

ESF II projekt Západočeské univerzity v Plzni

reg. č. CZ.02.2.69/0.0/0.0/18_056/0013239



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MŠMT
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

RÁMY TVÁŘECÍCH STROJŮ

Předmět: **KKS/KVS (část tvářecí stroje)**

Doc. Ing. Jiří Staněk, CSc.
Katedra konstruování strojů, FST, ZČU v Plzni



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MŠMT
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

OBSAH PŘEDNÁŠKY

- 1) Výběr vhodného materiálu
- 2) Dělení rámců tvářecích strojů podle jejich uspořádání
- 3) Dělení rámců tvářecích strojů podle přístupnosti pracovního prostoru
- 4) Dělení rámců tvářecích strojů podle jejich výrobní technologie
- 5) Možná konstrukční řešení rámců



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

RÁM

- nese
- vede
- zachycuje

Rám je základním nosným elementem tvářecího stroje

- Podle použité technologie se požadavky na rám liší, například:
 - pro plošné tváření plechu na lise je potřeba veliký pracovní prostor s velkým zdvihem nástroje, kdežto pracovní síly jsou relativně nízké
 - pro kovací lis je potřeba relativně malý pracovní prostor a pracovní síly jsou velké.



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

Vlastnosti nosné struktury tvářecího stroje jsou především dány:

- materiálem
- topologií konstrukce (tvarování konstrukčního dílu, žebrováním, tloušťkou stěn, proporcí dílců ..)
- spoji jednotlivých konstrukčních uzlů - množstvím, polohou a provedením pevných i pohyblivých spojení,....



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

Základní požadavky kladené na rám TVSTR:

- ✓ Požadovaná tuhost
- ✓ Přijatelná hmotnost
- ✓ Přístupnost pracovního prostoru
- ✓ Způsob deformace rámu
- ✓ Dynamická stabilita
- ✓ Levná a jednoduchá výroba
- ✓ atd ...



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

RÁMY TVÁŘECÍCH STROJŮ - výběr vhodného materiálu

- Druh namáhání (tah, tlak, krut, kombinované namáhání..) pro které je navržený materiál vhodný
- mez pevnosti materiálu (mez kluzu, mez únavy) - bezpečnost proti plastickým deformacím.
- jak odolává materiál cyklickému zatěžování, únava materiálu
- měrná hmotnost materiálu
- modul pružnosti v tahu materiálu (E)
- modul pružnosti ve smyku materiálu (G)
- tlumicí účinky materiálu - dynamické chování
- součinitel tření, tvrdost (tření a velikost opotřebení pokud se jedná o vodící plochy)
- velikost vnitřního pnutí v součásti - geometrická stabilita
- součinitel tepelné roztažnosti
- součinitel přestupu tepla - termoelastické chování (nutnost chlazení apod.)



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MŠMT
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

VÝBĚR VHODNÉHO MATERIÁLU RÁMU

Na výběr vhodného materiálu mají také vliv **výrobní a ekonomická hlediska:**

- cena materiálu
- možnosti průmyslové výroby
- možnosti zpracování
- technologie svařování nebo lití (s litím spojená výroba forem)
- možnost ekologické likvidace



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MŠMT
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

polymerbeton (kompozitní materiál, kde matricí je kámen a pojivem je polymer)



měrná hmotnost $2300 \text{ [kg/m}^3\text{]}$
modul pružnosti $E (0,4 \text{ až } 0,45) \cdot 10^5 \text{ MPa}$
pevnost v tlaku (cca 100 až 120 MPa)

nízká pevnost v tahu (cca 10 až 15 MPa)

tepelná kapacita $0,9 \text{ až } 1,1 \text{ J/(gK)}$
tepelná vodivost $\text{cca } 1,5 \text{ W/(mK)}$
součinitel teplotní roztažnosti $14 \text{ až } 16 \text{ K}^{-1}$
koeficient útlumu $0,02$
teplota tání $120 \text{ [}^\circ\text{C]}$



cca 3,4 x lehčí než ocel
cca 50 x nižší než ocel
cca 12x nižší než
konstrukční ocel
**až cca 100x nižší než
konstrukční ocel**
cca 2x větší než ocel
cca 9 až 30x nižší než ocel
cca 1,3 x vyšší než ocel
cca 9x vyšší než ocel
cca 12x nižší než ocel

