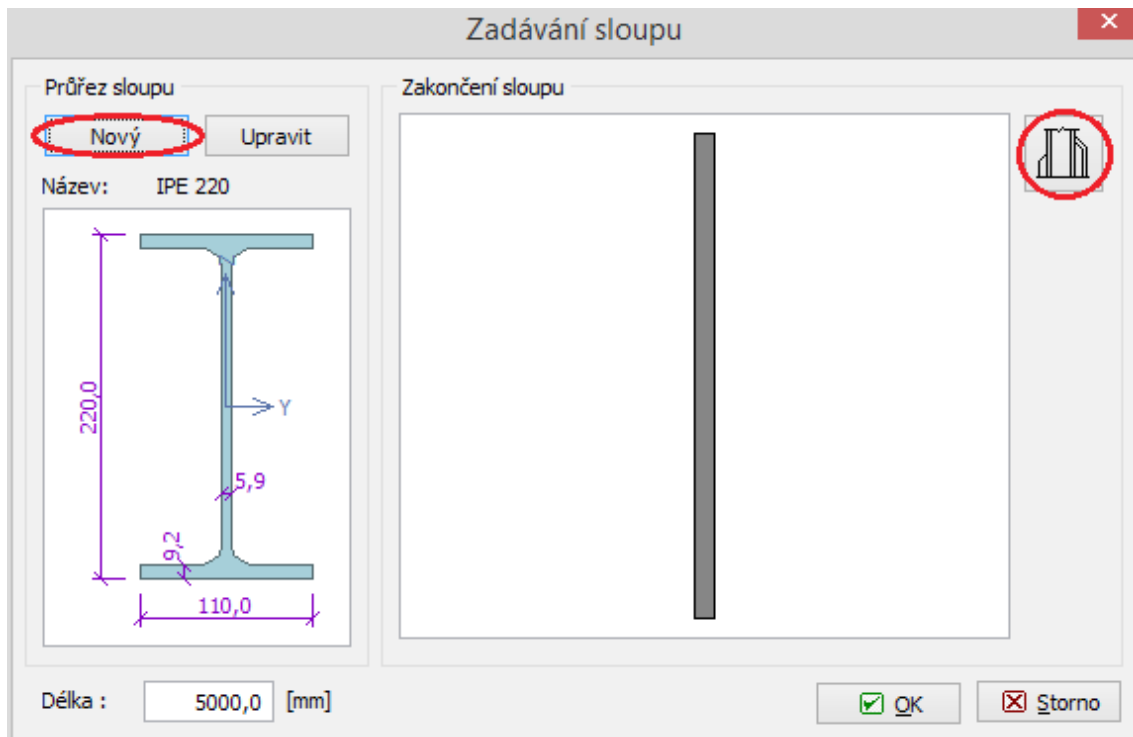
Sloup

Zadáme průřez a materiál sloupu. Dialogové okno pro editaci průřezu sloupu se spustí stisknutím tlačítka "**Upravit průřez**".

Průřez		Materiál	
<input type="button" value="Upravit průřez"/>			
IPE 220			
			
Název: EN 10025 : Fe 360			
Materiálové charakteristiky			
$f_y =$	<input type="text" value="235,0"/>	[MPa]	
$f_u =$	<input type="text" value="360,0"/>	[MPa]	

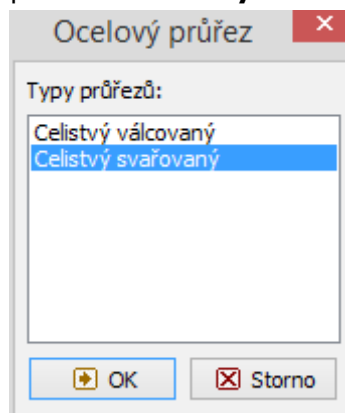
Zadávací okno "Průřez a materiál sloupu"

Po stisknutí tlačítka se zobrazí okno "**Zadávání sloupu**", kde můžeme zvolit průřez sloupu, styl zakončení a celkovou délku (důležitý údaj pro zatřídění styčnicku dle počáteční tuhosti).



