



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ  
ÚSTAV VÝROBNÍCH STROJŮ, SYSTÉMŮ A  
ROBOTIKY

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING  
INSTITUTE OF PRODUCTION MACHINES, SYSTEMS AND  
ROBOTICS

## HYDRAULICKÉ LISY SOUČASNÉ PRODUKCE

HYDRAULIC PRESS OF CURRENT PRODUCTION

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

LUKÁŠ KOLBÁBEK

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. PETR BLECHA, Ph.D.

BRNO 2010



Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky

Akademický rok: 2009/10

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student(ka): Lukáš Kolbábek

který/která studuje v **bakalářském studijním programu**

obor: **Strojní inženýrství (2301R016)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

### **Hydraulické lisy současné produkce**

v anglickém jazyce:

### **Hydraulic press of current production**

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Student provede rešerši, popis a uspořádání hydraulických lisů současné produkce. Dále připraví přehled základních výpočtů potřebných pro jejich konstrukční návrh.

Cíle bakalářské práce:

Provést rešerši hydraulických lisů.

Provést popis a rozřídění hydraulických lisů.

Sestavit přehled základních výpočtů potřebných pro návrh hydraulického lisu.

Seznam odborné literatury:

RUDOLF, B.; KOPECKÝ, M. a kol.: Tvářecí stroje - Základy stavby a využití. 1. vyd. Praha, SNTL, 1985., ISBN 04-231-85

ŽENÍŠEK, J.; JENKUT, M.: Výrobní stroje a zařízení, 2. vyd. Praha: SNTL, 1990., ISBN 04-222-90

Breník, Píč a kol.; Obráběcí stroje - konstrukce a výpočty, Technický průvodce 59, SNTL Praha 1982

www stránky výrobců tvářecích strojů

www.mmspektrum.com

www.infozdroje.cz

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Petr Blecha, Ph.D.


Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2009/10.

V Brně, dne 19.11.2009



Ing. Petr Blecha, Ph.D.  
Ředitel ústavu

doc. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc.  
Děkan

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 5
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

### ***Abstrakt***

V této práci je provedena rešerše a popis základních parametrů a součástí hydraulických lisů současné produkce. Porovnává výhody a nevýhody hydraulických lisů oproti lisům mechanickým. Podrobně se zabývá konstrukčním a technologickým rozdělením lisů. Popisuje jednotlivá použití pro technologii plošného a objemového tváření kovových materiálů, kde uvádí konkrétní výrobce a typy lisů. Dále popisuje nové trendy v použití lisů pro výrobu dílů karoserií v automobilovém průmyslu. Na závěr uvádí základní vzorce pro konstrukční návrh lisu.

### ***Klíčová slova***

Hydraulický lis, kovací lis, transferový lis, zapracovací lis

### ***Abstract***


In this thesis the background research is performed and a description of the basic parameters and parts of hydraulic press of current production. The advantages and disadvantages of hydraulic press are compared over the mechanical press. It deals in detail with constructional and technological division of press. The individual uses are described for the technology of sheet metal forming and solid forming metal materials where specific manufacturer and type of press are indicated. It further describes the new trends in use of press for production of car body parts in the automotive industry. In conclusion the basic formula for the design of the press are outlined.

### ***Keywords***

Hydraulic press, forging press, transfer press, tryout press

### ***Bibliografická citace***

KOLBÁBEK, L.: Hydraulické lisy současné produkce. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2010. 45 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Petr Blecha, Ph.D.


	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 6
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

### ***Čestné prohlášení***

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité prameny a literaturu.


V Brně dne 24. května 2010

.....  
Lukáš Kolbábek

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 7
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

### ***Poděkování***

Především bych rád poděkoval panu Ing. Petru Blechovi, Ph.D. za vedení této práce, odborné rady, připomínky a také za to, že mi věnoval svůj čas. Dále bych také rád poděkoval svým rodičům a bratrovi za jejich podporu nejen při tvorbě této práce, ale i v průběhu celého studia.

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 8
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	



**OBSAH:**

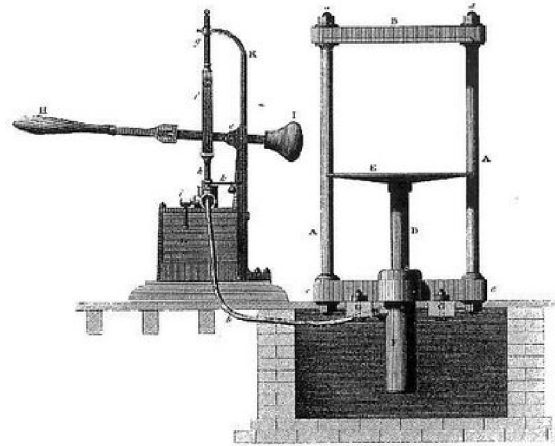
Abstrakt.....	5
Klíčová slova .....	5
Abstract.....	5
Keywords .....	5
Bibliografická citace .....	5
Čestné prohlášení .....	6
OBSAH:.....	9
1. ÚVOD .....	11
2. ZÁKLADNÍ PARAMETRY A CHARAKTERISTIKY LISU .....	11
2.1. Charakteristika lisu .....	11
2.1.1. Výhody hydraulických lisů .....	12
2.1.2. Nevýhody hydraulických lisů .....	12
2.2. Základní technické parametry .....	12
3. HLAVNÍ SOUČÁSTI LISU .....	13
3.1. Stojany .....	14
3.1.1. Otevřené stojany .....	14
3.1.2. Uzavřené stojany .....	15
3.2. Berany .....	15
3.3. Hydrogenerátory .....	17
3.3.1. Zubové hydrogenerátory .....	17
3.3.2. Lamelové hydrogenerátory .....	17
3.3.3. Pístové hydrogenerátory .....	18
3.4. Hydromotory .....	18
3.5. Akumulátory tlakové energie.....	19
3.5.1. Plynový akumulátor .....	19
3.5.2. Setrvačnickový, závažový a pružinový akumulátor .....	20
3.6. Multiplikátory .....	20
3.7. Ventily .....	20
3.8. Rozvaděče .....	20
3.9. Pracovní kapalina.....	21
3.10. Pomocná zařízení .....	21
4. ROZDĚLENÍ HYDRAULICKÝCH LISŮ .....	22
4.1. Rozdělení dle konstrukčního provedení .....	22
4.1.1. Rozdělení dle konstrukce .....	22
4.1.2. Rozdělení dle uspořádání lisu .....	22
4.1.3. Rozdělení dle zdroje tlakové energie .....	22
4.1.4. Rozdělení dle uspořádání pohonu .....	24
4.1.5. Rozdělení dle počtu hlavních pracovních částí .....	24
4.2. Rozdělení dle technologického využití .....	25
4.2.1. Kovací lisy .....	25
4.2.2. Vytlačovací lisy .....	27
4.2.3. Protlačovací lisy .....	28
4.2.4. Protahovací lisy .....	28
4.2.5. Razicí lisy .....	29
4.2.6. Rovnací a napínací lisy .....	30
4.2.7. Tažné lisy .....	31
4.2.8. Slícovací a tuširovací lisy .....	32
4.2.9. Dilenské a montážní lisy .....	34

4.2.10.	Lisy na zpracování kovového odpadu .....	34
4.2.11.	Isostatické lisy .....	36
4.2.12.	Tlakové lící stroje .....	37
4.2.13.	Ostříhovací lisy .....	37
5.	NOVÉ TRENDY Z OBLASTI POUŽITÍ HYDRAULICKÝCH LISŮ .....	38
5.1.	Tryout lisy .....	38
5.2.	Transferové lisy .....	39
5.3.	Lisy pro kalení lisováním .....	40
5.4.	Hydroform lisy .....	41
5.5.	Hlubokotažný lis s pulsačním přidržovačem .....	42
6.	VÝPOČET .....	43
7.	ZÁVĚR .....	43
	Seznam použité literatury: .....	44



## 1. ÚVOD

První hydraulický lis byl zkonstruován již koncem 18. století. Známy je anglický patent hydraulického lisu s ručním čerpadlem č.2405 od Josepha Bramaha (*obr. 1.1*) z roku 1795 [1]. Princip funkce lisu vychází z Pascalova zákona o rovnoměrném šíření tlaků v kapalině.



*Obr. 1.1* Hydraulický lis s ručním čerpadlem od Josepha Bramaha [9]

S rozvojem průmyslu se vývoj značně posunul dopředu, pozornost byla věnována hlavně lisům univerzálního použití. Potřeba lisů pro lisování rozměrných součástí vzrostla až s pozdějším rozvojem automobilového a spotřebního průmyslu. Cílem vývoje bylo zvyšování hospodárnosti a jakosti práce [1].

Lisy řadíme do kategorie tvářecích strojů, což je uměle vytvořená dynamická soustava sloužící k realizaci úkonů tvářecího procesu, vedoucího k trvalému přetvoření výchozího materiálu.

Tváření je proces při kterém jsou polotovary plasticky deformovány nástroji s cílem dosáhnout požadovaného tvaru dílce (výlisku) bez odběru třísek. Podle převládajícího způsobu průběhu plastického přetvoření se dělí na tváření plošné, na tváření objemové a stříhání bez ohledu na to, zda přetvárný pochod probíhá bez předchozího ohřevu nebo s ním.

V následující kapitole popíšeme základní parametry a hlavní součásti hydraulického lisu. Dále ho rozdělíme podle charakteristických znaků konstrukčního provedení a podle oblasti technologického využití, u kterého si vypíšeme přední výrobce lisů. Tyto výrobce si vypíšeme z každé oblasti zvlášť do tabulek a dále si jeden typ lisu podrobně popíšeme. V předposlední kapitole si rozebereme nové trendy v oblasti použití hydraulických lisů. Na závěr si představíme základní vzorce pro konstrukční návrh hydraulického lisu.


## 2. ZÁKLADNÍ PARAMETRY A CHARAKTERISTIKY LISU

### 2.1. Charakteristika lisu

Hydraulický lis využívá k funkci Pascalův zákon (1) o rovnoměrném šíření tlaků v kapalině.

$$p=p_x=p_y=p_z \quad (1)$$

Je představitelem silového tvářecího stroje pracujícího tzv. klidným tlakem (využívá převážně potenciální energie k překonání deformačního odporu tvářeného materiálu).

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 12
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

Tlakovou energii přenesenou do pracovního prostoru přemění pomocí výstupního členu v přetvárnou práci materiálu. Oproti energetickým tvářecím strojům je síla  $F$  na beranu konstantní a nezávislá na zdvihu beranu  $h$ . Síla  $F$  je základním parametrem lisu. Při tváření vznikají také aktivní a odporové síly, které jsou zachyceny pružným rámem stroje prostřednictvím tvářeného výlisku. Mezi hlavní požadavky na tvářecí stroje patří vysoká produktivita a dokonalá jakost práce. Další požadavky s nimi víceméně souvisí [1].

### 2.1.1. Výhody hydraulických lisů

Hlavní výhody hydraulických lisů v porovnání s mechanickými lisy dle literatury [1] jsou:

- Veliké tvářecí síly (až  $10^3$  MN).
- Velikost zdvihu pracovního pístu jde nastavit v libovolném místě celkového zdvihu.
- Možnost plynulé regulace rychlosti a tlaku.
- Možnost snadného docílení konstantní rychlosti a tlaku během tváření.
- Možnost snadné a rychlé reverzace pohybu pracovního pístu.

### 2.1.2. Nevýhody hydraulických lisů

Hlavní nevýhody hydraulických lisů v porovnání s mechanickými lisy dle literatury [1] jsou:

- Horší účinnost a větší složitost konstrukce pohonu.
- Menší rychlost pohybu beranu.
- Nepřehlednost a nesnadná možnost zjištění poruch.
- Vyšší pořizovací náklady při stejné jmenovité síle.

V současné době se tyto nedostatky u hydraulických lisů podařilo ve většině případů eliminovat, proto dochází k jejich většímu uplatnění [1].

## 2.2. Základní technické parametry

Technické parametry tvářecího stroje jsou fyzikální veličiny, které určují hlavní rozměry, pracovní rozsah stroje a maximální rozměry výrobků, které lze na stroji vyrobit. Parametry dělíme na rozměrové a výkonové. Rozměrové parametry určují vnější rozměry stroje, rozměry a rozsah změny pracovního prostoru. Rozměry pracovního prostoru jsou vůči výrobkům zvětšeny o různé pomůcky včetně nástrojů. Při určení výkonových parametrů se vychází vždy z parametrů technologického tvářecího pochodu [1].

Pro popis lisu (*obr. 2.1*) vystačíme se základními technickými parametry, které jsou uvedeny v literatuře č. [1]. Podrobnější technické parametry potřebné pro výběr tvářecího stroje uvádějí výrobci ve svých prospektech nebo na svých webových stránkách.

