

# Prostorové spolupůsobení prvků a dílců fasádního lešení

Jiří Ilčík, Jakub Dolejš

České vysoké učení technické  
v Praze



## Obsah přednášky

- úvod
- současné návrhové postupy
- cíle výzkumu
- simulace chování trubkového lešení
- simulace chování dílcového lešení
- závěry a doporučení

**Úvod**

**Fasádní lešení** - kotvené pracovní lešení přiléhající k objektu

**Návrhové postupy**

Dělení podle typu konstrukčních prvků:

▪ **PRVKOVÉ** (trubkové)

**Cíle práce**

**Simulace chování trubkového lešení**



**Simulace chování dílcového lešení**

▪ **DÍLCOVÉ** (systémové, rámové)



**Závěry a doporučení**

**Úvod**

**Hlavní příčiny havárií fasádních lešení**

**Návrhové postupy**

- nesprávné provedení (založení, kotvení, ztužení)
- nesprávné užívání (přetěžování, zakrytí v rozporu se SV)
- neočekávané události (pád římsy, náraz vozidla)
- chybný či žádný statický výpočet
- neodborná manipulace při montáži a demontáži

**Cíle práce**

**Simulace chování trubkového lešení**

**Simulace chování dílcového lešení**

**Závěry a doporučení**



Úvod

Návrhové postupy

Cíle práce

Simulace chování trubkového lešení

Simulace chování dílcového lešení

Závěry a doporučení

Chyby provedení



5

Úvod

Návrhové postupy

Cíle práce

Simulace chování trubkového lešení

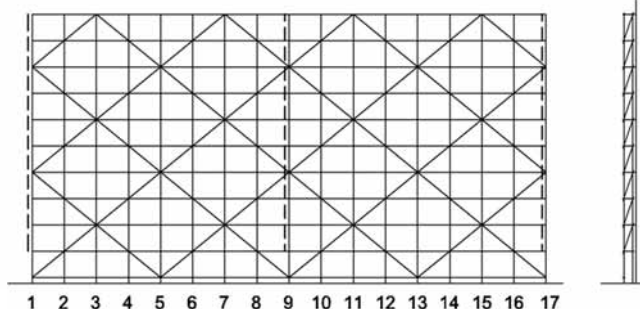
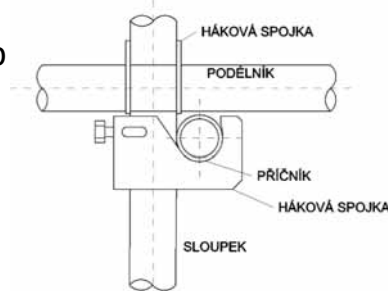
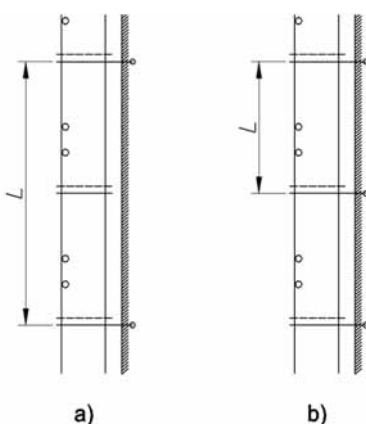
Simulace chování dílcového lešení

Závěry a doporučení

## Návrh trubkového lešení podle ČSN 73 8107 (2005)

Jednoduchý, praktický, konzervativní postup

Zanedbány excentricity přípojů



Vzpěrné délky:

kotvení ob jedno vodorovné ztužení

kotvení v každém vodorovném ztužení

$$a) L_{cr} = 0,8L$$

$$b) L_{cr} = L$$

6

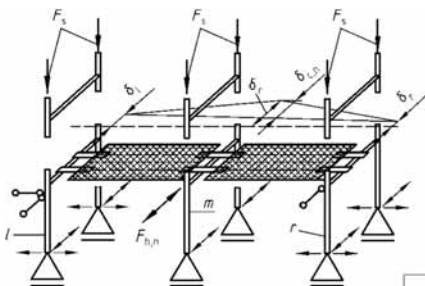
**Úvod** Návrh **dílcového lešení** podle ČSN EN 12 810 (2004)

**Návrhové postupy** Zpravidla certifikační výpočet  
 Významné vûle v napojení dílcû  
 Komplikované chování systému  
**Cíle práce** Zkoušky tuhosti podlahových dílcû