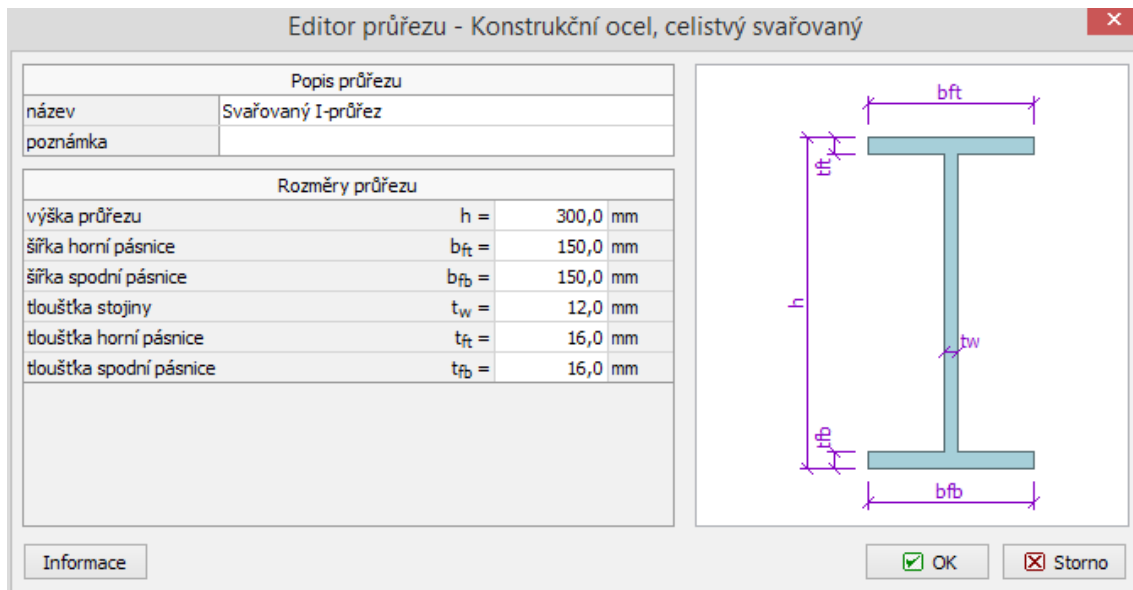
Okno pro zadávání sloupu

Zvolíme průřez sloupu. Pro zadání použijeme tlačítko "**Nový**", které otevře dialogové okno pro volbu typu průřezu. Zde označíme položku "**Celistvý svařovaný**" a zmáčkneme tlačítko "**OK**".



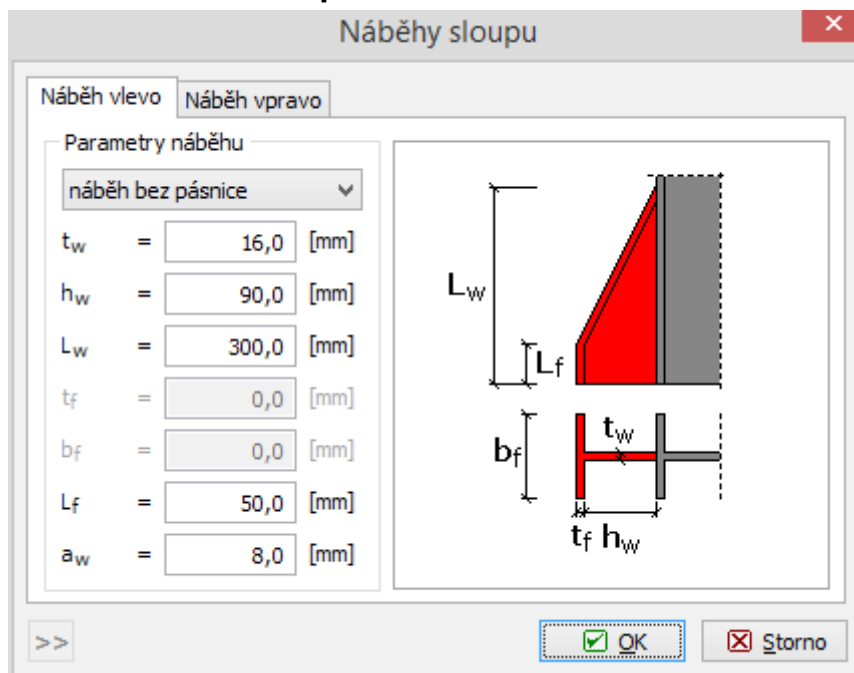
Volba typu průřezu

Tím spustíme dialogové okno pro zadávání svařovaných průřezů. Zde zadáme jednotlivé rozměry průřezu a opět potvrdíme tlačítkem "**OK**".



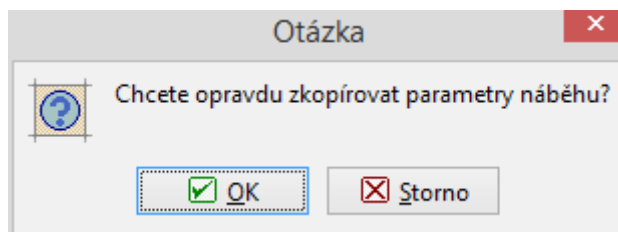
Zadávání svařovaného průřezu

Zmáčknutím tlačítka v rámu "**Zakončení sloupu**" spustíme dialogové okno pro editaci náběhu. Zde nejprve v seznamu na záložce "**Náběh vlevo**" vybereme položku "**náběh bez pásnice**" a pak zadáme jednotlivé rozměry. Jelikož je průřez sloupu symetrický, musíme zadat náběh i na druhé straně. K tomu použijeme tlačítko ">>" v levém dolním rohu, které umožňuje vzájemné kopírování všech parametrů náběhu. Nemusíme tedy zadávat shodné parametry nábhů i v záložce "**Náběh vpravo**".