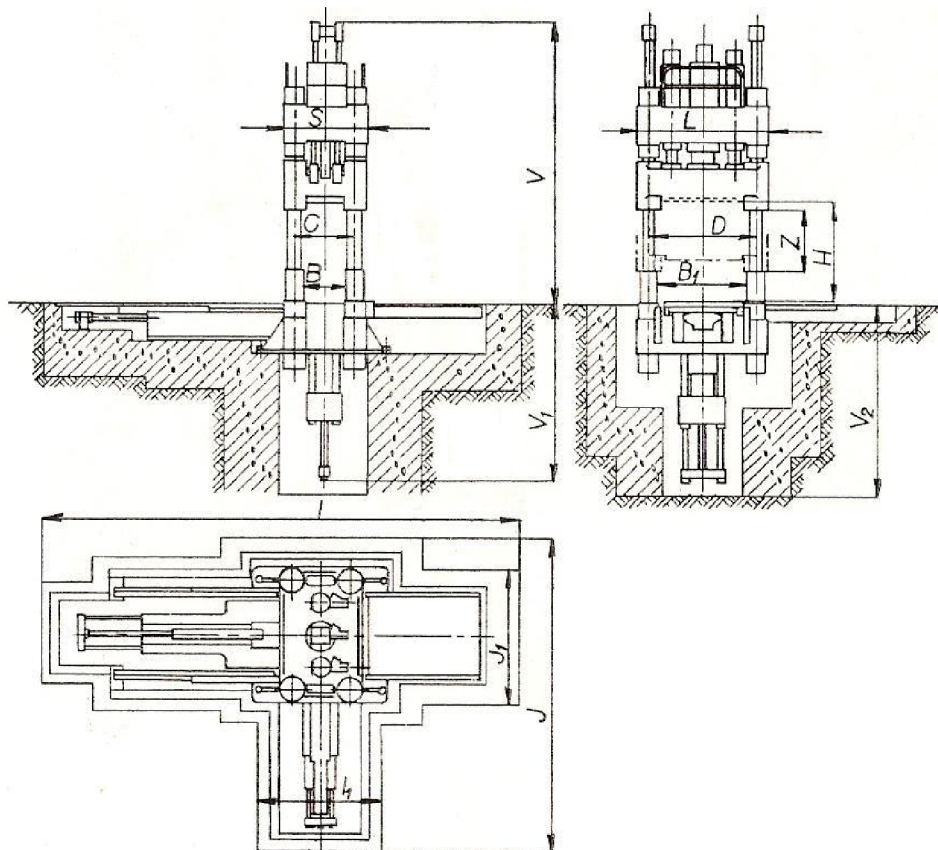
- Jmenovitá síla  $F$  je největší možná síla, kterou může být lis zatěžován. Je pojmenována také dle způsobu vykonávaných prací, např. lisovací, ohýbací, tažná aj.
- Zpětná (odtahová) síla je síla, kterou se vrací výstupní člen hydraulického mechanismu (píst) do původní polohy. V případě plunžru jde o zpětnou sílu pomocných válců.
- Jmenovitá rychlost  $v$  je rychlost pohybu výstupního (činného) členu, při které se dosáhne jmenovité síly [4]. Během tvářecí operace lze měnit rychlost v závislosti na dráze nástroje [13]. Obecně se uvádí tvářecí rychlost, kterou můžeme pojmenovat dle způsobu vykonávané práce, např. lisovací, vytlačovací, uzavírací aj. Dále se také



uvádějí rychlosti dle pohybu pracovních částí, např. sjížděcí, přibližovací a zpětná, kterou se pohyblivá (horní) část nástroje přibližuje nebo oddaluje od pevné (dolní) části nástroje či pracovního prostoru.

- Největší/nejmenší otevření lisu  $H$  je největší/nejmenší možná vzdálenost upínacích ploch beranu a stolu.
- Zdvih  $Z$  je největší možná dráha beranu (smykadla).
- Průchod  $B, B_1$  je nejmenší vzdálenost vnitřních ploch sloupů nebo stěn stojanů v podélné nebo příčné ose lisu.
- Rozteč sloupů  $C, D$  je vzdálenost os sloupů v podélném a příčném tvaru.
- Upínací plocha beranu (stolu) je plocha, která slouží pro upevnění nástrojů (většinou pomocí T-drážek v beranu a stolu lisu).

Dalšími parametry jsou celkové rozměry lisu, např. délka, výška nad/pod podlahou, šířka aj.



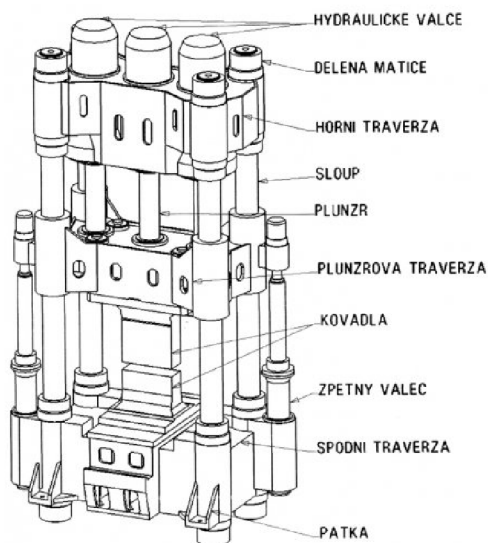
Obr. 2.1 Rozměrové parametry lisu [5]

### 3. HLAVNÍ SOUČÁSTI LISU

Hydraulický lis (obr. 3.1) je sestaven z celé řady hydraulických prvků a součástí. Od hlavního rámu, který určuje základní tvar lisu, pohyblivých součástí (beran, píst), které přenášejí síly na tvářený materiál, po pracovní kapalinu, která je přiváděna potrubím od zdroje tlakové energie. Hlavní součásti lisu jsou:



## BAKALÁŘSKÁ PRÁCE



Obr. 3.1 Součásti hydraulického (kovacího) lisu [8]

### 3.1. Stojany

Stojan (rám) tvářecího stroje je soustava spolu spojených těles, která mezi sebou přenášejí účinky sil vzniklých při tváření. Musí za všech podmínek zajišťovat přesně definovanou polohu mezi nástrojem a výliskem [4]. Provedení stojanu je hlavním charakteristickým rysem konstrukce lisu. Z hlediska celkového tvaru jsou otevřené nebo uzavřené konstrukce [3].

#### 3.1.1. Otevřené stojany

Otevřené stojany bývají celistvé rámové konstrukce se stojanem tvaru C (obr. 3.2). Stojany se skládají ze stojiny a stolu, se kterým tvoří jednolitý celek [1]. Z hlediska technologie výroby se vyrábějí jako odlitky (litina, litá ocel) nebo svařence, které jsou hospodárnější na výrobu (odpadá výroba modelu a formy, menší přídavky na obrábění). Nevýhodou svařenců jsou pnutí (nutné žíhat) a špatné třecí vlastnosti oceli, proto se na rámy připevňují vodící lišty z kalené otěruvzdorné oceli. Otevřené rámy se používají pro univerzální lisy převážně menších rozměrů. Rám má volný přístup ze tří stran. Volnější přístupnost jde na úkor statické tuhosti, která je snáze dosažitelná u uzavřeného rámu. Ten je při stejné hmotnosti tužší než rám otevřený [4].



Obr. 3.2 Otevřený stojan univerzálního lisu CTC fy ŽĎAS [13]



### 3.1.2. Uzavřené stojany

Uzavřené rámy mají stojan tvaru O. Z hlediska montáže mohou být nedělené (celistvé) rámové konstrukce nebo dělené sloupové konstrukce.

- **Uzavřené stojany nedělené**

Uzavřené stojany celistvé rámové konstrukce (*obr. 3.3*) se skládají ze stojin, příčnicku a stolu. Z hlediska technologie výroby se vyrábějí jako svařence. Nedělené uzavřené rámy se používají pro většinu typů lisů. Rozměry polotovaru a výrobku jsou jednoznačně omezeny rámem lisu, který je otevřený ze dvou stran. Stojiny mohou být opatřeny bočními průlezy, kterými se mění nástroje nebo kterými prochází polotovar (přístřih nebo pás plechu ze svitku). Uzavřené rámy se oproti otevřeným také vyznačují menší robustností a větší složitostí konstrukce [4].



Obr. 3.3 Uzavřené stojany celistvé a dělené rámové konstrukce lisu TZP fy Lasco [16]

U velkých lisů bývá rám uzavřené dělené konstrukce (*obr. 3.3*), kdy jsou svařence stolu, stojin a horního příčnicku předepjaty spojovacími tyčemi. Výhodou je snazší výroba, přeprava a montáž lisu [16].

- **Sloupové stojany dělené**

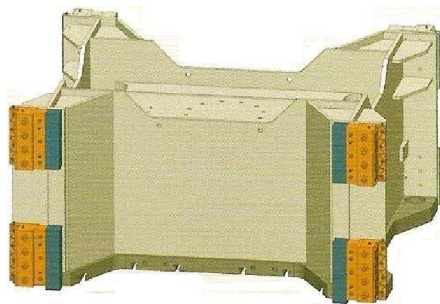
Uzavřené stojany dělené sloupové konstrukce (*obr. 3.1*) se skládají ze sloupů, dolního a horního příčnicku (traverzy). Pro zajištění vzájemné polohy se příčnicku spojují se sloupy pomocí předepjatých matic. Spojením vznikne uzavřená konstrukce. U menších a středních lisů se matice utahují za studena a u velkých lisů při ohřevu. Sloupy tvoří vedení pro pohyblivý příčnick (beran), proto musí být hladké. Pro větší průměry (nad 800 mm) se sloupy vyrábějí duté [4]. Počet sloupů je závislý na velikosti a tuhosti lisu. Volí se 2 nebo 4 [3]. Příčnicku mohou být odlité nebo svařené, u velkých lisů bývají i dělené a spojené kotvami [2]. Horní příčnick bývá zejména u menších lisů odlit s válcem z jednoho kusu. Spodní příčnick tvoří stůl lisu [3]. Sloupový rám je lehký a zabezpečuje dobrý přístup do pracovního prostoru [4]. Používají se převážně u lisů pro volné kování, ale mohou být použity i pro jiné typy lisů, např. lisy slícovací, tuširovací, ostříhovací aj.

### 3.2. Berany

Berany (smykadla) slouží pro upevňování pohyblivé části pracovního nástroje a pro přenos síly z hydraulického válce na tvářený materiál [2]. Z hlediska technologie výroby se vyrábí jako odlitky (u některých menších lisů), nebo svařence (*obr. 3.4*) o poměrně tenkých, převážně rovinných stěnách, které jsou žebrované z důvodu zborcení stěny při zátěži [4].

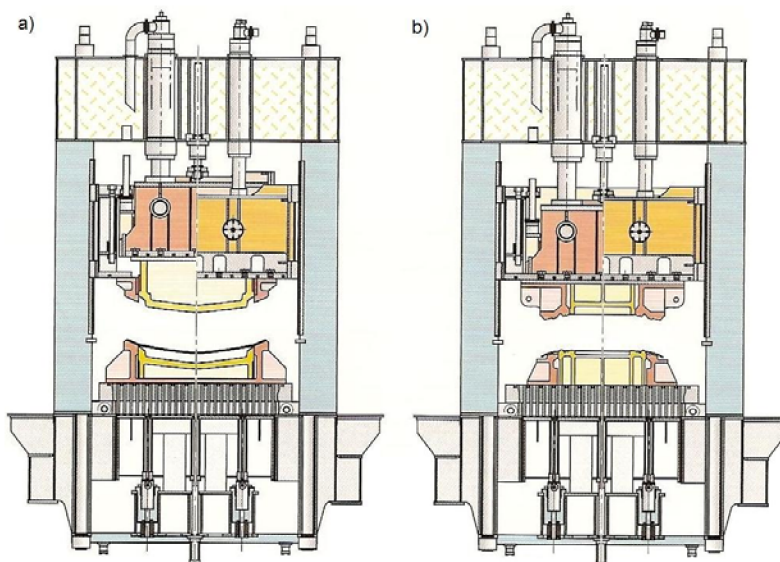


## BAKALÁŘSKÁ PRÁCE



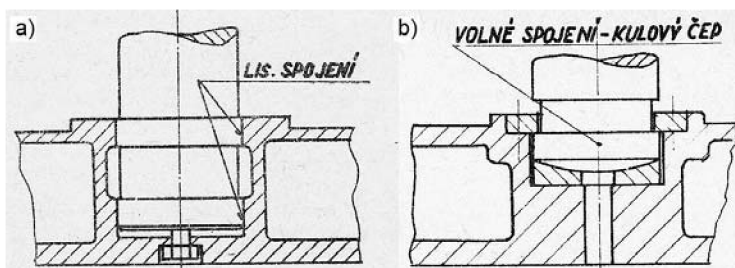
Obr. 3.4 Svařenec beranu lisu IMPRESS fy Dieffenbacher s osmibokým vedením [10]

U jednočinných lisů jsou berany celistvé. Dělené mohou být u některých typů vícečinných tažných lisů (obr. 3.5), kdy tažný beran je vnitřní a přídržovací beran je vnější [6]. Mechanickým spojením tažného a přídržovacího beranu jde v případě potřeby udělat lis jednočinný. Z důvodu bezpečnosti má většina beranů aretaci (zajištění) v horní poloze [13].



Obr. 3.5 Dvojičinný tažný lis BEZ fy Müller Weingarten s tažným a přídržovacím beranem: a) odděleně řízeným, b) mechanicky spojeným [6]

Spojení beranu s pístní tyčí (obr. 3.6) může být pevné nebo kloubové. Pevné spojení je vhodné pro lis s jedním válcem. U lisů s více válci by nastaly vysoké požadavky na jejich souosost, která má vliv na opotřebení těsnění. Z tohoto hlediska je vhodné používat kloubové spojení, které zaručuje vyšší životnost těsnění a jednoduší montáž. U tříválcových lisů bývá spojení kombinované, kdy prostřední pístní tyč má spojení pevné a krajní tyče kloubové. Pro upevnění pohyblivé části nástroje má beran normalizované T-drážky [2].



Obr. 3.6 Spojení beranu s pístní tyčí: a) pevné, b) kloubové [3]





U lisů s rámovou konstrukcí je vedení beranu zajištěno pomocí bronzových vodících lišt (*obr. 3.4*), což je výhodné z hlediska vymezení bočních vůlí [2]. U lisů se sloupovým rámem je beran veden po sloupech (*obr. 3.1*), což je výrobně obtížné z důvodu dodržení správné rozteče otvorů vedení. Vedení velkých průměrů se zhotovuje z litinových pouzder, která jsou držena ocelovou přírubou. U lisů, kde působí excentrické zatížení se používá vedení kulovými bronzovými pouzdry, která dovolí nezávisle nastavení podle polohy stolu [3].

