

ANALÝZA KONSTRUKČNÍCH ŘEŠENÍ SLOUPŮ VELKÝCH HYDRAULICKÝCH LISŮ PRO VOLNÉ KOVÁNÍ

COLUMNS DESIGN OF LARGE HYDRAULIC FREE FORGING PRESS

Ráž K.* - Čechura M.* - Kubec V.*

* Katedra konstruování strojů, FST, ZČU v Plzni, Česká Republika

Abstrakt

In the CVTS research centre we deal with design of large hydraulic free forging presses. This paper deals with the columns design effect on stress and deformation of individual parts. There were considered preloaded and non-preloaded columns.

1. Úvod

Pro technologii volného kování jsou dnes používány nejčastěji hydraulické lisy, označované jako CKV a CKW. Podle konkrétních předpokládaných finálních výrobků je konstrukční řešení těchto lisů upravováno dle technologických potřeb. Proto i některé konstrukční uzly a prvky, jako jsou traverzy, sloupy, hydraulické válce apod., jsou pro jednotlivá určení řešeny různě.

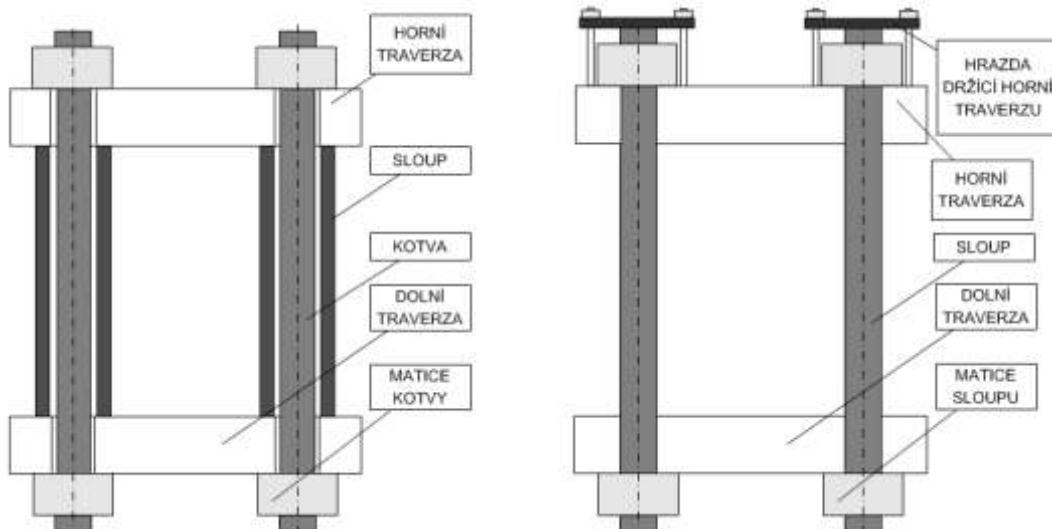
V předložené práci chceme technickou veřejnost seznámit s analýzou vhodnosti použití různých druhů konstrukčních řešení sloupů hydraulických lisů.

Základní rozdělení sloupů: předepnuté a nepředepnuté

Sloupy se také mohou lišit svými průřezovými charakteristikami (kruh, pravoúhelník, H nebo X profil).

Předepnuté sloupky (viz Obr. 1a) mají vstupní tlakové napětí vzniklé předepnutím, to je po zatížení odlehčeno a k němu se přidává ohyb a smyk. Tuhost sloupů ovlivňuje deformování celého rámu, například naklonění stroje, z čehož plyne i přesnost kování. Necentricita zatížení je přenášena částečně sloupky a případným vodícími trny nebo plunžry.

Nepředepnuté sloupky (viz Obr. 1b) jsou tahově namáhány pouze pracovní silou a zatížením od nesených hmot. Mezi další namáhání patří ohyb závislý na průhybu traverz a smyk vzniklý při excentrickém zatížení. Volba typu sloupů pro velké hydraulické lisy musí také zohledňovat výrobní a technologické možnosti při jejich zhotovování.



