

DIPLOMOVÝ ÚKOL

pro Stanislav Novák

obor strojírenská technologie

Protože jste splnil požadavky učebního plánu, zadává Vám vedoucí katedry ve smyslu směrnic ministerstva školství o státních závěrečných zkouškách tento diplomový úkol:

Název tématu: Návrh technologie vrtání hloubkových otvorů na soustruhu
SUR 350/3000

Pokyny pro vypracování:

1. Uveďte stávající technologii vrtání otvoru $\varnothing 60$ mm v délce 1 000 mm do válce ze speciální šedé litiny
2. Proveďte studii nástrojů pro vrtání hloubkových otvorů
3. Navrhněte a konstrukčně vyřešte vhodný nástroj pro vrtání průchozího otvoru $\varnothing 60$ mm včetně rozšíření $\varnothing 60$ mm na $\varnothing 65$ mm ze předpokladu provedení práce na soustruhu typu SUR 350/3000.
4. Konstrukčně propracujte doplňující zařízení k úpravě soustruhu SUR 350/3000 k provedení uvedených prací.
5. Proveďte ekonomickou úvahu navrženého zařízení.

Rozsah grafických laboratorních prací: výkresy, tabulky, grafy, fotografie

Rozsah průvodní zprávy: 40 + 50 stran

Seznam odborné literatury:

Schmidt E.: Příručka řezných nástrojů

Technické podklady z n. p. Továrny mlýnských strojů Pardubice

Vedoucí diplomové práce: Prof. Ing. Jaroslav Dřeský, CSc.

Konsultanti: M. Běžička (Továrny mlýnských strojů Pardubice)
odd. racionalizace

Datum zahájení diplomové práce: 15. 10. 1973

Datum odevzdání diplomové práce: 31. 5. 1974

15. 10. 1973

Prof. Ing. Jaroslav Dřeský, CSc.

Vedoucí katedry

Doc. Ing. Oldřich Krejčíř, CSc.

Děkan

v Liberci dne 15. 10. 1973

VŠST Liberec	Návrh technologie vrtání hlubokých otvorů na soustruhu SUR 350/3000	DP ST-1055/74	
Fakulta strojní		Novák	1
Obsah			
1.	Úvod		3
2.	Stávající technologie vrtání otvoru $\varnothing$ 60 mm v délce 1000 mm		6
2.1.	Poznámka		6
2.2.	Stávající postup vrtání válce na soustruhu SUR 350/3000		7
3.	Studie nástrojů pro vrtání hlubokých otvorů		9
3.1.	Kopinaté vrtáky		9
3.2.	Šroubovitě vrtáky		13
3.2.1.	Řezné podmínky		16
3.3.	Dělové vrtáky, hlavňové vrtáky a vícebřité vrtací hlavy		20
3.3.1.	Dělové vrtáky		20
3.3.2.	Hlavňové vrtáky		22
3.3.3.	Vícebřité vrtací hlavy		24
3.4.	Metoda BTA		25
3.4.1.	Popis		25
3.4.2.	Popis konstrukce nástrojů pro vrtání metodou BTA		27
3.4.3.	Řezné kapaliny a jejich vliv na proces řezání		29
3.4.4.	Síly působící při vrtání metodou BTA		31
3.4.5.	Proces vrtání		34
3.4.6.	Vrtání dlouhých neprůběžných děr trepanační metodou		36
4.	Návrh nové technologie vrtání díry do válce délky 1000 mm		38
4.1.	Alternativy řešení		38
4.2.	Nástroje na vrtání otvoru ve válci		39

VŠST Liberec	Návrh technologie vrtání hlubokých otvorů na soustruhu	DP ST-1055/74
Fakulta strojní	SUR 350/3000	Novák 2
4.3.	Popis zařízení pro vrtání díry φ 58 mm ve válci drtiče granulí na soustruhu	43
4.4.	Popis zařízení pro vyvrtávání díry φ 61,5 mm ve válci drtiče granulí na soustruhu	45
4.5.	Popis tlakové komory a unašecí hlavy	49
4.6.	Návrh nové technologie vrtání válce	50
5.	Porovnání stávající a navrhované technologie vrtání válce drtiče granulí	55
5.1.	Určení normy času metodou rozborově- propočtovou pro navrhovanou techno- logii vrtání díry ve válci	55
6.	Závěr	63
7.	Použitá literatura	65
	Výkresy pomocného zařízení pro hluboké vrtání na soustruhu SUR 350/3000	41 kusů

VŠST Liberec	Návrh technologie vrtání hlubokých otvorů na soustruhu SUR 350/3000	DP ST-1055/74	
Fakulta strojní		Novák	3

1. Úvod

Významné místo ve strojírenské výrobě zaujímá obrábění kovů řezáním. Toto tvoří dosud největší a rozhodující podíl, v průměru asi 39 % pracnosti strojírenské výroby.

Do oblasti obrábění kovů řezáním patří i dosud málo prozkoumaná oblast - vrtání hlubokých otvorů, a to hlavně nástroji s vnějším přívodem tlakové chladicí kapaliny. Pod pojmem hluboké otvory se v technické praxi rozumí otvory, jejichž délka je 10krát větší než průměr, avšak může často dosáhnout daleko větších hodnot. Ve velké většině případů se jedná o vrtání otvorů s vodorovnou osou buďto na strojích speciálně konstruovaných pro technologii vrtání hlubokých otvorů, nebo na soustruzích s přídavným zařízením. Pro většinu případů vrtání hlubokých otvorů je charakteristické, že se otáčí obrobek a nástroj pouze vykonává posuvný pohyb, neotáčí se.

Dosud se však v některých závodech při vrtání hlubokých děr odvrtává materiál v celém průřezu díry šroubovitými vrtáky, korunovými rychlořeznými vrtacími hlavami, případně i kopinatými vrtáky. Tímto způsobem se přeměňuje velké množství někdy i drahého materiálu v třísky, které se sice vracejí hutím jako zpracovatelný odpad, ale pro závod je to ztracený materiál. Vrtání těmito způsoby je zdoluhavé, je velká spotřeba strojního času a elektrické energie.

Jedním ze způsobů, jak snížit tyto ztráty, je trepanační metoda vrtání hlubokých otvorů. Je to v principu vykružovací metoda. Používá se pro díry většího průměru - asi od průměru díry 25 mm. Též se pro tuto metodu používá názvu vrtání na jádro. Trepanování má proti vrtání do plna tyto výhody:

VŠST Liberec	Návrh technologie vrtání hlubokých otvorů na soustruhu	DP ST-1055/74	
Fakulta strojní	SUR/350/3000	Novák	4

a) vznik menšího množství třísek

b) lepší využití materiálu - vypíchnutý materiál lze použít na jiné součásti, nebo v některých případech pro provedení materiálových zkoušek.

c) menší řezný odpor a tím i menší příkon stroje

d) lze užít větší posuvy na jednu otáčku (podle druhu stroje)

e) zkrácení strojního času proti vrtání zcela

f) nástroj má menší sklon ke chvění, protože tlaková chladicí kapalina tvoří jakýsi polštář mezi nástrojem a obrobkem

Kritérium pro posouzení produktivity práce je velikost úběru materiálu nebo velikost opracované plochy, které dosahujeme při obrábění za časovou jednotku.

Pro vrtání platí:

$$U = \frac{v \cdot s \cdot D}{4} \quad \text{m}^3/\text{min}$$

v řezná rychlost m/min

s posuv m/ot

D průměr vrtáku m

Je známe, že zvyšování produktivity práce při vrtání otvorů určitého průměru můžeme dosáhnout v prvé řadě zvyšováním řezné rychlosti a posuvu. Zvyšování rychlosti vede téměř vždy ke zvyšování intenzity opotřebení nástroje, protože rychle roste teplota stykových míst břitu nástroje s obrobkem. Tedy vede to ke snížení trvanlivosti břitu a tím ke zvýšení nákladů na opracování součástí. Zvyšování posuvu se projevuje na opotřebení nástroje a tím i na nákladech na nářadí daleko menší mírou, ale má značný vliv na velikost řezných sil. Toto je při vrtání hlubokých otvorů velmi důležité, neboť stabilita soustavy stroj - nástroj - obrobek je snížena v důsledku dlouhé vrtací tyče, na níž je upevněn nástroj. K optimálnímu určení posuvu bychom měli znát

VŠST Liberec	Návrh technologie vrtání	DP ST-1055/74	
Fakulta strojní	hlubokých otvorů na soustruhu SUR 350/3000	Novák	5

velikost řezných sil působících na nástroj.

V průběhu řezného procesu působí další fyzikální jevy, např.: pružné a plastické deformace, tepelné jevy, tření, abraze, absorpce, difuze atd. Všechny tyto jevy ovlivňují výsledky řezného procesu, avšak největší význam mají plastické deformace obráběného materiálu, neboť na nich závisí typ vznikající třísky, zatížení celé soustavy stroj - nástroj - obrobek, mechanické a tepelné zatížení pracovních ploch nástroje, drsnost povrchu a stav povrchových vrstev obrobku. Dále pak pracovní podmínky (řezná rychlost, posuv, hloubka třísky, geometrie nástroje, řezné prostředí, vlastnosti materiálu nástroje i obrobku), které tvoří široký soubor veličin, jenž působí na proces řezání komplexně. Je nutno vzít v úvahu, že se jednotlivé vlivy mohou navzájem zesilovat nebo zeslabovat.

Přestože je průběh řezného procesu velmi složitý, jsou základní obráběcí metody, jako je např.: soustružení, podrobně rozebrány a popsány. Ale toto nelze říci o vrtání hlubokých otvorů. Tento způsob obrábění se do značné míry odlišuje od klasických metod. Je to zejména přítomností tlakové chladicí kapaliny v prostoru ostří a pak v průběhu práce nástroje není možno provádět vizuální kontrolu stavu břitu nástroje.

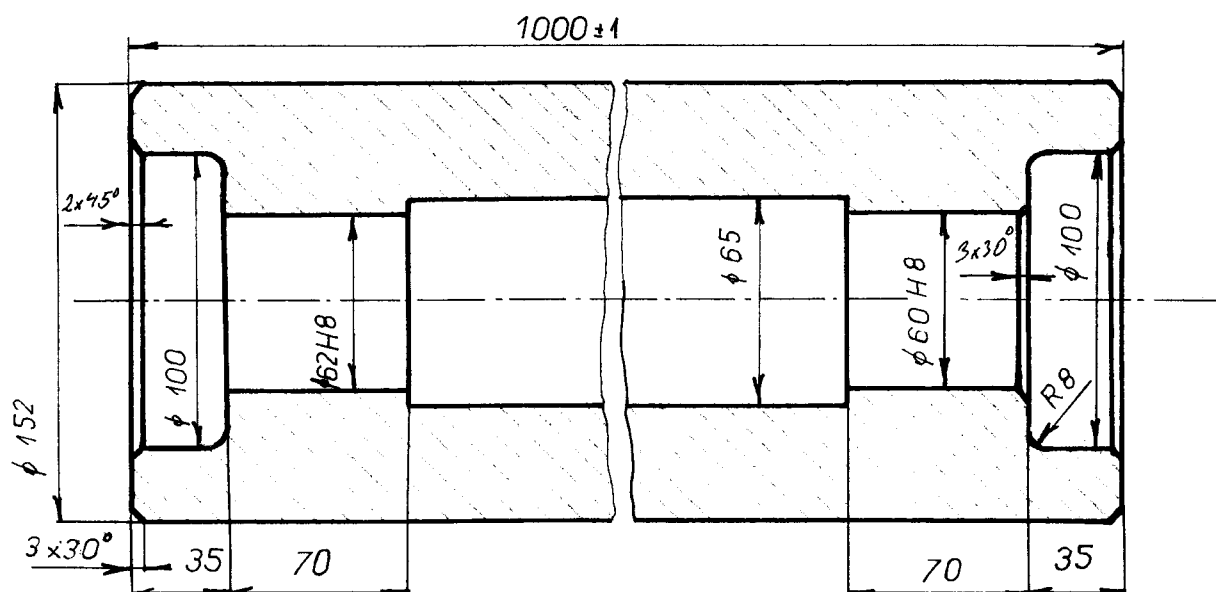
Je však nutno přihlédnout k tomu, že hluboké vrtání je vždy dlouhodobá operace, při níž třeba jen malé zvýšení produktivity práce znamená velkou úsporu strojního času. Vrtání hlubokých otvorů je nejen rozhodující operací ve výrobě střelných zbraní, nýbrž také v řadě jiných oborů. Je to zvláště výroba turbin, různých dutých hřídelí, tlakových válců pro chemický průmysl atd. Dále je možno hlubokého vrtání využít pro vrtání krátkých děr malého průměru (do $\varnothing$ 10 mm), kde lze dosáhnout stupně přesnosti IT 7-6.

VŠST Liberec	Návrh technologie vrtání hlubokých otvorů na soustruhu SUR 350/3000	DP ST-1055/74	
Fakulta strojní		Novák	6

2. Stávající technologie vrtání otvoru $\phi 60$ mm v délce 1000 mm

2. 1. Poznámka

Jedná se o výrobu krmivářenských válců (obr. 1), které jsou ze speciální šedé litiny složené z 3,75 % C, 0,6 % Si, 0,6 % Mn, 0,3 % P, 0,15 % S, 0,10 % Cu, odlévané do kokily nastojato. Na povrchu mají tvrdost 50 - 55 HRC, ke středu tvrdost klesá a na $\phi 60$ mm se pohybuje kolem 200 ÷ 230 HB.



obr. 1. Válec drtiče granulí

Ročně se v současné době vyrábí asi 40 válců, ale předpokládá se pro příští rok zvýšení výroby krmivářen a tím i zvýšení počtu vyráběných válců asi na 200 ÷ 300 kusů za rok. Toto zvýšení výroby si nutně vyžádá změnu dosavadní technologie výroby krmivářenských válců. Nej důležitější je změna technologie vrtání díry do válce, neboť je tato operace časově nejnáročnější. Této operaci předchází hrubování povrchu prováděné s pomocí elektrického ohřevu obrobku.

VŠST Liberec	Návrh technologie vrtání hlubokých otvorů na soustruhu SUR 350/3000	DP ST-1055/74	
Fakulta strojní		Novák	7

2.2. Stávající postup vrtání válce na soustruhu SUR 350/3000

Text operací z výrobního postupu:

A: Obě strany na $L 1000 \pm 1$ hrany $2/30^\circ$, vrtat otvor $\phi 58$ z obou stran, vybrání $\phi 100$, R8, hrany $2/45^\circ$, odlehčení $\phi 65$.

Při této operaci je čas kusový $t_k = 1200,00$ min
a čas přípravy a zakončení $t_{pz} = 50,00$ min

Další opracování otvoru je popsáno v následující operaci.

B: Soustružit 1x $\phi 60$ H8; 1x $\phi 62$ H8; hranu $3/30^\circ$, odhranit.

$t_k = 50,00$ min

$t_{pz} = 60,00$ min

Je vidět, že technologický postup je velmi hrubý, hlavně u operace A není jasné, jak ve skutečnosti probíhá. Potřebný čas k operacím je stanoven hrubým odhadem. Dále by bylo potřeba uvést řezné podmínky.

Podrobnější popis operace A:

Obrobek je upínán do univerzálního sklíčidla za ohrubovaný, částečně oválný povrch a je podepřen lunetou.

Nejprve se zarovná čelo speciálním nožem a soustruží hrana $2 \times 30^\circ$ pravým ubíracím nožem. Pak následuje vrtání otvoru ve dvou fázích:

- vrtání šroubovitým vrtákem $\phi 30$ mm s destičkou ze slinutého karbidu. Vrták je upnut v koníku, přičemž dělník jednak ručně posouvá koníkem po loži soustruhu a jednak vlastní vrtání provádí též ručně. Je nutné vyjíždění vrtákem z díry z důvodů odstranění třísek. Takto se vyvrtá zhruba $100 \div 150$ mm hloubky díry, odjede se s koníkem a následuje:

VŠST Liberec	Návrh technologie vrtání hlubokých otvorů na soustruhu SUR 350/3000	DP ST-1055/74	
Fakulta strojní		Novák	8

b) otvor ϕ 30 mm se dvoubřitou vyvrtávací tyčí upnutou v nožové hlavě soustruhu rozšíří na ϕ 58 mm v délce 100 ÷ 150 mm. Následuje vyjetí vrtací tyče z otvoru a otočení nožové hlavy.