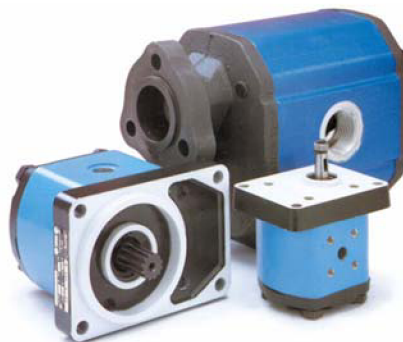
### 3.3. Hydrogenerátory

Jejich úkolem v hydraulických mechanismech je dodávat potřebný proud kapaliny o určité tlakové a kinetické energii, která je nutná pro její dopravu obvodem. Tlak na výstupu hydrogenerátoru (čerpadla) je dán odporem ve výtláčném potrubí. Tento odpor vzniká při zatížení motoru a také vlastním odporem hydraulického mechanismu [1]. Hlavními parametry hydrogenerátoru jsou výstupní tlak a geometrický objem [7].

Hydrogenerátory dělíme hlavně podle toho, zda pracují s konstantním nebo proměnným proudem. Do kategorie hydrogenerátorů s konstantním proudem spadají všechny hydrogenerátory, u nichž lze měnit proud pouze změnou otáček. U hydrogenerátorů s proměnným proudem se nemění otáčky, ale určitý parametr mechanismu, např. sklon opěrné desky. Další rozdělení hydrogenerátorů může být podle konstrukčního provedení [1].

#### 3.3.1. Zubové hydrogenerátory

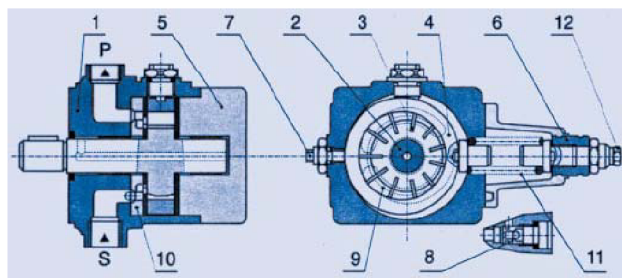
Zubové hydrogenerátory (*obr. 3.7*) se běžně navrhují pro tlaky 3 až 5 MPa, speciální konstrukce dovolují použití i pro tlaky 10 MPa a více. Otáčky hydrogenerátoru obvykle odpovídají otáčkám hnacího motoru. Nejběžnější konstrukční provedení bývá s vnějším ozubením a přímými, šikmými nebo šípovými zuby. Pro přenos kapaliny se využívá zubové mezery. Při větších proudech mají sklon k hlučení. Použití u tvářecích strojů je velmi omezené, používají se jen v nízkotlaké části [1].



*Obr. 3.7* Zubové hydrogenerátory řady P, T, Q fy Jihostroj Velečín [7]

#### 3.3.2. Lamelové hydrogenerátory

Lamelové hydrogenerátory (*obr. 3.8*) se běžně navrhují pro tlaky 10 až 16 MPa. Výhodou jsou malé rozměry na jednotku dodávaného proudu a malé pulsace proudu během otáčky. Nevýhodou je nižší účinnost. Konstruuji se s kruhovou nebo křivkovou statorovou dráhou. U hydrogenerátoru s kruhovou statorovou dráhou je stator vůči rotoru excentricky posunut a směr posunutí určuje smysl průtoku kapaliny. Hydrogenerátory s křivkovou statorovou dráhou se rozlišují podle toho, zda jsou lamely posuvné v rotoru nebo ve statoru a zda je přívod tangenciální či radiální [1]. Používají se zřídka a jen v nízkotlaké části [3].



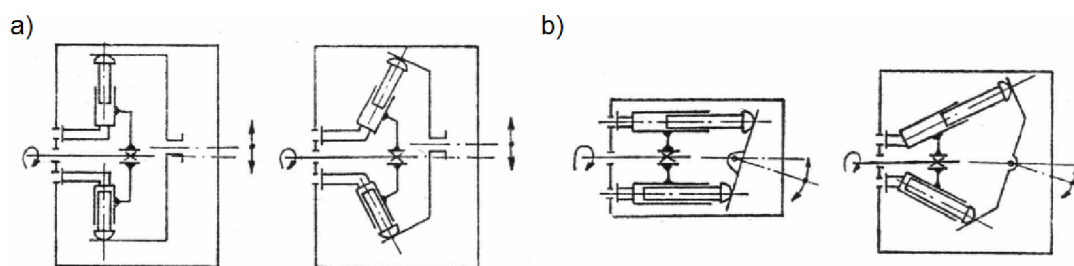
Obr. 3.8 Lamelový hydrogenerátor řady V3 od fy Rakovnické hydraulické prvky: 1. těleso, 2. rotor, 3. lamela, 4. satorový kroužek, 5. víko, 6. regulátor tlaku, 7. regulační šroub, 8. ventil pro automatické odvzdušňování, 9. komůrka, 10. rozváděcí deska, 11. pružina, 12. nastavitelný šroub, P = výtlač, S = sání [7]

### 3.3.3. Pístové hydrogenerátory

Pístové hydrogenerátory se mohou konstruovat s konstantním i proměnlivým geometrickým objemem. Jsou nejpoužívanějšími hydrogenerátory v oblasti pohonů hydraulických lisů. Dělí se na radiální a axiální [1].

U radiálních hydrogenerátorů (obr. 3.9a) jsou osy pístu vzhledem k ose otáčení kolmé nebo skloněné o úhel větší než 45°. Mohou být s vnějším nebo vnitřním rozvedem kapaliny. Regulace proudu nebo tlaku kapaliny se provádí změnou výstřednosti desky [1].

U axiálních hydrogenerátorů (obr. 3.9b) jsou osy pístů rovnoběžné s osou otáčení nebo skloněné pod úhlem menším než 45°. Konstruuji se s rotující nebo nehybnou šikmou deskou. Regulace proudu nebo tlaku kapaliny se provádí sklonem opěrné desky. Výhodou hydrogenerátorů s rotujícími písty je, že se dají velmi přesně vyrobit, což dovoluje dosáhnout tlaků do 50 MPa při dobré objemové účinnosti 95 až 98 % [1].

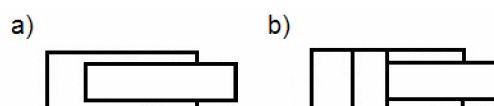


Obr. 3.9 Schéma pístových hydrogenerátorů: a) radiální, b) axiální [1]

Dále existují také hydrogenerátory šroubové, ty jsou ale v pohonech tvářecích strojů používány minimálně. Dosahují tlaků až 25 MPa a výhodou je, že dodávají rovnoměrné množství kapaliny. Malé rozšíření je ovšem způsobeno jejich výrobními obtížemi [1].

### 3.4. Hydromotory

Hydromotor (obr. 3.10) je definován jako hydraulický prvek, určený k převodu energie ze sloupce kapaliny na pevné části. U lisů se používá hydromotor s přímočarým pohybem. Skládá se z válce a pístu. Nejběžnější uspořádání je s plunžrem nebo s diferenciálním pístem [1].



Obr. 3.10 Schéma hydromotoru: a) plunžrový, b) s diferenciálním pístem [1]



Uspořádání s plunžrem se vyznačuje jednou činnou plochou pístu s jedním stupněm rychlosti. Nejčastěji se používají pro zpětný zdvih lisovací desky, nevýhodou je značná stavební délka. Píst s jednostrannou (diferenciální) pístnicí se vyznačuje tím, že má dvě činné plochy, takže se využívá pro lisovací i zpětný pohyb [1]. Píst se konstruuje jako dvoudílný, výjimečně jako jeden kus u malého poměru průměrů pístnice a válce. Plunžry se provádí jako pístní tyče, pro velké průměry jsou odlehčené [3].

Válce dělíme podle konstrukčního uspořádání na otevřené a uzavřené. U otevřeného válce je dno vytvořeno jako samostatný díl a spojeno šrouby. Výhodou je snadná obrobitelnost vnitřní části. Používá se pro menší průměry, protože při větším průměru válce je obtížné provést spojení šrouby. U uzavřeného válce tvoří dno s válcem jeden celek. K výrobě válců se používá odlitků, výkovků nebo silnostěnných trubek [3].

### 3.5. Akumulátory tlakové energie

Akumulátor se definuje jako zásobník kapaliny pod tlakem vyšším než atmosférickým, sloužící převážně k akumulaci tlakové energie. Pro lisy je důležité, aby byla možnost krátkodobě zvýšit odběr kapaliny. Proto je hlavním úkolem nahromadění jistého množství energie, která se může v potřebném okamžiku odebrat [1]. Pohon tak nemusí být dimenzován na tuto špičku výkonu a nemusí pak být po většinu pracovního cyklu využíván hluboko pod svůj jmenovitý výkon [4]. Akumulátory se také mohou používat k doplňování objemových ztrát, k pohlcování přebytečné energie v hydraulickém obvodu nebo také k tlumení hydraulických rázů. Tyto funkce v mnoha případech probíhají současně. V případech, kdy je potřeba napojit více hydromotorů jednoho lisu, nebo více lisů na společný centrální zdroj tlakové energie, slouží akumulátor k vyrovnávání nerovnoměrností při odběru kapaliny [1].

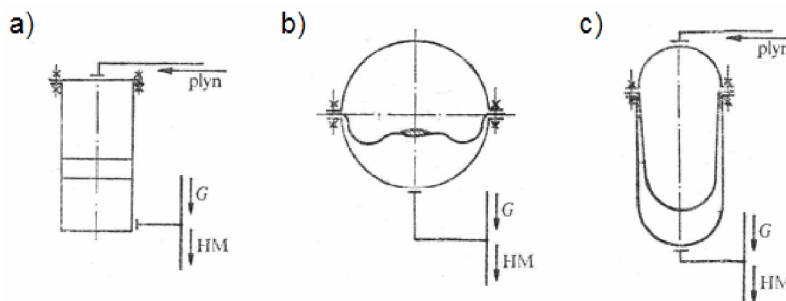
Akumulátory můžeme rozdělit podle výše tlaku na nízkotlaké a vysokotlaké. Dále podle konstrukčního provedení na plynový, setrvačnickový, závažový a pružinový [1].

#### 3.5.1. Plynový akumulátor

Plynový akumulátor je u hydraulických lisů nejpoužívanější. Je to tlaková nádoba nebo soustava tlakových nádob, které jsou naplněny zčásti tlakovou kapalinou a zčásti plynem. Podle konstrukce je možné akumulátory rozdělit na akumulátory s přímým nebo nepřímým stykem kapaliny a plynu [1].

- Akumulátor s přímým stykem je u lisů nejrozšířenější. Používá se u větších objemů kapaliny (500 l). Jako plyn se používá vzduch nebo dusík. Vzduch se používá, když je pracovní kapalinou voda nebo emulze. Dusík se používá, když je pracovní kapalinou olej nebo když je menší akumulátor. Nevýhoda přímého styku plynu s kapalinou je, že kapalina při zvětšujícím se tlaku a kolísání hladiny plyn pohlcuje [2].
- Akumulátor s nepřímým stykem má výhodu v tom, že nedochází k pohlcování plynu kapalinou. Oddělení kapaliny od plynu se může uskutečnit pístem (plunžrem) nebo pružnou stěnou (vak, membrána). Akumulátor s utěsněným pístem (*obr. 3.11a*) se používá, když je pracovní kapalinou olej do objemu 500 l a provozní tlak nepřesáhne hodnotu 20 MPa. Nevýhodou je nutnost dosažení vysoké těsnosti současně s nízkými pasivními odpory při pohybu pístu. Akumulátory s utěsněnou pružnou stěnou se často využívají v pomocných a ovládacích hydraulických obvodech. Pružná stěna může být konstruována jako membrána (*obr. 3.11b*) nebo jako pryžový vak (*obr. 3.11c*). Akumulátory s vakem se používají pro malé objemy kapaliny a provozní tlaky do

20 MPa. Výhodou jsou nižší nároky na opracování vnitřního pláště, dlouhá životnost a možnost použití různé kapaliny, bez ohledu na plynovou náplň [1].



Obr. 3.11 Schéma plynového akumulátoru: a) s utěsněným pístem, b) s membránou, c) s pryžovým vakem, G = generátor, HM = hydromotor [1]

### 3.5.2. Setrvačnickový, závažový a pružinový akumulátor

Tyto typy akumulátorů se u hydraulických lisů již nepoužívají, protože u nich převažují jejich nevýhody. Setrvačnickový akumulátor je pouze pro krátkodobé přetížení pohonu. Závažový akumulátor má velké rozměry, zatěžuje základy a vyvolává hydraulické rázy při náhlém zastavení lisu [1]. Pružinový akumulátor se používá zřídka a jen jako pomocné zařízení v nízkotlaké části do 2,5 MPa. Při odběru kapaliny je jeho tlak závislý na charakteristice pružiny [2].

### 3.6. Multiplikátory

Multiplikátory (obr. 4.3) jsou používány v pohonech hydraulických lisů pro zvýšení tlaku pracovní kapaliny v obvodu lisu. Z konstrukčního hlediska může být hydraulický nebo mechanický. Hydraulický multiplikátor sestává z dvou válců různých průměrů, kdy hydraulicky vyvozená síla působí na válec většího průměru. Mechanický multiplikátor je v provedení jednoplnžrového generátoru, který vyvozuje sílu pomocí klikového mechanismu. S využitím multiplikátorů je možno dosahovat tlaků pracovní kapaliny od 40 do 120 MPa [2].

### 3.7. Ventily

Ventily můžeme rozdělit podle daného použití na ventily pro řízení tlaku, směru toku nebo proudu kapaliny. K řízení tlaku se používají pojistné ventily, které slouží k ochraně obvodu proti přetížení. Přepouštěcí ventily, které trvale přepouští určité množství kapaliny zpět do nádrže a ventily redukční, které slouží ke snížení pracovního tlaku. K řízení směru toku se používá zpětný (blokovací, usměrňovací) ventil, který zaručuje tok kapaliny v jednom směru. Dále se pro řízení proudu používá škrtící ventil, který pracuje s konstantním nebo proměnným odporem [1].

### 3.8. Rozvaděče

Rozvaděče jsou definovány jako prvky nebo zařízení určené k rozvádění kapaliny a hrazení proudu. Rozdělují se podle počtu přívodů na dvou, tří, čtyř a vícecestné. Podle počtu poloh na dvou, tří a vícepolohové a podle způsobu ovládání na mechanické, hydraulické, elektrické aj. Dále se rozdělují podle funkčního provedení na šoupátkové a ventilové. Šoupátkové rozvaděče s přímočarým pohybem se používají v obvodech s nižšími tlaky. Pro vyšší tlaky a velké proudy se používají rozvaděče ventilové [1].



### 3.9. Pracovní kapalina

Pracovní kapalina má za úkol realizovat přenos tlakové energie mezi hnacím a hnaným členem hydraulického obvodu, tj. mezi generátorem a hydromotorem. Dále má také za úkol mazáním třecích ploch pohyblivých součástí snižovat odpor proti pohybu a zvyšovat proudovou účinnost systému. Kapalina musí být odolná vůči mechanickému, tepelnému a chemickému namáhání, kterému je vystavována během provozu [1].

Pro přímí a kombinovaný pohon lisů se běžně používá hydraulických olejů [12]. Mají dobré mazací vlastnosti, chrání proti korozi a dobře těsní [1]. Díky tomu lze použít rychloběžných pístových čerpadel a šoupátkových rozvodů [2]. Nevýhodou je špatná charakteristika viskozity v závislosti na teplotě [1].

Pro centrální akumulátorové pohony se používá vodní emulze (HFA kapalina) [12]. Emulzní kapaliny spojují hlavní přednosti vody, tj. nehořlavost, nízkou cenu a dostupnost [2]. Nevýhodou jsou tlakové rázy (zpříčiněno specifickými vlastnostmi vody), které vznikají v propojovacím potrubí, je-li vzdálenost akustanice od lisů příliš dlouhá [12].

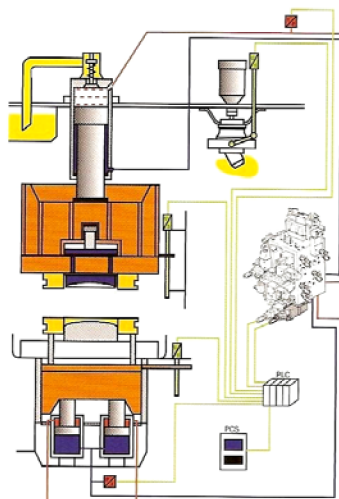
### 3.10. Pomocná zařízení

Mezi pomocná zařízení můžeme zařadit přidržovače a vyražeče.

- **Přidržovače**

Přidržovače se používají u vícečinných tažných lisů, kde se díky přidržování okrajů výtažku během tahu zabraňuje jejich zvlnění. Podle umístění můžeme přidržovače rozdělit na horní a spodní.


Horní přidržovač může být proveden jako přidržovací beran [6] (viz. kapitola 3.2.) nebo může být zabudován uvnitř beranu a poháněn prostředním válcem lisu. Tento přidržovač může sloužit i jako vyražeč (vyhazovač) [11]. Spodní přidržovače (obr. 3.12) jsou umístěny ve stojanu lisu pod deskou stolu a lze je použít i jako vyražeče [13].



Obr. 3.12 Princip funkce a řízení hydraulického lisu fy Müller Weingarten se spodním přidržovačem a horním vyražečem [6]

- **Vyražeče**

Vyražeče se používají pro vyjímání výlisku z nástroje. Podle způsobu ovládání dnes převládají vyražeče hydraulické, protože je potřeba docílit velkých vyražecích sil [3]. Podle umístění můžeme vyražeče rozdělit na horní a spodní.

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 22
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

Horní vyražeč (*obr. 3.12*) je umístěn v beranu lisu a slouží k vyražení výlisku z horní části nástroje. Spodní vyražeč (*obr. 3.5*) je umístěn ve stojanu lisu pod deskou stolu a slouží k vyražení výlisku z dolní části nástroje [13].

Dalšími součástmi hydraulických lisů jsou např. čističe a chladiče kapaliny, těsnění, nádrže aj.

#### **4. ROZDĚLENÍ HYDRAULICKÝCH LISŮ**

Hydraulické lisy je možno rozdělit podle různých hledisek. Nejčastější je rozdělení podle charakteristických znaků konstrukčního provedení nebo podle oblasti technologického využití [1].

##### **4.1. Rozdělení dle konstrukčního provedení**

Z hlediska konstrukčního provedení můžeme lisy rozdělit dle konstrukce, uspořádání lisu, zdroje tlakové energie, uspořádání pohonu a počtu hlavních součástí.

###### **4.1.1. Rozdělení dle konstrukce**

Podle konstrukce můžeme lisy rozdělit na stojanové, rámové, sloupové a skříňové, viz. kapitola 3.1.

###### **4.1.2. Rozdělení dle uspořádání lisu**

Podle uspořádání můžeme lisy rozdělit na svislé, vodorovné a kombinované.

- **Svislé uspořádání**

Svislé uspořádání je pro hydraulické lisy nejtypičtější. Podle umístění pracovního válce se může dále rozdělit na lisy pracující horním nebo dolním tlakem, kdy jsou válce uloženy v horní nebo dolní části rámu. Nejčastější provedení je s válcem uloženým v horním příčniku lisu [3]. Válce uložené v dolním příčniku se používají nejčastěji u dolnotlakých (dolůtažných) kovací lisů pro volné kování [13]. Výhodou je nízko položené těžiště, které zvyšuje stabilitu lisu a tím dovozuje kovat vysokou rychlostí [1].

- **Vodorovné uspořádání**

Typickým představitelem vodorovného uspořádání jsou vytlačovací a vstříkovací lisy (na plasty) sloupové konstrukce [3].

- **Kombinované uspořádání**

Kombinuje konstrukci se svislým i vodorovným uspořádáním současně. Hlavním představitelem jsou paketovací lisy a tlakové lici stroje [3].

###### **4.1.3. Rozdělení dle zdroje tlakové energie**

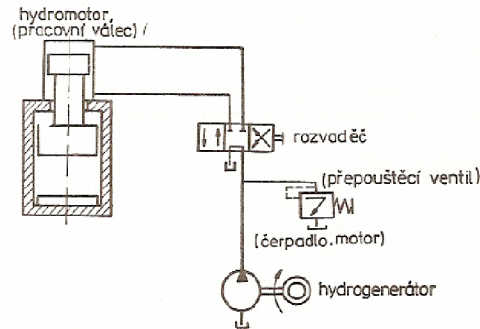
Základní směrnici pro výběr určitého druhu pohonu (zdroje tlakové energie) je pracovní režim lisu, který odpovídá dané technologii tváření [2]. Veškeré technologie tváření jsou zahrnuty ve skupinách tvářecích operací, které jsou dále rozděleny v kategoriích A až F. Zdroje tlakové energie dělíme na tři základní skupiny [1].

- **S přímým pohonem**

U přímého (čerpadlového) pohonu (*obr. 4.1*) jde o sériové nebo sérioparalelní řazení hydraulických prvků s hydrostatickým generátorem. Díky úspěšnému vývoji rychloběžných vysokotlakých generátorů nachází stále větší uplatnění. Rozšiřování



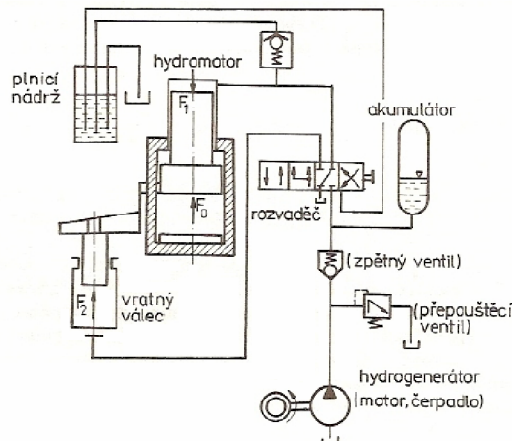
probíhá u přímého olejového pohonu do velikosti jmenovité síly lisu až 20 MN [2]. Výhodou jsou nižší pořizovací náklady (menší půdorysná plocha) a vyšší účinnost 60 až 80 % v porovnání s nepřímým pohonem. Nejsou vhodné pro lisy pracující vysokými rychlostmi, protože vychází příliš velký výkon čerpadel [3]. Dimenzují se na maximální výkon lisu [13].



Obr. 4.1 Schéma přímého pohonu lisu [4]

- **S nepřímým pohonem**

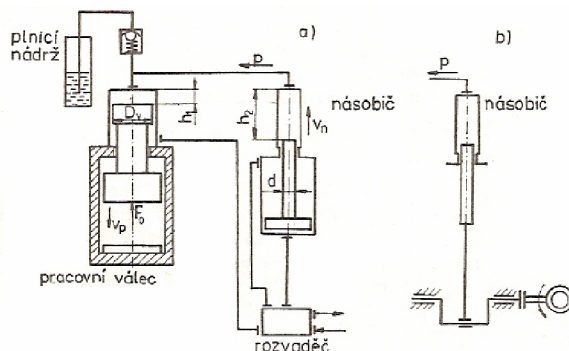
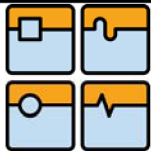
U nepřímého (akumulátorového) pohonu (obr. 4.2) jde o sériové nebo sérioparalelní řazení hydraulických prvků s hydrostatickým generátorem a plynovým akumulátorem. Akumulátorový pohon nachází uplatnění při lisování vysokými rychlostmi nebo u pomaloběžných lisů s velkou jmenovitou silou nad 40 MN [2]. Výhodou je dosažení vysoké lisovací rychlosti v krátkém časovém úseku [3]. Dimenzují se na průměrnou spotřebu poháněného lisu [13].



Obr. 4.2 Schéma nepřímého pohonu lisu [4]

- **S kombinovaným pohonem**

U kombinovaných pohonů jde o kombinaci různých zdrojů tlakové energie. Nejčastěji jde o kombinace např. dvou generátorů, multiplikátoru a generátoru (obr. 4.3) nebo multiplikátoru, akumulátoru a generátoru. Např. pro lisy o velkých jmenovitých silách se používá pohon s multiplikátorem. Moderním řešením je použití mechanického multiplikátoru, který se používá u kovacích lisů pro jmenovité síly 10 až 15 MN. Jeho výhodou je, že dovede bez manipulace s rozvody pracovat s poměrně velkými počty zdvihů [2].



Obr. 4.3 Schéma kombinovaného pohonu lisu: a) s hydraulickým multiplikátorem, b) s mechanickým multiplikátorem [4]

#### 4.1.4. Rozdělení dle uspořádání pohonu

Podle uspořádání pohonu můžeme lisy rozdělit na lisy s vlastním nebo centrálním pohonem.

- **S vlastním pohonem**

Lisy s vlastním (jednotkovým) pohonem tvoří samostatnou pracovní jednotku. To je výhodné zvláště, dojde-li k poruše pohonu (není přerušen chod ostatních lisů). Pohon lze instalovat dle potřeby bez ohledu na rozvod tlakové kapaliny. Pořizovací náklady jsou ve srovnání s centrálním pohonem vyšší [3]. Podle velikosti lze pohon umístit na stojan lisu nebo mimo zařízení. Používá se nejčastěji pro plošné tváření, vytlačování, rovnání a paktování [13].

- **Se společným pohonem**

Lisy se společným (centrálním) pohonem netvoří samostatnou pracovní jednotku, takže je při poruše zastaven celý provoz. Při nerovnoměrném zatížení pohonu je jeho provoz málo hospodárný. Nevýhodou dlouhých rozvodů kapaliny jsou zvýšené tlakové ztráty a nebezpečí hydraulického rázu při náhlém zastavení odběru [3]. Používají se hlavně ve spojení s akumulátorem u lisů pro volné kování [13].

#### 4.1.5. Rozdělení dle počtu hlavních pracovních částí

Podle počtu hlavních pracovních částí můžeme lisy rozdělit na jednočinné, dvojčinné a trojčinné.

- Jednočinný lis je lis s jedním beranem, např. tažným.
- Dvojčinný lis může být s tažným a přidržovacím beranem nebo pouze s tažným beranem a spodním přidržovačem.
- Trojčinný lis je lis s tažným a přidržovacím beranem a se spodním přidržovačem.

Při mechanickém spojení vnitřního a vnějšího beranu lisu vznikne lis jednočinný, jehož tvářecí síla je rovna součtu sil obou beranů [5].

Dále můžeme při konstrukčním provedení rozlišit způsob, kterým se lis ovládá, tj. na ovládání ruční, nožní a strojní, které může být dálkové, poloautomatické nebo automatické [3].





## 4.2. Rozdělení dle technologického využití

Z důvodu širokého rozsahu technologického využití lisů si podrobněji popíšeme hydraulické lisy určené pro plošné a objemové tváření kovových materiálů. Dále si představíme konkrétní typy hydraulických lisů od předních světových výrobců (Schuler, Dieffenbacher, ŽĐAS, AP&T aj.).

### 4.2.1. Kovací lisy

Kovací lisy lze z technologického hlediska rozlišit na kovací lisy pro volné nebo zápusťkové kování.

- **Lisy pro volné kování**

Volné kování patří mezi nejprogressivnější metody výroby polotovarů v těžkém průmyslu. Používá se pro výkovky (z ocelí, nezelezných kovů) s kulatým i n-hranatým průřezem, dále pro výkovky tvaru kroužků, kotoučů aj. běžnými kovacími operacemi, jako jsou např. pěchování, děrování nebo volné kování. Ve spojení s kovacími kolejovými manipulátory tvoří integrovaný kovací soubor [13].

Podle umístění pracovního válce se vyrábějí v hornotlakém nebo dolůtažném provedení se sloupovou nebo uzavřenou rámovou konstrukcí. Hornotlaké lisy se vyznačují mělkým základem a velkou výškou nad podlahou. Výhodou je snadná přístupnost k válcům a veškerým pohyblivým dílům. Dolůtažné lisy se naopak vyznačují hlubokým základem a malou výškou nad podlahou. Při případné poruše je pracovní kapalina zachycena do záchytných jímek a nehrozí nebezpečí požáru při syku kapaliny s horkým výkovkem jako u hornotlakého provedení. Nevýhodou je horší přístupnost k válcům a veškerým pohyblivým dílům, které jsou umístěny pod podlahou [13].

Tab. 4.1 Přehledová tabulka lisů pro volné kování

Název	Typ	Výrobce	Jmenovitá síla
Dolůtažný kovací lis	CKW	TS Plzeň	8000-70000 kN
Hornotlaký kovací lis	CKV	TS Plzeň	6150-120000 kN
Dolůtažný kovací lis	CKW	ŽĐAS	6300-80000 kN
Hornotlaký kovací lis	CKV	ŽĐAS	6300-120000 kN
Hornotlaký kovací lis	CKVX	ŽĐAS	6300-75000 kN
Hornotlaký kovací lis	CKVO	ŽĐAS	5000-15000 kN
Dolůtažný kovací lis	CKZW	ŽĐAS	56000 kN
Hornotlaký kovací lis	SH	RAVNE PRESSES	5000-50000 kN
Předkovací lis	VPE	Lasco	4000-20000 kN
Kovací lis	VP	Lasco	800-16000 kN
Předkovací lis	VPA	Lasco	2500 kN
Předkovací a pěchovací lis	FSSM	LOIRE SAFE	5000-12000 kN
Kovací lis	FSSM	LOIRE SAFE	15000-25000 kN
Hornotlaký kovací lis	PO/4C/HF	Mossini	31500 kN

- **CKW**

Kovací lisy CKW (obr. 4.4) od fy ŽĐAS (popř. TS Plzeň) jsou určeny pro všechny operace volného kování. Jsou dolůtažného provedení s dvousloupovou konstrukcí. Lisovací válce plunžrového typu jsou umístěny v nepohyblivé střední traverze a působí na spodní příčník pohyblivého rámu směrem dolů tak, že je horní kovádko do materiálu

taženo [13]. Vedení pohyblivého rám lisu (spodní a horní traverza se sloupy) je provedeno pomocí nastavitelného plochého vedení ve střední nepohyblivé traverze. Spodní kovadlo je umístěno na podélně posuvném kovací stole, který zajišťuje rychlovýměnu spodních kovadel [15]. Lis je standardně poháněn přímým olejovým pohonem, který je umístěn pod podlahou haly [13].



Obr. 4.4 Kovací soubor s lisem CKW 6300 a kolejovým manipulátorem QK 80 [13]

- **Lisy pro zápustkové kování**

Zápustkové kovací lisy jsou určeny pro kování méně členitých výkovků v zápustkách. Dále se mohou použít pro ostříhování, děrování a kalibrování výkovků. Lisy bývají svislé uzavřené konstrukce s přímým pohonem [4].

Tab. 4.2 Přehledová tabulka lisů pro zápustkové kování a kalibrování výkovků

Název	Typ	Výrobce	Jmenovitá síla
Zápustkový kovací a kalibrovací lis	CKZ	TS Plzeň	6300-80000 kN
Zápustkový kovací a ostříhovací lis	MH	Schuler	5000-100000 kN
Zápustkový kovací lis	PO/2M/HF	Mossini	16000 kN
Zápustkový kovací lis	ISS	WETORI	4000-20000 kN
Kalibrovací lis	KP	Lasco	4000-20000 kN
Kalibrovací lis pro kalibrování za tepla	FSSM	LOIRE SAFE	12000 kN
Kalibrovací lis pro kalibrování za studena	FSSM	LOIRE SAFE	20000 kN

- **MH**

Lisy série MH od fy Schuler jsou určeny pro objemové tváření za tepla. Používají se pro předkování, zápustkové kování, děrování (blan) nebo ostříhování (výroků) výkovků kol železničních vagónů a lokomotiv. Může být použit samostatně nebo v automatizovaných linkách (obr. 4.5) s robotickými manipulátory. Lisy série MH jsou svislé uzavřené konstrukce s přímým olejovým pohonem, který je umístěn na stojanu lisu [18].



Obr. 4.5 Kovací linka s lisy MH na kování disků hliníkových kol [18]

#### 4.2.2. Vytlačovací lisy

Vytlačovací lisy se používají pro výrobu trubek, tyčí, plných i dutých profilů a drátů vytlačováním za tepla. Tyče a profily jsou vytlačovány z plných bloků, trubky a duté profily z dutých bloků. Konstrukční provedení se liší podle toho, zda se jedná o lisy pro vytlačování ocelí nebo neželezných kovů (Al, Cu a slitiny) [1]. Nejčastější provedení je vodorovné, sloupové konstrukce s akumulátorovým nebo přímým pohonem [4].

Tab. 4.3 Přehledová tabulka vytlačovacích lisů

Název	Typ	Výrobce	Jmenovitá síla
Vytlačovací lisy pro vytlačování trubek a profilů	CXT	TS Plzeň	6300-31050 kN
Vytlačovací lisy pro vytlačování tyčí, profilů a drátů	CXP	TS Plzeň	8670-31300 kN
Vytlačovací lis	VPA	Lasco	2500-20000 kN
Vytlačovací lis	VPZ	Lasco	2500-20000 kN

##### ▪ CXP

Vytlačovací lisy řady CXP (obr. 4.6) od fy TS Plzeň se používají k vytlačování tyčí, profilů a drátů z neželezných kovů za tepla. Lisy jsou vodorovné sloupové konstrukce, která s předepnutými sloupy a traverzami tvoří uzavřený tuhý rám [15]. Sloupová konstrukce je dále zabudována na základním rámu, který obsahuje vodící plochy pro plunžrovou traverzu a pohyblivý kontejner s indukčním vytápěním [5]. Lisy jsou poháněny přímým pohonem s olejovými vysokotlakými čerpadly [15].



Obr. 4.6 Vytlačovací lis CXP 3000 [15]

### 4.2.3. Protlačovací lisy

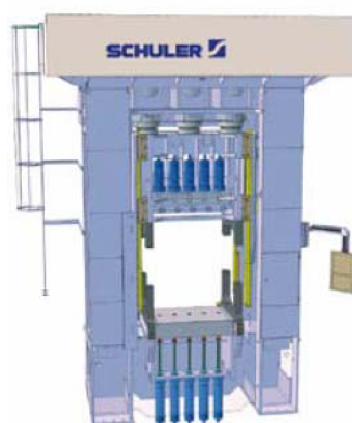
Protlačovací lisy se používají pro výrobu součástí přesných rozměrů a velkých délek (osazované hřídele, torzní tyče, ventily spalovacích motorů aj.) protlačováním za studena. Dále je lze použít i k výrobě nástrojů (vrtáků, výstružníků, fréz aj.) a trubkových oblouků protlačováním za tepla nebo pro lisování součástí z kovových prášků [1].

Tab. 4.4 Přehledová tabulka protlačovacích lisů

Název	Typ	Výrobce	Jmenovitá síla
Protlačovací lis k protlačování za studena	KFP	Lasco	2500-1500 kN
Protlačovací lis k protlačování za tepla	CXT	ŽĐAS	1200 kN
Protlačovací lis k protlačování za studena	MH	Schuler	3150-40000 kN
Protlačovací lis k protlačování za studena	ISS	WETORI	4000-20000 kN

#### ▪ MH

Lisy série MH (obr. 4.7) od fy Schuler se používají k protlačování dlouhých hřídelů a ventilů za studena. Jsou konstruovány jako jedno nebo vícepozicové lisy s integrovaným transferem. Lisy série MH jsou svislé uzavřené konstrukce s přímým olejovým pohonem, který je umístěn na stojanu lisu [18].



Obr. 4.7 Protlačovací lis MH 2500 [18]

### 4.2.4. Protahovací lisy

Protahovací lisy slouží k protahování součástí přes kroužky nebo kladky protahovacím trnem za studena [4]. Mohou být svislé nebo vodorovné rámové konstrukce s přímým olejovým pohonem [18]. Některé typy jsou také konstruovány jako dvoupozicové lisy, které jsou určeny pro děrování a protahování dutých rotačních těles za tepla. Tyto lisy jsou svislé rámové konstrukce s centrálním pohonem z akustanice [13].

Tab. 4.5 Přehledová tabulka protahovacích lisů

Název	Typ	Výrobce	Jmenovitá síla
Vertikální protahovací lis	MH	Schuler	2500-16000 kN
Horizontální protahovací lis	MHS	Schuler	630-16000 kN
Protahovací lis na plynové lahve	MH	Schuler	8000-19000 kN
Pěchovací, děrovací a protahovací postupový lis	TYH	ŽĐAS	3150/6300/2000 kN
Děrovací a protahovací dvoupozicový lis	CKQ	ŽĐAS	10000/3350 kN
Protahovací lis	VPZ	Lasco	2500-20000 kN



#### ▪ **MHS**

Lisy série MHS (*obr. 4.8*) od fy Schuler se používají k protahování tlakových lahví, dlouhých dutých hřídelů nebo válců automobilových tlumičů za studena. Tento protlačovací lis může protlačovat výrobky s téměř neomezenou délkou. Díky použití dvoukomorových nástrojů se vyznačuje vysokou produktivitou. Kombinuje hluboké tažení a protahování v jednom tvářecím pochodu. Polotovary se vyznačují velmi přesnými rozměry a tvary s dobrou jakostí povrchu. Lis je vodorovné uzavřené konstrukce s olejovým pohonem [18].



*Obr. 4.8 Protahovací lis MHS 1000/1000 [18]*

#### **4.2.5. Razicí lisy**

Razicí (vtlačovací) lisy se nejčastěji používají pro výrobu desek výměníků tepla oboustranným vtlačováním mělkých reliéfů do korozivzdorných plechů za studena [10]. Dále se používají pro výrobu dutin ve formách a zápustkách nebo pro jiné přesné lisařské práce, které vyžadují velké lisovací síly, tj. ražení mincí a medailí [1]. Lisy bývají robustní svislé konstrukce s akumulátorovým pohonem [10].

*Tab. 4.6 Přehledová tabulka razicích lisů*

Název	Typ	Výrobce	Jmenovitá síla
Razicí lis pro desky tepelných výměníků	LMB	AP&T	1600-160000 kN
Razicí lis pro desky tepelných výměníků	SH	Schuler	40000-250000 kN
Razicí lis pro desky tepelných výměníků	PHS	BLISS	60000 kN
Razicí lis pro desky tepelných výměníků	X-Tech	Dieffenbacher	200000 kN
Razicí lis pro desky tepelných výměníků	PO/2M/PHE	Mossini	50000-100000 kN
Razicí lis	H4SP	EXSNER	800-6300 kN
Razicí lis	CZR	TS Plzeň	2000-39200 kN
Razicí lis	TSP	Lasco	3150-16000 kN

#### ▪ **X-TECH**

Razicí lisy X-TECH (*obr. 4.9*) od fy Dieffenbacher se používají pro výrobu desek výměníků tepla do energetického průmyslu. Vtlačování reliéfů probíhá vysokou lisovací silou a vyznačuje se vysokou přesností. Lis je svislé konstrukce, která se skládá z osmi rámců, které jsou složeny ze silných plechových plátů. Tyto rámy jsou napříč propojeny a předepruty spojovacími tyčemi. Lis se dodává s akumulátorovým pohonem, který je umístěn vedle stojanu lisu [10].



Obr. 4.9 Razicí lis X-TECH 2000 [10]

#### 4.2.6. Rovnací a napínací lisy

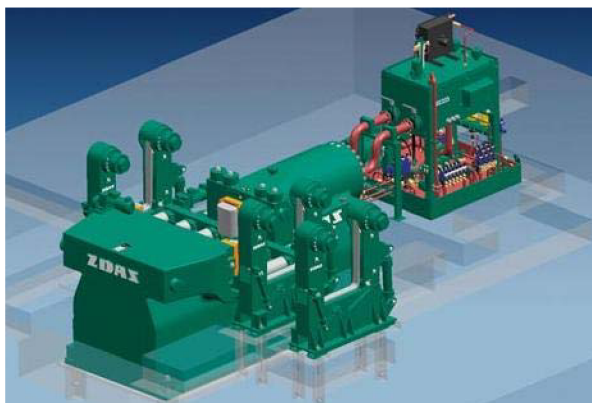
Rovnáací lisy se používají k rovnání odlitků, svařenců, výkovků, plechů a tyčových polotovaru za tepla nebo za studena [4]. Jsou svislé portálové nebo vodorovné rámové konstrukce s přímým olejovým pohonem [13]. Napínací lis slouží k rovnání tyčí, pásů a profilů, které jsou vyrobeny na vytačovací lisech a poté rovnány jejich napínáním. Jsou vodorovné konstrukce se svařovaným rámovým ložem a přímým olejovým pohonem [5].

Tab. 4.7 Přehledová tabulka rovnacích a napínacích lisů

Název	Typ	Výrobce	Jmenovitá síla
Rovnáací portálový lis	CDN	ŽĐAS	4000 kN
Rovnáací lis na tyčový materiál	CDT	ŽĐAS	10000 kN
Napínací lis k rovnání tyčí a profilů	CTT	TS Plzeň	100-4000 kN
Rovnáací portálový lis	PHR	BLISS	30000 kN
Rovnáací lis	PHC	BLISS	3500 kN

##### ▪ CDT

Rovnáací lis CDT (obr. 4.10) od fy ŽĐAS se používá k rovnání kruhových a čtyřhranných profilů za studena. Lis je vodorovná konstrukce, která se skládá z rámu a pracovního válce. Naproti válci jsou umístěny stavitelné opěrky o které se rovnáací profil opírá. Posuv a natáčení polotovaru zajišťují válečkové dopravníky a dvojice řetězových manipulátorů. Lis se dodává s přímým olejovým pohonem, který je umístěn mimo lis [13].



Obr. 4.10 Rovnáací lis CDT 1000 [13]



#### 4.2.7. Tažné lisy

Tažné lisy můžeme rozdělit na jednočinné a vícečinné lisy [4]. Jako jednočinné tažné lisy dodávají výrobci standardní typové lisy (Dieffenbacher: IMPRESS, Schuler: SH), které je možné použít pro tažení, děrování, ostříhování a ohýbání. Tyto typy lisů mohou být vybaveny vyražeči a tlumiči stříhů. Jako vícečinné hlubokotažné lisy bývají použity většinou jejich modifikace, které jsou doplněné zejména o spodní přídržovače, popř. i přídržovací beran. Obecně jsou tažné lisy svislé konstrukce s uzavřeným rámem a přímým olejovým pohonem. Mohou být použity samostatně nebo v automatizovaných linkách [10, 18], které jsou vzájemně propojeny roboty, speedbary nebo podavači s výkyvnými rameny [18].

Tab. 4.8 Přehledová tabulka tažných lisů

Název	Typ	Výrobce	Jmenovitá síla
Tažný, vystřihovací a děrovací lis	CTH	ŽĐAS	2500-10000 kN
Tažný a vystřihovací lis	SA	RAVNE PRESSES	500-2500 kN
Tažný a vystřihovací lis	DZP	Neff pressen	1000 kN
Tažný a vystřihovací lis	ODEN WP	AP&T	1000-31500 kN
Tažný a vystřihovací lis	ODEN F	AP&T	1000-12500 kN
Tažný a vystřihovací lis	ZL	AP&T	2000-6300 kN
Tažný lis	SH	Schuler	1600-16000 kN
Tažný, vystřihovací a děrovací lis	PHS	BLISS	1000-12000 kN
Tažný lis	PHDm	BLISS	1000-12000 kN
Tažný a vystřihovací lis	EDIMR	LOIRE SAFE	4000-15000 kN
Tažný, vystřihovací a děrovací lis	IMPRESS	Dieffenbacher	1600-16000 kN
Tažný a vystřihovací lis	PO/2M	Mossini	1000-35000 kN

Tab. 4.9 Přehledová tabulka hlubokotažných lisů

Název	Typ	Výrobce	Jmenovitá síla
Hlubokotažný karosářský lis	CTUA	ŽĐAS	25000 kN
Hlubokotažný lis	DZP	Neff pressen	4000-6300 kN
Hlubokotažný lis	TZP	Lasco	3150-16000 kN
Hlubokotažný lis	LPS	AP&T	1250-6300 kN
Karosářský lis	ZF	AP&T	6300-25000 kN
Hlubokotažný lis	SH	Schuler	1600-16000 kN
Hlavový lis	-	Schuler	10000-35000 kN
Hlubokotažný lis na kyslíkové lahve	PHDC	BLISS	4500 kN
Hlubokotažný lis	EDIMR	LOIRE SAFE	4000-90000 kN
Hlubokotažný lis	ISD	WETORI	1000-20000 kN
Hlavový lis	DCF	Dieffenbacher	-
Hlubokotažný lis	IMPRESS	Dieffenbacher	10000 kN
Hlubokotažný lis	EX SB Z	EXSNER	100-16000 kN
Hlubokotažný lis	PO/2M/T	Mossini	6300-35000 kN

Hlubokotažné lisy slouží pro tažení menších a středně velkých součástí za pomoci přídržovače [11]. Pro výrobu velkorozměrných dílů, nejčastěji karoserií automobilů v automobilovém průmyslu slouží tzv. karosářské lisy, které jsou svislé uzavřené konstrukce s děleným rámem a akumulátorovým pohonem [13]. Dalšími typy hlubokotažných lisů jsou např. hlavové lisy pro tažení vysocepevnostních nerez ocelí, které slouží převážně k výrobě kuchyňských dřezů v automatizovaných linkách [10].

▪ **LSP**

Hlubokotažný lis LSP (*obr. 4.11*) od fy AP&T se používá k hlubokému tažení malých a středně velkých výtahků, převážně rotačního tvaru. Může být použit k hydromechanickému tažení pomocí přídavné hydromechanické jednotky HMU. Lis je svislé uzavřené konstrukce s přímým olejovým pohonem [11].



*Obr. 4.11 Hlubokotažný lis [11]*

Speciální variantou hlubokotažných lisů jsou hydromechanické tažné lisy. Tyto lisy využívají k tažení kapalinu, u které lze během tvářecí operace plynule regulovat její tlak. Oproti klasickým metodám je menší počet tahů a možnost tažení složitých výtahků. Mohou být bez úpravy použity s klasickými nástroji jako běžné hlubokotažné lisy [20].

*Tab. 4.10 Přehledová tabulka hydromechanických hlubokotažných lisů*

Název	Typ	Výrobce	Jmenovitá síla
Hydromechanický tažný lis	DZP	Neff pressen	6000kN
Hydromechanický tažný lis	HMD	AP&T	9200-40000kN
Hydromechanický tažný lis	EDIMR	LOIRE SAFE	15000-90000kN

#### 4.2.8. Slícovací a tuširovací lisy

Slícovací a tuširovací lisy slouží pro odzkoušení a úpravu nových tvářecích nástrojů.

• **Slícovací lisy**

Slícovací lisy slouží pro zkoušení a slícování (tupírování) nových nástrojů pro plošné tváření [23]. Bývají nejčastěji čtyř-sloupové konstrukce, kde sloupky slouží zároveň jako vedení beranu. Pohon bývá přímým olejovým čerpadlem.

*Tab. 4.11 Přehledová tabulka slícovacích lisů*

Název	Typ	Výrobce	Jmenovitá síla
Slícovací lis	4 SP	Neff pressen	1250-2000 kN
Slícovací lis	CYS	ŠMERAL	3200 kN
Sandardní slícovací lis	P	EXSNER	800-800 kN
Slícovací lis	PG	EXSNER	800-800 kN

▪ **PG**

Slícovací lis PG (*obr. 4.12*) od fy Exner Pressen slouží pro zkoušení a slícování nástrojů pro tažení, vystřihování a kombinované lisování. Vyznačují se přesným vedením a přesnou synchronizací beranu, která zajišťuje rovnoběžnost beranu s pracovním stolem





lisu při mimostředním zatížení. Lis je svislé sloupové konstrukce s přímým olejovým pohonem [23].



Obr. 4.12 Slicovací lis PG 150 [23]

- **Tuširovací lisy**

Tuširovací lisy slouží pro úpravu ploch nových tvářecích nástrojů, např. zaškrabováním nebo ručním zabrušováním. Bývají svislé konstrukce s vyjížděcím a naklápěcím stolem pro úpravu spodní části nástroje. Lisy jsou poháněny přímým olejovým pohonem [14].

Tab. 4.12 Přehledová tabulka tuširovacích lisů

Název	Typ	Výrobce	Jmenovitá síla
Tuširovací lis	ESSM	LOIRE SAFE	2000-5000 kN
Tuširovací lis	PO/2M/P	Mossini	1600-35000 kN
Tuširovací lis	IDS	WETORI	500-5000 kN

- **ESSM**

Tuširovací lisy ESSM (obr. 4.13) od fy LOIRE SAFE slouží pro úpravu nástrojů pro plošné tváření. Lis je vybaven vyjížděcím stolem, ve kterém je zabudován naklápěcí mechanismus. Ten umožňuje naklonění desky stolu se spodní částí nástroje do výhodnější polohy pro úpravu. Naklápěcí mechanismus je zabudován i v beranu, takže lze upravovat horní část nástroje i v jiné poloze než nad hlavou. Lisy jsou svislé sloupové konstrukce s přímým pohonem [14].



Obr. 4.13 Tuširovací lis ESSM 500 [14]

#### 4.2.9. Dílenské a montážní lisy

Dílenské a montážní lisy se používají pro běžné lisařské a montážní práce. Nacházejí využití v sériové, hromadné i kusové výrobě drobných součástí. Lze jimi stříhat, ohýbat, rovnat, táhnout, nýtovat, popř. i zapisovávat ložiska, čepy aj. Používá se převážně univerzálních lisů se stojanem tvaru C, které jsou opatřeny přímým olejovým pohonem [4].

Tab. 4.13 Přehledová tabulka dílenských a montážních lisů

Název	Typ	Výrobce	Jmenovitá síla
Montážní lis	T	Neff pressen	63-100 kN
Montážní lis	DPS	Neff pressen	629 kN
Univerzální lis	S	Neff pressen	400 kN
Univerzální lis	CYC	ŠMERAL	400 kN
Univerzální lis	EEX	EXSNER	50-4500 kN
Univerzální lis	PO/AC	Mossini	1000-4000 kN
Univerzální lis	CTC	ŽĐAS	2500-4000 kN
Univerzální lis	ISC	WETORI	500-2000 kN
Montážní lis	LSC	SV metal	60 kN
Vysokorychlostní montážní lis	HPE	HACO	800-110 kN
Vysokorychlostní montážní lis	KLH	HACO	350-500 kN

##### ▪ CTC

Univerzální lis CTC (*obr. 3.2*) od fy ŽĐAS se používá pro všechny běžné operace plošného i objemového tváření za tepla i za studena. Výhodou je přístupnost do pracovního prostoru ze tří stran, proto se hodí pro mechanické a údržbářské práce. Lis je svislé konstrukce se svařovaným stojanem tvaru C. Pohon je přímý olejový a je umístěn včetně nádrže na stojanu lisu [13].

#### 4.2.10. Lisy na zpracování kovového odpadu

Mezi lisy na zpracování kovového odpadu řadíme paketovací a briketovací lisy.

##### • Paketovací lisy

Paketovací lisy slouží pro zpracování drobného kovového odpadu z lisoven a lehkého objemného šrotu v podnicích pro úpravu odpadu [13]. Lis se skládá z lisovací skříňe, předlisu, dolisu, násypky, zvedacího víka a šoupátka. Konstruktivní uspořádání je kombinované, kde stojan lisu tvoří lisovací skříň, na které jsou upevněny zbylé mechanismy a komponenty. Pohon je přímý olejový [1].

Tab. 4.14 Přehledová tabulka paketovacích lisů

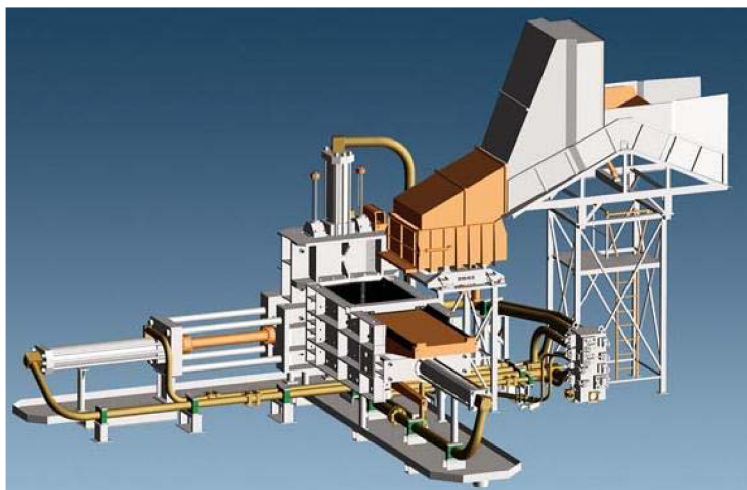
Název	Typ	Výrobce	Výkon
Mobilní paketovací lis na amortizační odpad	CPB	ŽĐAS	4100 kg/hod
Paketovací lis na amortizační odpad	CPB	ŽĐAS	10000-58000 kg/hod
Paketovací lis na kovový odpad z lisoven	CPS	ŽĐAS	12500-28000 kg/hod
Paketovací lis pro podniky na úpravu odpadu	CPS	ŽĐAS	58000-120000 kg/hod
Mobilní paketovací lis na lehký objemný odpad	CPM	ŽĐAS	dle výchozího mat.

##### ▪ CPS

Paketovací lis CPS (*obr. 4.14*) od fy ŽĐAS se používá na zpracování kovového odpadu z lisoven. Kovový odpad je dopraven do násypky dávkovacího zařízení, kde



je zvážen (z důvodu dodržení tolerance délky paketu) a poté postupně slisován ve třech nezávislých operacích do tvaru paketu. Vnitřní skříň lisu je obložena otěruvzdornými plechy s drážkami, které do sebe zapadají a tím zabraňují zapříčení drobných kusů odpadu. Konstrukční uspořádání lisu je kombinované s přímým olejovým pohonem [13].



Obr. 4.14 Paketovací lis CPS 320 [13]

- **Briketovací lisy**

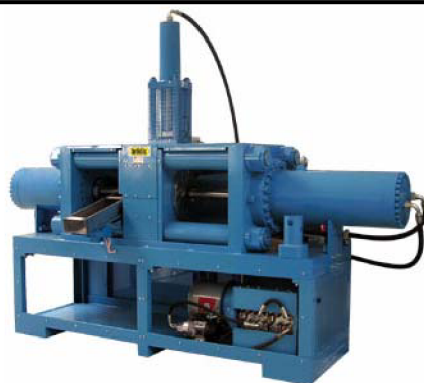
Briketovací lisy se používají pro zpracování (briketování) kovových i nekovových třísek a brusných kalů z obrobů výrobních podniků. Výhodou je několikanásobné zmenšení objemu a zplnohodnotnění materiálu pro případnou recyklaci (snížení propalu při tavně, zvýšení výkupní ceny aj.). Další výhodou je, že se při briketování z třísek oddělí a zachytí řezné kapaliny, které lze vyčistit a znovu použít. Lisy mají kombinované uspořádání konstrukce s přímým pohonem a lze je napojit pomocí šnekových dopravníků přímo k obráběcímu centru [17].

Tab. 4.15 Přehledová tabulka briketovacích lisů

Název	Typ	Výrobce	Výkon
Briketovací lis na barevné kovy	CM	Briklis	30-340 kg/hod
Briketovací lis na kovové třísky a brusné kaly	HLS	Briklis	100-800 kg/hod
Briketovací lis na ocel a šedou litinu	RAP	RUF	95-150 kg/hod
Briketovací lis na ocel a šedou litinu	RUF	RUF	130-3000 kg/hod
Briketovací lis na hliník	RAP	RUF	30-50 kg/hod
Briketovací lis na hliník	RB	RUF	60-1200 kg/hod
Briketovací lis na brusné kaly	RAP	RUF	dle výchozího mat.
Briketovací lis na brusné kaly	RB	RUF	dle výchozího mat.

- **HLS METAL**

Briketovací lisy HLS METAL (obr. 4.15) od fy Briklis slouží pro lisování třísek z obrábění ocelí, litin a barevných kovů, popř. i brusných kalů. Lisování třísek probíhá ve válcové raznici, která je uzavírána z obou stran lisovacími nástroji. Násypka je plněna šnekovým dopravníkem z velkoobjemového zásobníku třísek. Uspořádání lisu je kombinované sloupové konstrukce, která se upevňuje na rámu, ve kterém je schován přímý olejový pohon a nádrž pro zachycení řezné kapaliny [17].



Obr. 4.15 Briketovací lis HLS METAL 350 [17]

#### 4.2.11. Isostatické lisy

Isostatické lisy se používají na lisování (slinování) kovových i nekovových prášků pro technologii práškové metalurgie. Lisování může probíhat za studena (CIP) nebo za tepla (HIP). Prášek, který je naplněn v zataveném pryžovém pouzdru, je vložen do hermeticky uzavřené pracovní komory a vystaven vysokému tlaku. U lisů pro lisování za studena dosahuje tlak 600 MPa a pro lisování za tepla 300 MPa a teploty 2500°C. Díky stejnoměrné objemové kompresy dosahuje hotový výrobek vysoké a rovnoměrné hustoty. Uzavřená konstrukce lisu je složena z plátů plechu, které jsou předepnuty spojovacími tyčemi. Lis může být s horním nebo spodním tlakem a multiplikátorový pohonem [10].

Tab. 4.16 Přehledová tabulka isostatických lisů

Název	Typ	Výrobce	Tlak
Isostatický lis pro hutnění prášků za studena	CJZ	ŽĐAS	100-400MPa
Isostatický lis pro lisování prášků za studena	CIP	Dieffenbacher	30-600MPa
Isostatický lis pro lisování prášků za tepla	HIP	Dieffenbacher	300 MPa
Isostatický vysokotlaký lis	ISOCART	Dieffenbacher	nad 600MPa

##### ▪ CJZ

Isostatický lis CJZ (obr. 4.16) od fy ŽĐAS slouží pro hutnění práškových materiálů za studena. Lisování probíhá vysokým tlakem v uzavřené pracovní komoře s odnímatelným horním uzávěrem. Lis je svislé uzavřené konstrukce s rámem, který je složen ze silných plátů plechu a předepnut spojovacími tyčemi. Rám je upevněn k pojezdovým kolům a v případě otvírání komory od ní odjíždí. Pohon lisu je multiplikátorový [13].



Obr. 4.16 Isostatický lis CJZ 2/0420 [13]



Dalšími typy lisů na zpracování prášků mohou být hydraulické lisy pro lisování a kování práškových polotovarů [16].

Tab. 4.17 Přehledová tabulka lisů pro lisování a kování prášků

Název	Typ	Výrobce	Jmenovitá síla
Lis na kování prášků	KPS	Lasco	2000-10000 kN
Lis na lisování prášků	MPP	Lasco	2500-10000 kN
Lis na lisování prášků	PHDC	BLISS	3000 kN

#### 4.2.12. Tlakové licí stroje

Tlakové licí stroje se používají pro přesné tlakové lití odlitků ze slitin neželezných kovů (hliník, zinek, měď aj.). Své využití nacházejí zejména v sériové a hromadné výrobě automobilového, leteckého a elektrotechnického průmyslu. Stroj se skládá z uzavírací a lisovací části, která je upevněna na rámu stroje. Mohou být konstrukčního uspořádání s vertikální nebo horizontální studenou (popř. i teplou) komorou a nepřímým akumulátorovým pohonem [4].

Tab. 4.18 Přehledová tabulka tlakových lisících strojů

Název	Typ	Výrobce	Jmenovitá síla
Tlakové licí stroj	TL5	RTS	2500-6300 kN
Tlakové licí stroj	TL6	RTS	5000-7500 kN

#### ▪ OL

Tlakové licí stroje TL (obr. 4.17) od fy RTS slouží pro lití součástí pod tlakem ze slitin hliníku, hořčíku, zinku a měď. Uplatnění nacházejí v automatizovaných pracovištích sériové a hromadné výroby. Na rámu lisu je upevněna sloupová konstrukce s horizontální studenou komorou. Pohon je nepřímý akumulátorový (TL5) nebo multiplikátorový (TL6). Jako pracovní kapaliny se používají kapaliny na bázi glykolu a vody nebo běžné hydraulické oleje [19].



Obr. 4.17 Tlakový licí stroj TL5-630 [19]

#### 4.2.13. Ostřihovací lisy

Ostřihovací lisy se používají na odstranění ořepů tlakově litých odlitků. Bývají nejčastěji čtyř-sloupové konstrukce s přímým olejovým pohonem. Používají se ve spojení s tlakovým licím strojem [19].

Tab. 4.19 Přehledová tabulka ostříhovacích lisů

Název	Typ	Výrobce	Jmenovitá síla
Ostříhovací lis	OL	RTS	152-509 kN
Ostříhovací lis	SEP	Reis robotics	200-2000 kN
Ostříhovací lis	POS	Dieffenbacher	300 kN

#### ▪ OL

Ostříhovací lisy OL (*obr. 4.18*) od fy RTS se používají na odstranění otřepů a jednoduché obrábění tlakových odlitků nebo celých sad se vtokem pomocí řezů, děrovadel aj. Jsou čtyř-sloupové konstrukce s přímým olejovým pohonem. Lisy je možné zařadit do sestavy automatizované výrobní jednotky tlakového liciho stroje [19].



Obr. 4.18 Ostříhovací lis OL 28-1 [19]

Lisy můžeme také rozlišit dle pracovního rozsahu na univerzální, na kterých lze tvářet polotovary různých rozměrů s různými operacemi. Dále speciální, na kterých lze tvářet polotovary různých rozměrů s jedinou operací a nakonec na jednoúčelové, které slouží pro stejný výrobek se stejnou operací [1].

## 5. NOVÉ TRENDY Z OBLASTI POUŽITÍ HYDRAULICKÝCH LISŮ

V této kapitole se zaměříme na nové trendy v použití lisů pro výrobu nosných dílů konstrukcí a karoserií v automobilovém průmyslu.

### 5.1. Tryout lisy

Tryout nebo-li zapracovací (zkušební) lisy slouží pro odzkoušení nových nástrojů pro velkorozměrné součásti a transferové lisy. V nástrojárně se na nich připraví, odladí, zapracují a odzkouší tvářecí nástroje před konečným odzkoušením na daném výrobním lise. Tímto se podstatně zkrátí čas na odzkoušení nástroje pro získání dobrého výrobku na daném výrobním lise. Z toho vyplývá, že se zkrátí čas, který je potřeba na výrobu první dobré součástky a tím se zvýší využití výrobního lisu [22]. Lisy jsou svislé uzavřené konstrukce s děleným rámem a nepřímým akumulátorovým pohonem, díky kterému se dá simulovat tvářecí proces nástrojů pro hydraulické i mechanické lisy s lisovací rychlostí až 500 mm/s [18].



Tab. 5.1 Přehledová tabulka zpracovacích lisů

Název	Typ	Výrobce	Jmenovitá síla
Zpracovací lis	SH	Schuler	5000-30000 kN
Vysokorychlostní zpracovací lis	SH	Schuler	12500-25000 kN
Vysokorychlostní zpracovací lis	IMOTION	Dieffenbacher	12000-30000 kN
Zpracovací lis	EDIMC	LOIRE SAFE	16000-30000 kN
Zpracovací lis	TZP	Lasco	3150-16000 kN
Zpracovací lis	DZP	Neff pressen	4000 kN
Zpracovací lis	PHD	BLISS	20000 kN
Zpracovací lis	EX SB R	EXSNER	4000-10000 kN

#### ▪ **IMOTION**

Zpracovací lisy IMOTION (obr. 5.1) od fy Dieffenbacher se používají na zkoušení nových nebo opravovaných karosářských nástrojů. Lisy mohou pracovat ve třech režimech. První režim je tupírovací, který umožňuje díky mikrozdvihům přesné slícování tažníku a tažnice. Druhý režim je zpracovací, který umožňuje vyzkoušení nástroje v podmínkách shodných s tažením na výrobních linkách, které často tvoří mechanické (klikové, kloubové) karosářské lisy. Z tohoto důvodu musí rychlost hydraulického zpracovacího lisu odpovídat počtu zdvihů mechanického lisu, který dosahuje hodnot až 500 mm/s. Dále musí mít i stejnou rychlostní charakteristiku (závislost dráhy beranu na čase), která je požadována pro fázi tváření. Třetí režim je zkušební, který umožňuje běžnou výrobu výlisků ve zkušební nebo prototypové sérii. Lis je opatřen řízením paralelity chodu pomocí servoventilů a aktivních jednotek v rozích stolu, kterými je také možno simulovat nepřesnosti mechanických lisů. Dále je lis vybaven mechanikou pro otáčení horního dílu nástroje, která musí umožnit úpravy (tušírování) nástroje i v jiných polohách než nad hlavou. K tomu slouží samostatná jednotka za lisem nebo kloubový mechanismus s hydraulickým pohonem, který umožňuje úpravu nástroje přímo v lisu [21].



Obr. 5.1 Vysokorychlostní tryout lis IMOTION 2800 [10]

## 5.2. Transferové lisy

Transferové nebo-li postupové lisy slouží pro výrobu dílů karoserií automobilů, elektrických a užitkových spotřebičů [22]. Tvoří ekonomicky přípustnou alternativu mezi samostatným lisem a lisovací linkou [10]. Zabezpečují vysoké objemy výroby, protože jsou všechny tvářecí operace, které jsou potřebné k výrobě výlisku zahrnuty v jednom výrobním lisu. To znamená, že je výlisek vyroben při každém zdvihu lisu, bez ohledu na počet operací

technologického postupu tváření výlisku. Další výhodou je, že v porovnání s lisovacími linkami zabírají daleko méně prostoru a mají menší energetickou spotřebu a celkovou jmenovitou sílu. K dopravě výlisku mezi jednotlivými pracovními místy slouží elektricky poháněný transfer, který zpracovávané díly dopravuje od zakladače přístřihů až po stohovač hotových dílů. Pro výrobu středně velkých výlisků slouží trojosé transferové lisy. K výrobě velkorozměrných dílů s nízkou vlastní tuhostí nebo dvojnásobných dílů louží příčnickové transferové lisy [22]. Jsou dělené rámové konstrukce s jedním nebo více berany dle velikosti celkové jmenovité síly [18].

Tab. 5.2 Přehledová tabulka transferových lisů

Název	Typ	Výrobce	Jmenovitá síla
Transferový lis	IMOTIVE	Dieffenbacher	10000-36000 kN
Transferový lis	SH	Schuler	5000-30000 kN
Transferový lis	ZM	AP&T	3150-10000 kN
Transferový lis	MSP	AP&T	5000 kN

#### ▪ **IMOTIVE**

Transferové lisy IMOTIVE (obr. 5.2) od fy Dieffenbacher se používají pro výrobu malých a středně velkých výlisků, určených pro běžný spotřebitelský průmysl. K dopravě výlisků mezi jednotlivými pracovními místy slouží dvouosý unášecí transfer. Lisy jsou svislé celistvé nebo dělené rámové konstrukce (dle velikosti jmenovité síly) s akumulátorovým pohonem, který je umístěn na stojanu lisy [10].



Obr. 5.2 Transferový lis IMOTIVE 3600 [10]

### 5.3. Lisy pro kalení lisováním

Lisování kalením (vytvrzování za tepla) spojuje výhody tváření za tepla, které dovolují vyrábět hlubokotažné díly bez většího zpětného odpružení materiálu již známou metodou zvýšení pevnosti oceli pomocí martenzitických spojení. K zakalení dílu dochází během tváření v uzavřeném nástroji. Nástroj je chlazený kapalinou a výrobek je v něm uzavřen na dobu nutnou pro jeho zchlazení (cca 150°C). Čím je doba uzávěru kratší, tím je vyšší produktivita a hospodárnost celého procesu. Celý proces probíhá v automatizované lince, kde je přístřih zahřát v kontinuální peci (950°C) a manipulátorem rychle založen do lisy. Touto technologií se vyrábí bezpečnostní díly karoserií automobilů, např. B sloupky, boční výztuhy, příčníky, podélné nosníky rámu a jiné díly, kde se klade důraz na zvýšení pevnosti, při současném snížení hmotnosti. K lisování se používá vysokorychlostních tažných lisů s akumulátorovým pohonem [24].





Tab. 5.3 Přehledová tabulka lisů pro kalení lisováním

Název	Typ	Výrobce	Jmenovitá síla
Lisy pro kalení lisováním	PCH	Schuler	8000-12000 kN
Lisy pro kalení lisováním	DCP	Dieffenbacher	do 36000 kN
Lisy pro kalení lisováním	TZP	Lasco	8000 kN
Lisy pro kalení lisováním	PO/2M/HF	Mossini	35000 kN
Lisy pro kalení lisováním	ZM	AP&T	-
Lisy pro kalení lisováním	EDIMC	LOIRE SAFE	-
Lisy pro kalení lisováním	DZP	Neff pressen	-

#### ▪ ZM

Vysokorychlostní tažný lis ZM (obr. 5.3) od fy AP&T slouží pro výrobu bezpečnostních konstrukčních prvků karoserií automobilů pomocí technologie kalení lisováním. Konečný výrobek je 3 až 4krát pevnější než klasicky lisovaný výrobek za studena. Lis je svislé uzavřené konstrukce s vysokorychlostním akumulátorovým pohonem, který umožňuje uzavírací rychlost 700mm/s a rychlé lisování. Je zabudován v automatizované lince, která se skládá z tažného lisu, válečkové kontinuální pece a manipulátorů SpeedFeeder, které zajišťují vkládání a vyndávání výrobku z nástroje [25].



Obr. 5.3 Linka pro výrobu B sloupků technologií kalení lisováním [11]

### 5.4. Hydroform lisy

I když je metoda Hydroforming známá již od sedmdesátých let, rozvoj této technologie nastal až z použitím v automobilovém průmyslu v devadesátých letech. Lisy pro tváření touto metodou slouží pro tvarování (roztahování) trubek za pomoci vysokotlaké kapaliny, která je přivedena do dutiny polotovaru v uzavřeném nástroji. Polotovarem bývá předohýbaná trubka, ze které se vyrábí např. rámy automobilů, kolejových vozidel aj. Lisy bývají svislé konstrukce s vysokotlakým akumulátorovým pohonem [18].

Tab. 5.3 Přehledová tabulka hydroform lisů

Název	Typ	Výrobce	Jmenovitá síla
Hydroform lis	HF	AP&T	30000-50000 kN
Hydroform lis	ZHF-F	AP&T	4000-40000 kN
Hydroform lis	ZHF-C	AP&T	40000-120000 kN
Hydroform lis	ZHF-L/M	AP&T	do 15000 kN
Hydroform lis	Hydroforming	Schuler	4000-85000 kN

▪ **HF**

Hydroform lis HF (*obr. 5.4*) od fy AP&T slouží pro tváření dlouhých trubek. Přesné uzavření nástroje zajišťuje beran, který je veden v dlouhém prismatickém vedení. Konstruuje se jako jedno nebo dvoupozicový lis se svislou konstrukcí a uzavřeným děleným rámem. Ten je předepnut osmi spojovacími tyčemi, které zajišťují větší tuhost a stabilitu rámu. Pohon je kombinovaný s multiplikátorem [11].



(*Obr. 5.4*) Hydroform lis HF 3000 [11]

### 5.5. Hlubokotažný lis s pulsačním přidržovačem

Hlubokotažný dvojčinný lis DZP 400 (*obr. 5.5*) od fy Neff pressen využívá při tažení pulsního přidržování. Při této tzv. PBH metodě se v porovnání s klasickým tažením na spodním přidržovači rytmicky (plynule) zvětšuje a zmenšuje síla přitlaku přidržování. Tažený plech, který je za okraje držený přidržovačem a který je rytmicky s frekvencí až 20 Hz přitlačován a odlehčován, se mnohem lépe táhne a netvoří na kraji výtažku záhyby, které jsou průvodním jevem malé přidržovací síly. Z důvodu snazšího tažení se rovněž sníží potřebná síla k tahu. Oba tyto jevy společně umožňují nové možnosti hlubokého tažení, tj. tažení ocelových plechů z vysokopevnostní oceli a dále hliníkové nebo hořčíkové slitiny. Lis je uzavřené rámové konstrukce s přímým olejovým pohonem [20].

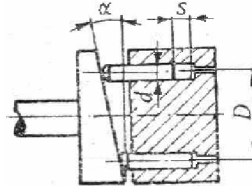


*Obr. 5.5* Hlubokotažný lis DZP 400 s pulsačním přidržovačem [20]



## 6. VÝPOČET

Uvedení vzorců pro konstrukční návrh hydraulického lisu by bylo svojí složitostí a rozsahem nad rámec této práce. Z tohoto důvodu uvedu pouze postup výpočtu pro určení teoretického průtoku axiálního pístového čerpadla (obr. 6.1). Pro tento postup využiji vzorců z literatury č. [1].



Obr. 6.1 Výpočtové schéma axiálního pístového čerpadla [1]

Pro určení zdvihu pístu (2) použiji průměr roztečné kružnice pístů  $D$  a tangentu úhlu naklonění desky  $tg \alpha$ .

$$s = D \cdot tg \alpha \quad (2)$$

Dále určím zdvihový objem (3) z počtu pístů  $i$ , plochy pístů  $S$  a zdvihu pístů (2).

$$V_z = i \cdot S \cdot s = i \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot D \cdot tg \alpha \quad (3)$$

Nakonec určím teoretický průtok (4) ze zdvihového objemu (3) a otáček čerpadla  $n$ .


$$Q = V_z \cdot n = i \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot D \cdot n \cdot tg \alpha \quad (4)$$

## 7. ZÁVĚR

Hydraulické lisy od svého vzniku prošly velkým konstrukčním vývojem. Minimalizace jejich nedostatků vedla k jejich postupnému rozšíření do technologických oblastí, ve kterých dříve dominovaly mechanické lisy. Největší změny nastaly v řízení lisu, kde se dnes používá počítačů a programovatelných automatů (PLC). Další podstatné změny nastaly z hlediska technologie výroby stojanu lisu. Robustní odlitky rámců nahradily hospodárnější a snáze vyrobitelnější svařence ze silných plechů, které mají při menší hmotnosti stejnou, popř. i větší tuhost. K pohonu lisů se začalo používat olejových pístových hydrogenerátorů, které dosahují vysokých tlaků při dobré objemové účinnosti.

Výhodou hydraulických lisů a celého tvářecího procesu je jejich snadná automatizace. Užitím vhodných manipulátorů (transfery, speedbary, podavače s výkyvnými rameny aj.) a vysokorychlostních lisů se snižuje čas na výrobu jedné součásti a tím se i podstatně zvyšuje produktivita lisu a celé výrobní linky. Kromě manipulátorů k tomu přispívají zejména moderní vysokotlaké pístové hydrogenerátory a plynové akumulátory, díky kterým jsou lisy schopny dosahovat vysokých lisovacích rychlostí. Tohoto druhu nepřímého pohonu využívá stále více nových typů lisů. Jsou to hlavně zapracovací lisy, které se používají pro kompletní odzkoušení a zapracování karosářských nástrojů. Díky těmto akumulátorovým pohonům dosahují rychlostí mechanických lisů. Dále to jsou lisy pro kalení lisováním, které slouží pro výrobu bezpečnostních dílů karoserií automobilů.

Z důvodu rozsahu této práce se nepodařilo provést ucelený přehled vzorců pro konstrukční návrh lisu. Za daných předpokladů se může na tento přehled navázat, popř. i rozvinout v navazující diplomové práci.

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 44
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

### **Seznam použité literatury:**

- [1] RUDOLF, B.; KOPECKÝ, M.: *Tvářecí stroje : Základy výpočtů a konstrukce*. 1. vyd. Praha: SNTL, 1979. 408 s.
- [2] NOVOTNÝ, K.: *Výrobní stroje : část I - tváření*. 2. vyd. Brno: Rektorát VUT v Brně, 1987. 112 s.
- [3] KOPECKÝ, M.; RUDOLF, B.: *Tvářecí stroje : Mechanické a hydraulické lisy*. 1. vyd. Praha: SNTL, 1967. 328 s.
- [4] ŽENÍŠEK, J.; JENKUT, M.: *Výrobní stroje a zařízení*. 2. vyd. Praha: SNTL, 1990. 276 s. ISBN 04-222-90
- [5] HÝSEK, R.: *Tvářecí stroje*. 3. vyd. Praha: SNTL, 1980. 328 s.
- [6] Müller Weingarten: *Metal Master : Produkte und Technologie*. Weingarten: Müller Weingarten AG, 2006. Hydraulische Pressen, s. 44-56.
- [7] SVOBODA, K.: *Zdroje tlakové kapaliny hydrostatických obvodů*. MM Průmyslové spektrum. 2000, č.7, 8, s. 28-29. ISSN 1212-2572
- [8] HLAVÁČ, J.: *Centrum výzkumu konstrukce tvářecích strojů*. MM Průmyslové spektrum. 2008, č.10, s. 14. ISSN 1212-2572. Dostupné z: <<http://www.mmspektrum.com/clanek/centrum-vyzkumu-konstrukce-tvarecich-stroju>>.
- [9] AURORA, B.: *Who invented the hydraulic press?* [on-line]. 5/2008 [citováno 2010-04-16]. Dostupné z: <<http://brenda-inventions.blogspot.com/2008/05/who-invented-ydraulic-press.html>>.
- [10] DIEFFENBACHER: *Forming division : Metal forming* [on-line]. [citováno 2010-04-16]. Dostupné z: <<http://www.dieffenbacher.de/en/forming-division/metal-forming.htm>>.
- [11] AP&T: *Products & Solutions : Preses* [on-line]. [citováno 2010-04-16]. Dostupné z: <<http://www.apgroup.com/products/Products/presses/>>.
- [12] ŽĎAS: *Hydraulické lisy*, Žďár n. S.: ŽĎAS a.s., 2007. Principy pohonů hydraulických lisů, s. 3.
- [13] ŽĎAS: *Tvářecí stroje* [on-line]. [citováno 2010-04-16]. Dostupné z: <<http://www.zdas.cz/cs/content.aspx?catid=7>>.
- [14] LOIRE SAFE: *Sectors and products* [on-line]. [citováno 2010-02-12]. Dostupné z: <<http://www.loiresafe.com/sectores-productos.php>>.
- [15] TS PLZEŇ: *Hydraulické lisy : Výrobní program* [on-line]. [citováno 2010-04-22]. Dostupné z: <<http://www.tsplzen.cz/cz/hydraulicke-lisy-program.asp>>.
- [16] LASCO: *Products* [on-line]. [citováno 2010-04-27]. Dostupné z: <<http://www.lasco.de/db/lasco/index-neu-englisch.nsf>>.
- [17] BRIKLIS: *Hydraulické briketovací lisy* [on-line]. [citováno 2010-05-10]. Dostupné z: <<http://www.briklis.cz/produkty/na-kov/hydraulicke-briketovaci-lisy/download.php>>.
- [18] SCHULER: *Systems and processes* [on-line]. [citováno 2010-04-19]. Dostupné z: <[http://www.schulergroup.com/major/pool/12\\_Produkte\\_Verfahren/index.html](http://www.schulergroup.com/major/pool/12_Produkte_Verfahren/index.html)>.
- [19] RTS: *Úvodní stránka* [on-line]. [citováno 2010-05-10]. Dostupné z: <<http://www.tosrakovnik.cz/page.php?page=uvod>>.

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 45
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

- [20]KIT Invest Trading: *Hydraulické lisy* [on-line]. [citováno 2010-02-10]. Dostupné z: <<http://www.kit-invest.cz/neff.htm>>.
- [21]JOPEK, M.: *Nové technologie a lisy DIEFFENBECHER*. Technický týdeník. 2010, roč. 58, č. 9, s. 30, ISSN 0040-1064.
- [22]TOMÁŠ, M.: *Výroba komponentov automobilov na tvárniacich linkách*. Transfer inovácií. 2008, č. 12, s. 146-149, ISSN 1337-7094. Dostupné z: <<http://www.sjf.tuke.sk/transferinovacii/pages/archiv/transfer/12-2008/pdf/146-149.pdf>>.
- [23]EXSNER PRESSEN: *Tool-testing press* [on-line]. [citováno 2010-04-19]. Dostupné z: <<http://www.exner-pressen.de/>>.
- [24]BAUER, D.: *Inovativní technologie v automobilovém průmyslu*. MM Průmyslové spektrum. 2007, č.10, s. 22-23. ISSN 1212-2572. Dostupné z: <<http://www.mmspektrum.com/clanek/inovativni-technologie-v-automobilovem-prumyslu>>.
- [25]ŽALOUDEK, P.: *Výhody s kompletní linkou pro tváření za tepla*. MM Průmyslové spektrum. 2007, č.10, s. 19-20. ISSN 1212-2572. Dostupné z: <<http://www.mmspektrum.com/clanek/vyhody-s-kompletni-linkou-pro-tvareni-za-tepla>>.