- *křehký materiál,*
- *betonové prvky určené pro tlakovou zátěž*



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MŠMT
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

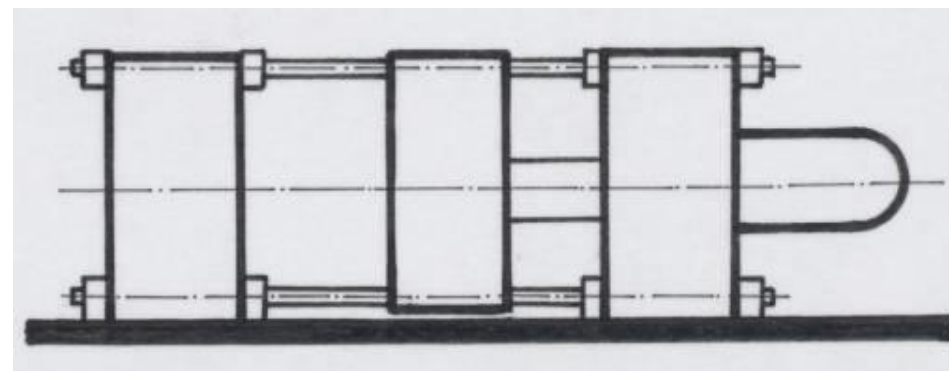
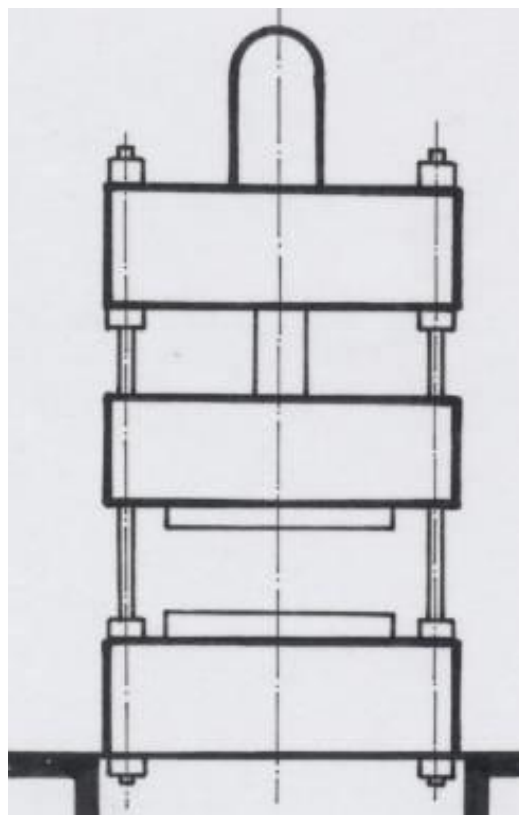
Beton (beton je kompozitní materiál, kde matricí je kámen a pojivem je cement)

měrná hmotnost	2300 [kg/m ³]	cca 3x lehčí než ocel
modul pružnosti	E (0,2 až 0,4).10 ⁵ Mpa	cca 70 x nižší než ocel
pevnost v tlaku	cca 10 až 50 MPa	až cca 120 nižší než konstrukční ocel
nízká pevnost v tahu	cca 0,8 až 5 MPa	až cca 1500x nižší než konstrukční ocel
tepelná kapacita	1 J/(gK)	cca 2x větší než ocel
tepelná vodivost	1,5 W/(mK)	cca 9 až 30x nižší než ocel
součinitel teplotní roztažnosti	0 K ⁻¹	ocel 12 K ⁻¹
koeficient útlumu	0	ocel 0,0023 (-)
teplota tání	600[°C]	cca 2,5x nižší než ocel



✓ DĚLENÍ RÁMŮ TVÁŘECÍCH STROJŮ PODLE JEJICH USPOŘÁDÁNÍ

- Horizontální
- Vertikální
- Kombinované



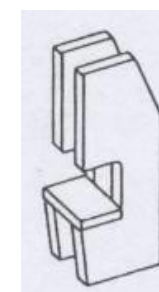
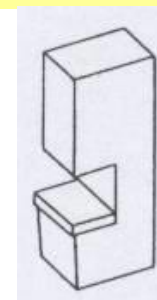
EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MŠMT
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