Obr. 1 a) předepnutý b) nepředepnutý rám lisu (systém Lowey)

2. Předepnuté sloupy

Dle Obr.2 se předepnuté sloupy skládají z předepínané kotvy a vlastního rozpěrného těla sloupu. Rozpěrné tělo sloupu bývá většinou kruhového nebo čtvercového průřezu, jehož vnitřním otvorem prochází kotva vyvozující předepnutí sloupu. Výhodou čtvercových sloupů je lepší možnost nastavování vůlí během provozu lisu, a to kvůli běžnému seřizování, nebo při opotřebení kluzných ploch. Nevýhodou tohoto způsobu vedení je že při různých směrech zachycování ohybového zatěžování se nechovají stejně.

Kruhové sloupy mají nevýhodu v obtížnějším vymezování vůle i ve vedení, jejich výroba je však technologicky méně náročná a jejich tuhost při ohybovém zatěžování je ze všech směrů konzistentní.



Obr. 2 Rozpěrné tělo sloupu a průřezová charakteristika

3. Nepředepnuté sloupy

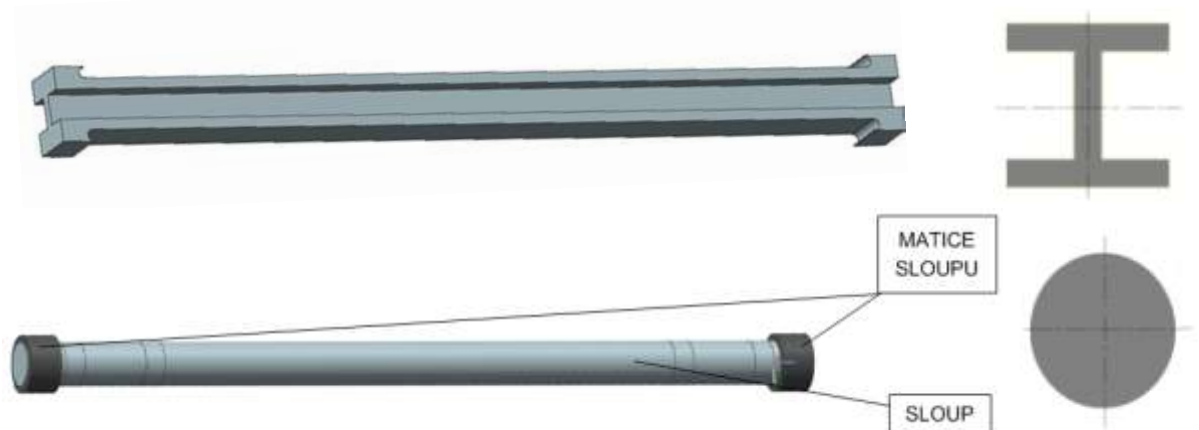
Nepředepnuté sloupy dle Obr.3 se provádí v několika konstrukčních řešeních. Běžně se používá svěrného maticového spojení s traverzami, avšak také závěsného zachycení traverz dle Obr. 1a. Oba uvedené způsoby řešení jsou však rozdílně namáhány.

Pro porovnání jsme použili druhého způsobu řešení, které nám umožnilo volit různé průřezy sloupů. Pro předběžnou predikci vlastností jednotlivých sloupů byly porovnány momenty setrvačnosti různých průřezů se stejnou plochou (H, X, kruh; hodnoty byly zjištěné výpočetním softwarem) a na základě tohoto byly pro výpočetní porovnání vybrány varianty průřezů "H" a kruh.

Tab. 1 Momenty setrvačnosti

PROFIL	J [mm ⁴]
H	1,09E+11
X	8,97E+10
KRUH	4,9E+10

U největších lisů (např. CKV 170 MN) z výrobního hlediska by již nebylo možno tyto sloupy vyrobit obdobnou technologií jako předepjaté. Hlavní problém je v omezené možnosti vyrobit ingot dostatečné hmotnosti. Proto jsme navrhli tyto sloupy řešit jako odlitky.

