



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



**OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost**

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

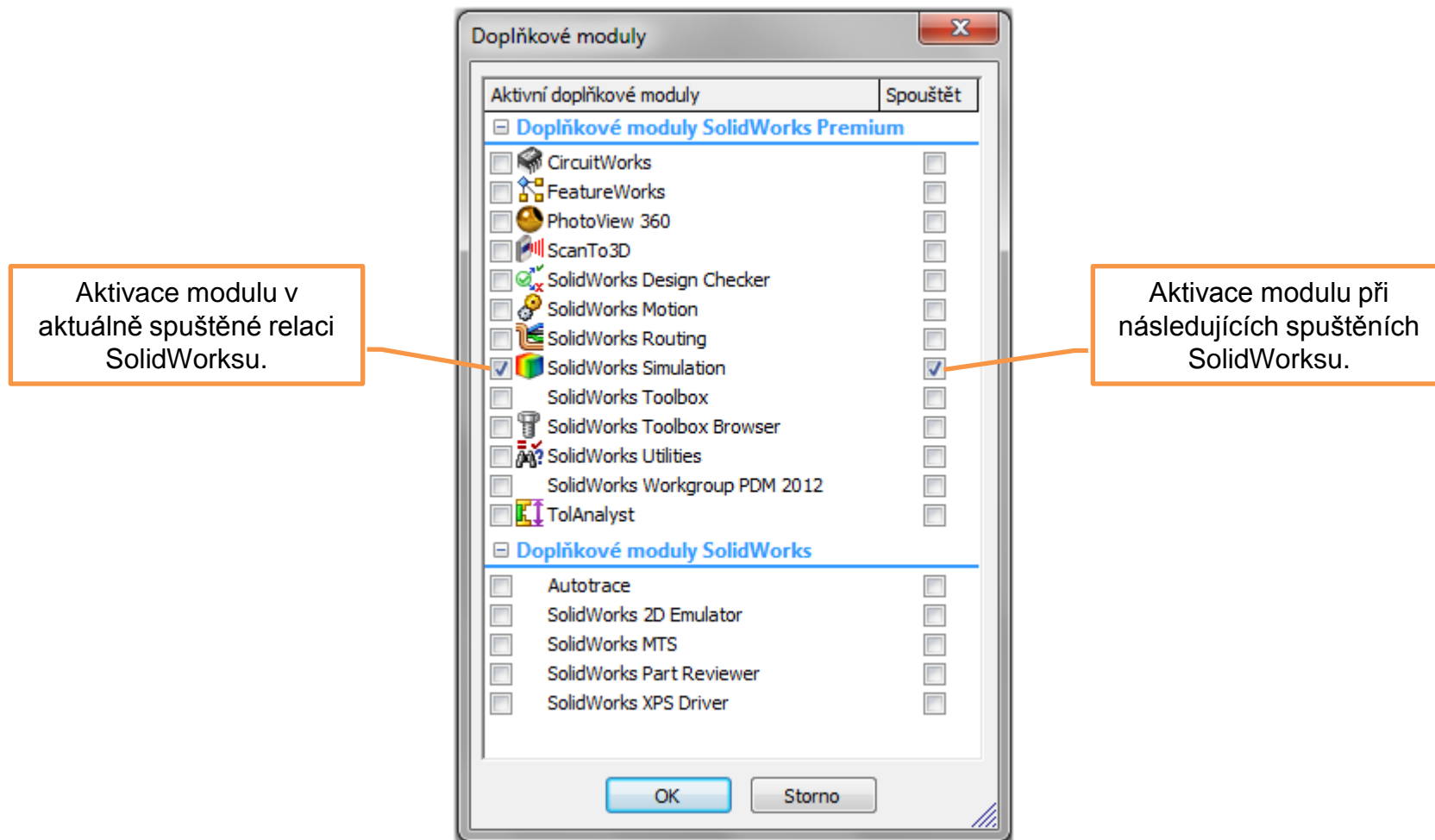
Střední průmyslová škola a Vyšší odborná škola technická Brno, Sokolská 1

- Šablona:** Inovace a zkvalitnění výuky prostřednictvím ICT
- Název:** Uživatelská nastavení parametrických modelářů, využití doplňkových modulů
- Téma:** Metody konečných prvků I
- Autor:** Ing. Radek Šebek
- Číslo:** VY_32_INOVACE_18 – 08
- Anotace:** *Metoda konečných prvků, modul SolidWorks Simulation, příprava modelu, pracovní postup při tvorbě statické analýzy. DUM je určen pro žáky 4. ročníku oboru strojírenství. Vytvořeno: září 2013.*

Metoda konečných prvků

dále jen MKP je numerická metoda sloužící k simulaci průběhu napětí, deformace, proudění apod. na vytvořeném virtuálním modelu. Tato metoda je využívána především pro kontrolu navržených součástí či zařízení, nebo pro stanovení kritického místa konstrukce. V prostředí SolidWorksu za tímto účelem využíváme doplňkový modul „SolidWorks Simulation“, ve kterém můžeme provádět několik druhů analýz, nejčastěji pak pro statické zatížení vnějšími silami. Oblast MKP je poměrně rozsáhlá a není účelem tohoto učebního materiálu postihnout všechny typy úloh a proto se zaměříme na ty nejčastěji využívané. Tedy na statické zatížení konstrukce a její případnou rozměrovou optimalizaci.

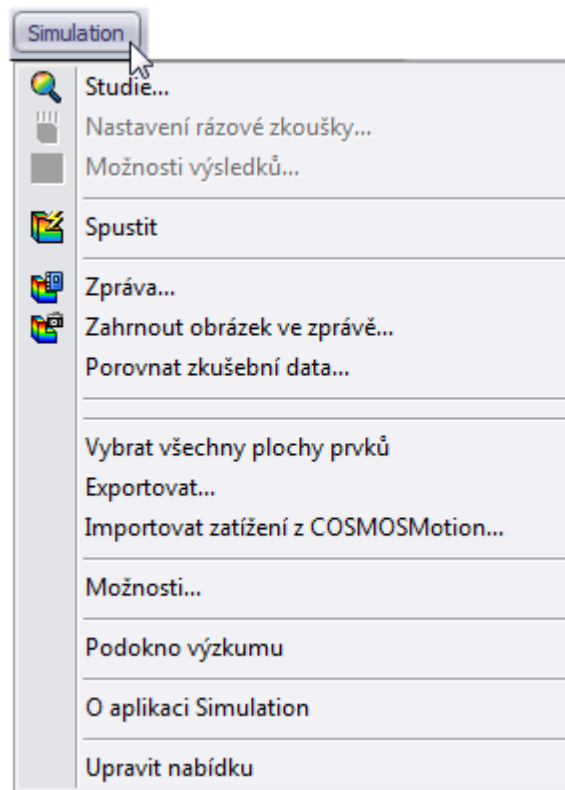
Aktivace doplňkového modulu SolidWorks Simulation – je možná přes nabídku roletového menu „Nástroje – Doplňkové moduly“.