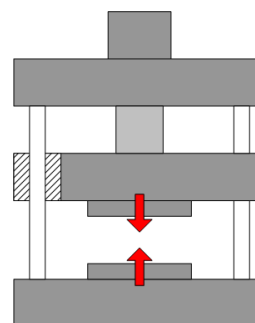
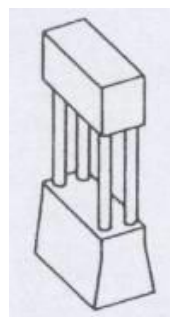
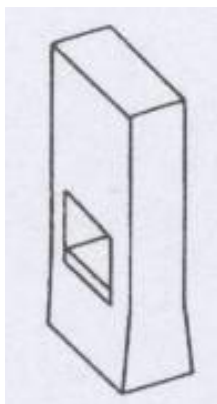
✓ DĚLENÍ RÁMŮ TVÁŘECÍCH STROJŮ PODLE PŘÍSTUPNOSTI PRACOVNÍHO PROSTORU

- **OTEVŘENÉ („C“ rámy) - jednostožanové**

- dvoustožanové

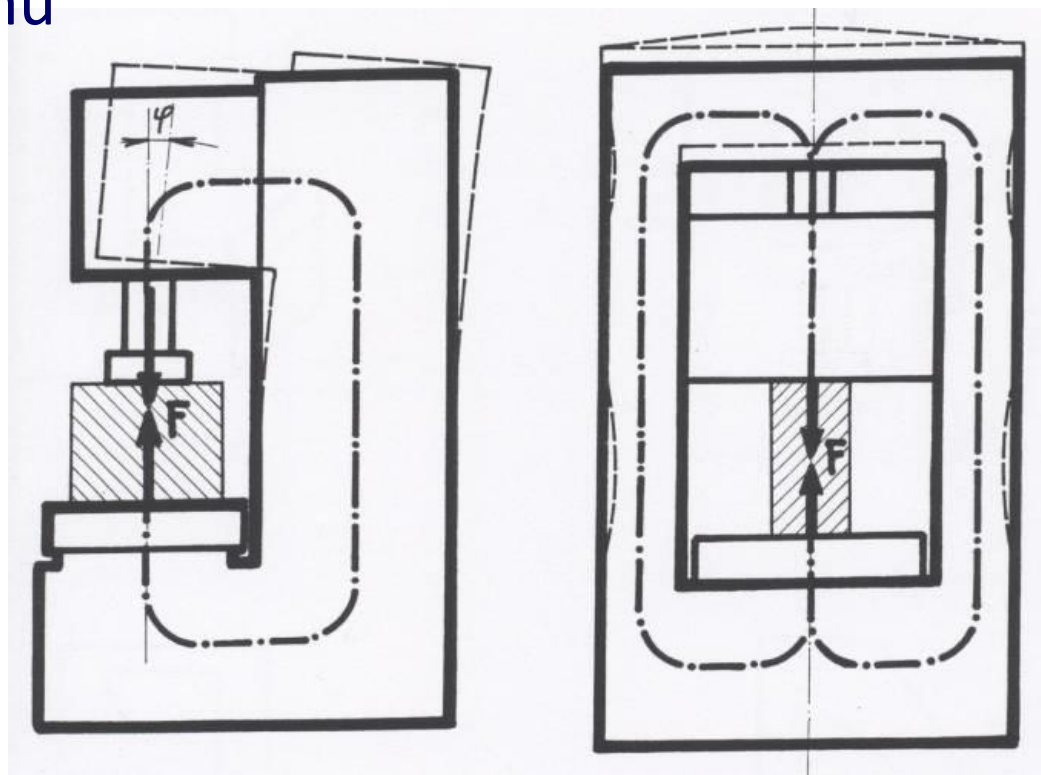


- **UZAVŘENÉ („O“, „A“ rámy) - stojinové**
 - **sloupové** (*dvou, tří, čtyř, více - sloupové*)
 - **příhradové**



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

- **přenos sil u otevřeného a uzavřeného rámu s naznačením deformace rámu**



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MŠMT
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

