



A b a q u s a š r o u b o v é s p o j e

Jakub Cejpek

Simulia Days 2025

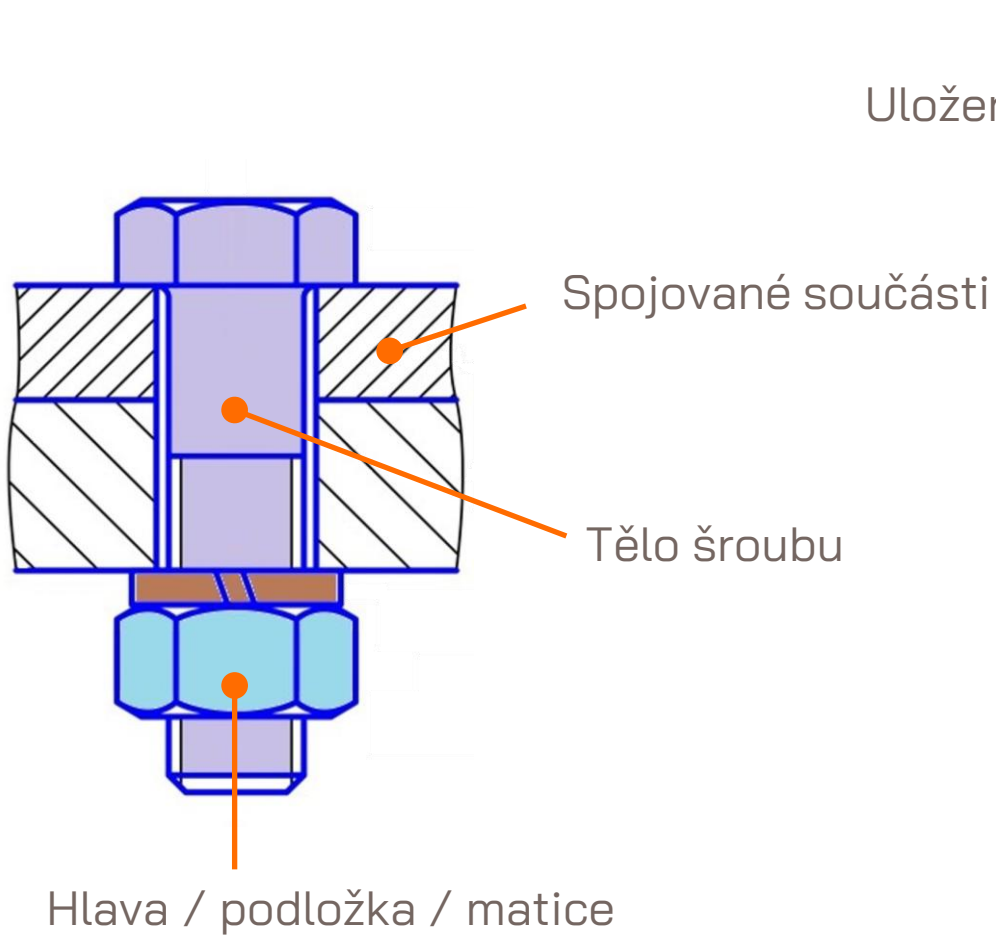
 PUBLIC



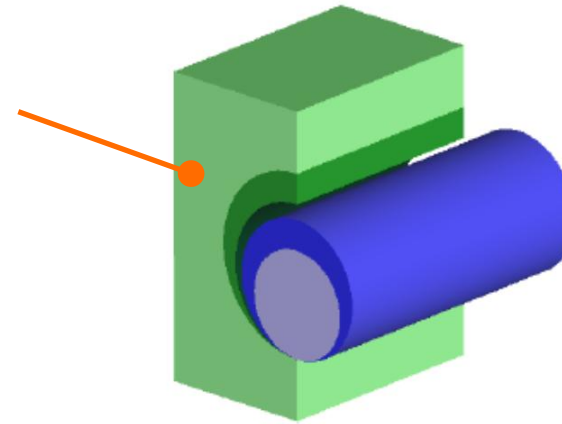
1. Úvod: Šroubový spoj a způsoby modelování
2. Popis modelu šroubového spoje
3. Output Request šroubového spoje
4. Předepnutí šroubového spoje
5. Shrnutí metod Modelování šroubového spoje
6. Simulace závitu
7. Fasteners
8. Bonus

CO UVIDÍTE V PREZENTACI?

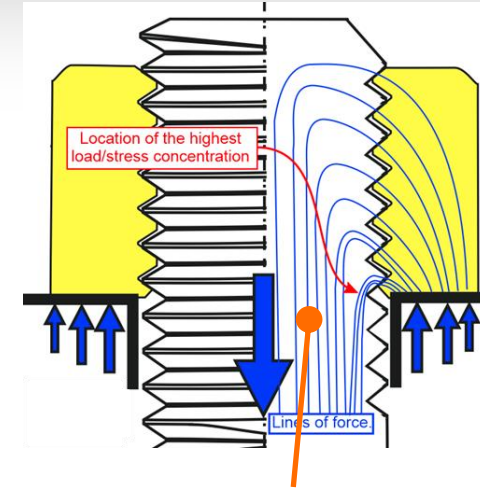
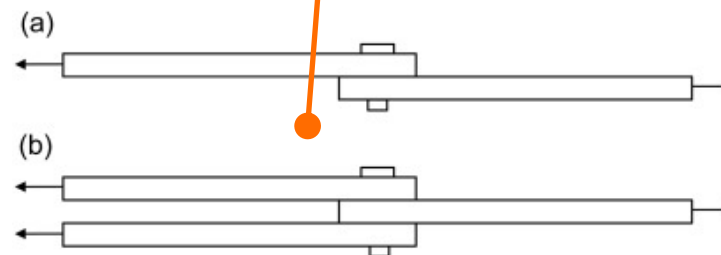
- Jaké přístupy můžeme uplatnit v modelování dílčích fenoménů šroubových spojů?
- Jaké výhody a omezení mají?



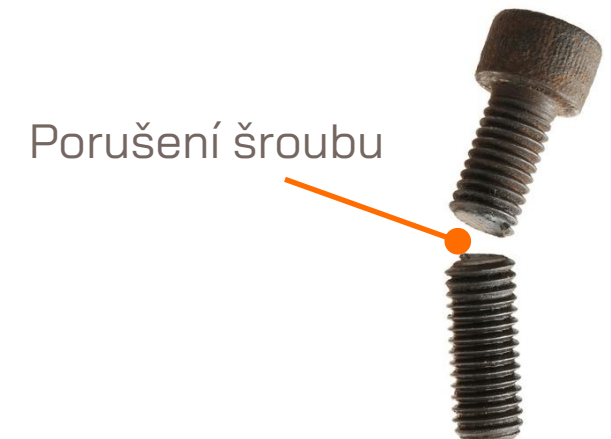
Uložení volné / těsné



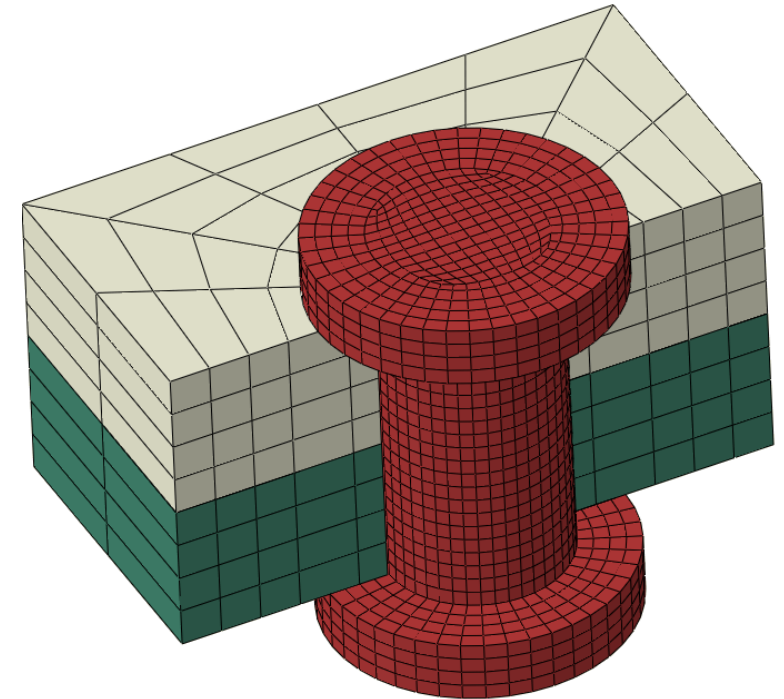
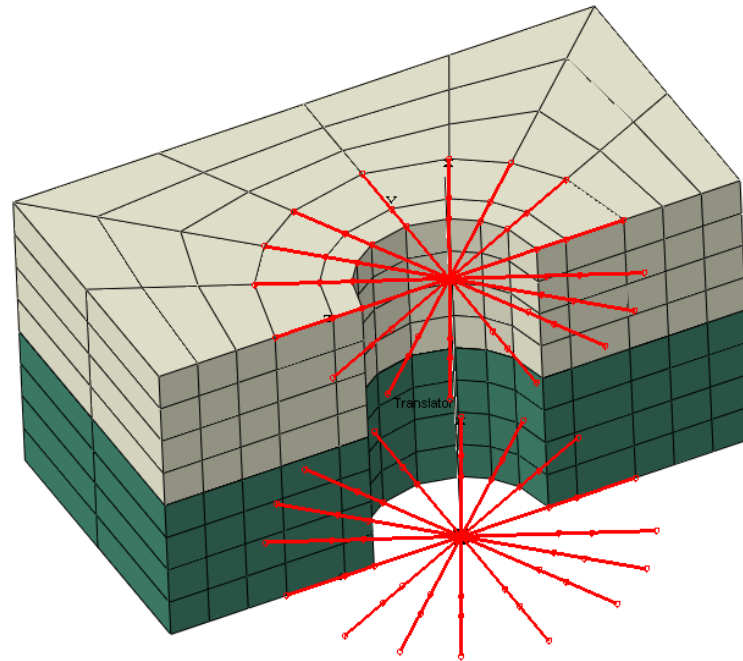
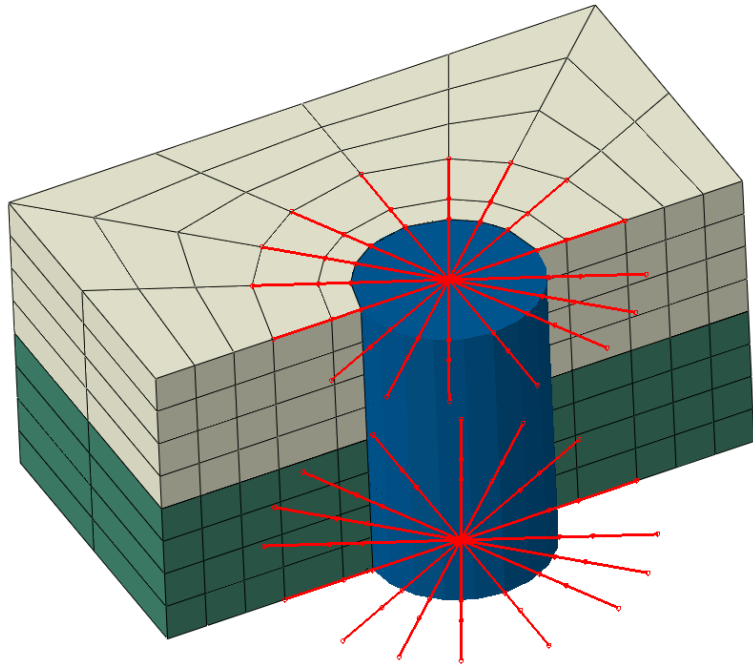
Střížné roviny a počet spojovaných dílů



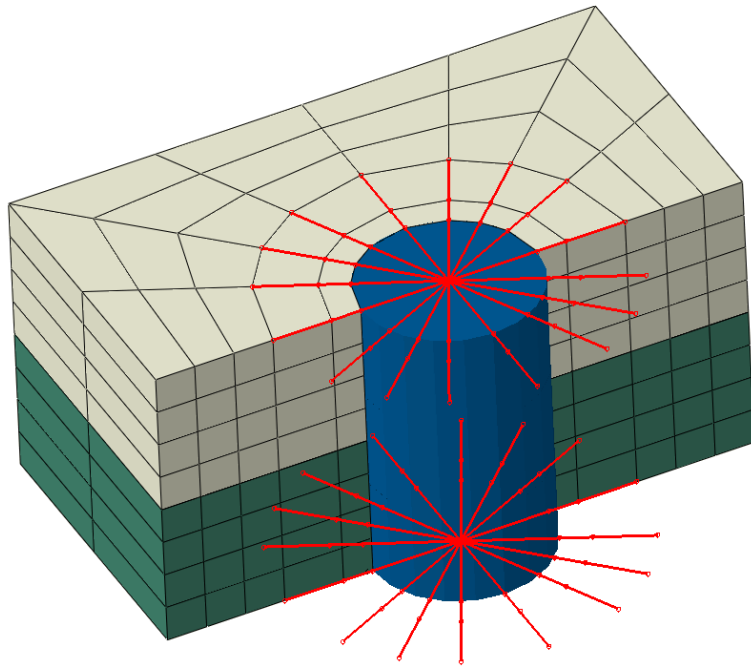
Distribuce napětí a síly v závitě



- 1D prvkem
 - Beam B31 + Pre-tension Section
 - Connector Translator
- 3D element + Pre-tension Section

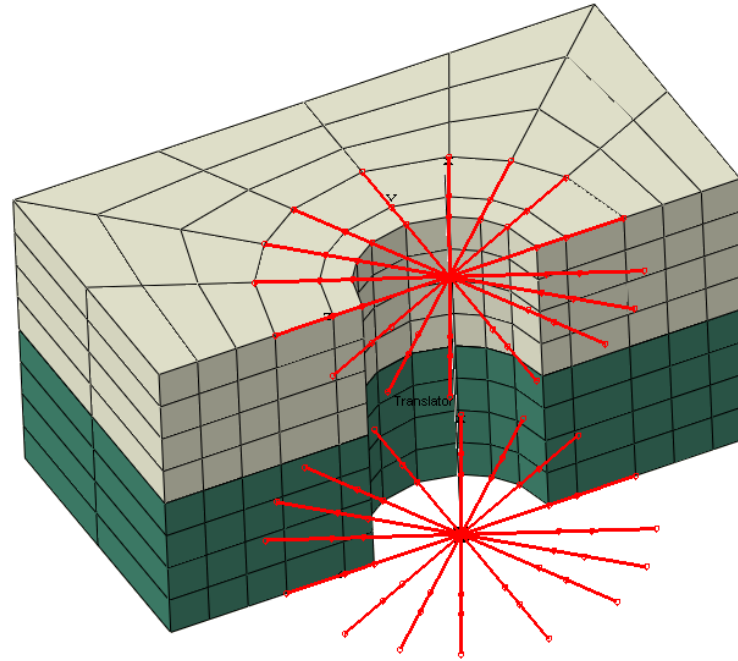


• Beam B31 + Pre-tension Section



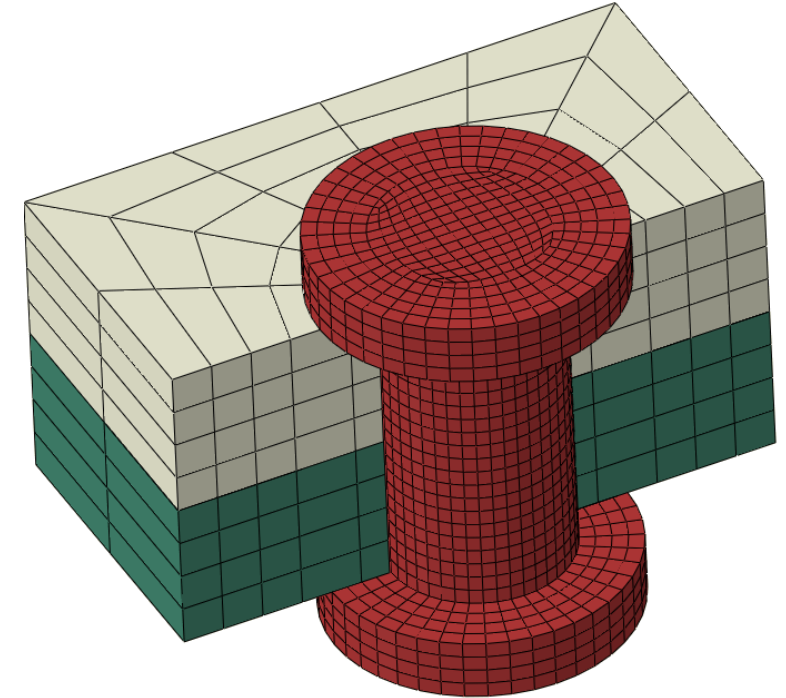
- Jednoduché modelování:
 - B31 prvky
 - Beam Section, CIRC
- Porušení pouze v materiálu

• Connector Translator



- Jednoduché modelování:
 - Conn3D2 prvek
 - Porušení jako vlastnost
- Složitější stanovení tuhostních charakteristik

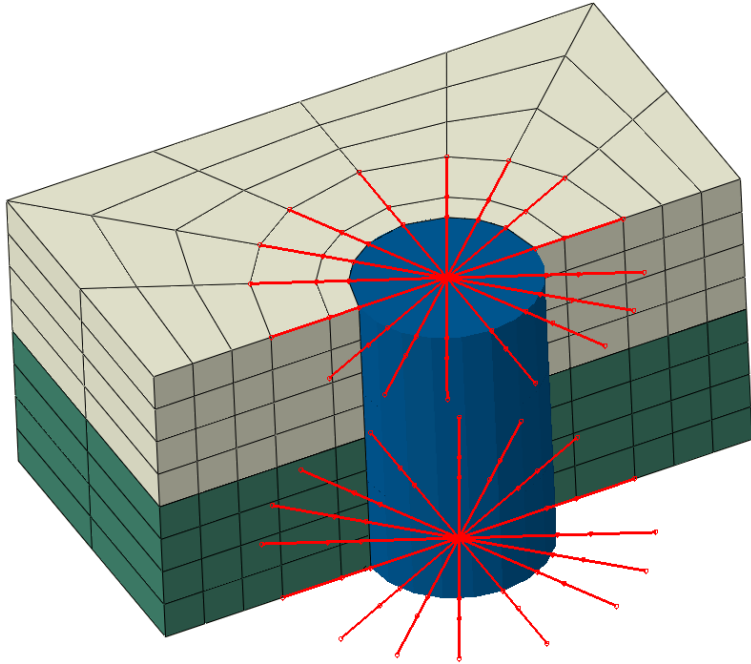
• 3D element + Pre-tension Section



- Detailní modelování
 - Napjatostní stav
 - Kontaktní stav
- Porušení pouze v materiálu

