

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ

nesitelka Řádu práce

Fakulta strojní

Ober 23 - 20 - 08

Stroje a zařízení pro strojírenskou výrobu

Zaměření : jednoúčelové

Katedra : Obrábění a montáže

RACIONALIZACE KONSTRUKČNÍ PRÁCE VYUŽITÍM SAPO

Jméno autora : Kerda Karel

Vedoucí práce : Ing. Přemysl Pokorný, VŠST Liberec

Konzultant : Ing. Wasserbauer, VŠST Liberec

Rozsah práce a přílohy:

Počet stran 61

Počet obrázků 21

Počet tabulek 2

Počet výkresů 7

Počet stran přílohy 7

Počet programů 5

V Liberci dne 4. 6. 1982

Vysoká škola: strojní a textilní Fakulta: strojní
Katedra: obrábění a montáže Školní rok: 1981/82

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

pro Karla K e r d u
obor 23 - 20 - 8 stroje a zařízení pro strojírenskou výrobu

Vedoucí katedry Vám ve smyslu nařízení vlády ČSSR č. 90/1980 Sb., o státních závěrečných zkouškách a státních rigorozních zkouškách, určuje tuto diplomovou práci:

Název tématu: Racionalizace konstrukční práce využitím SAPO

Zásady pro vypracování:

1. Rozbor technické přípravy při návrhu a výrobě lisovacích nástrojů
2. Studie uplatnění SAPO při náhradě rutinních prací
3. Návrh algoritmů a zpracování detailních programů pro výpočty na SAPO
4. Ověření na typovém příkladu nástroje
5. Technickoekonomický rozbor

Autorské právo se řídí směrnicí
MŠK pro státní řív. zkoušky č.j. 31
727/62-12/2 ze dne 13. července
1962-Věstník MŠK č. 21 ze
dne 31. 8. 1962 - 1962 Sb.

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ
Ústřední knihovna
LIBEREC 1, STROJNÍ SKA 5
P. 20 401 17

Rozsah grafických prací: 6 výkresů
Rozsah průvodní zprávy: cca 50 stran textu

Seznam odborné literatury: Kotouč, J.: Nástroje pro tváření za studena
ČVUT Praha
Výpočetní grafika. ČVUT Praha

Vedoucí diplomové práce: Ing. Přemysl Pokorný

Konzultant DP: Ing. Waserbauer

Datum zadání diplomové práce: 15.10.1981 - konečné zadání

Termín odevzdání diplomové práce: 4.6.1982



J. Gazda
Doc. Ing. Jaromír Gazda, CSc.
Vedoucí katedry

B. Stříž
Doc. RNDr. Bohuslav Stříž, CSc.
Děkan

v Liberci dne 15.10. 1981

"Histopřísečně prohlašuji, že jsem diplomovou práci
vypracoval samostatně s použitím uvedených literatury."

V Liberci dne 4. 6. 1982 *Karel Kerda*

1.	Úvod	5
2.	Vymezení úkolu diplomové práce	6
3.	Technické prostředky racionalizace konstrukční činnosti	7
4.	Současný stav použití počítačů v konstrukci	
	4.1 Technologie strojního návrhu	10
5.	Proces konstruování	13
6.	Metodika konstrukce tažných nástrojů	17
6.1	Konstrukce základního typu tažného nástroje	21
6.2	Využití samočinného počítače při konstrukci tažného nástroje	26
7.	Metodika návrhu střížného nástroje	33
7.1	Konstrukce základního typu střížného nástroje	39
7.2	Využití samočinného počítače při konstrukci střížného nástroje	43
8.	Přiřazení typizovaného vodičného stojánu výběrem z řady	45
9.	Volba tvářecího stroje	51
10.	Ekonomické zhodnocení přínosu výpočetní techniky v procesu konstruování	55
11.	Závěr	58
12.	Použitá literatura	60
13.	Přílohy, výkresy, programy	

1 Ú v o d

Vědecko-technický pokrok a budování materiálně ekonomické základny rozvinutého socialismu, sebou přináší zvýšené požadavky na rozvoj strojírenské výroby.

Intenzivní rozvoj strojírenství, vyžaduje komplexní racionalizaci na všech stupních výroby, jak v samotné fázi materiálové výroby, tak i ve fázi technické přípravy a estatních odvětví, která jsou nezbytně nutná pro zajištění chodu výrobního podniku. Jednou z rozhodujících složek technické přípravy výroby je konstrukční příprava a na ní navazující technologická příprava výroby. V těchto oblastech Československo značně pokulhává za světovou špičkou, což ve svém důsledku přináší dlouhé lhůty zavádění výsledků vědecko-technické revoluce do průmyslové praxe. Ze závěru XVI. sjezdu KSČ vyplývá, že v 7. pětiletce je třeba zajistit růst průmyslové produkce cestou racionalizace všech oblastí výroby komplexní racionalizací, rozvojem vynálezeckého a zlepšovateckého hnutí současně s ohledem na úsporu energie.

V oblasti konstrukční přípravy výroby je třeba maximálně využívat všech dostupných technických prostředků (samočinných počítačů, kreslicích stolů apod.), které napomáhají odstranění rutinní a časově náročné práce konstruktérů. Osobnost funkce konstruktéra se tak přenesla do oblasti tvůrčí práce, kterou nelze jinak nahradit.

2. V y m e n ě n í ú k o l u d i p l o m o v é p r á c e

Tématem mé diplomové práce je racionalizace konstrukčních prací při navrhování tvářecích nástrojů, využitím výpočetní techniky tj. samočinného počítače a kreslicího stolu DIGIGRAF. Sametná práce se omešila na vypracování programů pro samočinný počítač, které by zajišřovaly propačet tvářecího nástroje, tj. tažníků a tažnic resp. střižníků a střižnic, dále by potom zajišřovaly přiřazení typizovaných dílů. Výběrem z typové řady jež se skládá ze stojánků vyráběných u nás a odpovídajících normě ČSN a dále potom výběr vhodného použitelného stroje z domácí produkce, výběrem z řady podle základních požadovaných parametrů tj. potřebné tvářecí síly, velikosti závihu a pracovního prostoru stroje.

Tváření jako takové patří k nejregresivnějším způsobům při zhotovování výrobků z kovů, plastických hmot, pryže apod. Dosazeni předepsaného tvaru se zde děje nejkratší a nejekonomičtější cestou, to vede ke značnému zvýšení produktivity práce. Například při tvářecích způsobech jako je zápusťkové kování, tažení nebo vytlačování dochází k výrobě daných součástí se značnou úsporou materiálu oproti klasické třískové technologii, dále ke značnému snížení výrobního času a též k úspoře energie, což je v současné době velmi naléhavou otázkou při současném stavu energetických zdrojů nejen u nás, ale i v celém světě.

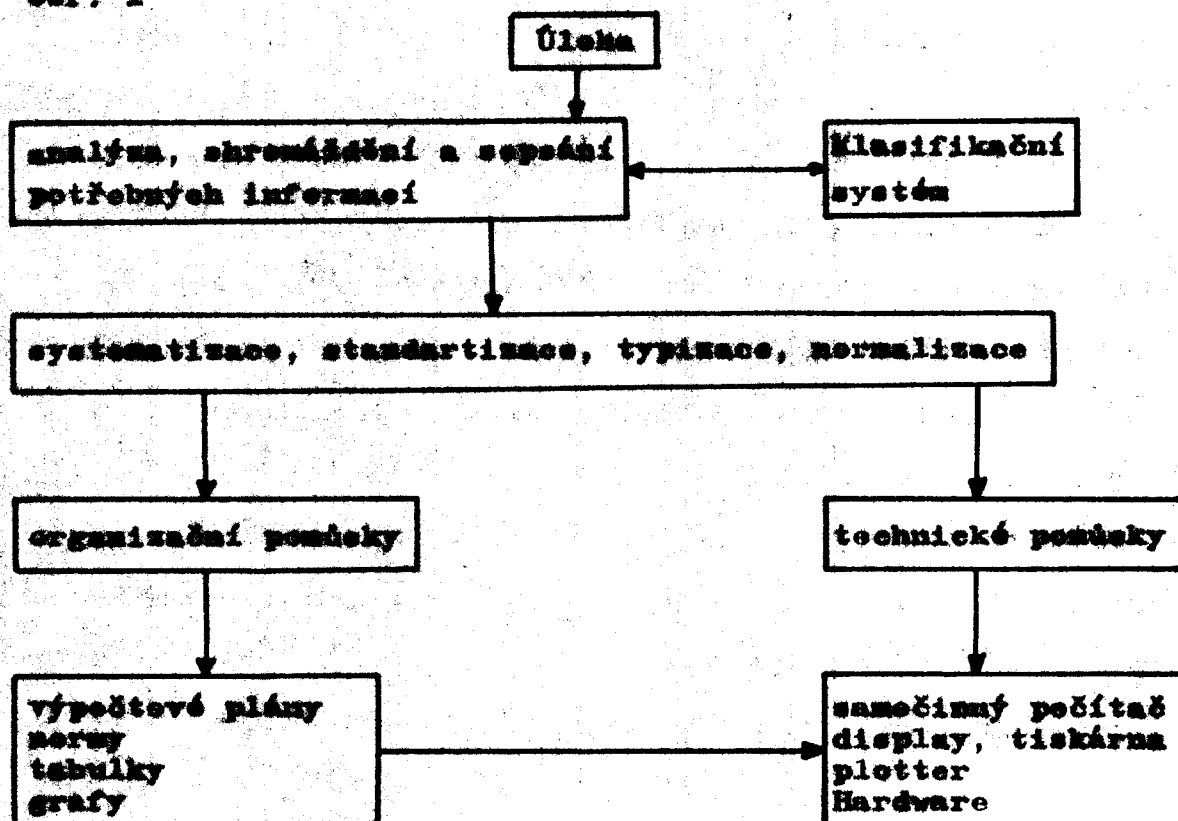
Nevýhodou tvářecích nástrojů je jejich ekonomická náročnost oproti nástrojům pro klasickou třískovou technologii hlavně z hlediska složitosti tvaru, nároků na kvalitu materiálu, výrobní přesnost a chemicko-tepelnou úpravu. To způsobuje, že tvářecí nástroje jsou podstatně dražší než nástroje pro klasickou třískovou technologii, z toho plyne i hlavní sféra jejich využití ve velkoseriové nebo hromadné výrobě.

Při konstrukci tvářecích nástrojů pro výrobní operace tažení a stříhání, je funkce konstruktéra úzce omezena na rutinní návrh tvarově podobných nástrojů lišících se pouze změnou některých rozměrů nebo kvality zpracovávaného materiálu. Tuto rutinní práci je možné přenechat samočinnému počítači, který by tuto operaci pomocí známých empirických vztahů byl schopen sám provést bez zásahu tzv. lidského faktoru, který je navíc velmi často zdrojem chyb. Na výstupu ze samočinného počítače bychom dostali návrh rozměrů nástroje a hlavně jeho funkčních částí, dále potom děrnou pásku nebo děrné štítky pro vstupní periferii kreslicího stolu DIGIGRAF, kde by došlo ~~konkreslení~~ výkresů tažného nebo střížného nástroje. Mimo to by zde byl danému tažníku a střížníku resp. střížníku a střížnici přiřazen typizovaný vedící stojánek a tvářecí stroj, výběrem ze dané řady. A v neposlední řadě by bylo možné získat děrnou pásku pro numerický řízený obráběcí stroj, na kterém by bylo možné daná tažidla resp. stříhadla zhotovit.

3. T e c h n i c k é p r o s t ř e d k y r a c i o n a l i z a c e k o n s t r u k č n í č i n n o s t i

Moderní způsob konstruování je nucen stále více využívat nových netradičních materiálů (plastické hmoty, sklo, keramika apod.), ale i nových netradičních metod, jak v oblasti samotných konstrukcí výrobků, tak i ve způsobu konstruování. S tím neodlučně souvisí využití výpočetní techniky, jež si však vyžaduje splnění určitých předpokladů a vytvoření jistých podmínek. Je třeba vytvořit klasifikační systém, úlohu typizovat a dále přetransformovat grafické a textové informace do číslíkové formy.

obr. 1



Klíčovým bodem racionalizace je samočinný počítač, který je vybaven několika druhy komunikačních zařízení, jak na vstupu, tak i na výstupu.

Zařízení pro vstup informací :

děroštitkové přístroje (štítky nebo páska)

klávesnicové registry

štecí souřadnicové stroje

obrázovka s příslušenstvím

film, magnetická páska

Nařízení na výstupu (spracování výsledků) :

standartní tiskárna, rychlotiskárna

tiskárna se zvláštními řetězi

číslicově řízené kreslicí stoly (plottery)

alfanumerické nařízení

kreslicí automaty a přesné kreslicí stroje

obrazovka (display)

film

Pro spracování informací v grafickém vyjádření slouží obrazovky (display) a číslicově řízené kreslicí stoly (plottery)

Při použití obrazovky může konstruktér konverzovat se samotným počítačem. Povrch obrazovky nahrazuje konstruktérovi skicář nebo rýsovací prkno. Na obrazovku si může z paměti počítače vyvolat uložené geometrické prvky nebo normalizované součásti a výsledný obrázek získá syntézou elementárních obrázků. Opravy a korekce jak výsledného obrázce tak i elementárních obrázků uložených v paměti počítače, může konstruktér provádět pomocí světelného pera.

Světelným perem lze provádět :

technické změny na výkresech

popisovat výkresy

měnit měřítko

doplňovat pomocné údaje

Přesnějším jsou realizovány pouze dvojrozměrné způsoby zobrazování na obrazovce. Jsou však vyvinuty i trojrozměrné systémy zobrazování, ty jsou však nesrovnatelně ekonomicky náročnější, proto je jejich použití pouze ojedinělé.

Podstata světelného pera tkví v tom, že katodové paprsky obrazovky se mění v elektrické impulsy, které jsou vedeny k samočinnému počítači. Na jedno řídicí centrum je možné napojit i více obrazovek, to však vyžaduje větší kapacitu paměti.

Číslicově řízené kreslicí stoly (plottery) mohou být ve dvou základních provedeních :

a) elektro mechanické 2000 ÷ 13000 kroků s^{-1}

b) elektronické 300 000 kroků s^{-1}

U elektromechanických kreslicích stolů se jedná o křížový pohyb najištěný mechanickým náhonem od krokového metru (1 krok = 0,1 ÷ 0,05 mm ten se realizuje pootečením rotoru o jistý odpovídající úhel).

Krokový meter se otočí o 1 krok na základě 1 impulsu.

Elektronický kreslicí stůl je číslicově řízený oscilograf s frekvencí 300 000 kroků s^{-1} .

Obraz se získá z elektronového paprsku na obrazovce. Kreslicí stoly všeobecně vyžadují velkou kapacitu paměti samočinných počítačů.

4. Současný stav použití počítačů v konstrukci a technologii strojírenství

V 50. a 60. letech tohoto století byla věnována hlavní pozornost intenzivnímu vývoji prostředků a metod mechanizace a automatizace, které zvýšily produktivitu fyzické práce člověka až stonásobně.

Méně pozornost byla však věnována zvýšení produktivity práce v oblasti duševní práce člověka, což bylo podmíněno nedostatečným množstvím a stupněm vývoje technických prostředků,

pro řešení těchto úloh. Důsledkem tohoto vývoje bylo vytvoření disproporce mezi vysokou úrovní produktivity práce v oblasti základní výroby a nízkou úrovní technické přípravy a řízení výroby. Dle průzkumu ve Velké Británii se ukázalo, že zatímco ve výrobě stoupla produktivita o 1000 % od roku 1900 konstrukční produktivita vzrostla pouze o 20 %. Z toho vyplývá omezení pro průběžnou dobu zhotovení výrobků.

V současné době je kladen důraz na intenzifikaci racionalizačních opatření v oblasti konstrukce a přípravy výroby.

Vývoj v posledních 10 letech ukazuje zvýšení problému automatizace inženýrských prací. V zahraničí bylo vytvořeno několik vysoce produktivních systémů automatizace konstrukce. V USA například firma "Masseng" zpracovala automatizovaný systém projektování. Systém na 10 sec. zhotoví zvětšeniny kopií výkresů, vytiskne specifikace k textu a potřebné informace ke zhotovení jednoduchého projektu. Dle dostupných informací společnosti lze projekt, který dříve trval 6 měsíců nyní zpracovat během 2 dnů.

Institut Massachusetts I.T. vytvořil systém "Sketotped", kde je zavedena zpětná vazba mezi konstruktorem a strojem. Konstruktor může vizuálně kontrolovat postup výpočtu, zavádět potřebné změny do návrhu v průběhu výpočtu pomocí vstupních zařízení.

Firma "Ford - Motors" zpracovala systém s několika počítači, kreslícím stolem a displayem se světelným perem, jehož cílem je zkrácení doby na konstrukci automobilu až 3krát. Rovněž firma "IBM" zpracovala systém pro navrhování a modelování vnějších tvarů karoserie automobilů.

Dále má zpracován systém pro návrh, výpočet a syntézu rovinných mechanismů (kloubů, vaček, ozubených kol) nazývaný " COMMEND ".

V Maďarsku je užíván program pro technické a ekonomické výpočty konstrukce stříhacích nástrojů. Na systém je napojena kompletní příprava výroby aktivních částí stříhadel a postprocesor pro zpracování řídicí pásky pro NC stroje.

Všechny uvedené systémy jsou dosti nákladné a vyžadují složité a náročné vybavení technickými prostředky.

Současně se zpracováním konstrukčních systémů se používají počítače na inženýrské výpočty například parametrů klikového mechanismu či rozbor napětí jedno až trojrozměrných konstrukcí.

Projektování s využitím počítačů se zabývá např. středisko " CAD " při universitě Cambridge, nebo pro obráběcí "DOPER" - NSR, který rozděljuje projektování do následujících tří etap :

- 1) definice požadované koncepce a výkonu
- 2) analýza požadavků z hlediska sestavení programu pro SAPS
- 3) porovnání dosaženého výsledku s požadavky 1. etapy a cílem vytvoření optimální koncepce

Využití SAPS dle uvedených příkladů a z informací, zasahuje značnou šířku prací a někde je propracováno do značné hloubky.

U nás dosavadní stav neodpovídá potřebám a možnostem průmyslu. Tento stav je zaviněn jednak vysokými pořizovacími náklady na zařízení a dále nedostatkem určitých technických prostředků (vhodných kreslicích zařízení, obrazovek se světelnými pery) a i malou informovaností a technickou nepřipraveností pracovníků technické přípravy.

Na vysokých školách, ve výzkumných ústavech a v některých velkých podnicích jsou zpracovány různé dílčí programy k výpočtům pevnostním či dynamickým apod..

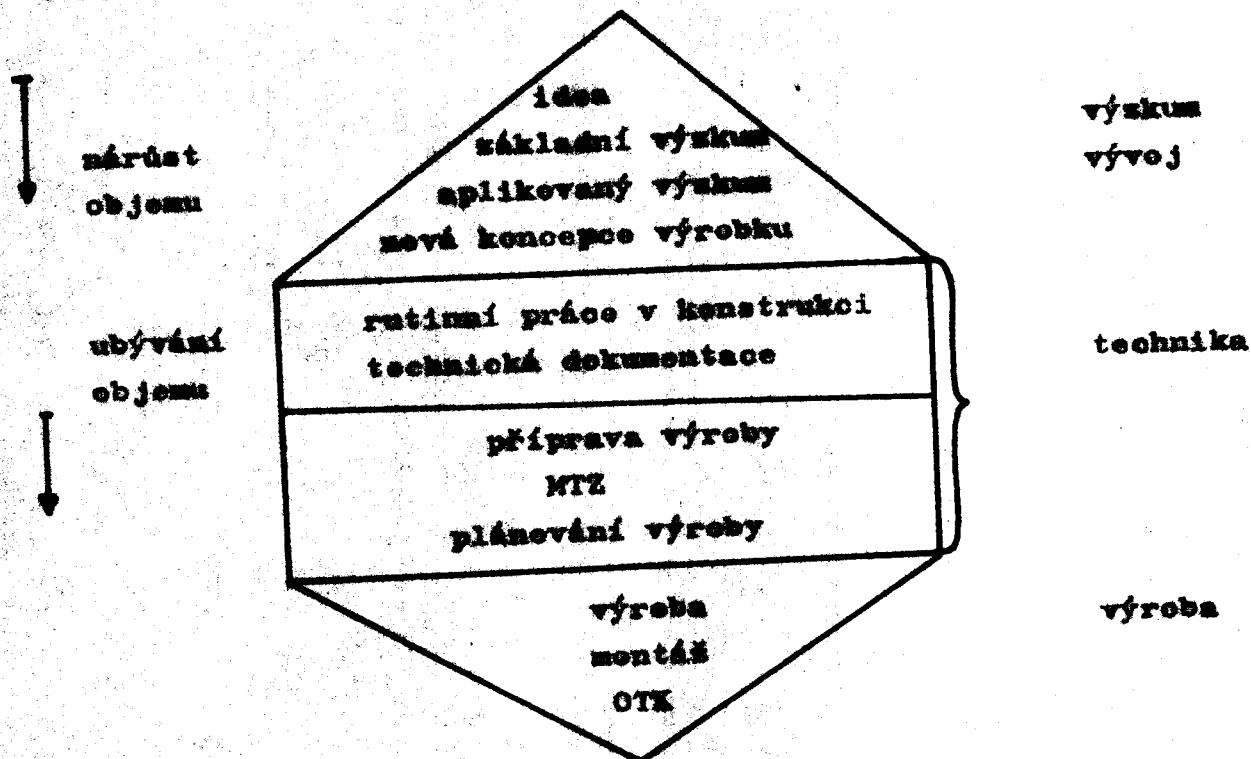
5. Proces konstruování

Proces konstruování je neodmyslitelně spojen se zdrojem konstrukčních informací, což jsou např. archivní materiály, normy ČSN, sestavy, detailní výkresy apod. Všechny informace se během konstruování neustále mění a doplňují, do dokumentů se zapisují formou vzorů, textů, grafů apod..

Při konstruování pomocí SAPO je třeba tyto informace přetransformovat do strojového jazyka počítačového stroje. Uvnitř systému tyto informace představují zápis na nosném mediu programu (děrné pásce, děrném štítku, magnetické pásce apod.).

Obecně lze cestu vzniku výrobku od idee až po realizaci popsat následujícím schématem - obr.2

obr. 2



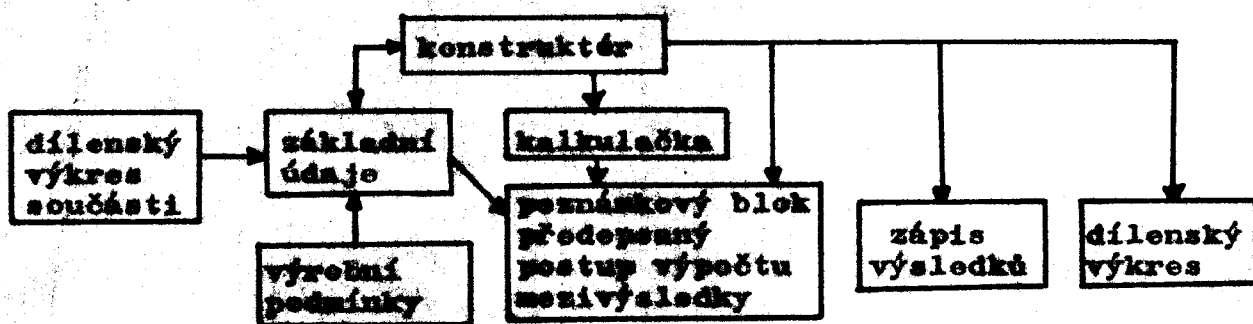
Obdobná je i situace ve výzkumu a konstrukci nových nástrojů. Při návrhu nového nástroje má konstruktér obvykle k dispozici výkres požadovaného výrobku a navrhuje nástroj na jeho zhotovení. Z dílenského výkresu může čerpat základní údaje o tvaru, rozměru, tolerancích a materiálu výrobku atd..

Při konstruování musí konstruktér řešit řadu úkolů :

1. určit základní síly, zvolit vhodné materiály navrhnout tvar a polohu pracovní části
2. dle technologických podmínek určit potřebné tolerance pomocné a upínací části
3. dimenzovat a kontrolovat důležitost části z hlediska pevnosti a tuhosti
4. nakreslit dílenský výkres nástroje, určit předpisy pro technologický postup výroby, zakótovat rozměry a určit technické požadavky

Model této činnosti konstruktéra ukazuje následující schéma - obr. 3

obr. 3

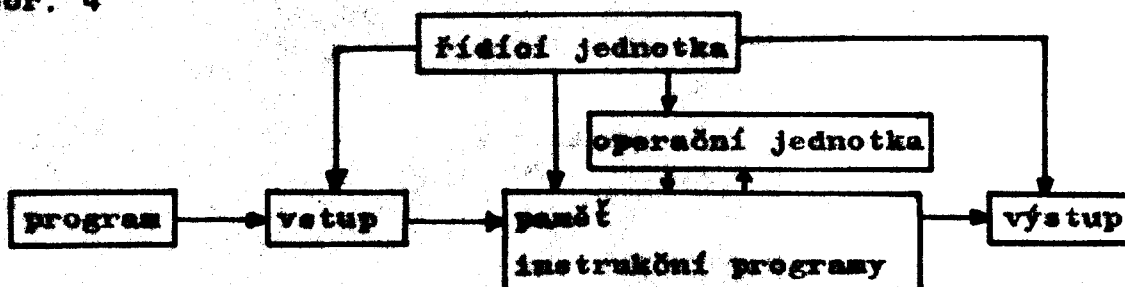


Konstruktér při konstruování přenáší potřebné základní údaje do poznámkového bloku, pomocí matematických vzorců a rovnic vytváří postup řešení čili algoritmus výpočtu postupně realizuje ručně, mezivýsledky zapisuje do bloku (paměť) a po vhodné úpravě zaznamenává výsledek.

Podobnou pracovní a logickou stavbu je možné zjistit i v práci SAPO. Namísto bloků se užívá paměť, která obsahuje i předpis postupu výpočtu. Přenos vstupních hodnot zajišťuje vstupní jednotka, konečné výsledky dává vstupní jednotka.

Model činnosti počítače je dán v následujícím schématu -
- obr. 4

obr. 4

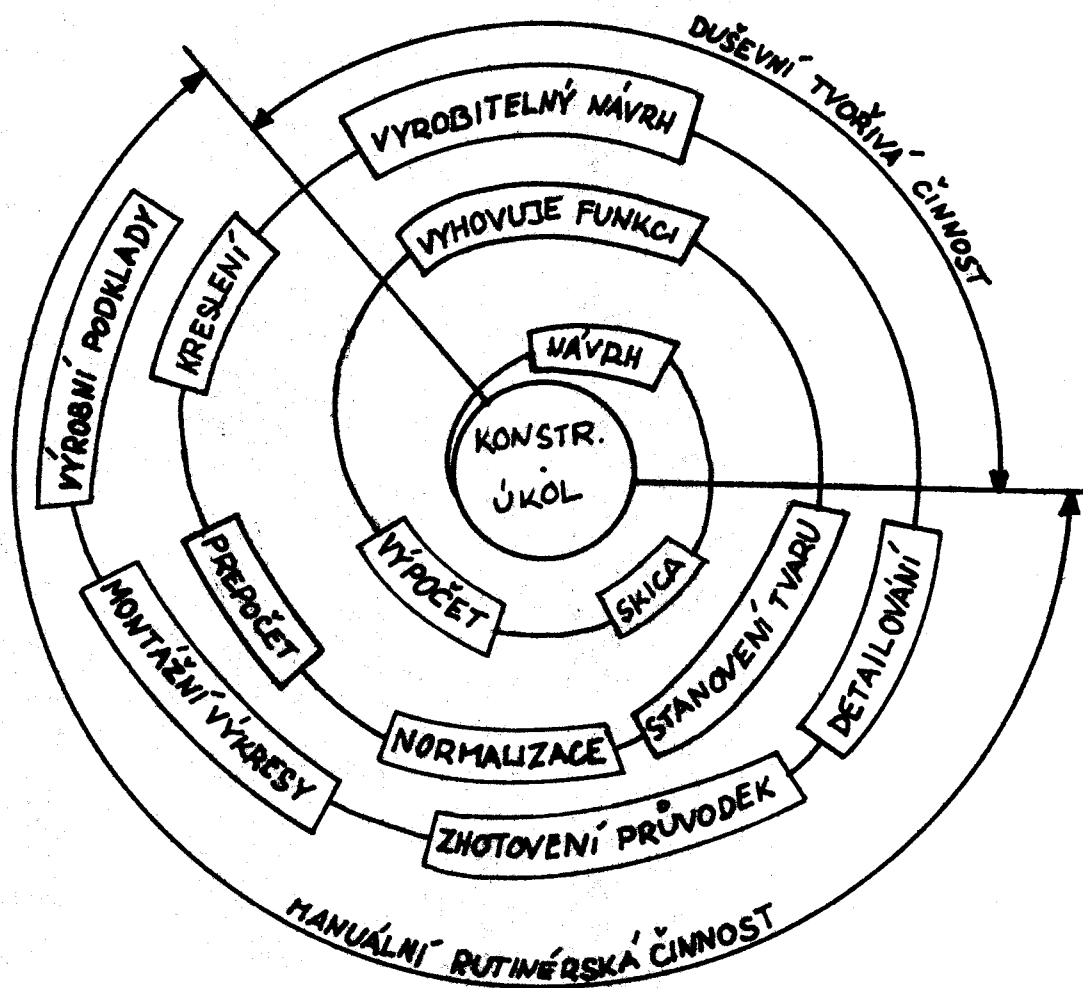


Proces vlastní konstrukce nástroje lze rozdělit na dvě etapy :

1. Zpracování výpočtů spojených s vyčíslením aritmetických a logických operací.
2. Nakreslení dílenského výkresu.

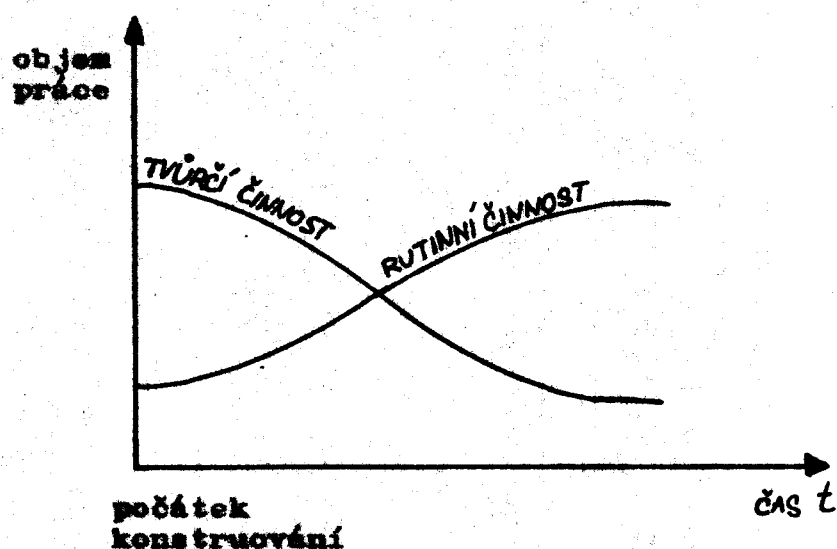
Analýza konstruktérské činnosti z hlediska psychologie vede k poznatku, že se v ní krátkodobá tvůrčí činnost střídá s delšími obdobími víceméně manuální či jednoduché činnosti s výrazně rutinním charakterem.

Z hlediska možnosti nasazení samečinných počítačů do konstruování nás zajímá mikro analýza konstrukčního procesu. Graficky ji lze znázornit následující spirálou - obr. 5



V uvedeném grafu lze rozdělit konstrukční proces na krátkodobé časové úseky a to tvůrčí činnosti vystřídané manuální činností. Objem jednotlivých prací v závislosti na čase ukazuje graf - obr. 6

obr. 6



Vzhledem k tomu, že určitá oblast rutinních prací má logickou posloupnost a je popsatelná matematickým, geometrickým či jiným symbolickým jazykem, lze vytvořením vhodných podmínek tuto činnost převést na SAPO a tvůrčí činnost ponechat na konstruktérovi.

6. Metodika konstrukce tažných nástrojů

Při stanovování metodiky konstrukce tažného nástroje je třeba nejprve analyzovat vlastnosti a zákonitosti konstrukce tažných nástrojů jako globálního systému. Výsledkem toho je přechod od jednotlivých pouček k určení zákonitosti konstrukce.

Při procesu tažení dochází ke změně tvaru materiálu jeho tažením přístřihu (rondu) tažníkem přes tažnou hranu tažnice.

Na obr. 7 je znázorněn přístřih materiálu pro vytažení kruhové nádoby na něm jsou znázorněny dva typy ploch z hlediska tažného procesu. Obdélníkové plochy reprezentují rozvinuté části válcové plechy stěn nádoby, trojúhelníkovité části reprezentují materiál, který je při tažení přemísťován, současně v radiálním i tangenciálním směru. Přemísťování materiálu je způsobeno složitou plastickou deformací v přírubě a zvláště na tažné hraně během tažení. Materiál trojúhelníkovitých ploch způsobuje :

1. prodloužení výšky výtažku

2. zvětšení tloušťky stěny válcové části výtažku

Nárůst tloušťky stěny lze obecně vyjádřit vztahem

$$s_1 = s_0 \cdot \sqrt{\frac{D}{d}} \quad / \text{mm} /$$

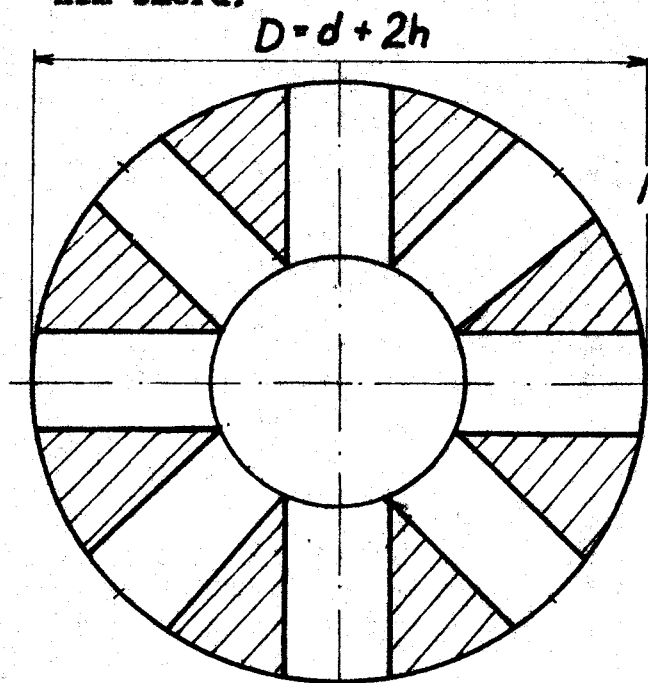
kde s_1 je nově vzniklá tloušťka stěny, s_0 je původní tloušťka materiálu, d je průměr dna výtažku a D je průměr přístřihu.

Rozdělení přírůstku tloušťky stěny je závislé na výšce výtažku, toto je obecně dáno právě vlivem trojúhelníkovitých přebytků materiálu rondelu, jež je nutno přemístit, možný průběh je znázorněn na obr. 8. Kromě uvedených změn dochází ještě k zeslabování tloušťky materiálu na přechodu mezi dnovou a válcovou částí výtažku. Toto zeslabení závisí na rozdělení logaritmických deformací. Pro logaritmické deformace vycházíme ze vztahu :

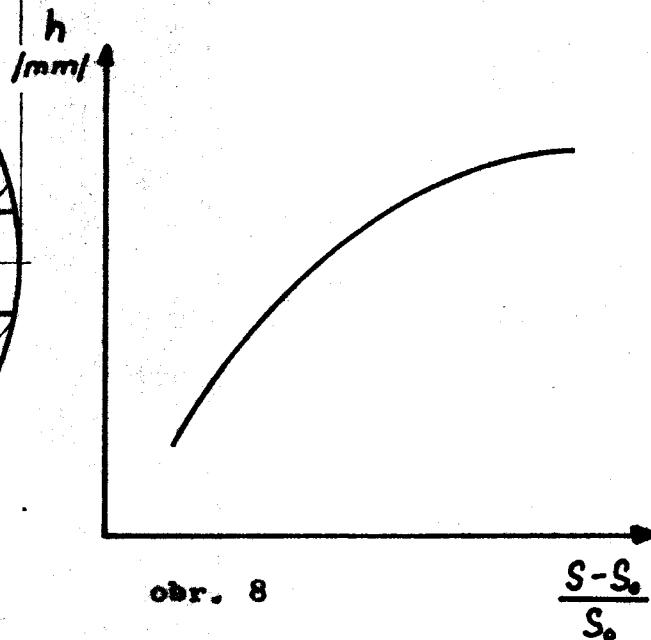
$$\varphi_1 + \varphi_2 + \varphi_3 = \varphi \quad \text{kde} \quad \varphi_1 = \ln \frac{dr}{d_0}$$

$$\varphi_3 = \ln \frac{dr}{d_0}$$

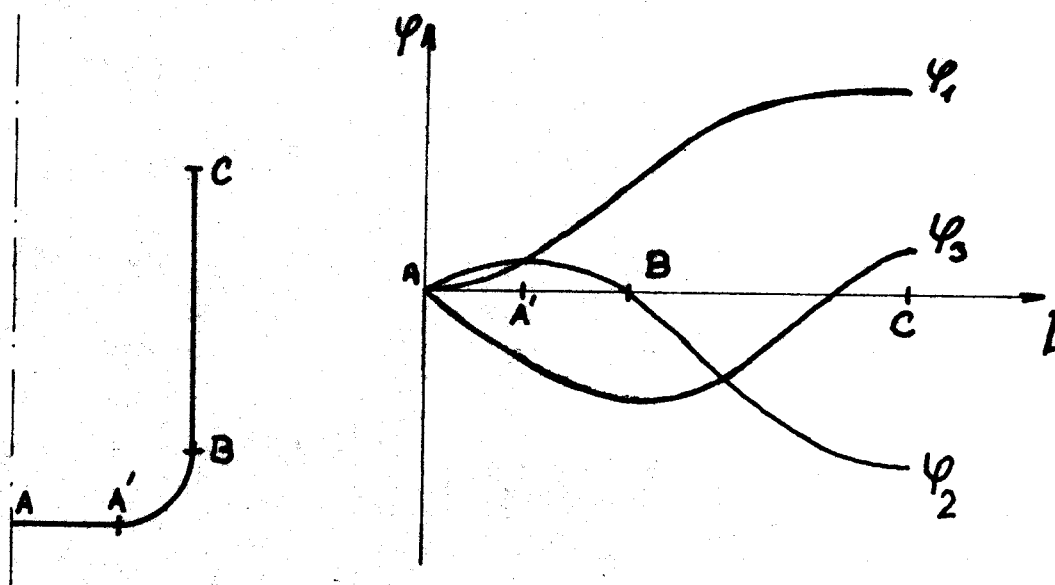
Dle obr. 9 v úseku A - A' není na čele pozorována žádná deformace. V pásmu A' - B je pozorováno největší zeslabení tloušťky plechu na $s_{\min}$, podle logaritmické deformace $\varphi_3 = \varphi_1 - \varphi_2$, od tohoto bodu φ_3 prudce stoupá, což značí nárůst napětí σ_3 , směrem k bodu C je intenzivní přechování materiálu v tangenciálním směru.



obr. 7



obr. 8



obr. 9

V případě tažení mělkých nádob je nárůst tangenciálního napětí malý a nepůsobuje další deformace. U vysokých nádob, při tzv. hlubokém tažení, tangenciální napětí nabývá kritických hodnot a může v přírubě způsobovat tvorbu vln. Tvorba vln závisí na vzpěrné pevnosti materiálu, tj. odporu proti vybočení z roviny příruby. Vzpěrná pevnost se stanovuje podle volné délky profilu a jeho štíhlosti. Jestliže bude uvažována volná délka profilu přibližně $L = (1/2) \cdot \pi \cdot D$, bude vzpěrná pevnost záviset na štíhlosti, závislé na tloušťce plechu, zda bude docházet k tvorbě vln či ne. Čím bude tloušťka plechu větší, tím bude náchylnost k tvorbě vln menší. Vznik vln v přírubě způsobuje podstatný vzrůst tažné síly a může způsobit utržení dna výtažku. Tvorbu vln je tedy nutno co nejvíce omezit, toto se provádí použitím přidržovače. Jeho použití značně komplikuje konstrukci nástroje. Použitím přidržovače se zkracuje volná délka profilu a jeho použití je vymezováno několika kritérii. Pro postupové tažení se používá hodnota koeficientu tažení $M = d/D$, jenž pro použití přidržovače je $0,85 \div 0,9$. Pro použití předržovače je rozhodující i tloušťka plechu, kterou zahrnujeme ve výpočtu minimální hloubky výtažků (dle Achlera)

$$h \geq 0,3 \cdot \sqrt[3]{d^2} \cdot \sqrt{s_0}$$

nebo stanovení koeficientu dle

$$\alpha \cdot 100 \cdot \frac{d}{D} \geq 50 \cdot \left(\alpha - \frac{\sqrt{s_0}}{\sqrt[3]{d}} \right)$$

kde $\alpha = 1,9$ pro hlubokotažení oceli a $\alpha = 2$ pro hliník.

Z hlediska přidržovače je důležitá i velikost potřebného přidržovacího tlaku, která je závislá na relativní tloušťce a na koeficientu tažení.

Jednotkový přidržovací tlak lze určit dle vztahu :

$$p = (0,2 \div 0,3) \cdot \left[\left(\frac{1}{M} - 1 \right)^3 + 0,5 \cdot \frac{d}{100 \cdot s_0} \right] \cdot \sigma_{pt}$$

Směrné hodnoty přidržovacího tlaku pro různé materiály jsou :

měkká ocel	$s < 0,5 \text{ mm}$	$2,5 \div 3 \text{ N mm}^{-2}$
měkká ocel	$s > 0,5$	$2 \div 3,5 \text{ N mm}^{-2}$
mosaz		$1,5 \div 2 \text{ N mm}^{-2}$
měď		$1 \div 1,5 \text{ N mm}^{-2}$
hliník		$0,8 \div 1,2 \text{ N mm}^{-2}$

Nezávisle na tom, zda tlak přidržovače začíná působit se začátkem tažení anebo až s vlivem zvětšení tloušťky příruby. Musí však působit před okamžikem počátku tvorby vln.

6.1 Konstrukce základního typu tažného nástroje

Pro konstrukci samotného typevého tažného nástroje je třeba znát tvar, rozměry, materiál a jeho mechanické vlastnosti, tloušťku plechu a kvalitu povrchu zpracování součásti. Dále je třeba znát výrobní technologii a strojní vybavenost v neposlední řadě též ekonomickou efektivnost výroby dané součásti tažením. Potom je nutno stanovit následující základní data pro návrh tažného nástroje :

- tvar a velikost přístřihu
- bude-li použito přidržovače
- počet tažných operací a jejich odstupnění
- poměry tažných hran

- e) tažné vůle
- f) přitlačnou sílu přidržovače
- g) tažnou sílu a práci
- h) druh lisu

Při návrhu tažného nástroje musíme mít stanovena následující

data průměr výtažku - d_v
 výška výtažku - h_v
 radius dna - r_d
 tloušťka plechu - t_p
 materiál výtažku

ad a) Při určování velikostí přístříhu rotačních nádob vycházíme z pravidla rovnosti ploch. Pro malá zaoblení ploch, tj.

pro $r_d \quad (3 \div 8) \cdot t_p$

$$D_r = \sqrt{d_v^2 + 4 \cdot d_v \cdot h_v} \quad / \text{mm} /$$

pro $r_d \quad 8 \cdot t_p$

$$D_r = \sqrt{d_v^2 + 4 \cdot d_v \cdot (h_v + 0,506 r_d)} \quad / \text{mm} /$$

výpočtem hodnoty velikosti přístříhu se zvětšují 1,5 až 5 % z důvodů odstranění ořezatosti a kvalitního odstřížení konečného výtažku.

ad b) Pro zajištění nutnosti použití přidržovače je možné vycházet ze vztahu pro minimální hloubku výtažku

$$h_v \geq 0,3 \cdot \sqrt{d_v^2} \cdot \sqrt{t_p} \quad / \text{mm} /$$

nebo podle koeficientu

$$\frac{d_v}{D_r} \cdot 100 \geq 50 \quad \left(z = \frac{\sqrt{t_p}}{\sqrt{D_r}} \right) = \alpha$$

kde je n - materiálová konstanta, jež je pro ocel - 1,9
 Při splnění daných norem je nutno použít přidržovače.

ad c) Počet tažných operací je závislý na druhu, mechanických vlastnostech a kvalitě povrchu taženého materiálu, dále pak na rozměrech a členitosti tažené součásti a konečně na provozních podmínkách a druhu užitého technologického zařízení.

Celkový koeficient tažení je součinem koeficientů odstupu tahů

$$N = m_1 \cdot m_2 \cdot \dots \cdot m_n$$

Odstupňování tahů se zajišťuje dle vzorce

$$d_1 = m_1 \cdot D_r \quad /mm/$$

kde m_1 dle ČSN 22 7301 pro 1 tah je (0,55 ÷ 0,65)
 pro hlubokotažný plech, při tažení rotačních nádob s přidržovačem jej lze vypočítat ze vztahu

$$m_1 = \frac{(55 \div 65) + 0,015 D_r}{100}$$

pro další tahy se odstupňování vypočítá dle vztahu

$$d_n = m_n \cdot d_{n-1} \quad /mm/$$

kde je dle ČSN $m_n = (0,75 \div 0,85)$ a pro tažení rotačních nádob s přidržovačem z hlubokotažného plechu jej lze vypočítat dle vztahu

$$m_n = \frac{(75 \div 85) + 0,019 d_{n-1}}{100}$$

Hodnoty koeficientů tažení jsou však dle ČSN rovněž tabelizovány v závislosti na tloušťce plechu a kvalitě tvářeného materiálu.

ad d) Poloměr tažné hrany pro ocelové hluboketažní plechy se vypočítá dle vztahu

$$r_1 = 0,8 \sqrt{(D_r - d_1) \cdot t_p} \quad /mm/$$

pro další tahy se stanovuje ze vztahu

$$r_n = 8 t_p \quad /mm/$$

ad e) Mezi tažníkem a tažnicí se vždy navrhuje tažná vůle, jež musí být větší než tloušťka plechu

$$m_t = t_p + k \cdot \sqrt{10 t_p} \quad /mm/$$

kde pro ocelové plechy $k = 0,7$

Výpočet rozměrů hlavních funkčních částí nástroje, tj. tažníku a tažnice se provádí dle empirických vztahů.

Délka tažníku pro 1. tah

$$l_{t1} = \frac{D_r}{4} (1 - m_1^2) + 50 \quad /mm/$$

pro druhý a další tahy

$$l_t = \frac{1}{4d_n} (d_{n-1}^2 - d_n^2) + 50 \quad /mm/$$

Průměr tažníku pro první a následující tahy kromě posledního

$$d_{t1} = d_1 \quad \text{případně} \quad d_{tn-1} = d_{n-1} \quad /mm/$$

průměr tažníku pro poslední tah

$$d_{tn} = d_v - 2t_p \quad /mm/$$

Poloměr tažné hrany tažníku

$$r_{tk} = r_d + 5 \quad /mm/$$

Pro výpočet tažnice se užívá vztahů.

Výška tažnice pro první tah

$$h_{p1} = \frac{D}{4} \cdot (1 - m_1^2) + 20 \quad /mm/$$

pro druhý a další tahy

$$h_{pn} = \frac{1}{n \cdot d_n} \cdot (d_{n-1}^2 - d_n^2) + 20 \quad /mm/$$

Průměr tažnice pro první a další tahy s výjimkou posledního.

$$D_{p1} = d_1 + 2 \cdot t_p + 2 \cdot m_t \quad /mm/$$

resp.

$$D_{n-1} = d_n + 2 \cdot t_p + 2 \cdot m_t \quad /mm/$$

pro poslední tah

$$D_n = d_v + 2 \cdot m_t \quad /mm/$$

Průměr machení tažnice odpovídá předem vypočtenému poloměru tažné hrany.

až f) Velikost přidrževací síly přidrževače vypočteme ze vztahu

$$F_p = S \cdot PMP \quad /N/$$

kde S je plocha přidrževače, kterou vypočítáme ze vztahu

$$S = \frac{\pi \cdot D^2 - (\pi \cdot d_{t1} + 2 \cdot r_{t1})^2}{4 \cdot 10^6} \quad /mm^2/$$

a PMP je přidrževací tlak, který volíme 3 MPa

až g) Při výpočtu celkové tažné síly se uvažují též síly na přidrževači, vyhazovači a též samotná tvářecí síla. Síla na přidrževači byla vypočtena v předcházejícím bodě.

Síla na vyhazovači je závislá na konstrukci samotného vyhazovače, je-li konstruován pružinový vyhazovač je závislá na tuhosti a stlačení pružiny, pracuje-li vyhazovač jako stěrač potom je síla na vyhazovači, při určování tažné síly, nulová, neboť je zde vyvozena vratným chodem beranu lisu. Hlavní tažná síla je závislá na průměru výtažku, tloušťce plechu a mechanické pevnosti materiálu.

$$F_{tn} = \pi \cdot d_n \cdot t_p \cdot k \quad /N/$$

kde k je konstanta závislá na mechanické pevnosti materiálu a na poloměru tažné hrany.

$$k = 0,8 \cdot \sigma_{pt} / \text{MPa} \quad \text{pro malé } r_n$$

$$k = 0,7 \cdot \sigma_{pt} / \text{MPa} \quad \text{pro velká } r_n$$

potom celková tažná síla je součtem dílčích působících sil

$$F_{tc} = F_t + F_p + F_v \quad /N/$$

Výpočet tažné práce je závislý na tažné síle a výšce výtažku

$$A_t = k \cdot F_t \cdot h_v \quad /J/$$

kde $k = (0,6 \div 0,8)$ je koeficient závislý na koeficientu tažení m .

6.2 Využití samočinného počítáče při konstrukci tažného nástroje

Využití samočinného počítáče při konstruování tažných nástrojů pro rotační nádeby je velice výhodné, protože se jedná o současně tvarově velice podobné. Proto je snadné nalézt empirické vztahy pro výpočty a konstrukci tažných nástrojů.

Preto je nutné převést postup konstrukce nástroje do vývojového diagramu, tj. podkladu pro následné programování do programovacího programu FORTRAN. Pro zjednodušení celkového programu je možné některé dílčí etapy převést na podprogramy.

Podprogramy : RONDEL (schéma 10) se zabývá určením velikosti přístřihu. V první fázi je třeba porovnat, zda je nutno při výpočtu uvažovat, zneblení dnové části výtažku, tj. volba výpočtového vztahu a dále potom obsahuje samotný výpočet velikosti přístřihu a nakonec zvětšení ronделu z důvodů odstranění cíplosti a ostřížení okraje.

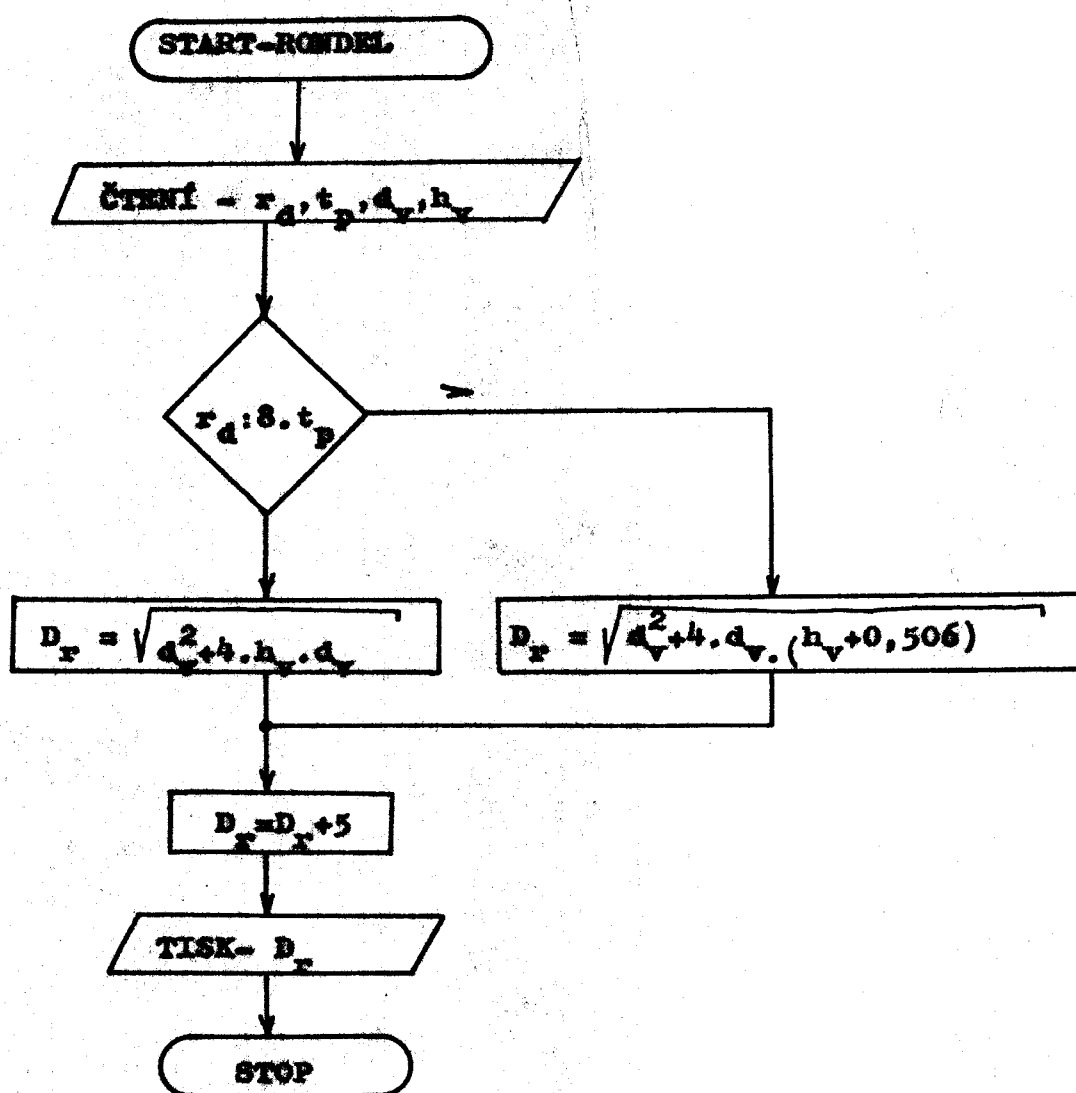
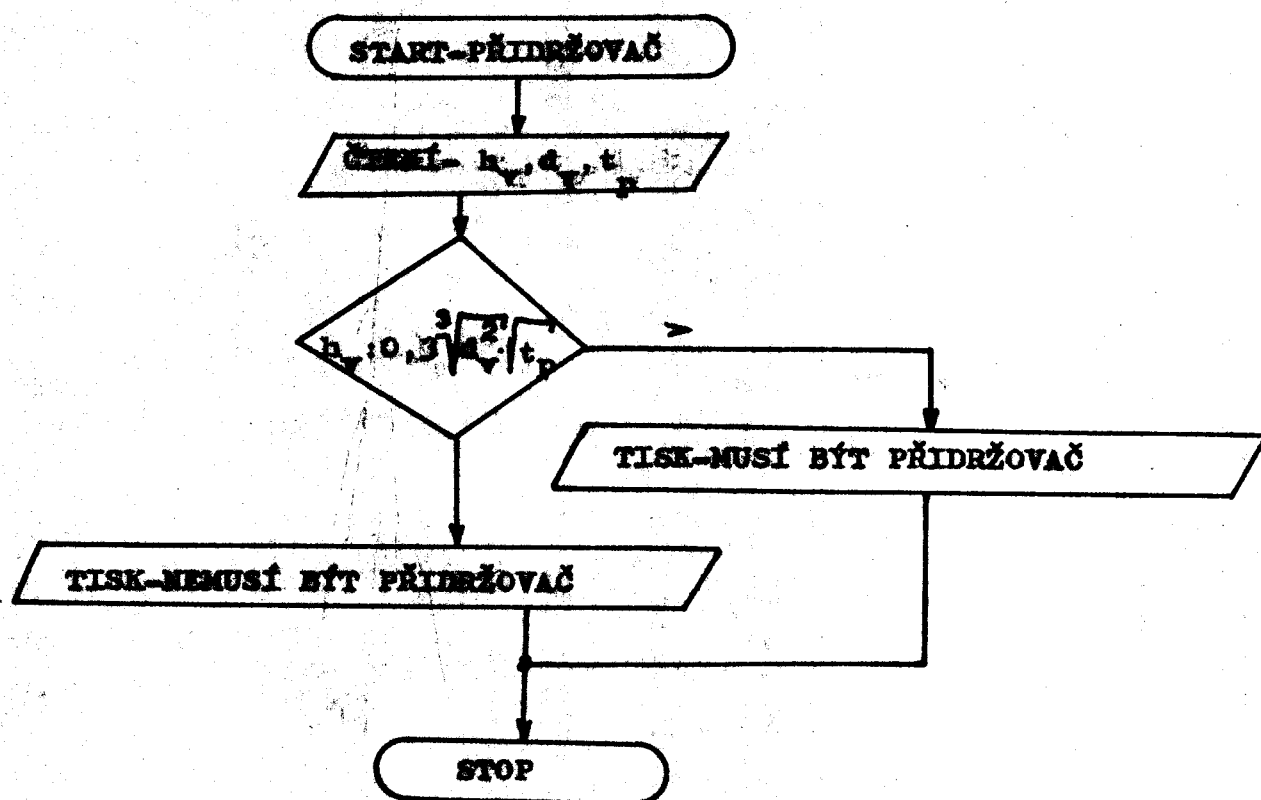


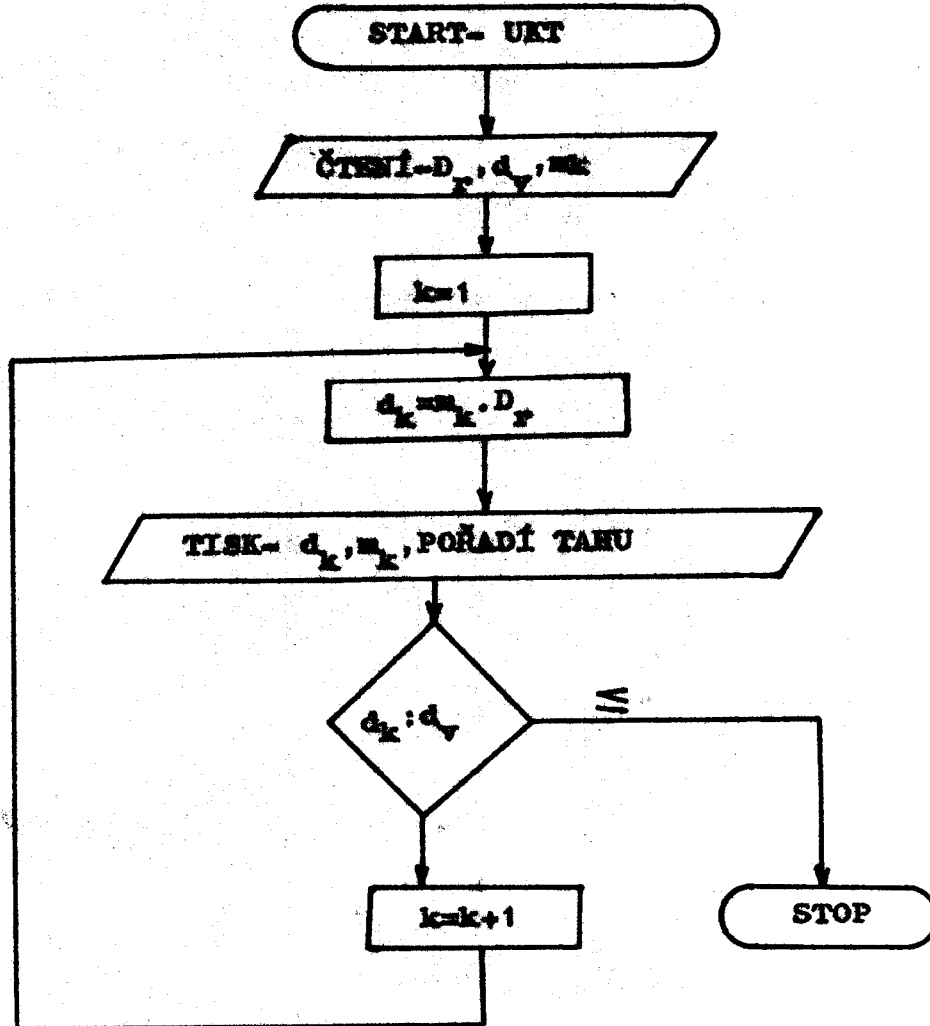
schéma 10

PŘIDRŽOVAČ (schema 11) zajišťuje rozhodnutí, zda bude či nebude nutné použít přidržovače, základem je rozhodovací blok, který vychází ze vstupu pro minimální hloubku výtažku .

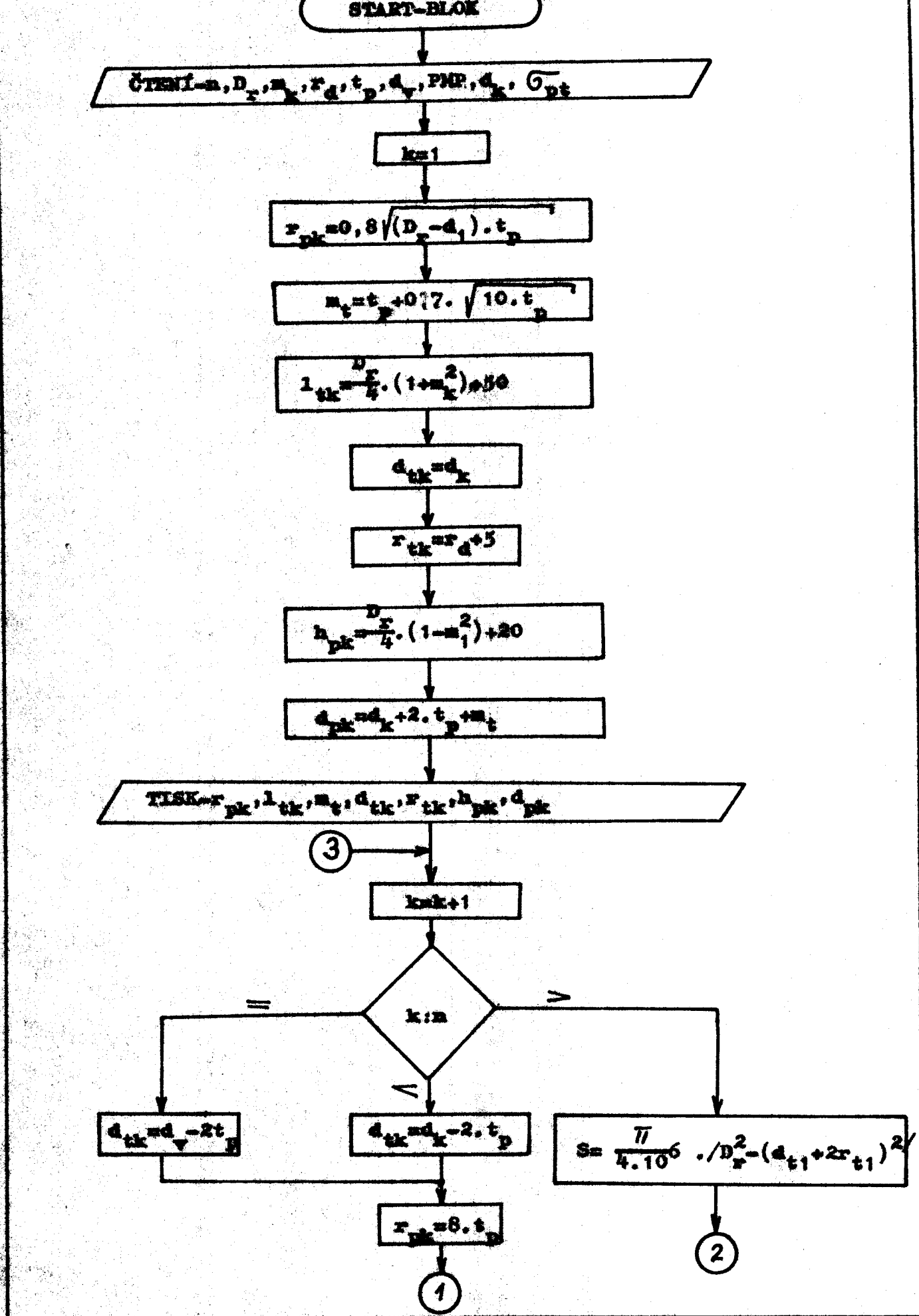


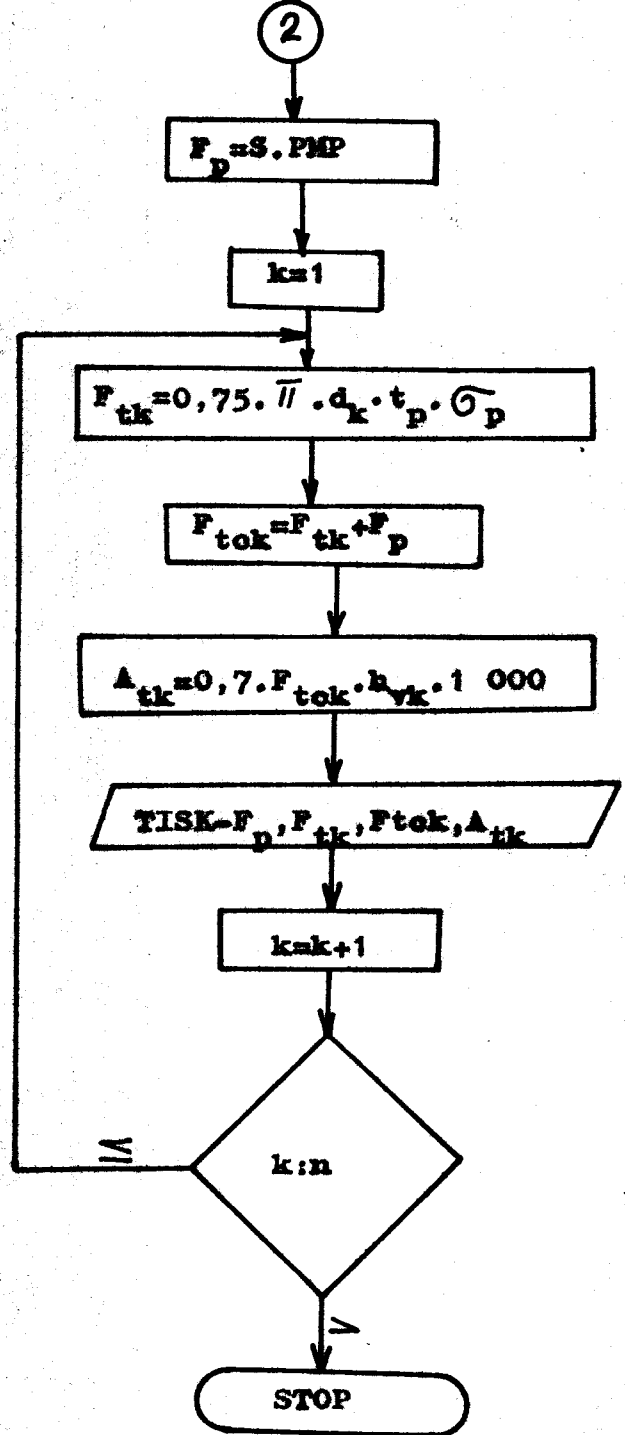
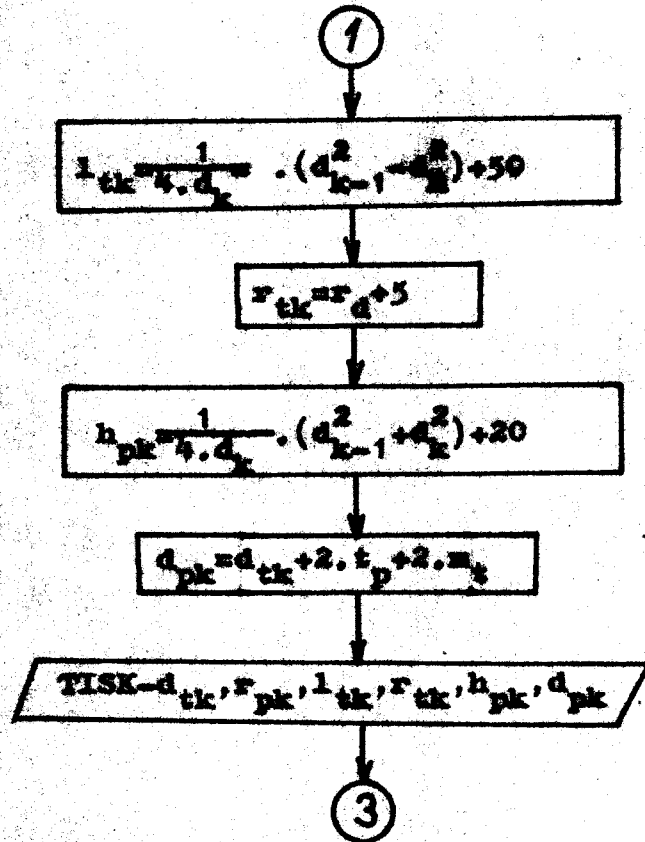
schema 11

Dále potom je to řídicí program UKT (schema 12), jehož úkolem je určit počet tažných operací, koeficienty tažení a průměry předtažků.



Program BLOK (schéma 12) zajišťuje výpočet ostatních dat pro konstrukci tažného nástroje tj. rozměrů tažníků, tažnic, výpočet tažných sil, tažné práce, tažných vůlí atd.





Na tento hlavní výpočtový program navazují ještě další programy, které zajišťují za pomoci kreslicího stolu DIGIGRAF nakreslení výrobních výkresů a tisk kusovníků tažného nástroje, jak vyplývá ze schématu 13.

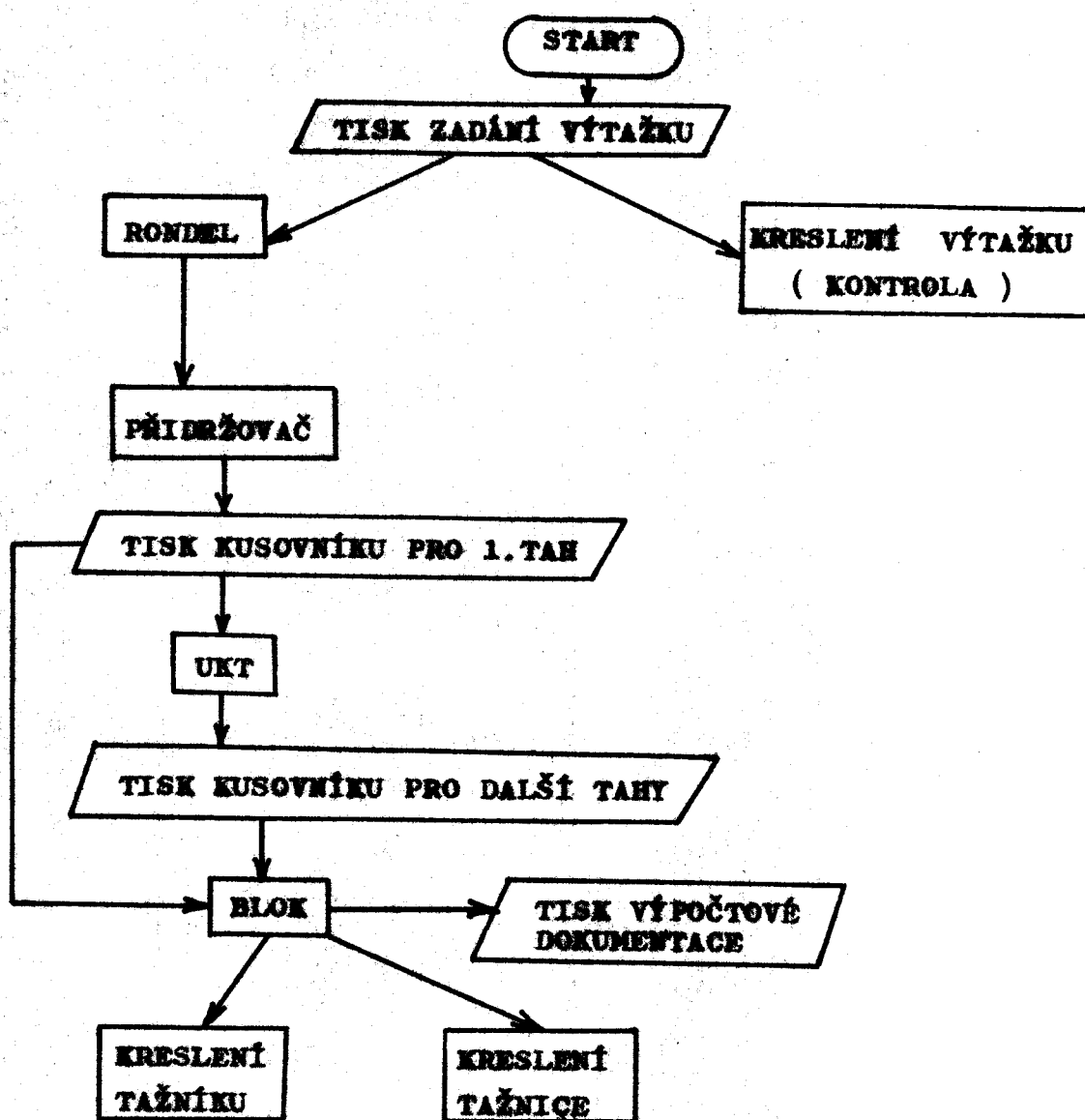


Schéma 13

V příloze jsou obsaženy hlavní výpočtové programy tj. programy RONDEL, PŘIDRŽOVAČ, UKT, BLOK.

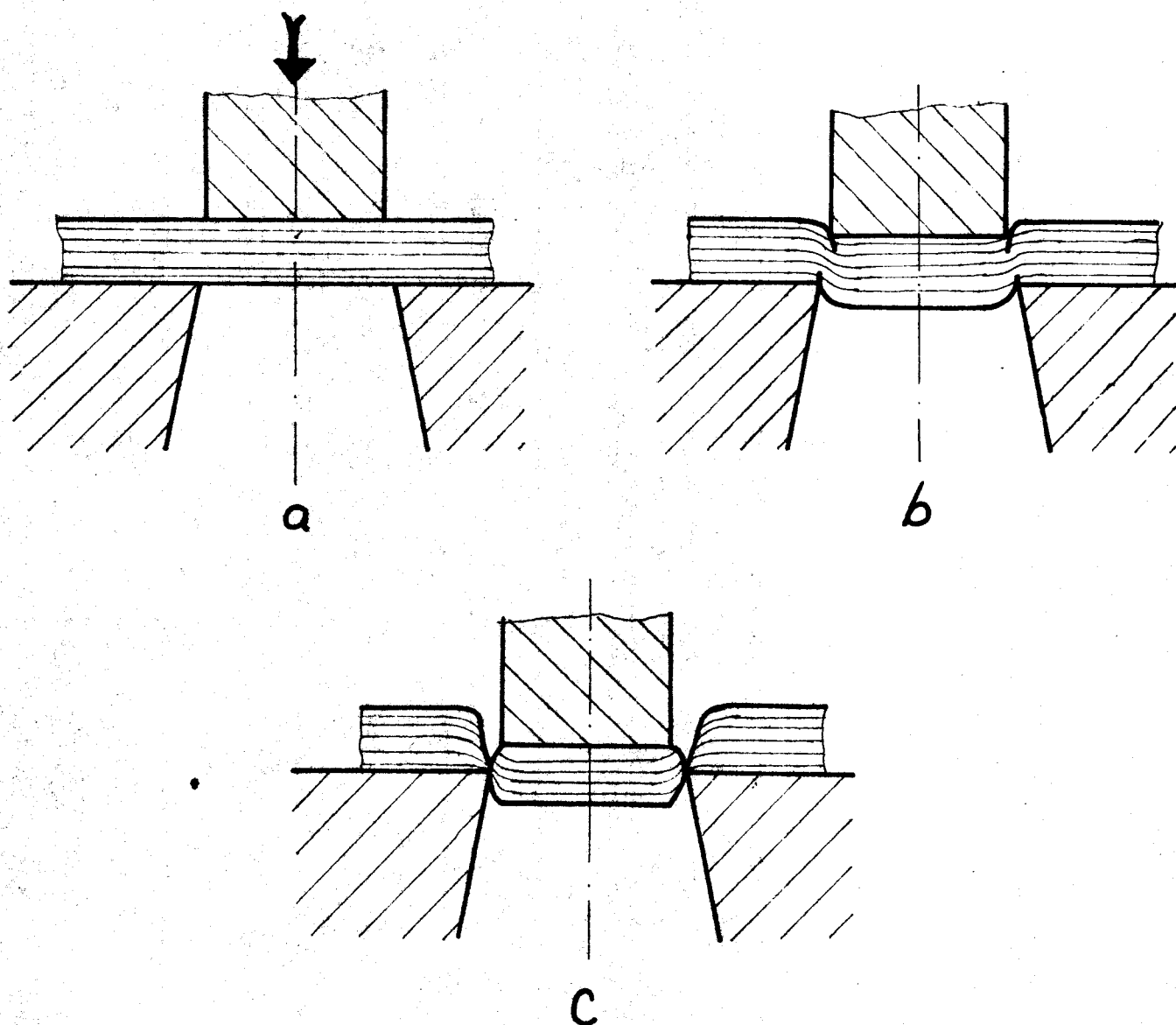
Jako hlavní (řídící) programy zde vystupují program UKT, jenž obsahuje jako podprogramy programy RONDEL a PŘIDRŽOVAČ, dále je samostatný program BLOK. Tyto programy zahrnují výpočtovou část konstrukce, konstruktér zde pouze zadává potřebná vstupní data pro konstrukci nástroje. Do samotného výpočtu nezasahuje. Dále příloha obsahuje výpočet a výkres vserku tažného nástroje.

7. M e t o d i k a n á v r h u s t ř í ž n é h o n á s t r o j e

Stříhání je postupné nebo současné oddělování materiálu podél plochy, jež je obvykle kolmá k povrchu materiálu. Používá se k němu nůžek a stříhacích nástrojů resp. prostříhovadel. Částice materiálu oddělují ve třech za sebou následujících fázích :

- a) první fáze v níž nastávají pružné deformace, materiál se pružně stlačuje a ohýbá, je lehce vtlačován do otvoru průstřížnice a napětí ve stříhaném kovu nepřesahuje mez pružnosti materiálu (obr. 14a).
- b) druhá fáze, v níž nastávají trvalé deformace, kov se vtlačuje do otvoru průstřížnice a vlákna kovu se značně ohýbají. Napětí v kovu přesahuje mez kluzu a stále stoupá až k hodnotě pevnosti ve stříhu daného materiálu. Největší smykové deformace směřují po kluzných plochách, které začínají u střížných hran. Vtlačení nožů do materiálu závisí na tvrdosti a tvárnosti kovu a je 20 až 50 % tloušťky plechu (obr. 14b).

c) třetí fáze, v níž vznikají trhliny, tyto trhliny se rychle rozšiřují ve směru smykových napětí, což má za následek oddělení jedné části materiálu od druhé (obr. 14c).



obr. 14

Při konstruování stříhacích nástrojů je třeba klást zřetel na to, aby tvar a uspořádání výstřižků umožňovalo co nejvýhodnější technologický postup stříhání, aby výroba byla co nejjednodušší a nejehospodárnější.

Technologičností konstrukce, rozumíme takový souhrn konstrukčních prvků, který zaručuje co nejjednodušší a nejehospodárnější výrobu při daném stupni sériovosti, přičemž se musí dodržet technické a provozní požadavky kladené na výstřižky.

Ukazateli technologičnosti prostřihovaných součástí jsou :

- 1 Co nejmenší spotřeba materiálu
- 2 Co nejmenší počet a pracnost operací
- 3 Taková přesnost provedení, aby se výstřižek po zhotovení již nemusel obrábět
- 4 Co nejmenší množství potřebného strojního zařízení a výrobní plochy
- 5 Co nejmenší počet nářadí, nejmenší náklady a nejkratší lhůty na přípravu výroby
6. Zvýšení produktivity jednotlivých operací v dílně
- 7 Co největší trvanlivost střižných nástrojů

Dále potom je nutno respektovat tyto technologické požadavky :

1. Je nutno se vyhýbat tvarům s dlouhými a úzkými výčnělky na obrysu nebo s příliš úzkými zářezy (šířka zářezu má být větší než dvojnásobná tloušťka plechu).
- 2 Výstřižky nesmějí mít ostré hrany na vnitřním obrysu, poloměry zaoblení mají být $r = 0,5 t_p$
- 3 Hrany na vnějším obrysu mají mít zaoblení jen tehdy, když se současně vystřihuje po celém obrysu. Při nástřihu bez odpaďu mají být hrany ostré.
- 4 Dlouhé a úzké součásti s neproměnnou šířkou $b \leq 3 \cdot t_p$ je lépe vyrábět zplošťováním drátu
- 5 Při děrování volným, nevedeným průstřižníkem je nejmenší průměr díry d dán pevností v tlaku σ_{pd} materiálu průstřižníku. Střižná síla musí být vždy menší než maximální možný tlak, který snesl průstřižník

$$d = \frac{4 \tau_{ps}}{\sigma_{pd}} \cdot t_p \quad / \text{mm} /$$

Průstřižníky malého průřezu se musí kontrolovat na vzpěrnou pevnost, aby se nezlomily. Ze základního vzorce

$$F = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot J}{l^2} \quad / \text{N} /$$

dostaneme po dosažení střížného tlaku vztah pro maximální volnou délku průstřižníku

$$l \leq \sqrt{\frac{\pi^2 \cdot E \cdot d^3}{64 \cdot \tau_{ps} \cdot t_p}} \quad / \text{mm} /$$

kde E je modul pružnosti v tahu /MPa/

d je průměr střížníku /mm/

τ_{ps} je pevnost stříhaného materiálu /MPa/

t_p je tloušťka plechu /mm/

Jestliže délka průstřižníku nevyhovuje musíme použít průstřižník osazený, jeho větší průměr potom vypočteme ze vztahu

$$d = \sqrt[3]{\frac{L^2 \tau_{ps} \cdot t_p \cdot 64}{\pi^2 E}} \quad / \text{mm} /$$

kde L je požadovaná délka průstřižníku /mm/

6. Nejmenší vzdálenost od okraje díry k vnějšímu obrysu se má rovnat tloušťce plechu, není-li okraj díry rovnoběžný s okrajem pásu, a nejméně $1,5 \cdot t_p$ je-li rovnoběžný.
7. Na poloměrech zaoblení ohnutých součástí nemají být díry, aby se jejich tvar při ohýbání neperušil.

Jedním z nejdůležitějších kritérií pro určování technologič-
nosti konstrukce střížného nástroje je kritérium úspory materiálu,
úsporu ovlivňuje nástřihový plán. Při navrhování nástřihu je třeba
dbát, aby se materiálu co nejvíce využilo, aby lisování bylo hos-
podárné. Několikanásobná prestřihovačla, která obvykle lépe
využívají materiálu, jsou dražší než jednonásobná. Čím větší je
množství vyráběných výstřižků, tj. ve velkoseriové a hromadné
výrobě, tím větší význam má úspora materiálu na jednu součást.
Při hromadné výrobě malých výstřižků se má používat pásového ma-
teriálu. Při navrhování nástřihového plánu musíme uvažovat též
zbytkový materiál mezi jednotlivými výstřižky, tzv. můstky, které
nám zaručí dokonalé vystřižení součástí a odstraní možnost zaklí-
neování střížníku a střížnice vlivem vniknutí materiálu do mezery
mezi střížníkem a střížnicí. Určení velikosti můstku závisí na
tloušťce zpracovávaného materiálu a určíme ji ze vztahů :

$$\text{pro } t_p \leq 1,5 \text{ mm}$$

$$m = 1,7 - \sqrt{6,51 - t_p (t_p - 0,4)} \quad / \text{mm} /$$

$$\text{pro } t_p > 1,5 \text{ mm}$$

$$m = 0,57 t_p + 0,6 \quad / \text{mm} /$$

Vedení pásu ve střížném nástroji je zajištěno pomocí postranních
vedicích lišt. Vzdálenost mezi lištami (obr. 15) zjistíme dle
vztahu :

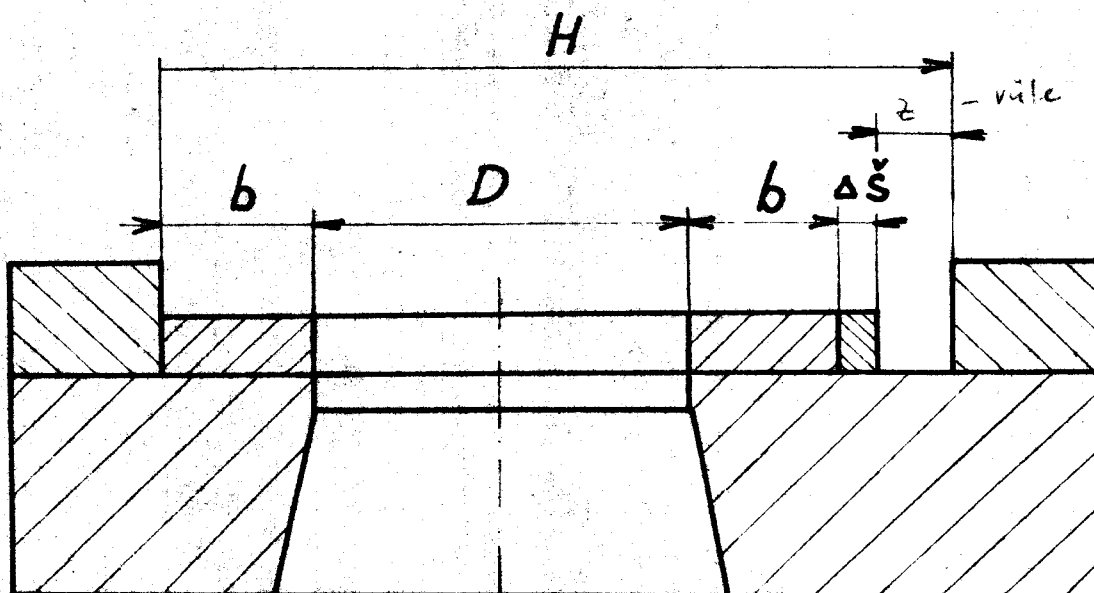
$$H = D + 2b + \Delta b + z \quad / \text{mm} /$$

Kde D je průměr prestřihovaného otvoru $/ \text{mm} /$

b je velikost postranního můstku závislá na způsobu podávání
pásu a toleranci šířky pásu $/ \text{mm} /$

Δs je jednostranná tolerance šířky pásu /mm/

z je maximální šířkou pásu je H /mm/ z není



obr. 15

Důležitým kritériem technologičnosti konstrukce je vztah pro určení využití materiálu, tj. zjištění koeficientu hospodárnosti nástřihu

$$k_{/n} = \frac{S_0}{B \cdot h} \cdot 100 \quad \text{/\%/}$$

kde S_0 je plocha součásti včetně malých otvorů /mm²/

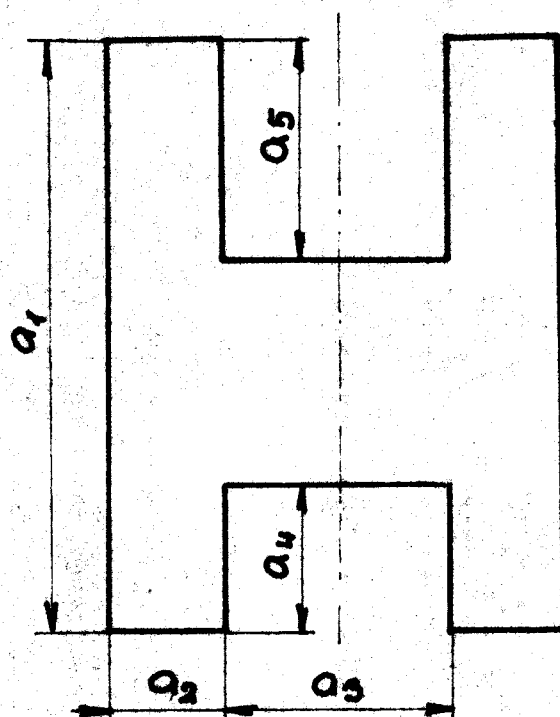
h je posuv pásu pro jeden závit listu /mm/

B je šířka pásu zjištěná ze vztahu

$$B = D + 2b + \Delta s \quad \text{/mm/}$$

7.1. Konstrukce nákladního typu střížného nástroje

Prvním krokem při konstruování střížného nástroje resp. jeho nákladních částí je zjištění délky střížné čáry, při prostřihování obvodu výstřížku. Vycházíme ze zadaných údajů pro zvolenou součást (obr. 16) to jsou rozměry :



obr. 16

$a_1 ; a_2 ; a_3 ; a_4 ; a_5$ /mm/

tloušťka plechu t_p /mm/

zaručená vůle mezi lištou a pásem δ /mm/

požadovaná bezpečnost na prostřihání k

pevnost materiálu ve smyku τ_{ps}

Výpočet obvodu součásti se provede dle vzorce :

$$L = a_1 + a_2 + \dots + a_n \quad / \text{mm} /$$

v našem případě

$$L = 2a_1 + 4a_2 + 2a_3 + 2a_4 + 2a_5 \quad / \text{mm} /$$

v případě, že některá část obvodu je kruhová nebo částí kruhu, určíme její délku, dle známého vztahu :

$$a_1 = 2 \pi \cdot \frac{\alpha}{360} r_1 \quad / \text{mm} /$$

kde r_1 je poloměr kruhového oblouku a α je úhel sevřený krajními vlákny oblouku.

Dále je nutné spočítat limitující hodnoty pro tvorbu nástřihového plánu tj. velikost minimálního nástku :

pro $t_p \leq 1,5 \text{ mm}$

$$m = 3,7 - \sqrt{6,51 - t_p (t_p - 0,4)} \quad / \text{mm} /$$

pro $t_p > 1,5 \text{ mm}$

$$m = 0,57 t_p + 0,6$$

vzdálenost mezi lištami, kdy v našem případě za D dosadíme vzdálenost a_1 a za b velikost nástku m , v tom případě je vzdálenost mezi lištami rovna

$$H = a_1 + 2m + \Delta h + z \quad / \text{mm} /$$

Určení potřebné střížní síly při stříhání s rovnoběžnými noži se provádí podle vztahu :

$$F = k \cdot L \cdot t_p \cdot \tau_{ps} \quad / \text{N} /$$

kde k je bezpečnost se kterou dojde k prostřižení materiálu.

Výpočet tažné práce se provádí dle vztahu :

$$A = F \cdot h \quad /J/$$

kde h /mm/ je hloubka vniknutí průstřižníku v okamžiku, kdy se oddělují částice. Při správné vůli mezi střižníkem a střižnicí je h rovno přibližně 60 % tloušťky plechu.

Značný technologický význam při konstrukci střižných nástrojů má střižná vůle, tj. rozdíl mezi rozměry pracovních částí protřihovačů, na její velikosti závisí jakost výstřižku, trvanlivost lisovacího nástroje a spotřeba energie. Optimální velikost střižné vůle je taková, při níž se setkají smykové trhliny - nástřihy vznikající na břitech průstřižníku a průstřižnice.

Určuje se dle vzorce :

$$v = 2 \left(1 - \frac{C_v}{100} \right) \cdot t_p \cdot \operatorname{tg} \beta \quad /mm/$$

kde v je střižná vůle /mm/

C_v je poměrná hloubka vniknutí /%/

t_p je tloušťka plechu /mm/

β je úhel nástřihu /°/

Zjednodušeně ji lze určit

$$v = t_p \cdot x \quad /mm/$$

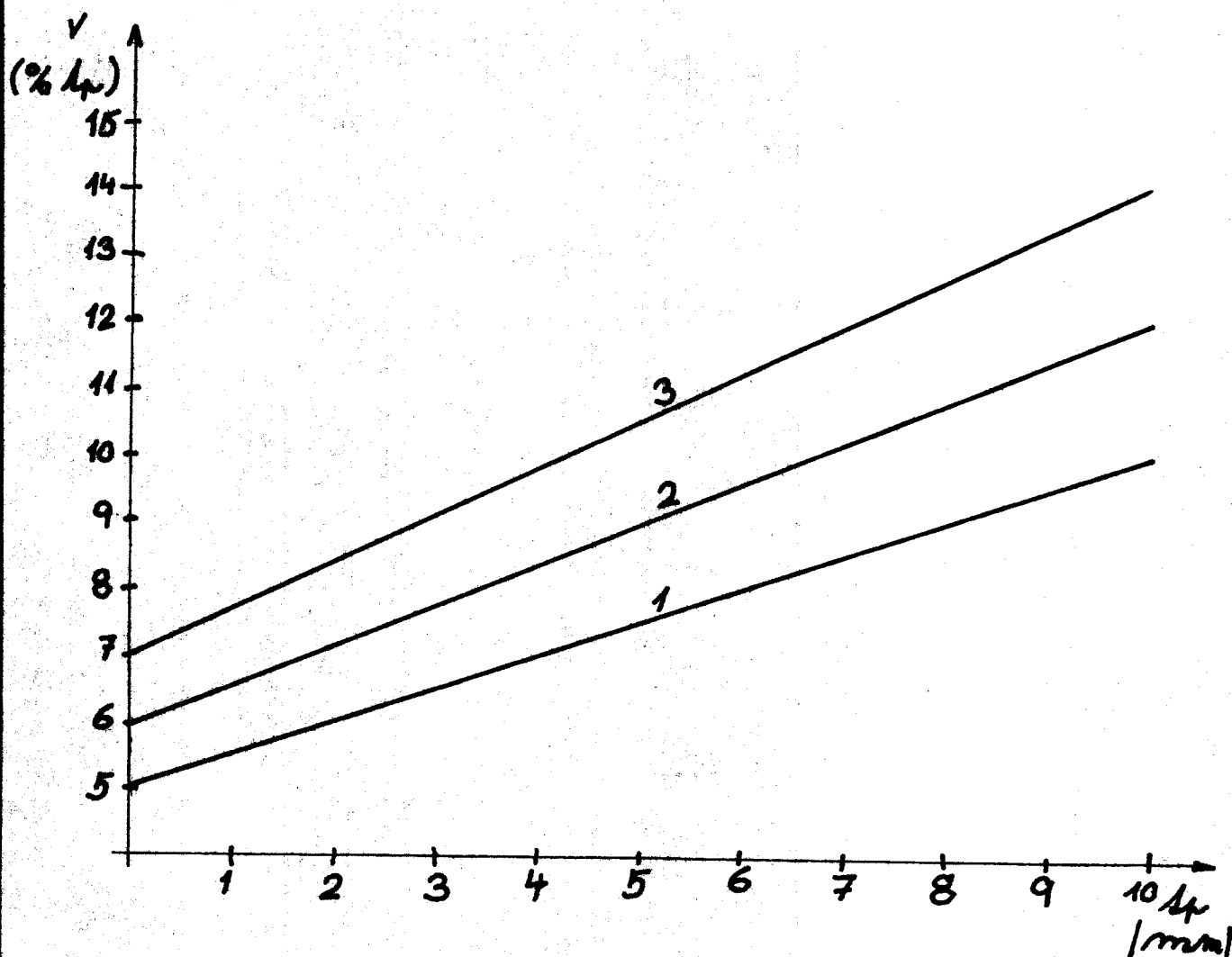
kde x je koeficient závislý na materiálu a je tabelizován ,

pro měkkou ocel 0,1 až 0,2 % C $x = 0,1$

středně tvrdá ocel 0,2 až 0,4 % C $x = 0,12$

tvrdá ocel 0,4 až 0,8 % C $x = 0,14$

anebo lze střižnou vůli určit odečtením z následujícího grafu (obr. 17) , kde je v znázorněna v procentech tloušťky materiálu :



- 1 - měkká ocel
- 2 - středně tvrdá ocel
- 3 - tvrdá ocel

obr. 17

Při prostřihování je rozměr výstřižku shodný s rozměrem průstřižnice. Vlivem opotřebení se jmenovitý rozměr průstřižnice musí rovnat dolnímu meznímu rozměru výstřižku zvětšenému o 20 % rozsahu tolerančního pole výstřižku. U netolerovaných rozměrů součástí se jmenovitý rozměr průstřižnice rovná jmenovitému rozměru výstřižku. Rozměry průstřižníku jsou menší o střižnou vůli než rozměry průstřižnice. U děrování je tomu právě naopak.

Prostřihování výstřižku

$$D_m = d_v \quad /mm/$$

kde D_m je průměr prástřižnice /mm/

d_v je průměr výstřižku /mm/

$$d_p = D_m - 2v \quad /mm/$$

kde d_p je průměr prástřižníku /mm/

Děrování

$$d_p = D_v \quad /mm/$$

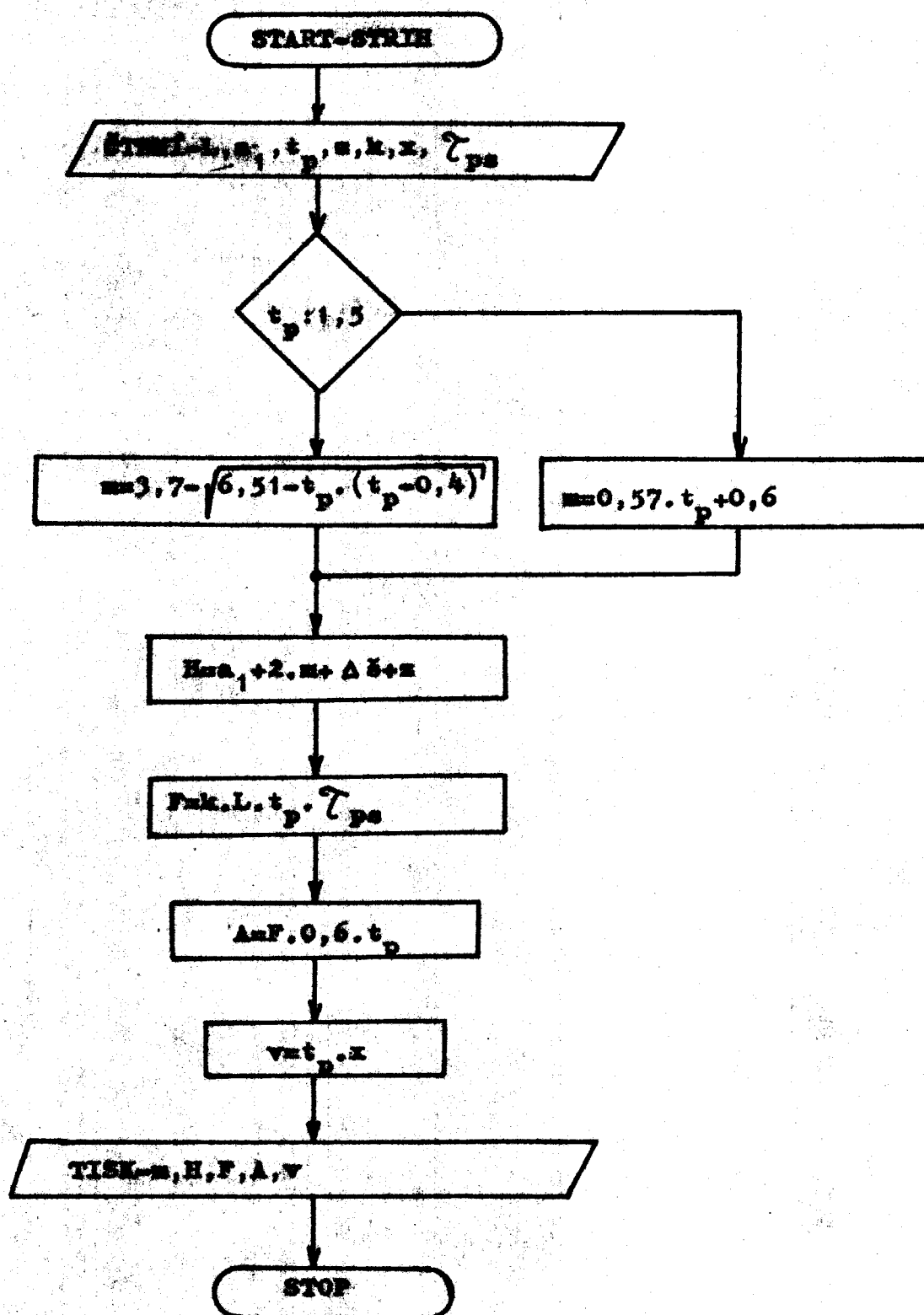
$$D_m = d_p + 2v \quad /mm/$$

7.2 Využití samočinného počítače

při konstrukci střižného nástroje

Jak vyplývá z předcházejícího textu, je velmi důležitým úkolem, z hlediska růstu produktivity práce a úspory materiálu při procesu prostřihování, volba nástřihového plánu. Tuto činnost zatím nelze svěřit výpočetní technice, jelikož se jedná o operaci velice složitou a nelze ji proto snadno převést na analogickou závislost, která by mohla být samočinným počítačem zpracována. Tato operace by znamenala na počítači značnou spotřebu strojního času, zatímco zkušený konstruktér je schopen tuto operaci provést v krátkém čase, většinou v několika možných variantách, tyto umožňují použití vícenásobných nástrojů. Vícenásobné nástroje umožňují výrobu většího množství výrobků na jeden zdvih lisu, dokonalejší využití materiálu a zefektivnění výrobního procesu.

Další část konstrukčního návrhu střižného nástroje tj. část výpočtovou lze na počítači zpracovat poměrně snadno, protože se jedná o rutinní zpracování empirických vztahů. Vývojový diagram znázorněn na obr. 18.



obr. 18

Na toto dále navazuje kreslení hlavních funkčních částí, tj. střížníku a střížnice, při konstruování kruhových střížníků je možné snadno navázat na výpočtový program, stejně jako při konstruování tažného nástroje. Při konstruování tvarových střížníků se jeví jako výhodnější, zadávání rozměru jako dat do samostatného nezávislého kreslicího programu. Na výpočtový program dále navazují programy pro přiřazení typizovaného stojánu výběrem ze zadané řady a výběr vhodného stroje, na které by bylo možno stříhání provádět, tj. výběr lisu ze zadané řady. V příloze je konkrétně zpracován výpočtový program odpovídající obr. 18 a dále výkres a výpočet nástroje pro výstříšek, jehož tvar odpovídá obr. 16

8. Přiřazení typizovaného vodícího stojánu výběrem z řady

Přesnost výsledků a životnost lisovacího nástroje závisí do značné míry na přesném a tuhém vedení jeho obou základních částí. Tomuto požadavku lze nejlépe vyhovět, vestaví-li se nástroj do vodících stojánků, které s sebou přinášejí i řadu dalších výhod.

Normalizované stojánky jsou zahrnuty v ČSN 22 6200. Normy uvádějí rozsáhlý sortiment vodících stojánků v typech i v rozměrech, takže pro každý lisovací nástroj lze volit vhodný typ i velikost

Vodící stojánky rozlišujeme podle tří hlavních hledisek :

- a) podle tvaru pracovní plochy
- b) podle polohy vodících sloupků vzhledem k pracovní ploše stojánu

c) podle materiálu základové a upínací desky

ad a) podle tvaru pracovní plochy :

- aa) s pracovní plochou čtvercovou
- ab) s pracovní plochou obdélníkovou
- ac) s pracovní plochou kruhovou

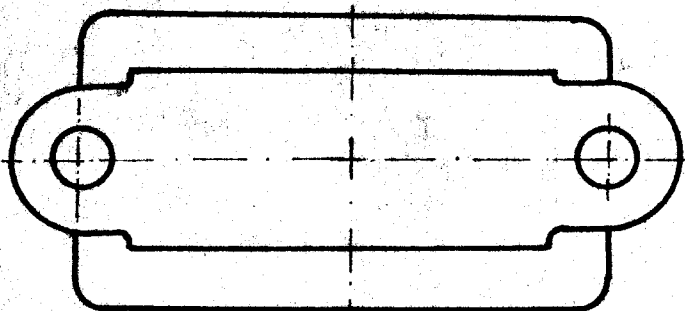
ad b) podle polohy vodicích sloupků vzhledem k pracovní ploše :

- ba) se sloupky v podélné ose
- bb) se sloupky za pracovní plochou
- bc) se sloupky v úhlopříčce pracovní plochy

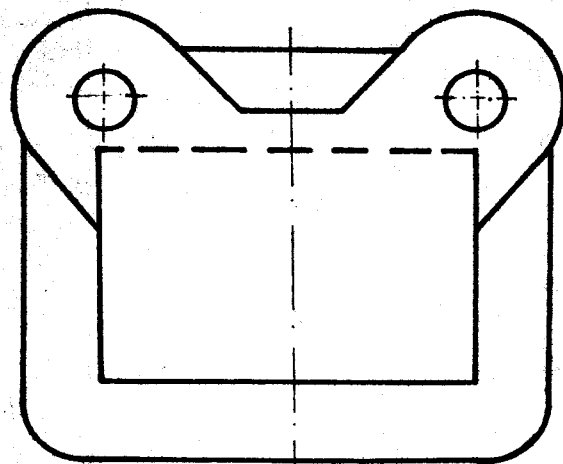
ad c) se zřetelem na materiál základové a upínací desky se vyrábějí vodicí stojánky :

- ca) litinové
- cb) z oceli na odlitky
- cc) ocelové

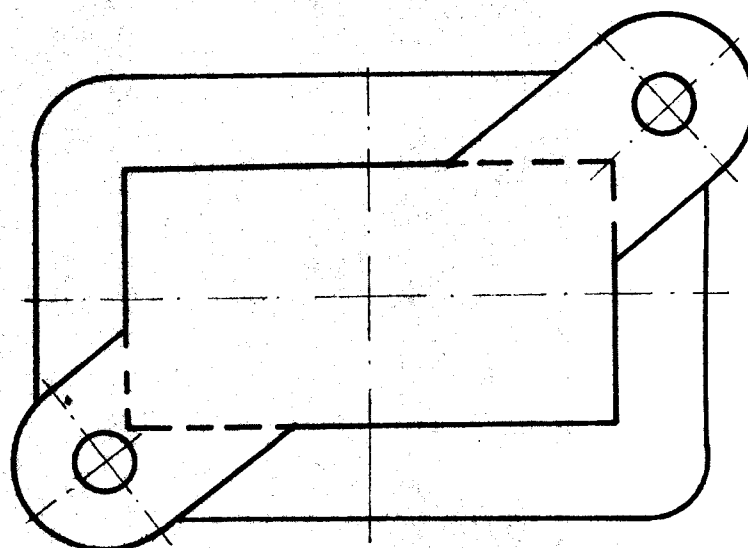
Tvar a rozměry pracovní plochy ovlivňují použitelnost vodicího stojánku pro určitý druh a velikost lisovacího nástroje. Poloha vodicích sloupků vzhledem k pracovní ploše je ve čtyřech alternativách znázorněna na obr. 19.



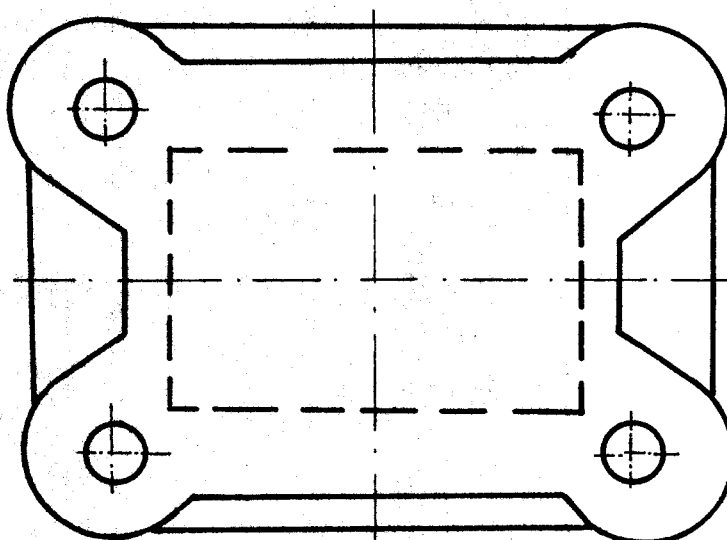
a



b



c



d

obr. 19

Z důvodu toho, aby nedošlo k stranovému obrácení desek jsou symetrické druhy a), c), d) konstruovány s různým průměrem vedících sloupků.

Směrnice pro použití různých typů stojánek se zřetelem na polohu vedících sloupků, označení totožné s obr. 19.

- a) Vodičí stojánky se sloupky v ose pracovní plochy. Používá se jich pro všechny druhy lisovacích nástrojů se zpracováním materiálu v pásu i pro vkládání výlisků, tj. pro jednotlivé lisovací operace. Správným umístěním se zřetelem na působíště lisovací síly, která má ležet v rovině os vodičích sloupků, lze dosáhnout přesného vyvážení. To má příznivý vliv na správnou funkci nástroje a jeho životnost.
- Pracovní plocha vodičího stojánku je dobře přístupná a lze ji plně využít. Stojánek lze rychle upnout za upínací okraj základové, popřípadě upínací desky. Seřízení na lisu je velmi snadné a rychlejší než u nástroje bez stojánku.
- b) Vodičí stojánky se sloupky za pracovní plochou jsou vhodné pro nástroje, v nichž se budou zpracovávat široké pásy, tabule, plechy nebo rozměrnější odpady dřevárny, stříháním, ostříháváním, ohýbáním, tažením, ražením apod. Mají pracovní plochu zvláště dobře přístupnou ve srovnání se stojánky, které mají vodičí sloupky uspořádané v její ose nebo úhlopříčce. Částečnou nevýhodou je, že působíště lisovací síly leží mimo rovinu os vodičích sloupků. Tuto nevýhodu lze vyloučit správnou konstrukcí nástroje a hlavně umístěním upínací spojky do působíště lisovací síly. Přesto mají oba vodičí sloupky větší průměr než u vodičích stojánků stejné velikosti, ale jiného typu.
- c) Vodičí stojánky se sloupky v úhlopříčce pracovní plochy. Používá se jich s výhodou hlavně pro delší postupové nástroje a pro všechny ostatní druhy lisovacích nástrojů, jako prostřihovačů, ohýbačů, razičů a nástroje tažné s malou hloubkou tahu. Umístění působíště síly do roviny os obou sloupků není obtížné, a proto můžeme nástroje snadno správně vyvážit. Průchod pásu nástrojem se volí podél i napříč dobře přístupné pracovní plochy.

d) Vodicí stojánky se čtyřmi vodicími sloupky. Jejich použití je vymezeno hlavně pro větší přesné nástroje s větší pracovní délkou, které vyžadují svižší spolehlivé vedení. Umístění vodicích sloupků nebrání plnému využití pracovní plochy. Vzhledem k jejich symetrickému uspořádání lze snadno dosáhnout stability.

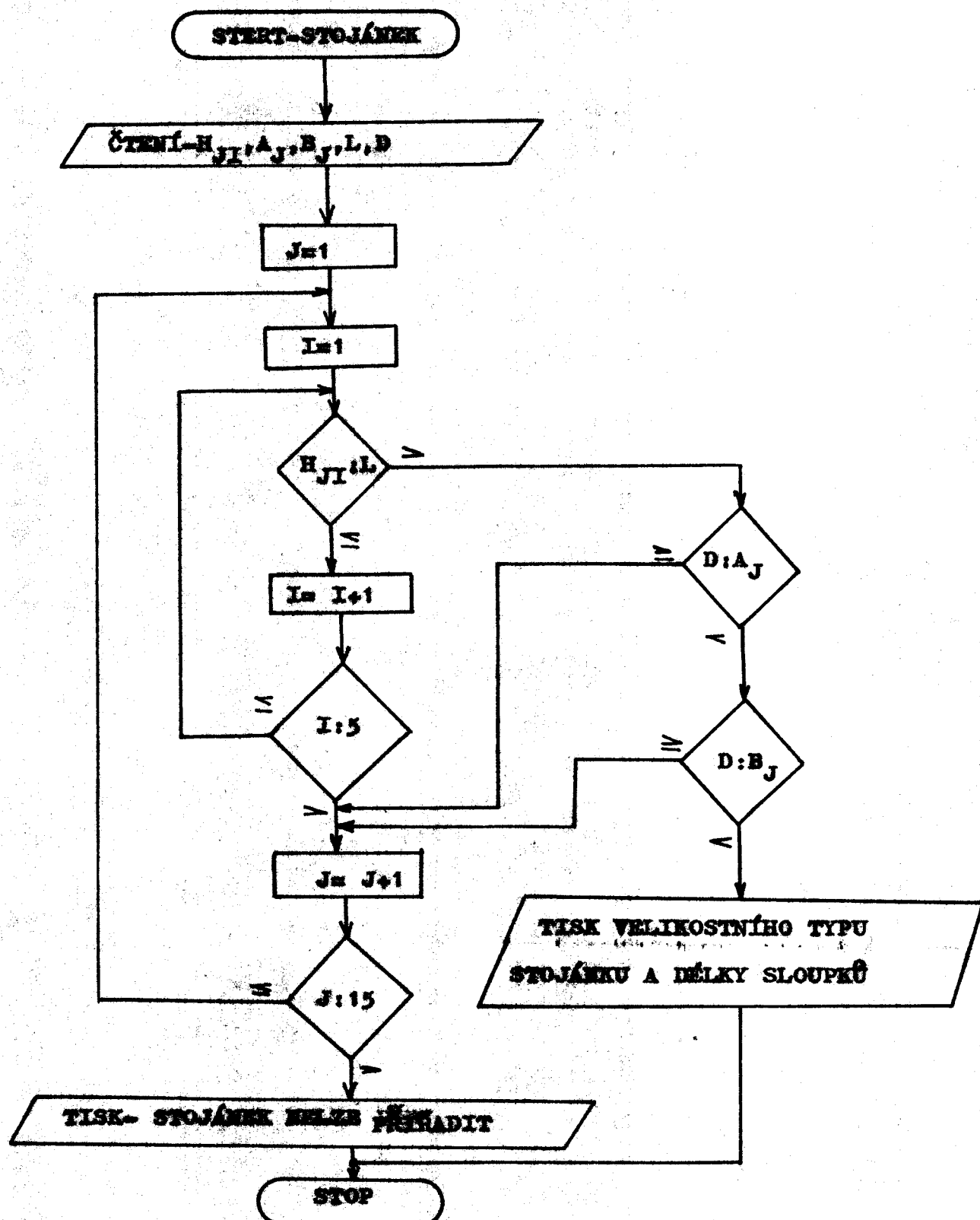
Pro aplikaci střižných a tažných nástrojů jsem vybral stojánky se sloupky umístěnými v podélné ose pracovní plochy, odpovídající normě ČSN 22 6232, vyráběné v národním podniku Zbrojovka Brno. Stojánky jsou uspořádány v rozměrové řadě dle velikosti pracovní plochy, řada obsahuje 15 velikostních typů od rozměru pracovní plochy 100 x 80 mm až po velikost 500 x 400, každý velikostní typ dále obsahuje několik variant velikosti maximálního sdivhu v závislosti na délce vodicích sloupků.

Typová řada podle velikosti pracovní plochy je v tabulce I. a též velikostní řada podle délky sloupků.

VELIK	A	B	H ₁	H ₂	H ₃	H ₄	H ₅
1 1	100	80	82	92	107	122	162
2 1	125	80	82	92	107	122	162
3 1	125	100	84	99	114	154	194
4 1	160	100	84	99	114	154	194
5 1	160	125	95	110	150	170	190
6 1	200	125	95	110	150	170	190
7 1	200	160	105	145	165	185	185
8 1	250	160	105	145	165	185	185
9 1	315	160	140	160	180	180	180
10 1	250	200	140	160	180	180	180
11 1	315	200	140	160	180	180	180
12 1	315	250	134	154	174	204	234
13 1	400	250	134	154	174	204	234
14 1	500	315	130	170	200	230	305
15 1	500	400	130	170	200	230	305

tab. I

Výběr stojánku z této řady probíhá dle následujícího vývojového diagramu (obr. 20), výběr se provádí nejprve podle potřebné výšky stojánku, jež je většinou pro tažné nástroje rozhodující, pro nástroje střížné jsou většinou postačující stojánky základní řady a výběr podle pracovní plochy stojánku.



obr. 20

Porovnatelná hodnota délky L pro určení výšky stojánku určíme ze vztahu : pro střižné nástroje

$$L = L_{SA} + L_p + t_p + 10 \quad /mm/$$

kde L_S je délka střižníku $/mm/$
 L_p je výška průstřižnice $/mm/$
 t_p je tloušťka materiálu $/mm/$

pro tažný nástroj

$$L = l_{tn} + l_{tn} + h_{vn} + 5 \quad /mm/$$

kde l_{tn} je délka tažníku pro n - tou tažnou operaci $/mm/$
 h_{tn} je výška tažnice pro n - tou tažnou operaci $/mm/$
 h_{vn} je výška tažnice po n - té tažné operaci $/mm/$

V příloze je zpracován program výběru vodícího stojánku odpovídající programu dle obr. 20 a dále výkres typového stojánku s rozměrovou tabulkou.

9. V o l b a t v á ř e c í h o s t r o j e

Máme-li navrhnout pro výrobu určité součásti vhodný tvářecí stroj, musíme uvažovat tyto hlavní činitele:

1. počet kusů
2. rozměry součásti resp. vodícího stojánku
3. tvářecí síly

Dále je třeba přihlídnout také k dalším podružným činitelům, které však mohou být za určitých okolností činiteli hlavními. Jsou to např. velikosti otvoru ve stole, počet zdvihů lisu, složení strojního parku, který je k dispozici atd. Počet kusů však většinou rozhoduje i o tom, jakého použijeme tvářecího

stroje.

Rozhodujícím kritériem pro volbu technologie je tedy poměr ceny nástroje k počtu výrobků, a tedy vlastně cena jednoho výrobku.. Je proto třeba napřed určit technologický postup, a potom volit vhodný lis. Při kontrole vhodnosti tvářecích strojů je nutné se především řídit údaji a pokyny, které uvádí výrobce v průvodní dokumentaci (pasportech, návodech strojů).

Hlavními limitujícími údaji pro volbu rozměru tvářecího stroje jsou následující rozměry, jež jsou uvedeny v rozměrové velikostní řadě v tabulce II.:

Jmenovitá síla /N/ je největší dovolená síla, kterou smí být lis zatěžován.

Zdvih /mm/ je dráha beranu mezi jeho úvratěmi.

Sevření /mm/ je vzdálenost mezi upínacími plochami stolu a beranu v jeho dolní úvratí.

Přestavitelnost /mm/ je vzdálenost, o kterou lze zmenšit sevření.

Pracovní plocha stolu je určena k upnutí spodní části nástroje nebo upínací desky.

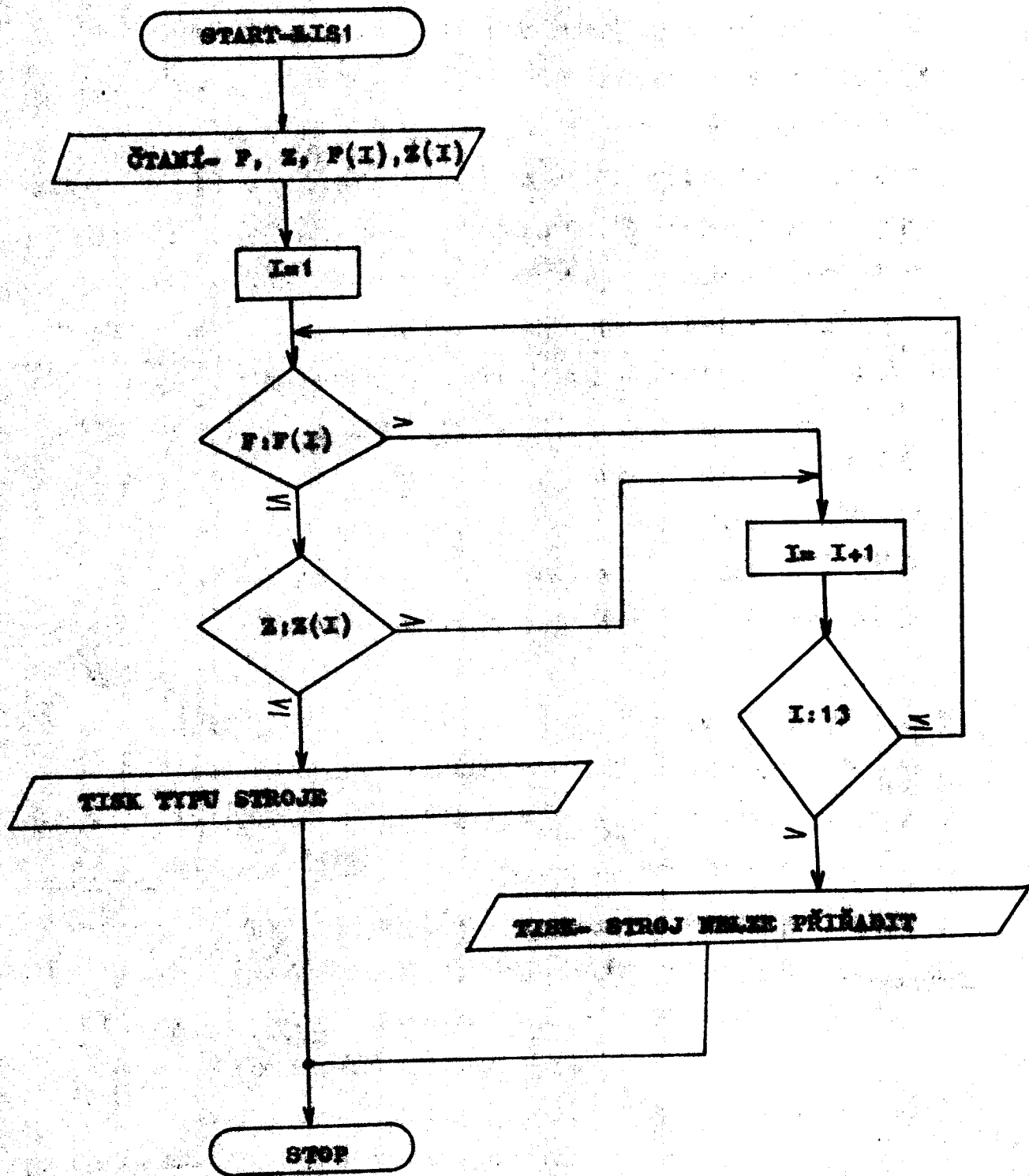
OZNAČ.	TYP LISU	SÍLA JN. /N/	ZDVH MAX. /mm/	ROZM. STOLU /mm x mm/	PŘESTAV. /mm/	SEVRČENÍ /mm/
1	LEN 10	100	6- 65	450 x 320	45	225
2	LEN 25	250	8- 85	560 x 450	55	265
3	LEN 40	400	8- 95	650 x 530	60	295
4	LEN 63	630	10-105	800 x 630	70	335
5	LEN 100	1 000	10-125	1000 x 640	90	380
6	LU 100	1 000	200	570 x 620	100	460
7	LUD 125	1 250	200	1580 x 530	110	500
8	LU 160	1 600	250	620 x 610	110	555
9	LUD 200	2 000	200	1220 x 630	110	480
10	LU 250	2 500	315	720 x 790	130	562
11	OTM 250	2 500	1 000	1250 x 1000	450	1 250
12	OTP 250	2 500	2 600	980 x 1180	-	3 200
13	OTM 400	4 000	1 250	1600 x 1100	560	1 600

tab. II

Pro výběr stojáčku ze zadané řady jsem považoval za hlavní kritéria, velikost potřebné tvářecí síly a velikost zdvihu. Při tvářecí operaci tažení se ukazuje, že dané mechanické lisy mají poměrně malý zdvih, takže se hodí zvláště pro mělké tažení, kde se dá účinněji využít jejich jmenovitých parametrů. U hlubších tahů lze mnohdy použít pouze lisy vyššího rozměrového typu, kde je účinnost využití jejich jmenovitého výkonu poměrně malá. Pro tyto operace lépe vyhovují zvláště hlubokotažné hydraulické lisy, jejichž zdvih je dostatečně veliký, ale jejich sortiment je poměrně úzký a mají mnohdy sbytečně vysoké jmenovité hodnoty. Mechanické lisy mají zato široké možnosti uplatnění při tvářecí operaci stříhání, kde se tváří malými zdvihy a proto je u nich využití jmenovitého výkonu stroje na vysoké úrovni.

Ve vývojevém dia gramu obr.21, je zpracován postup výběru vhodné tvářecího stroje z vybrané řady dle tabulky II, podle dvou základních kritérií tj. velikost potřebné tvářecí síly a velikost zdvihu. Uvažují zde maximální možný zdvih jakož i to, dle informací výrobce, u daných strojů využít. Výstředníkové naklápačí lisy typu LEN jsou vyráběny v různých modifikacích (jako pomaloběžné, rychloběžné, s variátorem a dvourychlostní) podle potřeb výroby.

V příloze je vypočten program a počítače pro první šáh vzorku nástroje pro tažné operace.



obr. 21

10. Ekonomické zhodnocení přínosu výpočetní techniky v procesu konstruování

Při ekonomickém hodnocení racionalizace konstrukčních prací využitím výpočetní techniky vycházíme ze zcela specifických kritérií. Nemá zde zcela evidentní finanční přínos, neboť konstrukční náklady, v závislosti na zkušenostech konstruktéra, při použití samočinného počítače několikrát převyšují náklady na konstrukci bez jejích použití. Zato je zde markantní časová úspora, která uvolňuje konstruktéra pro tvůrčí oblasti činnosti, nebo pro jiné oblasti vůbec.

Jedna strojní hodina samočinného počítače stojí přibližně 2700 Kčs, jednu hodinu práce konstruktéra hodnotíme přibližně mzdovými náklady ve výši 18 Kčs. Při konstruování takového nástroje méně zkušeným konstruktérem, nebo konstruování takového nástroje v podmínkách, kde je tato konstrukční činnost řídkým jevem, tudíž zde není specialista v daném oboru, lze tuto činnost odhadnout zhruba na 12 + 16 hodin. Neboť zde velkou časovou ztrátu znamená prostudování odborné literatury, vyhledávání empirických vztahů a přiřazování vhodného typizovaného stojáku a stroje dle příslušných katalogů. Zato počítač tuto funkci, včetně zadání dat, zvládne v čase přibližně 25 minut, s malou pravděpodobností chyb. Strojního času je zde přibližná spotřeba 10 min., a 15 minut uvažují na práci operátora při zadávání dat. Potom jsou přibližné náklady na práci počítače, včetně mzdových nákladů operátora, zhruba 450 Kčs. Mzdové náklady konstruktéra činí přibližně 290 Kčs.

Potom je nárůst nákladů

$$\frac{450}{290} \cdot 100 = 155\%$$

a úspora času je

$$\frac{16.60}{25} \cdot 100 = 384\%$$

Při práci zkušeného konstruktéra počítám se zvládnutím celé výpočtové části a části volby typizovaného vedlejšího stojánku a vhodného lisu z katalogů na dobu 5 hodin se mzdovými náklady ve výši přibližně 90 Kčs.

Zvýšení nákladů při použití samočinného počítače činí

$$\frac{450}{90} \cdot 100 = 500\%$$

a časová úspora je

$$\frac{5.60}{25} \cdot 100 = 1200\%$$

I v tomto případě je patrná značná časová úspora při konstruování takového nástroje pomocí samočinného počítače, která umožňuje uvolnění konstruktéra pro tvůrčí oblasti práce.

Při konstruování střikových nástrojů, je oblast využití počítačů oproti konstrukci nástrojů pro tažení kruhových nádob, podstatně užší. Zde je tvůrčí činnost konstruktéra nedílnou součástí konstruování střikových nástrojů, ale i zde je patrná časová úspora při provádění rutinních výpočtů použitím výpočetní techniky. Při práci méně zkušeného konstruktéra uvažuji se zvládnutím výpočtové části konstrukce v čase 6 hodin se mzdovými náklady konstruktéra přibližně 18 Kčs. Zatímco počítač tuto práci zvládne, včetně času operátora při zadávání dat, během 23 minut, s náklady zhruba 350 Kčs. Potom je nárůst finančních nákladů

$$\frac{350}{108} \cdot 100 = 324\%$$

a časová úspora

$$\frac{6.60}{23} \cdot 100 = 1565\%$$

Při práci zkušeného konstruktéra se tento návrh dá zvládnout během 2,5 hodiny se mzdovými náklady 45 Kčs. Potom nárůst finančních nákladů činí

$$\frac{350}{45} \cdot 100 = 780\%$$

a časová úspora činí

$$\frac{2,5 \cdot 60}{25} \cdot 100 = 60\%$$

Další nárůst časové úspory je možný, využitím kreslícího stolu DIGIGRAF při kreslení výřezných výkresů tažných a střihných nástrojů, nebo zhotovení a rozmnožení typových výkresů tvarové podobných součástí se slepými kótami, kam by se doplňovaly rozměry vypočtené samočinným počítačem.

Býlo by však z ekonomického hlediska možné se postavit nad poměrně vysokým nárůstem finančních nákladů při využití výpočetní techniky. Jisté však je, že faktická hodnota tvůrčího času konstruktéra podstatně převyšuje výši nominálních mzdových nákladů tj. 18 Kčs za jednu hodinu práce konstruktéra.

Závěrem je možné shrnout, že ekonomický přínos výpočetní techniky do procesu konstruování tvářecích nástrojů je vysoký z hlediska možné úspory času konstrukce, odstranění možnosti vzniku chyb ve výpočtu a návrhu, s malým nárůstem finančních nákladů, které snižuje rozdíl mezi skutečnou reálnou cenou a nominální cenou jedné hodiny tvůrčí práce konstruktéra. V neposlední řadě je možné využít při takovémto způsobu konstruování pomocí samočinného počítače i méněkvalifikovaného kádru pracovníků konstrukce, neboť tato by se omezila v konečné podobě na zadávání vstupních dat samočinnému počítači.

11. Z á v ě r

V diplomové práci jsem se zabýval problémem racionalizace konstrukčních prací využitím výpočetní techniky. Racionalizace se specifikovala do oblasti návrhu tažných a střížných nástrojů, s následnou volbou vhodných vedlejších stojánek a tvářecích strojů, vyráběných v ČSSR a odpovídajících normám ČSN.

V první fázi jsem provedl teoretickou studii a provedl teoretický návrh výpočtu tažného a střížného nástroje a zpracoval kritéria volby vedlejších stojánek a tvářecích strojů. Ve druhé fázi jsem na teoretickou část navázal vypracováním nových programů výpočtu tažného a střížného nástroje. Programovou stavbu tažného nástroje jsem převzal z dodatku k diplomové práci J. Ůřika. K tomu jsem vybral řadu vhodných vedlejších stojánek z katalogu lisovacích nástrojů od N. P. Zbrojovka Brno a sestavil program výběru vhodného vedlejšího stojánu z dané řady. Konkrétní zpracování jsem provedl jako samostatný program s tím, že jsem provedl výběr pouze vzorku vedlejšího stojánu pro 1. tah tažného nástroje. V následném zpracování je možné zařadit tento program do obou hlavních programů výpočtu tažného resp. střížného nástroje jako podprogram, čímž by v celém komplexu k výběru vedlejšího stojánu spolu s výpočtem parametrů nástrojů. Totéž platí i o výběru lisovacího stroje z dané řady. Výběr vhodných lisovacích strojů z katalogu "Tvářecí stroje" jsem omezil velikostí tvářecí síly 5 000 kN, poslední 3 stroje dané řady jsou hlubokotažné hydraulické lisy vhodné pro tažení hlubokých nádob. V příloze diplomové práce jsem provedl praktický výpočet

lisevačních nástrojů podle obecného postupu pro ověření správnosti výpočtu má na výstupu z počítače a pro posouzení doby potřebné na návrh lisevacích nástrojů ručně s pomocí běžných výpočetních pomůcek, jako je kalkulačka. Z provedeného vyhodnocení vyplývá, že se oba druhy výpočtu v podstatě shodují, což ukazuje na vhodnost vypracovaných programů při použití v návrhu tažných a střížných nástrojů. Dále jsem v příloze vypracoval výrobní výkresy tažníků a tažnic resp. střížníků a střížnic, jichž se může, po vymazání kót, použít jako typových výkresů, tvarově podobných součástí, se stejnými kótami. A nakonec je v příloze obsažen výkres vedlejšího stojánu s rozměrovou tabulkou.

Funkce konstruktéra, s vlivem těchto programů, se přesouvá do oblasti zadávání dat samočinnému počítači a kreslení výrobních výkresů nástrojů, na tyto programy je možné dále navázat vytvořením kreslicích programů pro kreslicí stůl DIGIGRAF, který zatím v tomto školním roce nebyl ve škole k dispozici.

12. Použitá literatura

1. J. URK : Dodatek k diplomové práci
ČVUT Praha 1981
2. P. POKORNY : Využití SAPO v konstrukci a výrobě
obecných tvarů
Týkánská správa, VŠST Liberec 1980
3. NOVÁČEK, ROZDŮKA, ŠECH : Lisování a tažení
SNTL, Praha 1965
4. P. KOLBŮNÍ : Konstrukce tvářecích nástrojů
Skripta, VUT Brno
5. Katalog lisovacích nástrojů N.P. Zbrojovka Brno
6. R. HISEK : Tvářecí stroje
SNTL Praha 1980

Děkuji všem, kteří se podíleli na mém odborném rozvoji

při zpracovávání této diplomové práce a zejména

mému věrnému příteli ing. Přemyslu Pokornému.

PŘÍLOHA DIPLOMOVÉ PRÁCE

Vedoucí diplomové práce:
Ing. Přemysl Pokorný

Diplomant:
Karel Kerda

ÚVOD:

Obsahem této přílohy je manuální návrh tažného resp. střížného nástroje, dle algoritmu uvedeného v popsané části. Výpočet se provádí k ověření správnosti výsledků vypočítaných na počítači a posouzení nutného času na konstruování tažného resp. střížného nástroje konstruktérem při použití literatury a běžné ruční kalkulačky.

VÝPOČET TAŽNÉHO NÁSTROJE:

Zadané údaje: průměr výtažku $d_v = 60\text{mm}$
výška výtažku $h_v = 60\text{mm}$
rádius dna $r_d = 10\text{mm}$
tloušťka plechu $t_p = 1\text{mm}$
materiál ocel 11 305.21

Určení velikosti přístřihu:

$$D_{r1} = \sqrt{d_v^2 + 4d_v(h_v + 0,506r_d)} = \sqrt{60^2 + 4 \cdot 60(60 + 0,506 \cdot 10)} = 136,62\text{mm}$$

Zvětšení o přídavek na ostřížení:

$$D_r = D_{r1} + 5 = 136,62 + 5 = 141,62\text{mm} \Rightarrow \text{volím } D_r = 142\text{mm}$$

Určení nutnosti použití přidržovače:

$$h_v = 0,3 \sqrt[3]{d_v} \cdot \sqrt[t_p]{t_p} = 0,3 \sqrt[3]{60} \cdot \sqrt[1]{1} = 1,17 \Rightarrow \text{musí být použito přidržovače}$$

Určení počtu tažných operací:

pro hodnoty koeficientu tažení $m_1 = 0,502$ a $m_2 = 0,583$

$$d_1 = m_1 \cdot D_r = 0,502 \cdot 142 = 71,3\text{mm}$$

$$d_2 = m_1 \cdot m_2 \cdot D_r = 0,502 \cdot 0,583 \cdot 142 = 41,6\text{mm}$$

výtažek bude zhotoven na 2 tažné operace

Výpočet rozměrů tažníků:

1. tah: délka tažníku:

$$l_{t1} = -\frac{B}{4} \cdot (1 - m_1^2) + 50 - \frac{142}{4} \cdot (1 - 0,502^2) + 50 = 76,6 \text{ mm} = l_{t1} = 80 \text{ mm}$$

průměr tažníku:

$$d_{t1} = 75 \text{ mm}$$

rádius tažníku:

$$r_{t1} = r_d + 5 = 10 + 5 = 15 \text{ mm}$$

2. tah: délka tažníku:

$$l_{t2} = -\frac{1}{4} \cdot (D_r^2 - d_v^2) + 50 - \frac{1}{4 \cdot 60} \cdot (142^2 - 60^2) + 50 = 119 \text{ mm} = l_{t2} = 120 \text{ mm}$$

průměr tažníku:

$$d_{t2} = 58 \text{ mm}$$

rádius tažníku:

$$r_{t2} = 9 \text{ mm}$$

Výpočet tažné vůle:

pro 1. tah: $K_1 = 0,3$

$$m_{t1} = K_1 \cdot t_p + t_p = 0,3 \cdot 1 + 1 = 1,3 \text{ mm}$$

průměr tažnice:

$$D_1 = d_{t1} + 2 \cdot m_{t1} = 75 + 2 \cdot 1,3 = 77,6 \text{ mm}$$

pro 2. a další tahy: $K_2 = 0,2$

$$m_{t2} = K_2 \cdot t_p + t_p = 0,2 \cdot 1 + 1 = 1,2 \text{ mm}$$

průměr tažnice:

$$D_2 = d_{t2} + 2 \cdot m_{t2} = 58 + 2 \cdot 1,2 = 60,4 \text{ mm}$$

Výpočet poloměru tažné hrany:

pro 1. tah:

$$R_1 = 0,8 \sqrt{(D_r - D_1) \cdot t_p} = 0,8 \sqrt{(142 - 95) \cdot 1} = 5,5 \text{ mm} \pm 6 \text{ mm}$$

pro 2. tah: $R_2 = 8 \cdot t_p = 8 \cdot 1 = 8 \text{ mm}$

Výpočet rozměrů tažnice:

výška tažnice:

$$A_1 = h_{v1} + 20 = 26,6 + 20 = 46,6 \text{ mm} \Rightarrow A_1 = 47 \text{ mm}$$

$$A_2 = h_{v2} + 20 = 69 + 20 = 89 \text{ mm} \Rightarrow A_2 = 90 \text{ mm}$$

hloubka osazení pro vyhadzovač:

$$B_1 = A_1 - (R_1 + 5) = 47 - (6 + 5) = 36 \text{ mm}$$

$$B_2 = A_2 - (R_2 + 5) = 90 - (8 + 5) = 77 \text{ mm}$$

průměr osazení pro vyhadzovač:

$$E_1 = D_1 + 10 = 77,6 + 10 = 87,6 \text{ mm} \Rightarrow E_1 = 90 \text{ mm}$$

$$E_2 = D_2 + 10 = 60,2 + 10 = 70,2 \text{ mm} \Rightarrow E_2 = 70 \text{ mm}$$

vnější průměr tažnice:

$$F_1 = D_r = 142 \text{ mm}$$

$$F_2 = 2 \cdot D_2 = 2 \cdot 60,2 = 120,4 \text{ mm}$$

Výpočet velikosti sil na provedení tažných operací:

výpočet plochy přidržovače:

$$S_1 = \frac{\pi \cdot \left(D_r^2 - (d_{t1} + 2 \cdot r_{t1})^2 \right) / 4}{4000000} = \frac{\pi \cdot (142^2 - (75 + 2 \cdot 15)^2) / 4}{4000000} = 7,18 \cdot 10^{-3} \text{ mm}^2$$

$$S_2 = \frac{\pi \cdot \left((d_{t2} + r_{t2})^2 - d_{t2}^2 \right) / 4}{4000000} = \frac{\pi \cdot ((58 + 9)^2 - 58^2) / 4}{4000000} = 8,84 \cdot 10^{-4} \text{ mm}^2$$

výpočet síly přidržovače při tlaku PMP=3MPa

$$F_{p1} = S_1 \cdot PMP = 7,18 \cdot 10^{-3} \cdot 3 \cdot 10^6 = 21,5 \cdot 10^3 \text{ N} = 21,5 \text{ kN}$$

$$F_{p2} = S_2 \cdot PMP = 8,84 \cdot 10^{-4} \cdot 3 \cdot 10^6 = 2,6 \cdot 10^3 \text{ N} = 2,6 \text{ kN}$$

výpočet tažné síly při $k=0,75 \cdot 300 \text{ /MPa/}$

$$F_{t1} = \pi \cdot d_{t1} \cdot t_p \cdot k = \pi \cdot 75 \cdot 1 \cdot 0,75 \cdot 300 = 53 \text{ kN}$$

$$F_{t2} = \pi \cdot d_{t2} \cdot t_p \cdot k = \pi \cdot 58 \cdot 1 \cdot 0,75 \cdot 300 = 41 \text{ kN}$$

výpočet celkové tažné síly:

$$F_{to1} = F_{p1} + F_{t1} = 21,5 + 53 = 74,5 \text{ kN}$$

$$F_{t2} = F_{p2} + F_{t2} = 2,6 + 41 = 43,6 \text{ kN}$$

výpočet tažné práce:

$$A_{t1} = 0,7 \cdot F_{t1} \cdot h_{v1} = 0,7 \cdot 74,5 \cdot 10^3 \cdot 26,6 \cdot 10^{-3} = 1387 \text{ J}$$

$$A_{t2} = 0,7 \cdot F_{t2} \cdot h_{v2} = 0,7 \cdot 43,6 \cdot 10^3 \cdot 69 \cdot 10^{-3} = 2106 \text{ J}$$

Přirazení typizovaného stojánu:

požadovaná světllost stojánu:

$$H_1 = A_1 + l_{t1} + 10 = 47 + 80 + 10 = 137 \text{ mm}$$

$$H_2 = A_2 + l_{t2} + h_{v1} + 5 = 90 + 120 + 26,6 + 5 = 241,6 \text{ mm}$$

Pro první tah volím stojánek velikostního typu 7.1

výrobní označení: 416 961 112 400 ČSN 22 6232 se sloupky
délky 180mm

Pro druhý tah volím stojánek velikostního typu 14.5, vzhledem
k velké délce sádku.

výrobní označení: 416 961 112 700 ČSN 22 6237 se sloupky
délky 355mm

Přirazení vhodného stroje:

určení velikosti sádku:

$$Z_{1s} = h_{v1} + (A_1 - B_1) + 3 = 26,6 + (47 - 36) + 3 = 40,6 \text{ mm}$$

$$Z_{2s} = h_{v2} + h_{v1} + (A_2 - B_2) + 3 = 69 + 26,6 + (90 - 77) + 3 = 111,6 \text{ mm}$$

Pro první tah volím tvářecí stroj LEN 10.

Pro druhý tah volím tvářecí stroj LEN 100 vzhledem k délce
sádku.

VÝPOČET STŘIŽNÉHO NÁSTROJE:

tvar výstřižku odpovídá obr.16 dle popisné části

Zadané údaje: rozměry $a_1=80\text{mm}$ $a_2=20\text{mm}$ $a_3=25\text{mm}$

$a_4=20\text{mm}$ $a_5=40\text{mm}$

tloušťka plechu $t_p=1\text{mm}$

bezpečnost na přestřižení $k=2$

materiálový koeficient $\alpha=0,12$

minimální vále mezi lištou a pásem $z=1\text{mm}$

materiál 11 370 $\tau_{ps}=210\text{MPa}$

velikost minimálního nástku:

$$n=3,7-\sqrt{6,51-t_p \cdot (t_p-0,4)}=3,7-\sqrt{6,51-1(1-0,4)}=1,25\text{mm}$$

vzdálenost mezi lištami:

$$N=a_1+2 \cdot n+n=80+2 \cdot 1,25+1=83,5\text{mm}$$

obvod součásti:

$$B=2 \cdot a_1+4 \cdot a_2+2 \cdot a_3+2 \cdot a_4+2 \cdot a_5=2 \cdot 80+4 \cdot 20+2 \cdot 25+2 \cdot 20+2 \cdot 40=410\text{mm}$$

potřebná síla na přestřižení:

$$F=B \cdot t_p \cdot \tau_{ps} \cdot k=0,41 \cdot 10^{-3} \cdot 210 \cdot 10^6 \cdot 2=172,2 \cdot 10^3\text{N}=172,2\text{kN}$$

práce na přestřihování:

$$A=F \cdot 0,6 \cdot t_p=172,2 \cdot 10^3 \cdot 0,6 \cdot 1 \cdot 10^{-3}=103,3\text{J}$$

určení optimální střížné vále:

$$v=t_p \cdot \alpha=1 \cdot 0,12=0,12\text{mm}$$

výpočet rozměrů střížníku a přestřižnice: a_m ...přestřižnice

a_p ...střížník

$$a_{p1}=a_1-2 \cdot v=80-2 \cdot 0,12=79,76\text{mm}$$

$$a_{m1}=a_1=80\text{mm}$$

$$a_{p2}=a_2-2 \cdot v=20-2 \cdot 0,12=19,76\text{mm}$$

$$a_{m2}=a_2=20\text{mm}$$

$$a_{p3}=a_3=25\text{mm}$$

$$a_{m3}=a_3+2 \cdot v=25+2 \cdot 0,12=25,24\text{mm}$$

$$a_{p4}=a_4=20\text{mm}$$

$$a_{m4}=a_4+v=20+0,12=20,12\text{mm}$$

$$a_{p5}=a_5=40\text{mm}$$

$$a_{m5}=a_5+v=40+0,12=40,12\text{mm}$$

Přiřazení typizovaného stojánu:

přiřazení stojánu je střížného nástroje limitováno velikostí výstřížku, proto pro daný střížný nástroj volím velikostní typ stojánu 3.2

výrobní označení: 416 961 112 200 ČSN 22 6232 se základní délkou vodičů 150 mm

Přiřazení tvářecího stroje:

volím tvářecí stroj LBN 25

[illegible]

19 312.9

1:1

TAŽNICE

4-KOM-OS-016/01-02

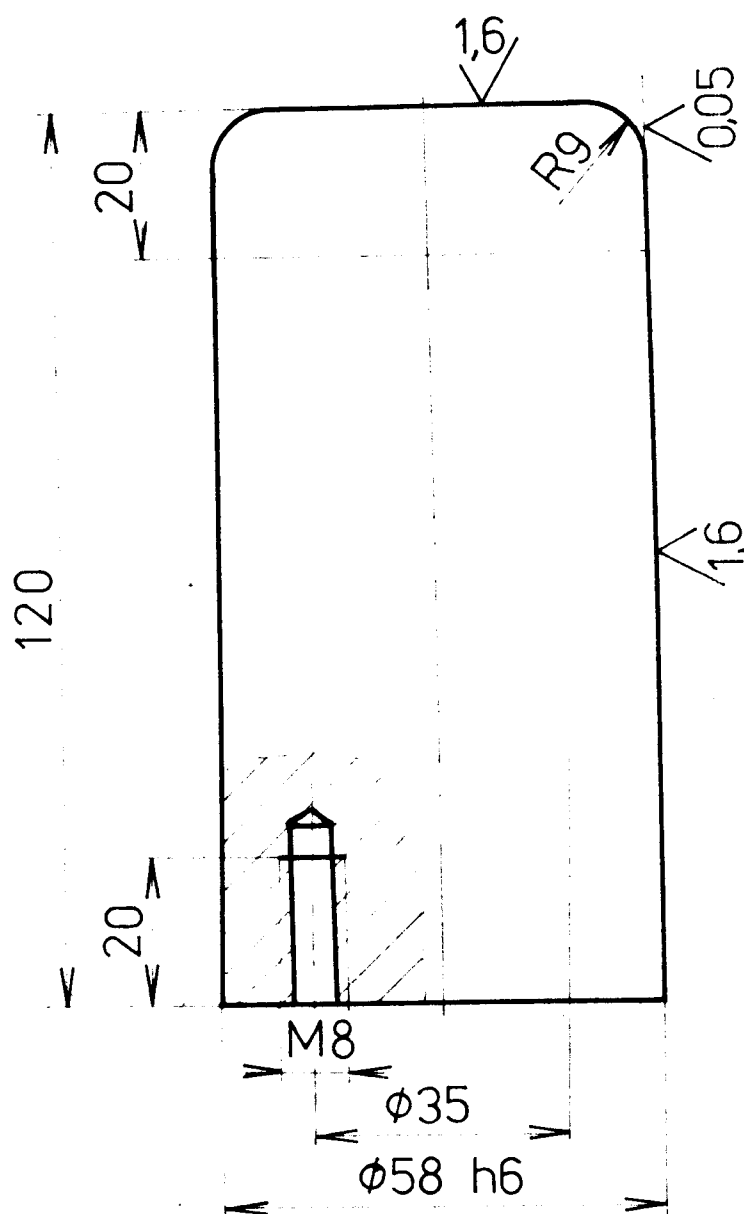
KALIT HRC 60-2

1:1

TAŽNÍK

4-KOM-OS-016/01-01

1,6 (0,05)



CEMENTOVAT DO HL. 0,5 mm KALIT HRC 60-2
 $\phi 60 - 120$ 19 312.9

KERDA

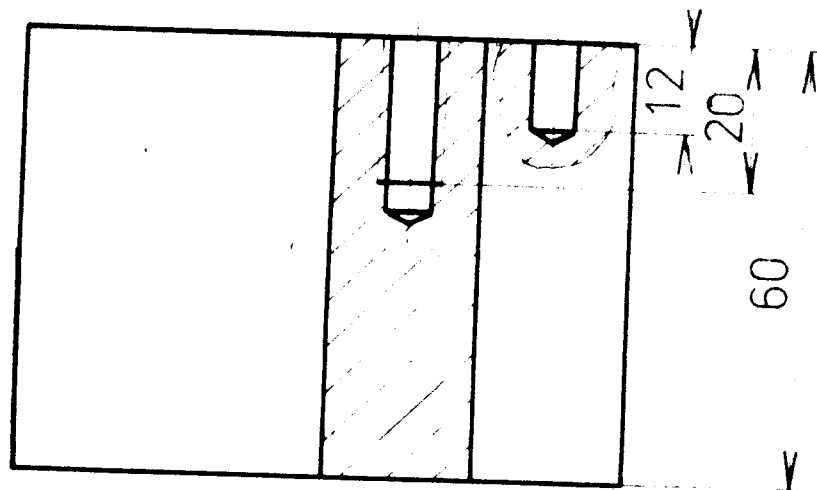
1:1

4.6.1982

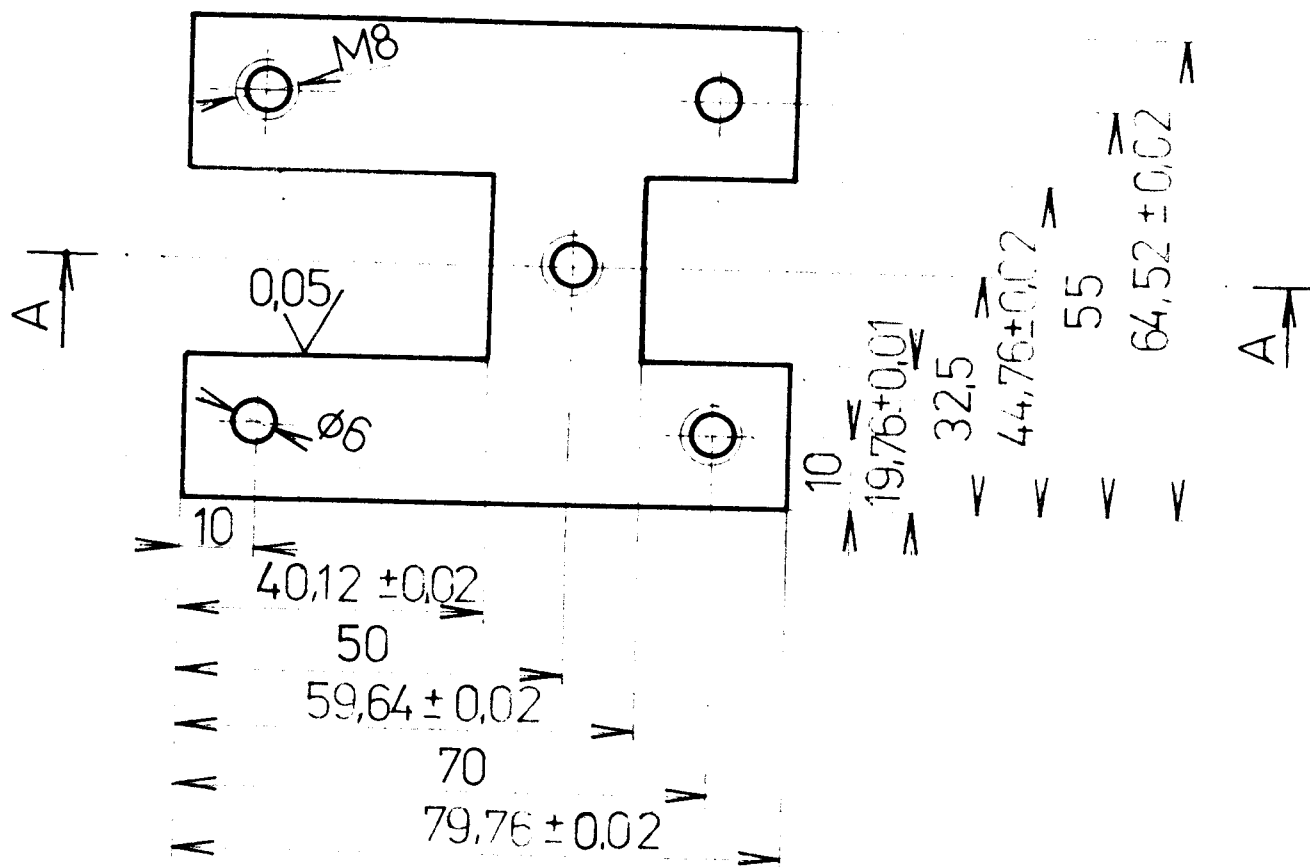
TAŽNÍK

4-KOM-OS-016/02-02

REZ: A-A



1.6
✓ (0.05) ✓



CEMENTOVAT DO HL. 0,5mm
80x65-60

KALIT HRC 60-2

KERDA

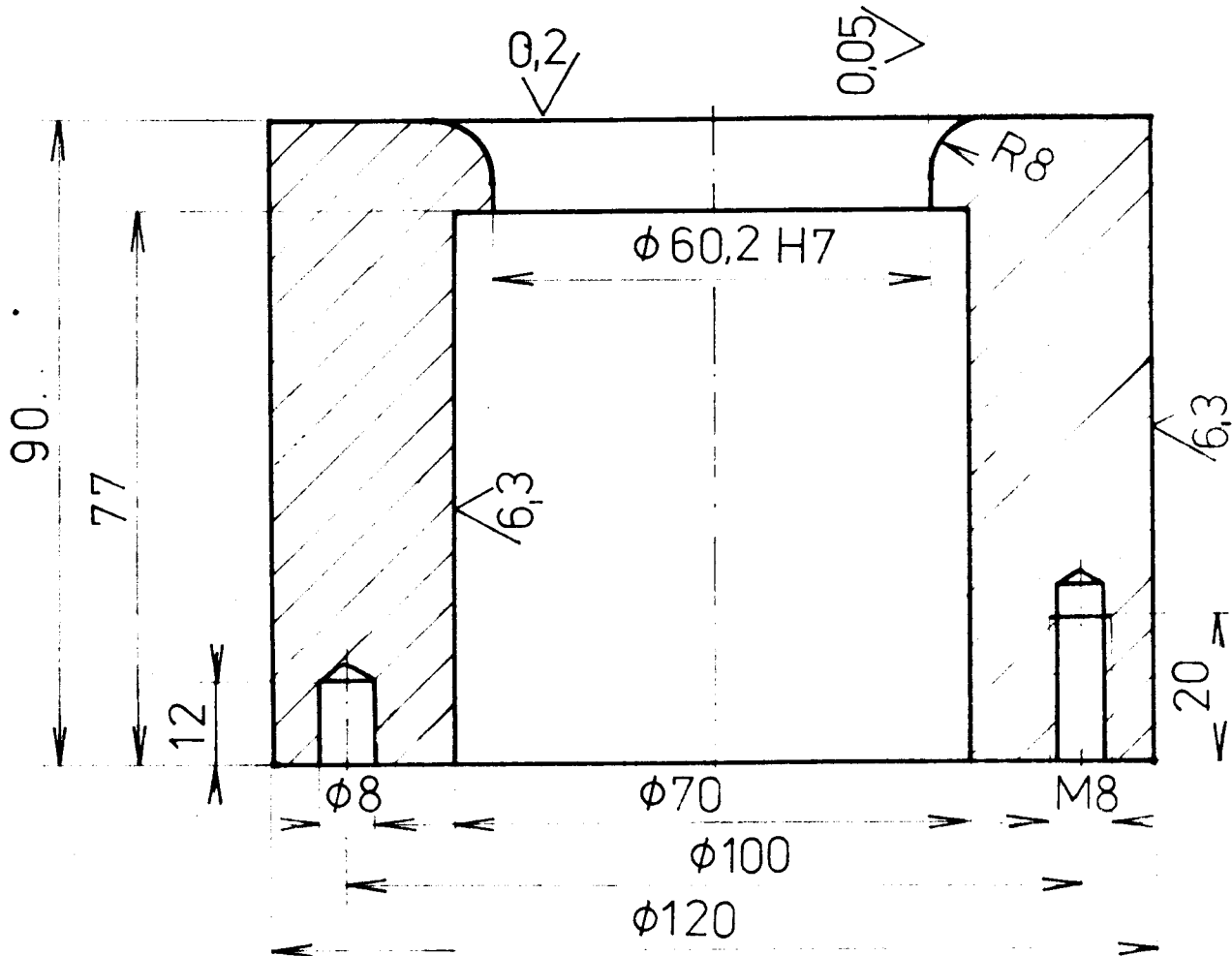
1:1

4.6.1982

STŘIŽNÍK

4-KOM-OS-016/03-01

$\sqrt{1,6}$ ($\sqrt{5,3}$, $\sqrt{0,2}$, $\sqrt{0,05}$)



KALIT HRC 60-2

$\phi 120-90$

19 312.9

KERDA

1:1

4.6.1982

TAŽNICE

4-KOM-OS-016/02-02