✓ DĚLENÍ RÁMŮ DLE JEJICH KONSTRUKCE

- NEDĚLENÝ
- DĚLENÝ
 - stojinový
 - sloupový (2, 4 sloupy)
 - lamelový

Výhoda rámu neděleného (z jednoho kusu):

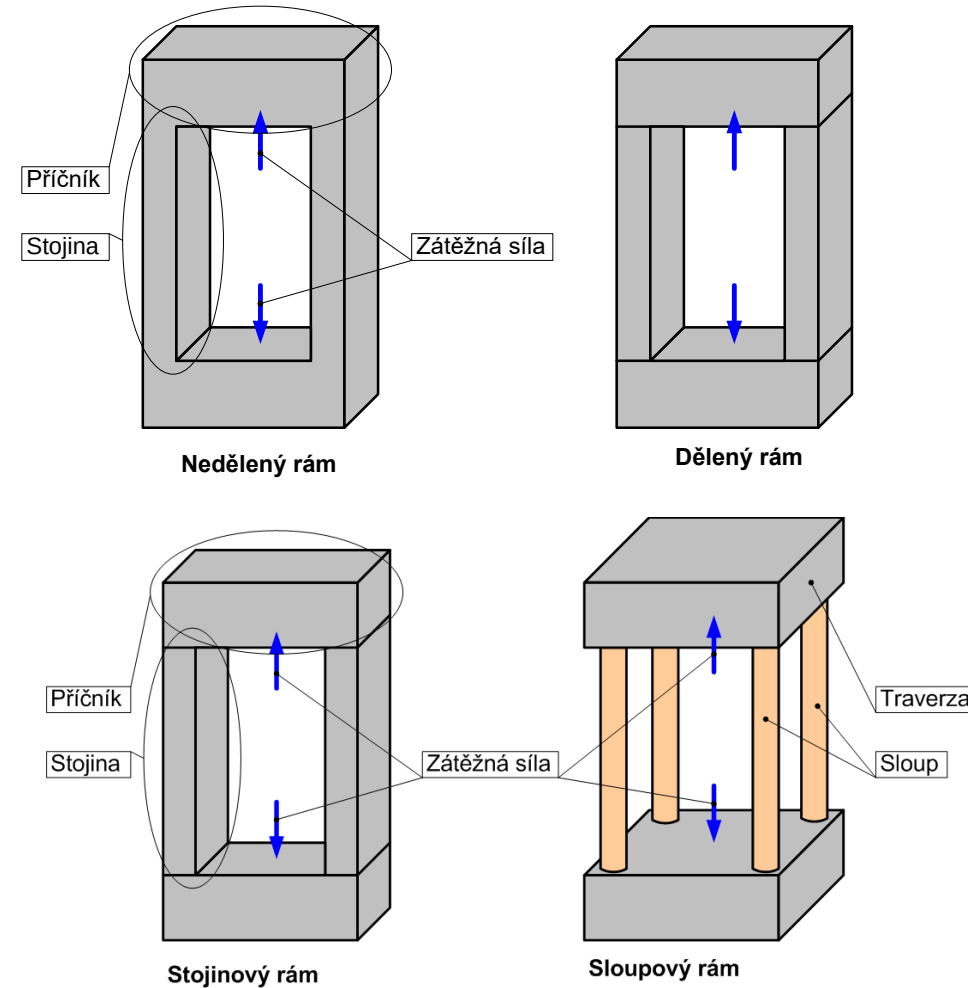
- kompaktnost
- využití materiálu

Nevýhoda rámu neděleného:

- obtížnější vyrobiteľnosť
- obtížnější transportovatelnost

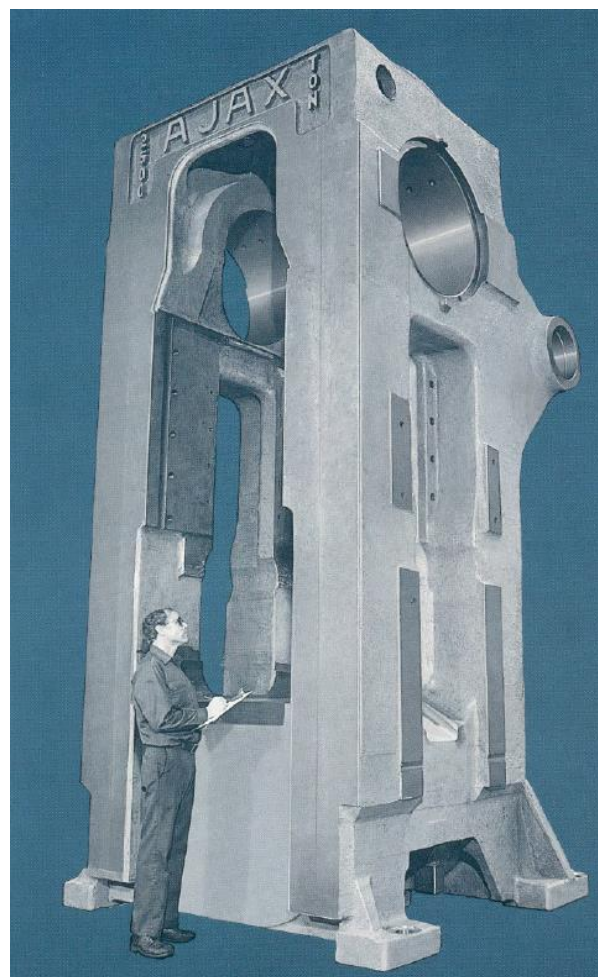
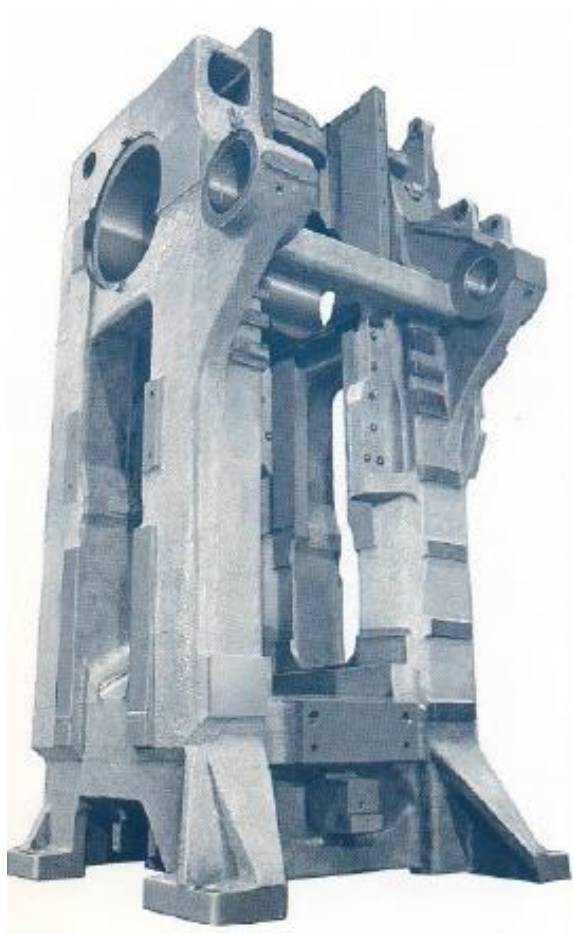
Nevýhodou skládaného rámu:

- nižší využití materiálu způsobené dimenzováním spojovacích prvků.

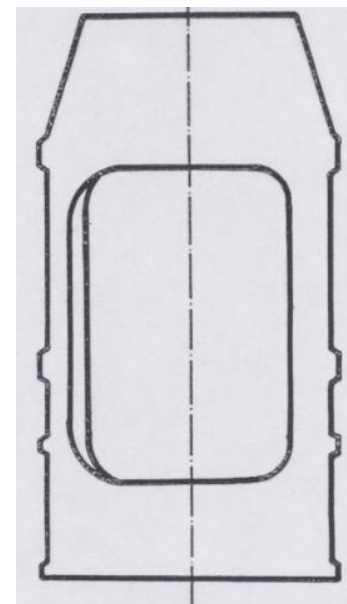


EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MŠMT
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



Nedělený rám
mechanického lisu
- odlévaný



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MŠMT
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