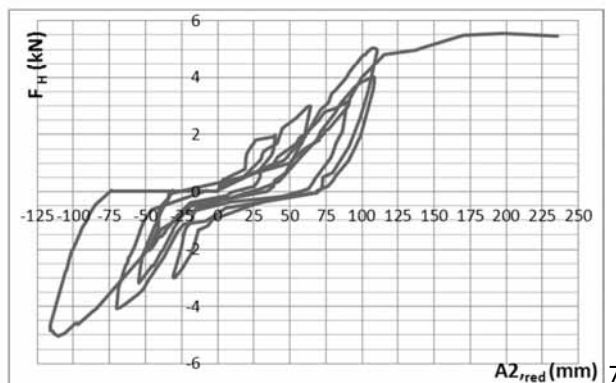
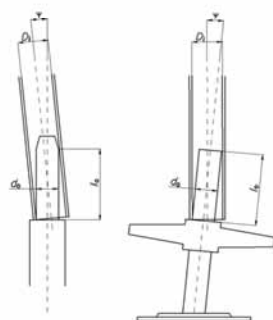


**Simulace chování trubkového lešení**

**Simulace chování dílcového lešení**



**Závěry a doporučení**



**Úvod** Rovinné modely rovnoběžně a kolmo k fasádě  
 Oddělené řešení  
 Zohlednění nelineární tuhosti podlah

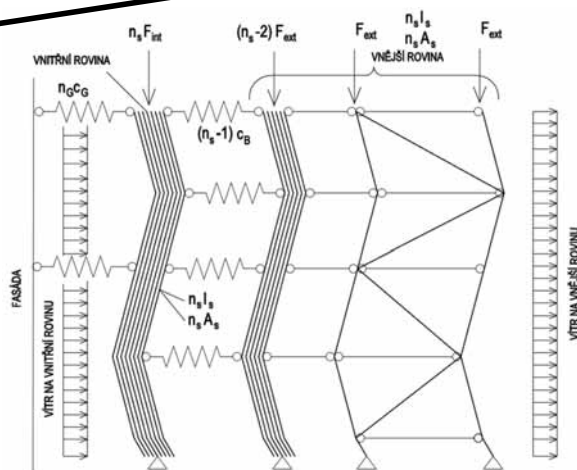
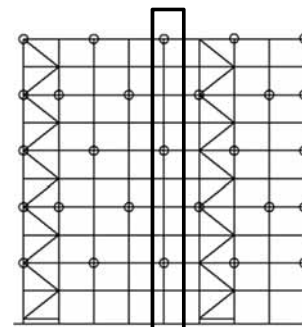
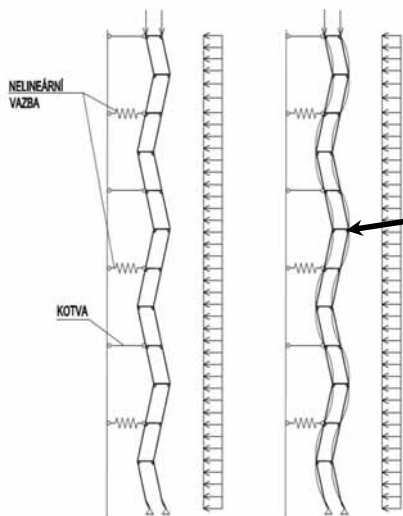
**Návrhové postupy**

**Cíle práce**

**Simulace chování trubkového lešení**

**Simulace chování dílcového lešení**

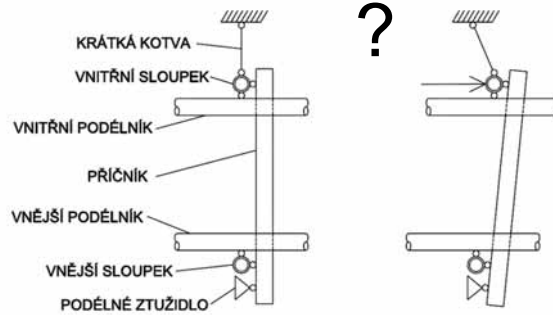
**Závěry a doporučení**



Úvod

Trubkové lešení

Návrhové postupy



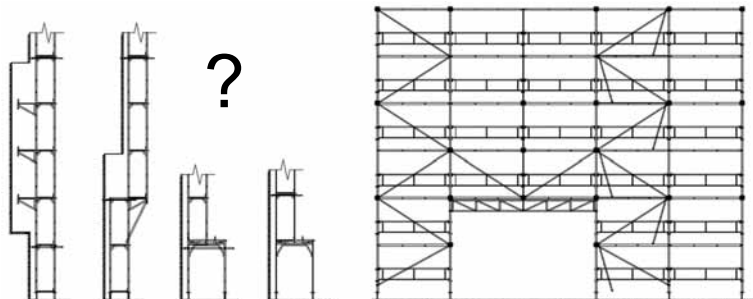
Ověření prostorové tuhosti a stávajícího návrhového postupu,  
doporučení pro návrh složitějších dispozic