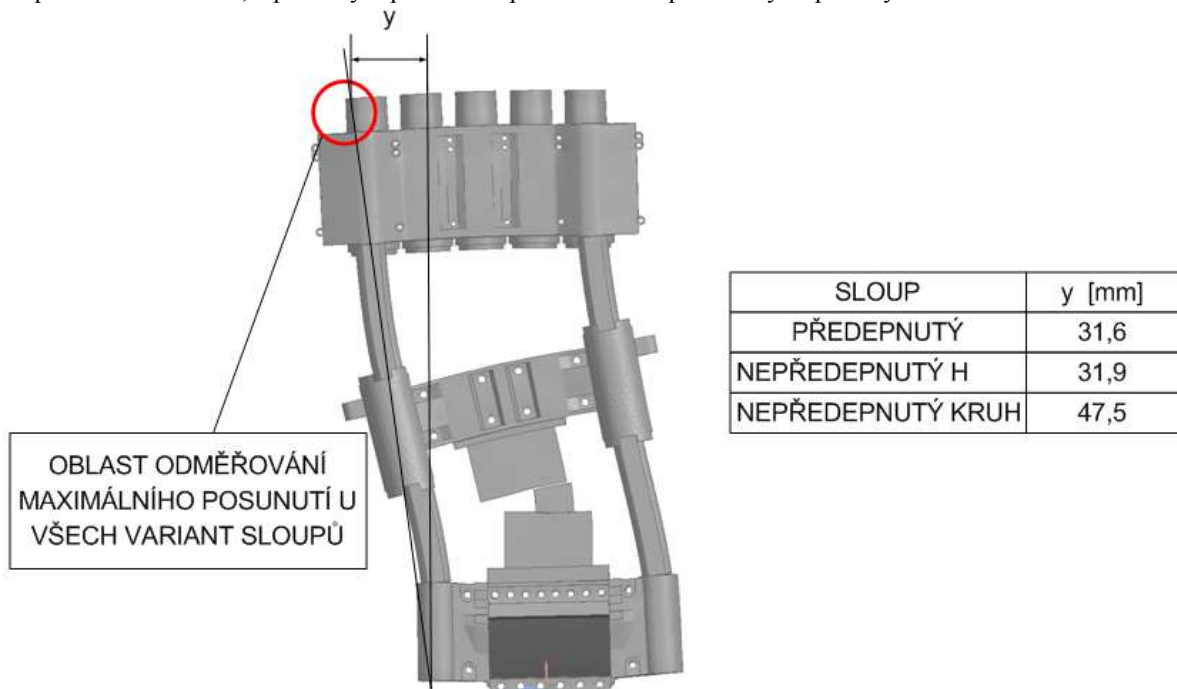


Obr. 3 Nepředepnuté varianty sloupů a jejich průřezové charakteristiky
a) "H" b) kruhových

4. Výsledky simulace MKP

4.1. Posunutí v podélném směru lisu

Vliv průřezu sloupů je patrný z naklonění lisu, což má vliv na jeho přesnost. Je přirozená snaha toto naklonění minimalizovat, a proto bylo provedeno porovnání sloupů s různými průřezy.