RÁMY DĚLENÉ - lamelové

Lis pro isostatické lisování

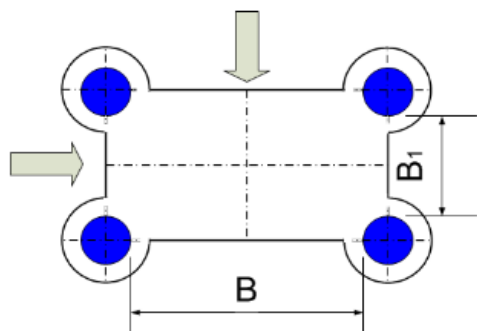


EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

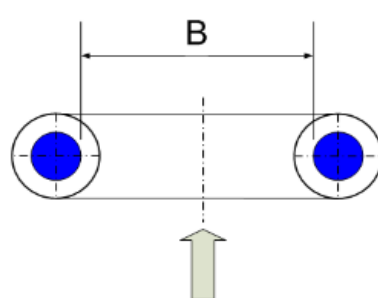
MŠMT
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

RÁMY DĚLENÉ - sloupového provedení

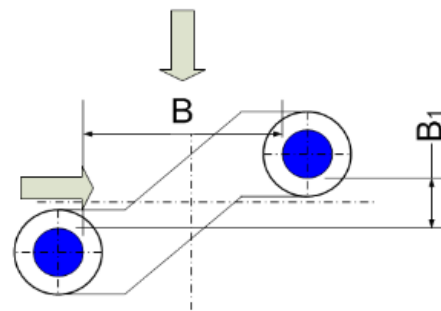
- Přístupnost pracovního prostoru stroje



Čtyřsloupový rám



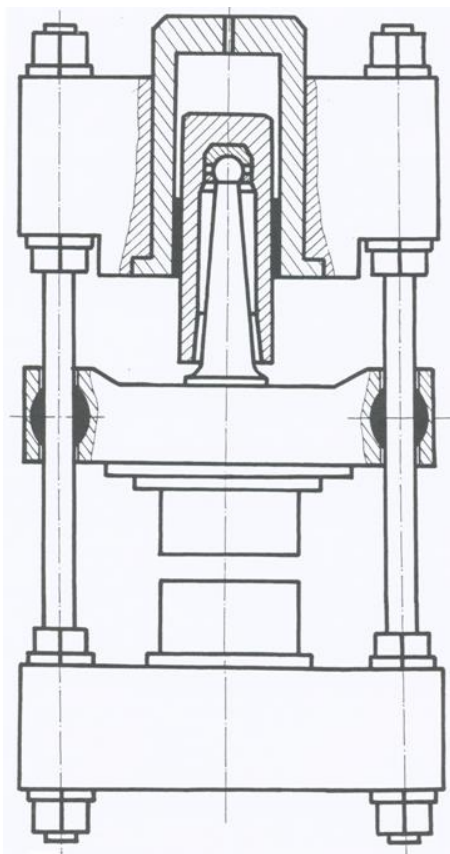
Dvousloupový rám



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

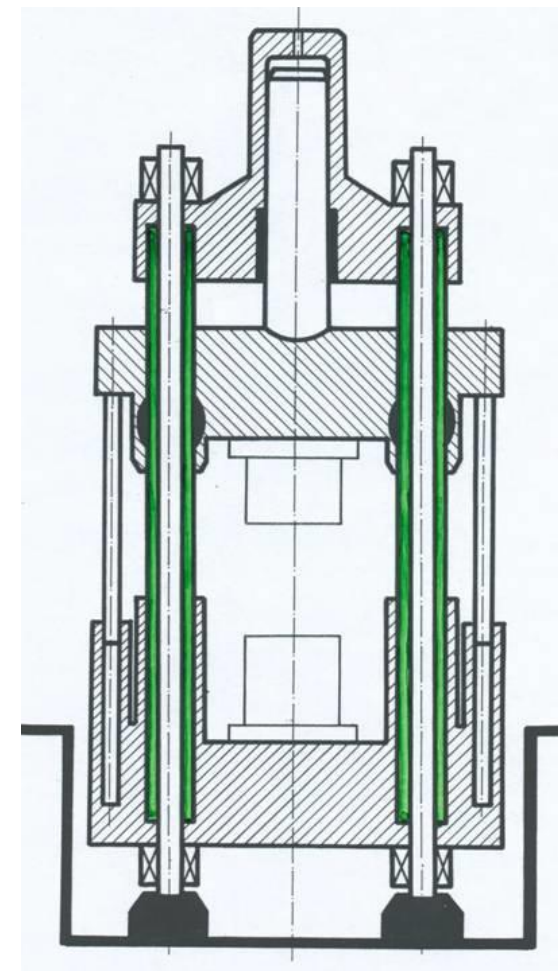
MŠMT
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