Cíle práce

Simulace chování trubkového lešení

Simulace chování dílcového lešení

Dílcové lešení



Závěry a doporučení

Příspěvek k vývoji prostorového modelu

Úvod

Trubkové lešení:

Návrhové postupy

- simulace chování typového lešení 1,25 m x (8x2,55 m) x 24 m s proměnnými vstupy:

Cíle práce

Tuhosti spojů trubek: (kloub, vetknutí, pružné spojení)

Simulace chování trubkového lešení

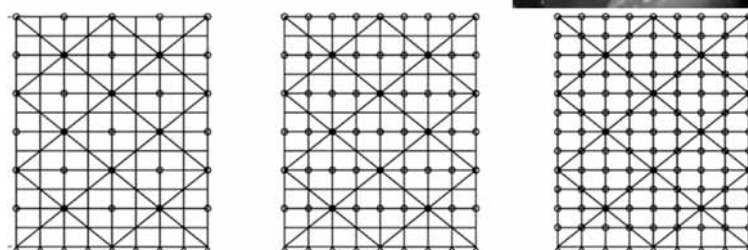
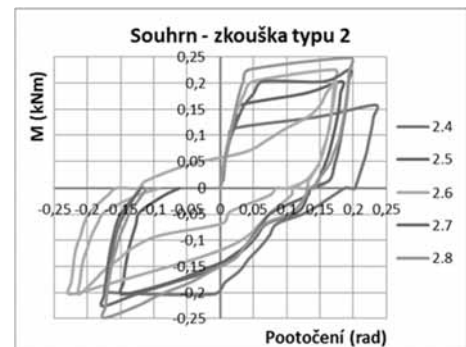
- provedení zkoušek tuhosti přípoju

Simulace chování dílcového lešení

Excentricita přípoju: (centrické, excentrické)

Kotevní rastry, zatížení větrem: (nezakryté, zakryté sítí, zakryté plachtou)

Závěry a doporučení



Úvod

**Lešení – 1,25 x 20,0 x 24,0 [m]**  
Stabilitní výpočet

Návrhové postupy

Soustava A:

- zakrytí sítí
- centrický model
- kloubové spoje prvků

Soustava B:

- zakrytí sítí
- centrický model
- pružné spoje prvků (0,0063 MNm/rad)

Cíle práce

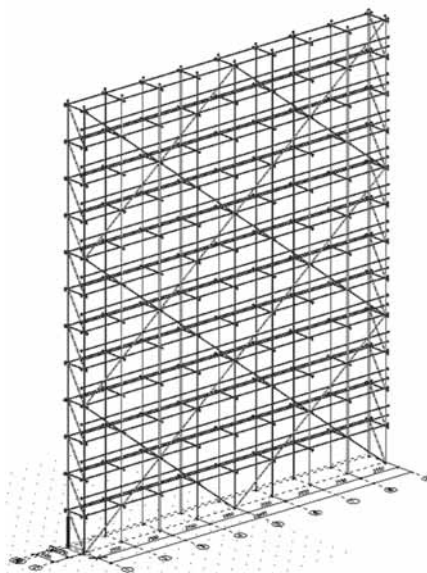
Simulace chování trubkového lešení

Kombinace:

- S1 - Za provozu, kolmý vítr
- S2 - Za provozu, podélný vítr
- S3 - Mimo provoz, kolmý vítr
- S4 - Mimo provoz, podélný vítr

Simulace chování dílcového lešení

Závěry a doporučení



Úvod

**Lešení – 1,25 x 20,0 x 24,0 [m]**  
Stabilitní výpočet

Návrhové postupy

Soustava A:

Soustava B:

Cíle práce

Critical load coefficients

Critical load coefficients

Simulace chování trubkového lešení

Critical load coefficients	
N	f
-	∅

Critical load coefficients	
N	f
-	∅

Simulace chování dílcového lešení

Critical load coefficients	
N	f
Stability combination : S1	
1	0,06
2	0,27
3	0,63
4	1,15
Stability combination : S2	
1	0,01
2	0,10
3	0,22
4	0,79
Stability combination : S3	
1	0,00
2	0,00
3	0,01
4	0,03
Stability combination : S4	
1	0,03
2	0,30
3	1,21
4	2,02

Critical load coefficients	
N	f
Stability combination : S1	
1	1,70
2	1,88
3	2,22
4	2,23
Stability combination : S2	
1	1,70
2	1,88
3	2,23
4	2,23
Stability combination : S3	
1	1,28
2	1,39
3	1,47
4	1,49
Stability combination : S4	
1	2,78
2	3,00
3	3,55
4	3,93

Za provozu,  
kolmý vítr

Za provozu,  
podélný vítr

Mimo provoz,  
kolmý vítr

Mimo provoz,  
podélný vítr

Závěry a doporučení

**Úvod**

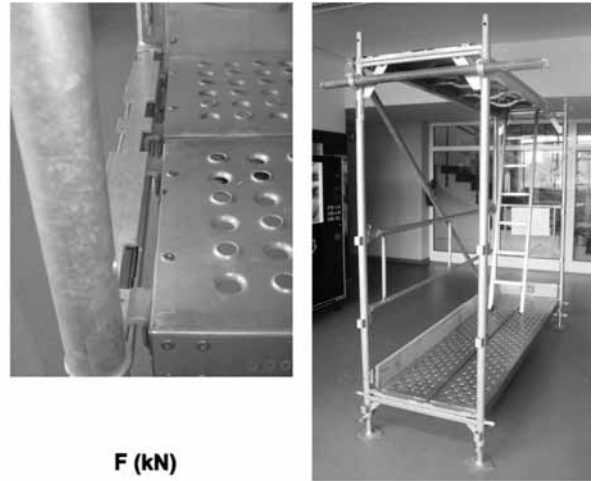
**Dílcové lešení SPRINT 75**  
(Harsco Infrastructure)

**Návrhové postupy**

**Cíle práce**

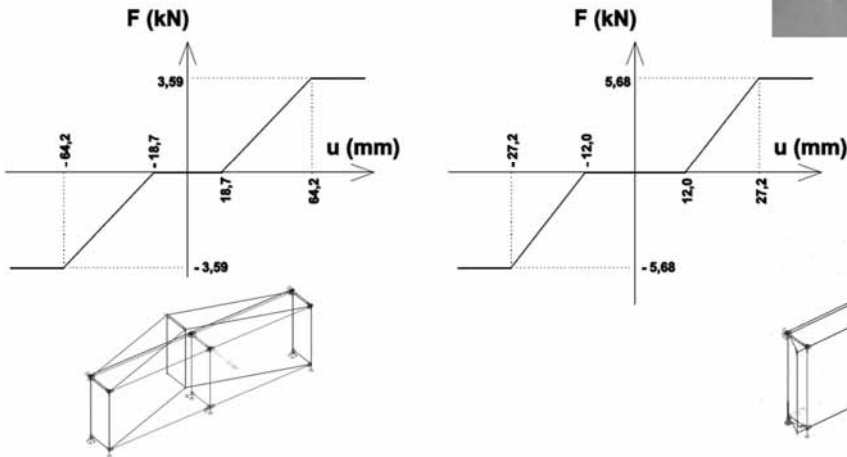
Vytvořeny 2 modely  
respektující výsledky  
zkušky tuhosti  
podlahových dílců  
(zkušky Harsco Inf.)

**Simulace chování  
trubkového lešení**



**Simulace chování  
dílcového lešení**

**Závěry a  
doporučení**



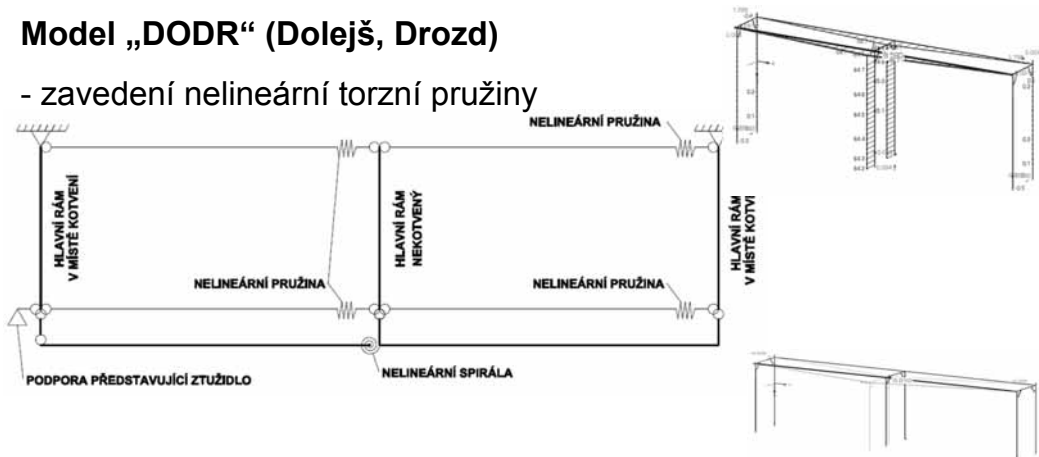
**Úvod**

**Model „DODR“ (Dolejš, Drozd)**

- zavedení nelineární torzní pružiny

**Návrhové postupy**

**Cíle práce**



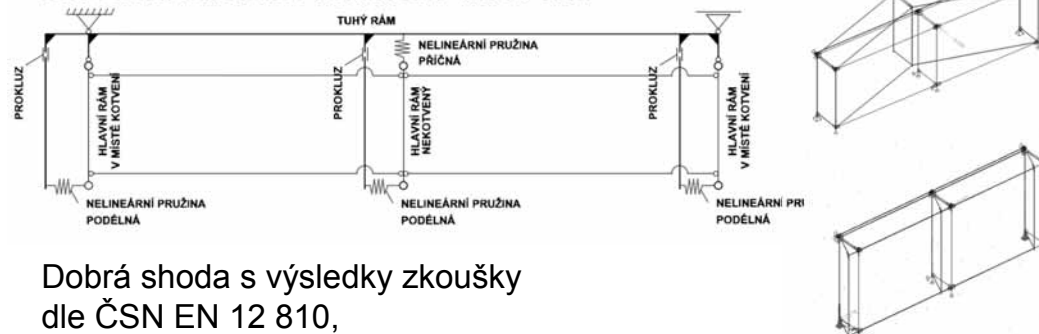
**Simulace chování  
trubkového lešení**

**Simulace chování  
dílcového lešení**

**Závěry a  
doporučení**

**Model „DOBR“ (Dolejš, Brtník)**

- zavedení vnějšího kluzného „hřebenu“



Dobrá shoda s výsledky zkušky  
dle ČSN EN 12 810,  
ze zkušky je ovšem potřeba získat další informace.

Úvod

## ZÁVĚR - doporučený postup výpočtu trubkového lešení:

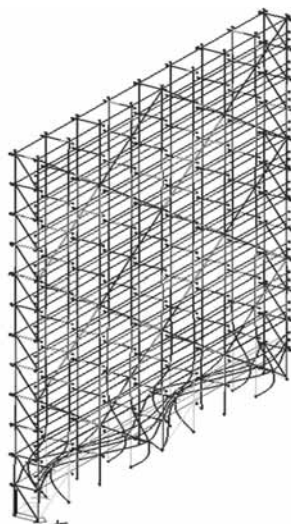
Návrhové postupy

Cíle práce

Simulace chování trubkového lešení

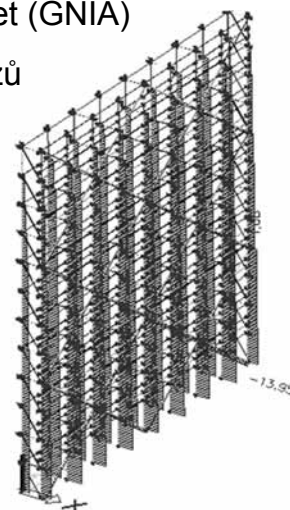
Simulace chování dílcového lešení

Závěry a doporučení



### Postup:

1. Ideální model (bez imperfekcí)
2. Stabilitní výpočet
3. Imperfekce na základě výsledků stabilitního výpočtu
4. Nelineární výpočet (GNIA)
5. Posouzení průřezů



### Uvažované kombinace:

1. Za provozu, kolmý vítr
2. Za provozu, podélný vítr
3. Mimo provoz, kolmý vítr
4. Mimo provoz, podélný vítr

15

Úvod

## Trubkové lešení:

Návrhové postupy

Cíle práce

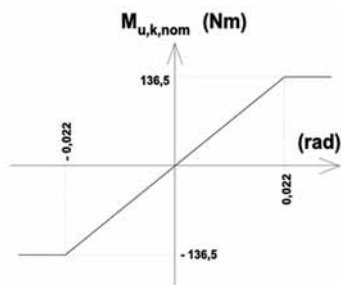
Simulace chování trubkového lešení

Simulace chování dílcového lešení

Závěry a doporučení

1. Výpočtu **osových sil ve ztužidlech** je nutno věnovat zvýšenou pozornost. U vysokých netypických lešení není bezpečné použít standardní vzor podélného ztužení bez prokázání jeho únosnosti výpočtem. **Snížení osových sil ve ztužení** lze dosáhnout použitím fasádních kotev únosných ve směru podél fasády.

2. Výpočetní model musí respektovat **pružné chování hákových spojek**. **Kloubový ani tuhý model nelze doporučit.**



3. **Tradiční výpočet** podle je většinou **konzervativní**. Měl by ovšem vždy obsahovat i posouzení podélného ztužení. Pro nejpokročilejší model vycházela **vzpěrná délka sloupku asi 0,835 L**, což je mírně vyšší hodnota, než vzpěrná délka z normy (0,8 L).

16



Úvod

**Trubkové lešení:**

Návrhové postupy

4. Pokud je únosnost hákové spojky nedostatečná ( $F_{d,max} = 4,5kN$ ), je možné **zvážit připojení ztužidel pomocí objímkových spojek**, které jsou únosnější.

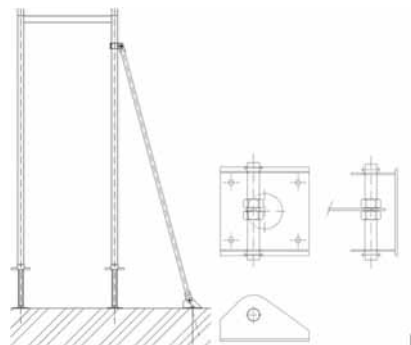
Cíle práce

5. Pokud navíc dochází u tažené diagonály k tahové reakci sloupku, musí být tato odstraněna pomocí **přídavné zátěže**. V některých případech je pro snížení reakce **možné použít lehkou kotevní patku** a zemní vruty.

Simulace chování trubkového lešení

Simulace chování dílcového lešení

Závěry a doporučení



(Dolejš, J. - Brtník, T. Kotevní patka lešení Užitný vzor Úřad průmyslového vlastnictví, 22956).

6. Zakrytá lešení **pro současné normy nevyhovují**. Zatížení větrem je velmi konzervativní a zřejmě se bude redukovat.

Úvod

**Trubkové lešení:**

Současný výzkum – Pákový systém trubkového fasádního lešení

Návrhové postupy

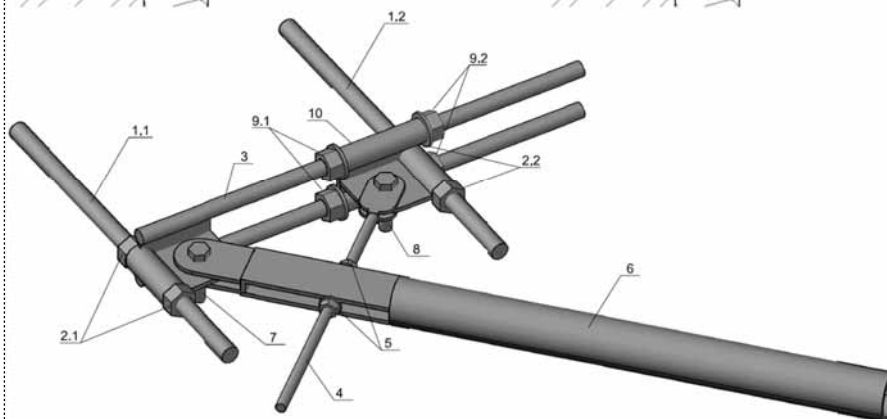
Cíle práce



Simulace chování trubkového lešení

Simulace chování dílcového lešení

Závěry a doporučení





**Děkuji za pozornost**

Podklady a literatura jsou uvedeny  
v habilitační práci.