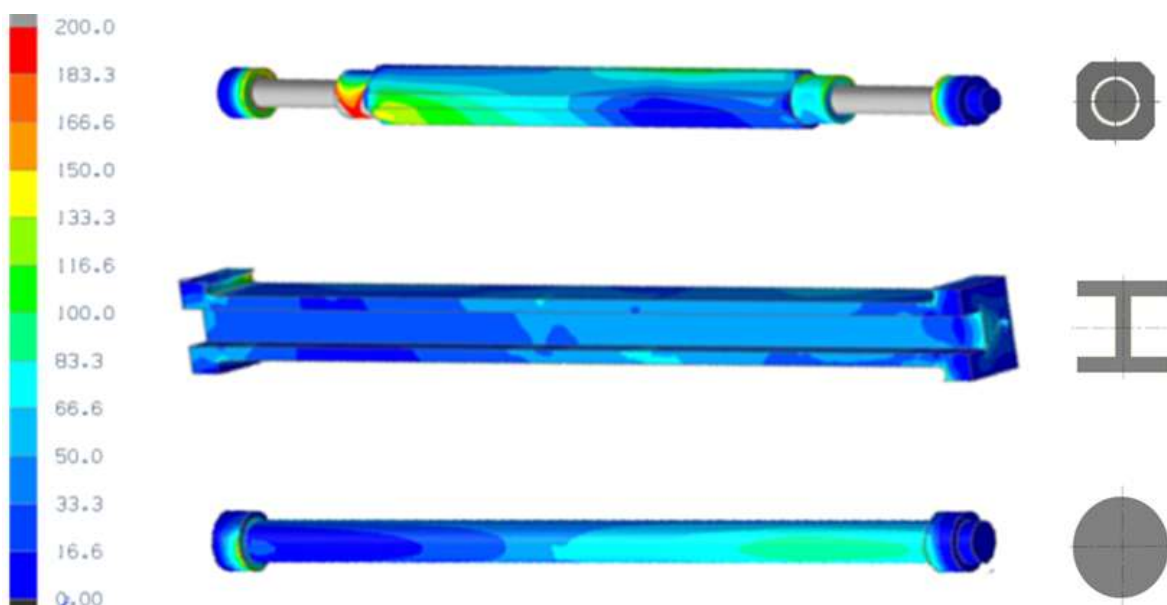
Obr. 4 Schema odměřování posunutí a hodnoty pro jednotlivé varianty

4.2. Napětí částí lisu

Z hlediska maximálních napětí byl vliv tvaru sloupů porovnáván u sloupů a horních travrz, neboť u těchto částí se vliv předeptnutí ztelně projevuje.