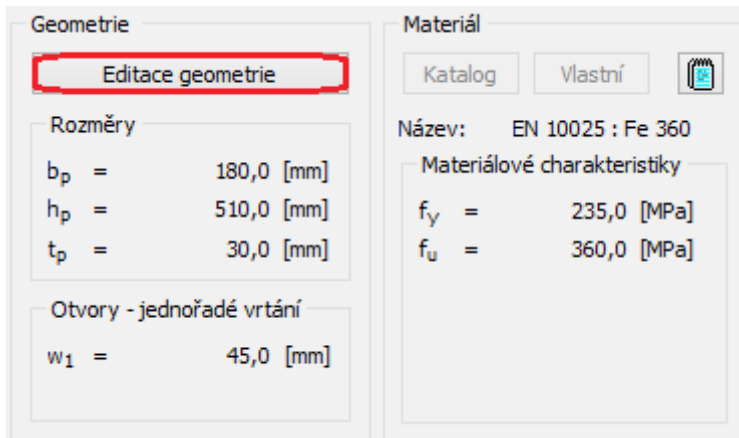
Editace parametrů náběhu sloupu

Po zmáčknutí toho tlačítka se objeví dialogové okno, které nás vyzve k potvrzení, zda chceme kopírování opravdu použít.



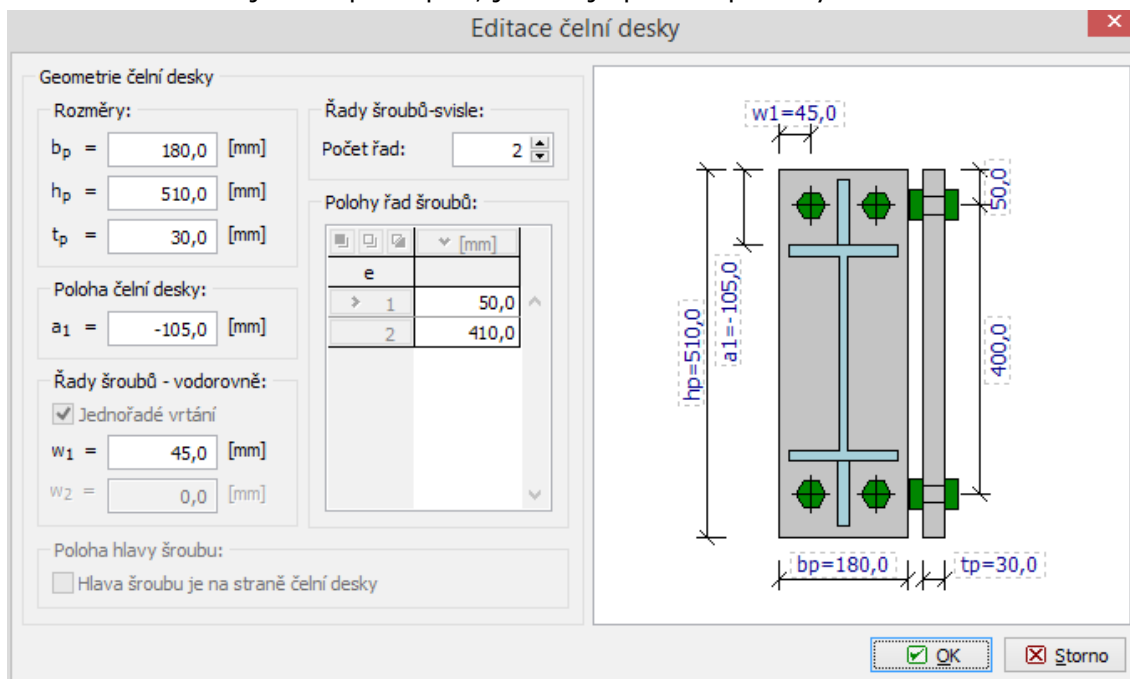
Čelní deska

Nyní zadáme geometrii a materiál čelní desky společně s polohou šroubů. Dialogové okno "Editace čelní desky" spustíme kliknutím na tlačítko "Editace geometrie".