RÁMY DĚLENÉ - sloupového provedení



Dělený, sloupový rám

- Uchycení sloupů v místě horní a spodní traverzy



Dělený, sloupový rám

- Uchycení sloupů mezi horní a spodní traverzou s využitím rozpěrné trubky



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MŠMT
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

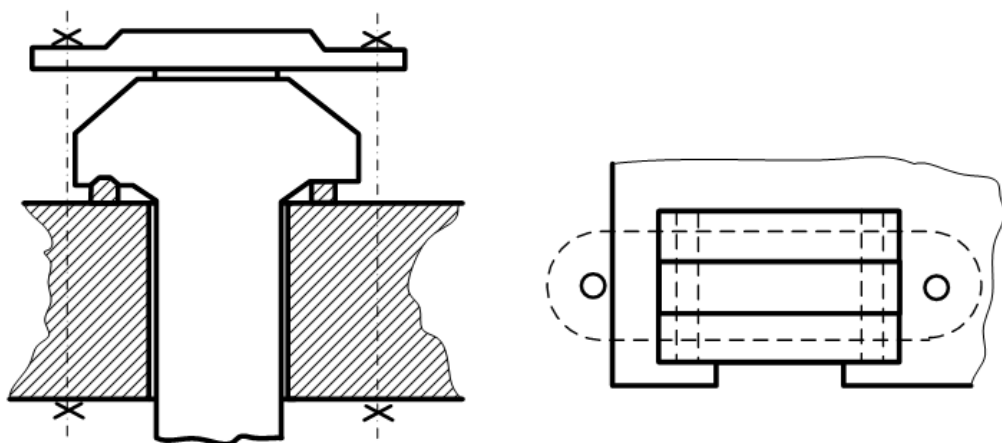
SLOUPY

- kruhové
- hranaté
- lamelové
lamel -

(plné, vrtané)

(obdélníkový, čtvercový průřez, plné, duté)

(pro velké lisy - obtížná výroba velkých sloupů, jsou složeny např. ze tří lamely vypalovány z desek)



Lamelové sloupy



Hranaté sloupy u vytlačovacího lisu

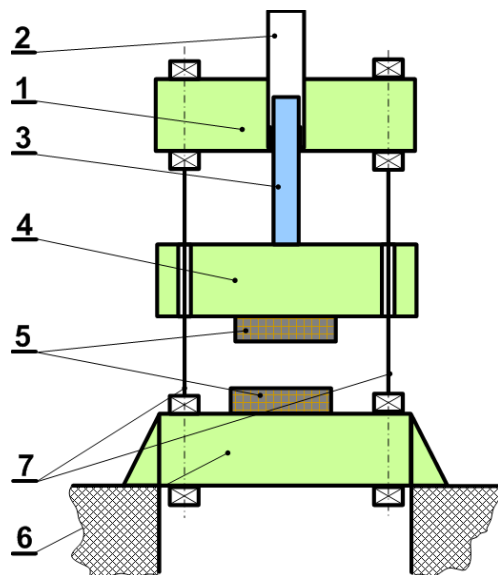


EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

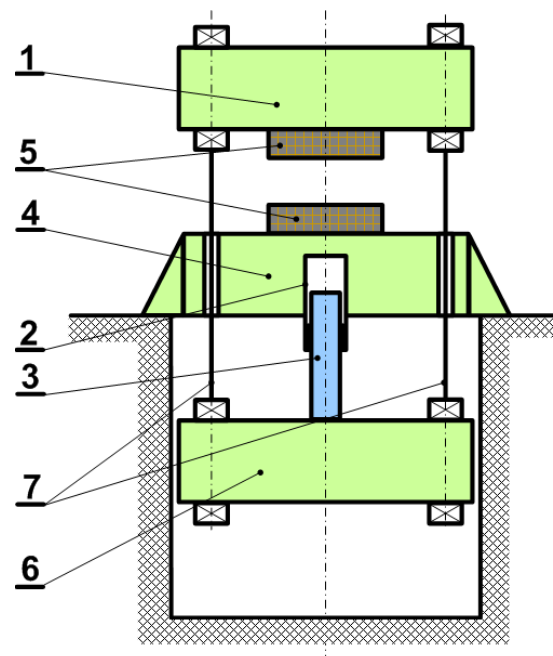
MŠMT
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