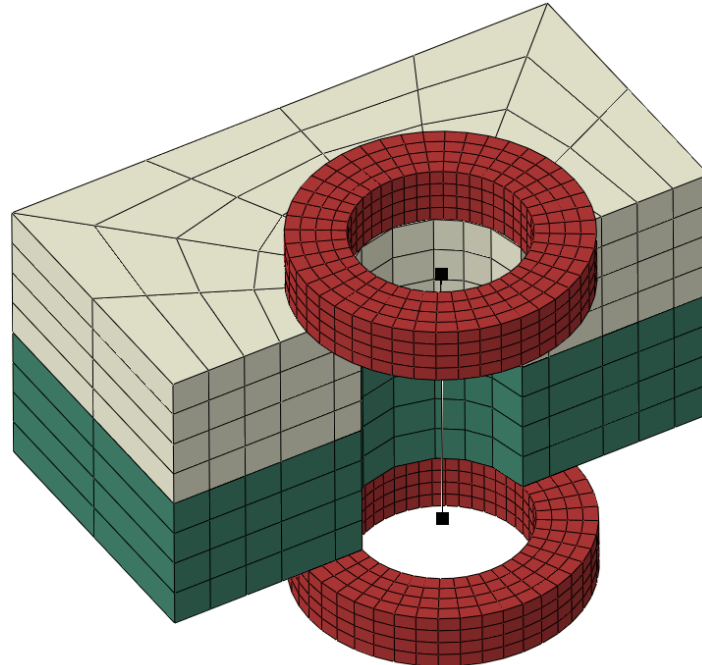
ZPŮSOBY MODELOVÁNÍ UKONČENÍ ŠROUBU

- Coupling

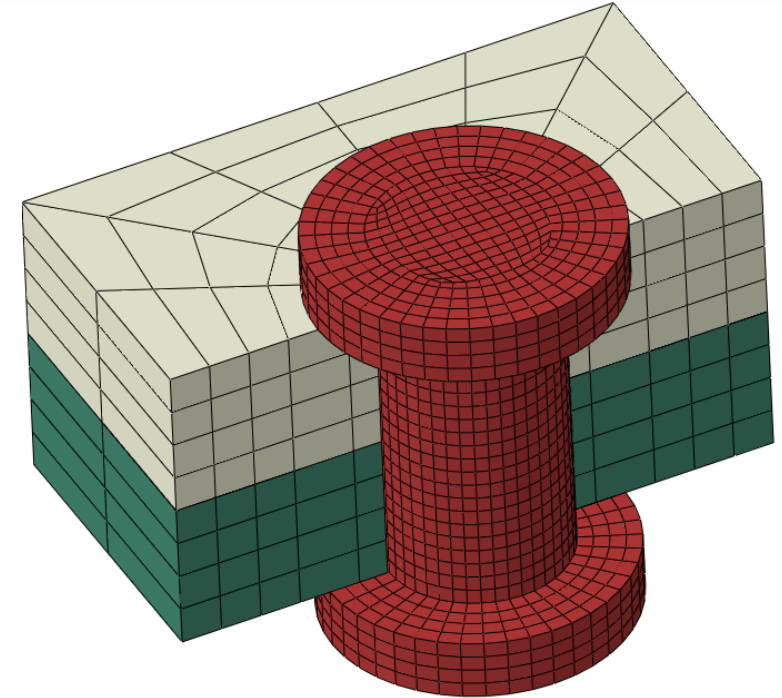


- Silné ovlivnění svíraných součástí (kinematický coupling)
- Inherentně staticky určité

- Kombinace Coupling + 3D element



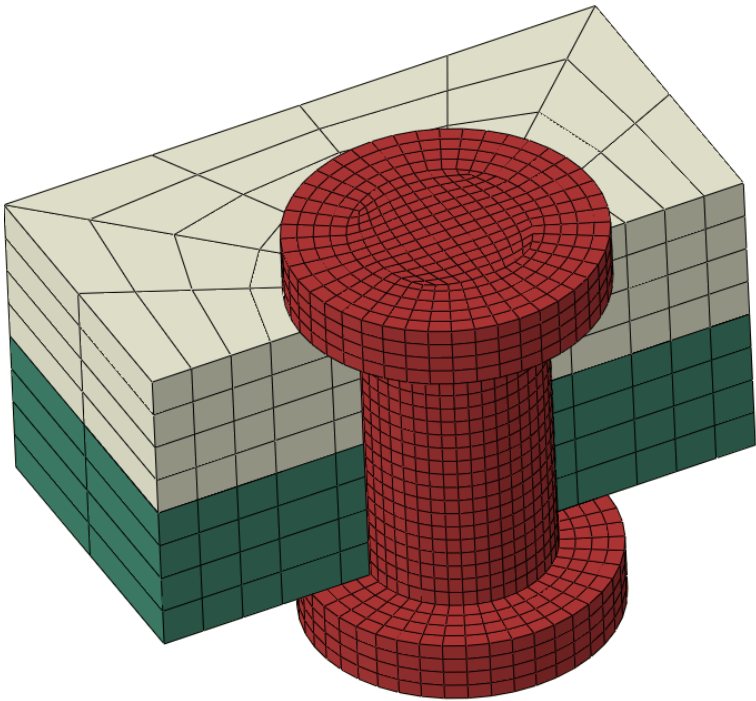
- 3D element



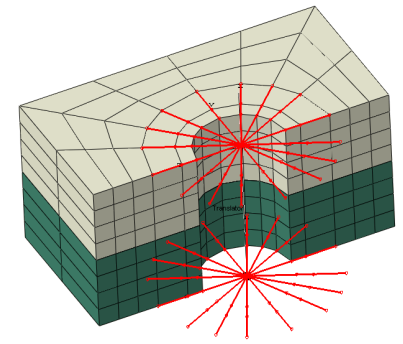
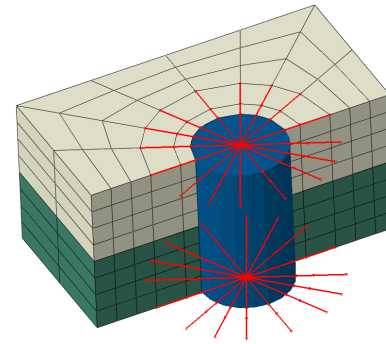
- Poddajné chování
- Lze použít Tie i kontakt

ZPŮSOBY MODELOVÁNÍ SVÍRANÝCH SOUČÁSTÍ

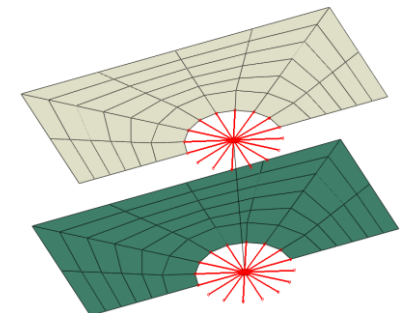
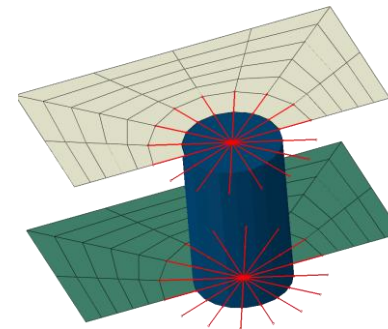
- Šroub Solid -> svírané součásti Solid



- Šroub 1D -> svírané součásti Solid



- Šroub 1D -> svírané součásti Shell
 - plane stress assumption!

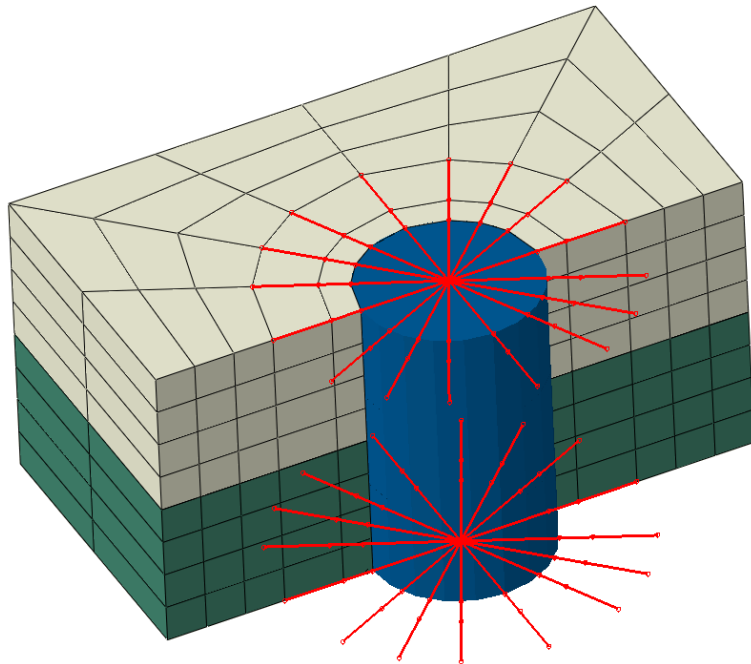


1. Úvod: Šroubový spoj a způsoby modelování
2. Popis modelu šroubového spoje
 - Pomocí B31 + pre-tension section
 - Pomocí konektoru
 - Pomocí solidových elementů + pre-tension section
3. Output Request šroubového spoje
4. Předepnutí šroubového spoje
5. Shrnutí metod Modelování šroubového spoje
6. Simulace závitu
7. Fasteners
8. Bonus

POPIS MODELU ŠROUBOVÉHO SPOJE

POMOCÍ B31 + PRE-TENSION SECTION

- Šroub modelovaný pomocí
 - Coupling
 - n x B31
 - Pre-Tension Section
 - Coupling



***ELEMENT**, TYPE=B31, ELSET=BOLT_2

2561, 3841, 3842

2562, 3842, 3843

2563, 3843, 3844

***BEAM SECTION**, ELSET=BOLT_2, MATERIAL=STEEL, SECTION=CIRC

3

1, 0, 0

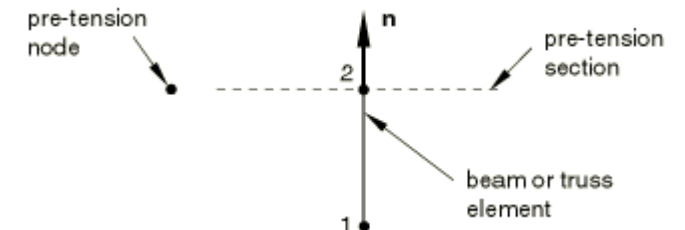
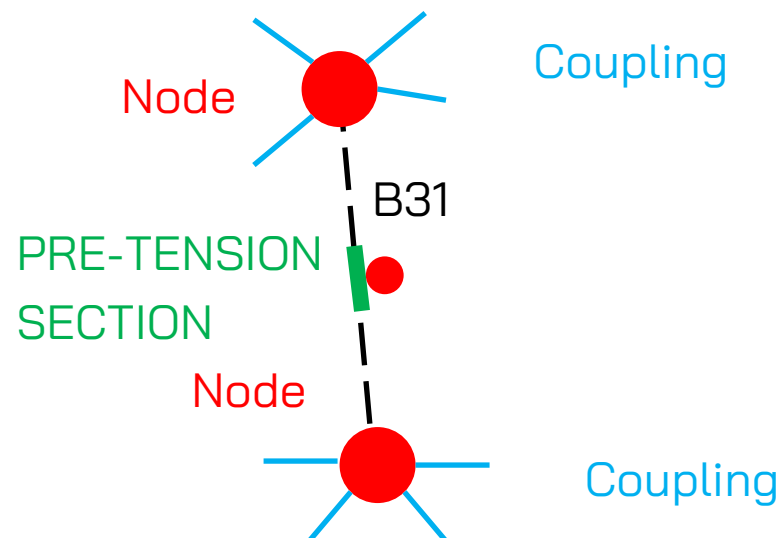
***NSET**, NSET=RP_BOLT_2

11036

***ELSET**, ELSET=BOLT_2_PRETENSION

2562

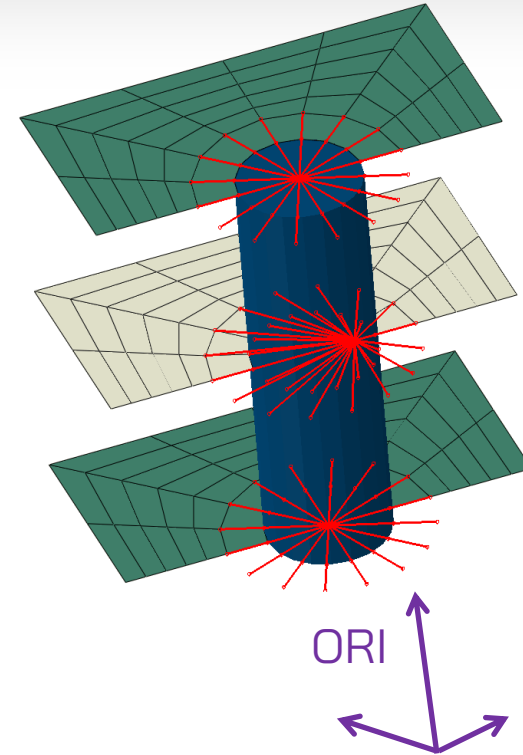
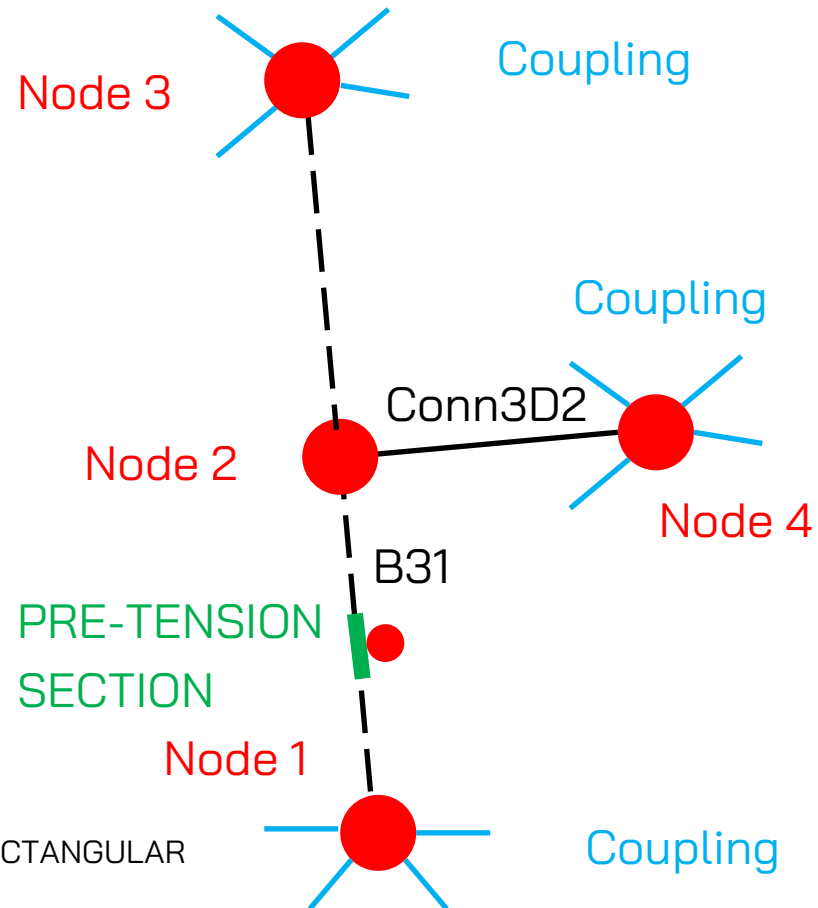
***PRE-TENSION SECTION**, NODE=RP_BOLT_2, ELEMENT=BOLT_2_PRETENSION



POPIS MODELU ŠROUBOVÉHO SPOJE

VÍCESTRŽNÉ SPOJE

- Svírané součásti modelované Solidem si poradí díky kontaktu
- Použít kontakt Beam x Shell je obtížné
- Použít kontakt Connector x Shell je nemožné



***ELEMENT**, TYPE=CONN3D2, ELSET=Slider
8572, 2, 4

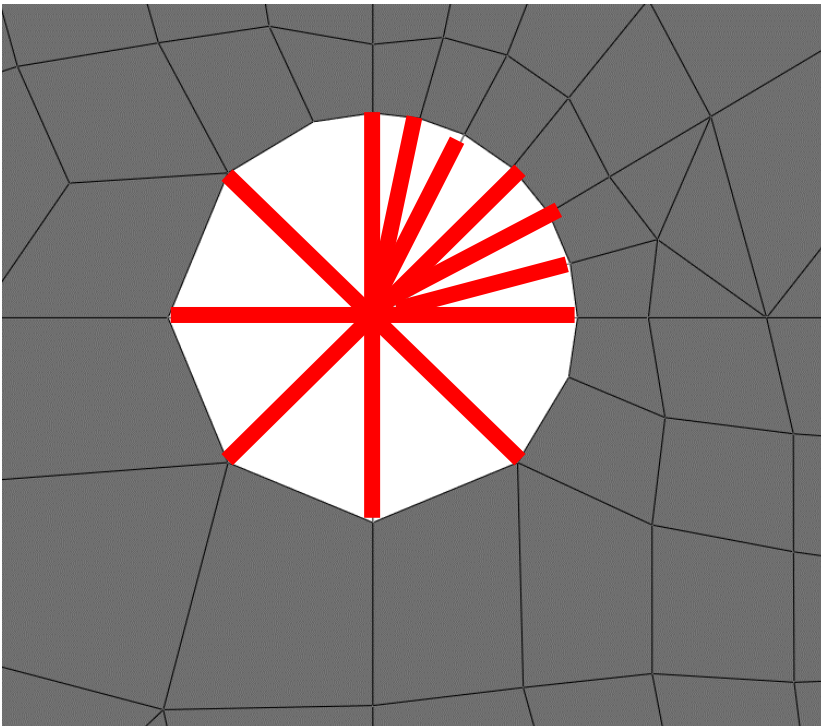
***CONNECTOR SECTION**, ELSET= Slider
TRANSLATOR
BOLT_1_ORI

***ORIENTATION**, NAME=BOLT_1_ORI, DEFINITION=COORDINATES, SYSTEM=RECTANGULAR
0, 0, 1, 0, 1, 0, 0, 0, 0

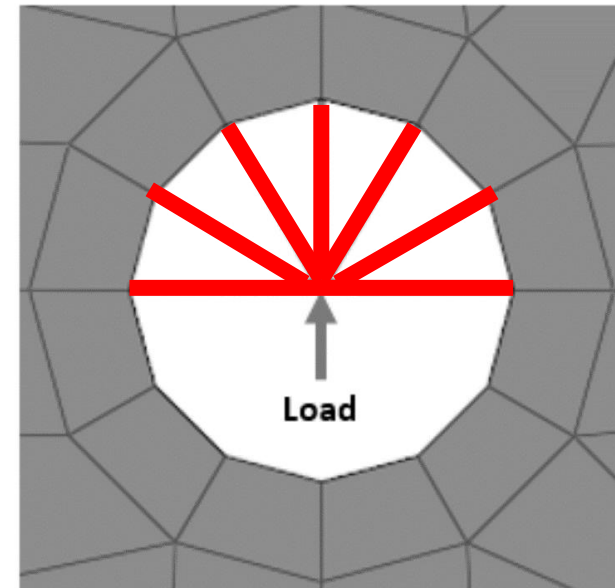
POZNÁMKA KE COUPLINGŮM

POMOCÍ KONEKTORU

- Distribuční coupling
 - Hustota sítě



- Coupling
 - Tah / tlak

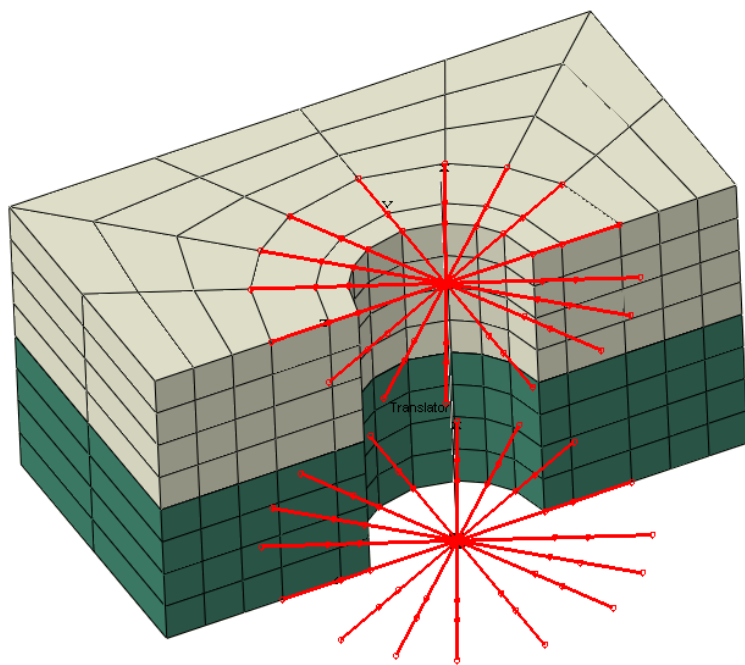


1. Úvod: Šroubový spoj a způsoby modelování
2. Popis modelu šroubového spoje
 - Pomocí B31 + pre-tension section
 - Pomocí konektoru
 - Pomocí solidových elementů + pre-tension section
3. Output Request šroubového spoje
4. Předepnutí šroubového spoje
5. Shrnutí metod Modelování šroubového spoje
6. Simulace závitů
7. Fasteners
8. Bonus

POPIS MODELU ŠROUBOVÉHO SPOJE

POMOCÍ KONEKTORU

- Šroub modelovaný pomocí
 - Coupling
 - Connector Translator
 - Connector Translator nebo Beam
 - Coupling



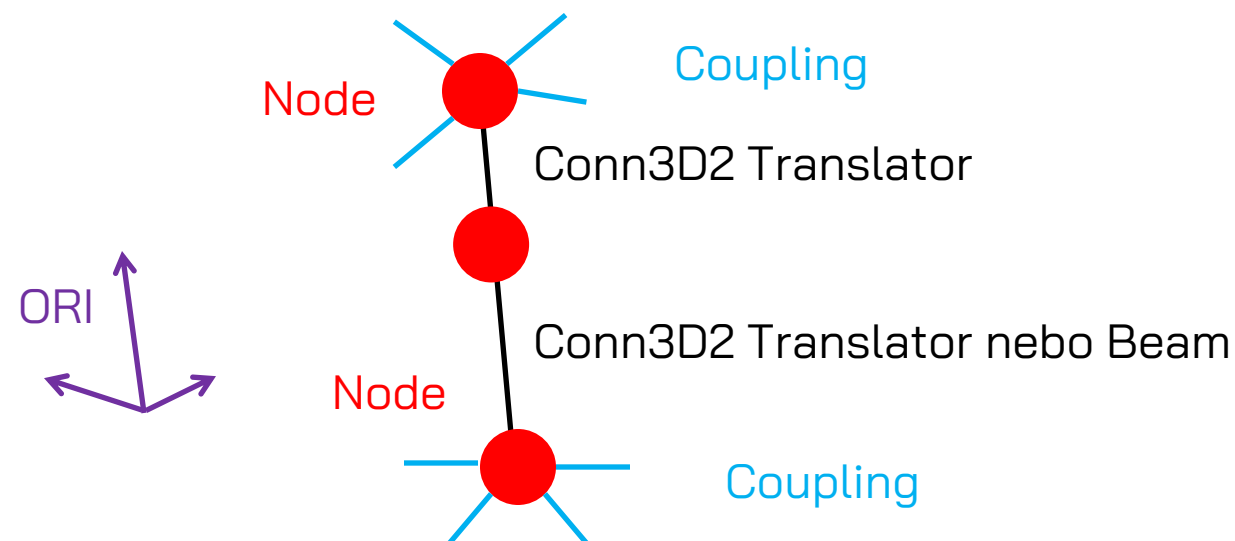
```
*ELEMENT, TYPE=CONN3D2, ELSET=BOLT_1A  
8567, 11032, 11033
```

```
*ELEMENT, TYPE=CONN3D2, ELSET=BOLT_1B  
8568, 11033, 11034
```

```
*CONNECTOR SECTION, ELSET=BOLT_1A  
TRANSLATOR  
BOLT_1_ORI
```

```
*CONNECTOR SECTION, ELSET=BOLT_1B  
TRANSLATOR / BEAM  
BOLT_1_ORI
```

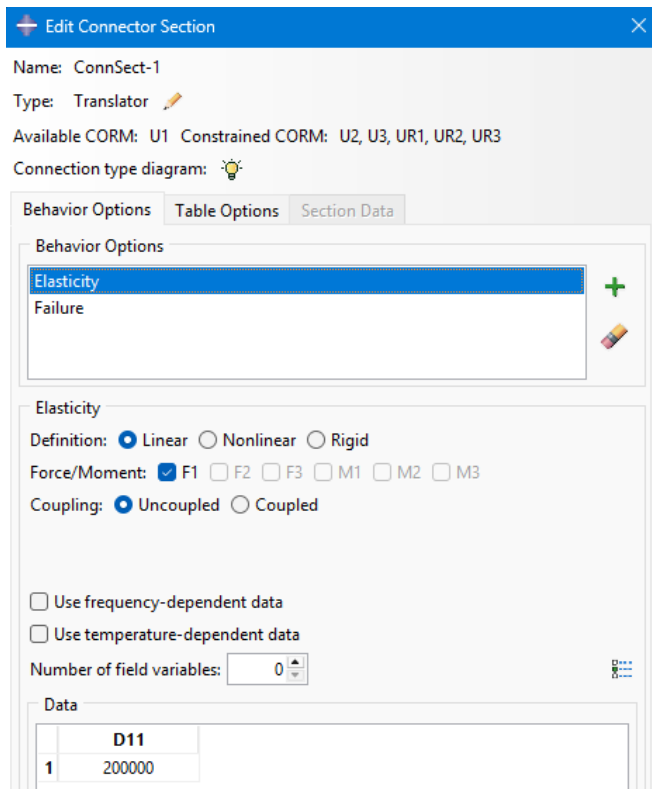
```
*ORIENTATION, NAME=BOLT_1_ORI, DEFINITION=COORDINATES, SYSTEM=RECTANGULAR  
0, 0, 1, 0, 1, 0, 0, 0, 0
```



POPIS MODELU ŠROUBOVÉHO SPOJE

POMOCÍ KONEKTORU - VLASTNOSTI

- Užitečné vlastnosti
 - Elasticity
 - Failure



***ELEMENT**, TYPE=CONN3D2, ELSET=BOLT_1B
8568, 11033, 11034

***CONNECTOR SECTION**, ELSET=BOLT_1B, BEHAVIOUR=TUHOST
TRANSLATOR
BOLT_1_ORI

***ORIENTATION**, NAME=BOLT_1_ORI, DEFINITION=COORDINATES, SYSTEM=RECTANGULAR
0, 0, 1, 0, 1, 0, 0, 0, 0

***CONNECTOR BEHAVIOR**, NAME=TUHOST
***CONNECTOR ELASTICITY**, COMPONENT=1
565486

***CONNECTOR FAILURE**, COMPONENT=1
, , -18086, 18086

$$F_{MAX} = \sigma_{MAX} \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4}$$

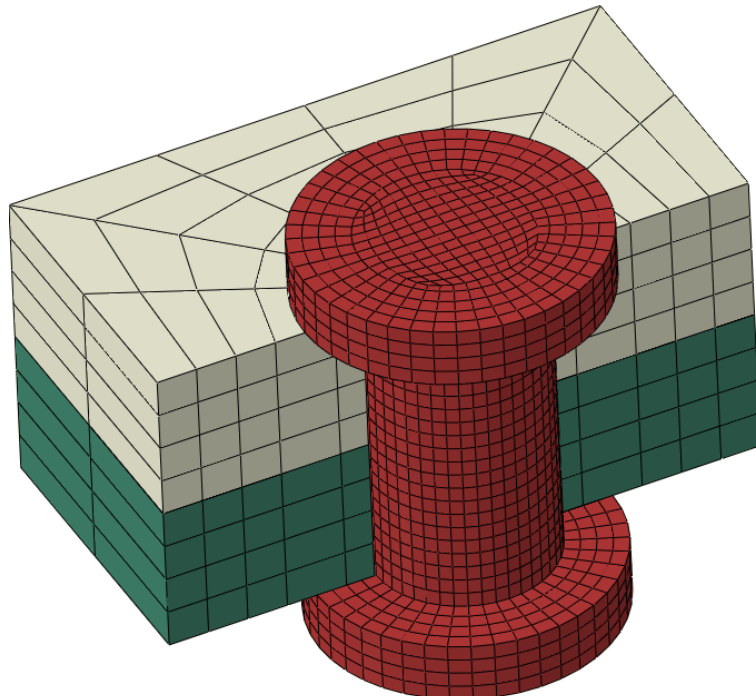
$$k = \frac{\pi \cdot D^2}{4 \cdot L} \cdot E$$

1. Úvod: Šroubový spoj a způsoby modelování
2. Popis modelu šroubového spoje
 - Pomocí B31 + pre-tension section
 - Pomocí konektoru
 - Pomocí solidových elementů + pre-tension section
3. Output Request šroubového spoje
4. Předepnutí šroubového spoje
5. Shrnutí metod Modelování šroubového spoje
6. Simulace závitů
7. Fasteners
8. Bonus

ŠROUBOVÝ SPOJ

POMOCÍ SOLIDOVÝCH ELEMENTŮ + PRE-TENSION SECTION

- Šroub modelovaný pomocí
 - C3D8
 - Pre-Tension Section



```
*ELEMENT, TYPE=C3D8R, ELSET=BOLT_4  
2564, 4623, 4624, 7446, 7437, 3890, 3891, 4549, 4548  
2565, 4624, 4625, 7447, 7446, 3891, 3892, 4550, 4549
```

....

```
*SOLID SECTION, ELSET=BOLT_4, MATERIAL=STEEL
```

```
*SURFACE, NAME=BOLT_4_XSECTION, TYPE=ELEMENT
```

```
3794, S2
```

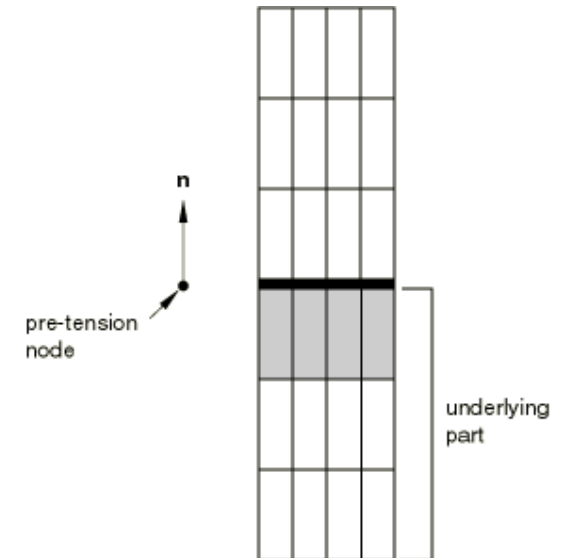
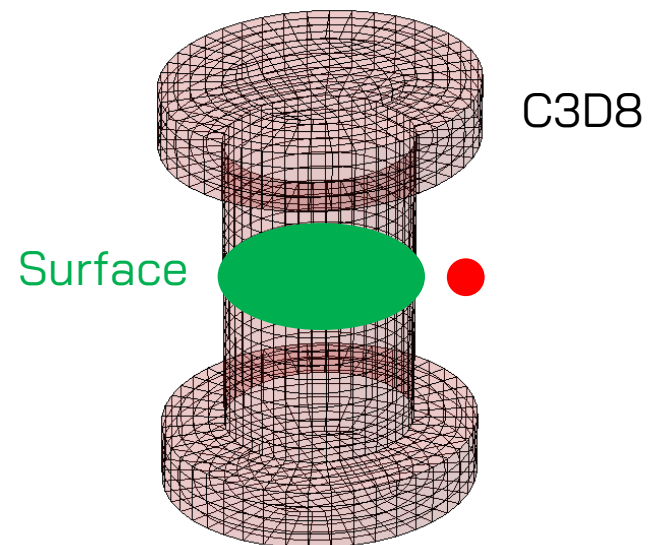
```
3795, S2
```

...

```
*NSET, NSET=RP_BOLT_4
```

```
11035
```

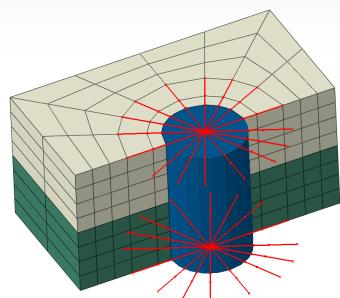
```
*PRE-TENSION SECTION, NODE=RP_BOLT_4, SURFACE=BOLT_4_XSECTION
```





1. Úvod: Šroubový spoj a způsoby modelování
2. Popis modelu šroubového spoje
3. Output Request šroubového spoje
4. Předepnutí šroubového spoje
5. Shrnutí metod Modelování šroubového spoje
6. Simulace závitu
7. Fasteners
8. Bonus

OUTPUT REQUEST ŠROUBOVÉHO SPOJE



***OUTPUT, HISTORY**
***ELEMENT OUTPUT**, ELSET=BOLT_2_PRETENSION
SF1, SF2, SF3, SM1, SM2, SM3

SF

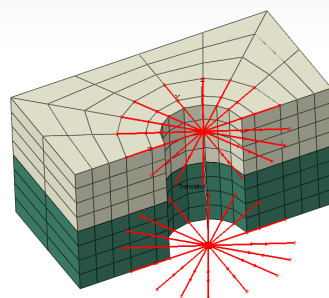
Field: yes History: yes .fil: yes .dat: yes
All section force and moment components.

SFn

Field: no History: yes .fil: no .dat: yes
Section force component n=1,2,3 for beams.

SMn

Field: no History: yes .fil: no .dat: yes
Section moment per unit width of component n (n=1,2,3).



***OUTPUT, HISTORY**
***ELEMENT OUTPUT**, ELSET=BOLT_1
CTF1, CTF2, CTF3

CTF

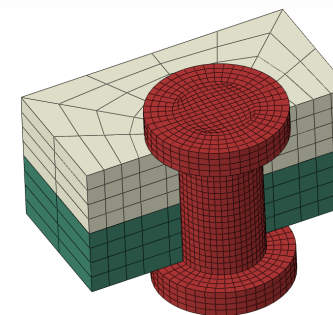
Field: yes History: yes .fil: yes .dat: yes
All components of connector total forces and moments.

CTFn

Field: no History: yes .fil: no .dat: yes
Connector total force component n (n=1,2,3).

CTMn

Field: no History: yes .fil: no .dat: yes
Connector total moment component n (n=1,2,3).



***OUTPUT, HISTORY**
***NODE OUTPUT**, NSET=RP_BOLT_4
TF1, TF2, TF3, TM1, TM2, TM3

TF

Field: yes History: yes .fil: yes .dat: yes
All components of total forces, including components of total moments at nodes with rotational degrees of freedom. Total force is the sum of the reaction force and point loads.

TFn

Field: no History: yes .fil: no .dat: yes
Total force component n (n=1,2,3).

TMn

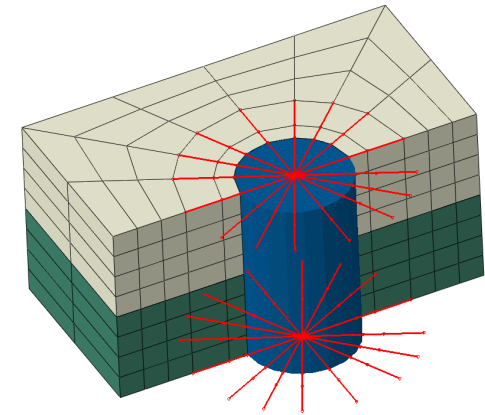
Field: no History: yes .fil: no .dat: yes
Total moment component n (n=1,2,3).

OUTPUT REQUEST

VÝSTUP DO DAT

- Výstup do textového souboru DAT
- Snadno strojově zpracovatelné

***EL PRINT**, ELSET=BOLT_2_PRETENSION
SF



STEP 1 STATIC ANALYSIS
INCREMENT 1 SUMMARY
ELEMENT OUTPUT
THE FOLLOWING TABLE IS PRINTED AT THE INTEGRATION POINTS FOR ELEMENT TYPE B31 AND ELEMENT SET BOLT_2_PRETENSION

ELEMENT	PT	FOOT- NOTE	SF1	SF2	SF3	SM1	SM2	SM3
2562	1		1927.	30.23	-3.850	-10.31	-191.1	11.71

OUTPUT REQUEST

KONTAKTNÍ SÍLY – DEFINICE KONTAKTU

```
*SURFACE, NAME=C1A, TYPE=ELEMENT
```

```
500, S1
```

```
1780, S1
```

```
...
```

```
*SURFACE, NAME=C1B, TYPE=ELEMENT
```

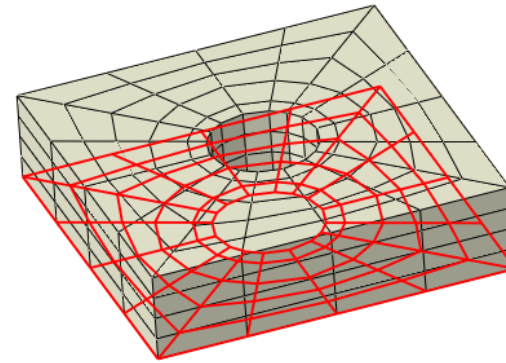
```
144, S1
```

```
216, S1
```

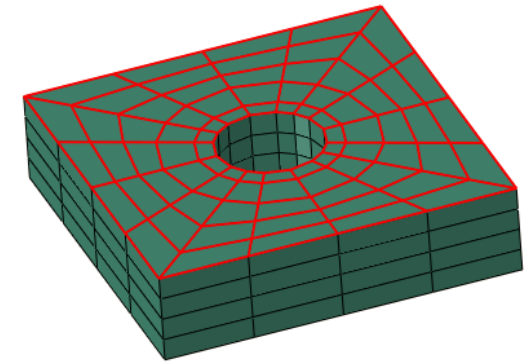
```
252, S1
```

```
*NSET, NSET=Slave_nSet
```

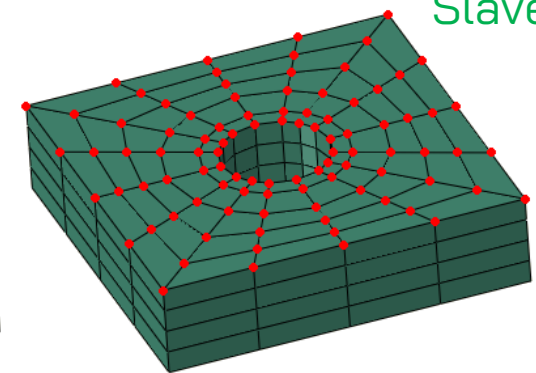
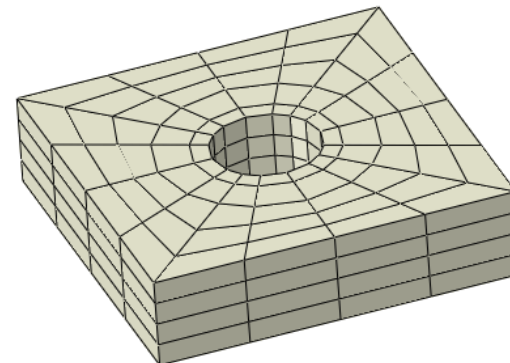
```
2, 3, ....
```



C1B



C1A



Slave_nSet

OUTPUT REQUEST

KONTAKTNÍ SÍLY – GENERAL CONTACT

```
*CONTACT
*CONTACT INCLUSIONS
C1A, C1B
*CONTACT FORMULATION, TYPE=MAIN
SECONDARY ROLES
C1A, C1B, SECONDARY
*CONTACT PROPERTY ASSIGNMENT
,, INTPROP-1

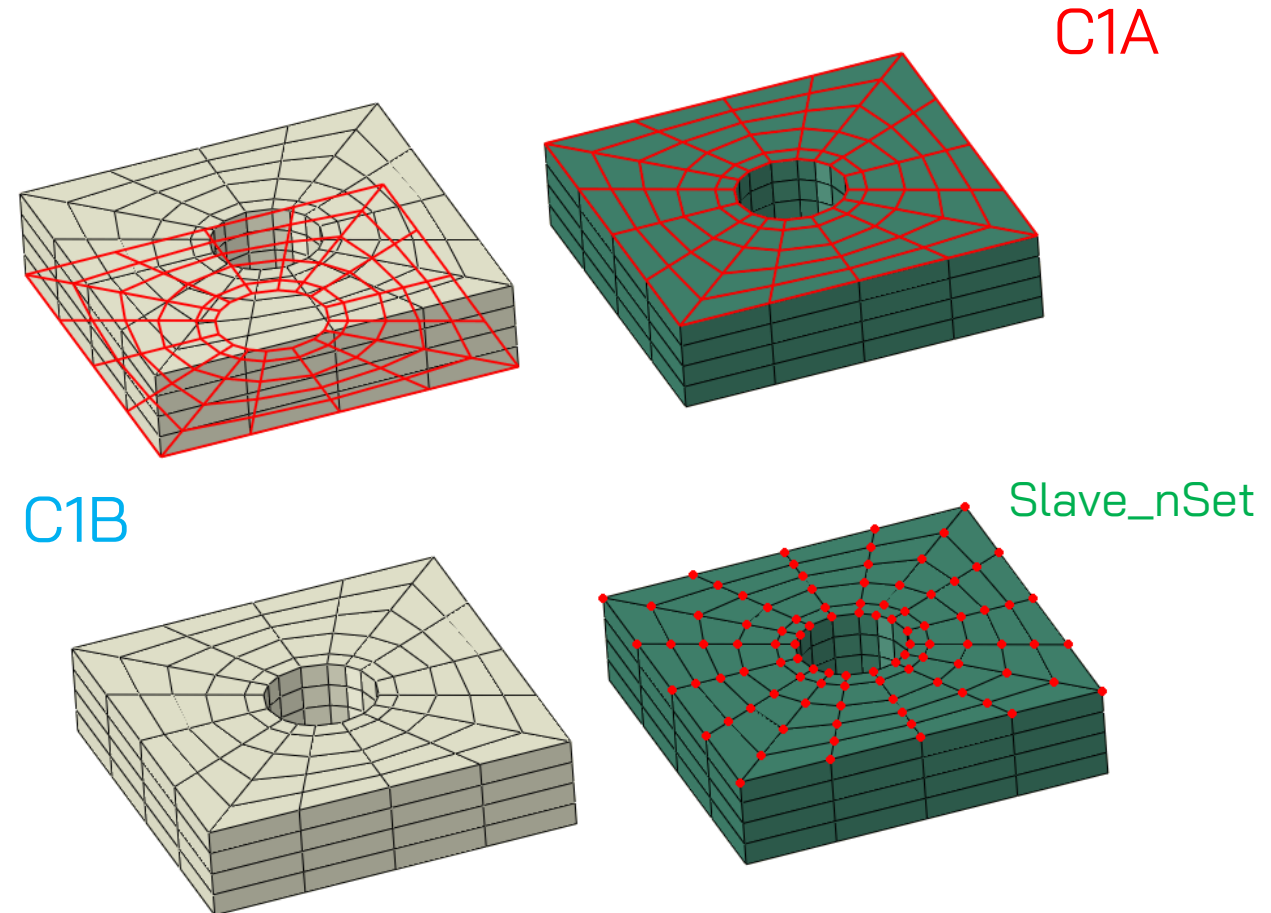
*OUTPUT, HISTORY
*CONTACT OUTPUT, NSET=Slave_nSet
CFN1, CFN2, CFN3, CFNM
```

CFN

Field: no History: yes .fil: yes .dat: yes
Total force due to contact pressure (CFNn, n = 1, 2, 3).

CFNM

Field: no History: yes .fil: no .dat: no
Magnitude of total force due to contact pressure.



OUTPUT REQUEST

KONTAKTNÍ SÍLY – CONTACT PAIR

***CONTACT PAIR**, INTERACTION=, , INTPROP-1, TYPE=SURFACE TO SURFACE

C1A, C1B

***CONTACT PROPERTY ASSIGNMENT**

, , INTPROP-1

***OUTPUT**, HISTORY

***CONTACT OUTPUT**, SECONDARY=C1A, MAIN=C1B

CFN1, CFN2, CFN3, CFNM

CFN

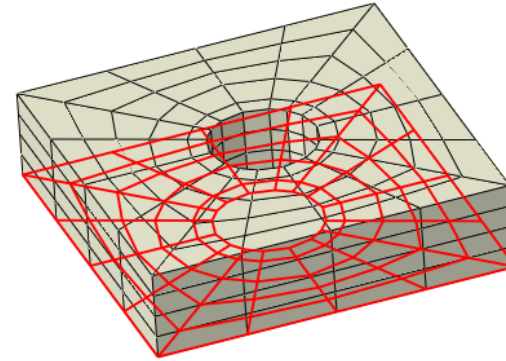
Field: no History: yes .fil: yes .dat: yes

Total force due to contact pressure (CFNn, n = 1, 2, 3).

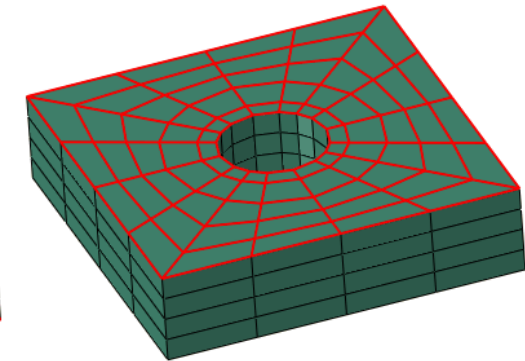
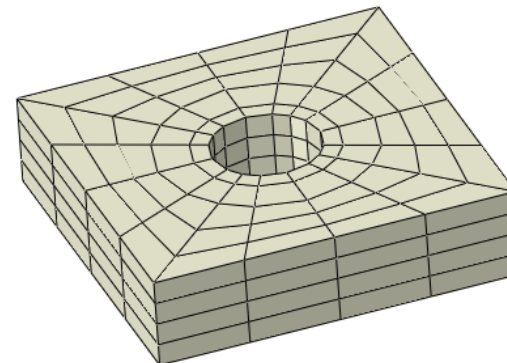
CFNM

Field: no History: yes .fil: no .dat: no

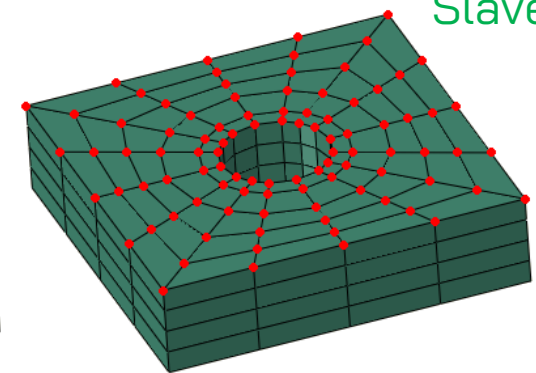
Magnitude of total force due to contact pressure.



C1B



C1A



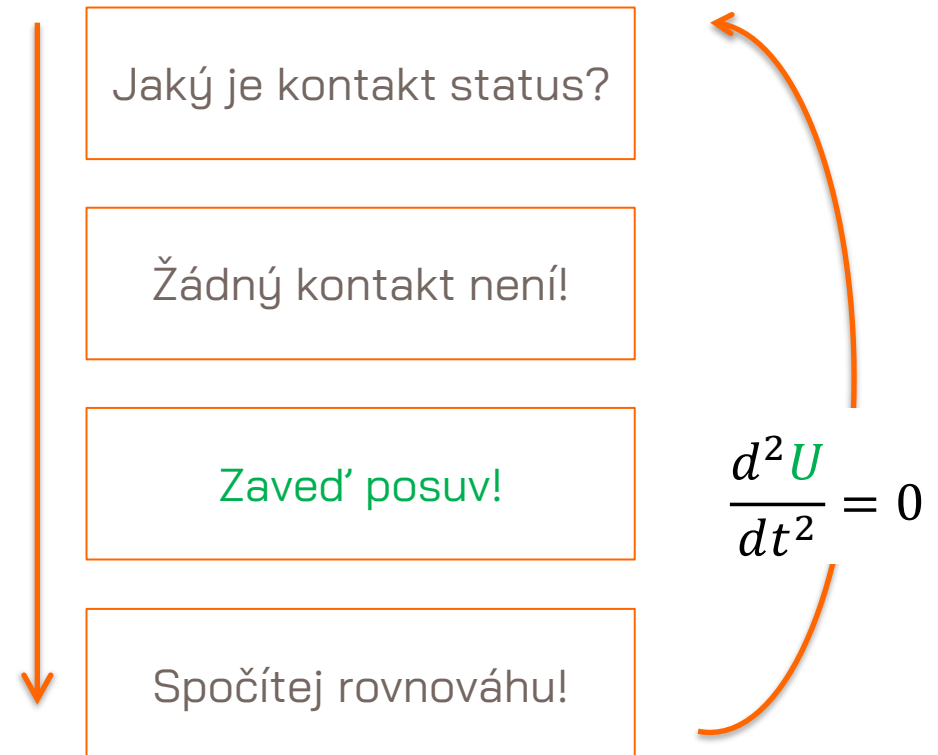
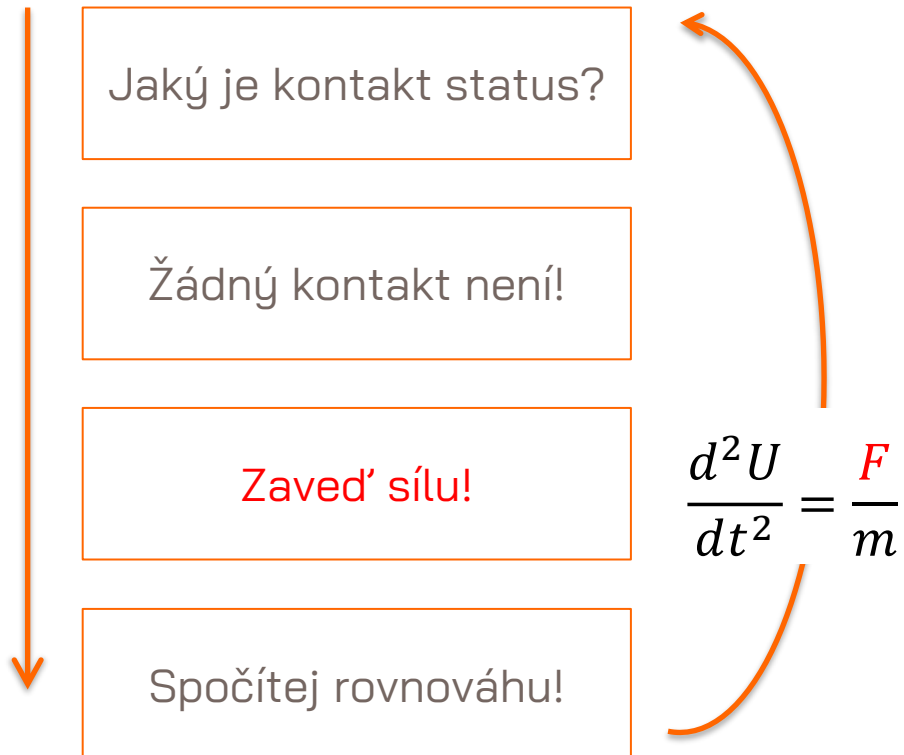
Slave_nSet



1. Úvod: Šroubový spoj a způsoby modelování
2. Popis modelu šroubového spoje
3. Output Request šroubového spoje
4. Předepnutí šroubového spoje
5. Shrnutí metod Modelování šroubového spoje
6. Simulace závitů
7. Fasteners
8. Bonus

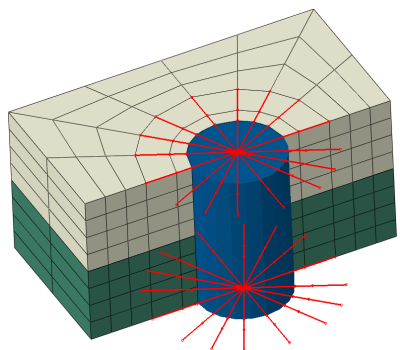
PŘEDEPNUTÍ ŠROUBOVÉHO SPOJE

- Předepnutí šroubového spoje značně ovlivňuje kontakt
- Sílu do šroubu zavedeme pouze tehdy, až je kontakt sepnutý

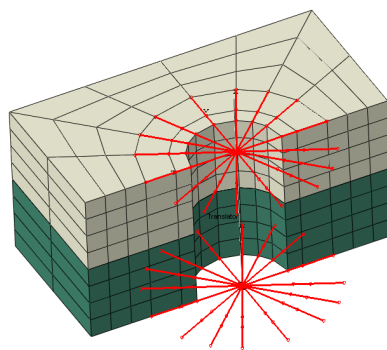


PŘEDEPNUTÍ ŠROUBOVÉHO SPOJE

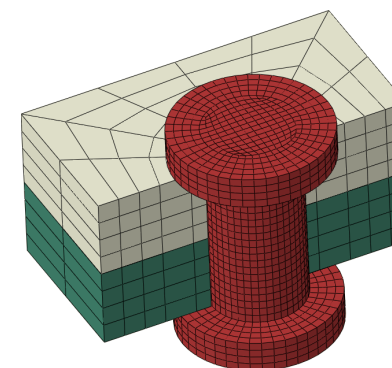
- Předepnutí ve 3 STEPech
 - Kinematické zkrácení šroubu (a ustavení kontaktu)
 - Zavedení požadované síly předpětí
 - Zafixování předpětí zamčením posuvu



***BOUNDARY**, TYPE=DISPLACEMENT
RP_BOLT_2, 1, 1, 0.01



***CONNECTOR MOTION**, TYPE=DISPLACEMENT
BOLT_1, 1, -0.01



***BOUNDARY**, TYPE=DISPLACEMENT
RP_BOLT_4, 1, 1, 0.01

***CLOAD**, OP=NEW
RP_BOLT_2, 1, 2000

***CONNECTOR LOAD**
BOLT_1, 1, -2000

***CLOAD**, OP=NEW
RP_BOLT_4, 1, 2000

***BOUNDARY**, TYPE=VELOCITY, OP=NEW
RP_BOLT_2, 1, 1, 0

***CONNECTOR MOTION**, TYPE=VELOCITY
BOLT_1, 1, 0

***BOUNDARY**, TYPE=VELOCITY, OP=NEW
RP_BOLT_4, 1, 1, 0



1. Úvod: Šroubový spoj a způsoby modelování
2. Popis modelu šroubového spoje
3. Output Request šroubového spoje
4. Předepnutí šroubového spoje
5. Shrnutí metod Modelování šroubového spoje
6. Simulace závitu
7. Fasteners
8. Bonus

SHRNUTÍ METOD

TUHOST ŠROUBOVÉHO SPOJE

- Analytický odhad

- D=6mm

- E=200GPa

- L=10mm

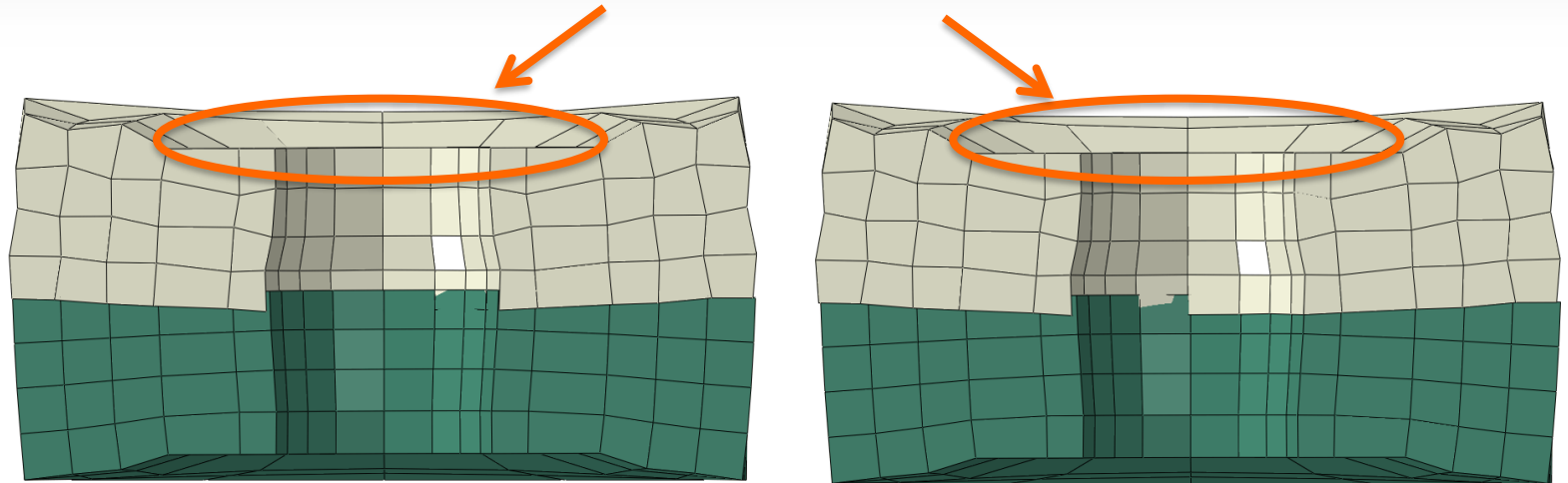
- $$k = \frac{\pi \cdot D^2}{4 \cdot L} \cdot E = \frac{\pi \cdot 6^2}{4 \cdot 10} \cdot 200000 = 565\,487\,N/mm$$

SHRNUTÍ METOD

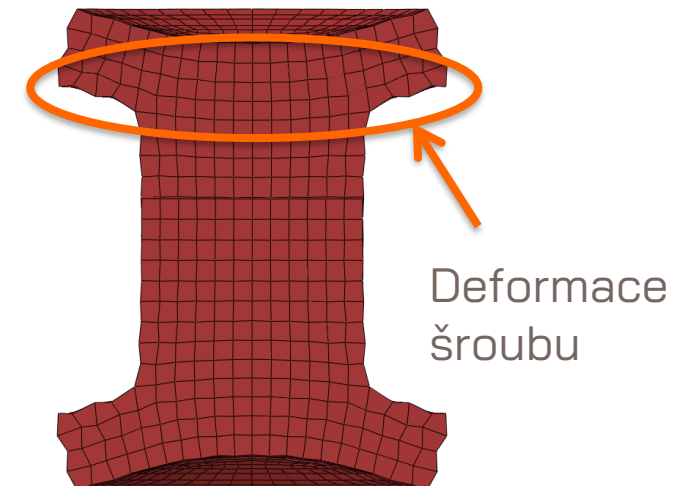
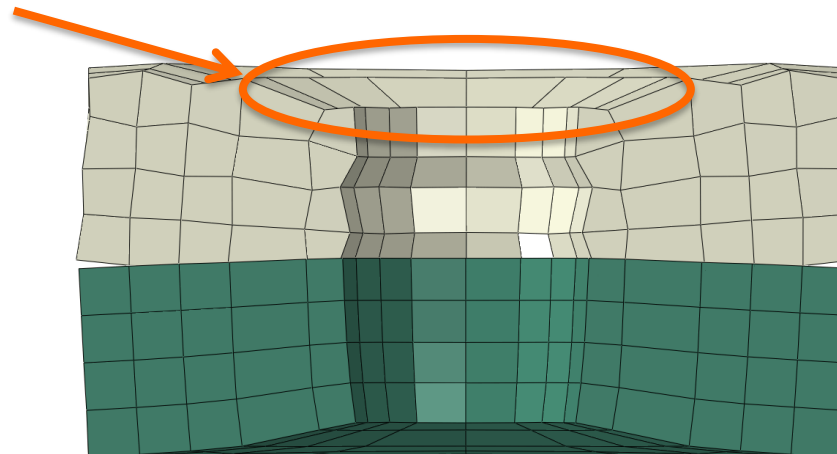
TUHOST ŠROUBOVÉHO SPOJE

- Analytický odhad
 - $k=565\,487\text{N/mm}$
- B31 + Pretension Section
 - $k=663\,767\text{N/mm}$
- Con3D2 Connector
 - $k=663\,767\text{N/mm}$
- C3D8 Solid
 - $k=157\,444\text{N/mm}$

Kinematic Coupling



Otisk šroubu

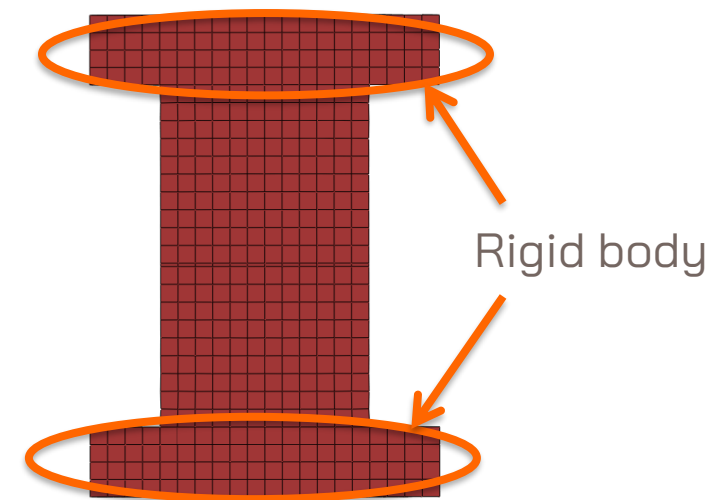
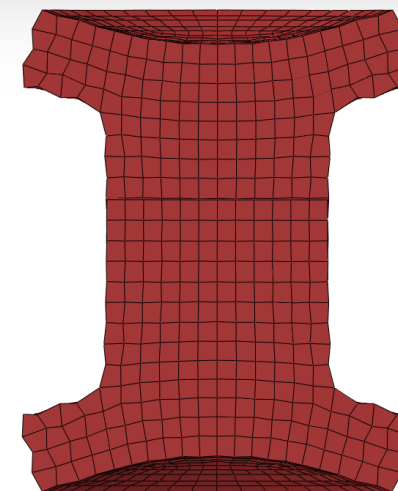
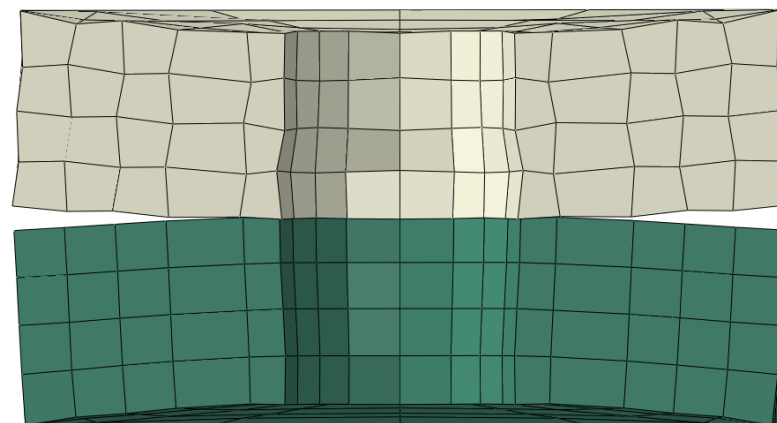
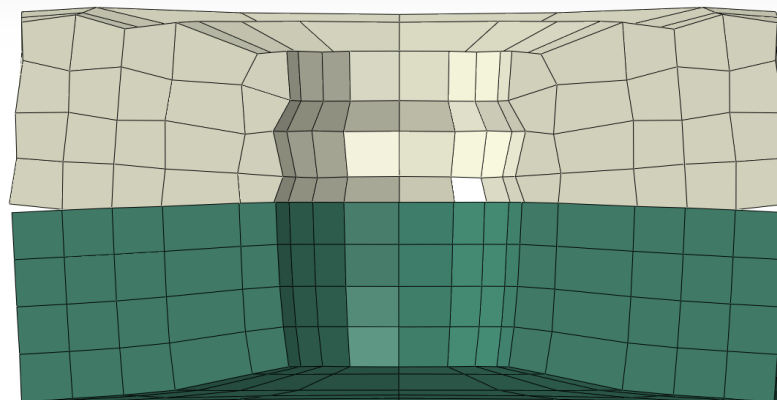


Deformace
šroubu

SHRNUTÍ METOD

TUHOST ŠROUBOVÉHO SPOJE

- C3D8 Solid s poddajnou hlavou
 - $k=157\,444\text{N/mm}$
- C3D8 Solid s tuhou hlavou
 - $k=561\,508\text{N/mm}$



SHRNUTÍ METOD

MODELOVÁNÍ ŠROUBOVÉHO SPOJE

- Connector CONN3D2
 - Způsob modelování: 2x Coupling + Konektor
 - Obvykle konektor typu Translator
 - Vyžaduje navíc souřadný systém
 - Neumožní kontakt s dírou
 - Výstup: Connector Forces CTF, následné manuální vyhodnocení
- Beam B31 + Pre-tension Section
 - Způsob modelování: 2x Coupling + B31
 - Obohacení jednoho B31 prvku o Pre-tension section s řídicím uzlem
 - Výstup: Section Forces SF, následné manuální vyhodnocení
- 3D element + Pre-tension Section
 - Způsob modelování: Solidový šroub s vnitřním surface
 - Obohacení o Pre-tension section s řídicím uzlem
 - Výstup: síly i napětí
 - Tuhost výrazně závisí na deformovatelnosti hlavy

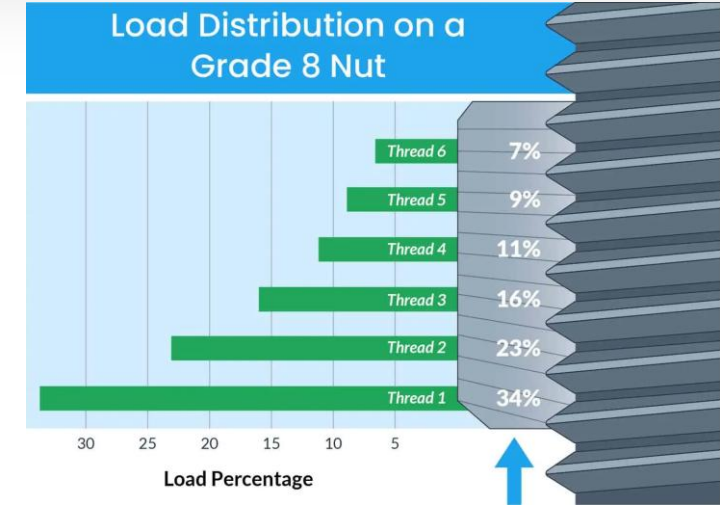
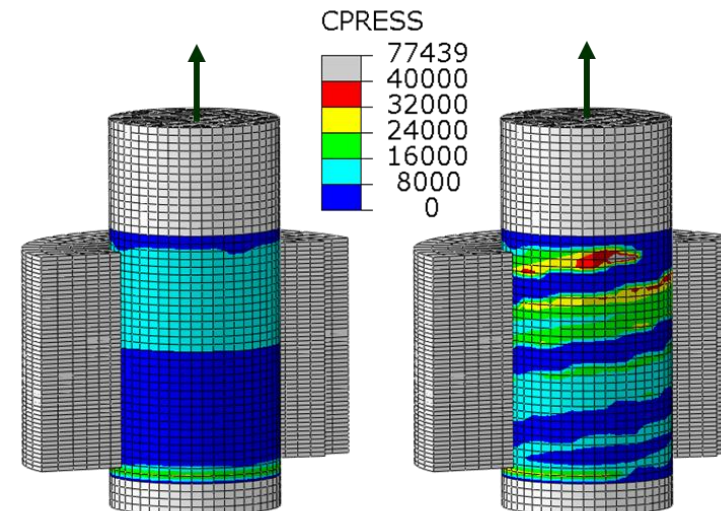
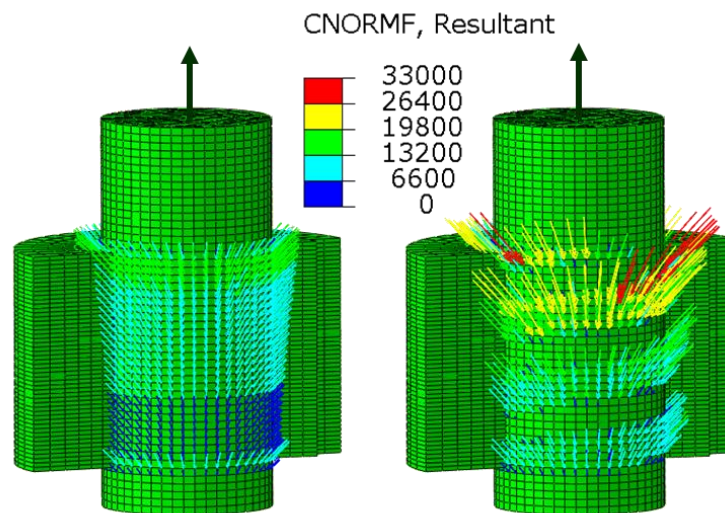


1. Úvod: Šroubový spoj a způsoby modelování
2. Popis modelu šroubového spoje
3. Output Request šroubového spoje
4. Předepnutí šroubového spoje
5. Shrnutí metod Modelování šroubového spoje
6. Simulace závitu
7. Fasteners
8. Bonus

SIMULACE ZÁVITU

SOLIDOVÝ ŠROUB

- Šroub modelovaný pomocí solid prvků
- Nemodeluje se fyzicky závit
- Jde o válcové těleso s matematickou distribucí závitu
- Výsledkem je distribuce sil a napětí
- Využito speciální formulace Contact Pair



SIMULACE ZÁVITU

SOLIDOVÝ ŠROUB

***SURFACE INTERACTION**, NAME=InterakceZavitu

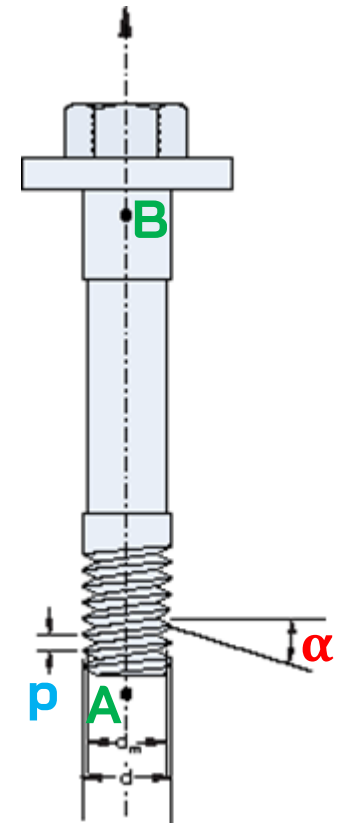
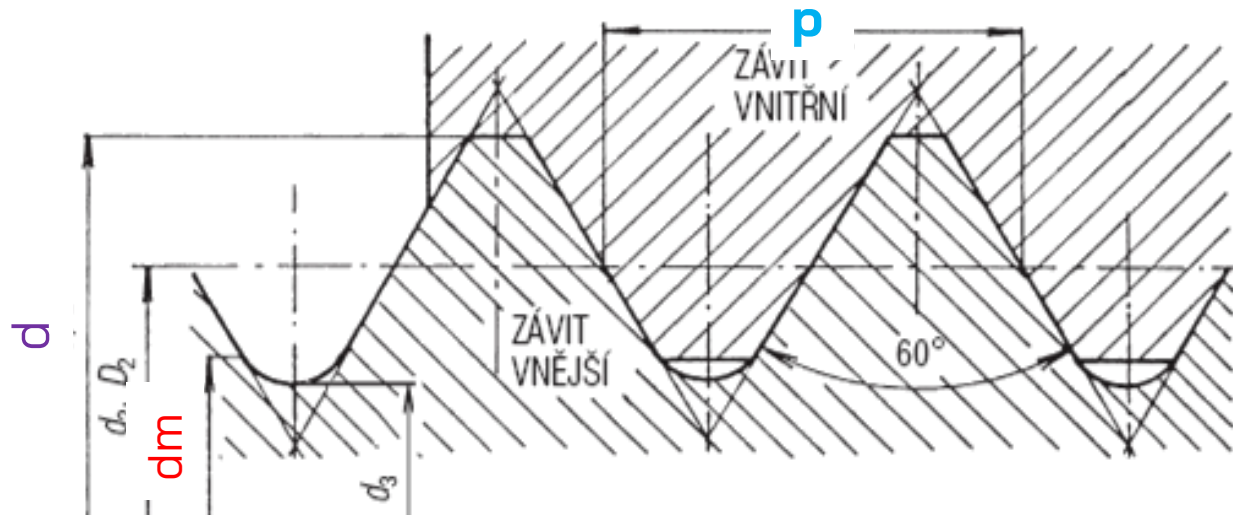
***CONTACT PAIR**, INTERACTION=InterakceZavitu, ADJUST=1.0, EXTENSION ZONE=0.1, SMOOTH=0.2, SMALL SLIDING, TYPE=NODE TO SURFACE
SURF_ZAVIT_MATICE, SURF_ZAVIT_SROUB

***CLEARANCE**, TABULAR, SLAVE=SURF_ZAVIT_MATICE, MASTER=SURF_ZAVIT_SROUB, BOLT, NORMAL ADJUSTMENT=LOCATION DEPENDENT, HANDEDNESS=RIGHT

α , p , d , dm

NSET_ZAVIT_Matice, 0, AX , AY , AZ , BX , BY , BZ

***CONTACT OUTPUT**, SLAVE=SURF_ZAVIT_MATICE, MASTER=SURF_ZAVIT_SROUB
CNORMF

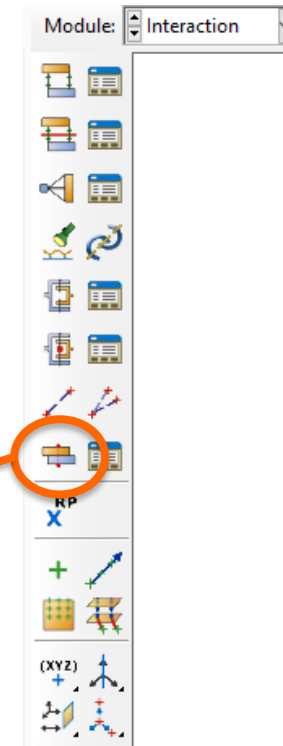
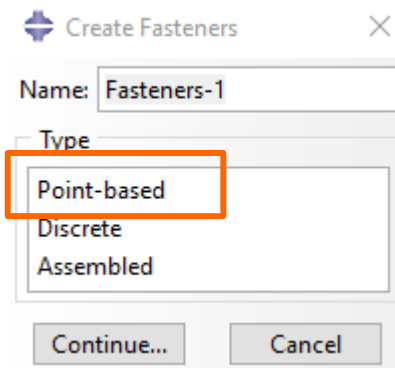


1. Úvod: Šroubový spoj a způsoby modelování
2. Popis modelu šroubového spoje
3. Output Request šroubového spoje
4. Předepnutí šroubového spoje
5. Shrnutí metod Modelování šroubového spoje
6. Simulace závitu
7. Fasteners
 - Zkušební model 1
 - Zkušební model 2
 - Zkušební model 3
8. Bonus

ÚVOD

FASTENERS

- Lze použít pro:
 - Šrouby
 - Nýty
 - Bodové svary
- Pro specifikaci polohy je třeba připravit X-Y-Z souřadnice



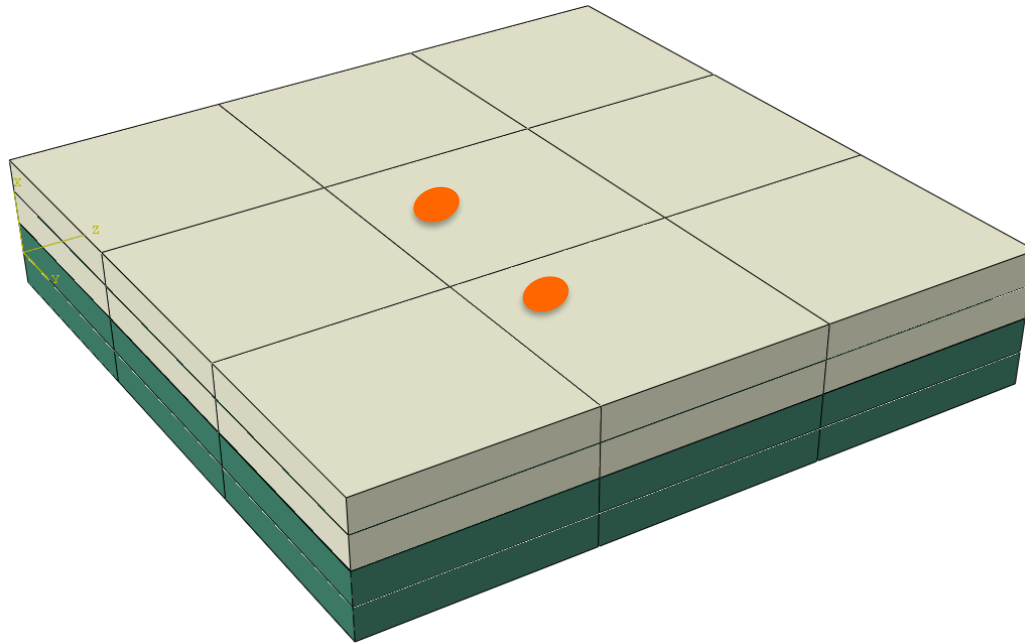


1. Úvod: Šroubový spoj a způsoby modelování
2. Popis modelu šroubového spoje
3. Output Request šroubového spoje
4. Předepnutí šroubového spoje
5. Shrnutí metod Modelování šroubového spoje
6. Simulace závitu
7. Fasteners
 - Zkušební model 1
 - Zkušební model 2
 - Zkušební model 3
8. Bonus

FASTENERS

ZKUŠEBNÍ MODEL 1

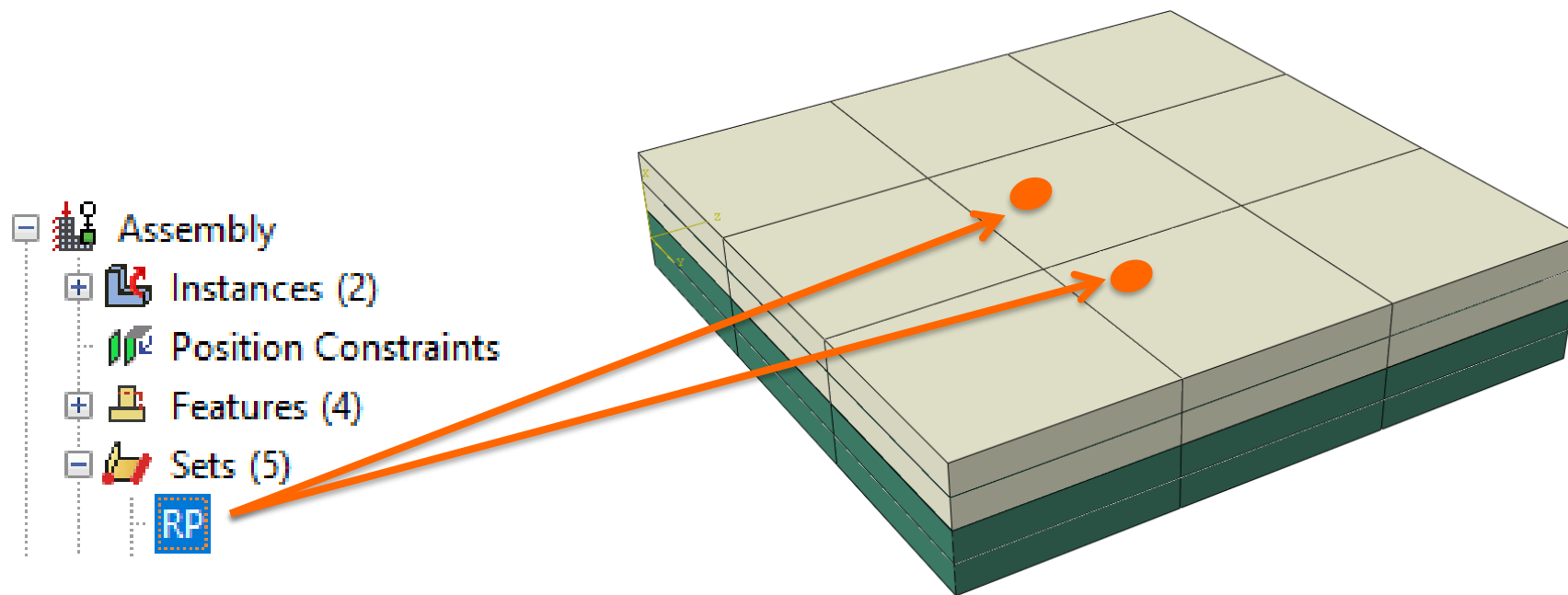
- 2 plátky (každý 9 **shell** elementů)
- 2 nýty (2 RP body)



FASTENERS

ZKUŠEBNÍ MODEL 1

- Krok 1: příprava RP bodů



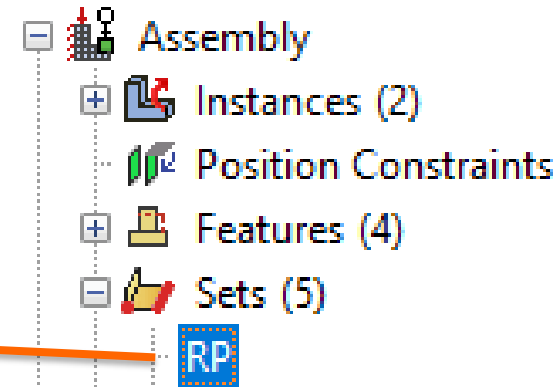
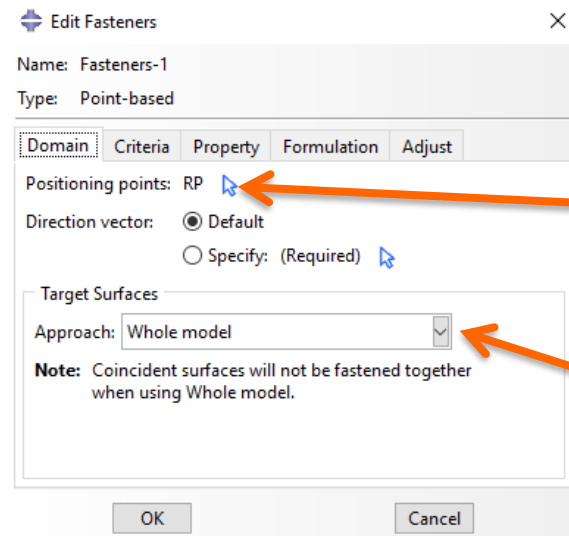
FASTENERS

ZKUŠEBNÍ MODEL 1

- Krok 1: příprava RP bodů

Krok 2: Vytvoření fasteneru

- Vytvoř Fastener typu Point Based
- Jako Positioning points vyber SET z kroku 1
- Approach: Whole model zatím necháme



Zde později nastavíme plochy, které se budou spojovat

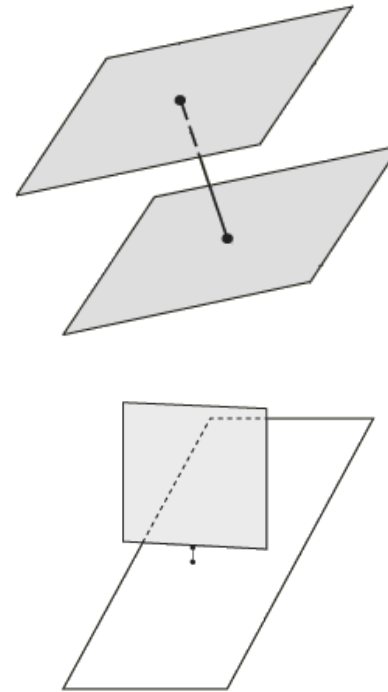
FASTENERS

ZKUŠEBNÍ MODEL 1

- Krok 1: příprava RP bodů

Krok 2: Vytvoření fasteneru

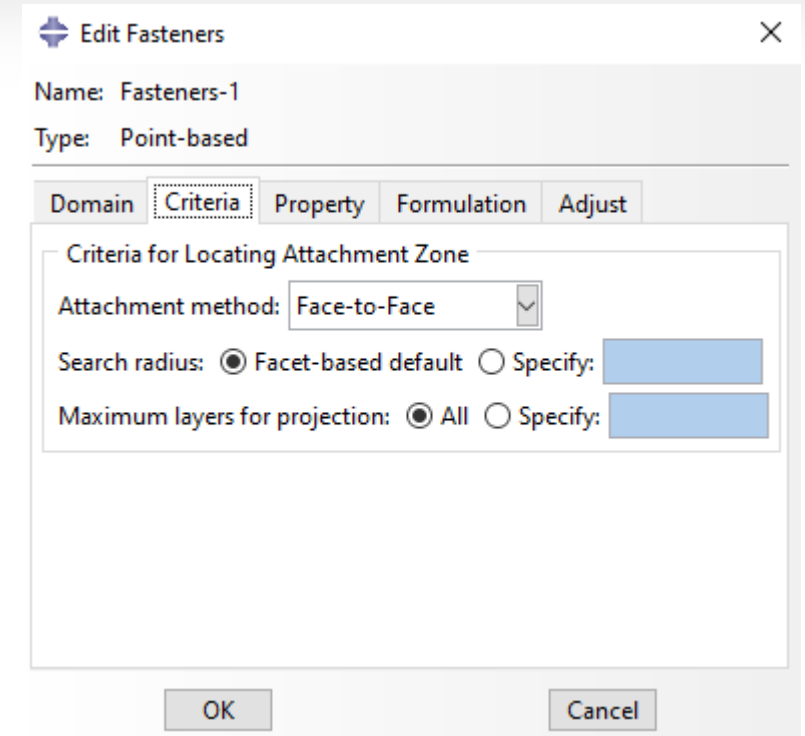
- Vytvoř Fastener typu Point Based
- Jako Positioning points vyber SET z kroku 1
- Approach: Whole model zatím necháme
- Nastavení pravidla pro projekci RP bodů



Attachment method

- Face-to-Face
- Face-to-Edge
- Edge-to-Face
- Edge-to-Edge

*Jedná se o projekční metodu referenčního bodu na geometrii pojovaných součástí
Volba závisí na orientaci spojovaných dílů*



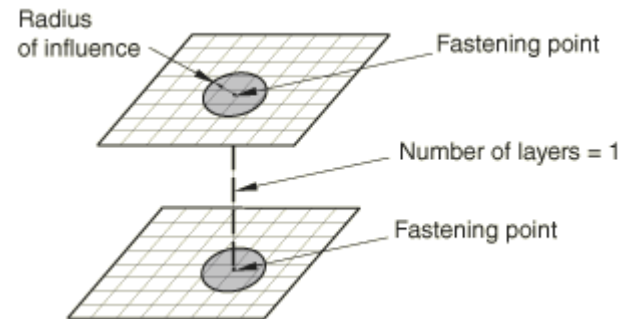
FASTENERS

ZKUŠEBNÍ MODEL 1

- Krok 1: příprava RP bodů

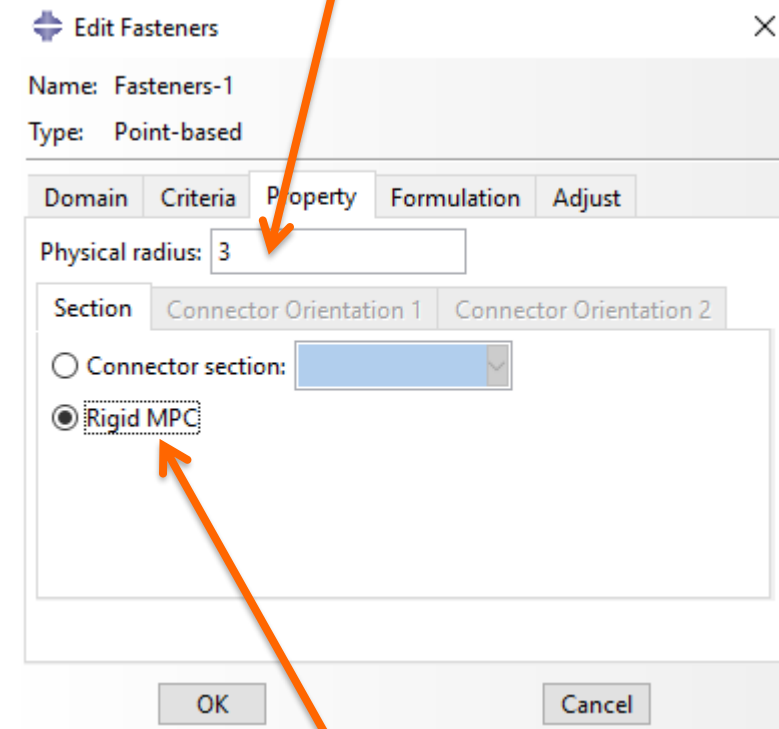
Krok 2: Vytvoření fasteneru

- Vytvoř Fastener typu Point Based
- Jako Positioning points vyber SET z kroku 1
- Approach: Whole model zatím necháme
- Nastavení pravidla pro projekci RP bodů
- Vlastnosti Fasteneru



*Varianta Rigid MPC neumožní zavedení předpětí (Dokonale tuhé spojení). Je však rychlá a jednoduchá pro rychlé ověření.
Jako connector section dává smysl Beam, Translator nebo Axial.*

Nastavení fyzický rádius



Ponecháme defaultní
Rigid MPC variantu

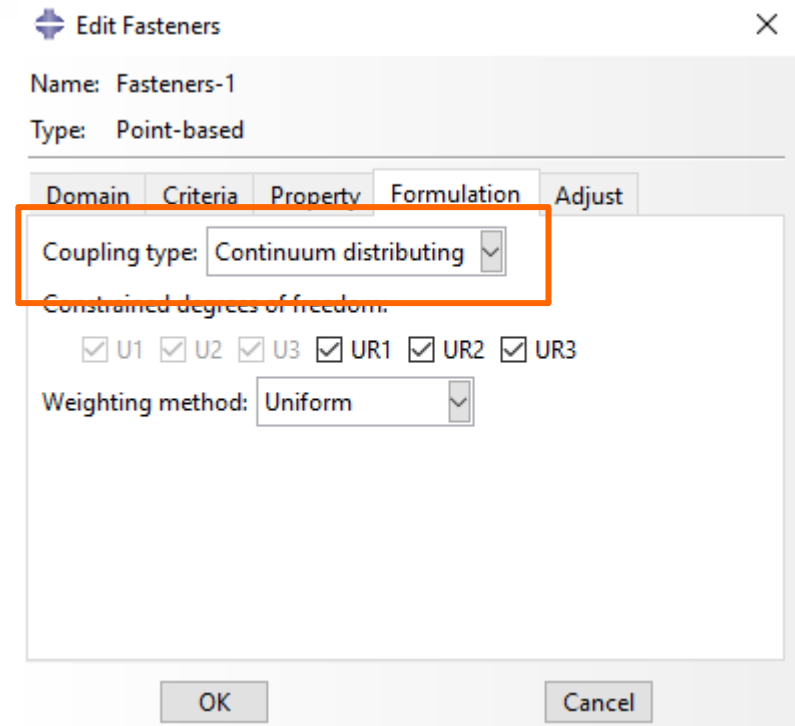
FASTENERS

ZKUŠEBNÍ MODEL 1

- Krok 1: příprava RP bodů

Krok 2: Vytvoření fasteneru

- Vytvoř Fastener typu Point Based
 - Jako Positioning points vyber SET z kroku 1
 - Approach: Whole model zatím necháme
 - Nastavení pravidla pro projekci RP bodů
 - Vlastnosti Fasteneru
 - Spojení fasteneru a okolní struktury
- *Continuum distributing*
 - *Defaultní volba, obecné využití*
 - *Structural distributing*
 - *Méně výpočetně náročný*
 - *Slouží spíše pro přenos sil*
 - *Není vhodný pokud řešíme napětí v okolí*



Kinematický coupling by mohl způsobit overconstrain, např. v případě překrytí dvou sousedních

FASTENERS

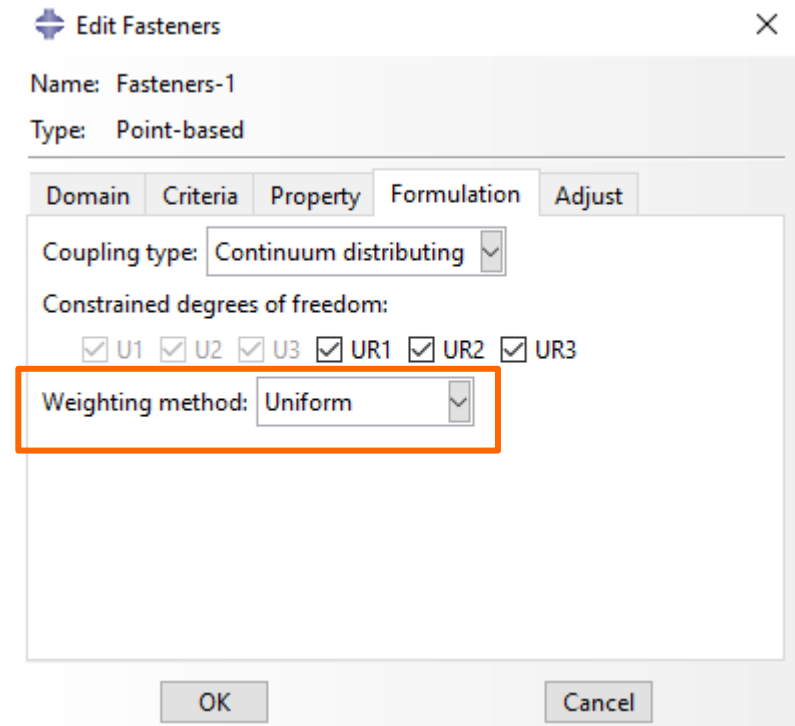
ZKUŠEBNÍ MODEL 1

- Krok 1: příprava RP bodů

Krok 2: Vytvoření fasteneru

- Vytvoř Fastener typu Point Based
- Jako Positioning points vyber SET z kroku 1
- Approach: Whole model zatím necháme
- Nastavení pravidla pro projekci RP bodů
- Vlastnosti Fasteneru
- Spojení fasteneru a okolní struktury

- *Uniform (default)*
 - *Všechny uzly dostanou stejně*
- *Linear*
 - *Váha se lineárně zmenšuje směrem pryč od řídicího uzlu*
- *Quadratic*
 - *Váha se parabolicky zmenšuje směrem pryč od řídicího uzlu*
- *Cubic*



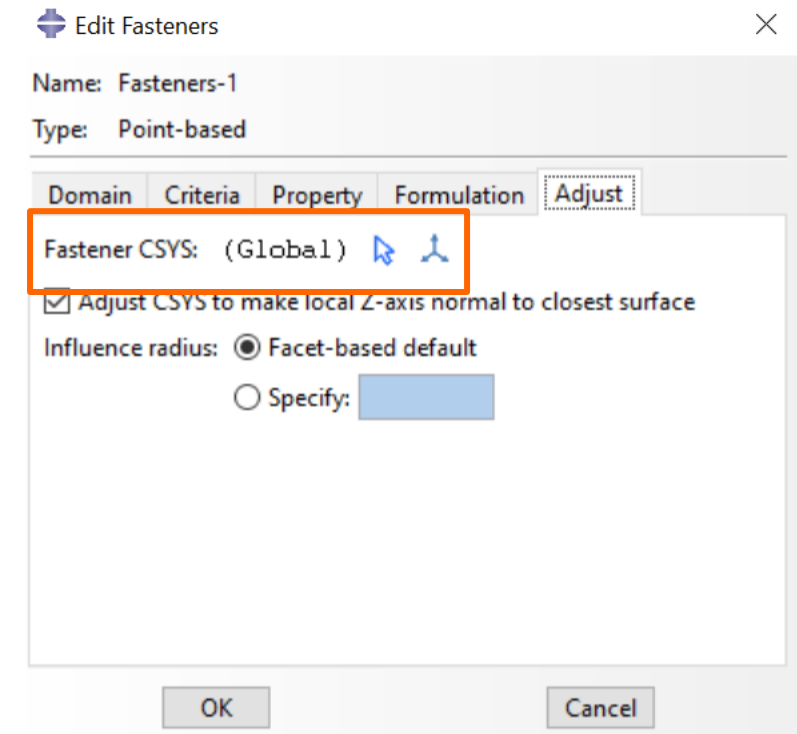
FASTENERS

ZKUŠEBNÍ MODEL 1

- Krok 1: příprava RP bodů

Krok 2: Vytvoření fasteneru

- Vytvoř Fastener typu Point Based
- Jako Positioning points vyber SET z kroku 1
- Approach: Whole model zatím necháme
- Nastavení pravidla pro projekci RP bodů
- Vlastnosti Fasteneru
- Spojení fasteneru a okolní struktury
- Orientace



- Osa Z by měla být normálová ke spojovaným plochám

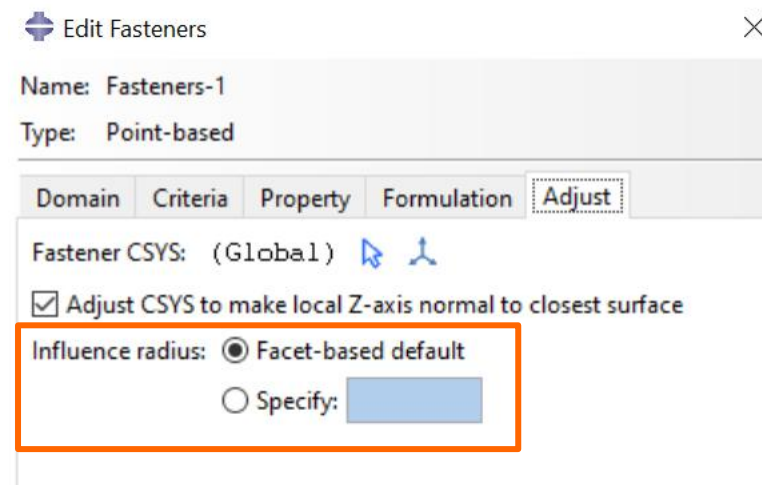
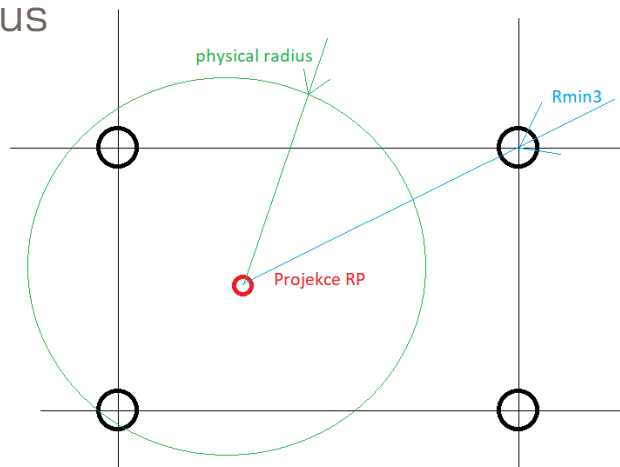
FASTENERS

ZKUŠEBNÍ MODEL 1

- Krok 1: příprava RP bodů

Krok 2: Vytvoření fasteneru

- Vytvoř Fastener typu Point Based
- Jako Positioning points vyber SET z kroku 1
- Approach: Whole model zatím necháme
- Nastavení pravidla pro projekci RP bodů
- Vlastnosti Fasteneru
- Spojení fasteneru a okolní struktury
- Orientace
- Influence Radius



- *Vzdálenost od projektovaného RP k poslednímu svázanému bodu*
- *Minimum jsou 3 sekundární uzly pro každý coupling*
- *Zohledňuje tyto parametry:*
 - *Fyzický rádius fasteneru*
 - *Nejvzdálenější uzel, aby byly 3*
 - *Přímo zadaný Influence Radius*

FASTENERS

ZKUŠEBNÍ MODEL 1

- Krok 1: příprava RP bodů
- Krok 2: Vytvoření fasteneru
- Krok 3: INP zápis

Nejjednodušší možná varianta, základní nastavení

***FASTENER PROPERTY, NAME=FASTENERS-1**
3

***FASTENER,**
INTERACTION NAME=FASTENERS-1,
PROPERTY=FASTENERS-1,
REFERENCE NODE SET=RP_s,
COUPLING=CONTINUUM,
ATTACHMENT METHOD=FACETOFACE,
WEIGHTING METHOD=UNIFORM,
ADJUST ORIENTATION=YES

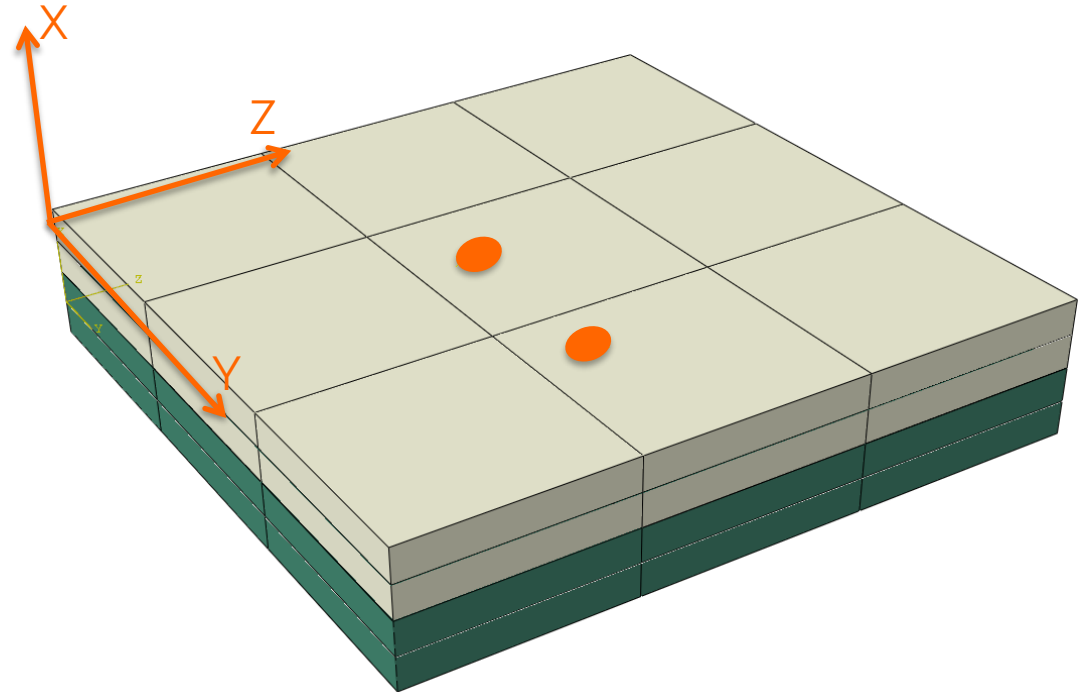


1. Úvod: Šroubový spoj a způsoby modelování
2. Popis modelu šroubového spoje
3. Output Request šroubového spoje
4. Předepnutí šroubového spoje
5. Shrnutí metod Modelování šroubového spoje
6. Simulace závitů
7. Fasteners
 - Zkušební model 1
 - Zkušební model 2
 - Zkušební model 3
8. Bonus

FASTENERS

ZKUŠEBNÍ MODEL 2

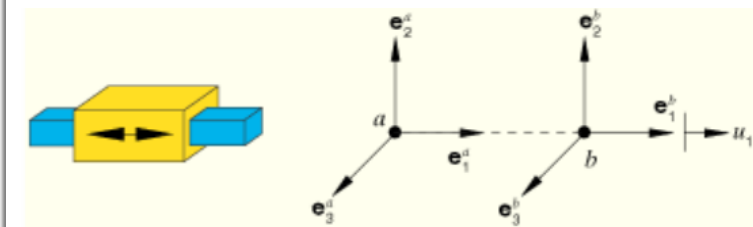
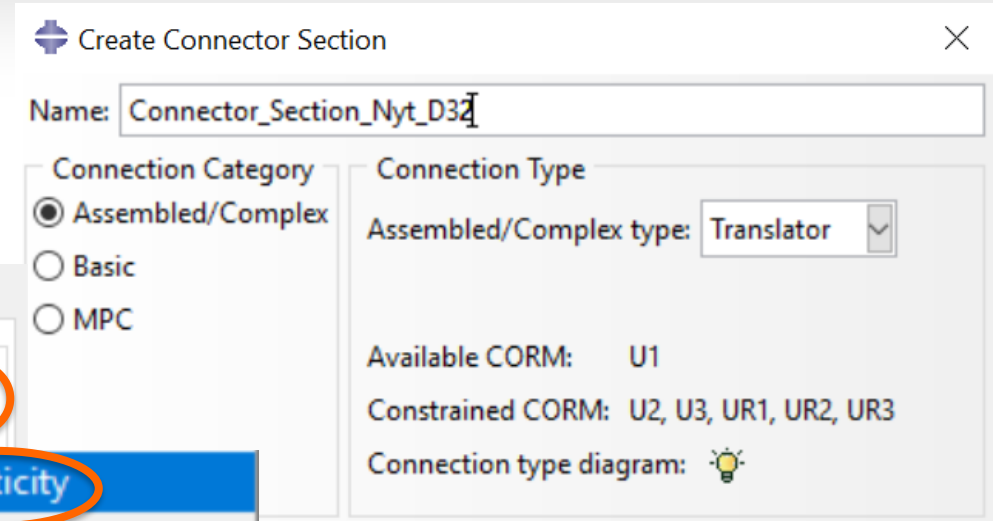
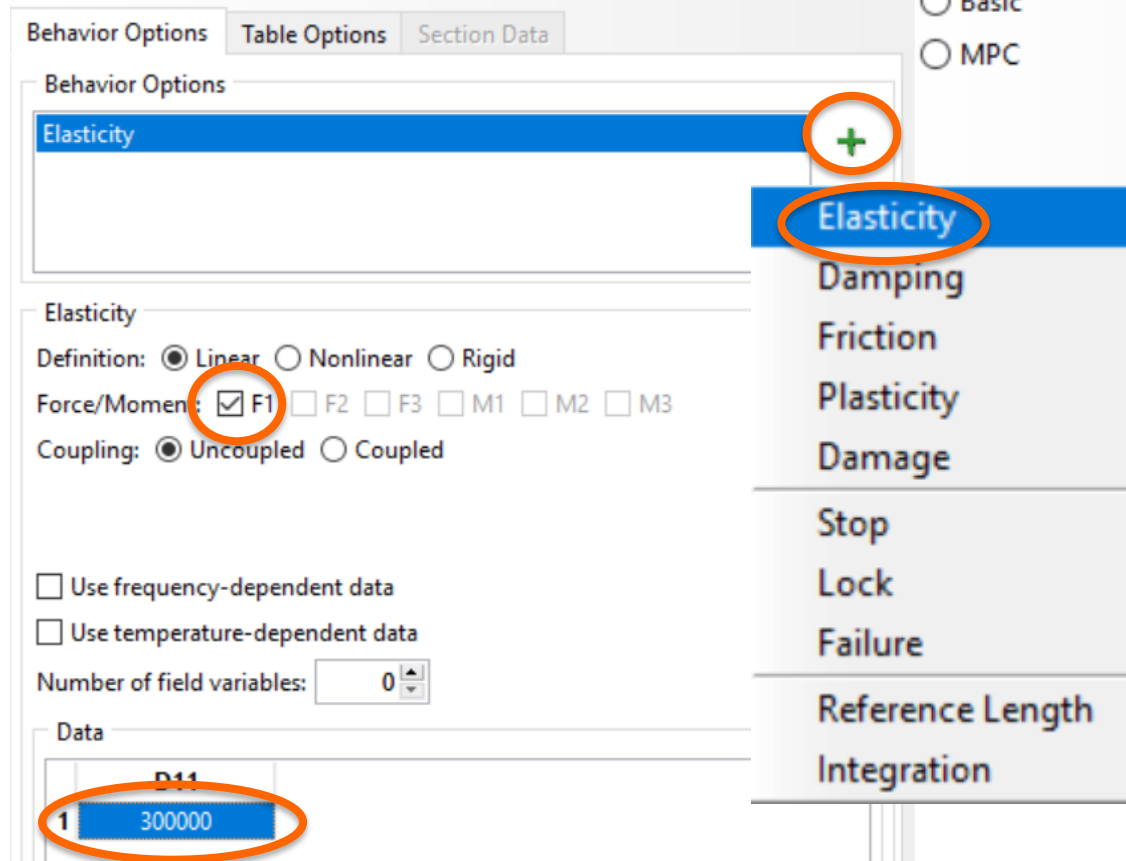
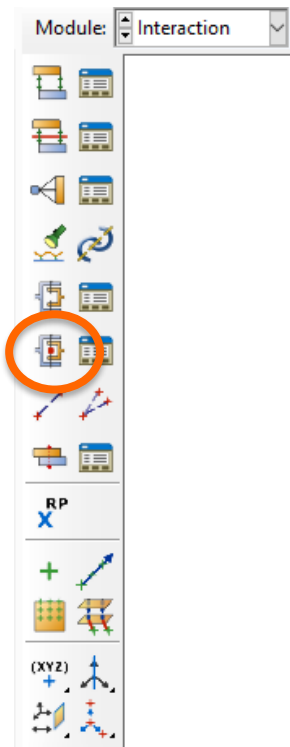
- 2 plátky (každý 9 **shell** elementů)
- 2 nýty (2 RP body)
- Souřadný systém pro **konektory**



FASTENERS

ZKUŠEBNÍ MODEL 2

- 2 plátky (každý 9 shell elementů)
- 2 nýty (2 RP body)
- Souřadný systém pro konektory
- Vlastnosti konektoru



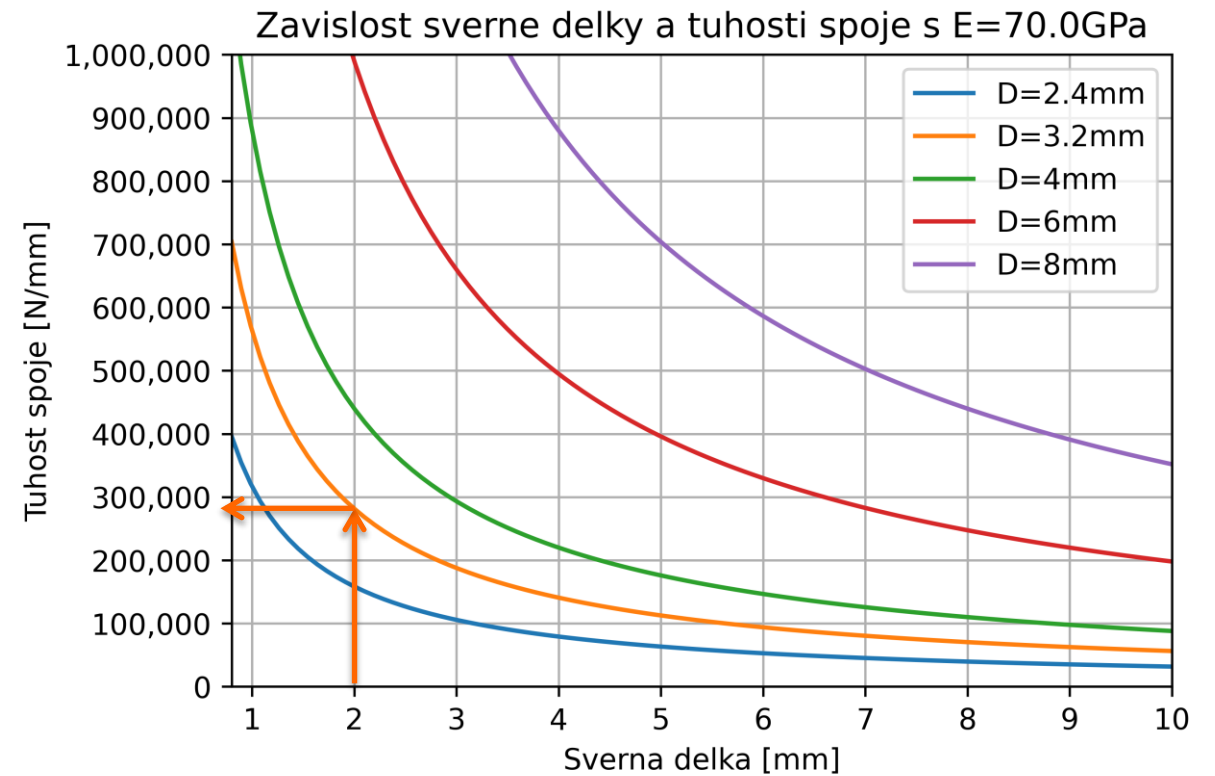
- Vytvoř Behavior: Elasticity
- Tuhost je v [N/mm]

FASTENERS

ZKUŠEBNÍ MODEL 2

- 2 plátky (každý 9 shell elementů)
- 2 nýty (2 RP body)
- Souřadný systém pro konektory
- Vlastnosti konektoru

- *Tuhost nýtu: 70GPa*
- *Svěrná délka: 2mm*
- *Průměr nýtu 3.2mm*
- *Tuhost: ~300kN/mm*



FASTENERS

ZKUŠEBNÍ MODEL 2

- 2 plátky (každý 9 shell elementů)
- 2 nýty (2 RP body)
- Souřadný systém pro konektory
- Vlastnosti konektoru
- INP zápis

***ORIENTATION**, NAME=ORI

0, 0,1, 0,1,0

1,0

***CONNECTOR BEHAVIOR**, NAME=CONNSECT-1

***CONNECTOR ELASTICITY**, COMPONENT=1

300000

***FASTENER PROPERTY**, NAME=FASTENERS-1

3

***CONNECTOR SECTION**, ELSET=_FASTENERS-1_PF_, BEHAVIOR=CONNSECT-1

TRANSLATOR,

ORI,

***FASTENER**,

INTERACTION NAME=FASTENERS-1,

PROPERTY=FASTENERS-1,

REFERENCE NODE SET=RP_s,

ELSET=_FASTENERS-1_PF_,

COUPLING=CONTINUUM,

ATTACHMENT METHOD=FACETOFACE,

WEIGHTING METHOD=UNIFORM,

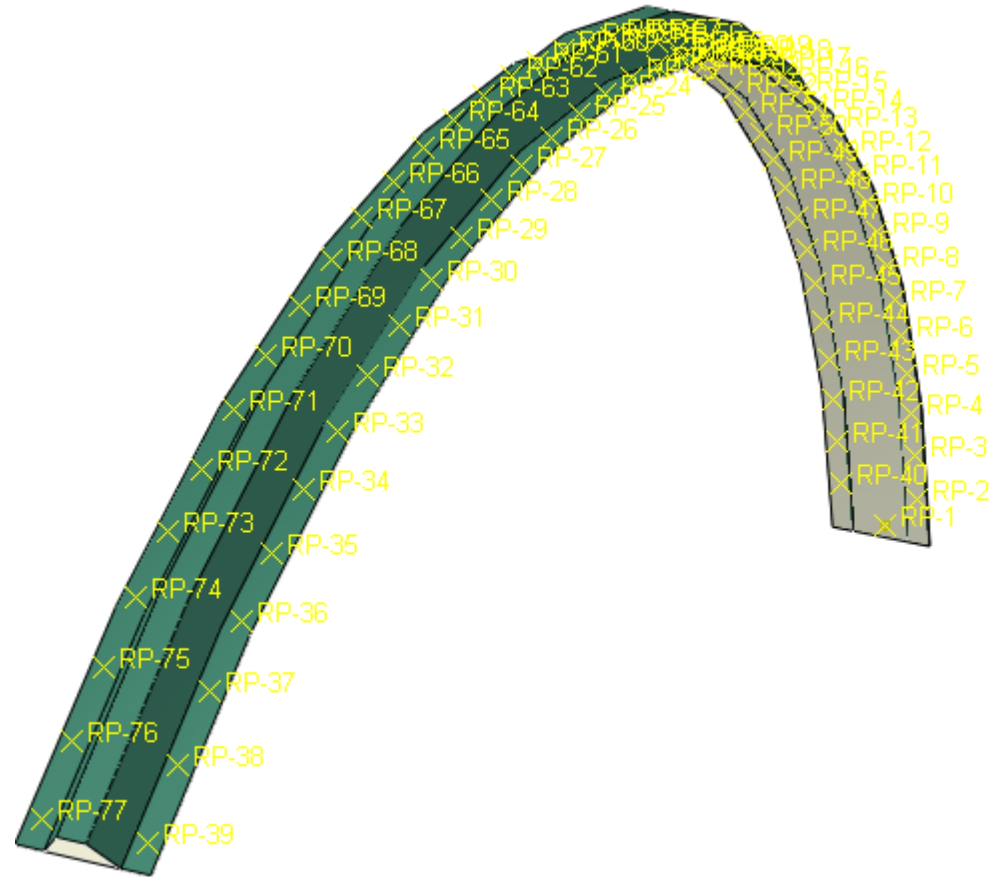
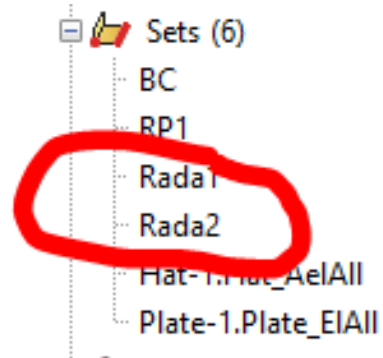
ADJUST ORIENTATION=YES

1. Úvod: Šroubový spoj a způsoby modelování
2. Popis modelu šroubového spoje
3. Output Request šroubového spoje
4. Předepnutí šroubového spoje
5. Shrnutí metod Modelování šroubového spoje
6. Simulace závitu
7. Fasteners
 - Zkušební model 1
 - Zkušební model 2
 - Zkušební model 3
8. Bonus

FASTENERS

ZKUŠEBNÍ MODEL 3

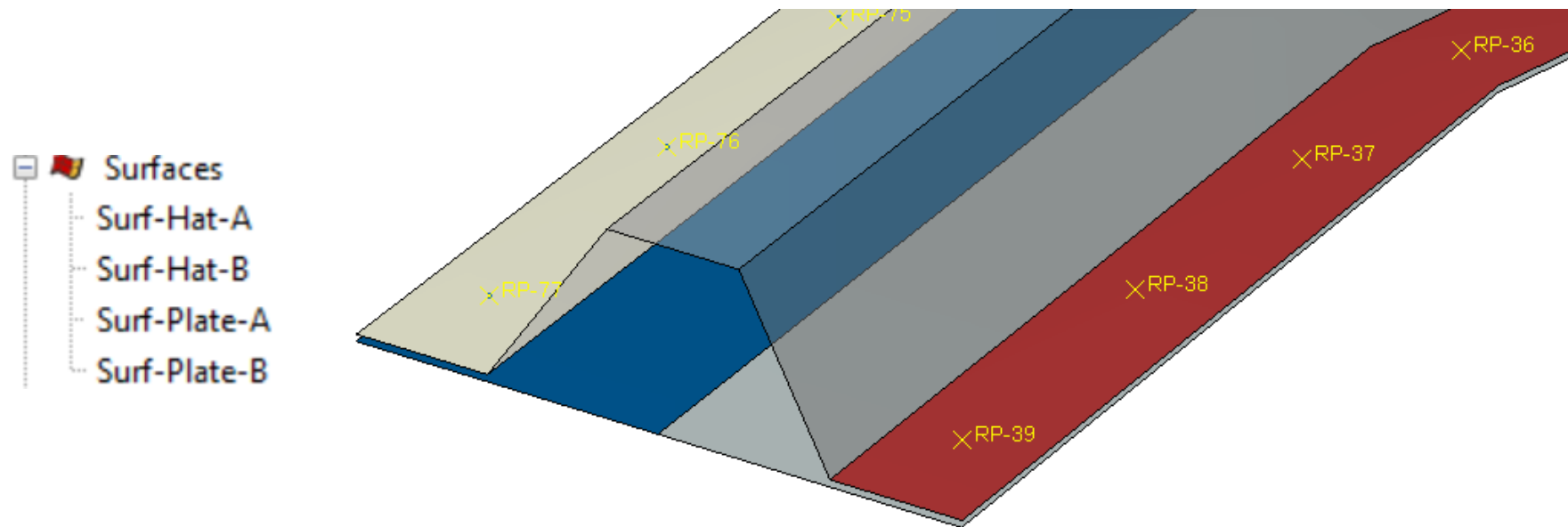
- Deska přinýtovaná 2 řadami k omega-profilu
- 77 nýtů ve 2 řadách



FASTENERS

ZKUŠEBNÍ MODEL 3

- Deska přinýtovaná 2 řadami k omega-profilu
- 77 nýtů ve 2 řadách
- Surfaces se spojovanými plochami



FASTENERS

ZKUŠEBNÍ MODEL 3

- Deska přinýtovaná 2 řadami k omega-profilu
- 77 nýtů ve 2 řadách
- Surfaces se spojovanými plochami
- Tvorba Fasteneru

***SURFACE**, NAME=SURF-HAT, TYPE=ELEMENT
3794, SPOS

...

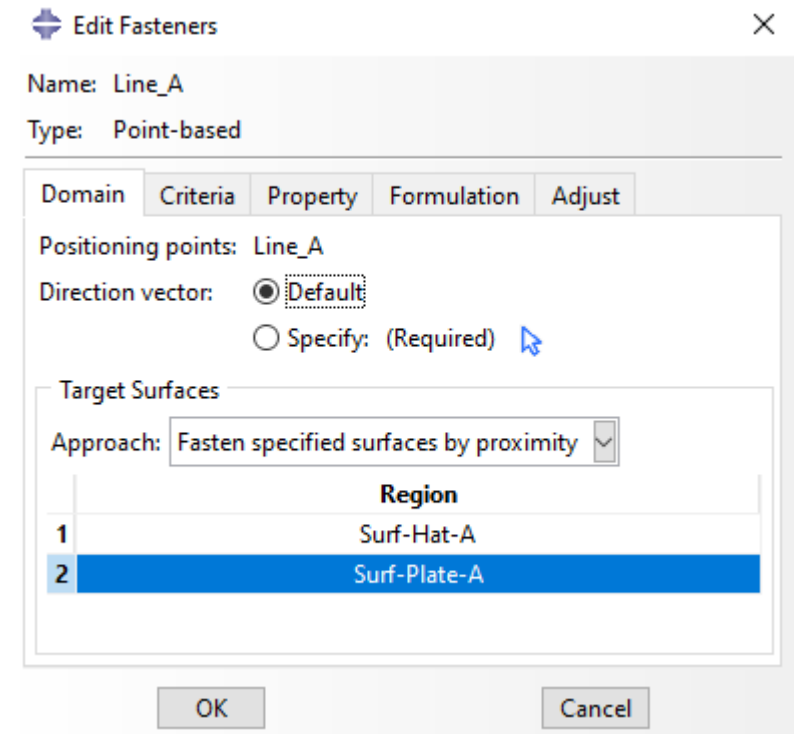
***SURFACE**, NAME=SURF-PLATE, TYPE=ELEMENT
1235, SNEG

...

***FASTENER PROPERTY**, NAME=FASTENERS-1
3

***FASTENER**,
INTERACTION NAME=FASTENERS-1,
PROPERTY=FASTENERS-1,
REFERENCE NODE SET=RADA1,
COUPLING=CONTINUUM,
ATTACHMENT METHOD=FACETOFACE,
WEIGHTING METHOD=UNIFORM,
ADJUST ORIENTATION=YES,

SURF-HAT, SURF-PLATE





1. Úvod: Šroubový spoj a způsoby modelování
2. Popis modelu šroubového spoje
3. Output Request šroubového spoje
4. Předepnutí šroubového spoje
5. Shrnutí metod Modelování šroubového spoje
6. Simulace závitu
7. Fasteners
8. Bonus
 - Jak získat X-Y-Z pro milión bodů
 - Jak vytvořit RP body v Abaqusu CAE?

BONUS

JAK ZÍSKAT X-Y-Z PRO MILIÓN BODŮ

- Bodů mohou být stovky i tisíce -> ručně nereálné udělat
- V CAD programu zobrazit pouze body a uložit jako **IGS formát**:

```

1H,,1H;,5HPart1,8Hxxxx.igs,62HDASSAULT SYSTEMES CATIA Version 5-6 ReleasG      1
e 2024 - www.3ds.com,35HV5-6R2024_5.34.0.0.10-11-2023.20.00,32,75,6,75, G      2
15,5HPart1,1.0,2,2HMM,1000,1.0,15H20250108.132241,0.001,1.0E+04,8HCZ0002G      3
92,11HIDIADAGROUP,11,0,15H20250108.132241,;, G                                4
    116      1      0      0      10000      0      0      000000001D      1
    116      0      0      1      0      0      Point.1      0D      2
    116      2      0      0      10000      0      0      000000001D      3
    116      0      0      1      0      0      Point.2      0D      4
    116      3      0      0      10000      0      0      000000001D      5
    116      0      0      1      0      0      Point.39      0D      6
    116      4      0      0      10000      0      0      000000001D      7
    116      0      0      1      0      0      Point.40      0D      8
116 73.86751346,839.5199694,542.4080299,0,0,0; 1P      1
116 73.86751346,811.3470856,583.7089658,0,0,0; 3P      2
116 9.0,839.5199694,542.4080299,0,0,0; 5P      3
116 9.0,811.3470856,583.7089658,0,0,0; 7P      4
S      IG      4D      8P      4      T      1

```


BONUS

JAK VYTVOŘIT RP BODY V ABAQUSU CAE?

- Bodů mohou být stovky i tisíce -> ručně nereálné udělat
- Exportované body je možné zpracovat pomocí python skriptu v Abaqus CAE:

```
import numpy as np
import pandas as pd
```

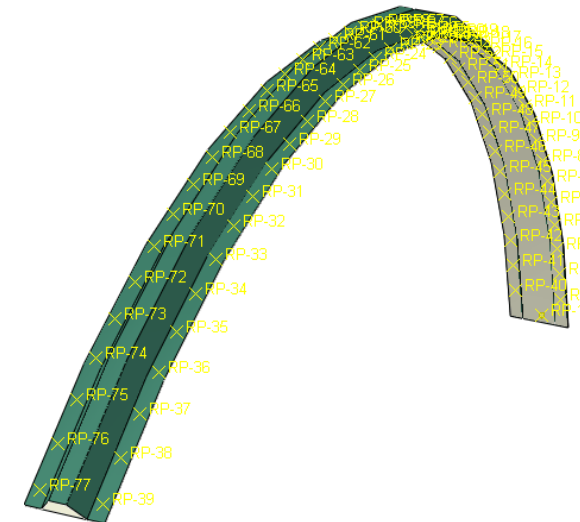
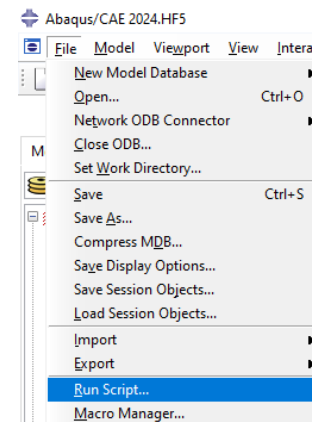
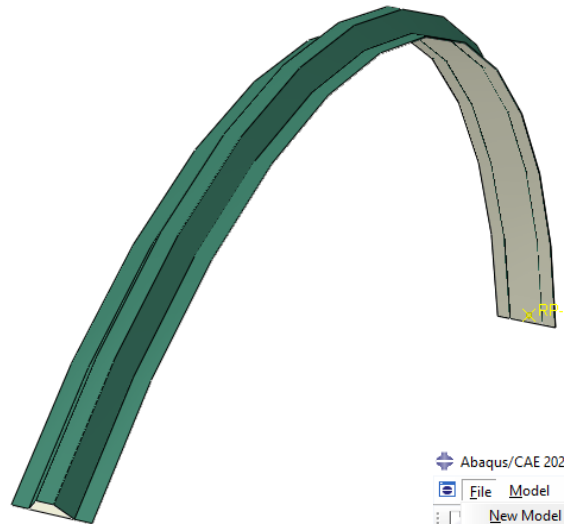
```
# Path to your CSV file
file_path = 'Points.csv'
```

```
# Read the CSV file and convert it to a NumPy array
data = pd.read_csv(file_path, header=None).to_numpy()
```

```
output_file_path = 'Create_RPs_in_CAE.py'
```

```
with open(output_file_path, 'w') as file:
    for i, row in enumerate(data, start=1):
        formatted_row = (
            f"mdb.models['Model-1'].rootAssembly.ReferencePoint(point=(
            f'{row[0]:.6f},{row[1]:.6f},{row[2]:.6f}))"
        )
        file.write(formatted_row + '\n')
```

```
print(f"Data written to {output_file_path}")
```



Applus IDIADA
Headquarters and Main Technical Centre
L'Albornar – PO Box 20
E-43710 Santa Oliva (Tarragona) Spain
T +34 977 166 000 F +34 977 166 007
e-mail: idiada@idiada.com

www.idiada.com

Applus IDIADA Belgium
T +32 2 757 27 07 (Brussels)
e-mail: idiada_belgium@idiada.com

Applus IDIADA Brazil
T +55 11 4330 9880 (São Paulo)
T +55 31 3591 6832 (Belo Horizonte)
e-mail: idiada_brasil@idiada.com

Applus IDIADA China
T +86 21 6210 0894 (Shanghai)
T +86 21 6210 0894 (Beijing)
T +86 431 8190 9680 (Changchun)
T +86 23 6756 8060 (Chongqing)
T +86 21 6210 0894 (Cixi)
T +86 20 2282 9202 (Guangzhou)
T +86 21 6210 0894 (Ningbo)
T +86 532 66019017 (Qingdao)
T +86 21 6210 0894 (Tianjin)
T +86 21 6210 0894 (Wuhu)
T +86 535 8933658 (Zhaoyuan)
e-mail: idiada_china@idiada.com

Applus IDIADA Czech Republic
T +420 493 654 811 (Hradec Králové)
T +420 778 430 095 (Brno)
T +420 482 424 243 (Liberec)
T +420 326 736 860 (Mladá Boleslav)
e-mail: info@idiada.cz

Applus IDIADA France
T +33 (0) 181 891 943 (Paris)
T +33 (0) 130 370 836 (Paris)
T +33 (0) 141 146 085 (Lyon)
e-mail: idiada_france@idiada.com

Applus IDIADA Germany
T +49 (0) 84188538-30 (Ingolstadt)
T +49 (0) 89309056-0 (Munich)
T +49 (0) 84188538-30 (Stuttgart)
T +49 (0) 5374920606-0 (Wolfsburg)
e-mail: idiada_germany@idiada.com

Applus IDIADA India
T +91 44 2275 2202 (Chennai)
T +91 124 4028 888 (New Delhi)
T +91 20 6605 6800 (Pune)
e-mail: idiada_india@idiada.com

Applus IDIADA Italy
T +39 051 0923530 (Bologna)
T +39 005 10923500 (Erbusco)
T +39 011 2640320 (Turin)
e-mail: idiada_italia@idiada.com

Applus IDIADA Japan
T +81 (0) 42 512 8982 (Tokyo)
T +81 (0) 52 588 5329 (Nagoya)
e-mail: idiada_japan@idiada.com

Applus IDIADA Malaysia
T ++60327281027 (Kuala Lumpur)
T +601 2410 7686 (Penang)
e-mail: idiada_malaysia@idiada.com

Applus IDIADA Mexico
T +52 (222) 644 1374 (Puebla)
e-mail: idiada_mexico@idiada.com

Applus IDIADA Morocco
e-mail: idiada_morocco@idiada.com

Applus IDIADA Poland
T +48 61 6226 905 (Poznan)
e-mail: idiada_polska@idiada.com

Applus IDIADA Slovakia
T +420 778 430 098 (Košice)
e-mail: idiada_slovakia@idiada.com

Applus IDIADA South Korea
T +82 31 478 1821 (Seoul)
e-mail: idiada_korea@idiada.co.kr

Applus IDIADA Spain
T +34 977 166 000 (Santa Oliva)
T +34 928 587 447 (Las Palmas)
T +34 915 095 795 (Madrid)
T +34 950 473 256 (Mojácar)
T +34 868 912 179 (Murcia)
T +34 948 292 921 (Pamplona)
T +34 955 117 111 (Sevilla)
T +34 986 900 300 (Vigo)
e-mail: idiada@idiada.com

Applus IDIADA Sweden
T +46 (0) 31 320 1844 (Gothenburg)
T +46 731 478 202 (Stockholm)
e-mail: idiada_sweden@idiada.com

Applus IDIADA Thailand
T +66 86 7917 071 (Bangkok)
e-mail: idiada_thailand@idiada.com

Applus IDIADA Turkey
T +90 216 250 6050 (Istanbul)
e-mail: idiada_turkey@idiada.com

Applus IDIADA UK
T +44 1223 441 434 (Cambridge)
T +44 2476 328 083 (Nuneaton)
T +44 1926 623 132 (Warwick)
e-mail: idiada_uk@idiada.com

Applus IDIADA UAE
T +971 4 2441313 (Dubai)
e-mail: idiada_uae@idiada.com

Applus IDIADA USA
T +1 248 978 0111 (Detroit)
T +1 760 246 1672 (Los Angeles)
e-mail: idiada_USA@idiada.com

Applus IDIADA Vietnam
T +84 97 724 19 86 (Hanoi)
e-mail: idiada_vietnam@idiada.com