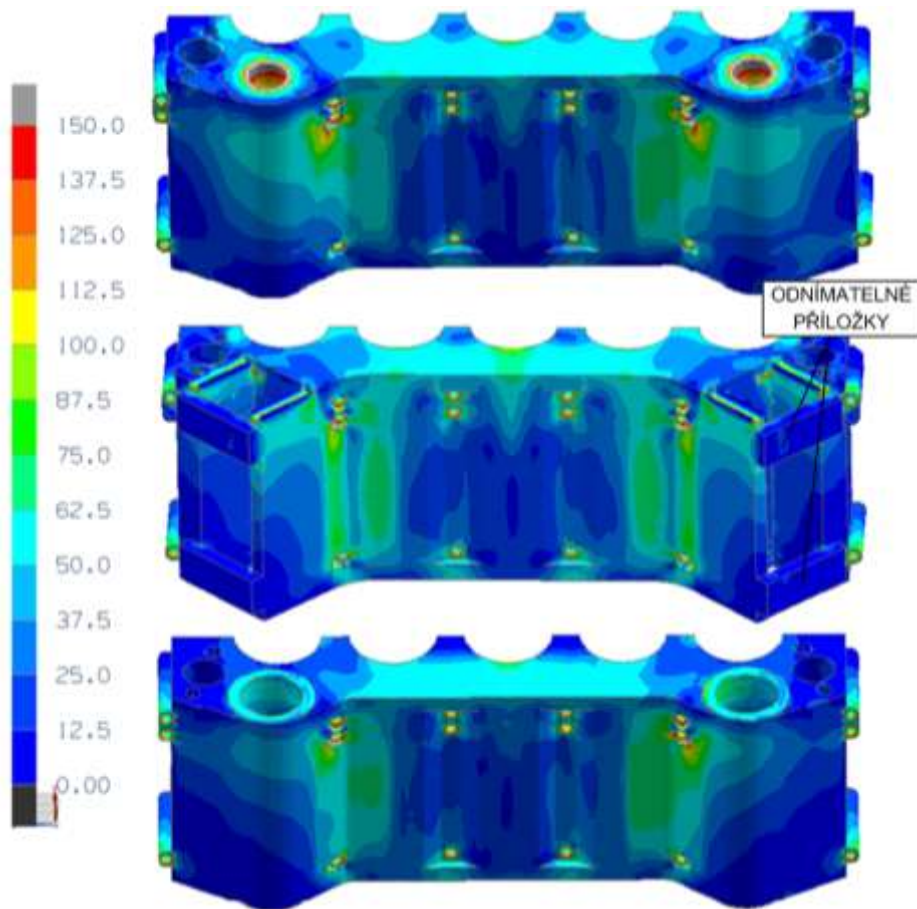
Sloupy

Zásadní rozdíl je vidět mezi předeptnými a nepředeptnými sloupy a to vlivem toho, že předeptné jsou stlačeny a jsou kratší než nepředeptné. Rovněž kotvy jsou velmi zatížené a proto musí být vyrobené z kvalitních materiálů o vyšší pevnosti.



Obr. 5 Napětí Von-Mises pro jednotlivé varianty sloupů
a) předeptné b) "H" nepředeptné c) kruhové nepředeptné

Horní traverzy



**Obr. 6 Napětí Von-Mises v horních traverzách pro jednotlivé varianty sloupů
a) předepnuté b) "H" nepředepnuté c) kruhové nepředepnuté**

Jak je z uvedených obrázků (pro horní traverzu) zřejmé, volba použitého sloupu silně ovlivní i namáhání traverz. Obecně se dá říci, že díky velkému předepjetí bývají v horní traverze větší napjatostní pole, než při použití sloupů nepředepjatých, kde se musíme někde vrovnat s většími napjatostními špičkami ve stykových plochách mezi traverzou

5. Závěr

Je nutno zdůraznit, že všechny varianty byly navrženy tak, aby byla zachována světlost mezi sloupy lisu v podélném i příčném směru. Z porovnání vyplývá, že z hlediska maximální podélné deformace je vhodnější "H" sloup než sloup s kruhovým průřezem. Z konstrukčního hlediska je nutno zmínit, že pro velké lisy z provedených porovnání vychází jako jediná přijatelná možnost provádět spojení horní traverzy se sloupem jejím zavěšením na sloup.

V tomto případě se jako velká konstrukční výhoda projeví průřez sloupu tvaru "H", neboť právě dovnitř tohoto profilu jsou vloženy závěsné kotvy traverzy (Obr. 7.).

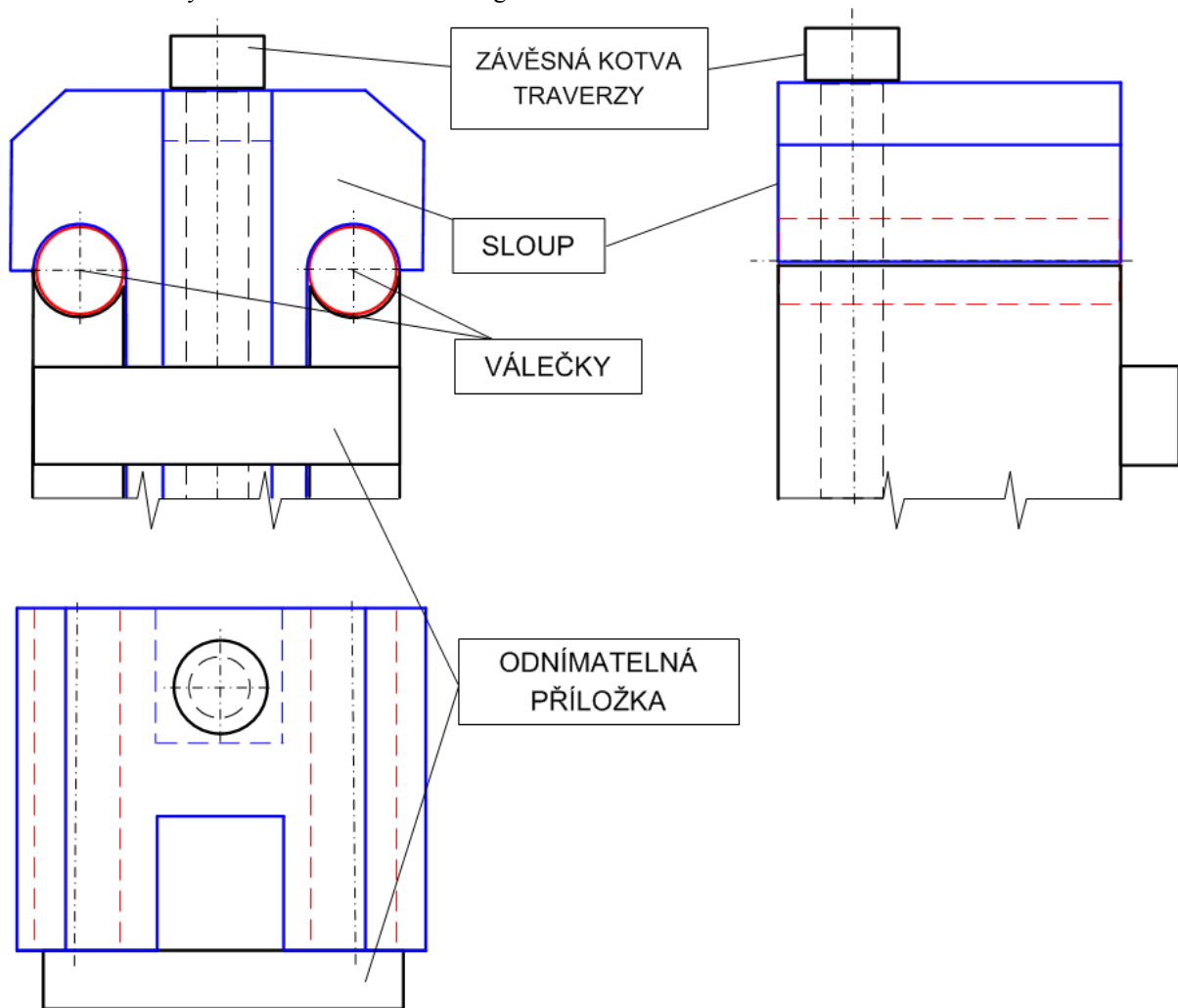
U "H" průřezu někdy vyvstává problém s bočním uchycením sloupů v traverze. Jejich boční uchycení je prováděno odnímatelnými příložkami (Obr. 7.). Přenos zatížení mezi sloupy a traverzami je vhodné realizovat pomocí elementů umožňující naklopení (válečky). Ty však jsou vysoce silově namáhány.

U kruhových sloupů je hlavní nevýhodou jejich větší poddajnost. Pro obě varianty nepředepnutých sloupů pro velké lisy je dosažitelnou výrobní technologií jejich odlití. I zde se jako nejvhodnější uchycení horní traverzy jeví její zavěšení pomocí závěsných kotev a hrazd (Obr. 1b) na hlavách sloupů.

Předepnuté sloupy jsou výrobně nákladnější. Jsou technologicky značně náročnější (je nutno vyrábět sloupy a kotvy) a díky předepnutí jsou více namáhané. Díky zvýšenému namáhání je nutno na kotvy použít

kvalitnější materiál. Velikost předepnutí během jejich provozu je nestabilní - klesá. Vliv předepnutí je patrný rovněž na průběhu napětí v horní traverze, kde je v oblasti ok pro sloupky a nejbližších děr pro spojovací kotvy je větší namáhání než při použití sloupů nepředepnutých.

Některé z uvedených závěrů souvisí s řešením grantu MPO - FR – TI1/045.



Obr. 7 Uložení závěsné kotvy a válečků umožňující natočení u nepředepnutých "H" sloupů

5. Použitá literatura

- [1] Čechura, M., Staněk, J. - Tvářecí stroje: Hydraulické lisy, Západočeská univerzita v Plzni, Plzeň 1999, ISBN 80-7082-480-8
- [2] Staněk, J. - Základy stavby výrobních strojů: Tvářecí stroje, Západočeská univerzita v Plzni, Plzeň 2001, ISBN 80-7082-738-6