✓ DĚLENÍ RÁMŮ PODLE UMÍSTĚNÍ POHONU

- Lisy s horním pohonem
- Lisy se spodním pohonem



- rám je uchycen na základu, pohybuje se střední pohyblivá traverza (4)



- Střední traverza je uchycena na základu, pohybuje se celý rám (horní traverza (1), spodní traverza (6) a sloupy (7))



✓ DĚLENÍ RÁMŮ PODLE TECHNOLOGIE JEJICH VÝROBY

RÁMY:

- **Svařované** *Ocelové plechy, válcované a kované profily, odlévané části*
- **Odlévané** *litá ocel, litina, nekonvenční materiály (beton ...)*

Správně navrhnout technologii rámu vyžaduje bohaté zkušenosti konstruktéra. Je nutno zohlednit mnoho aspektů, např.:

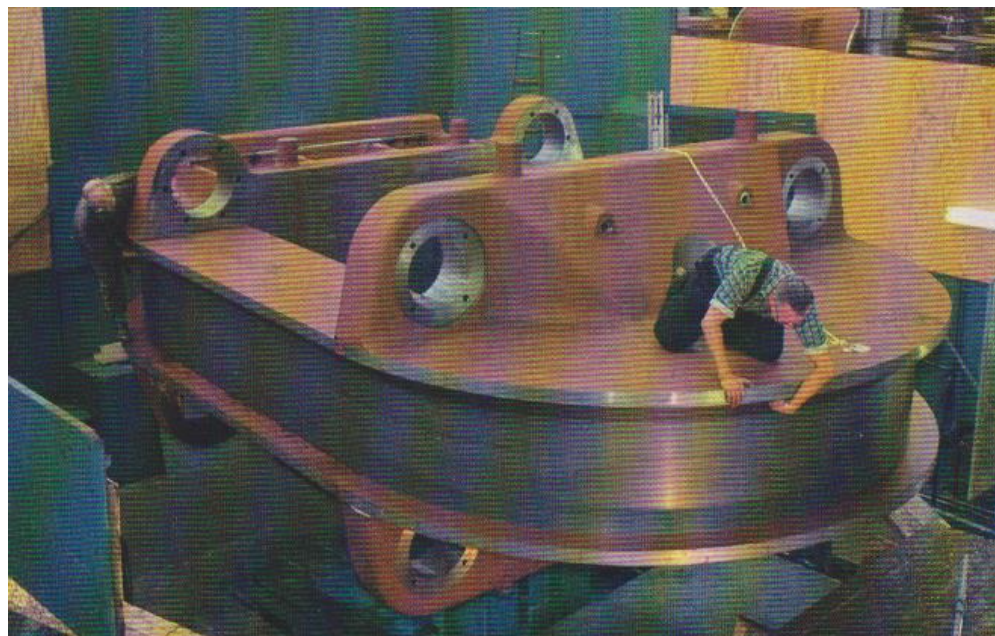
- ✓ **požadavky na mechanické vlastnosti rámu** *(tuhost, pevnost, optimální hmotnost, dynamická stabilita apod.)*
- ✓ **počet vyráběných kusů**
- ✓ **výrobní možnosti výrobce strojů**
- ✓ **technologické možnosti svařovací techniky**
- ✓ **technologické možnosti slévárenské techniky**
- ✓ **svařitelnost použitého materiálu**
- ✓ **požadavky na design stroje**
- ✓ **možnost odstranění pnutí, nebo stárnutí materiálu**
- ✓ **apod.**



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MŠMT
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

RÁM NEDĚLENÝ - UZAVŘENÝ - O VYSOKÉ TUHOSTI



Odlévaný rám fy. ASEA lis QRA 200 [MN]



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MŠMT
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY