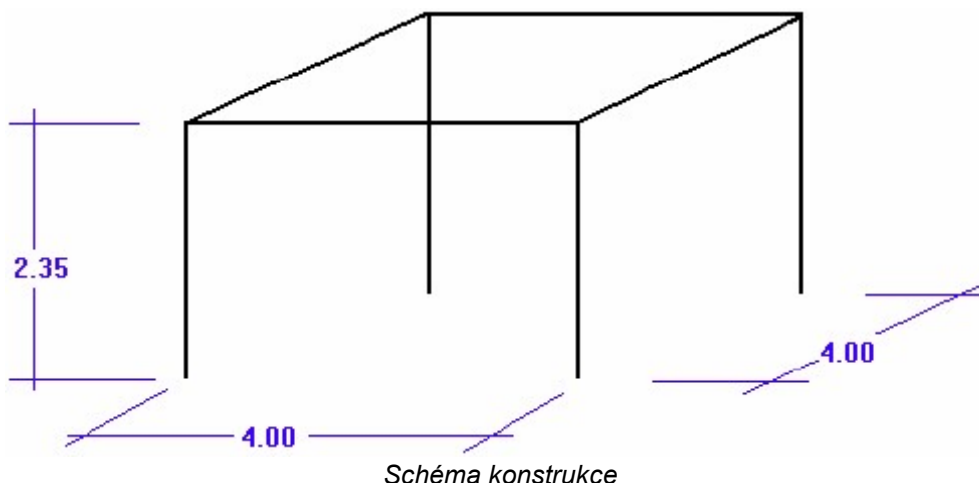


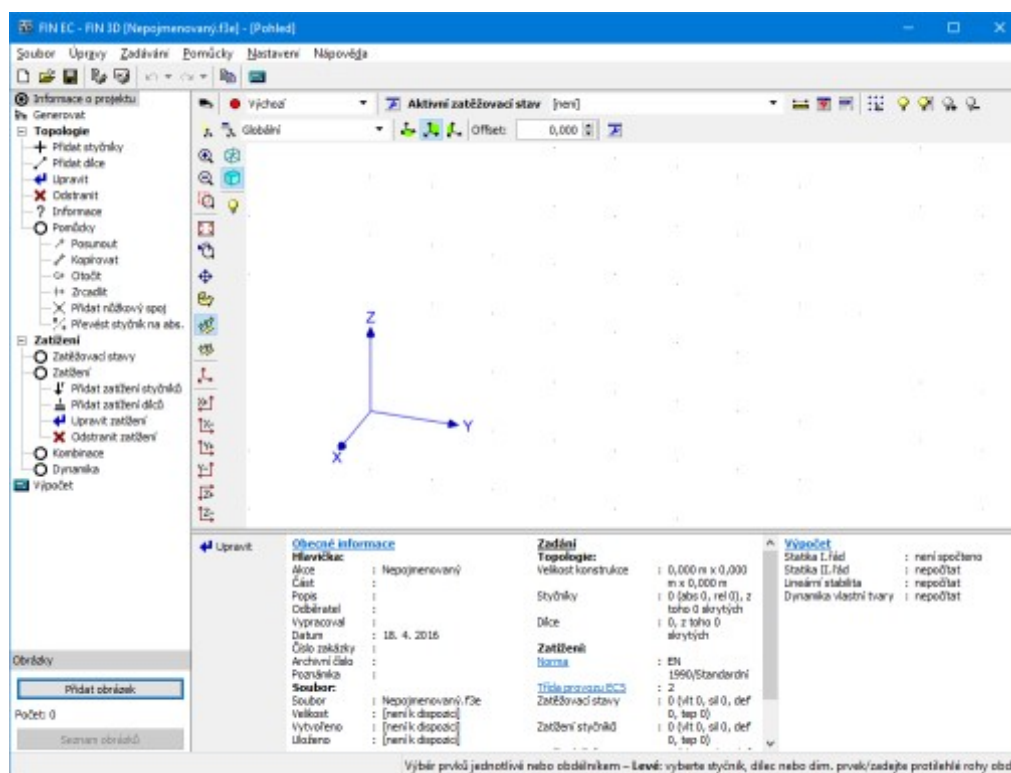
Prostorová konstrukce

Zadání

Tento příklad ukáže výpočet a posouzení konstrukce zobrazené na obrázku. Sloupy jsou z trubek, trámy profil *I*. Materiál ocel *Fe 360*. Zatížení na trámy je svislé rovnoměrné 18 kN/m . Zatížení na dva sloupy je lichoběžníkové po celé délce prutu, nahoře 12 kN/m , dole 19 kN/m . Sloupy jsou tuze zabetonovány do patek.



Po spuštění programu "Fin 3D" se zobrazí následující obrazovka.



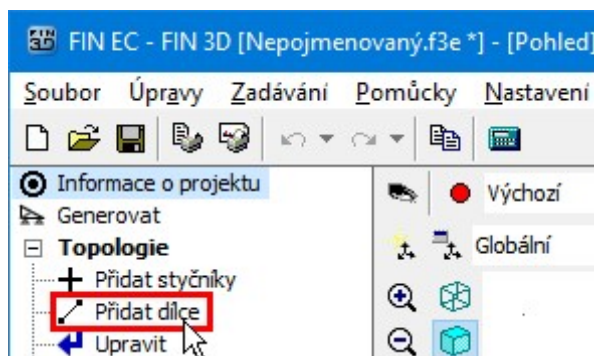
Základní tvar konstrukce

Zadání provedeme postupně pomocí vkládání styčníků a dílců. Můžeme si tak ukázat jednotlivé postupy při tvorbě a úpravách konstrukce. Postupů, jak zadávat konstrukci, je několik. V tomto případě jsme zvolili tento:

- nejprve zadáme jeden rám (dva sloupy a trám)
- zadáme zatížení
- zkopírujeme rám, abychom dostali prostorovou konstrukci
- zadáme příčné trámy včetně zatížení

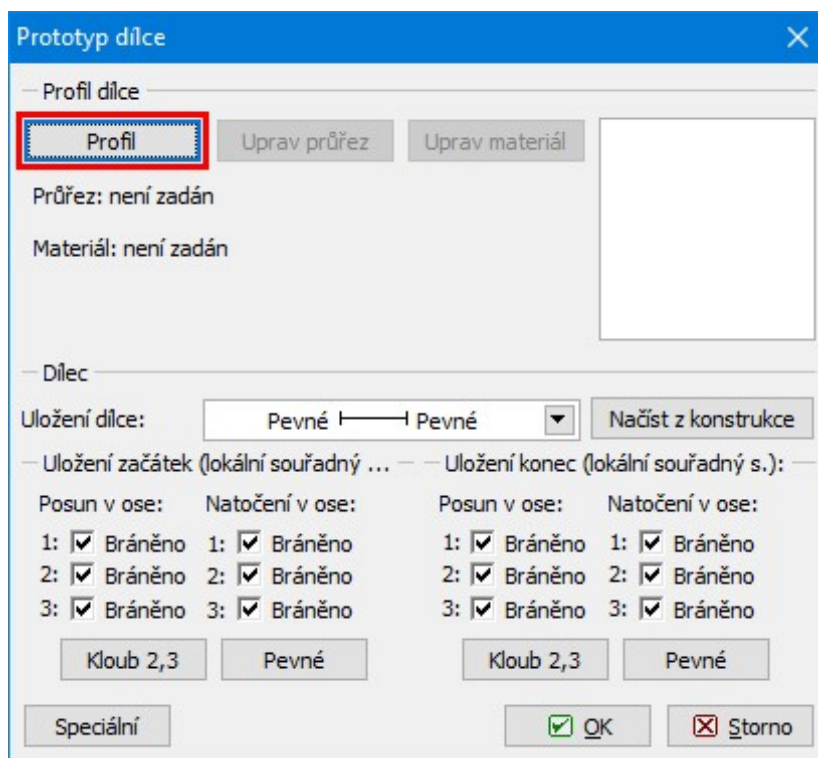
Tento postup nebyl zvolen jako ideální nebo nejjednodušší, ale tak, abychom mohli ukázat co nejvíce funkcí programu. Nejprve projekt uložíme. Nazveme ho například **"3D projekt"**. Jméno se jednak zobrazí v záhlaví okna, jednak bude předáno dimenzačním programům.

V ovládacím stromečku v levé části okna zvolíme režim **"Přidat dílce"**.



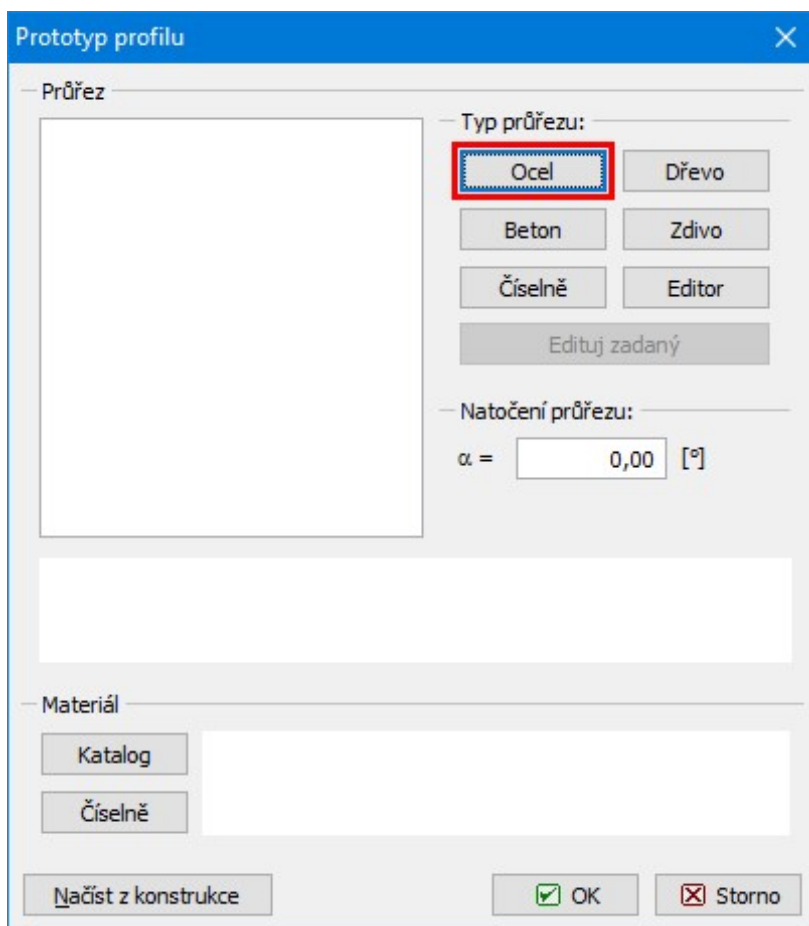
Režim pro vkládání dílců v ovládacím stromečku

Po zapnutí tohoto režimu se zobrazí okno **"Prototyp dílce"**. V tomto okně je nutné zadat vlastnosti (průřez, materiál, uložení), které budou přiřazeny nově přidaným dílcům. Nejprve zadáme průřez a materiál pomocí tlačítka **"Profil"**.



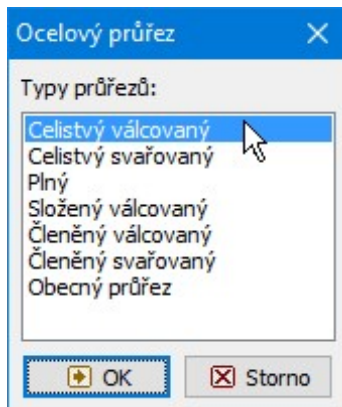
Tlačítko pro zadání průřezu

Zobrazí se okno **"Prototyp profilu"**, které obsahuje volby pro zadání průřezu a materiálu. Použijeme tlačítko **"Ocel"**.



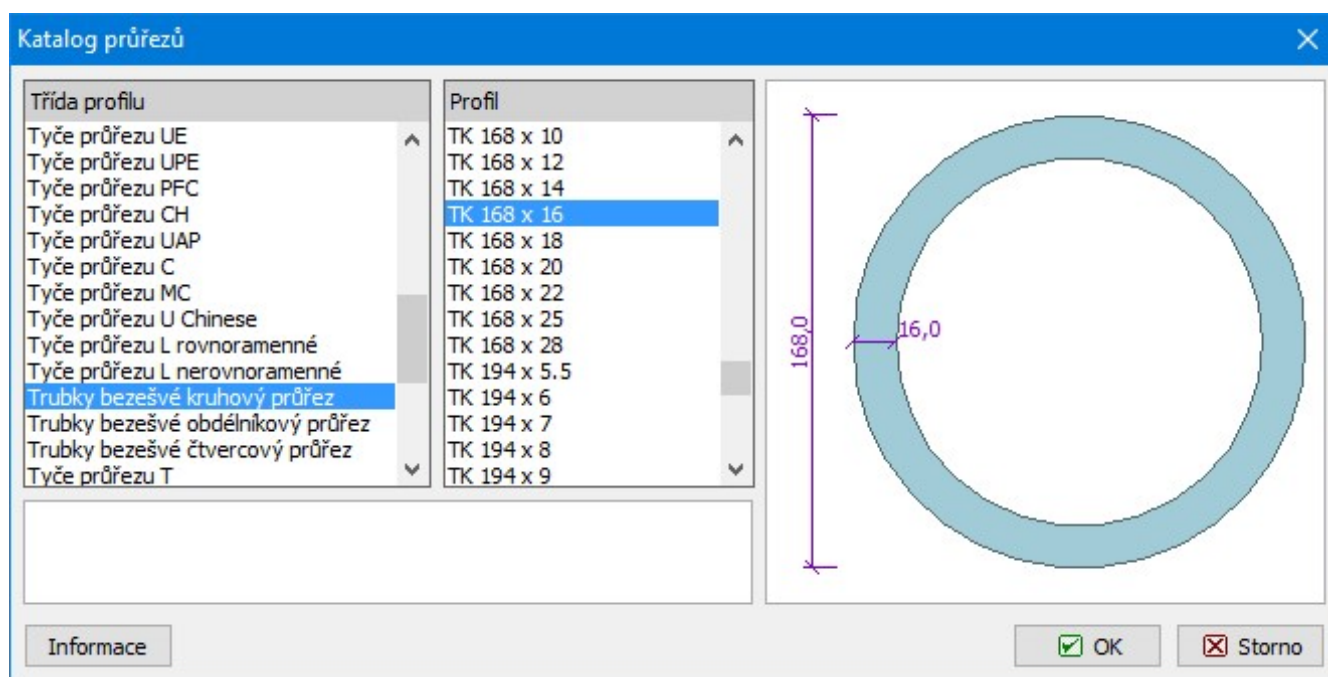
Tlačítko pro zadání ocelového průřezu

Následuje okno, ve kterém je třeba zvolit typ průřezu. Zvolíme variantu "**Celistvý válcovaný**" pro výběr průřezu z přednastavené databáze profilů. Výběr potvrdíme tlačítkem "OK".



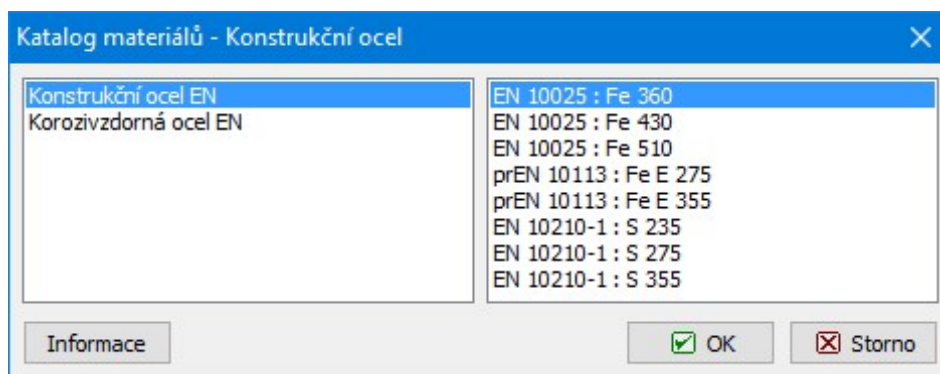
Výběr typu průřezu

Následuje výběr průřezu z databáze. Zvolíme třídu "**Trubky bezešvé kruhový průřez**" a poté profil "**TK 168x16**".



Výběr průřezu z databáze

Po potvrzení tlačítkem "OK" se zobrazí okno s výběrem třídy materiálu. Zvolíme ocel "EN 10025: Fe 360".

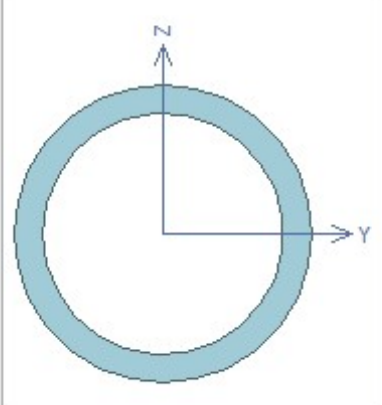


Volba třídy materiálu

Po zadání průřezu a materiálu vypadá okno "Prototyp profilu" následovně.

Prototyp profilu

Průřez



Typ průřezu:

Ocel

Dřevo

Beton

Zdivo

Číselně

Editor

Edituj zadáný

Natočení průřezu:

$\alpha =$

[°]

Konstrukční ocel TK 168 x 16

$A = 7,64E+03 \text{ mm}^2$
 $I_y = 22,3E+06 \text{ mm}^4$

$P = 955,0 \text{ mm}$
 $I_z = 22,3E+06 \text{ mm}^4$

Materiál

Katalog

Číselně

EN 10025 : Fe 360

$E = 210,0E+03 \text{ MPa}$
 $\alpha_t = 12,00E-06 \text{ 1/K}$

$G = 81,00E+03 \text{ MPa}$
 $\gamma = 78,50 \text{ kN/m}^3$

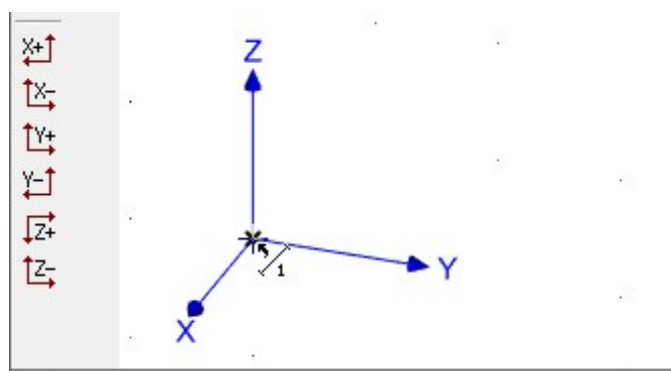
Načíst z konstrukce

OK

Storno

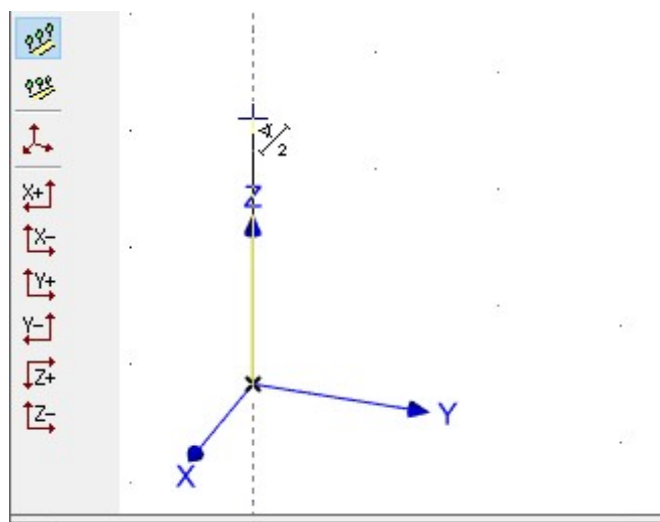
"Prototyp profilu" se zadanými vlastnostmi

Po potvrzení okna tlačítkem **"OK"** se vlastnosti prototypu dílce ukotví v zadávacím rámu v dolní části okna. Zároveň již je možné na pracovní ploše zadávat samotné dílce. Jako první dílec zadáme sloup. Počáteční styčník zvolíme v počátku souřadného systému. Po najetí kurzorem do okolí počátku se kurzor automaticky přichytí do průsečíku globální os a změní se též vzhled kurzoru. V ten moment zadáme počáteční bod kliknutím levým tlačítkem myši.



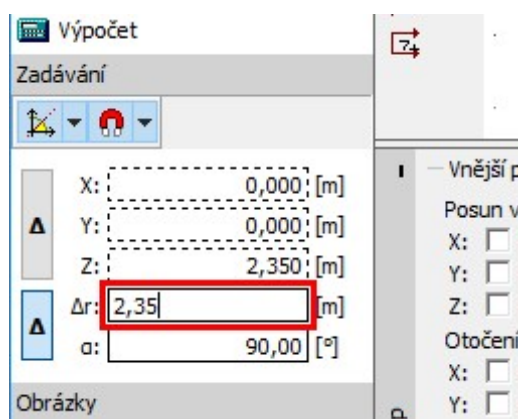
Vzhled kurzoru při zarovnání do počátku souřadného systému

V dalším kroku kurzorem naznačíme orientaci dílce ve směru osy **"Z"**. Program automaticky nabízí zarovnání kurzoru do významných směrů (ve výchozím nastavení násobky 45° v pracovní rovině).



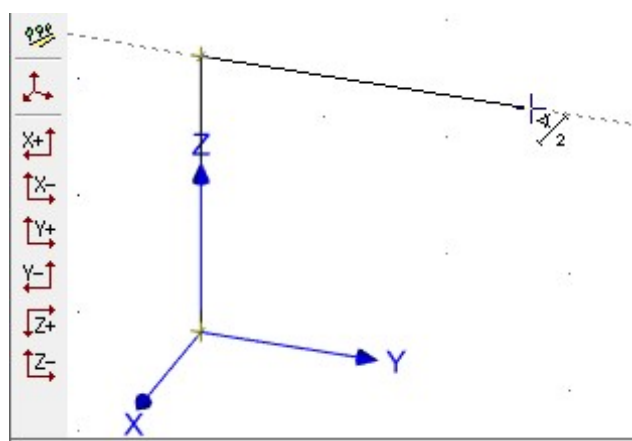
Určení orientace dílce kurzorem

Zároveň na klávesnici zadáme délku dílce (výšku sloupu) 2,35. Délky se zadávají v metrech. Takto zadaná délka se automaticky zapíše do vstupního pole " Δr " ve spodní části ovládacího stroměčku. Zadání potvrdíme klávesou "**Enter**".



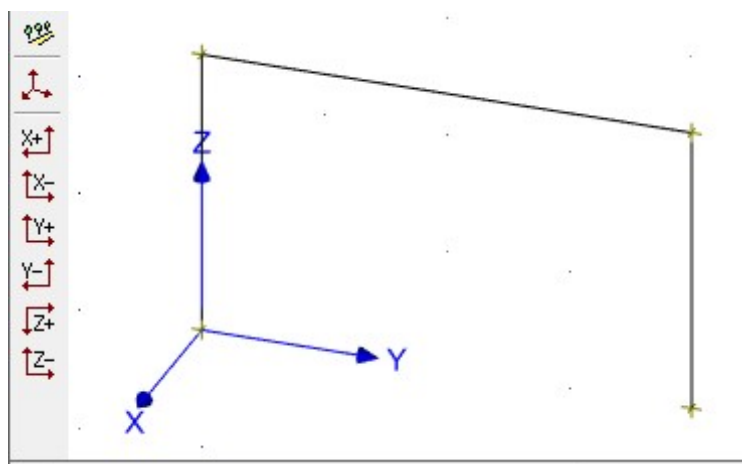
Zápis délky dílce do zadávacího pole v ovládacím stroměčku

Následuje zadání trámu. Počáteční styčník je totožný s koncovým styčníkem sloupu, koncový bod zadáme opět kurzorem (směr rovnoběžný s osou "**Y**") a délkou 4m. Délku potvrdíme klávesou "**Enter**".



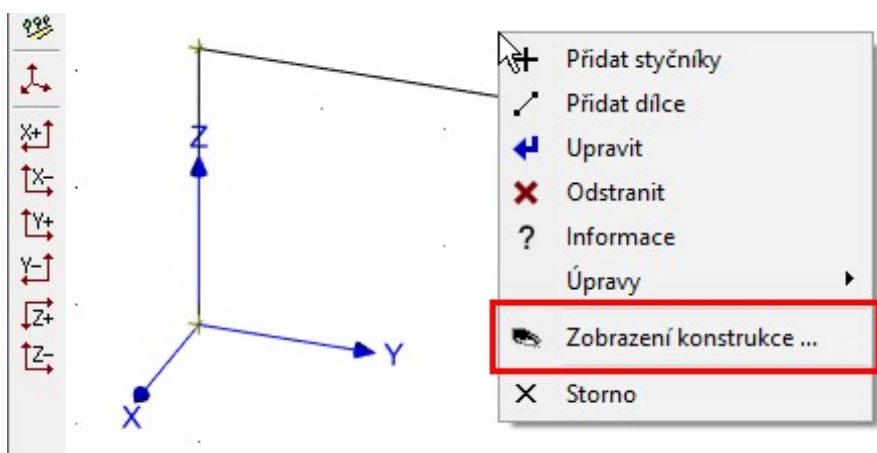
Zadávání trámu

Z konce trámu nakonec zadáme druhý sloup, zadávání tentokrát bude probíhat proti směru osy "**Z**".



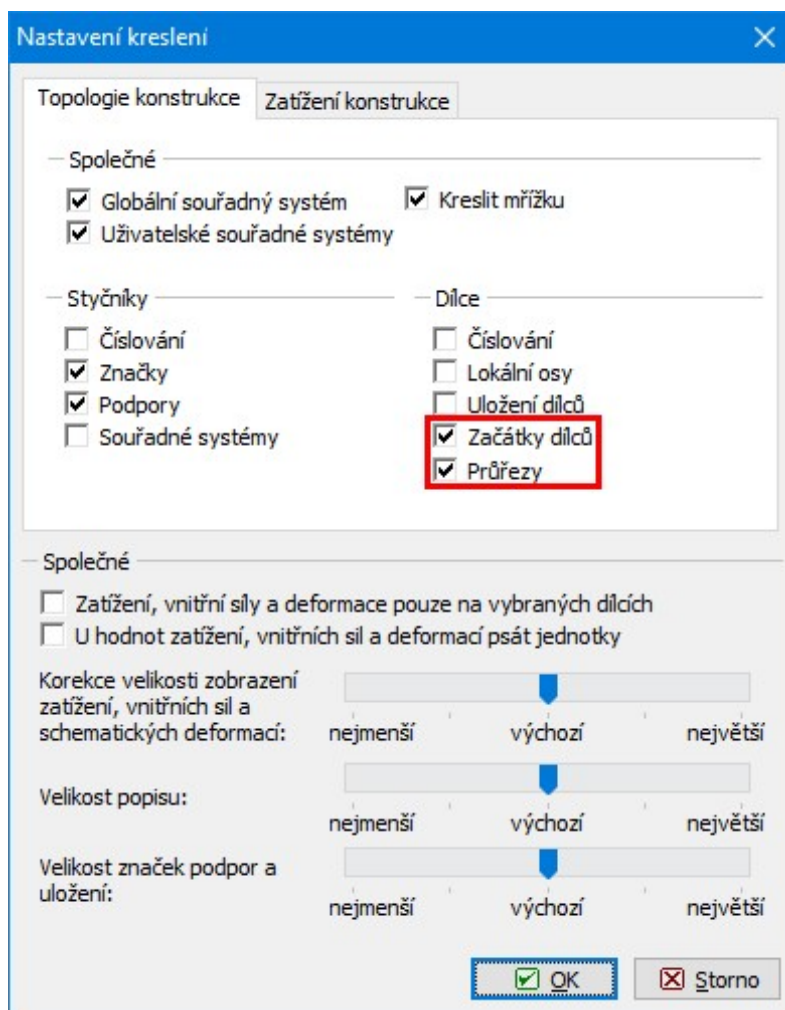
Zadaná konstrukce tvořená dvěma sloupy a trámem

Režim zadávání dílců zrušíme kliknutím pravým tlačítkem myši. Následně zobrazíme průřezy dílců, abychom mohli snadněji kontrolovat vstupy. Kliknutí pravým tlačítkem myši kdekoli na pracovní ploše spustí místní nabídku, kde lze zvolit položku "**Zobrazení konstrukce**".



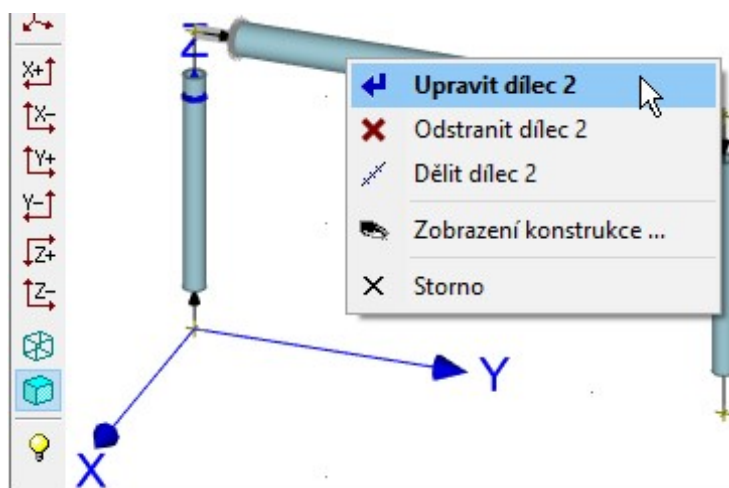
Vlastnosti zobrazení v místní nabídce pracovní plochy

Tato položka spustí dialogové okno "**Nastavení kreslení**". V tomto okně zaškrtneme dvě nastavení: "**Průřezy**" a "**Začátky dílců**". První nastavení zobrazí hmoty dílců dle zadaných průřezů, druhé zvýrazní černými šipkami počáteční styčníky dílců. Změny zobrazení potvrdíme tlačítkem "**OK**".



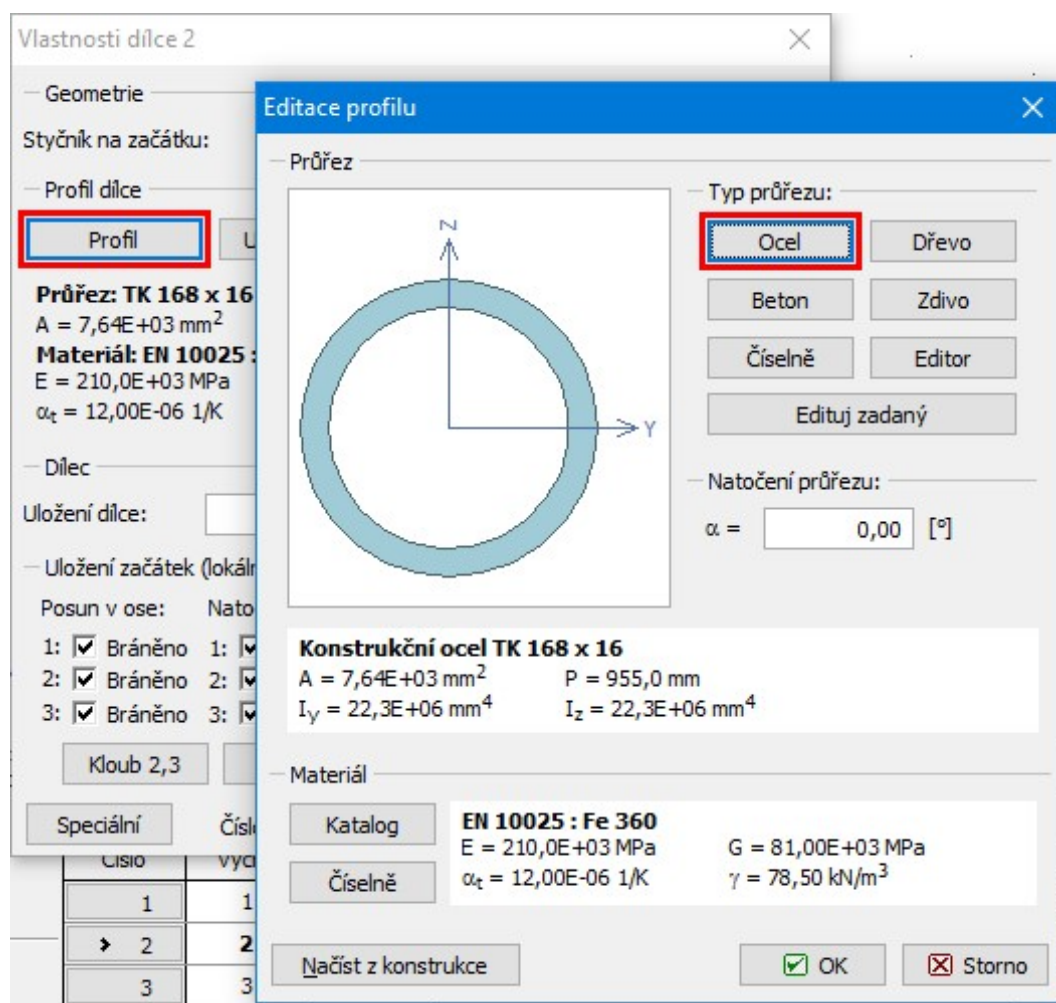
Změny v okně "Nastavení kreslení"

Nyní je vidět, že sloupy a trám mají shodný průřez (trubku). Dalším krokem tedy je úprava průřezu trámu. Najedeme kurzorem nad trám a klikneme pravým tlačítkem myši. Tím vyvoláme místní nabídku, kde zvolíme položku "**Upravit dílec 2**".



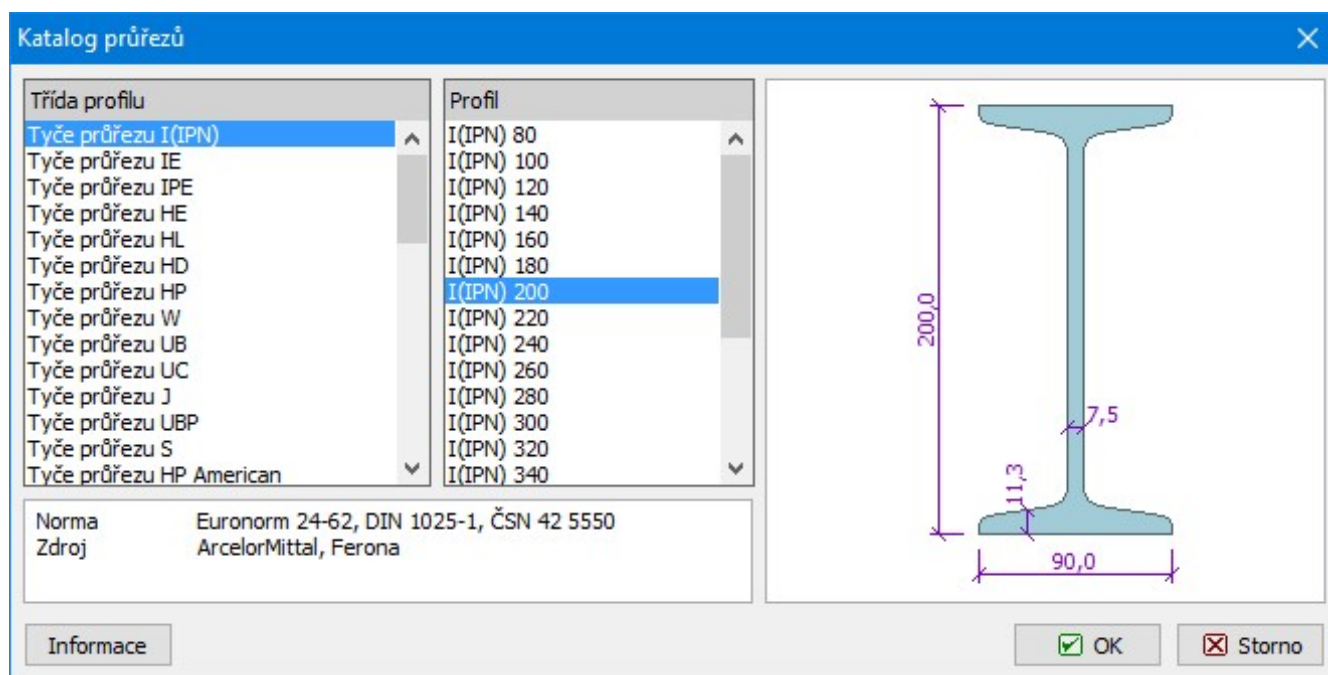
Místní nabídka pro trám

Tato operace vyvolá okno "**Vlastnosti dílce**", které zadáme průřez již známým způsobem. Tlačítkem "**Profil**" spustíme okno "**Editace profilu**" a zde vybereme typ průřezu "**Ocel**".



Změna průřezu trámu

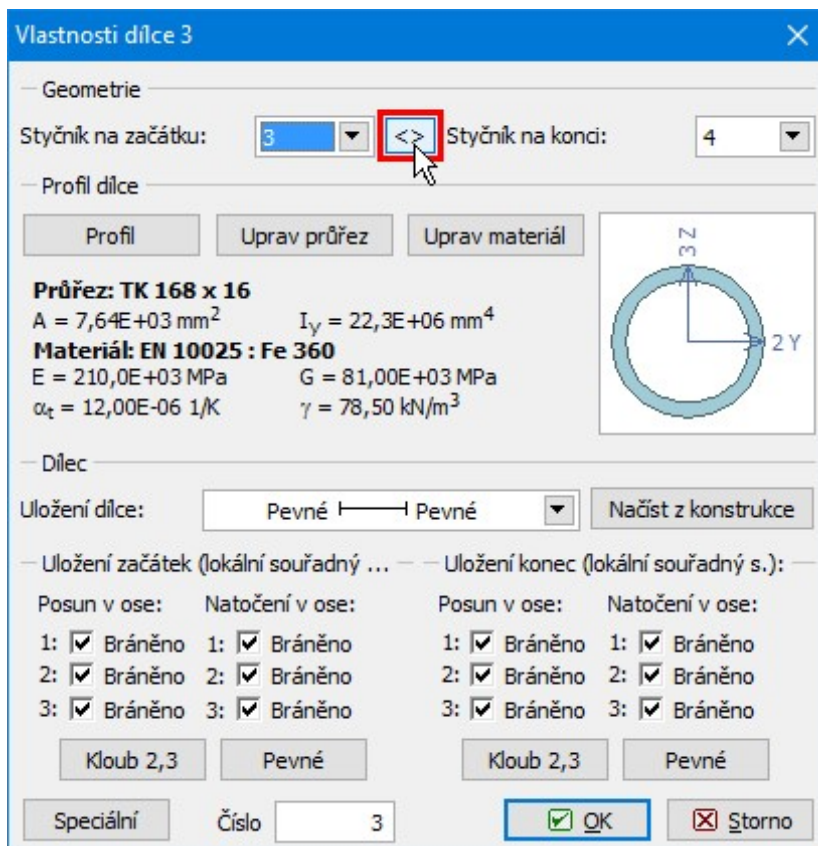
V dalším okně vybereme typ "**Celistvý válcovaný**" a následně můžeme v databázi profilů zvolit variantu "**I(IPN) 200**".



Volba průřezu v databázi

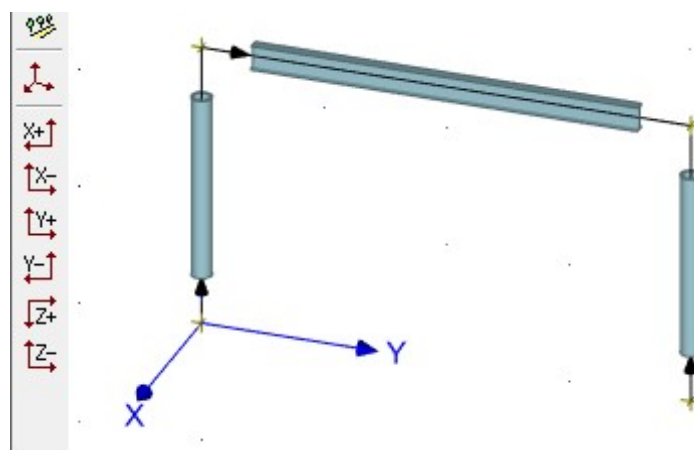
Po úpravách trámu shodným způsobem vyvoláme okno "**Vlastnosti díle 3**" pro pravý sloup, u kterého upravíme orientaci (pořadí počátečního a koncového styčnicku). Při výpočtu vnitřních sil orientace dílce není významná. Při

společném posouzení více shodným dílců v dimenzačních programech je však doporučeno dodržet shodnou orientaci všech prvků. V opačném případě se mohou vyskytnout problémy při zadávání nesymetrických vlastností po dílci (např. parametry vzpěru či klopení). Orientaci dílce změním tlačítkem "<>" mezi číslem počátečního a koncového styčníku v horní části okna. Toto tlačítko zamění čísla počátečního a koncového styčníku. Změnu potvrdíme tlačítkem "OK".



Změna orientace dílce

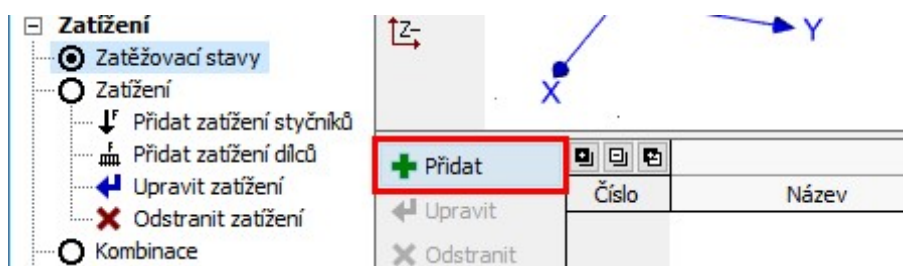
Po ukončení okna již oba sloupky mají shodně orientaci dle globální osy "Z".



Konstrukce se shodnou orientací sloupů

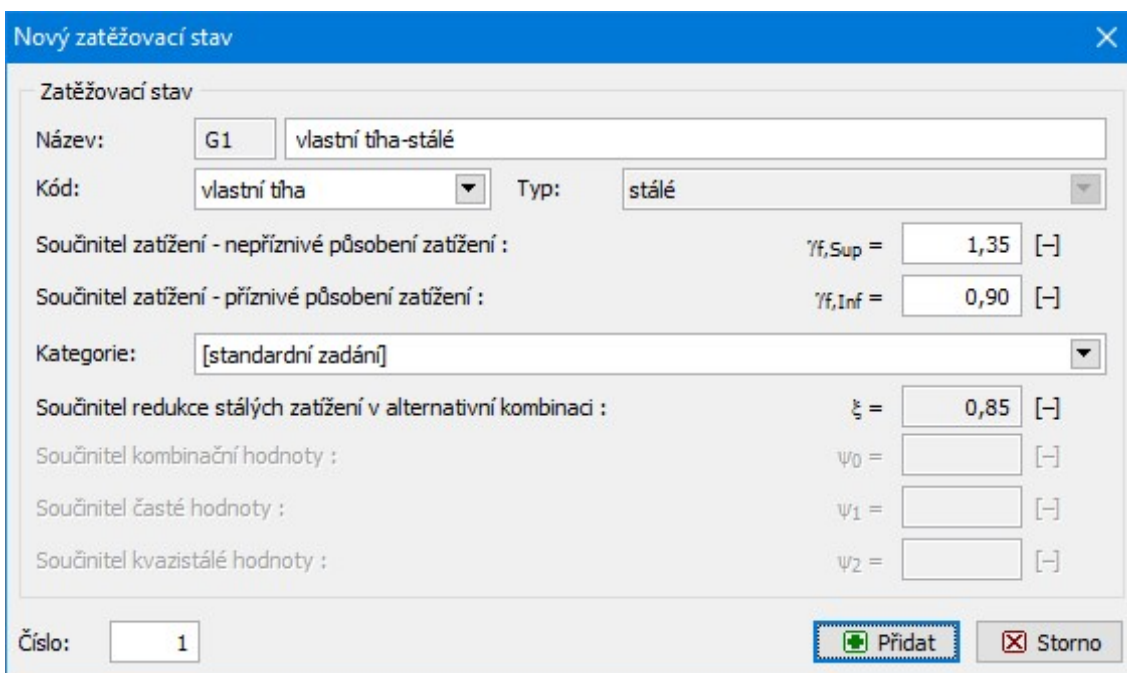
Zadání zatížení

Nyní zadáme zatížení. Přejdeme do části "**Zatěžovací stavy**" ovládacího stromčku a pomocí tlačítka "**Přidat**" u zadávací tabulky spustíme okno "**Nový zatěžovací stav**".



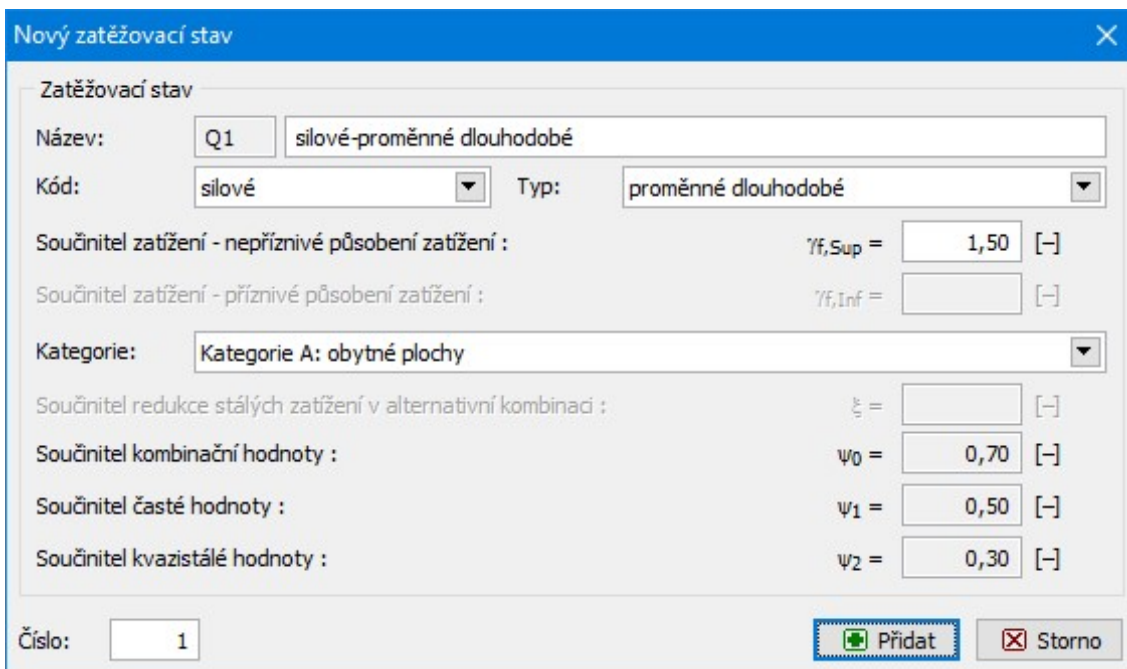
Tlačítko pro zadávání zatěžovacích stavů

Program nám automaticky nabídne první zatěžovací stav "**vlastní tíha-stálé**". Tento zatěžovací stav je specifický tím, že obsahuje pouze automaticky generovaná zatížení od vlastní tíhy konstrukce. Při jakékoliv úpravě průřezu či materiálu je vlastní tíha ihned aktualizována. Tento zatěžovací stav může být zadán v konstrukci pouze jednou. Vložení zatěžovacího stavu "**vlastní tíha-stálé**" potvrdíme tlačítkem "**Přidat**".



Zatěžovací stav "Vlastní tíha"

Obdobně přidáme další dva zatěžovací stavy, u kterých vybereme typ "**proměnné dlouhodobé**".



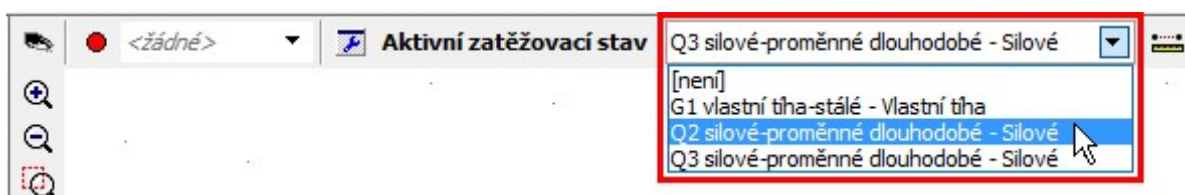
Vlastnosti proměnného zatěžovacího stavu

Seznam zadaných zatěžovacích stavů se zobrazí v tabulce v zadávacím rámu.

	Zatěžovací stav				
	Číslo	Název	Kód	Typ	Kategorie
Přidat	1	G1 vlastní tíha-stálé	Vlastní tíha	Stálé	[standardní zadání]
Upravit	2	Q2 silové-proměnné dlouhodo	Silové	Proměnné dlouhodobé	Kategorie A: obytné plochy
Odstranit	3	Q3 silové-proměnné dlouhodo	Silové	Proměnné dlouhodobé	Kategorie A: obytné plochy
Nahoru					

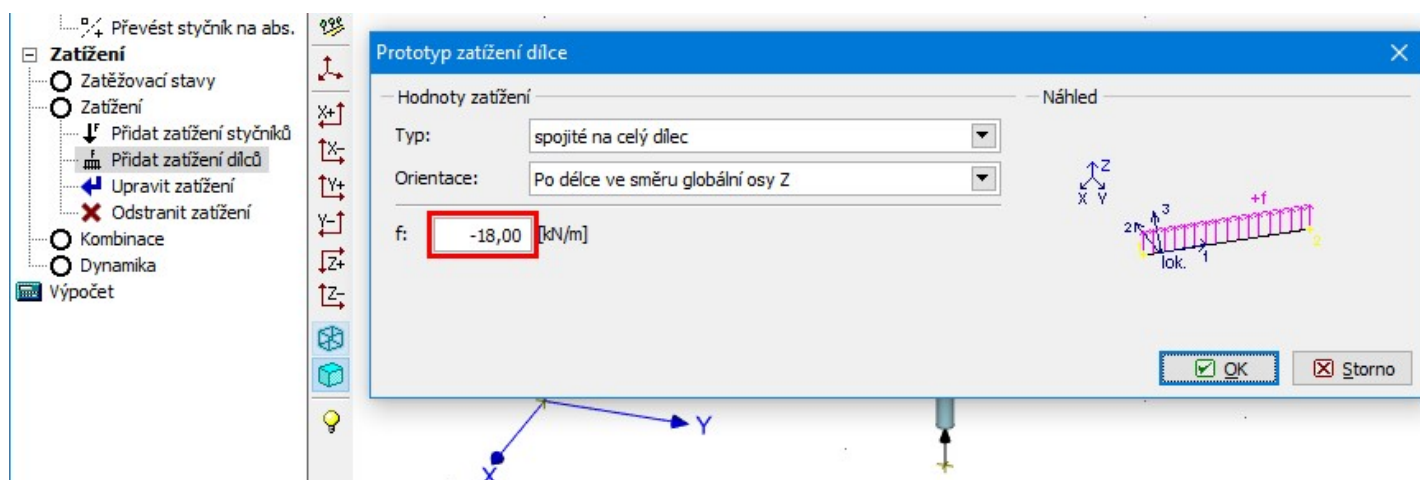
Seznam zadaných zatěžovacích stavů

Do takto vytvořených zatěžovacích stavů je nyní nutné vložit zatížení. V záhlaví pracovní plochy vybereme v seznamu jako aktivní zatěžovací stav Q2.



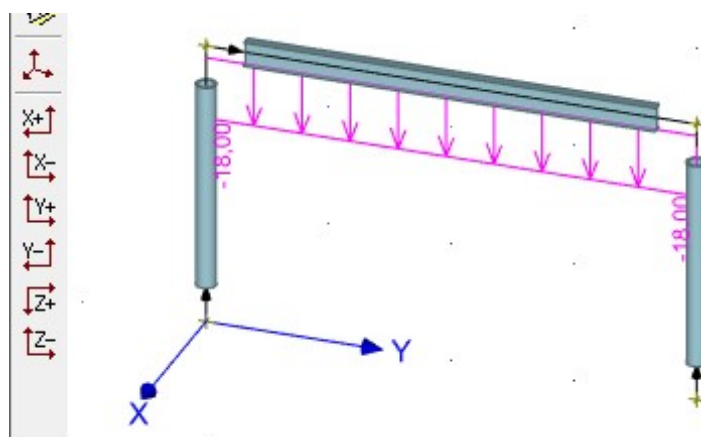
Výběr aktivního zatěžovacího stavu v záhlaví pracovní plochy

V ovládacím stroměčku zvolíme nástroj "Přidat zatížení dílců". V dialogovém okně prototypu zatížení vybereme liniové zatížení ve směru osy Z a zadáme hodnotu -18 kN/m .



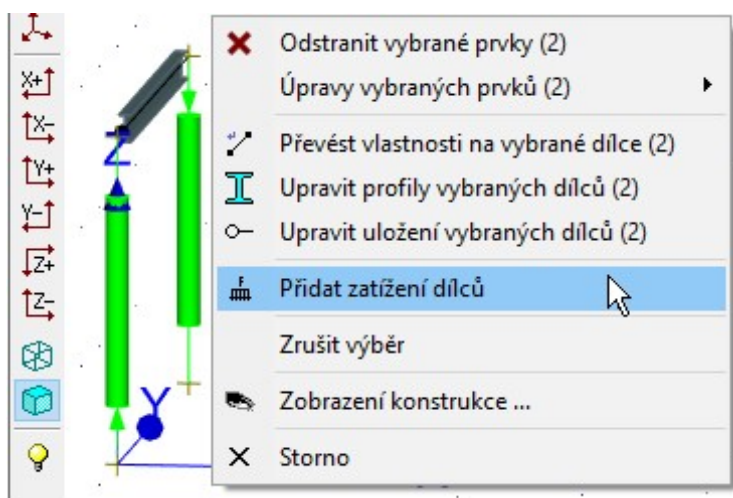
Prototyp zatížení

Poté vložíme zatížení na trám kliknutím na dílec na pracovní ploše. Zatížení se ihned na konstrukci zobrazí.



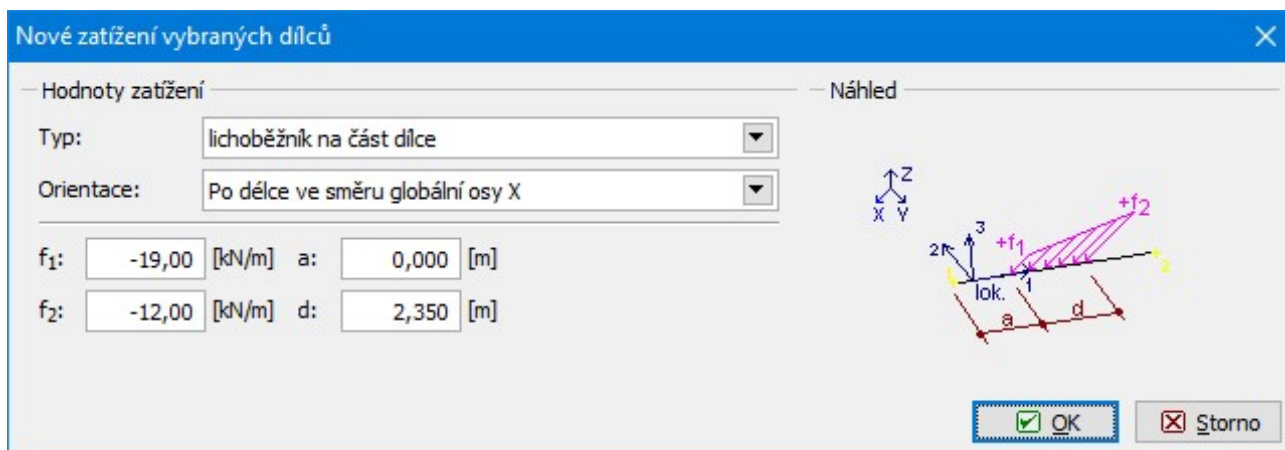
Konstrukce se zadaným zatížením

Změníme aktivní zatěžovací stav (v rozbalovacím seznamu v záhlaví pracovní plochy) na zatěžovací stav č.3. Do tohoto zatěžovacího stavu vložíme lichoběžníkové zatížení na sloupy. Protože zatížení bude na obou sloupech stejné, můžeme využít hromadné zadávání na vybrané dílce. Nejprve dílce na pracovní ploše oba sloupy vybereme. Vybrané dílce se zvýrazní zelenou barvou. Poté již můžeme pravým tlačítkem myši vyvolat místní nabídku a zvolit položku **"Přidat zatížení dílců"**.



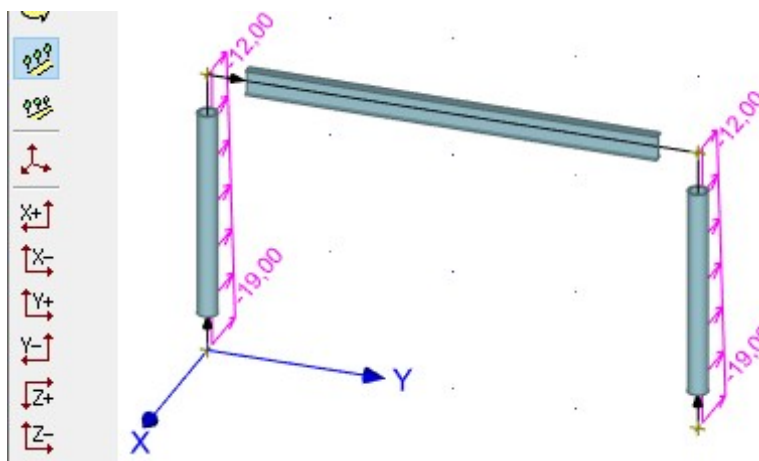
Místní nabídka pro vybrané sloupy

V okně **"Nové zatížení vybraných dílců"** vybereme typ zatížení **"lichoběžník na část dílce"** a orientaci **"po délce ve směru globální osy X"**. Následně zadáme hodnotu zatížení na začátku a konci úseku a též délku úseku.



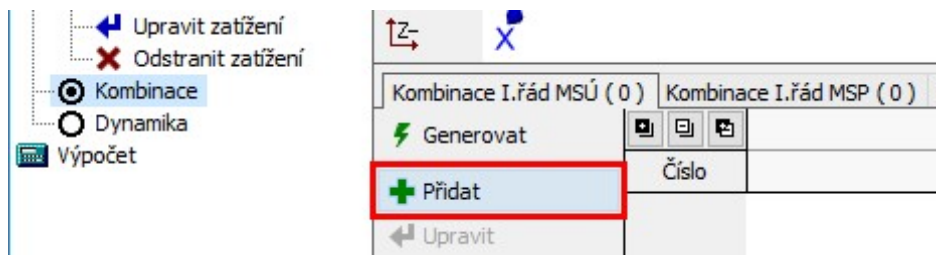
Dialogové okno pro zadání zatížení na vybrané prvky

Po stisknutí tlačítka **"OK"** se zatížení vloží na oba vybrané prvky. Výběr sloupů můžeme zrušit například klávesou **"Esc"**.



Konstrukce se zadaným lichoběžníkovým zatížením

Poslední součástí zadání zatížení je vytvoření kombinací. V programu "Fin 3D" jsou oddělené kombinace pro mezní stavy únosnosti a použitelnosti. Nejprve vytvoříme kombinace pro mezní stav únosnosti. Pro návrh nám budou stačit dvě kombinace, které budou obsahovat vždy všechny zatěžovací stavy, avšak v jedné bude hlavním proměnným zatížením zatěžovací stav 2, v druhé pak zatěžovací stav 3. Ovládací stromček přepneme do části "**Kombinace**". Pro zadání použijeme tlačítko "**Přidat**" u tabulky v záložce "**Kombinace I.řád MSÚ**".



Tlačítko pro přidání nové kombinace zatěžovacích stavů

V tabulce ve spodní části dialogového okna "**Nová kombinace**" vybereme všechny zatěžovací stavy zaškrtnutím políček v prvním sloupci "**Uvažovat**". Políčko v druhém sloupci "**Uvažovat**" zaškrtneme pouze u zatěžovacího stavu 2. Tímto způsobem nastavíme zatěžovací stav jako hlavní proměnné zatížení. Zadání kombinace potvrdíme tlačítkem "**Přidat**".

Nová kombinace

Parametry kombinace

Název:

Q2:G1+Q3

Druh:

Základní

Zatěžovací stav			Uplatnění		
Název	Kód	Typ	Uvažovat	Součinitel	
G1 vlastní tíha-stálé	Vlastní tíha	Stálé	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1,00
Q2 silové-proměnné dlouhodobé	Silové	Proměnné dlouhodobé	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1,00
Q3 silové-proměnné dlouhodobé	Silové	Proměnné dlouhodobé	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	$\psi_0(0,70)$

Mimořádné zatížení:

Součinitel pro hlavní proměnné zatížení:

Přidat

Storno

Volba hlavního proměnného zatížení v kombinaci

Poté změníme nastavení tak, aby jako hlavní proměnné zatížení byl uvažován zatěžovací stav 3 a opět použijeme tlačítko "**Přidat**" pro vložení do projektu. Po přidání druhé kombinace zavřeme okno "**Nová kombinace**" tlačítkem "**Storno**".

Vytvořené kombinace si můžeme prohlédnout v okně "**Tabulka kombinací**", které lze otevřít tlačítkem "**Tabulka**" v nástrojové liště pro práci s kombinacemi.

Tabulka kombinací - kombinace 1.řád

Parametry kombinace

Kombinace				G1 vlastní tíha	Q2 silové-pron	Q3 silové-pron
0/2 Číslo	Název	Druh	Mimořádné zatížení	Stálé Uplatnění	Proměnné dlou Uplatnění	Proměnné dlou Uplatnění
1		Základní		1,00	✓	$\psi_0(0,70)$
2		Základní		1,00	$\psi_0(0,70)$	✓ 1,00

Kombinace **Q2:G1+Q3**; typ Základní;
Hlavní proměnné zatížení: Q2 silové-proměnné dlouhodobé

Zkrácený popis:
 $\gamma_{f,sup,1}(1,35) * [G1] + \gamma_{f,sup,2}(1,50) * [Q2] + \gamma_{f,sup,3}(1,50) * \psi_0(0,70) * [Q3]$

Dlouhý popis:
 $\gamma_{f,sup,1}(1,35) * [G1 \text{ vlastní tíha-stálé}] + \gamma_{f,sup,2}(1,50) * [Q2 \text{ silové-proměnné dlouhodobé}] +$
 $\gamma_{f,sup,3}(1,50) * \psi_0(0,70) * [Q3 \text{ silové-proměnné dlouhodobé}]$

Odstranit ... OK Storno

Tabulka kombinací

Následně přejdeme na záložku "**Kombinace I. řád MSP**" a zadáme kombinace pro mezní stavy použitelnosti. V tomto případě použijeme automatickou tvorbu pomocí "**Generátoru kombinací**". Tento nástroj spustíme tlačítkem "**Generovat**".

Kombinace I.řád MSÚ (2) Kombinace I.řád MSP (0) Kombinace II.řád MSÚ (0) Kombinace II.řád MSP (0)

Generovat Kombinace

Číslo	Název

Přidat Upravit

Tlačítko generátoru kombinací

V okně generátoru lze zadat pravidla, která ovlivňují počet vytvořených kombinací. V našem případě vytvoříme skupinu spolupůsobících zatěžovacích stavů, takže proměnná zatížení budou v kombinacích vždy společně. V záhlaví levé tabulky "**Vzájemně spolupůsobící zatěžovací stavy**" použijeme tlačítko "**Vytvořit**", abychom mohli tuto skupinu zadat.

Generátor kombinací - kombinace 1.řád

Podmínky generátoru

Vzájemně spolupůsobící zatěžovací stavy. Vyloučené spolupůsobení zatěžovacích stavů. Zatěžovací stavy a skupiny působící jako hlavní proměnná zatížení.

Vytvořit Rozložit Přidat Upravit Odstranit

☒ Automaticky vytvářet hlavní proměnná zatížení

Spolupůsobící zatěžovací s		
Počet: 3	z toho G: 1; Q: 2	
1	G1	
2	Q2	
3	Q3	

Vyloučené vzájemné působení		
Počet: 0		

Hlavní proměnná zatížení		
Počet: 2		
1	Q2	
2	Q3	

Parametry generatoru

Původní kombinace: odstranit všechny kombinace

Generovat: ☒ Charakteristická ☐ Častá ☐ Kvazistálá ☐ Konečná deformace

☐ Stálá zatížení působí pouze nepříznivě ☒ Všechna stálá zatížení vždy v kombinaci

Předpokládaný počet kombinací : 5

☒ Generuj ☐ Storno

Tlačítko pro vytvoření skupiny spolupůsobících zatěžovacích stavů

V okně "Vzájemné spolupůsobení" zaškrtneme zatěžovací stavy "Q1" a "Q2" a tlačítkem "Sloučit" vytvoříme skupinu

Vzájemné spolupůsobení

<input type="checkbox"/>	G1
<input checked="" type="checkbox"/>	Q2
<input checked="" type="checkbox"/>	Q3

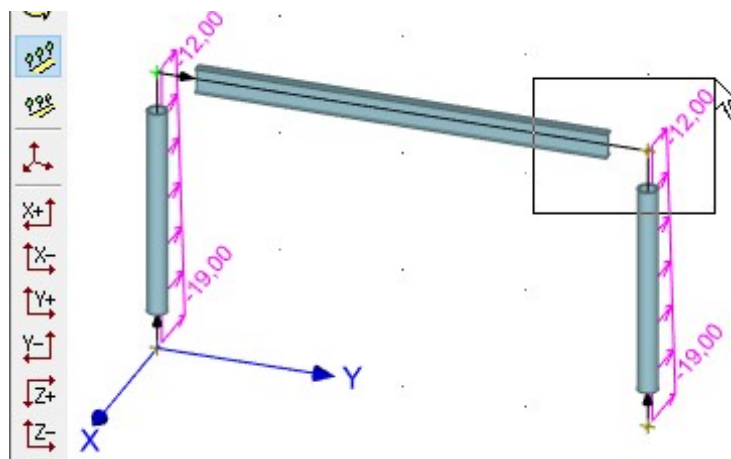
☒ Sloučit ☐ Storno

Sloučení zatěžovacích stavů do skupiny

Ostatní nastavení generátoru již měnit nemusíme. Po zmáčknutí tlačítka "Generuj" se automaticky vytvoří charakteristické kombinace zatěžovacích stavů. Dokončili jsme základní zadání zatížení a můžeme přejít k rozšíření konstrukce.

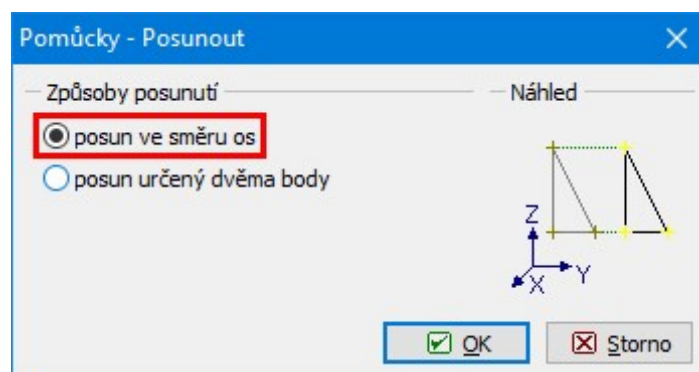
Úpravy konstrukce

V této kapitole provedeme rozšíření zadané konstrukce na prostorový rám. Použijeme k tomu nástroj pro kopírování prvků. Nejprve však vybereme horní styčníky, neboť při kopírování rámu program může v těchto místech vytvořit nové pruty spojující původní rám s novým. Při výběru styčníků použijeme tažení zleva doprava. Díky tomu nebudou do výběru zahrnuty dílce zasahující do oblasti výběru.



Výběr styčníků na pracovní ploše

Poté vybereme v ovládacím stromě nástroj "**Kopírovat**" a následně zvolíme režim "**Posun ve směru os**".



Volba způsobu zadávání posunu

V okně "**Generování prvků posunem**" nastavíme parametry dle následujícího obrázku. Zároveň zaškrtneme položku "**Propojit vybrané styčníky dílci**", která vytvoří dílce mezi původními a nově vzniklými vybranými styčníky. Průřez těchto nových dílců zadáme tlačítkem "**Dílec - zadán**".

Generování prvků posunem

Informace

Celkový počet styčnicků: 4
Celkový počet dílců: 3
Počet vybraných styčnicků: 2
Počet vybraných dílců: 0

Způsob manipulace

☒ Kopie
☐ Přesun

Prvky k manipulování

☒ Všechny
☐ Vybrané

Parametry kopie

☒ Filtrovat shodné styčnický a dílce
☒ Kopírovat podpory
☒ Kopírovat soustředěné hmoty
☒ Kopírovat zatížení
☐ Vytvořit ke kopii nový výběr
☒ Propojit vybrané styčnický dílce

Dílec - zadán

Parametry posunu

Počet kopií: 1

Posun ve směru osy X: 0,000 [m]
Posun ve směru osy Y: 0,000 [m]
Posun ve směru osy Z: 0,000 [m]

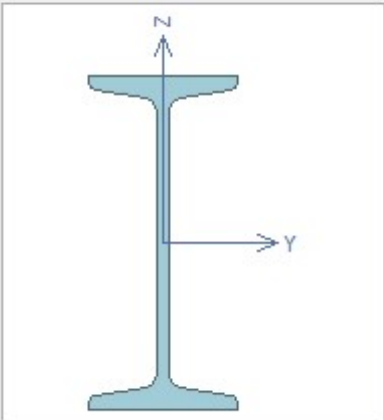
☒ OK
☐ Storno

Tlačítko pro zadání průřezu propojovacích dílců

V okně "**Prototyp profilu**" je třeba nastavit vlastnosti odpovídající průřezu trámu. Je též možnost tyto vlastnosti načíst z existujícího dílce (tlačítko "**Načíst z konstrukce**" v levém dolním rohu okna).

Prototyp profilu

Průřez



Typ průřezu:

Ocel

Dřevo

Beton

Zdivo

Číselně

Editor

Edituj zadáný

Natočení průřezu:

$\alpha =$

[°]

Konstrukční ocel I(IPN) 200

$A = 3,34E+03 \text{ mm}^2$
 $I_y = 21,4E+06 \text{ mm}^4$

$P = 707,1 \text{ mm}$
 $I_z = 1,16E+06 \text{ mm}^4$

Materiál

Katalog

Číselně

EN 10025 : Fe 360

$E = 210,0E+03 \text{ MPa}$
 $\alpha_t = 12,00E-06 \text{ 1/K}$

$G = 81,00E+03 \text{ MPa}$
 $\gamma = 78,50 \text{ kN/m}^3$

Načíst z konstrukce

OK

Storno

Tlačítko pro kopírování vlastností od jiného

Na závěr je nutné zadat vektor posunu. Zadáme hodnotu $-4m$ do kolonky "**Posun ve směru osy X**". Parametry kopírování potvrdíme tlačítkem "**OK**".

Generování prvků posunem

Informace

Celkový počet styčníků:	4	Celkový počet dílců:	3
Počet vybraných styčníků:	2	Počet vybraných dílců:	0

Způsob manipulace

☒ Kopie
☐ Přesun

Prvky k manipulování

☒ Všechny
☐ Vybrané

Parametry kopie

☒ Filtrovat shodné styčníky a dílce
☒ Kopírovat podpory

☒ Kopírovat soustředěné hmoty
☒ Kopírovat zatížení

☐ Vytvořit ke kopii nový výběr

☒ Propojit vybrané styčníky dílci

Dílec - zadán

Počet kopií: 1

Parametry posunu

Posun ve směru osy X: -4,000 [m]

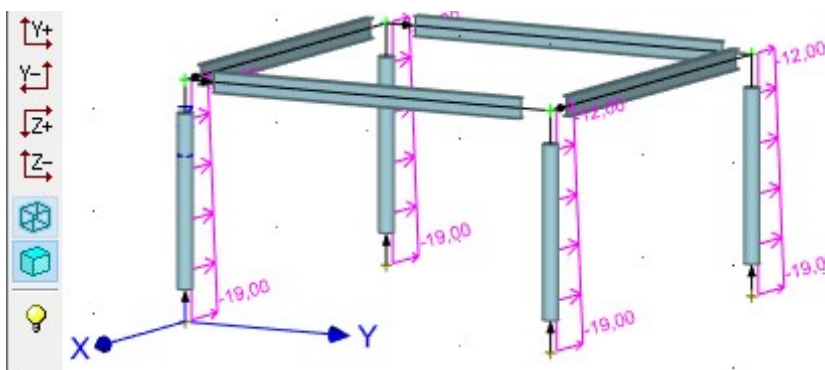
Posun ve směru osy Y: 0,000 [m]

Posun ve směru osy Z: 0,000 [m]

OK
 Storno

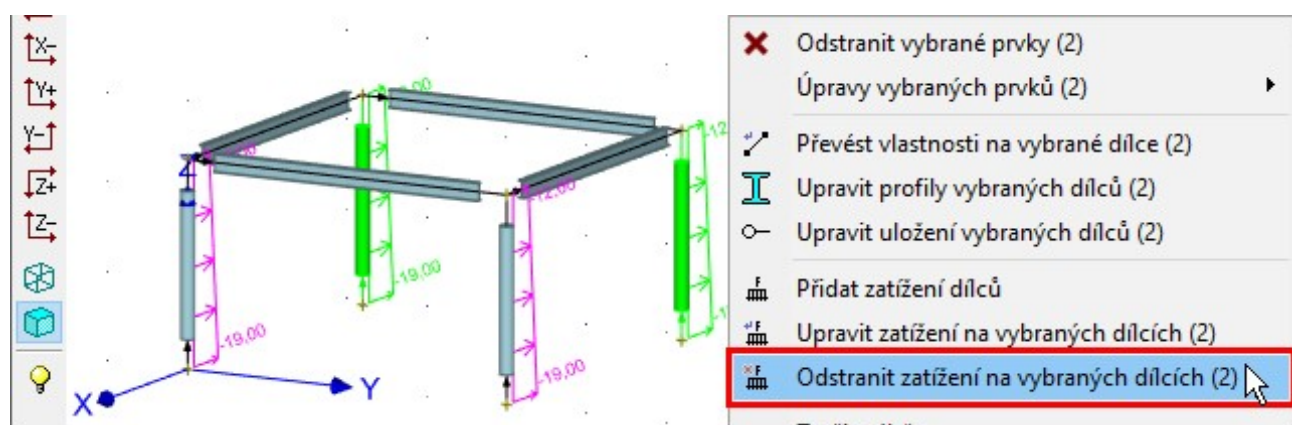
Zadání vektoru kopírování

Pomocí tohoto nástroje se základní rám zkopíroval na nové místo a v místech horních styčníků se mezi původním a novým rámem vytvořily nové trámy.



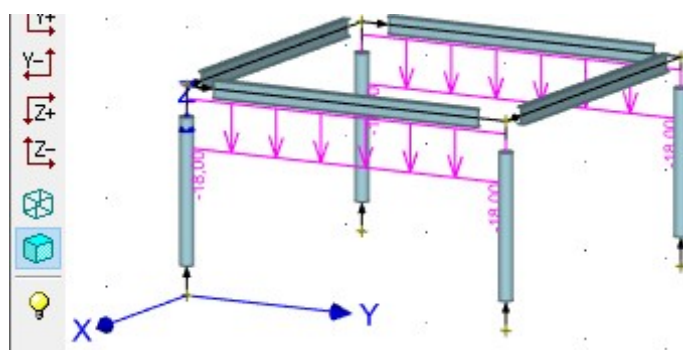
Konstrukce po úpravě

Sloupy v novém rámu se překopírovaly včetně lichoběžníkových zatížení. Dle zadání má zatížení být pouze na dvojici sloupů. Proto nové sloupy vybereme a pomocí místní nabídky lichoběžníková zatížení na těchto sloupech odstraníme.



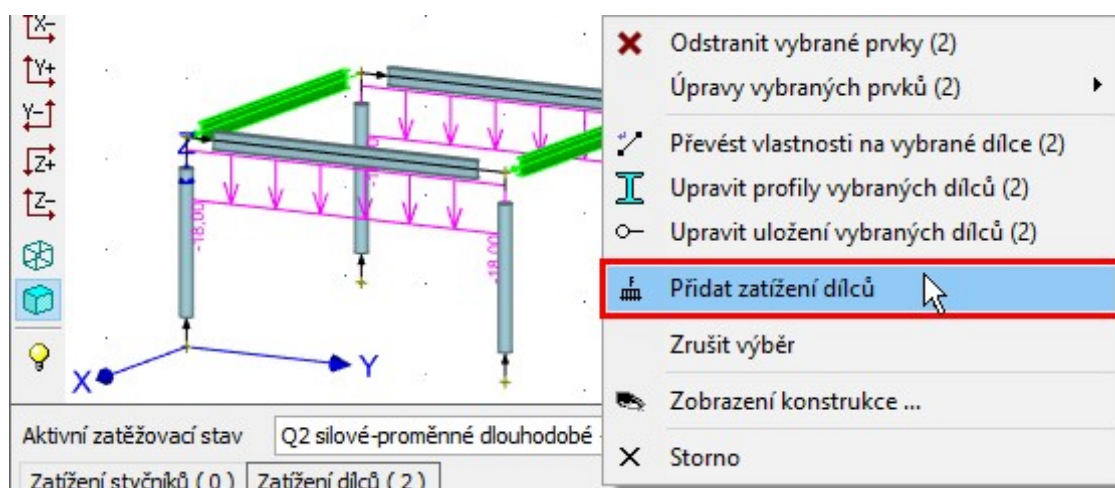
Odstranění vybraných zatížení

Výběr dílců zrušíme klávesou "Esc". Změníme-li v záhlaví pracovní plochy aktivní zatěžovací případ na "**Q2 silové-proměnné dlouhodobé**", zjistíme, že je nutné doplnit zatížení na nově vzniklé trámy.



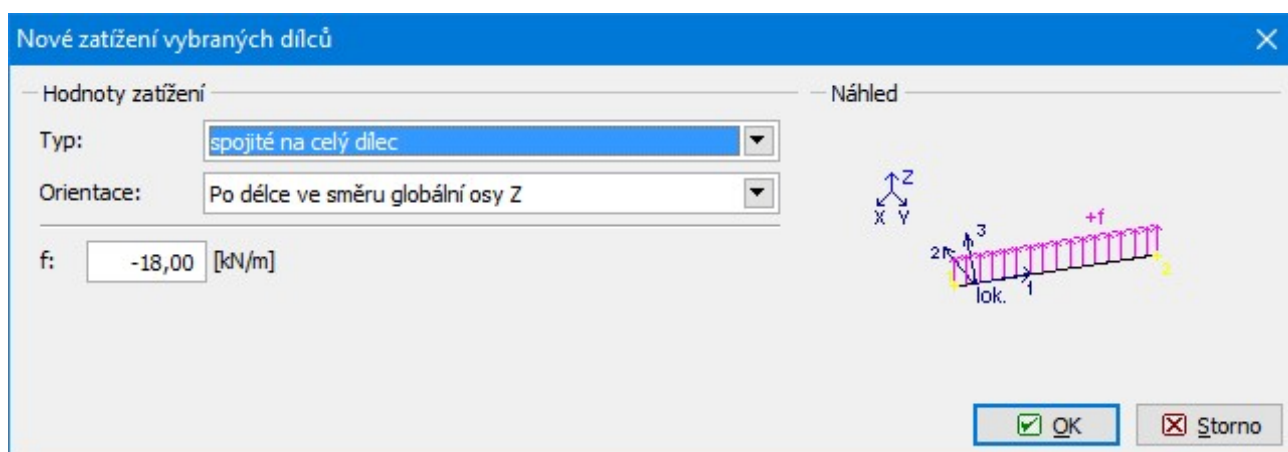
Zatížení v zatěžovacím stavu "Q2"

Nové trámy vybereme a v místní nabídce zvolíme položku "**Přidat zatížení dílců**".



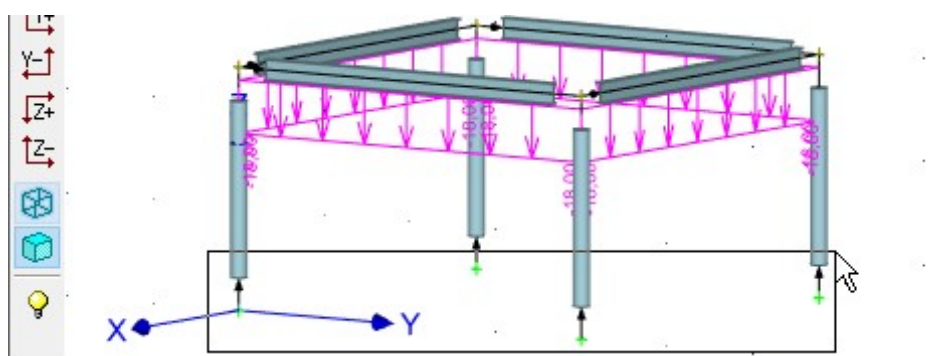
Přidání zatížení pro vybrané dílce

Vlastnosti nových zatížení zadáme shodně jako v případě existujících zatíženích na ostatních dílcích.



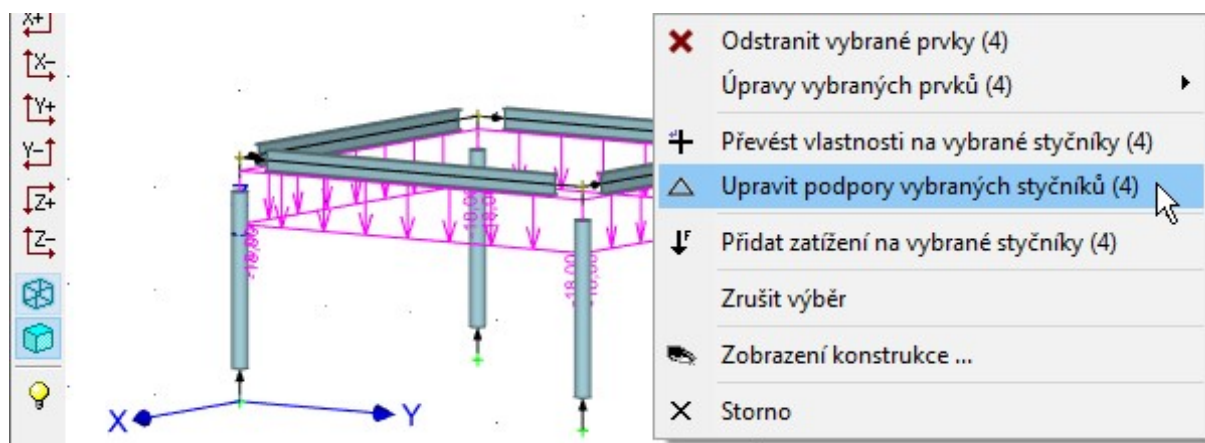
Vlastnosti zatížení na trávy

Poslední topologickou úpravou je zadání podpor. Nejprve vybereme všechny paty sloupů.



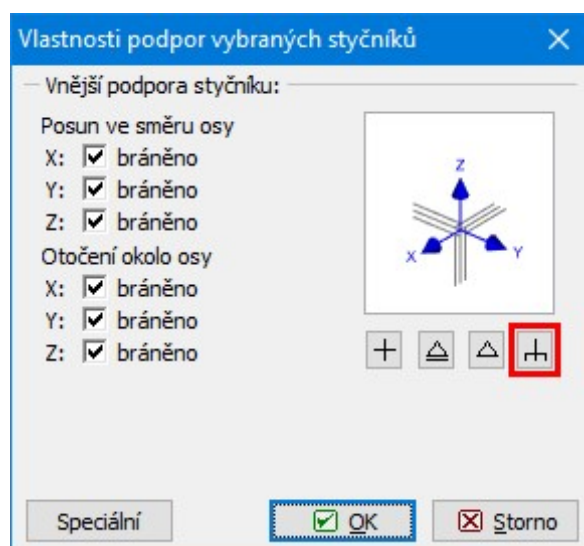
Výběr styčníků pro zadání podpor

Následně pravým tlačítkem myši vyvoláme místní nabídku, kde zvolíme položku **"Upravit podpory vybraných styčníků"**.



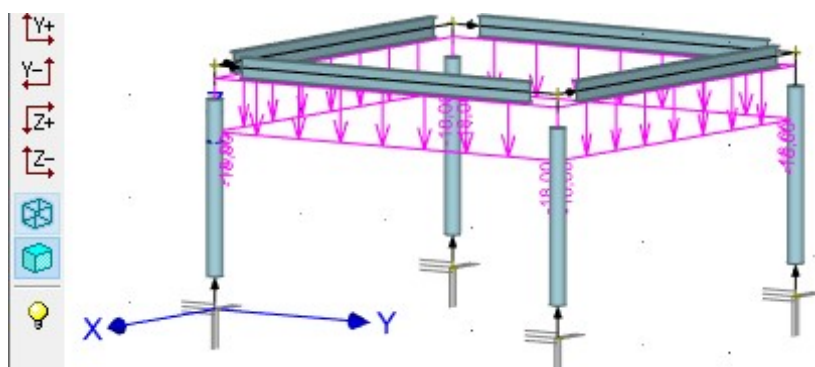
Zadání podpor vybraných styčníků

V okně **"Vlastnosti podpor vybraných styčníků"** zvolíme podepření ve všech směrech (vetknutí). Při zadávání můžeme využít tlačítka s předdefinovanými základními typy podpor. Okno zavřeme tlačítkem **"OK"**.



Tlačítko pro rychlé zadání vetknutého podepření

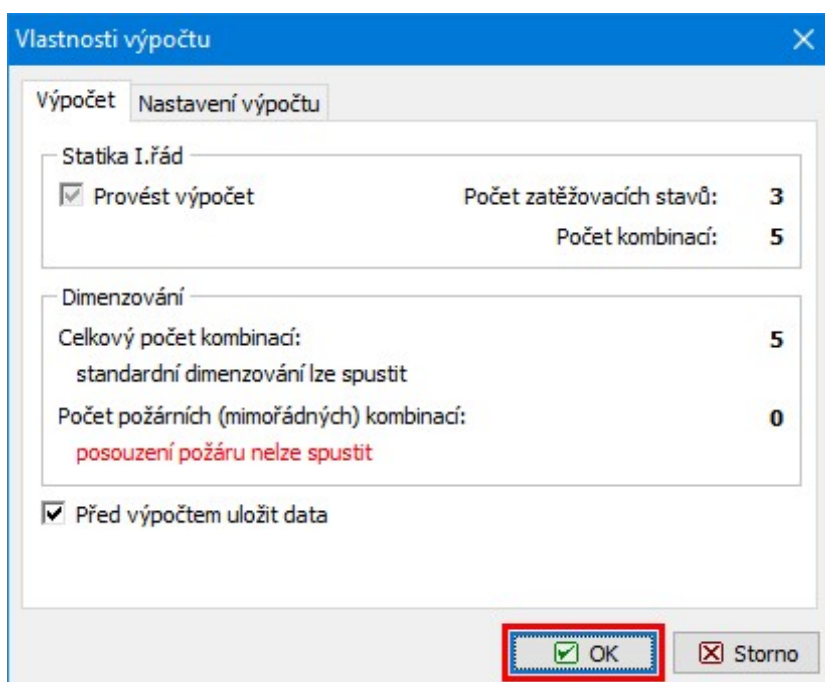
Po zadání podpor již můžeme přikročit k výpočtu vnitřních sil. Konstrukce před výpočtem je zobrazena na následujícím obrázku.



Dokončená konstrukce

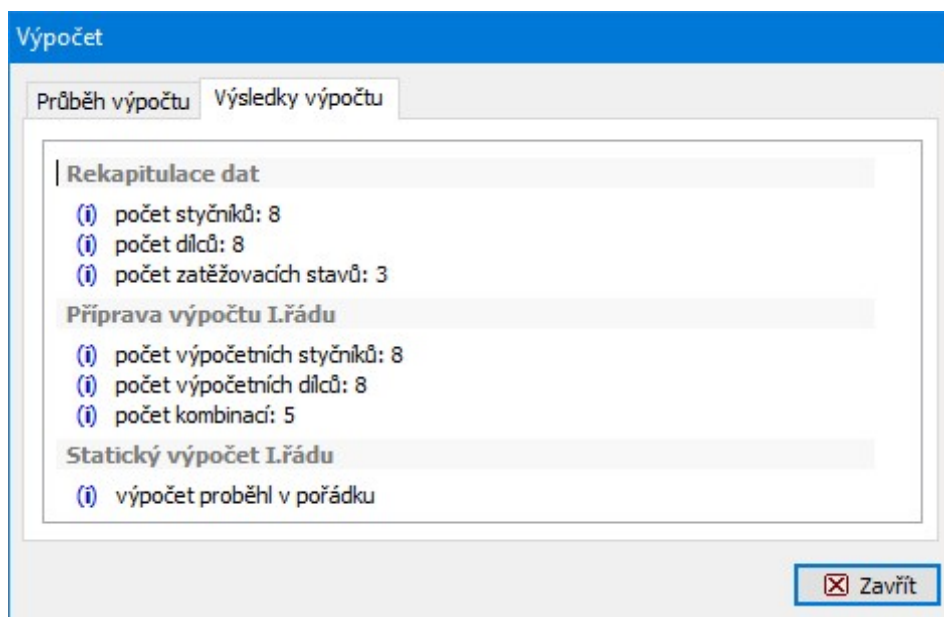
Výpočet a výsledky

Nyní můžeme provést výpočet. Ten se spustí příkazem "**Výpočet**" v ovládacím stroměčku. Při spuštění výpočtu se nejprve zobrazí dialogové okno "**Vlastnosti výpočtu**" a po jeho potvrzení tlačítkem "**OK**" se provede výpočet.



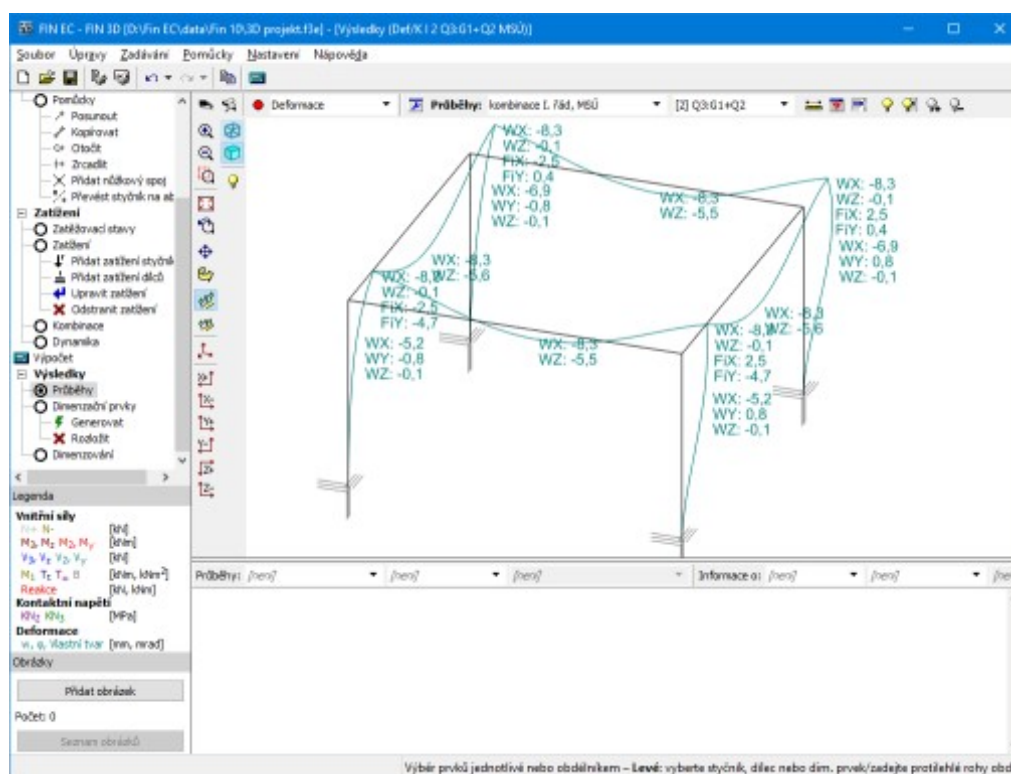
Potvrzení parametrů výpočtu

Program provede výpočet, informace o průběhu a výsledcích výpočtu se zobrazí v okně **"Výpočet"**. Okno se ukončí tlačítkem **"Zavřít"**.




Okno "Výpočet" s informacemi o průběhu výpočtu

Po výpočtu se nám zobrazí deformovaná konstrukce.



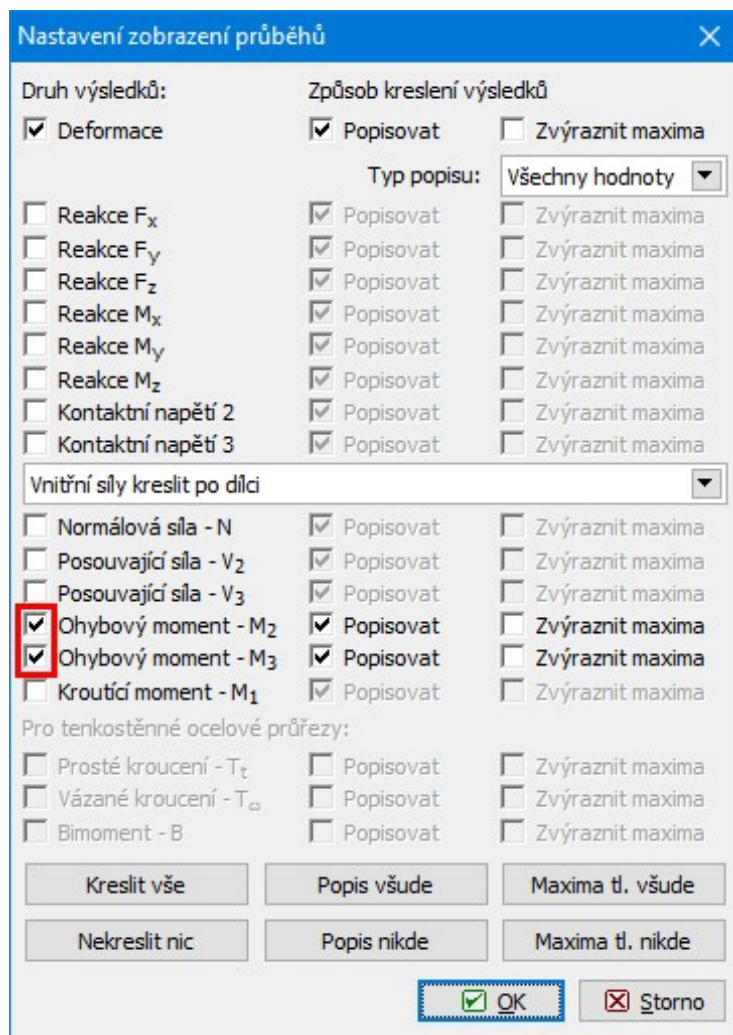
Náhled na průběh deformací na konstrukci

Program obsahuje širokou paletu nástrojů pro zobrazování průběhů jednotlivých veličin. Kromě výše uvedeného okna **"Nastavení kreslení"** lze využít především dialogové okno **"Nastavení zobrazení průběhů"**, které se spouští tlačítkem  v nástrojové liště v záhlaví pracovní plochy.



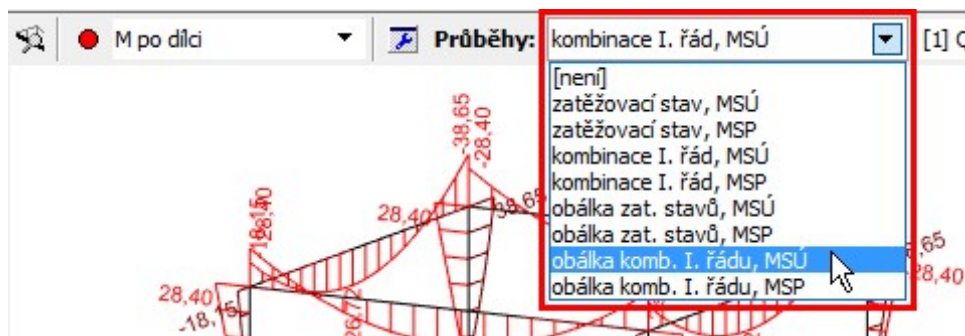
Tlačítko pro otevření okna "Nastavení zobrazení průběhů"

V tomto okně lze nastavit, které veličiny mají být na konstrukci vykresleny. Můžeme si například zapnout zobrazení ohybových momentů.

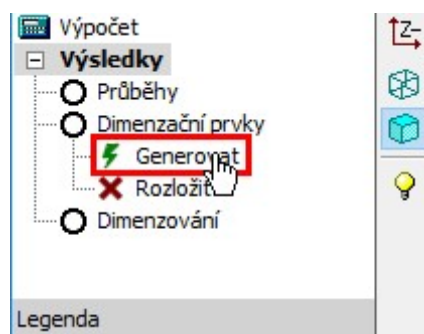


Výběr zobrazení ohybových momentů

Výsledky lze zobrazovat pro jednotlivé zatěžovací stavy, kombinace či obálky. V našem případě si zobrazíme obálku ohybových momentů pro všechny kombinace. V rozbalovacím seznamu "**Průběhy**" zvolíme položku "**Obálka komb. I. řádu, MSÚ**"

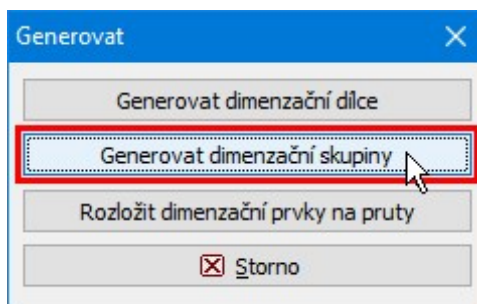


Volba typu průběhů



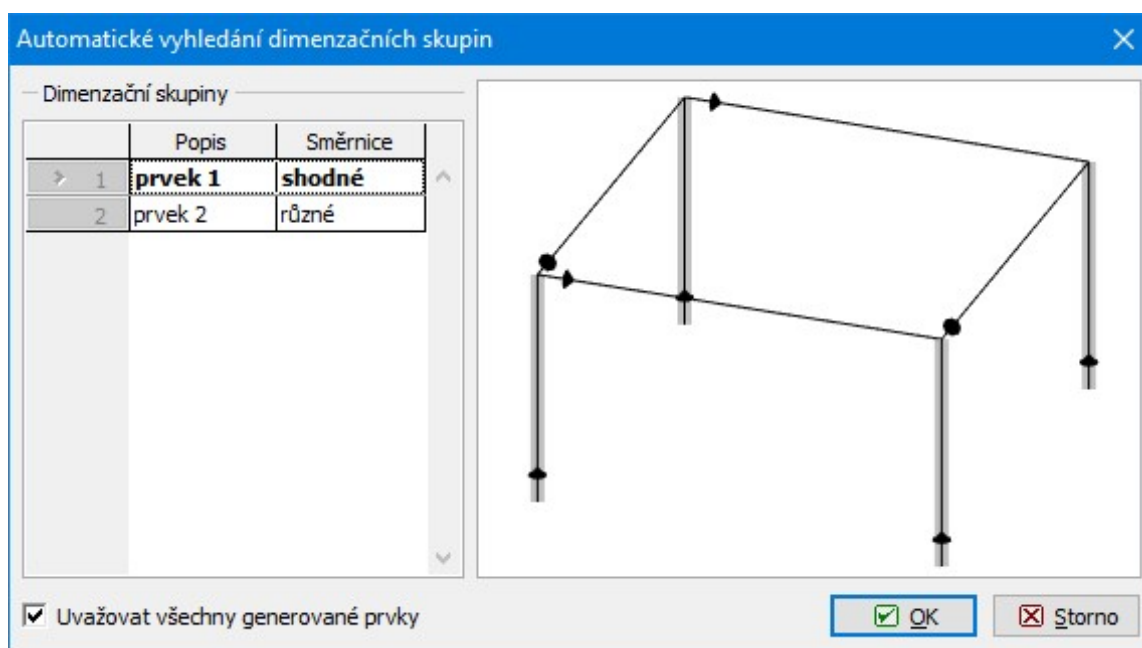
Nástroj "Generovat" v ovládacím stromečku

V okně "Generovat" zvolíme variantu "Generovat dimenzační skupiny".



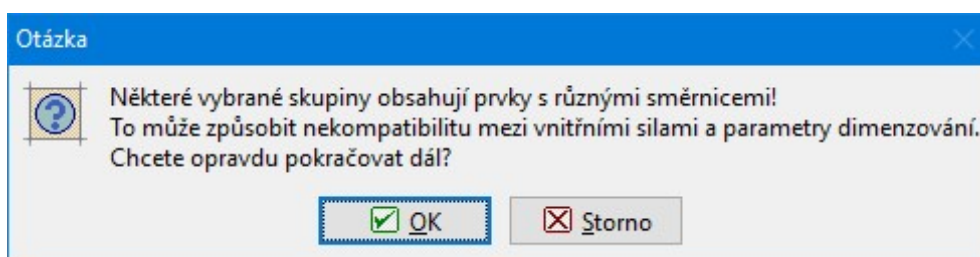
Volba vyhledávání dimenzačních skupin

V dialogovém okně "Automatické vyhledání dimenzačních skupin" nás program upozorní, že objevil dvě dimenzační skupiny (trámy a sloupy). V pravé části okna je zobrazen náhled na konstrukci, ve kterém je možné si dimenzační skupiny prohlédnout.



Vyhledání dimenzačních skupin

Po stisku tlačítka "OK" nás program upozorní, že prvky v dimenzační skupině obsahující trámy mají různé směrnice. Protože vlastnosti vzpěru či klopení u všech těchto dílců budou symetrické, nemusíme si tohoto upozornění všimnout.



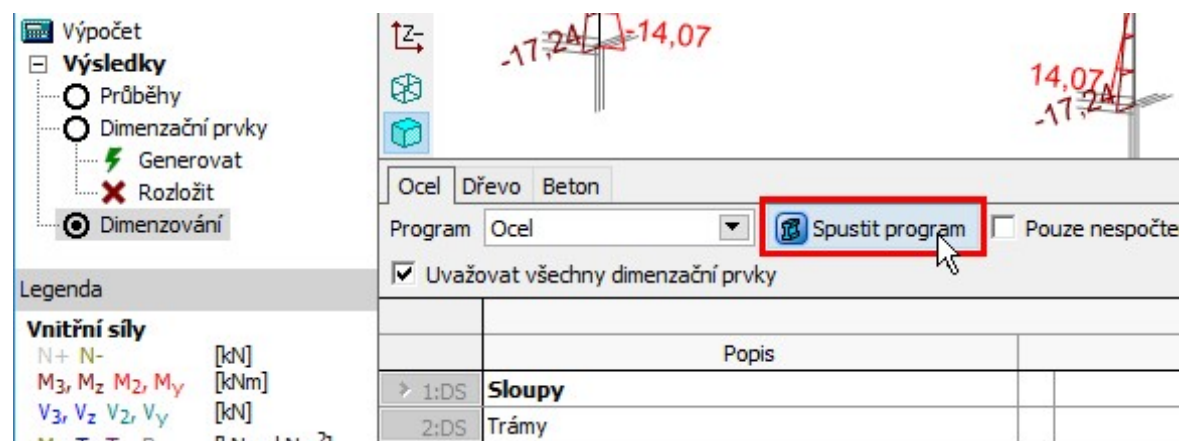
Upozornění na různé směrnice dílců ve skupině

Po vytvoření můžeme dimenzační skupiny pojmenovat. Použijeme pro to sloupeček "**Popis**" v zadávacím rámu pro režim "**Dimenzační prvky**" ovládacího stromčku.



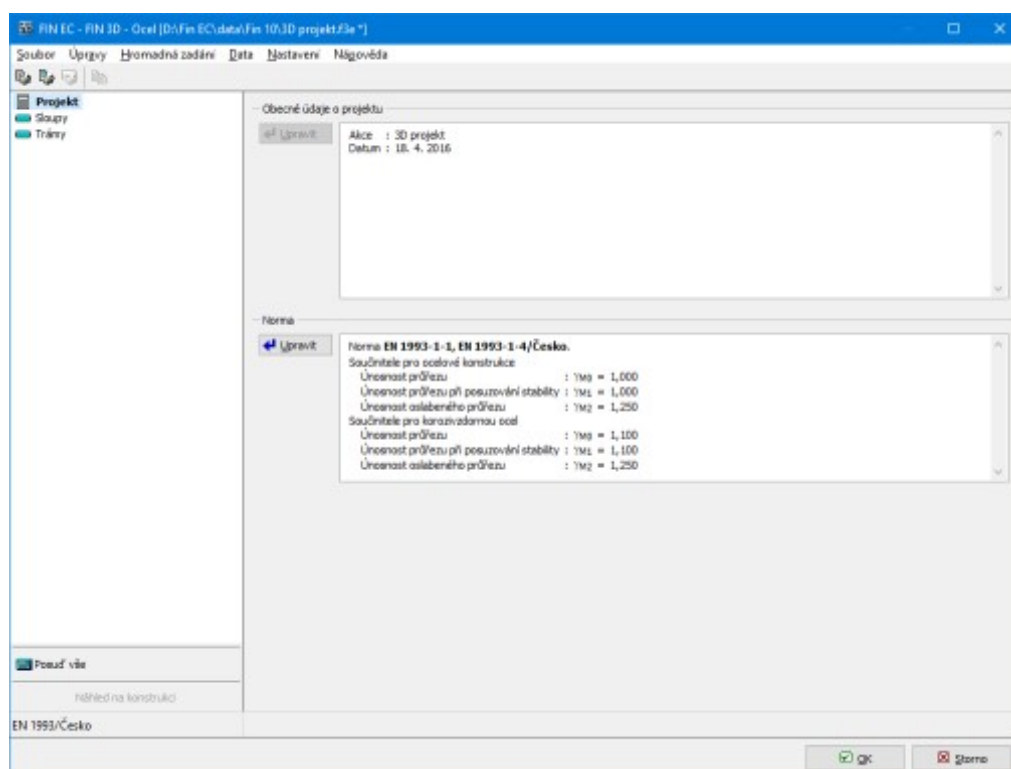
Pojmenování dimenzačních skupin

Nyní již můžeme provést samotné posouzení prvků v dimenzačním programu "**Ocel**". Přejdeme do záložky "**Ocel**" zadávacího rámu v části "**Dimenzování**" zadávacího stromčku. Pro předání dat do dimenzačního programu použijeme tlačítko "**Spustit program**".



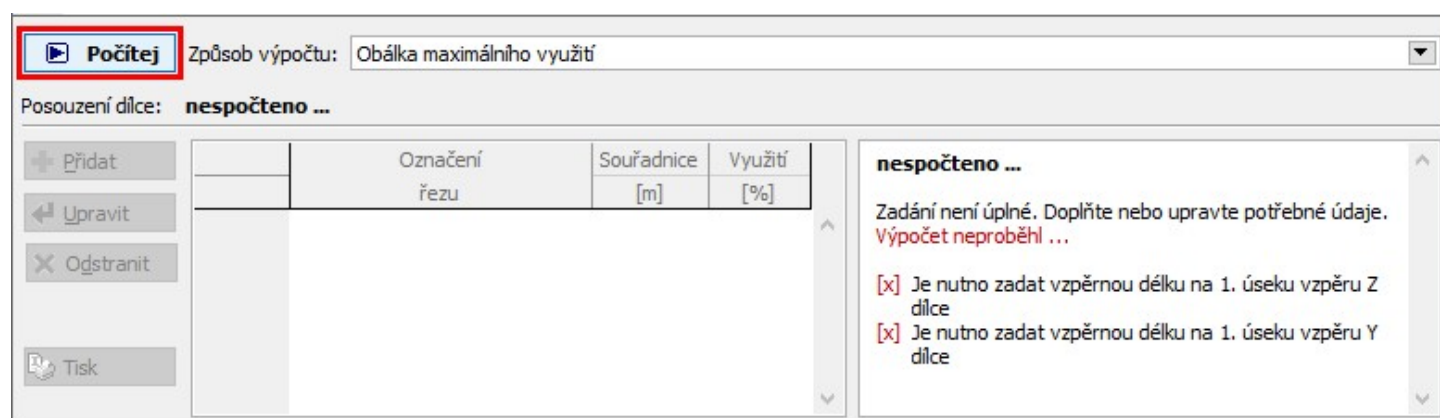
Spuštění dimenzačního modulu

Do dimenzačního programu se předají všechny potřebné geometrické údaje (délka prvku, průřez, materiál) a výsledné průběhy vnitřních sil. Dimenzační prvky jsou v modulu uspořádány v ovládacím stromčku v levé části.



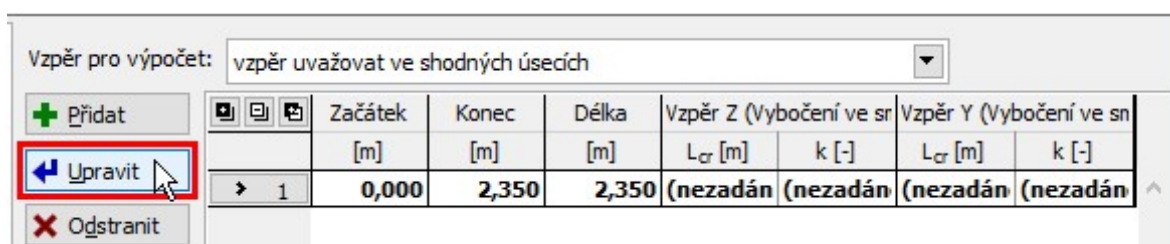
Dimenzační modul pro ocelové konstrukce

Nejprve provedeme posouzení prvního dimenzačního prvku "**Sloup**". Přejdeme do části "**Posouzení**" ve stroměčku pro tento dílec a použijeme tlačítko "**Počítej**" pro analýzu prvku. Místo výpočtu jsme programem upozorněni, že je třeba nejprve zadat parametry vzpěru.



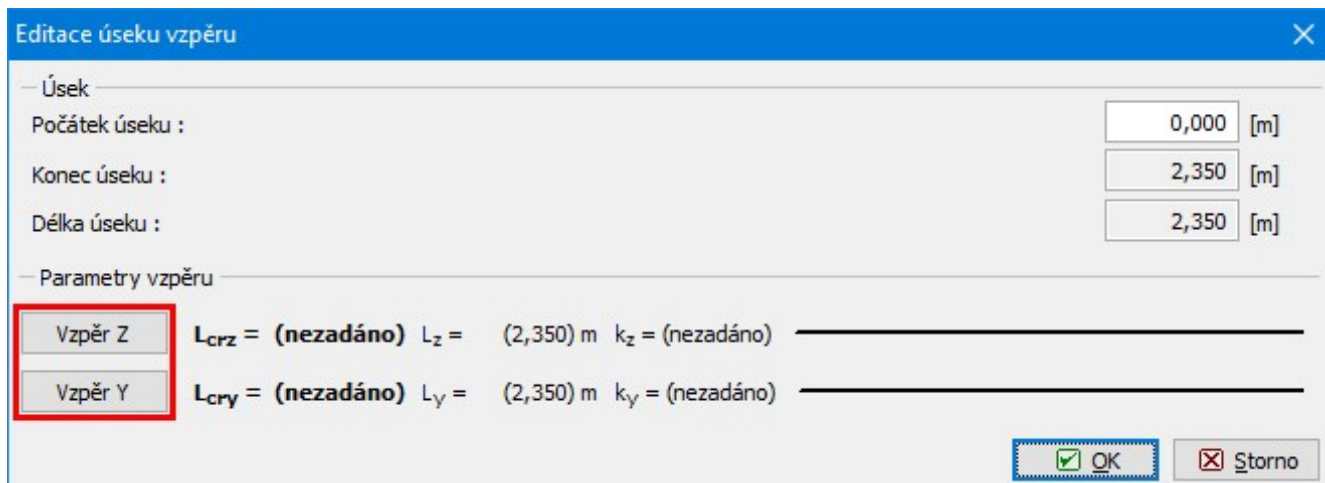
Zadávací rám pro posouzení dílce

Přejdeme tedy do části "**Vzpěr**" ovládacího stroměčku, kde můžeme zadat potřebné parametry. K zadání použijeme tlačítko "**Upravit**" v nástrojové liště u zadávací tabulky.



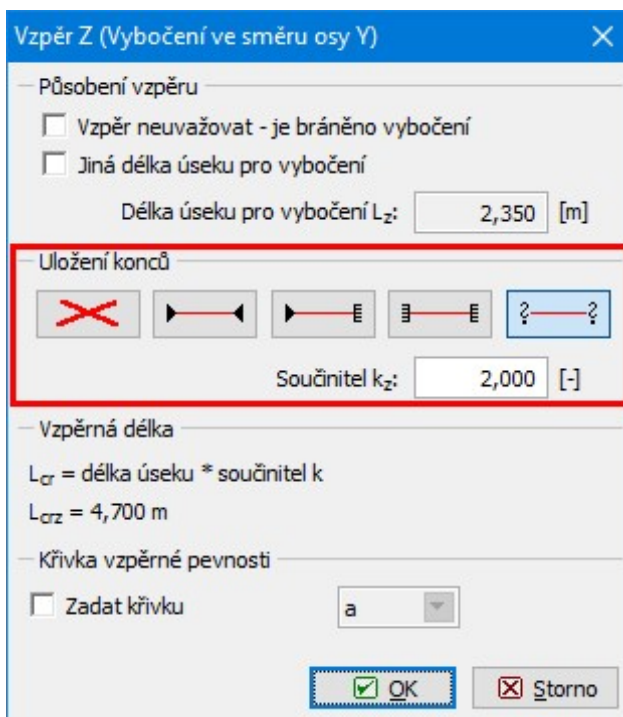
Tlačítko pro zadání parametrů vzpěru

V dialogovém okně "**Editace úseku vzpěru**" musíme zadat parametry vzpěru pro směr z a y. Pro samotné zadání použijeme tlačítka "**Vzpěr z**" a "**Vzpěr y**". Jako "**Vzpěr z**" je označeno vybočení ve směru kolmém k ose z, "**Vzpěr y**" pak vybočení kolmo k ose y.



Dialogové okno "Editace úseku vzpěru"

V okně "**Parametry vzpěru**" je nutné vybrat způsob uložení konců. Konzervativně zvolíme v obou směrech konzolové působení. Abychom mohli zadat odpovídající součinitel vzpěrnosti, zvolíme obecnou variantu uložení konců (prut s otazníky na koncích) a zadáme do polí pro součinitele "**k_y**" resp. "**k_z**" hodnotu 2,0.



Zadání součinitele vzpěrné délky

I když tento typ průřezu nemůže klopit, je nutné v části "**Klopení**" ovládacího stroměčku zadat tvar momentové plochy a způsob uložení konců. Vlastnosti klopení se zadávají samostatně pro směry dané ohybovými momenty M_y a M_z . Odpovídající tabulky jsou uspořádány do záložek.

Klopení pro výpočet: klopení uvažovat ☐ Klopení jednotlivě podle ZP

Klopení My Klopení Mz

+ Přidat Upravit Odstranit Gener. úseky

	Začátek [m]	Konec [m]	Délka [m]	Klopná délka l_{z1}
1	0,000	2,350	2,350	2,350

Tvar momentové plochy

Uložení konců pro klopení:
 k_z

Záložky "Klopení M_y " a "Klopení M_z "

Okno s vlastnostmi klopení lze otevřít způsobem, který byl již popsán pro parametry vzpěru. Pro oba směry zadáme shodné vlastnosti klopení.

Editace úseku klopení

Úsek

Počátek úseku : [m]

Konec úseku : [m]

Délka úseku : [m]

Působení klopení


☐ Klopení neuvažovat - klopení je zabráněno

☐ Jiná délka úseku pro klopení

Délka úseku pro klopení : [m]

Momentová plocha

Tvar momentové plochy M_y




Poloha zatížení z_p : [-]

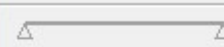
Poměr ψ (M_{zac}/M_{kon}): [-]

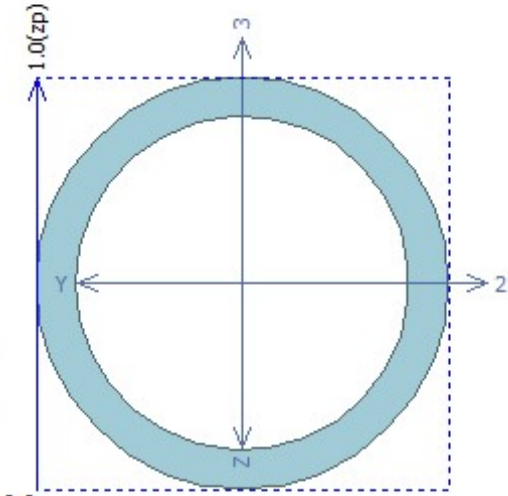
Parametry

Uložení konců k_z :



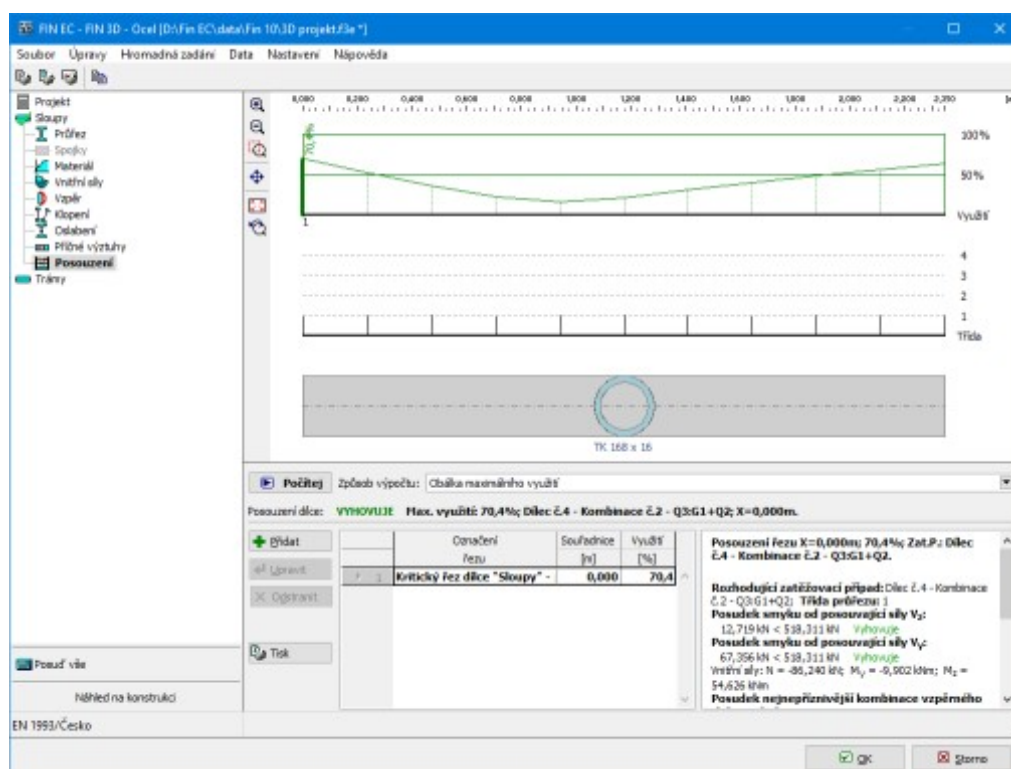
Uložení konců v kroucení k_w





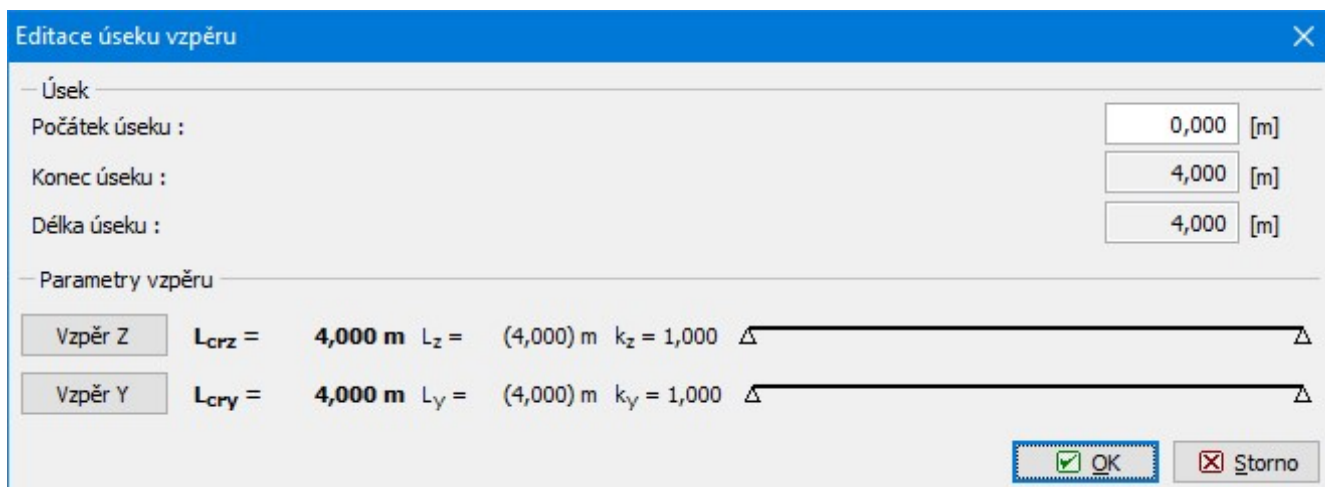
Okno "Editace úseku klopení"

Poté již můžeme přejít zpět do části "**Posouzení**" a spustit výpočet. Výsledkem je vyhovující dílec.



Posouzení sloupů

Následuje posouzení trámů. I u tohoto prvku musíme zadat parametry vzpěru, postup je podobný jako v případě sloupů. Pro oba směry zvolíme kloubové uložení se součiniteli " k_y " a " k_z " rovné 1,0.



Editace úseku vzpěru

Úsek

Počátek úseku : 0,000 [m]

Konec úseku : 4,000 [m]

Délka úseku : 4,000 [m]

Parametry vzpěru

Vzpěr Z $L_{crz} = 4,000 \text{ m}$ $L_z = (4,000) \text{ m}$ $k_z = 1,000$

Vzpěr Y $L_{cry} = 4,000 \text{ m}$ $L_y = (4,000) \text{ m}$ $k_y = 1,000$

OK Storno

Vlastnosti úseku vzpěru

S ohledem na typ profilu však bude nutné zadat též parametry klopení od momentu M_y . Postup je obdobný jako v případě vzpěru. V okně "Editace úseku klopení" je třeba vybrat tvar momentové plochy, polohu zatížení po výšce a též uložení konců prvku pro výpočet součinitelů k_z .

Editace úseku klopení

Úsek

Počátek úseku : 0,000 [m]

Konec úseku : 4,000 [m]

Délka úseku : 4,000 [m]


Působení klopení

☐ Klopení neuvažovat - klopení je zabráněno
☐ Jiná délka úseku pro klopení

Délka úseku pro klopení : 4,000 [m]

Momentová plocha

Tvar momentové plochy M_y




6

Poloha zatížení z_p : 1,000 [-]

Poměr ψ (M_{zac}/M_{kon}): [-]

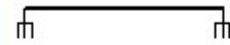
Parametry

Uložení konců k_z :

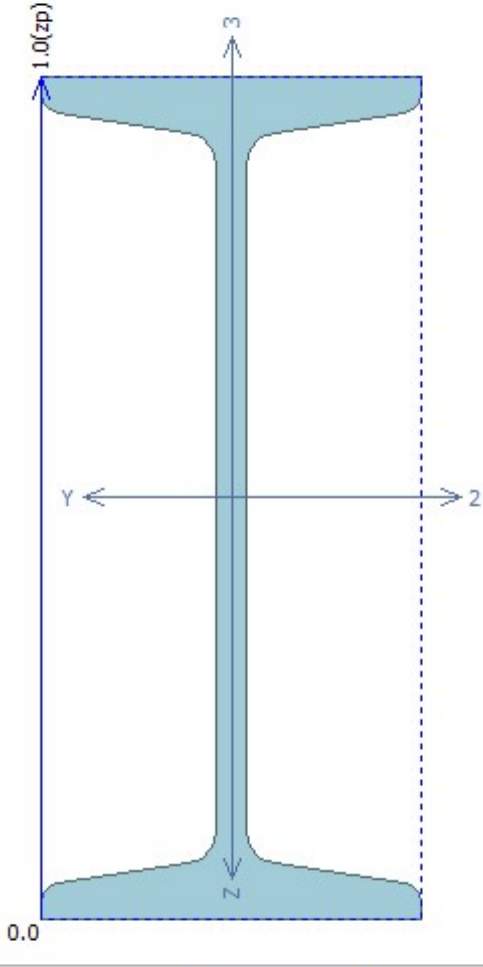


vetknutí-vetknutí

Uložení konců v kroucení k_w



vetknutí-vetknutí



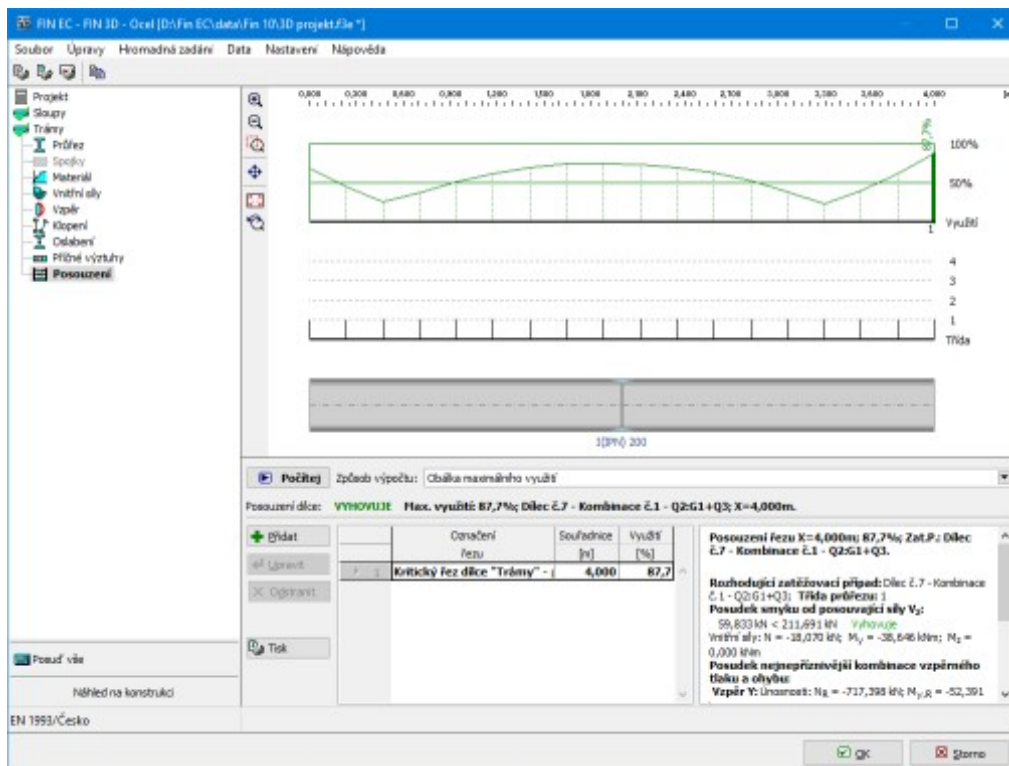
OK

Storno

Vlastnosti klopení M_y

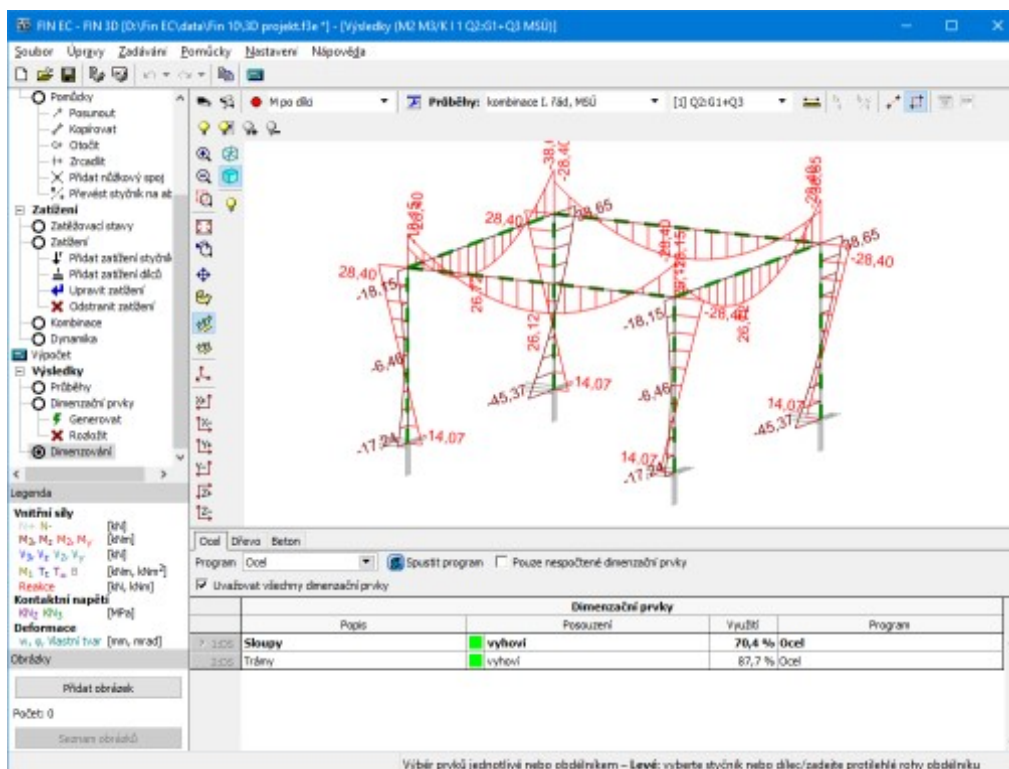
Po zadání parametrů vzpěru a klopení lze přejít k posouzení.

33



Posouzený dimenzační prvek "Trám"

Oba dimenzační prvky jsou posouzené a vyhovují. Můžeme se tedy tlačítkem "OK" vrátit zpět do okna programu "Fin 3D". Ve spodní tabulce se nám zobrazí základní výsledky posouzení (vyhovuje/nevyhovuje) a maximální využití.



Posouzená konstrukce