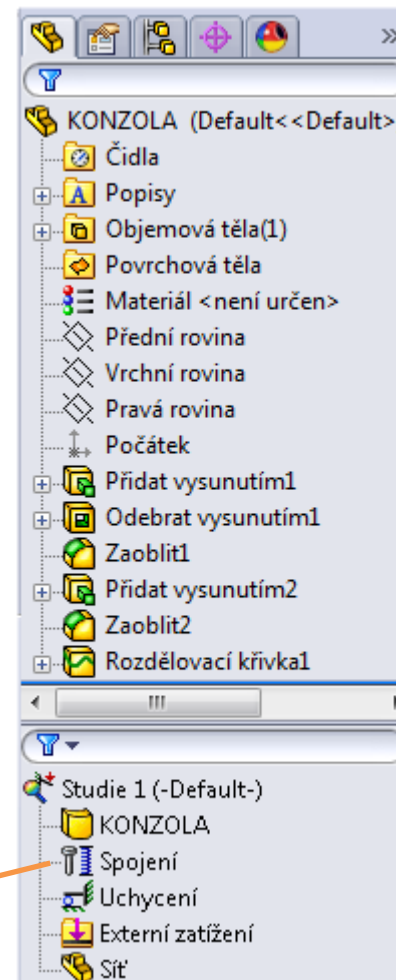
Doplňkový modul je možné aktivovat pouze v plné nebo školní verzi SolidWorksu. Není součástí studentských licencí.

Přístup k nástrojům a prvkům analýzy – je možný přes nabídku panelu nástrojů „Simulace“ a roletového menu „Simulation“. Prvky pak ovlivňujeme přímo ve stromu FeatureManageru.

Roletové menu „Simulation“.



Strom FeatureManageru.

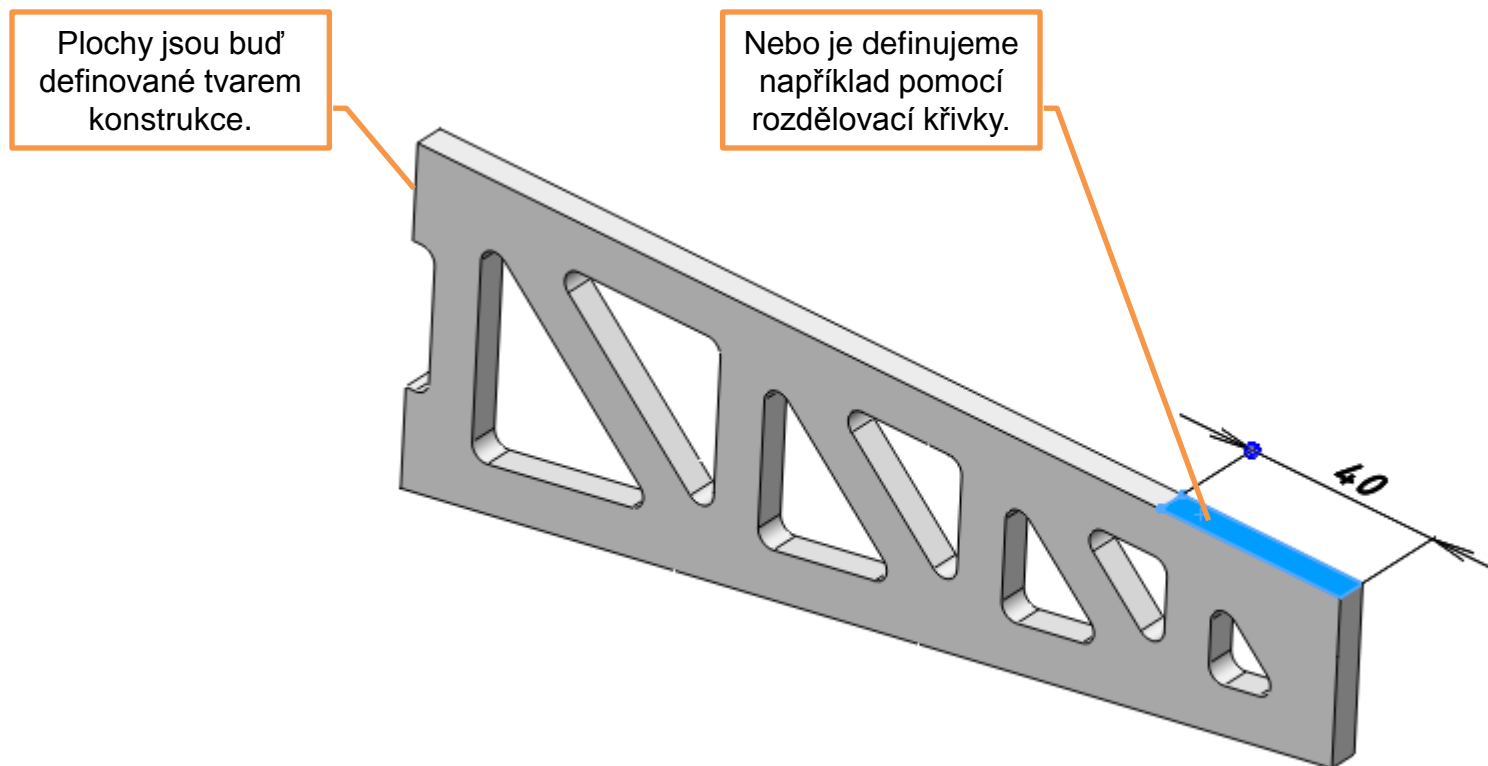


Prvky analýzy.



Panel nástrojů „Simulace“.

Příprava modelu – předchází samotné analýze. Spočívá převážně v přípravě ploch, kde bude aplikováno zatížení či uchycení.



Pracovní postup při tvorbě statické analýzy

Krok č. 1 – nejprve stanovíme typ studie a určíme její název.

Krok č. 2 – poté zvolíme materiál součásti.

Studie

Vzkaz

Analyzuje napětí, posuny, poměrné deformace a koeficient bezpečnosti pro součásti s lineárními materiály.