Tlačítko pro zadání geometrie čelní desky

V tomto dialogovém okně zadáme rozměry čelní desky " b_p , h_p , t_p ", polohu čelní desky vůči horní hraně sloupu " a_1 ", vodorovnou polohu šroubů " w_1 " a nakonec svislé vzdálenosti mezi jednotlivými řadami šroubů. Pro snazší zadávání lze použít aktivní kóty v obrázku umístěném na pravé straně dialogového okna. Změnu dat potvrdíme zmáčknutím tlačítka "OK". Tlačítka pro zadávání materiálu jsou nepřístupná, jelikož je použit společný materiál.



Dialogové okno pro zadávání geometrie čelní desky a polohy šroubů

Svary

Nejprve v seznamu "**Typ svaru**" zvolíme položku "**Svar kolem dokola**". Pro tento typ zadáme pouze výšku svaru na pásnici " $a_{w,f}$ " a výšku svaru na stojině " $a_{w,w}$ ". Délky svarů jsou automaticky dopočítány dle profilu sloupu. Délku svaru můžeme měnit pokud vybereme položku "**Svar uživatelský**".

Zadávací okno "Parametry přivaření nosníku"

Šrouby

Typ šroubu zadáme kliknutím na tlačítko "**Katalog**" v sekci "**Typ šroubu**". Materiál šroubu zadáme kliknutím na tlačítko "**Katalog**" v sekci materiál šroubu.

Charakteristiky dřívku		Materiálové charakteristiky	
A_b	= 452,389 [mm]	f_{yb}	= 900,0 [MPa]
A_s	= 352,504 [mm]	f_{ub}	= 1000,0 [MPa]
d	= 24,0 [mm]		
d_0	= 26,0 [mm]		

Zadávací okno "Typ a materiál šroubů"

V dialogovém okně "**Katalog kotevních šroubů**" vybereme v prvním seznamu položku "**Šrouby lepené ve vrtných kanálech**". V seznamu s popisem "**Závit šroubu**" zvolíme položku "**M24**". Ostatní parametry ponecháme na implicitních hodnotách a zadání potvrdíme tlačítkem "**OK**".

Katalog kotevních šroubů

Druh šroubu: Šrouby lepené ve vrtaných kanálech

Hrubé šestihřanné matice

Závit šroubu: M24

Délka dřívku: 700,0 [mm]

Délka závitu: 100,0 [mm]

Podložka šroubu

Uvažovat podložky

Hrubé podložky

Označení: Šrouby lepené ve vrtaných kanálech

Název normy:

Informace OK Storno

Katalog kotevních šroubů

V dialogovém okně "**Katalog materiálů**", označíme položku "**Šroub 10.9**" a potvrdíme tlačítkem "**OK**".

Katalog materiálů - Materiál šroubů

Výběr materiálu z katalogu

- Šroub 4.6
- Šroub 4.8
- Šroub 5.6
- Šroub 5.8
- Šroub 6.8
- Šroub 8.8
- Šroub 10.9

Informace OK Storno

Katalog materiálu šroubů

Výsledky

Celkové výsledky jsou na zadávací obrazovce zobrazeny v okně umístěném v pravém dolním rohu. Obsahují maximální procentuální využití patky, rozhodující zatěžovací případ a zjednodušený výpis výsledků pro rozhodující zatěžovací případ.

Celkové posouzení : VYHOVUJE (77,94%)

Rozhodující zatížení : ZP1 - Zatěžovací případ 1

Momentová únosnost : $M_{y,Rd} = 230,40 \text{ kNm}$ (26,04%)

Únosnost svarů : Maximální využití (51,89%)

Únosnost náběhů : Maximální využití (77,94%)

Počáteční tuhost : $S_{j,ini} = 51018,47 \text{ kNm/rad}$

Chyba: 0 Varování: 0 Upozornění: 1

(*) výpočet neobsahuje posouzení průřezu sloupu na kombinaci momentu a normálové síly.

Okno s celkovými výsledky

Okno s podrobnými výsledky se zobrazí označením uzlu "**Výsledky**" v zadávacím stroměčku. Obsahuje podrobnější informace o jednotlivých únosnostech, popis rozhodujících komponent a posudky pro zadané zatěžovací případy.

Výsledky pro zatěžovací případy:

ZP1 - Zatěžovací případ 1

Momentová únosnost

Rozhodující komponenta : Patní plech v ohybu

Posouzení : $M_{y,Rd} = 230,40 \text{ kNm} > M_{y,Ed} = 60,00 \text{ kNm}$ VYHOVUJE

Únosnost svarů

Kritický bod : stojina s. n.

Maximální využití : (51,89%)

Únosnost náběhů

Levý náběh (77,94%) VYHOVUJE

Momentová únosnost : $M_{y,Rd} = 151,29 \text{ kNm}$ (18,45%)

Smyková únosnost : $V_{z,Rd} = 651,3 \text{ kN}$ (77,94%)

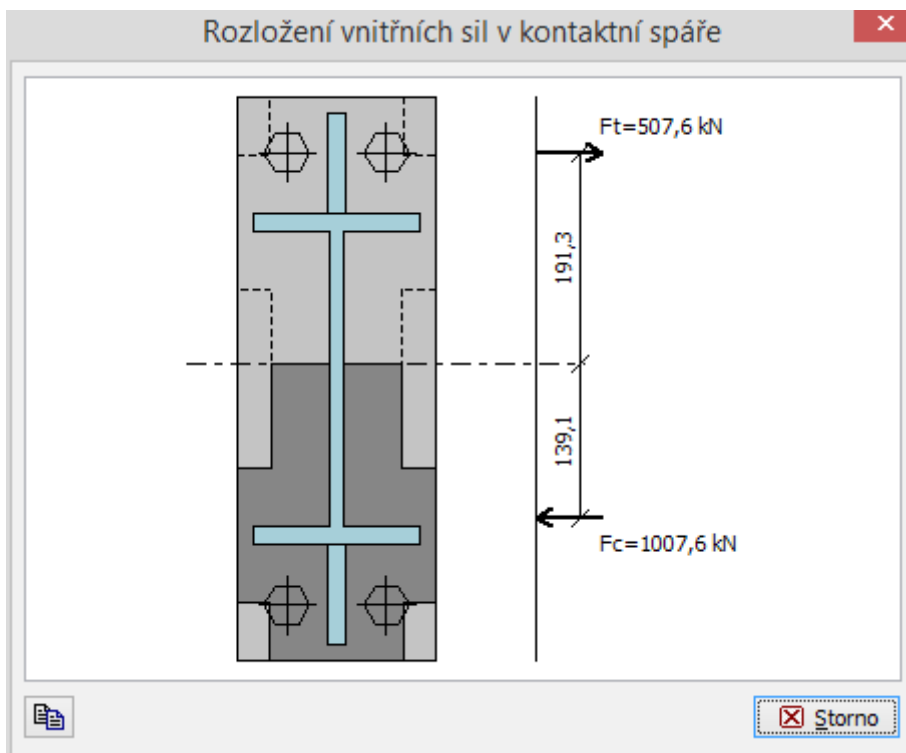
Únosnost svarů : Maximální využití (74,42%)

Pravý náběh (39,20%) VYHOVUJE

Momentová únosnost : $M_{y,Rd} = 188,12 \text{ kNm}$ (8,11%)

Okno s podrobnými výsledky pro konkrétní zatěžovací stav

Pokud stiskneme výše vyznačené tlačítko v oblasti pro podrobné výsledky, zobrazí se okno s obrázkem rozložení vnitřních sil v kontaktní spáře.



Zobrazení rozložení vnitřních sil v kontaktní spáře

Přípoj sloupu zabetonováním

Zadání

Stanovte návrhovou únosnost patky sloupu připojeného centricky zabetonováním do hloubky 400mm, při zatížení vodorovnou silou $V_z = 38,3kN$. Je použita ocel EN 10025: Fe360 a beton C20/25.

Sloup: HE 200B

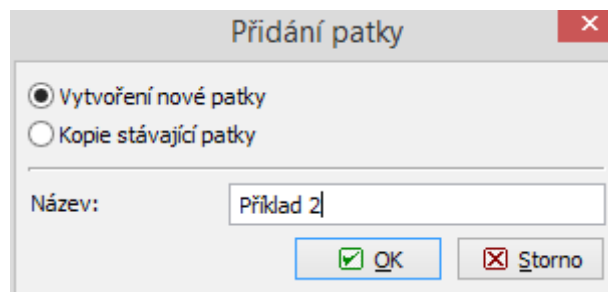
Základ: $b_b = 1600mm$, $a_b = 1600mm$, $h_b = 1000mm$

Patní deska: $b_p = 240mm$, $h_p = 240mm$, $t_p = 30mm$

Pro práci použijeme projekt *Příklad 1.sbe* vytvořený v příkladu "Přípoj sloupu s patním plechem".

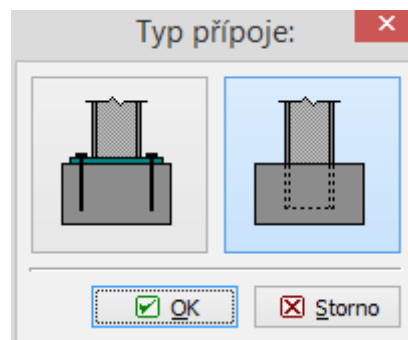
Vytvoření nové patky

Jelikož jsme společné parametry nastavili před zadáváním příkladu "Přípoj sloupu s patním plechem", můžeme ihned stisknutím tlačítka "Přidej" v panelu nástrojů "Zadávání" spustit dialogové okno "Přidání styčnicku", kde pouze změním název na "Příklad 2" a stiskneme tlačítko "OK".



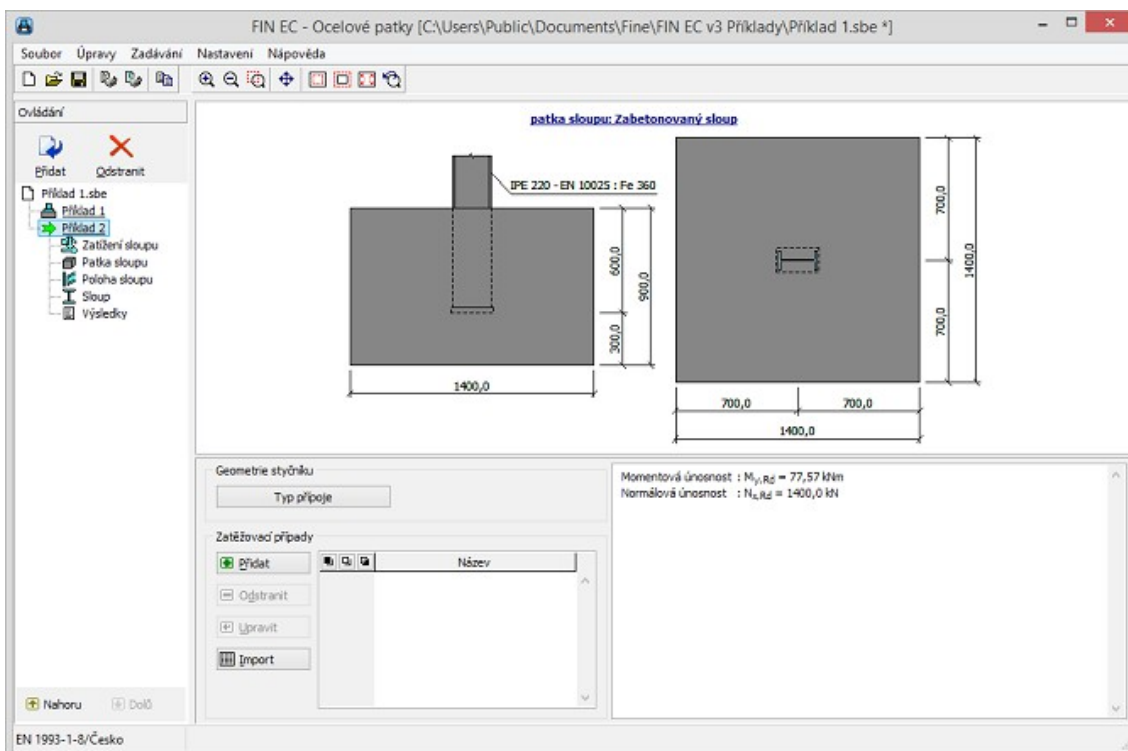
Vytvoření nové patky

Po zmáčknutí tlačítka "OK" se spustí dialogové okno pro výběr typu patky, ve kterém zvolíme připojení sloupu zabetonováním.



Dialogové okna pro zadání typu patky

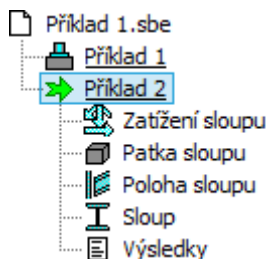
Potvrzením tlačítkem "OK" se vygenerují implicitní data pro zvolenou patku, uzavře se výchozí obrazovka a program se automaticky nastaví do režimu zadávání.



Zadávací obrazovka pro "Příklad 2" po vygenerování nové patky

Zadávání jednotlivých částí patky

Vygenerovaný zadávací stromek se částečně liší od stroměčku pro kotvení sloupu s patním plechem (příklad "**Přípoj sloupu s patním plechem**"). Počet uzlů je u zabetonovaného sloupu nižší.

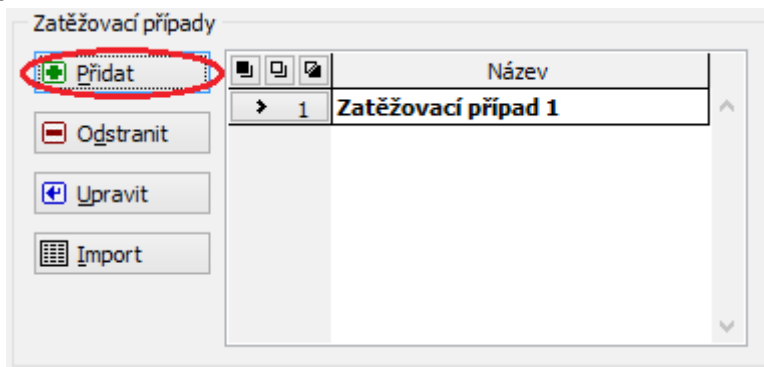


Ovládací stroměček pro zabetonovaný sloup

Nyní budeme postupně označovat jednotlivé uzly a měnit data dle zadání.

Zatížení sloupu

Postup pro přidání zatěžovacího případu je shodný s postupem uvedeným v příkladu "**Přípoj sloupu s patním plechem**".



Zadávací okno "Zatěžovací případy"

Pro vložení nového zatěžovacího případu je nutné zadat název zatěžovacího případu.

Zadávací okno "Nový zatěžovací případ"

Zatížení sloupu

Zatížení vodorovnou silou $38,3\text{kN}$ zadáme do položky " V_z " v sekci "**Hodnoty zatížení**". Ostatní položky necháme prázdné, naším cílem je zjistit maximální únosnost detailu.

Zadávací okno "Zatížení sloupu"

Patka sloupu

V této části zadáme pouze rozměry betonového základu (b - půdorysná šířka, a_b - půdorysná výška, h_b - výška). Zadávání materiálu je nepřístupné, protože je používán společný materiál.

Zadávací okno "Rozměry a materiál betonového základu"

Poloha sloupu

Zde zadáme hloubku zabetonování do polžky h_c . U ostatních položek (excentricity uložení) ponecháme implicitní hodnoty.

Poloha připoje	
L_x	= 0,0 [mm]
L_y	= 0,0 [mm]
α	= 0,00 [°]
β	= 0,00 [°]
h_c	= 400,0 [mm]

Zadávací okno "Poloha a natočení sloupu, hloubka zabetonování"

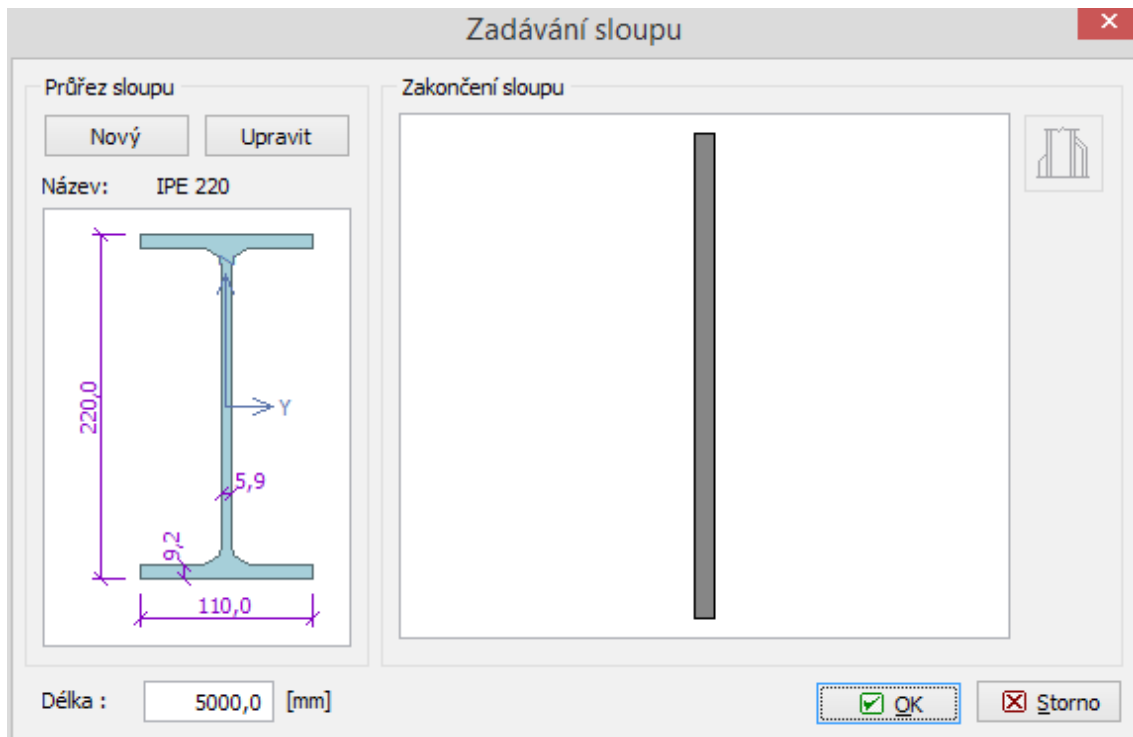
Sloup

Nyní lze zadávat průřez a materiál sloupu. Jelikož je používán společný materiál, jsou tlačítka pro úpravu materiálu znepřístupněna. Dialogové okno "**Zadávání sloupu**" spustíme tlačítkem "**Upravit průřez**".

Průřez	Materiál
<input type="button" value="Upravit průřez"/>	<input type="button" value="Katalog"/> <input type="button" value="Vlastní"/>
IPE 220	Název: EN 10025 : Fe 360
	Patní deska b_p = 240,0 [mm] h_p = 240,0 [mm] t_p = 30,0 [mm]

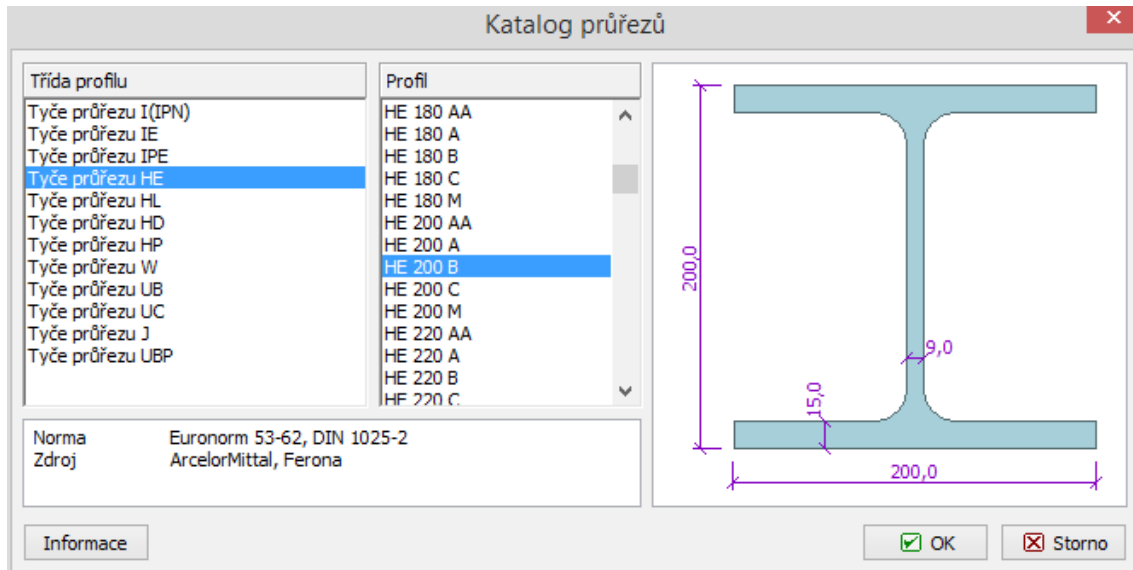
Zadávací okno "Průřez a materiál sloupu"

Dialogové okno "**Zadávání sloupu**" obsahuje náhled na průřez sloupu a možnost tento průřez měnit tlačítkem "**Upravit**".



Dialogové okno "Zadávání sloupu"

Objeví se dialogové okno "**Katalog průřezu**" s databází dostupných profilů. Zde zvolíme typ "**Tyče průřezu HE**" v levém seznamu a položku "**HE 200 B**" v pravém seznamu a stiskneme tlačítko "**OK**". Tím je průřez změněn.



Dialogové okno pro změnu průřezu sloupu

Výsledky

Celkové výsledky jsou na zadávací obrazovce zobrazeny v okně umístěném v pravém dolním rohu. Obsahují maximální procentuální využití patky, rozhodující zatěžovací případ a zjednodušený výpis výsledků pro rozhodující zatěžovací případ. Z celkových výsledků lze zjistit, že momentová únosnost patky je $M_{y,Rd} = 77,67 \text{ kNm}$ a normálová únosnost $N_{x,Rd} = 2304,0 \text{ kN}$. Okno s **podrobnými výsledky**, se zobrazí označením uzlu "**Výsledky**" v zadávacím stromečku. Obsahuje podrobnější informace o jednotlivých únosnostech, popis rozhodujících

komponent a pro uživatelem zadané zatěžovací případy i posudky.

Výsledky pro zatěžovací případy:

ZP1 - Zatěžovací případ 1

Momentová únosnost
Rozhodující komponenta : Beton v tlaku
Posouzení : $M_{y,Rd} = 74,50 \text{ kNm} > M_{y,Ed} = 0,00 \text{ kNm}$ **VYHOVUJE**

Normálová únosnost
Posouzení : $N_{x,Rd} = 1536,0 \text{ kN} > N_{x,Ed} = 0,0 \text{ kN}$ **VYHOVUJE**

Celkové posouzení : **VYHOVUJE** (0,00%)
Rozhodující zatížení : ZP1 - Zatěžovací případ 1
Momentová únosnost : $M_{y,Rd} = 74,50 \text{ kNm}$ (0,00%)
Normálová únosnost : $N_{x,Rd} = 1536,0 \text{ kN}$ (0,00%)

Okno s podrobnými a celkovými výsledky