Název

Zatížení silou F

Typ

- Static
- Frekvence
- Vzpěr
- Teplotní
- Pádová zkouška
- Únavová
- Nelineární
- Lineární dynamika
- Design tlakové nádoby

Možnosti

Použít 2D zjednodušení

Materiál

Vlastnosti | Tabulky & křivky | Vzhled | Šrafování | Vlastní | Data aplikace | Oblíbené položky

Vlastnosti materiálu

Materiály obsažené ve výchozí knihovně nelze upravit. Musíte nejprve materiál zkopírovat do vlastní knihovny, aby jste ho mohli upravit.

Typ modelu: Lineární elastický izotropní

Jednotky: SI - N/m² (Pa)

Kategorie: Ocel

Název: AISI 1020

Výchozí kritérium selhání: Napětí Max. von Mises

Popis:

Zdroj:

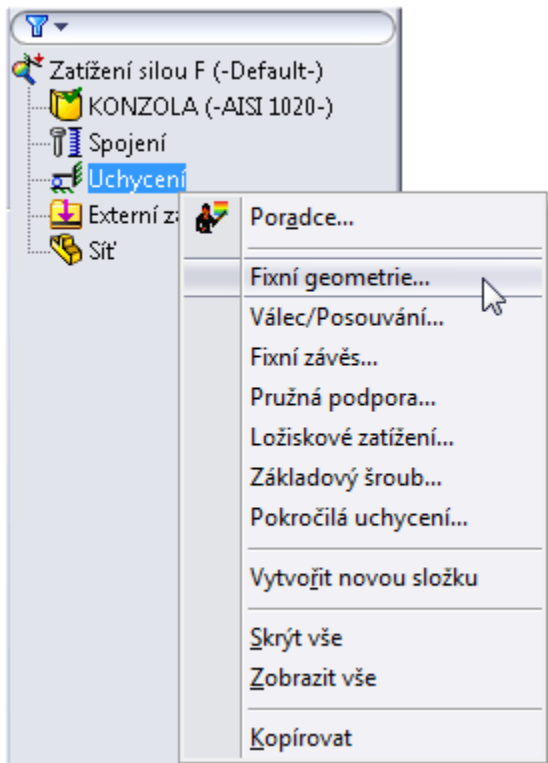
Sustainability: Definováno

| Vlastnost | Hodnota | Jednotky |
|--------------------------------|-----------|-------------------|
| Modul pružnosti | 2e+011 | N/m ² |
| Poissonova konstanta | 0.29 | Neuvedeno |
| Modul pružnosti ve smyku | 7.7e+010 | N/m ² |
| Hustota | 7900 | kg/m ³ |
| Pevnost v tahu | 420507000 | N/m ² |
| Pevnost v tlaku X | | N/m ² |
| Mez kluzu | 351571000 | N/m ² |
| Součinitel tepelné roztažnosti | 1.5e-005 | /K |
| Tepelná vodivost | 47 | W/(m·K) |
| Měrné teplo | 420 | J/(kg·K) |
| Poměr tlumení materiálu | | Neuvedeno |

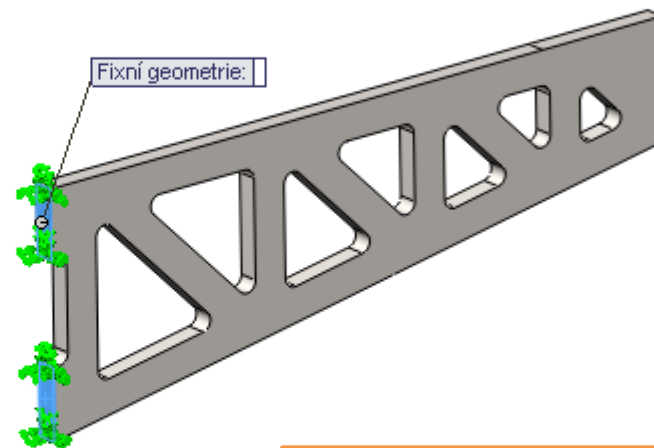
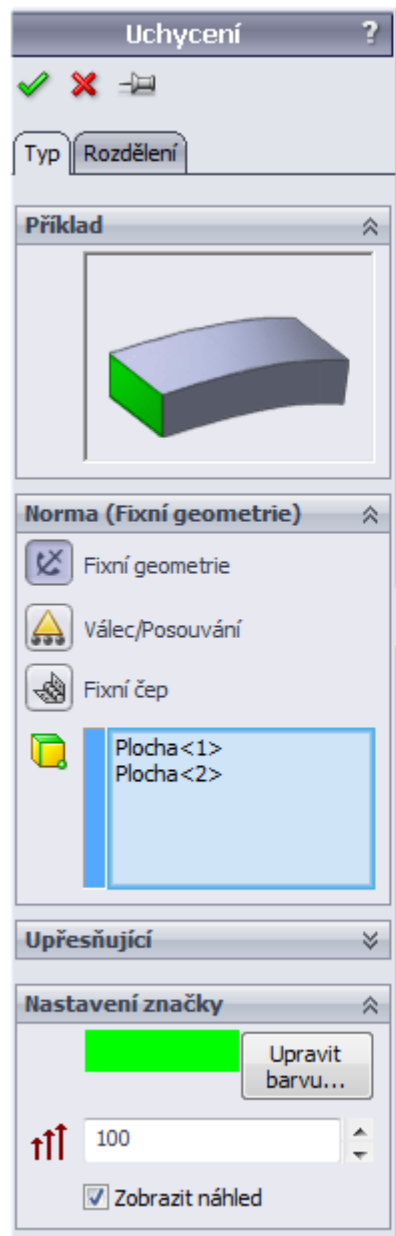
Použít | Zavřít | Uložit | Konfigurace... | nápověda



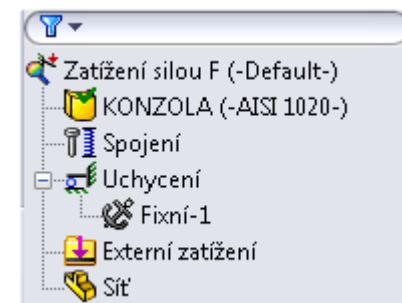
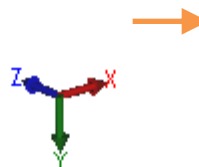
Stejným způsobem můžeme materiál posléze i změnit.

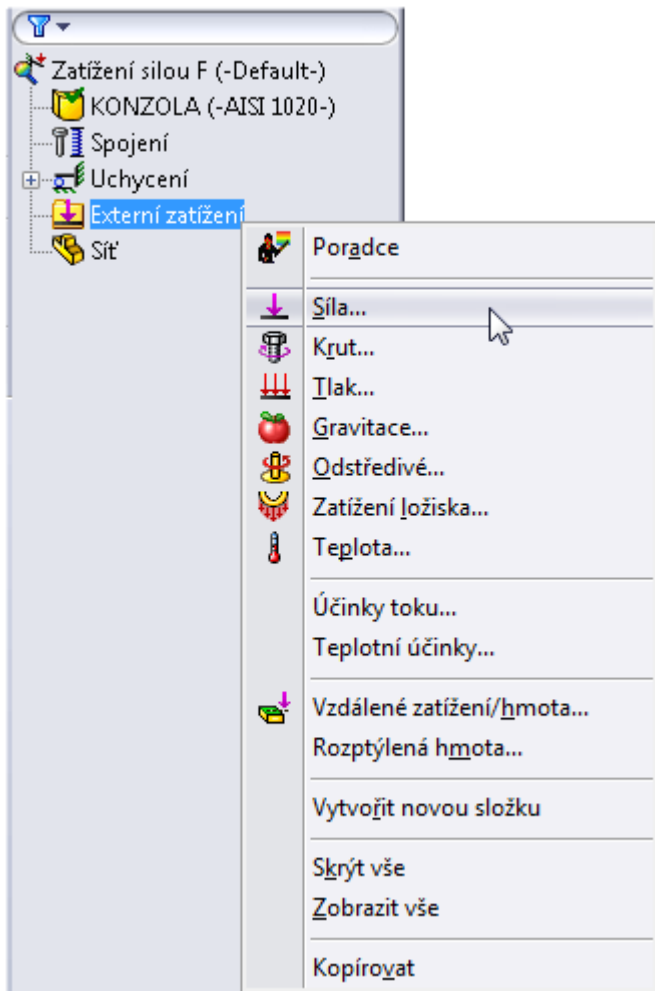


Krok č. 3 – pomocí místní nabídky specifikujeme uchycení konstrukce.



Následnou editaci provádíme ve stromu „FeatureManageru“.

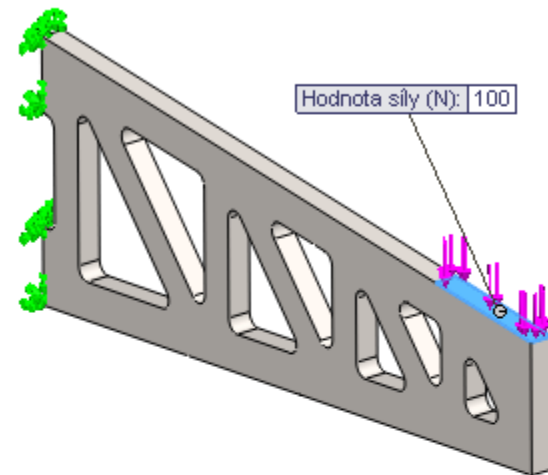
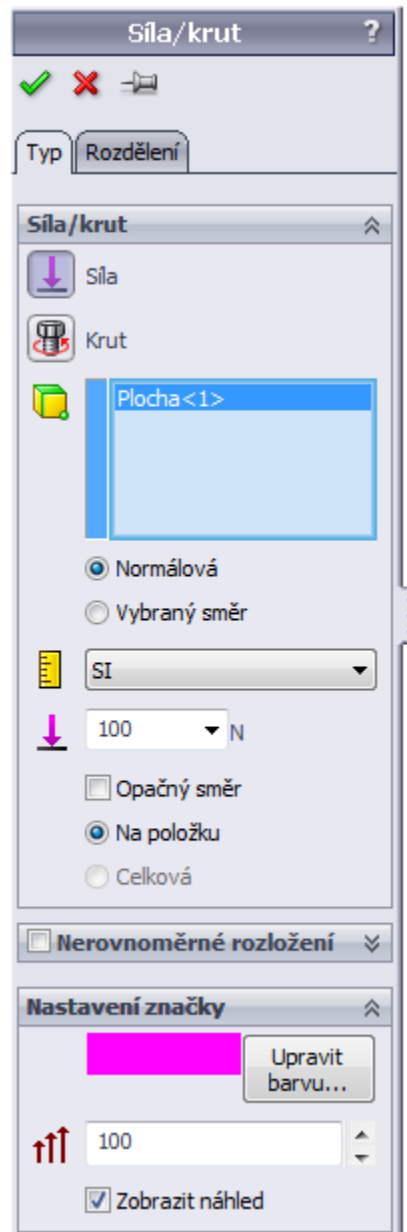




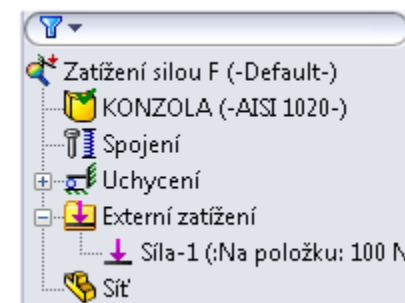
Krok č. 4 – stanovíme vnější zatížení.

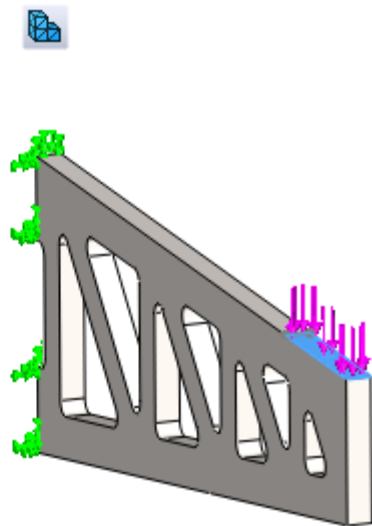
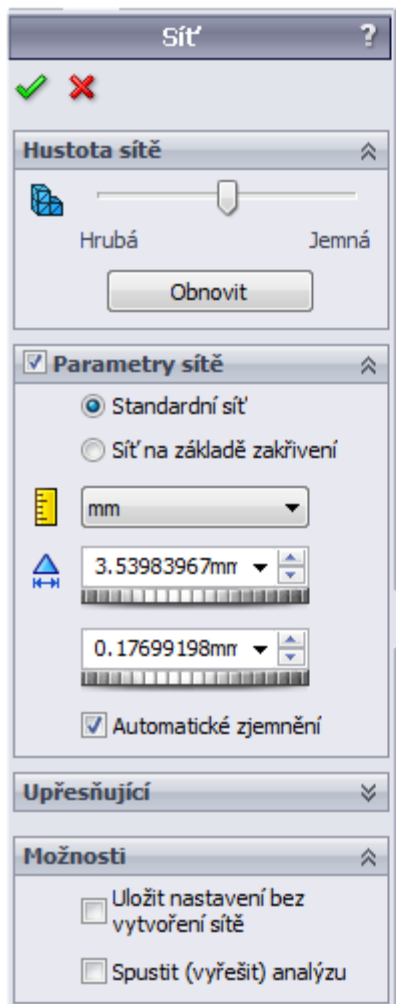


U větších konstrukcí definujeme i účinek gravitace, která má na celkové zatížení v těchto případech významný vliv.

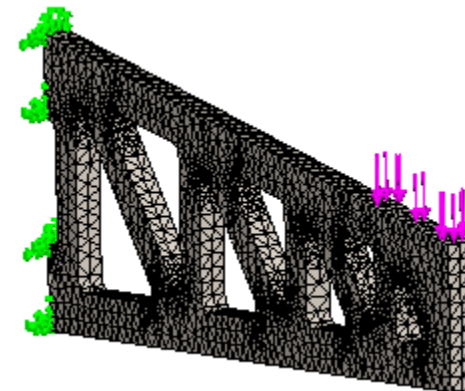
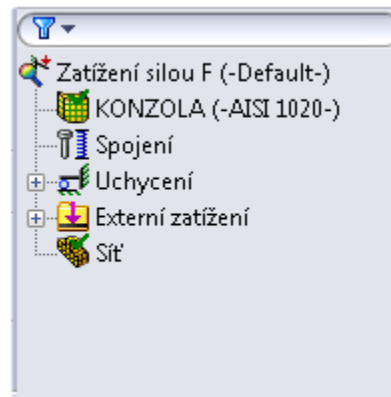


Následnou editaci opět provádíme ve stromu „FeatureManager“.





Následnou editaci sítě provádíme ve stromu „FeatureManageru“.

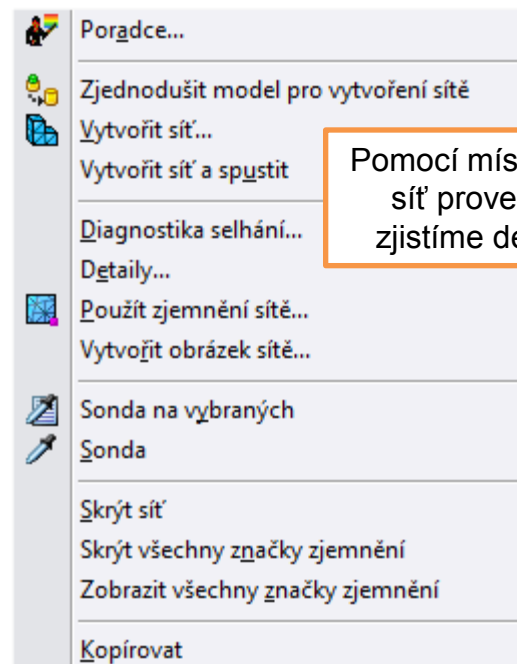


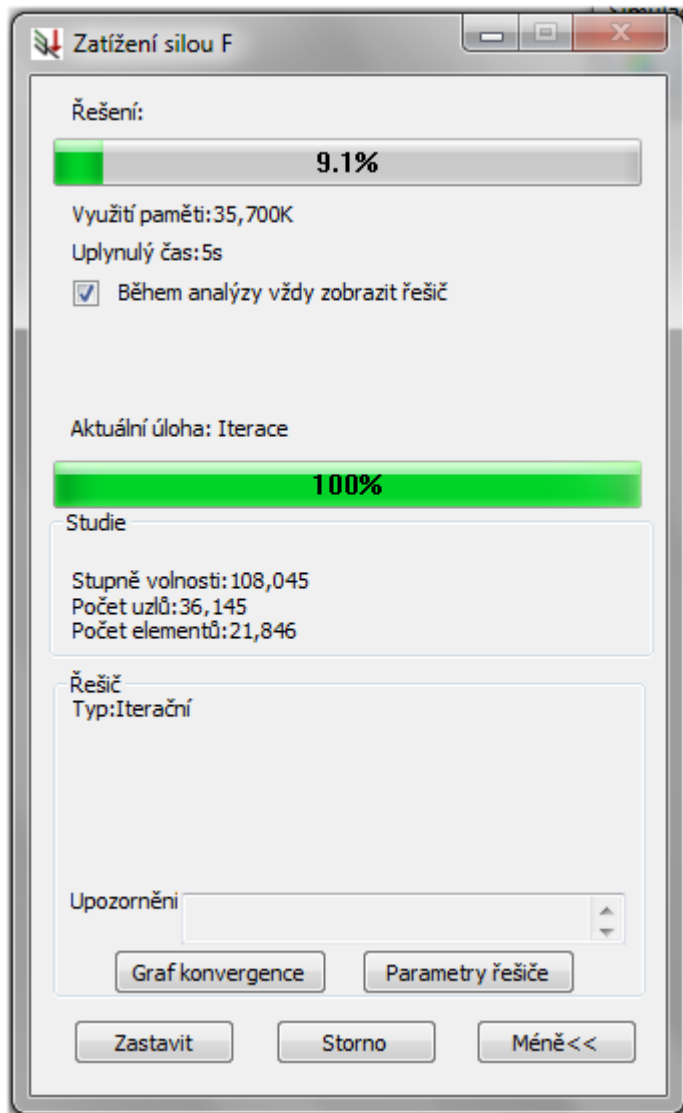
Krok č. 5 – vytvoříme síť modelu potřebnou pro výpočet analýzy.



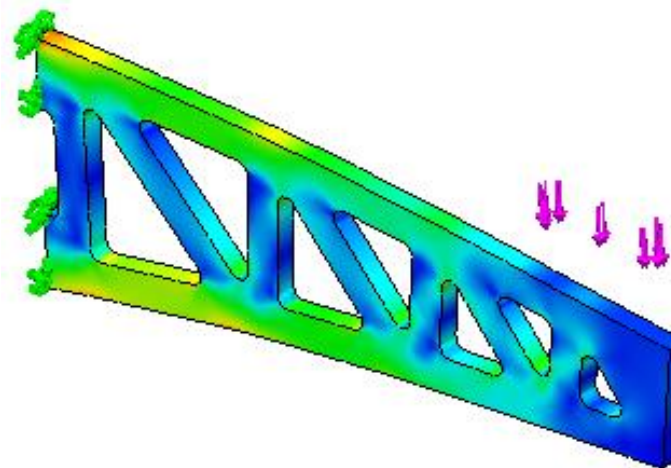
Čím jemnější je síť, tím přesnější, ale zdlouhavější bude samotný výpočet.

Pomocí místní nabídky nad položkou síť provedeme její úpravu nebo zjistíme detaily o jejím provedení.

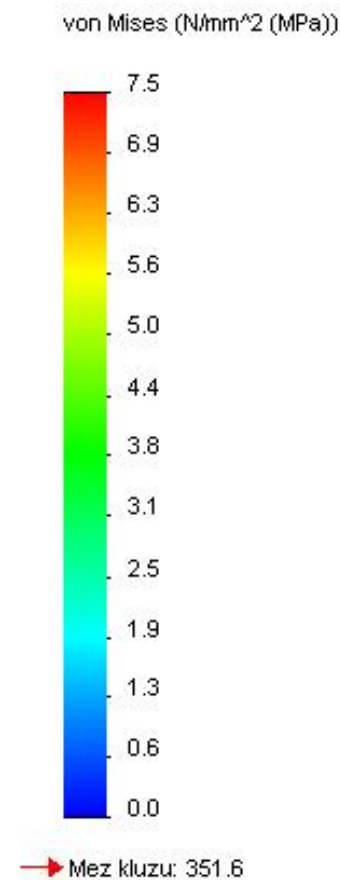


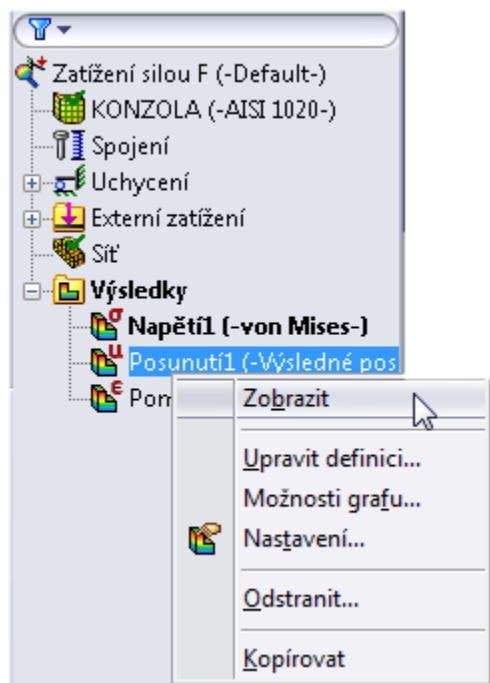


Krok č. 6 – spustíme analýzu.

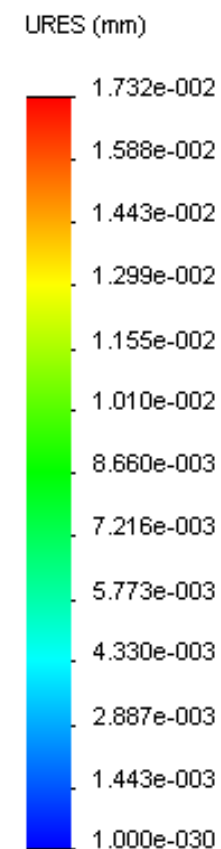
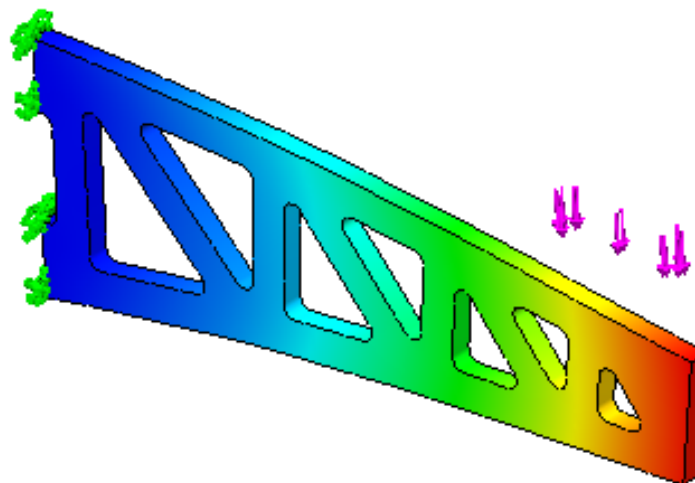


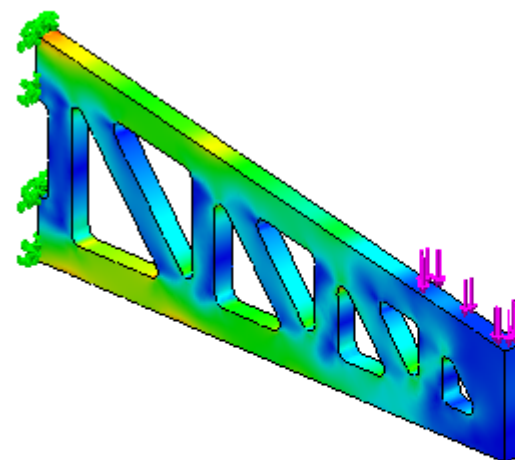
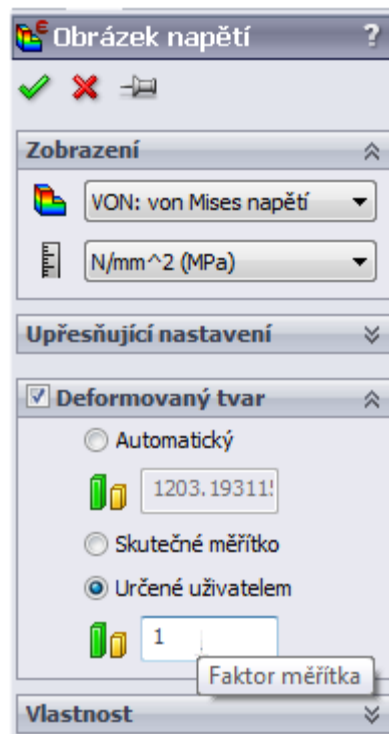
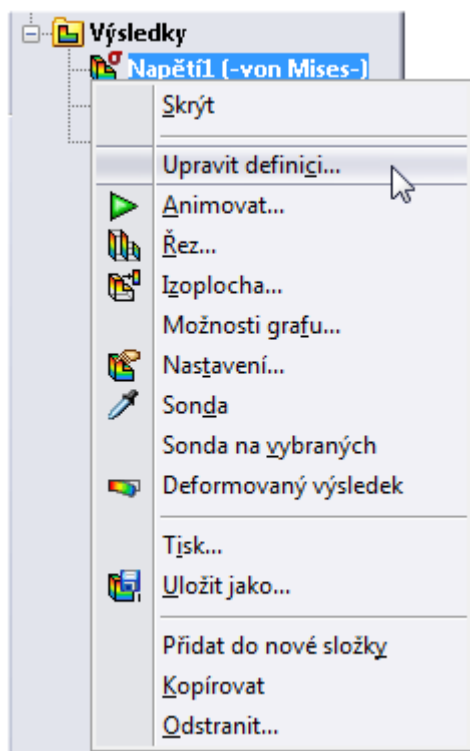
Automatické zobrazení
výsledků po vyřešení analýzy.



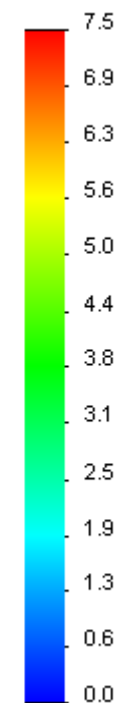


**Krok č. 7 – zobrazíme
příslušné výsledky řešení.**



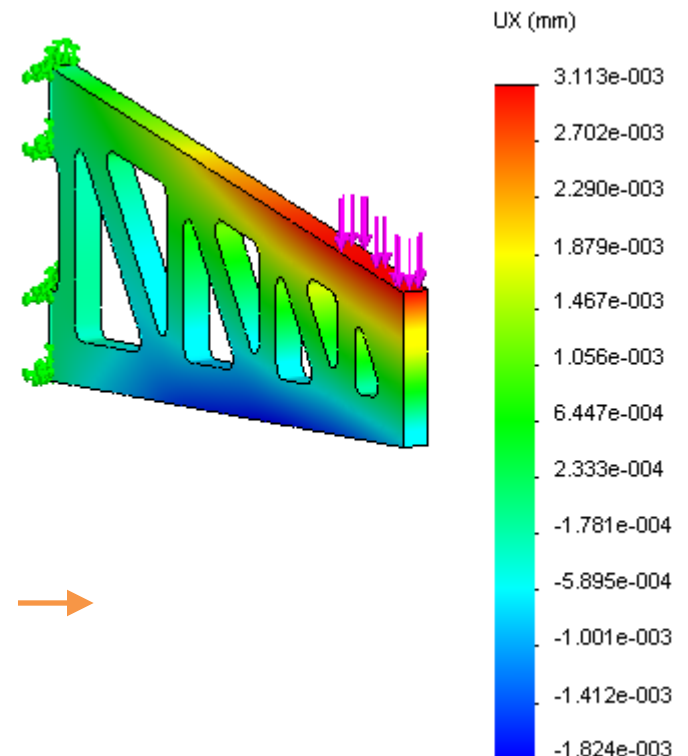
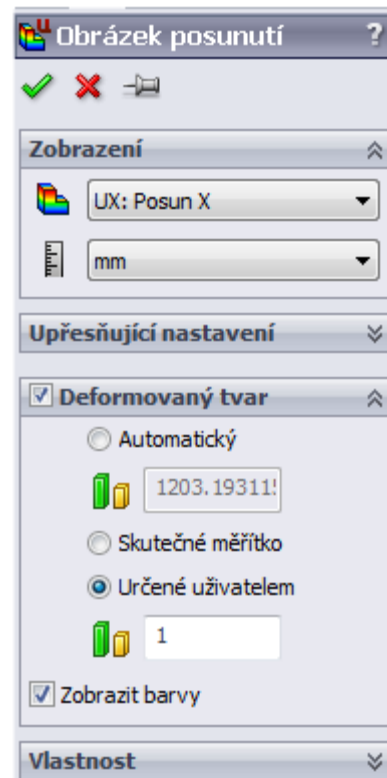
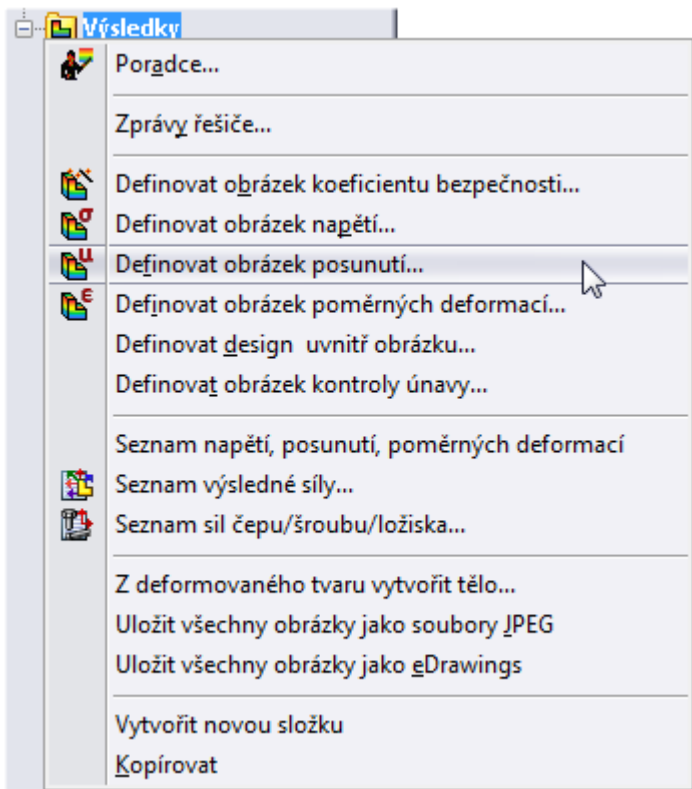


von Mises (N/mm² (MPa))



→ Mez kluzu: 351.6

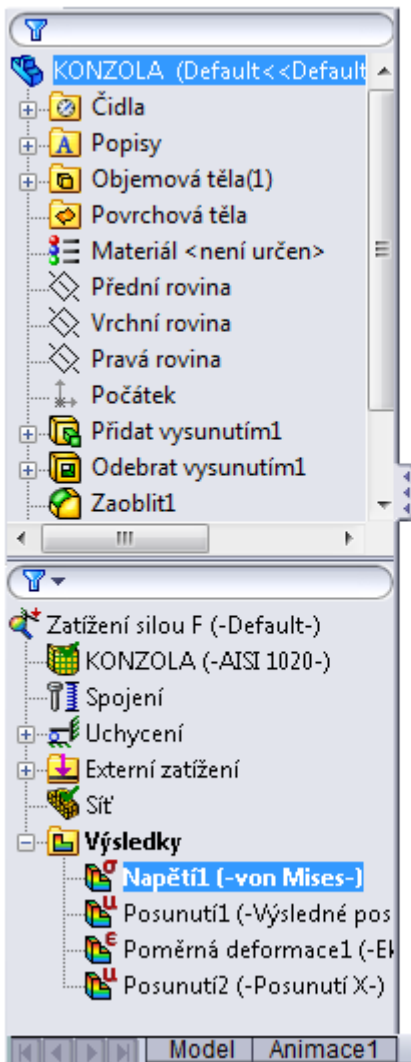
Krok č. 8 – upravíme definici zobrazení výsledků.



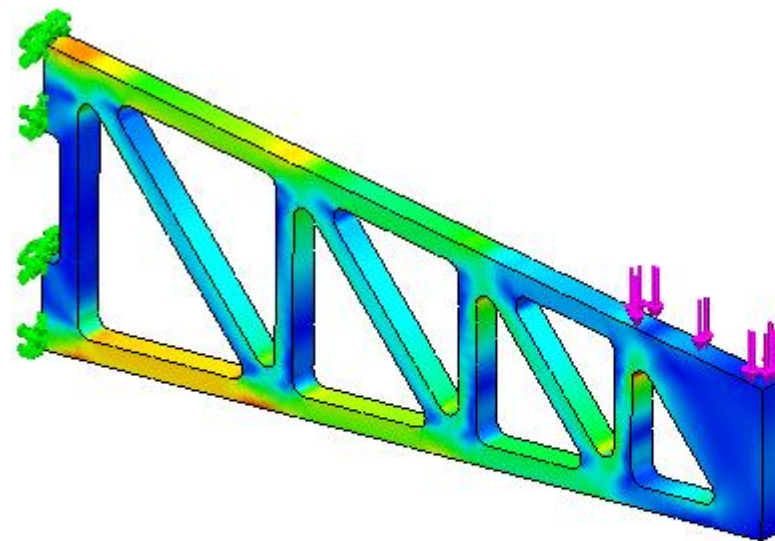
Krok č. 9 – definujeme zobrazení alternativních výsledků.



Výsledky analýzy je možné animovat a případně exportovat k dalšímu zpracování. Při úpravě tvaru či velikosti modelu lze provádět opětovně analýzy, jen je nutné vytvořit nově síť, případně zkontrolovat uchycení a vnější zatížení.



Název modelu: KONZOLA
 Název studie: Zatížení silou F
 Typ obrázku: Static uzlové napětí Napětí1
 Měřítko deformace: 1



von Mises (N/mm² (MPa))



→ Mez kluzu: 351.6

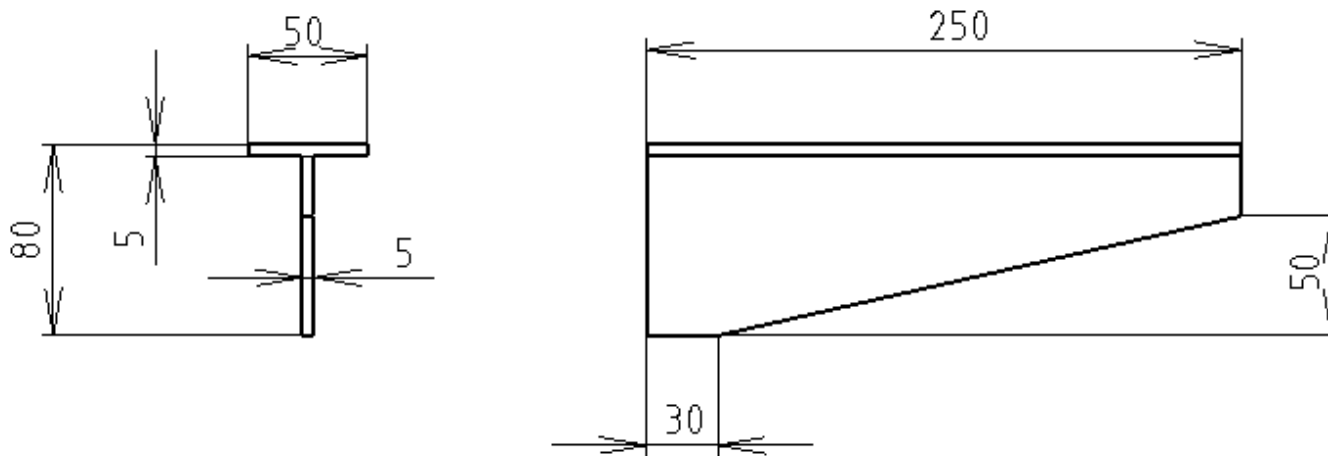


Data analýz jsou uložena zpravidla v místě souboru 3D modelu.

Pro opětovné využití jsou prvky simulace a výsledky analýzy k dispozici v příslušné záložce grafické plochy.

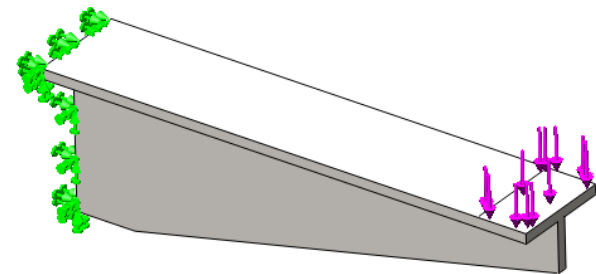
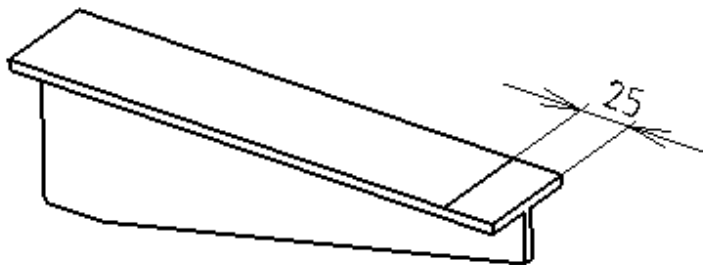
Metody konečných prvků I – příklad k procvičení

Vytvořte statickou analýzu modelu dle předlohy. Zjistěte průběh napětí a posuvů ve všech směrech souřadného systému.



Uchytení – fixní.

Zatížení silou $F = 500\text{N}$.



Použité zdroje

Pro tvorbu digitálního učebního materiálu byl použit následující software:

Microsoft Office PowerPoint 2007 SP3 MSO, Microsoft Corporation.

SolidWorks 2012 SP4.0, studijní edice pro školní rok 2012-2013, Dassault Systemes.

Výstřižky 6.1.7601, Microsoft Corporation.