Tyto dvě fáze se střídají, dokud se takto nevyvrtá díra do poloviny krmivářenského válce. Dále se soustruží vybrání ϕ 100 v délce 35 mm a R 8. Následuje otočení obrobku a celý tento postup se opakuje z druhé strany válce. Potom následuje rozšíření otvoru ϕ 58 na ϕ 65 mm - používá se jednobřité vyvrtávací tyče upnuté v nožové hlavě stroje. Avšak po délce válce se střídají měkkí a tvrdá místa, díry vrtané postupně ze dvou stran nejsou provedeny v jedné ose - určité přesazení, a dále vrtací tyč uložená letmo je tvrdými místy otláčována - - ovalita díry vlivem nestejnoměrné tvrdosti. V obou operacích se upíná za ohrubovaný povrch, několikrát se obrobek obrací, přesné ustavení obrobku není ničím zajištěno. Proto je přesnost díry (geometrický tvar a souosost s povrchem válce) špatná a vznikají potíže při montáži hřídelí. Dále je značná spotřeba času na výrobu válce, velká spotřeba elektrické energie, nástrojů - hlavně vrtáků a v neposlední řadě i zvýšená únava dělníka, způsobená zastalým způsobem výroby, který by se z hlediska kultury a hygieny práce neměl v současné době již vyskytovat.

VŠST Liberec	Návrh technologie vrtání	DP ST-1055/74	
Fakulta strojní	hlubokých otvorů na soustruhu SUR 350/3000	Novák	9

3. Studie nástrojů pro vrtání hlubokých otvorů

K vrtání hlubokých otvorů lze používat:

- kopinaté vrtáky
- šroubovité vrtáky
- dělové vrtáky
- hlavníkové vrtáky
- vícebřité vrtací hlavy
- metodu BTA - Boring and Trepaning Association

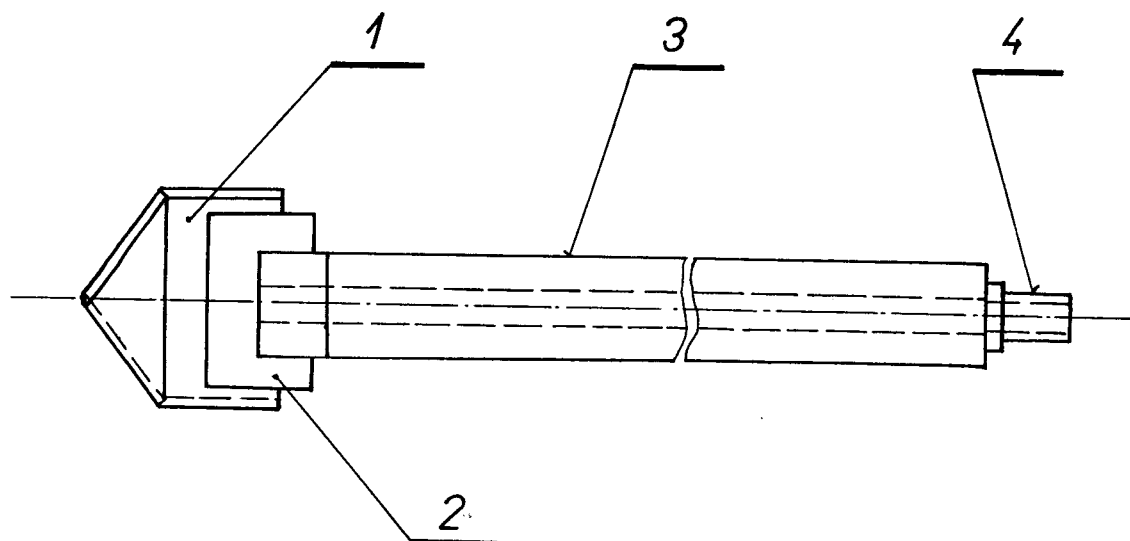
3.1. Kopinaté vrtáky

Tyto vrtáky byly dříve nejobvyklejším nástrojem k obrábění děr. Nyní se vyrábějí pro díry do průměru 3 mm v levořezném provedení dle ČSN 221291 jako doplněk šroubovitých vrtáků pro automaty, a do průměru 0,5 mm jako nejčastější nástroj při vrtání děr v průmyslu přesné mechaniky, při výrobě trysek do karburátoru atd. Dále se kopinaté vrtáky používají pro vrtání hlubokých otvorů o průměru 25 až 150 mm do plna, ale zejména pro otvory nad průměr 80 mm. Kopinaté vrtáky jsou poměrně levné, snadno se zhotovují a třísky lze snadno vyplavovat chladicí kapalinou nebo vyfukovat stlačeným vzduchem, aniž by bylo nutno během práce vyjímat vrták a odstraňovat třísky, jako je tomu u šroubovitých vrtáků.

Dnes se používá plochých kopinatých vrtáků, které jsou tvořeny deskou z rychlořezné oceli ČSN 19800, ČSN 19824 nebo ČSN 19855 pro těžkoobrobitelné materiály, upevněnou ve vrtací hlavici spojené s čtyřhrannou nebo

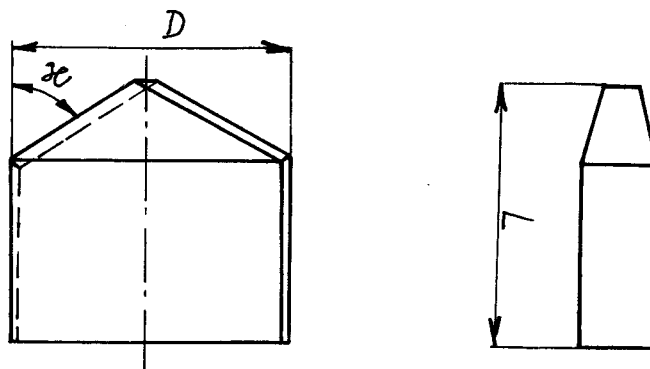
VŠST Liberec	Návrh technologie vrtání hlubokých otvorů na soustruhu	DP ST-1055/74	
Fakulta strojní	SUR 350/3000	Novák	10

válcovou vrtací tyčí obr. 1.



obr. 1. Kopinatý vrták pro hluboké díry:
1-břitová destička; 2-vrtací hlavice;
3-vrtací tyč; 4-přívod chladicí kapaliny

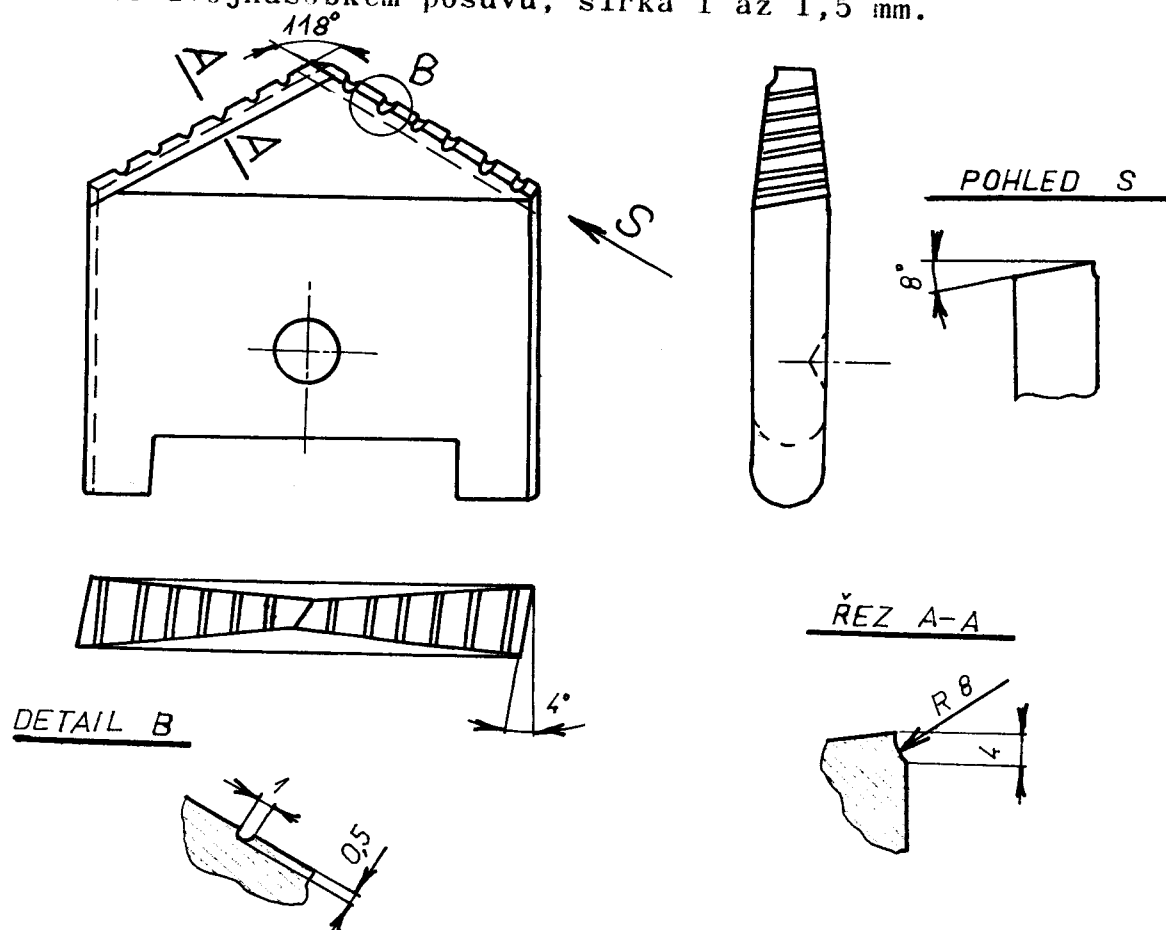
Kopinatý vrták je ve vrtací hlavici upevněn buď kolíkem nebo šrouby. Vrtací hlavice musí zaručit, aby vrták seděl celou plochou v hlavici, kolmo k ose vrtaného otvoru a k ose hlavice i tyče. Vrtací hlavice se provádí jako vyměnitelná, nebo je v jednom kuse s vrtací tyčí. Musí zaručit dobrý přívod chladicí kapaliny k břitům vrtáku a dokonalý odvod třísek. Její průměr se volí o 5 až 10 mm menší než průměr vrtané díry. Vrtací tyč je většinou z bezešvé trubky. Kopinaté vrtáky se provádějí s břity rovnými obr. 2.,



obr. 2. Kopinatý vrták rovný

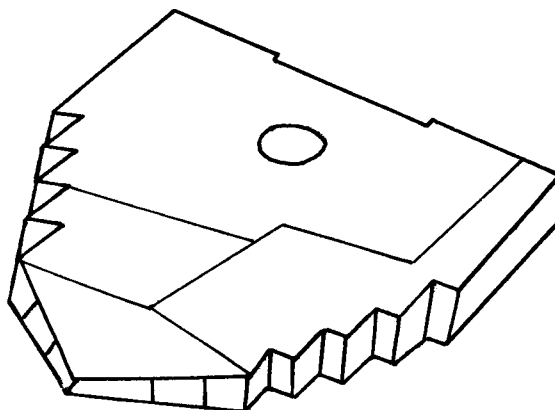
VŠT Liberec	Návrh technologie vrtání hlubokých otvorů na soustruhu SUR 350/3000	DP ST-1055/74	
		Novák	11

nebo je na břitech provedeno drážkování obr. 3.
Drážky mají dělit třísku; jejich hloubka musí být minimálně dvojnásobkem posuvu, šířka 1 až 1,5 mm.



obr. 3. Drážkování břitů kopinatého vrtáku

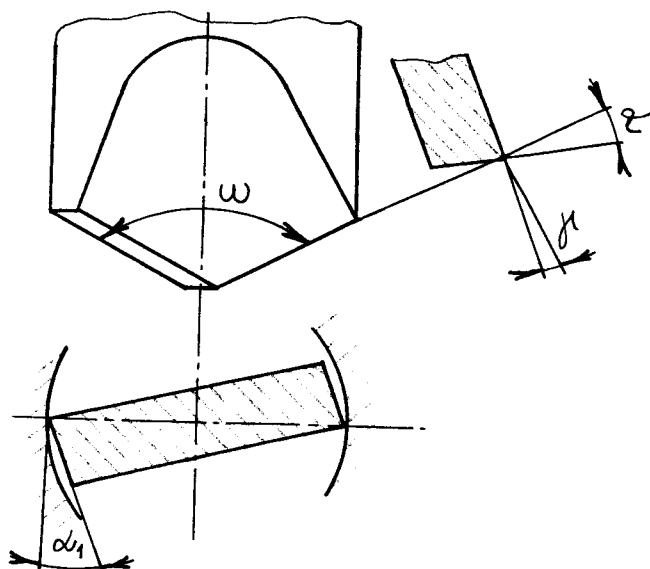
Též se používá u kopinatých vrtáků odstupňovaného ostří pro dělení třísky obr. 4.



obr. 4. Kopinatý vrták s odstupňovaným ostřím

VŠST Liberec	Návrh technologie vrtání hlubokých otvorů na soustruhu SUR 350/3000	DP ST-1055/74	
Fakulta strojní		Novák	12

Geometrie břitu kopinatého vrtáku obr. 5. je nepříznivá. Vrták je totiž úkosem zploštěn ke špičce, takže na čelech ploch tvořících břit je negativní úhel čela, který nepodporuje správné oddělování třísky, nýbrž při vyšším tlaku na břit způsobuje jen její odlamování. Tento nedostatek se u větších vrtáků odstraňuje vybroušením žlábků na čelních plochách.



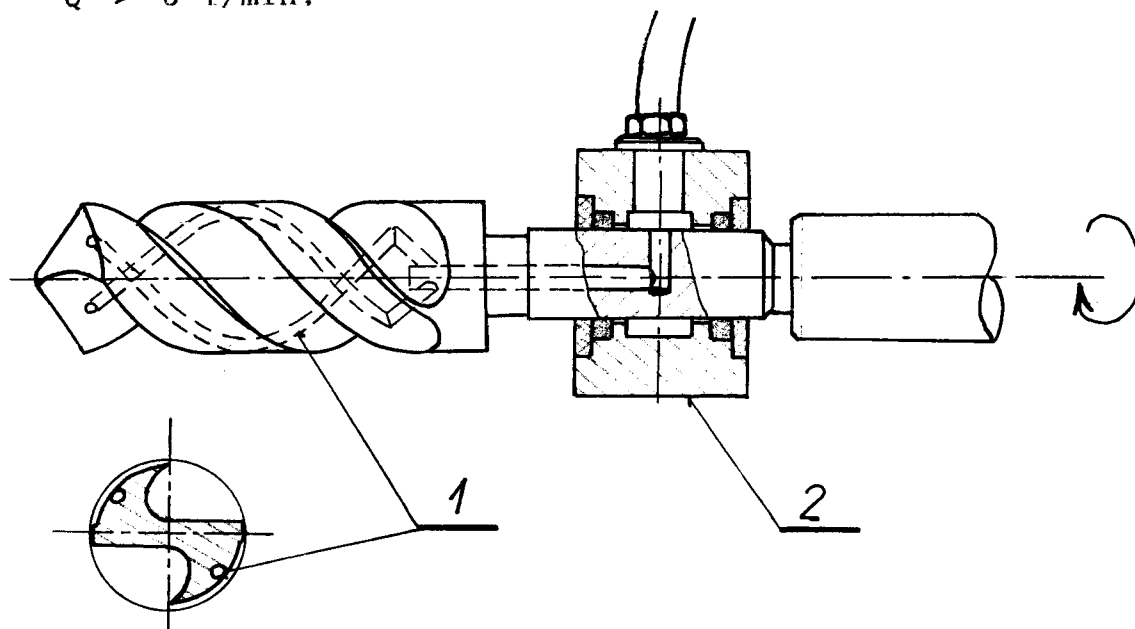
obr. 5. Kopinatý vrták: α - úhel hřbetu; α_1 - úhel odklonu hřbetu; β - úhel čela; ω - vrcholový úhel hrotu

Chlazení se provádí vrtací emulsí, která se přivádí od čerpadla tlakovou hadicí do vrtací tyče a jejím vnitřkem a hlavicí k břitům vrtáku. Vrtání hlubokých otvorů se provádí na soustruzích s dlouhým ložem. V suportu soustruhu je upnuta vrtací tyč. Podle délky obrobku může být vrtací tyč vedena v několika podpěrách. Obrobek vykonává hlavní řezný pohyb, je upnut ve sklíčidle soustruhu; opět dle délky obrobku se užívá k jeho podpírání lunet; posuv vykonává vrtací tyč.

VŠST Liberec	Návrh technologie vrtání hlubokých otvorů na soustruhu SUR 350/3000	DP ST-1055/74	
Fakulta strojní		Novák	13

3.2. Šroubovité vrtáky

Šroubovitý vrták pro vrtání hlubokých otvorů má prodlouženou délku těla, silnější jádro a větší úhel sklonu drážek λ . Drážky jsou často leštěné nebo chromované, aby se snadněji odváděla tříska. Geometrie bříty má menší úhel μ , abychom dostali drobné třísky. Též se zavádí vyplavování třísek. U speciálních strojů se svislou osou, kde vrták je dole a součást nahoře, bylo nutno zabezpečit přívod chladicí kapaliny k břítu vrtáku. Toto zajišťují zvláštní šroubovité vrtáky obr.6. se zaletovanými nebo zaválcovanými trubičkami pro přívod chladicí kapaliny. Průtočné množství kapaliny je $Q > 6 \text{ l/min.}$

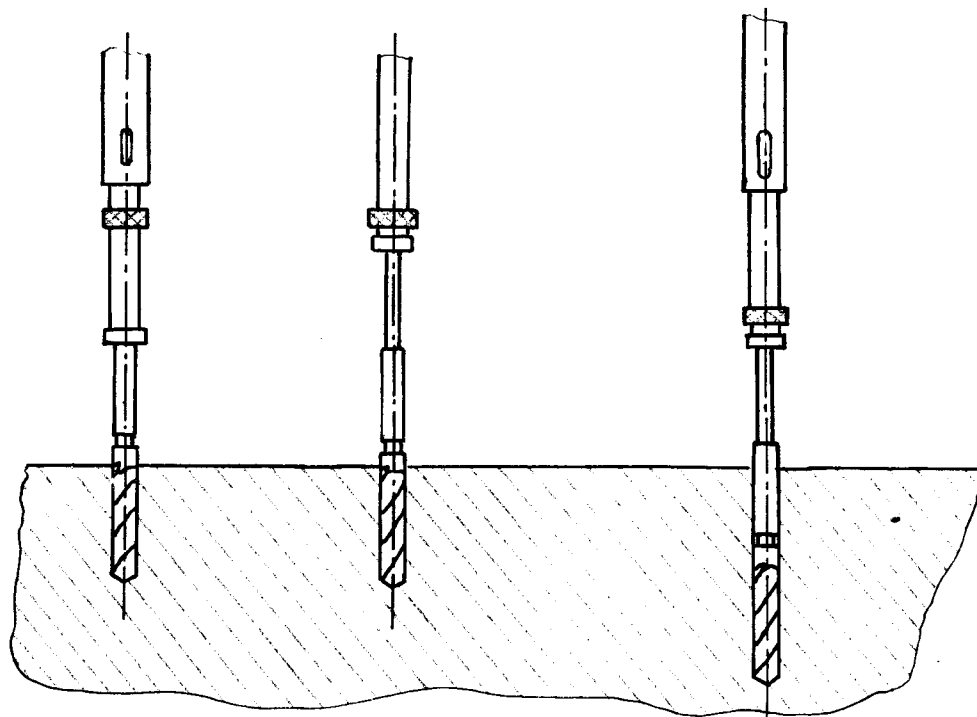


obr. 6. Zvláštní šroubovitý vrták: 1-trubička pro přívod řezné kapaliny; 2-přívod kapaliny do nástroje

Hlubokou díru lze vrtat i krátkým šroubovitým vrtákem obr. 7., který má nástavec menšího průměru než je vrtaný otvor. Vrtá se tak, že se nejdříve vrtá bez nástavce a pak s nástavcem. To proto, aby vrták neuhnul,

VŠST Liberec	Návrh technologie vrtání hlubokých otvorů na soustruhu	DP ST-1055/74	
Fakulta strojní	SUR 350/3000	Novák	14

neboť vychýlení osy otvoru roste s třetí mocninou vzdálenosti špičky vrtáku od konce vřetená.



nástavek zasunut
vřeteno dole

nástavek vysunut
vřeteno nahoře

nástavek vysunut
vřeteno dole

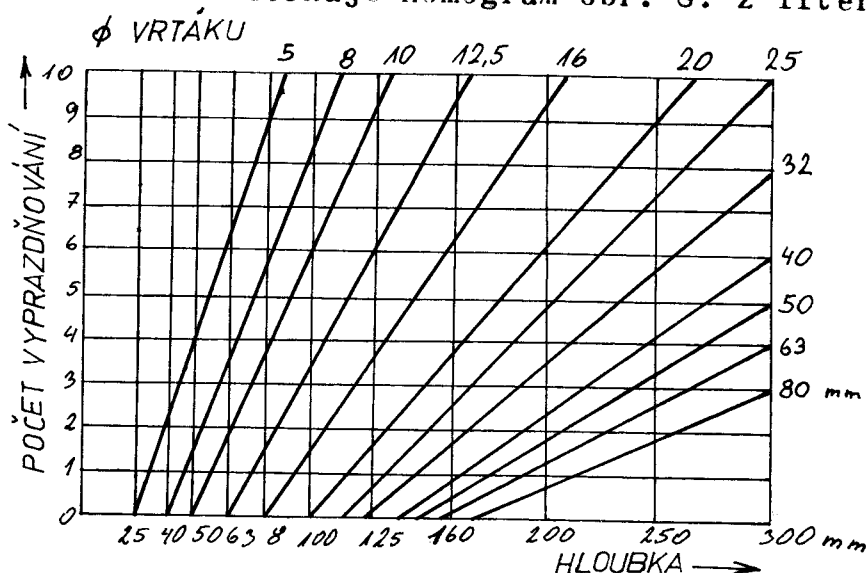
obr. 7. Vrtání z plna normálním vrtákem
s výsuvným nástavkem.

Je-li vzhledem k velké hloubce otvoru nutný zvlášť dlouhý nástavec, upíná se válcová část do sklíčidla s hlubokým otvorem tak, že zpočátku je válcová část nástavku zasunuta do sklíčidla a poté se vysune na potřebnou délku.

Práce vrtáku při vrtání děr hlubších než je pětinásobek průměru je ztížena především zhoršeným odvodem třísek, které zhoršují chlazení špičky vrtáku zejména při vrtání oceli, kde brání přívodu řezné kapaliny ke špičce. Aby se odstranily třísky, je nutno vrták z hluboké díry často vytahovat. Toto se dělá buď ručně -

VŠST Liberec Fakulta strojní	Návrh technologie vrtání hlubokých otvorů na soustruhu SUR 350/3000	DP ST-1055/74	
		Novák	15

- vyjíždění a najíždění zpět do vrtané hloubky ručně značně zpomaluje vrtání, nebo některé vrtačky jsou upraveny tak, že jak posuv vrtáku, tak vyprazdňování otvoru je automatizováno. Důležité je, aby se vrták při vytahování z díry otáčel, jinak třísky spadnou na dno díry - způsobí předčasné otupení vrtáku. O tom, jak často musí být vrták vytažen, aby se odstranily třísky, rozhoduje průměr vrtáku a hloubka vrtání. Tuto závislost znázorňuje nomogram obr. 8. z literatury [2].



obr. 8. Počet vyprazdňování třísek při vrtání hlubokých děr v oceli a litině.

Vrtat lze na vrtačkách svislých a vodorovných, ale též i na revolverových soustruzích a automatech, kde je nutné zabezpečit vhodnější odvádění třísek a lepší chlazení tím, že se použije upravených šroubovitých vrtáků podle obr. 6. Pracuje se metodou automatického vyprazdňování otvoru. Při vrtání na soustruzích se otáčí jen obrobek, kdežto vrták stojí a většinou je upnutý v pinole koníku. Pinola je buď posuvná ručně, nebo mechanicky od rozvodového hřídele, anebo hydraulicky.

VŠST Liberec	Návrh technologie vrtání hlubokých otvorů na soustruhu SUR 350/3000	DP ST-1055/74	
Fakulta strojní		Novák	16

3. 2. 1. Řezné podmínky

Proces vrtání je určen hlavním rotačním pohybem a přímočarým posuvným pohybem. Vrtání šroubovitým vrtákem patří mezi vícebřité obrábění. Při vrtání odřezávají současně dva břity dvě třísky. Používají se vrtáky z rychlořezné oceli nebo vrtáky s destičkou ze slinutého karbidu. U nich je řezná rychlost $v = 50 \text{ m/min}$ a posuv asi dvakrát menší než pro vrtáky z rychlořezné oceli. U vrtáků s destičkou ze slinutého karbidu je obtížný odvod třísky (je rozpálená do červeného žáru) z drážek vrtáku.

$$\text{Tloušťka třísky: } a = \frac{s \cdot \sin}{2} \quad \text{mm/ot}$$

$$\text{Hodnota posuvu } s : s = CD^{0,6} \quad \text{mm/ot}$$

D - průměr vrtáku v mm

Přesné hodnoty koeficientu C jsou v literatuře / 3 /.

pro ocel $C = 0,063 \div 0,023$

pro litinu $C = 0,13 \div 0,04$

Při vyvrtávání je hodnota posuvu dvakrát větší.

Pro hodnoty posuvů při obrábění děr s délkou větší než tři průměry je korekční koeficient $K = 0,9 \div 0,75$ podle poměru délky otvoru k průměru.

Hloubka třísky při vrtání z plna:

$$t = \frac{D}{2} \quad \text{mm}$$

při vyvrtávání:

$$t = \frac{D - d}{2} \quad \text{mm}$$

kde d - průměr otvoru, který se bude vyvrtávat v mm.

VŠST Liberec	Návrh technologie vrtání hlubokých otvorů na soustruhu SUR 350/3000	DP ST-1055/74	
Fakulta strojní		Novák	17

Řezná rychlost:

pro ocel s $H_B \leq 155$

$$v = \frac{C D^z H_B^n}{T^m t^x S^y} \quad \text{m/min}$$

pro ocel s $H_B \geq 155$

$$v = \frac{C D^z}{T^m t^x S^y H_B^n} \quad \text{m/min}$$

pro ocel:

$$\begin{array}{lll} m = 0,2 & n = 0,9 & y = 0,5 \div 0,8 \\ z = 0,4 \div 0,65 & x = 0,2 & \end{array}$$

pro litinu:

$$\begin{array}{lll} m = 0,125 & n = 1,3 & y = 0,4 \div 0,75 \\ z = 0,25 \div 0,6 & x = 0,1 & \end{array}$$

Koeficient C přesné hodnoty v literatuře / 3 /.

automatová ocel, $d > 10 \text{ mm}$ $C = 1310$

uhlíková ocel, $H_B = 155 \div 265$; $d > 10 \text{ mm}$ $C = 870$

litina $H_B = 140 \div 240$; $d > 10 \text{ mm}$ $C = 11400$

pro vrtáky z rychlořezné oceli

Korekční koeficient pro řeznou rychlost při vrtání
hlubokých děr v závislosti na poměru $\frac{1}{d}$

$\frac{1}{d}$: 3 4 5 6 7 8 9 10

K : 0,9 0,8 0,7 0,65 0,6 0,56 0,53 0,5

VŠST Liberec	Návrh technologie vrtání hlubokých otvorů na soustruhu	DP ST-1055/74	
Fakulta strojní	SUR 350/3000	Novák	18

Řezné síly

Síly působící při vrtání jsou znázorněny na obr. 9. Hlavní řezná síla F která u dvoubřitého vrtáku působí jako dvojice, určuje potřebný krouticí moment M_k , působící v rovině kolmé k ose vrtáku.

při vrtání z plna: $M_k = C_3 D^z s^y H_B^n$ kgmm

při vyvrtávání: $M_k = C_4 D^z t^x s^y H_B^n$ kgmm

Pak axiální síla F_x působící ve směru osy nástroje:

vrtání z plna: $F_x = C_1 D^z s^y H_B^n$ kg

při vyvrtávání: $F_x = C_2 t^x s^y H_B^n$ kg

Koeficienty $C_1, C_2, C_3, C_4, z, x, y, n$ jsou v lit. / 3 /.

pro ocel: $n = 0,7 \quad 0,75$ $y = 0,7 \div 0,8$
 $x = 0,9 \quad 1,3$ $z = 1$

$C_1 = 1,35; C_2 = 0,56; C_3 = 0,72; C_4 = 1,65$ pro automovou ocel

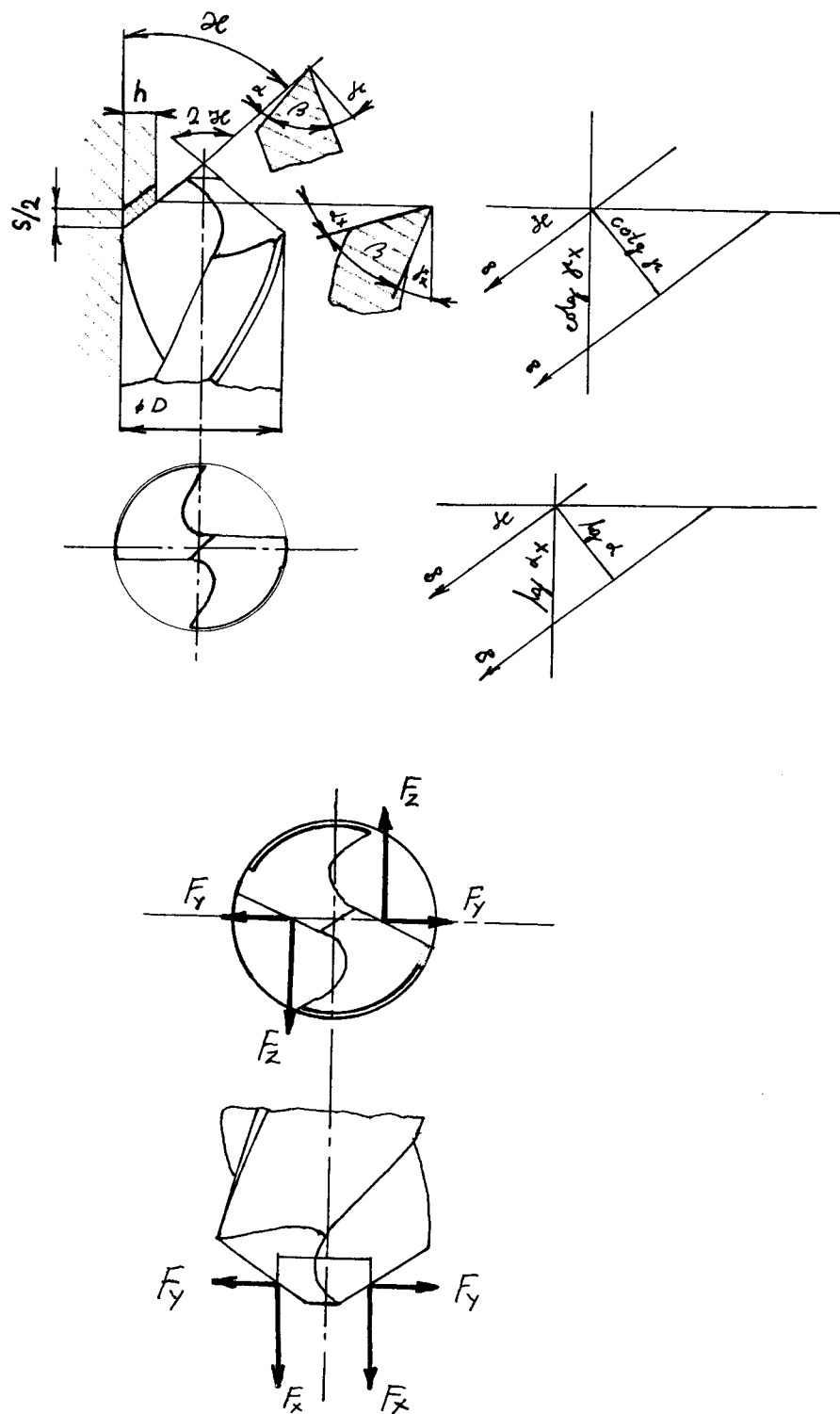
pro litinu: $H_B = 140 - 240$

$n = 0,6$ $y = 0,8$
 $x = 0,75 \div 1,2$ $z = 1 \div 2,4$

$C_1 = 7,1; C_2 = 1; C_3 = 0,263; C_4 = 3,16$

Radiální síla F_y je teoreticky překonána tuhostí vrtáku a obrobku. Avšak je-li vrták nesymetricky naostřen, způsobuje nepřesnosti při práci a zvětšuje opotřebení.

VŠST Liberec Fakulta strojní	Návrh technologie vrtání hlubokých otvorů na soustruhu SUR 350/3000	DP ST-1055/74	
		Novák	19



obr. 9 Geometrie a řezné síly u šroubovitého vrtáku

VŠST Liberec	Návrh technologie vrtání hlubokých otvorů na soustruhu SUR 350/3000	DP ST-1055/74	
Fakulta strojní		Novák	20

Práce vynaložená na vrtání se skládá z práce na překonání krouticího momentu a z práce posuvové síly. Tyto musí překonávat dílčí síly vznikající při oddělování třísky na hlavních břitech a na příčném břitu, tření třísek a fazetek vrtáku. Na potřebný příkon vrtačky má rozhodující vliv řezný odpor při oddělování třísky hlavními břity. Na osový tlak má vliv hlavně odpor na příčném břitu, kde jsou špatné podmínky k oddělování třísky. Osový tlak u vrtáku trojnásobného průměru naroste trojnásobně, ale krouticí moment devítinásobně.

Příkon vrtačky pro posuv lze opomenout, počítáme jen příkon z krouticího momentu. Pak pro vrtačku s účinností η je zapotřebí výkonu:

$$N = \frac{M_k \cdot n}{97400 \eta} \quad \text{kW}$$

η účinnost

n počet otáček $n = \frac{v}{3,14 D}$ ot/min

v řezná rychlost m/min

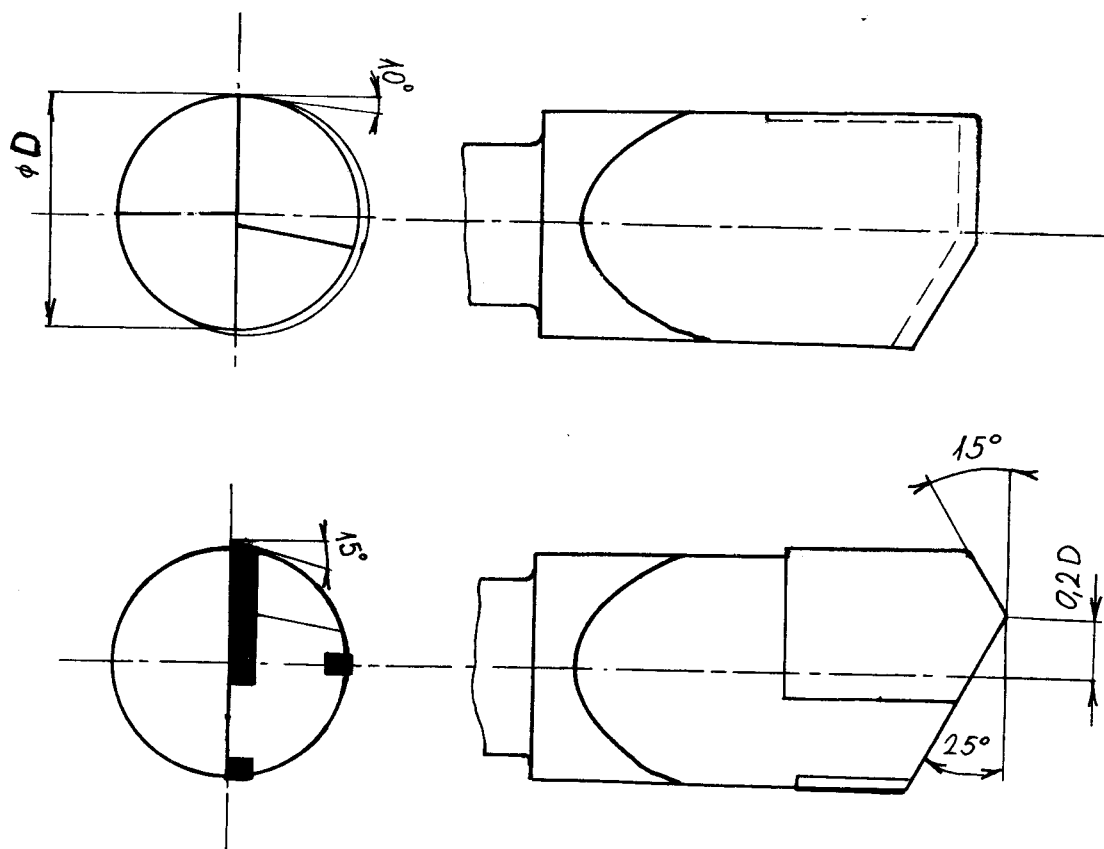
D průměr vrtáku v m

3. 3. Dělové vrtáky, hlavňové vrtáky a vícebřité vrtací hlavy

3. 3. 1. Dělové vrtáky

Dělových vrtáků obr. 10. se používá na soustruzích k vrtání děr, které mají být přímé a přesné. Tyto vrtáky jsou v díře vedeny svou válcovou plochou.

VŠST Liberec	Návrh technologie vrtání hlubokých otvorů na soustruhu SUR 350/3000	DP ST-1055/74
Fakulta strojní		Novák 21



obr. 10. Dělový vrták

a-vrták z nástrojové rychlořezné oceli

b-vrták s destičkou ze slinutého karbidu

Násada dělového vrtáku má průměr o 20 % menší než řezná část. Hlavní břit je přesně v ose vrtáku, je kolmý na osu vrtáku a na hrotu zaoblen. Čelo vrtáku se někdy prohlubuje. Řezné úhly jsou v některých partiích nepříznivé. Ve středu vrtáku je nulová řezná rychlost - drcení materiálu.

Vrták snadno rozhazuje, vyžaduje tedy zvláštní vedení, nebo se díra musí předvrtat šroubovitým vrtákem menšího průměru, aby byl vrták správně veden. Též nelze dělovým vrtákem vrtat přímo bez dokonalého zastředění.

Provádí se předvrtání šroubovitým vrtákem do hloubky dvou průměrů vrtáku, aby byl dělový vrták naveden.

Nevýhodou dělového vrtáku je malý prostor pro třísky,

Liberec, 1974
VŠST Liberec
Fakulta strojní
Novák, 21

VŠST Liberec	Návrh technologie vrtání hlubokých otvorů na soustruhu SUR 350/3000	DP ST-1055/74	
Fakulta strojní		Novák	22

takže se nástroj musí často z díry vyjímat. Předností je snadná výroba.

3. 3. 2. Hlavňové vrtáky

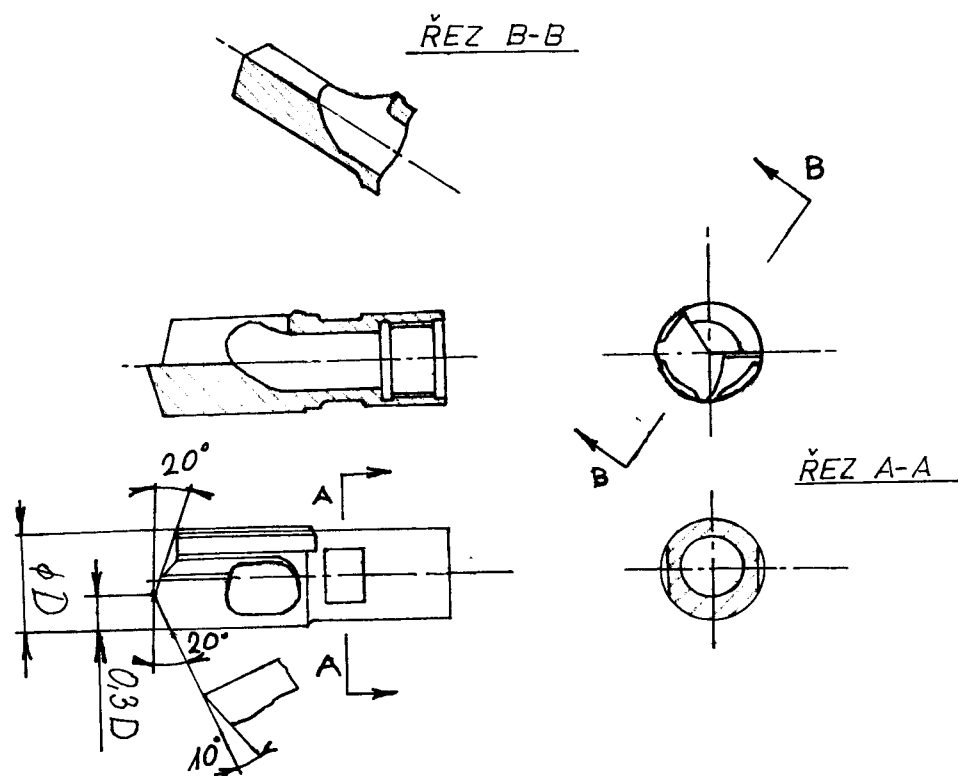
Hlavním znakem hlavňových vrtáků obr. 11 na hluboké díry je nucené vyplavování třísek. Tyto vrtáky se skládají z řezné hlavy buď z nástrojové rychlořezné oceli, nebo je hlava z konstrukční oceli s připájenými destičkami ze slinutého karbidu, a z navažené trubkové násady, která je na konci proválcována na srpkovitý profil.

The drawing shows two types of drill bits, labeled 'a' and 'b'. Each type is shown with a cross-section and a side view.
 Type 'a' (top) has a cross-section showing a semi-circular cutting edge and a side view showing a double-flute design with a 10° angle at the tip and a diameter labeled ϕD .
 Type 'b' (bottom) has a cross-section showing a semi-circular cutting edge with two small rectangular inserts (carbide tips) and a side view showing a double-flute design with a 30° angle at the tip, a 20° angle on the side, and a diameter labeled $0,28D$.

obr.11 Hlavňové vrták: a - z rychlořezné nástrojové oceli; b - s destičkami ze slinutého karbidu.

VŠST Liberec	Návrh technologie vrtání hlubokých otvorů na soustruhu SUR 350/3000	DP ST-1055/74	
Fakulta strojní		Novák	23

Na obvodě řezné hlavy jsou vloženy dvě karbidové lišty, vedou vrták v díře. Ostří vrtáku je lomené. Hrot je přesazen proti středu o vzdálenost x . Výhodné jsou takové úhly nastavení, při kterých převažuje taková složka řezné síly F_y , která by tlačila vrták směrem k vodící liště. Jinak by vrták uhýbal od předepsané osy díry. Lomené ostří napomáhá lámání třísek - snadněji se vyplavují. Podmínkou dodržení přesnosti je poměrně malý posuv na otáčku vrtáku - asi desetina posuvů u šroubovitých vrtáků. Vrták na obr. 11 je s vnějším odvodem třísky, tj. řezná kapalina se přivádí vnitřkem trubkové násady a třísky se odvádí úhlovým žlábkem.



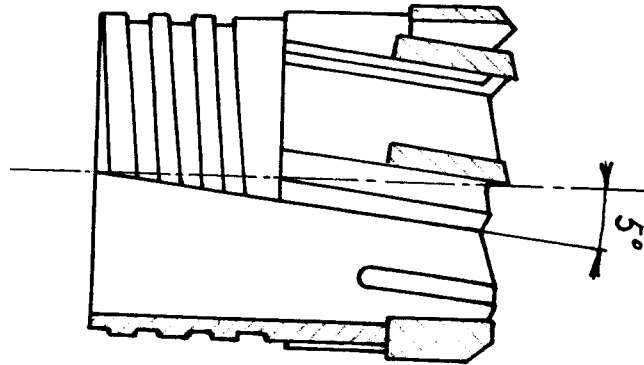
obr. 12 Hlavnový vrták s vnitřním odvodem třísky

Zde se třísky dostávají do styku s obrobeným povrchem díry - poškozují ho. Proto se používá hlavnový vrták s vnitřním odvodem třísek obr. 12. Obvod vrtáku je odlehčen a takto vzniklými mezerami se přivádí řezná kapalina. Třísky jsou vyplavovány vnitřkem nástroje.

VŠST Liberec	Návrh technologie vrtání hlubokých otvorů na soustruhu SUR 350/3000	DP ST-1055/74	
Fakulta strojní		Novák	24

3. 3. 3. Vícebřitá vrtací hlava

Pro vrtání děr nad průměr 100 mm se někdy používají korunové vrtací nástroje obr. 13.



obr. 13 Vícebřitá vrtací hlava

Řezné destičky jsou připájené do tělesa z konstrukční oceli a mohou být vyrobeny z rychlořezné oceli nebo ze slinutého karbidu. Jednotlivé zuby mají samostatné kanálky pro odvod třísek. Tedy vyplavování třísek se děje mezi nástrojem a obrobkem. Hlava není opatřena vodícími lištami. Zuby mají čelní a boční břity. Převýšení břitů nemá přesahovat hodnotu 0,01 mm.

Řezné podmínky: $v = 50$ až 60 m /min

posuv na zub $S_z = 0,03$ až $0,05$ mm/ot

VŠST Liberec	Návrh technologie vrtání hlubokých otvorů na soustruhu	DP ST-1055/74	
Fakulta strojní	SUR 350/3000	Novák	25

3. 4. Metoda BTA

3. 4. 1. Popis

Tato metoda vrtání hlubokých otvorů byla vyvinuta v Německu v období 1940 - 1943 Beisnerem, Burgsmüllerem a Hellerem. U tohoto způsobu vrtání je použito chladicí kapaliny, která je přiváděna k ostří vnějším nástrojem mezi vrtací tyčí a povrchem zhotoveného otvoru. Z místa řezu pak odchází spolu s třískami, případně i jádrem, vnitřkem nástroje a vrtací tyče do nádoby na třísky. Zde se chladicí kapalina odděluje od třísek a stéká do nádrže. Výhodou této metody je, že vznikající třísky nejsou odváděny prostorem mezi nástrojem a obrobkem - tedy nepoškozují povrch díry. Dále je menší riziko, že dojde k poruše vlivem ucpání otvoru třískami. Též přítomnost tlakové chladicí kapaliny přiváděné k ostří tvoří mezi nástrojem a obrobkem jakýsi polštář omezující chvění nástroje. Hluboký otvor se vyvrtá v celé délce bez vyjíždění nástroje z díry tak, jako tomu bylo u předchozích metod. Toto již samo o sobě značně zvyšuje produktivitu vrtání. Metoda BTA má předpoklady pro progresivní řezné podmínky (řezná rychlost až 350 m/min a posuv 200 až 250 mm/ot) a tím i pro dosažení vysokých výkonů obrábění. Používané řezné podmínky jsou uvedeny v tab. 1. Nižší hodnoty jsou pro vrtání obrobků větších rozměrů.

Další výhody tohoto způsobu vrtání:

vrtací tyč tužší než při použití hlavnového vrtáku,
snadné spojení vrtací tyče s vrtací hlavou,
metodu BTA lze aplikovat i pro vrtání děr o průměru menším než 25 mm,

úzká výrobní tolerance - přesnost rozměru otvoru $IT6 \div 9$,
malé úchytky přímosti otvoru - menší než 0,03 mm/100 mm délky,

velká přesnost tvaru - úchytky kruhovitosti $< 0,005$ mm,

VŠST Liberec	Návrh technologie vrtání hlubokých otvorů na soustruhu	DP ST-1055/74	
Fakulta strojní	SUR 350/3000	Novák	26

dokonalá jakost povrchu - $R_A = 0,8 \div 1,6$

možná úspora vyhrubování a vystružování

Nevýhodou jsou vyšší pořizovací náklady na tuto metodu, avšak vlivem zvýšení produktivity práce na tomto zařízení dochází k rychlé úhradě těchto nákladů.

materiál obrobku	řezná rychlost $v = \text{m/min}$	posuv $s = \text{mm/min}$
hliník, měď, mosaz, bronz	$100 \div 350$	$100 \div 300$
oceli dle pevnosti a % legujících prvků	$70 \div 180$	$60 \div 200$
šedá litina ocelolitina	$50 \div 90$	$40 \div 100$

Tab. 1 Základní řezné podmínky pro vrtání hlubokých otvorů nástroji ze slinutých karbidů - metoda BTA

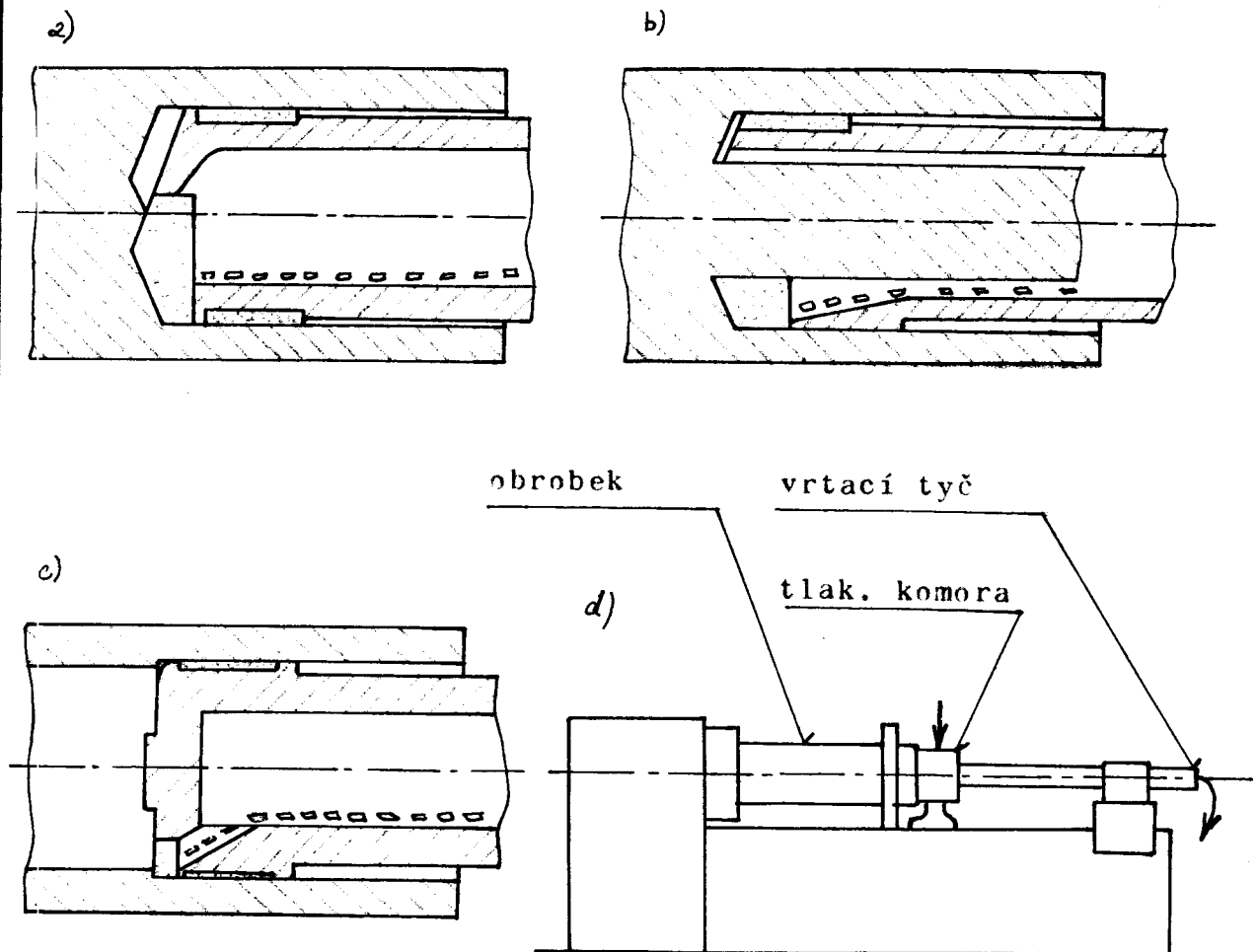
K vrtání metodou BTA se používají tři druhy nástrojů:

- vrtací hlava do plna - úplné vybrání materiálu z vrtaného otvoru;
- vrtací hlava na jádro, tzv. trepanování - při tomto způsobu vrtání zůstává v otvoru část neobrobeného materiálu v podobě tyče (jádro);
- vyvrtávací hlava - při rozšiřování dříve zhotoveného otvoru.

Tyto způsoby vrtání a celkové uspořádání vrtacího stroje pracujícího metodou BTA je na obr. 14. Při tomto uspořádání je vrtací tyč upnuta ve vrtacím suportu; při větší délce může procházet vodicími ložisky; dále prochází do tlakové komory, opřené o obrobek, který je upnut ve stroji. Při vrtání je možno použít uspořádání, kdy se nástroj otáčí a posouvá, zatímco obrobek je pevně upnut - použití u nepravidelných obrobků, nebo uspořádání, kdy se obrobek otáčí a nástroj koná jen posuvný pohyb, nebo

VŠST Liberec	Návrh technologie vrtání hlubokých otvorů na soustruhu	DP ST-1055/74	
Fakulta strojní	SUR 350/3000	Novák	27

lze použít rotujícího nástroje i obrobku.



obr. 14 Metoda BTA vrtání hlubokých otvorů.

a) vrtací hlava do plna; b) trepanování;
 c) vyvrtávací hlava; d) uspořádání stroje

3. 4. 2. Popis konstrukce nástrojů pro vrtání metodou BTA

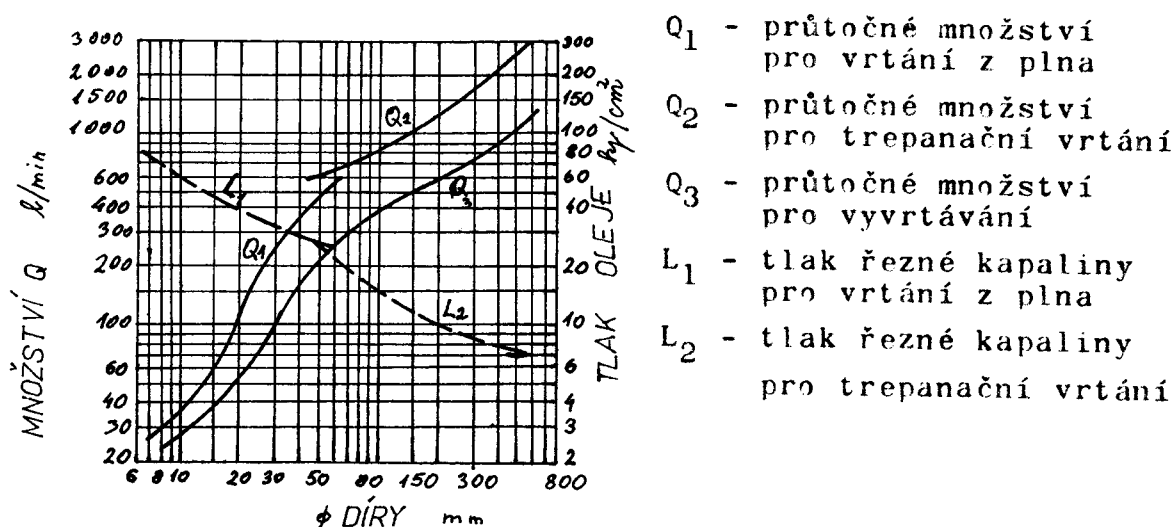
Vrtací hlava je masivní, otvor pro třísky je zvlášť velký a korunovitě rozšířený. Řezná destička a vodící lišty jsou většinou ze slinutého karbidu. Jsou k vrtací

volí tak, aby se uplatnila složka řezné síly F_y , ta působí na vodící lištu proti břítu. Důvodem je vedení vrtáku v díře. Břit nástroje je odstupňovaný - dělení třísek, popřípadě lze použít lamačů třísek. Ostatní úhly na břítu nástroje se volí dle obráběného materiálu. Příklady konstrukce nástrojů pro tuto metodu vrtání jsou ve stati 4.

VŠST Liberec	Návrh technologie vrtání hlubokých otvorů na soustruhu	DP ST-1055/74	
Fakulta strojní	SUR 350/3000	Novák	29

3. 4. 3. Řezné kapaliny a jejich vliv na proces řezání

Řezná kapalina má značný vliv na výkon řezání. Prvním předpokladem je dostatečné množství a vysoký tlak řezné kapaliny obr. 16. Řezná kapalina musí zajistit dokonalý odvod třísek z místa řezu; musí zmenšovat tření mezi vodicími lištami nástroje a obrobkem; dobře přejímat teplo, které se vytváří při vrtání a brání vzniku nárůstku na břitu nástroje.



obr. 16 Diagram ke stanovení množství Q a tlaku L řezné kapaliny v závislosti na průměru vrtaného otvoru

Toto splňují speciální oleje a jen zřídka emulze. Často se pozoruje, že se za ostrím nástrojů pro hluboké vrtání tvoří na čele břitu prohlubeniny o hloubce asi 0,7 mm a rozsahu 3 - 6 mm, avšak ostří není tímto postiženo. Ukázalo se, že toto odprýskávání může být zapříčiněno:

- 1) Tvoření parních bublinek za odlamující se třískou.
- 2) Vzduchové bublinky za třískou.

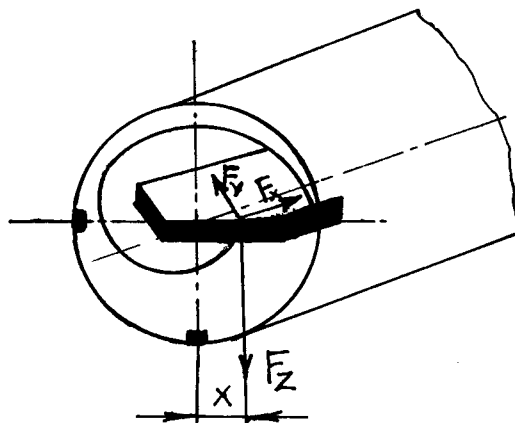
VŠST Liberec	Návrh technologie vrtání	DP ST-1055/74	
Fakulta strojní	hlubokých otvorů na soustruhu	Novák	30
	SUR 350/3000		

- ad 1. Následkem vysoké teploty řezání se utvoří v prostoru za třískou parní bublina, která se krátkodobě usadí - vznikne nahromadění tepla ve slinutém karbidu. Tato bublinka rychle roste a pak je stržena třískou. Vtom přijde chladicí kapalina na rozžhavenou plochu slinutého karbidu - dojde k odprýskávání slinutého karbidu. Tedy nedoporučuje se použít emulze jako chladicího média. Je nutné dbát na to, aby do používaného chladicího oleje pro vrtání nepřišla voda. Voda může vznikat kondenzací na stěnách nádrže a na trubkách vedoucích do nádrže. Toto lze odstranit - izolováním nádrže a přívody až pod nejnižší hladinu oleje.
- ad 2. Vzduch v oleji působí podobně jako parní bublinky. Rovněž se usazuje za třískou a způsobuje odprýskávání slinutého karbidu. Vzduch se může dostat do místa řezu tehdy, když máme nedostatečně velkou nádrž a čerpadlo začíná nasávat vzduch. Dále je velmi důležité co nejrychlejší oddělení třísek a chladicí kapaliny. Toto zaručuje soustava hrubých a jemných sít v zachytné nádrži na třísky a pak teprve odvod kapaliny do hlavní nádrže přes magnetický filtr. Nádrž pro vyčištění oleje má být co možno nejuzší, dlouhá a ne příliš hluboká, aby se odvzdušnění oleje urychlilo. Je známo, že se vzduchové bublinky usazují na nečistotách. Když tyto mechanické nečistoty budeme odstraňovat filtrem až v nasávacím vedení, uvolní se vzduch, který se snadno dostane k řezné části nástroje - způsobí odprýskávání slinutého karbidu. Tedy takto umístěný filtr nechrání, ale ohrožuje. Též se musí pamatovat na to, že při tomto způsobu vrtání přechází do oleje značné množství tepla - chladicí olej mění vlastnosti. Proto je ve většině případů nutné chladicí zařízení namontované u nádrže.

VŠST Liberec	Návrh technologie vrtání hlubokých otvorů na soustruhu SUR 350/3000	DP ST-1055/74	
		Novák	31

3. 4. 4. Síly působící při vrtání metodou BTA

Zde se jedná o jednobřité nástroje, a proto musí být geometrie řezné části nástroje volena tak, aby výsledná řezná síla přitlačovala vrtací hlavu na stěnu otvoru. Důvodem je vedení nástroje v otvoru. Celková řezná síla působící na břit nástroje se rozkládá do tří složek F_z , F_x , F_y , obr. 17.



obr. 17 Řezné síly u vrtací hlavy do plna

Síla F_z je největší a je směrodatná pro stanovení výkonu motoru vrtacího vřeteníku.

Síla F_y působí do středu nástroje, je přenášena vodící lištou na stěnu vrtaného otvoru a navenek se neprojevuje.

Síla F_x působí současně s přidavnou silou pocházející od tlakové chladicí kapaliny a silou třecí. Tyto působí proti směru posuvu nástroje a jsou překonány silou vrtacího suportu.

Krouticí moment je dán součinem tangenciální síly F_z a vzdáleností jejího působíště x od středu nástroje

$$M_K = F_z \cdot x$$

Velikost řezné síly a výkonu při hlubokém vrtání znázorňuje tab. 2 z literatury / 4 /.

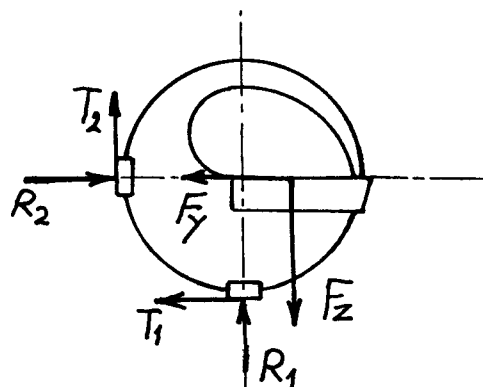
VŠST Liberec	Návrh technologie vrtání hlubokých otvorů na soustruhu	DP ST-1055/74	
Fakulta strojní	SUR 350/3000	Novák	32

Prů- měr díry d mm	Šíř- ka ostří a mm	Řez- ná rych- lost v m/min	Otáč- ky n ot/min	Posuv s mm/ot	s' mm/min	Ks kg/mm ²	Řezné síly Fz = a.s.k.s kg	Fx = $\frac{1}{2}$ Fz kg	Výkon N kW
20	10	120	1900	0,07 0,1	135 190	420 400	290 400	145 200	5,8 7,8
30	15	130	1350	0,085 0,125	105 170	410 390	520 735	260 360	11,2 15,5
40	20	140	1100	0,10 0,15	110 155	400 380	800 1140	400 570	18,2 22,5
60	30	140	740	0,13 0,17	95 125	390 365	1500 1880	750 940	35,0 42,5
60	17	140	740	0,13 0,17	95 125	390 365	860 1050	430 525	20,0 24,2
80	23	120	480	0,15 0,2	110 150	375 350	1300 1620	650 810	25,2 31,7
100	28	120	380	0,175 0,225	65 86	370 340	1820 2160	910 1080	36,0 42,0
150	32	120	250	0,2 0,25	50 65	350 335	2250 2260	1125 1330	44,0 52,5
200	37	120	190	0,25 0,3	47 55	335 320	3100 3550	1550 1770	61,0 70,0

Tab. 2 Velikosti řezné síly v závislosti na průměru
a druhu nástroje - od průměru 60 k vyšším -
- trepanování.

Tabulka platí pro ocel s $\sigma = 75 - 100 \text{ kp/mm}^2$

Kromě těchto sil působí na nástroj ještě třecí
síly mezi vodicími lištami a stěnou otvoru obr. 18.



obr. 18 Síly působící na vrtací hlavu do plna

VŠST Liberec	Návrh technologie vrtání hlubokých otvorů na soustruhu	DP ST-1055/74	
Fakulta strojní	SUR 350/3000	Novák	33

Z podmínky rovnováhy sil a momentů platí:

$$F_y - R_2 + T_1 = 0$$

$$F_z - R_1 - T_2 = 0$$

$$T_1 = R_1 f$$

f koeficient tření mezi vodicími lištami a stěnou otvoru

$$T_2 = R_2 f$$

Řešení:
$$F_y + T_1 - \frac{T_2}{f} = 0$$

$$F_z - T_2 - \frac{T_1}{f} = 0$$

sečtením obou rovnic:

$$T_2 (f^2 + 1) = F_z f^2 + F_y f$$

$$T_2 = \frac{F_z f^2 + F_y f}{f^2 + 1}$$

$$F_z - \frac{T_1}{f} - \frac{F_z f^2 + F_y f}{f^2 + 1} = 0$$

$$T_1 = F_z f - \frac{F_z f^3 + F_y f^2}{1 + f^2}$$

Kroutící moment působící na nástroj M_{KN} .

$$M_{KN} = F_z \cdot x + T_1 \frac{D}{2} + T_2 \frac{D}{2}$$

VŠST Liberec	Návrh technologie vrtání	DP ST-1055/74	
Fakulta strojní	hlubokých otvorů na soustruhu SUR 350/3000	Novák	34

$$M_{KN} = F_z \cdot x + \frac{F_z f^2 + F_y f}{f^2 + 1} \cdot \frac{D}{2} + \left(F_z f - \frac{F_z f^3 + F_y f^2}{1 + f^2} \right) \cdot \frac{D}{2}$$

Podobně platí pro axiální sílu F_{xN} :

$$F_{xN} = F_{xř} + R_1 f + R_2 f + F_x$$

kde F_x síla od tlakové chladicí kapaliny
 $F_{xř}$ axiální složka řezné síly F_v .

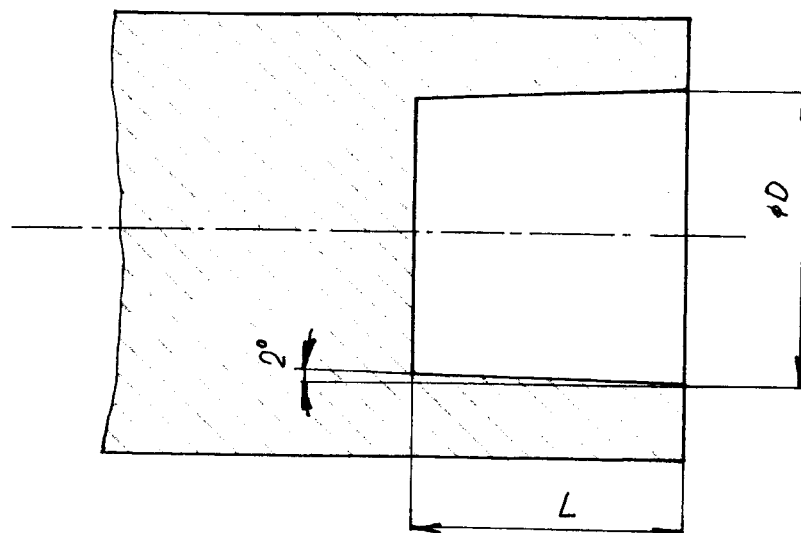
Vliv pasivních odporů bude u kroutícího momentu malý, ale u axiální síly je ho nutno respektovat. Tyč dále prochází suvně několika vodicími pouzdry, v kterých podle uložení a jakosti povrchu tyče i pouzder se bude řídit velikost třecí síly.

3. 4. 5. Proces vrtání

Pro úspěšné provedení práce je bezpodmínečně nutné správné nabroušení nástroje - ostří musí být v ose nástroje. Vrtací tyč musí být přímá, broušená s přesností 0,03 - 0,05 mm. Tlaková komora musí dobře těsnit a vést vrtací tyč - je popsána ve statí 4. Pod obrobek se dávají podpěrné lunety, ty zabraňují průhybu a chvění obrobku. Místa pro lunety musí být osoustružena s nejvyšší přípustnou ovalitou 0,05 mm.

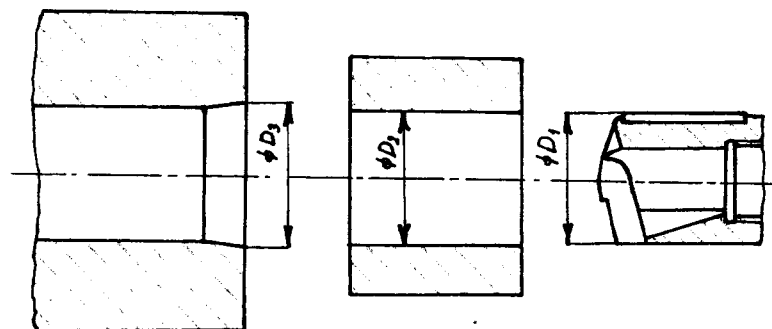
Po řádné přípravě a kontrole stroje a zařízení musí se obrobek navrtat dle obr. 19. asi v délce 30 - 50 mm dle průměru vrtací hlavičky. Navrtání má být slabě úkosové (dozadu menší) proto, aby vrtací hlava vytvořila si vlastním vedením otvor a nenastalo vyběhnutí z osy vrtání.

VŠST Liberec	Návrh technologie vrtání hlubokých otvorů na soustruhu	DP ST-1055/74	
Fakulta strojní	SUR 350/3000	Novák	35



obr. 19 Příprava otvoru k hlubokému vrtání

Nebo místo tohoto způsobu lze použít navrtávacího pouzdra obr. 20. Zde však zpočátku vrtání, kdy do otvoru



obr. 20 Navrtávací kužel vzniklý při vrtání
s vrtacím pouzdrém

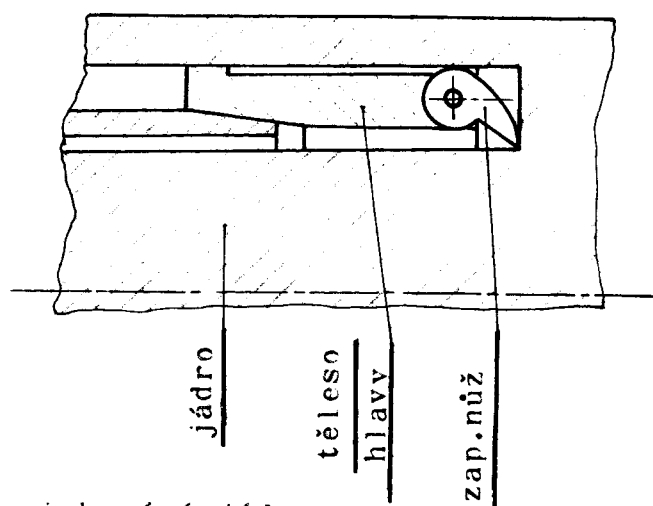
začnou vstupovat vodicí lišty, jsou na těchto malých plochách vodítek velké měrné tlaky a kdy dojde k vytlačení mazacího filmu a dojde ke styku kovově čistých povrchů - vznik místních svazů. Má to za následek značné opotřebení předních částí vodicích lišt nástroje a též značné deformace povrchu obrobku. Dojde k vytvoření navrtávacího kužele.

VŠST Liberec	Návrh technologie vrtání hlubokých otvorů na soustruhu	DP ST-1055/74	
Fakulta strojní	SUR 350/3000	Novák	36

Nádrž na chladicí kapalinu musí mít obsah 8 až 10krát větší než je dodávané množství v l/min použitým čerpadlem. Použití určitého druhu čerpadla a chladicí kapaliny musí být konzultováno s výrobcem čerpadla. Čerpadla, která lze použít, potřebují příkon asi 10 - 15 kW, protože při vrtání součástí délky kolem 1,5 m, které lze snadno upínat, je výhodné použít mezi motorem a čerpadlem třecí lamelové spojky a tou při stále zapnutém motoru zapínat a vypínat čerpadlo.

3. 4. 6. Vrtání dlouhých neprůběžných děr trepanační metodou

Dlouhé slepé otvory se vrtají na jádro, stejně jako průběžné otvory. Problém je zde vynětí jádra z vrtaného otvoru. To se provádí tak, že po dovržení celé délky vyjede se s vrtací hlavou ven z otvoru.



obr. 21 Vypichování jádra

Na tyč se nasadí vypichovací hlava, která má zvláštní nůž ve tvaru západky obr. 21. Nůž se může natáčet. Přední strana nože má sražené ostří, aby nůž neodebíral

VŠST Liberec	Návrh technologie vrtání hlubokých otvorů na soustruhu SUR 350/3000	DP ST-1055/74	
Fakulta strojní		Novák	37

třísku touto stranou. Po opatrném zajetí do otvoru narazí nůž tupou stranou na dno otvoru - mezikruží - a jemným ručním posuvem je tlakem na dno stáčen směrem k ose a tak zapichuje jádro, které se pak utrhne a vyjme z otvoru.

VŠST Liberec	Návrh technologie vrtání hlubokých otvorů na soustruhu SUR 350/3000	DP ST-1055/74	
Fakulta strojní		Novák	38

4. Návrh nové technologie vrtání díry do válce délky 1000 mm

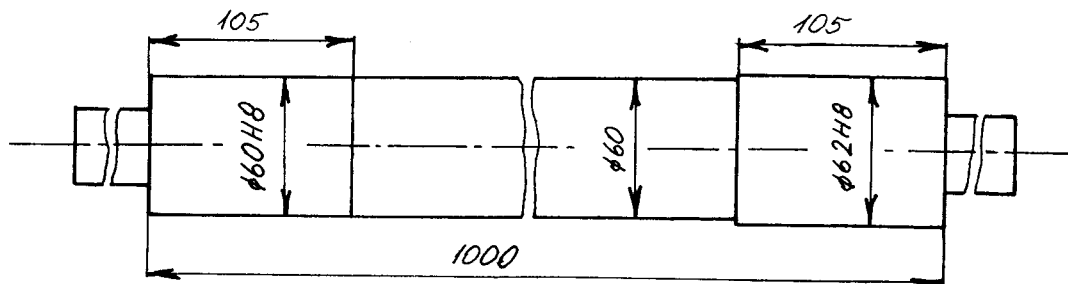
4.1. Alternativy řešení:

a) Značného zlevnění výroby krmivářenských válců by bylo možno dosáhnout tím, že by se 1000 mm dlouhá díra nevrtala a místo uložení válce s průchozím hřídelem by se použilo uložení na čepech, např.: ocelové čepy nalisované do válce. Tedy místo hlubokého vrtání by stačilo vrtat jen dvě krátké díry pro zalisování čepů. Avšak toto řešení bylo při zahájení výroby krmiváren v TMS Pardubice zkoušeno a zjistilo se, že je nevyhovující, protože válce v krmivářenském provozu praskaly a to hlavně z těchto důvodů: vlivem způsobu odlívání válců vznikají v nich značně velká vnitřní pnutí, k lomu přistupuje velmi nepříznivé proměnné namáhání válců způsobené tím, že do drtiče granulí přichází surovina v různém množství a v různých časových intervalech.

b) Usnadnění obrábění otvoru by mohlo být dosaženo předlitím díry do válce. Při běžném způsobu by jádro bylo tenké a dlouhé a zřejmě by se vlivem tlaku kovu rozpadlo. Možným řešením by asi bylo odstředivé lití, ale to je drahé a pro daný typ malosériové výroby nevýhodné.

c) Návrh úpravy díry ve válci:

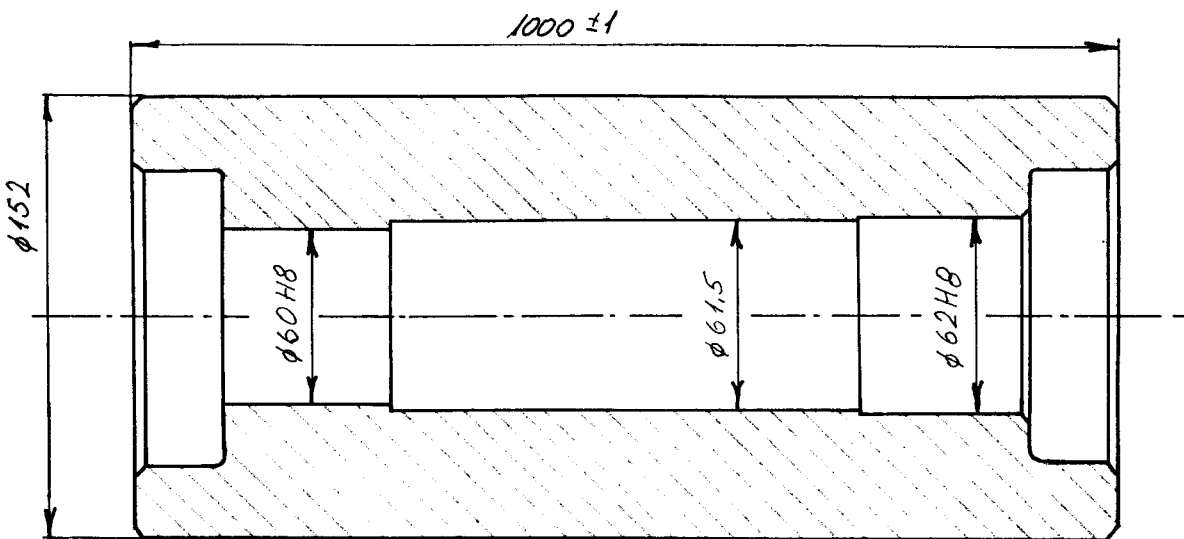
Stávající technologie a výkres válce (obr. 1) je popsán ve statí 2. V původně navrženém otvoru je mezi místy pro nalisování odlehčení na $\phi 65$ mm, to je pouze proto, aby se hřídel obr. 1 dala nasunout do válce až po lisovací místa.



obr. 1 Hřídel

VŠST Liberec	Návrh technologie vrtání hlubokých otvorů na soustruhu	DP ST-1055/74	
Fakulta strojní	SUR 350/3000	Novák	39

Místo původně odstupňovaného otvoru jsem navrhl vrtat $\phi 61,5$ mm až k lisovacímu místu $\phi 60$ H8 obr. 2
Tento průměr díry je postačující k volnému nasunutí hřídele po lisovací místa.



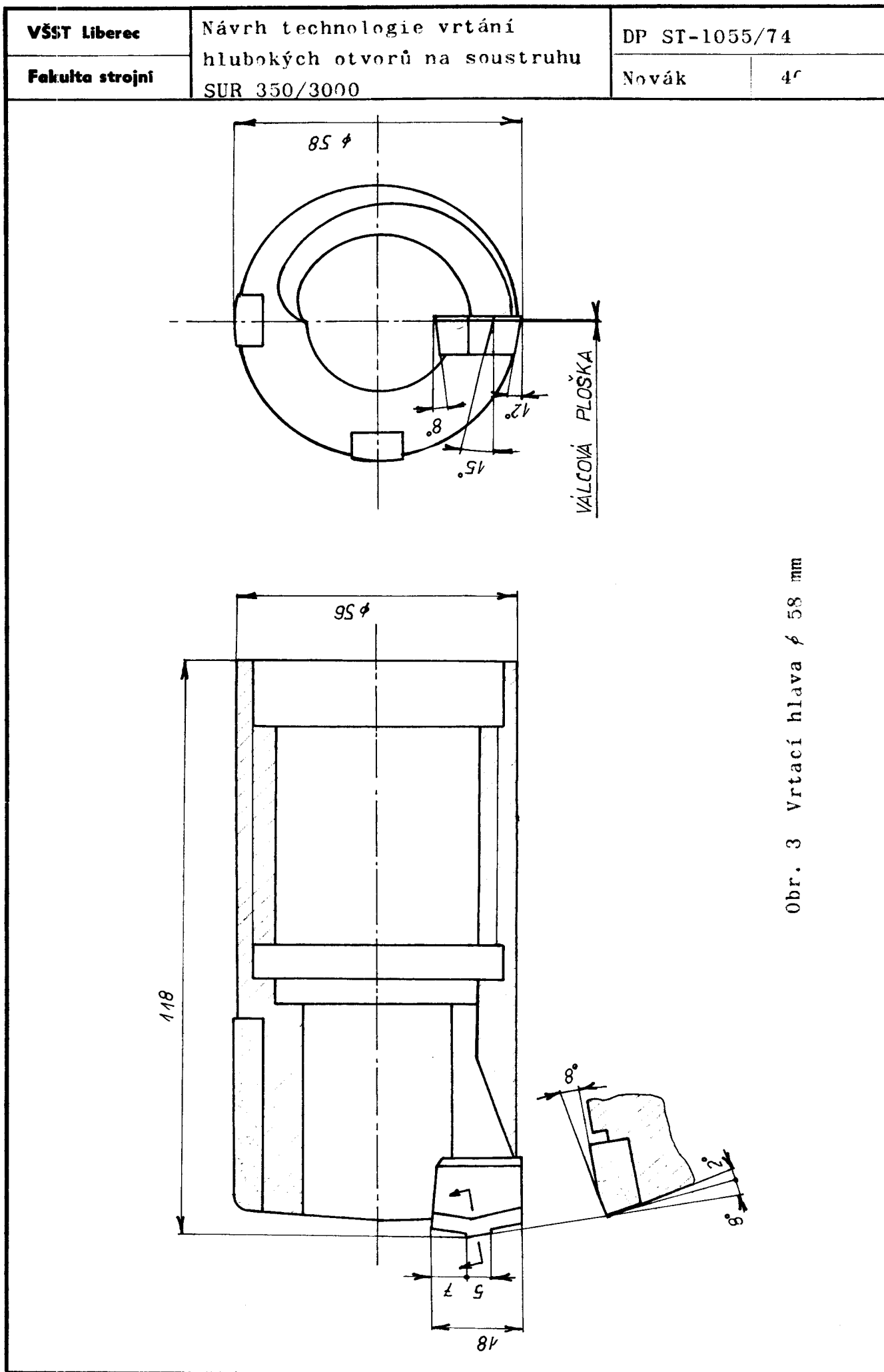
obr.2 Úprava otvoru válce drtiče granulí

Touto úpravou se při výrobě otvoru odstraní použití jednobřité vyvrtávací tyče, kterou nebylo možno vlivem nepravidelného střídání měkkých a tvrdých míst po délce otvoru provést otvor s dostatečnou kruhovitostí. Na tuto úpravu bude dále proveden návrh nástrojů a technologického postupu.

4.2. Nástroje na vrtání otvoru ve válci

a) Díra $\phi 58$ mm

Pro zhotovení otvoru ve válci použijí trepanačního způsobu vrtání. Vrtací hlava $\phi 58$ mm je znázorněna na obr. 3 a na detailním výkrese VS-03-00. Těleso hlavy je z oceli 11800, řezná destička a vodící lišty jsou ze slinutého karbidu H2 a jsou k tělesu hlavy připájeny.



Obr. 3 Vrtací hlava ϕ 58 mm

VŠST Liberec	Návrh technologie vrtání	DP ST-1055/74	
Fakulta strojní	hlubokých otvorů na soustruhu SUR 350/3000	Novák	41

Geometrie břitu řezné destičky:

$$\mu = -10^{\circ} ; -8^{\circ}$$

$$\alpha = 8^{\circ}$$

$$\lambda = 0^{\circ}$$

$$\kappa_1 = 80^{\circ} \qquad \kappa_2 = 80^{\circ} \qquad \kappa_3 = 82^{\circ}$$

Tato geometrie byla volena dle zkušeností s obráběním speciální šedé litiny v TMS Pardubice. Úhly κ byly zvoleny tak, aby se uplatnila složka řezné síly F_y , působící na vodící lištu proti břitu, jelikož v opačném případě hrozí nebezpečí, že vrtání vyběhne z osy. Břit je stupňovitě broušený proto, aby tříška byla dělená - - třísky musí projít kolem jádra vnitřkem vrtací tyče. Vodící lišty délky 40 mm jsou připájeny v drážkách, jedna proti břitu a druhá o 90° pod břitem. Pájení lišt musí být řádně provedeno, lišty nesmí být nikde volné, protože pak jsou zdrojem chvění. Otvor vpředu vrtací hlavy je korunovitě rozšířen proto, aby tříška vznikající na břitu nástroje byla tlakem chladicí kapaliny vržena dovnitř vrtací tyče. Není-li tomu tak, tříška zůstane mezi vrtací hlavou a otvorem a nastává zadření nebo ucpání a případně i utržení vrtací tyče. Vrtací hlava je opatřena plochým závitem pro našroubování na vrtací tyč.

b) Díra ϕ 61,5 mm

Vrtací hlava ϕ 61,5 mm je znázorněna na obr. 4 a na detailním výkrese VS-04-00. Těleso hlavy je z oceli 11800 a řezné destičky a vodící lišty ze slinutého karbidu H2. Geometrie břitu řezné destičky:

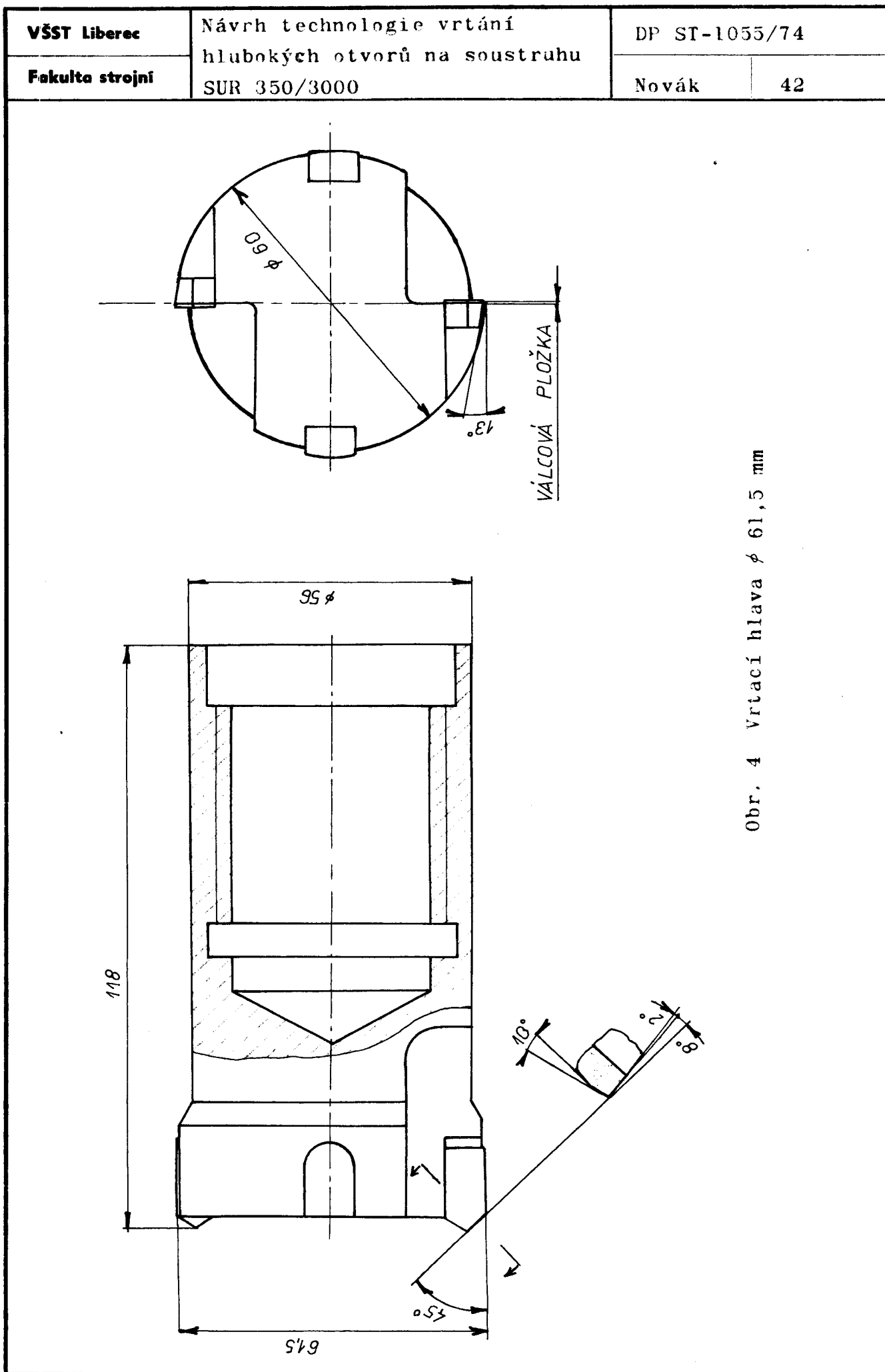
$$\mu = -10^{\circ}$$

$$\alpha = 8^{\circ}$$

$$\lambda = 0^{\circ}$$

$$\kappa = 45^{\circ}$$

Řezné destičky a vodící lišty jsou opět připájeny. Platí stejné požadavky jako u vrtací hlavy ϕ 58 mm. Vrtací hlava je opatřena stejným plochým závitem jako



Obr. 4 Vrtací hlava $\phi 61,5$ mm

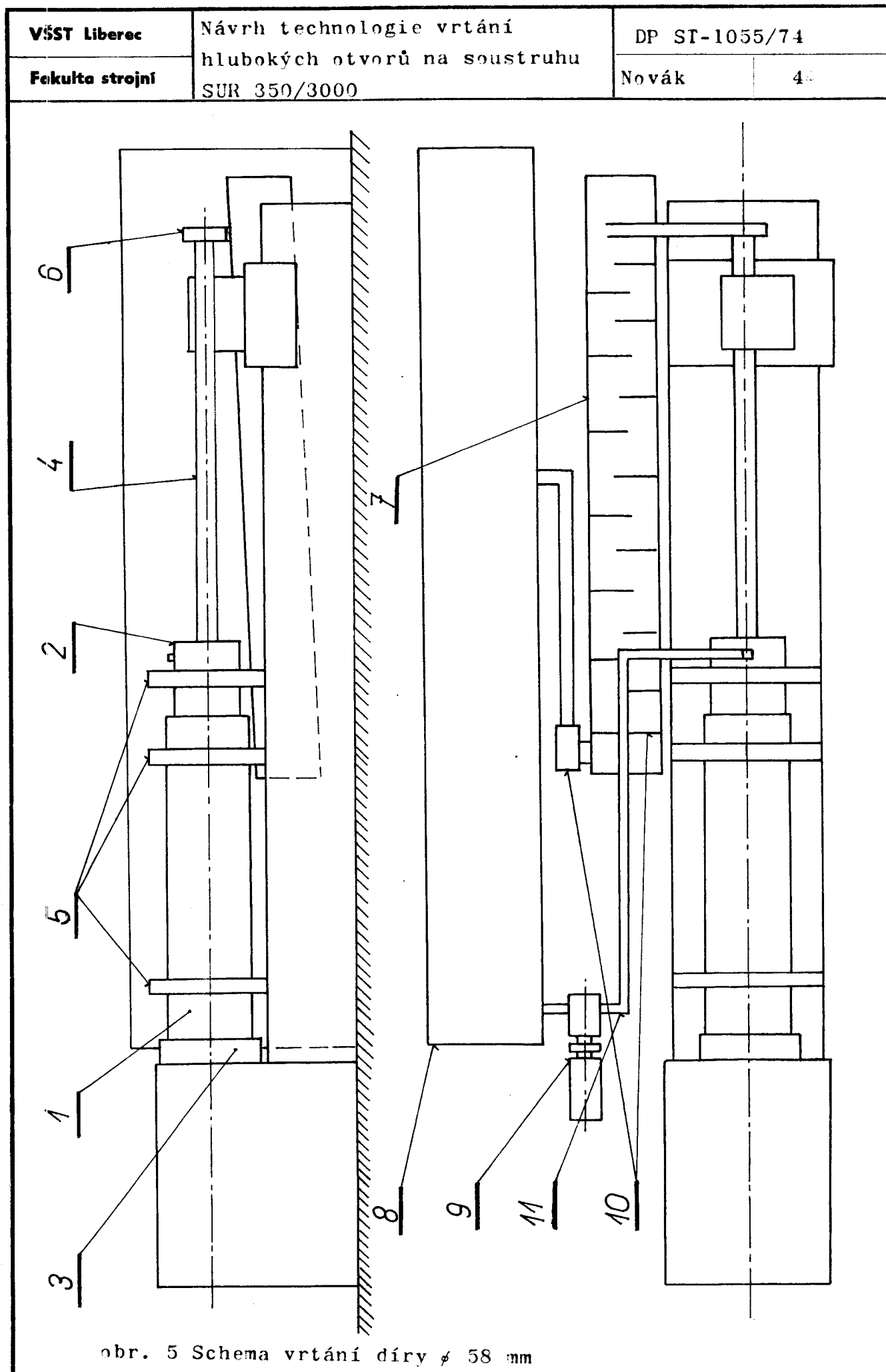
VŠST Liberec	Návrh technologie vrtání hlubokých otvorů na soustruhu	DP ST-1055/74	
Fakulta strojní	SUR 350/3000	Novák	43

hlava ϕ 58. Obě se našroubovávají na stejnou vrtací tyč. Vrtací hlava ϕ 61,5 mm není provrtaná, protože třísky odcházejí mezi ní a otvorem - je zde dostatečné místo a třísky jsou velmi drobné. U obou vrtacích hlav jsou vyfrézovány plošky pro nasazení klíče, kterým zatahujeme a uvolňujeme hlavy z vrtací tyče.

Pro ostření se obě vrtací hlavy upínají na brousící trn č.v. VS-06-00.

4.3. Popis zařízení pro vrtání díry ϕ 58 mm
ve válci drtiče granulí na soustruhu

Schema uspořádání potřebného zařízení je na obr.5. Zařízení je instalováno na soustruhu SUR 350/3000 a skládá se z: obrobku 1; tlakové komory 2; unášecí hlavy 3; vrtací tyče s nástrojem 4; lunet 5; krytu 6; vany 7; nádrže na řeznou kapalinu 8; čerpadla EAM 80-250-25 9; filtrů a sít 10; přívodních tlakových hadic 11. Je to vysokotlaká hadice světlost 15 - PNT 028406. Obrobek je opřen v lunetách na dvou jemně osoustružených místech, která mají maximálně přípustnou ovalitu 0,05 mm. Jinak by ovalita způsobila chvění - nebezpečí zničení vrtací hlavičky a poškození lunet, tedy má toto značný vliv na zdárný průběh celého vrtacího procesu. Na soustruhu je nasazena unášecí hlava, na kterou je obrobek opřen, otáčení obrobku je zajištěno třecím spojením unášecí hlavy s obrobkem. Toto je znázorněno na výkrese VS-05-00. Na druhé straně je k obrobku přitlačena tlaková komora č.v. VS-01-00. Tlaková komora je v dané poloze zajištěna lunetou a je po loži posunovatelná. Do ní přichází tlakovými hadicemi chladicí kapalina, která prochází kolem vrtací tyče do místa řezu a spolu s třískami a jádrem je vedena nástrojem a dutou vrtací tyčí č.v. VS-02-00 ven do sběrné vany. Vrtací tyč musí být přesně vyrobena, protože je v tlakové komoře přesně vedena kvůli přesnosti vrtání, uložení mezi nimi je



VŠST Liberec	Návrh technologie vrtání hlubokých otvorů na soustruhu SUR 350/3000	DP ST-1055/74
Fakulta strojní		Novák 45

smykové. Jeden konec vrtací tyče je opatřen plochým závitem, na který se našroubovávají vrtací hlavičky. Na druhém konci je kryt č.v. VS-07-00, který odvádí třísky s chladicí kapalinou do sběrné vany č.v.

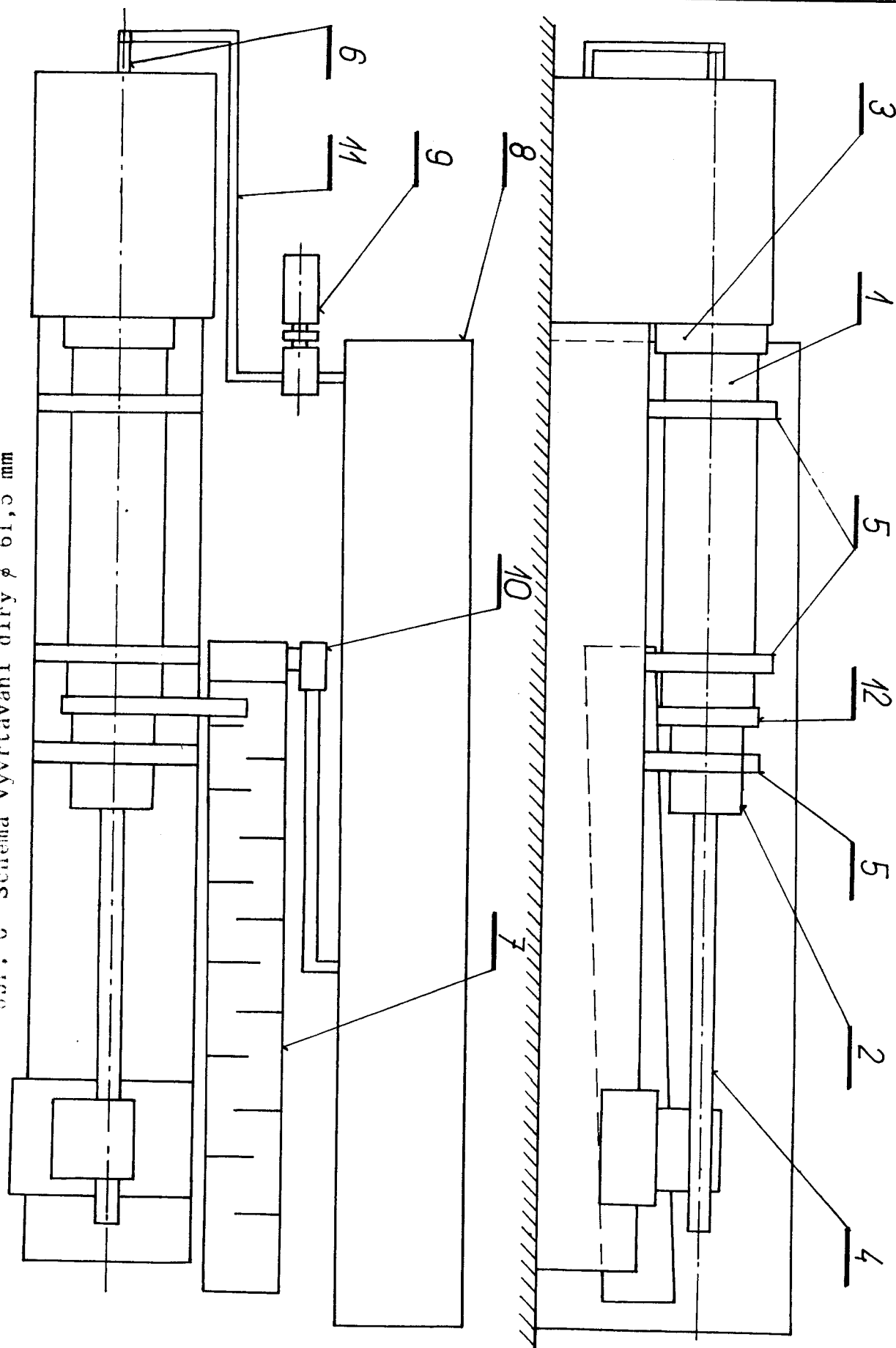
VS-08-00. Na vrtací tyči je přivařen držák, za který je tyč upnuta v nožové hlavě stroje. Z vany je kapalina dopravována přes několik sít a filtrů do nádrže a odtud je čerpadlem dodávajícím 250 l/min vedena hadicemi do tlakové komory. Čerpadlo musí být konstruováno na tlak 10 ± 20 atm. Odlučování třísek z tlakové chladicí kapaliny je naznačeno na výkrese VS-09-00. Připojení tlakových hadic k tlakové komoře umožňuje přípojka č.v.

VS-10-00. Po vyvrtání otvoru v celé délce válce je zastavena dodávka tlakové kapaliny. Pomocí koncového spínače se vypne čerpadlo, aby se zbytečně neohřívala tlaková kapalina.

4.4. Popis zařízení pro vyvrtávání díry ϕ 61,5 mm ve válci drtiče granulí na soustruhu

Schema uspořádání potřebného zařízení je na obr. 6. Zařízení je opět instalováno na soustruh SUR 350/3000 a skládá se z: obrobku 1; tlakové hlavy 2; unášecí hlavy 3; vrtací tyče s nástrojem 4; lunet 5; krytu 12; trubky 6; vany 7; nádrže 8; čerpadla 9; filtru 10; přívodní hadice 11.

Uložení obrobku je shodné s případem vrtání díry ϕ 58 mm. Rozdíl je v tom, že se chladicí kapalina nepřivádí tlakovou komorou a kolem vrtací tyče k místu řezu, ale přivádí se proti nástroji trubicí 6 uloženou uvnitř vřetena stroje. Odvod chladicí kapaliny a třísek se uskutečňuje mezi vrtací tyčí a obrobkem. Na druhé straně obrobku je na tlakovou komoru přišroubován kryt 12 č.v. VS-11-00 odvádějící chladicí kapalinu do sběrné vany.

obr. 6 Schema vyvrtávání díry $\phi 61,5$ mm

VŠST Liberec	Návrh technologie vrtání hlubokých otvorů na soustruhu SUR 350/3000	DP ST-1055/74	
Fakulta strojní		Novák	47

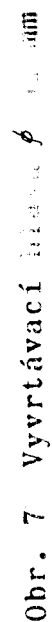
Jako chladicí kapalinu při hlubokém vrtání litinových válců drtiče granulí by bylo vhodné použít kerosinu, ale z hlediska bezpečnosti práce nelze umístit do dílny nádrž kerosinu o obsahu 3000 l - nebezpečí výbuchu.

Při použití třívrátenového čerpadla EAM 80-250-25, které dodává 300 l/min, je nutno jako média použít naprosto čistý olej, bez jakýchkoliv mechanických nečistot a o viskozitě 4' E. Použití emulze jako chladicí kapaliny se nedoporučuje.

Mezi čerpadlem EAM 80-250-25 a poháněcím motorem je vhodné použít lamelovou spojku a tou vypínat čerpadlo při stále běžícím motoru.

Tento způsob rozšiřování otvoru ϕ 58 mm vrtací hlavou ϕ 61,5 mm byl zvolen proto, že nástroj je jednoduchý; prostor mezi vrtací tyčí a obrobkem je poměrně velký - není takové nebezpečí ucpání otvoru třískami; místa pro nalisování hřídele budou ještě obráběna; není potřeba vrtacího pouzdra nebo úpravy díry pro zavedení vrtací hlavičky do dříve zhotoveného otvoru.

Pro rozšíření otvoru ϕ 58 mm lze též použít metodu BTA. Vyvrtávací hlava pracující tímto způsobem je na obr. 7. Zde přivádíme chladicí kapalinu prostorem mezi vrtací tyčí a povrchem díry. Třísky spolu s chladicí kapalinou odvádíme vnitřkem nástroje. Aby bylo možno použít této metody, je nutné obdobné slabě kuželové rozšíření otvoru, jako je tomu u vrtání do plna - nutné k zavedení nástroje. Nebo lze do tlakové komory upevnit vrtací pouzdro, které zajistí správné navedení vrtací hlavičky při začátku vrtání. Výhodou této metody je odvod třísek vnitřkem nástroje. Je vhodná pro poslední operaci. Kdyby se při praktickém zkoušení vrtání válce drtiče granulí ukázalo, že otvor zhotovený vrtací hlavou ϕ 58 mm a vrtací hlavou ϕ 61,5 mm je pro danou součást dostatečně přesný, a aby odpadlo další obrábění míst pro nalisování hřídele, bylo by možno místo těchto nástrojů použít vrtacích hlav



VŠST Liberec	Návrh technologie vrtání	DP ST-1055/74	
Fakulta strojní	hlubokých otvorů na soustruhu SUR 350/3000	Novák	49

ϕ 60 mm a ϕ 62 mm - obě pracující metodou BTA. Dále by bylo možno u těchto nástrojů použít takového uložení břitové destičky a vodicích lišt, které by umožňovalo jejich výměnu po opotřebení. Takto by bylo možno dosáhnout dalšího zkrácení času potřebného ke zhotovení válce drtiče granulí.

4. 5. Popis tlakové komory a unášecí hlavy

Tlaková komora č.v. VS-01-00.

Tlaková komora se skládá ze dvou částí, a to pevné, která je upevněna v lunetě, a otočné části, která těsní na vrtaný předmět. Na pevnou část je přišroubována přípojka chladicí kapaliny č.v. VS-10-00; dále jsou v ní uloženy vodicí vložky vrtací tyče, přičemž těsnění mezi vrtací tyčí a tlakovou komorou je provedeno manžetou K 50 - tedy utěsnění na vrtací tyč tlakem chladicí kapaliny. Též je na pevné části tlakové komory přivařen nosič krytu. Kryt č.v. VS-11-00 se používá při vyvrtávání otvoru vrtací hlavou ϕ 61,5 mm. Tento nosič je tvořen krytem pos. 12 a přírubou pos. 13. Spojení krytu a nosiče krytu je pomocí šroubů M 8, Otočná část tlakové komory je přitlačena k hladce obrobenému čelu obrobku, těsněna O kroužkem. Spojení pevné a otočné části je realizováno kuličkovými ložisky 6018, těsněno kroužkem gufero. K tomu, aby obě části tlakové komory byly spojeny mezi sebou při manipulaci s tlakovou komorou, slouží čtyři pojistky pos. 10.

VŠST Liberec	Návrh technologie vrtání hlubokých otvorů na soustruhu	DP ST-1055/74	
Fakulta strojní	SUR 350/3000	Novák	50

Unašecí hlava č.v. VS-05-00

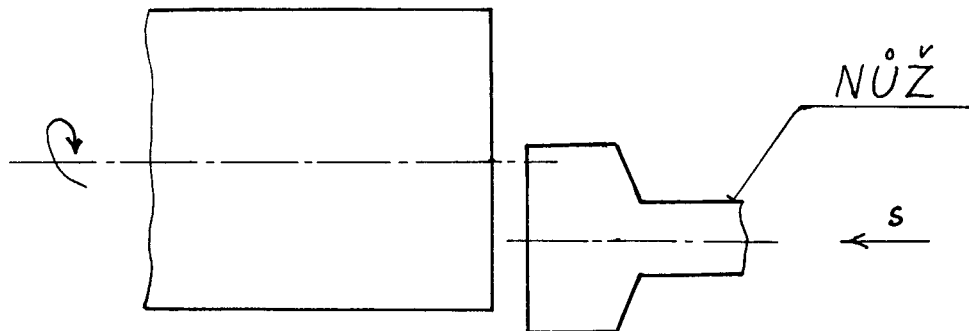
Zajišťuje přenos otáčení vřetene stroje na obrobek a utěsnění obrobku na této straně. Je složena z desky přišroubované šesti šrouby M 14 s vnitřním šestihranem k vřetenu soustruhu SUR 350/3000. Dále jsou v této desce uchyceny dva kolíky ϕ 24 mm, které přenášejí krouticí moment na segmenty, které jsou s obrobkem spojeny třením. Spojení segmentů je dvěma šrouby M 10. Těsnicí funkce unašecí hlavy se projevuje jednak při vrtání otvoru ϕ 58 mm tím, že při dovrtání tlaková kapalina vnikne do mezery mezi obrobkem a vřetenem. Tento prostor je těsněn $\bigcirc$ kroužkem a krytem. A pak při rozšiřování otvoru ϕ 58 mm na ϕ 61,5 mm se chladicí kapalina vede trubicí pos. 12 uvnitř vřetene stroje do obrobku. Těsnění na obrobek opět $\bigcirc$ kroužkem. Stálé přitlačení obrobku na unašecí hlavu v případě, kdy toto spojení není nucené, zajišťují dva radiální čepy ϕ 8 mm pos. 7, které jsou upevněny v obou unašecích kolíkách ϕ 24 mm. Tyto dva radiální čepy nedovolí axiálnímu posuvu obrobku, když přestane působit tlak při vyvrtávání otvoru ϕ 61,5 mm, kdy není obrobek tlačěn k unašecí hlavě tlakovou komorou.

4. 6. Návrh nové technologie vrtání válce

Při návrhu bylo přihlédnuto k tomu, že díra válce drtiče granulí nejde obrobit na soustruhu při jednom upnutí (při dosavadní technologii se upíná za ohrubovaný povrch). Proto, aby nedocházelo k chybám ustavení, jsou na povrchu válce dvě místa osoustružená s maximální ovalitou 0,05 mm, ve kterých je válec podepřen v lu-

VŠST Liberec	Návrh technologie vrtání hlubokých otvorů na soustruhu SUR 350/3000	DP ST-1055/74	
Fakulta strojní		Novák	51

netách. Návrh nové technologie vrtání díry válce drtiče granulí je uveden v tab. 1. Nejprve je nutno hladce obrobit čela válce a dodržet délku válce 1000 ± 1 mm. Čelo válce se obrábí speciálním nožem se širokým ostřím. Schema obrábění je na obr. 8. Tento způsob se používá



obr. 8 Soustružení čela válce drtiče granulí

proto, že při normálním čelním soustružení válce, který má až do hloubky 20–25 mm od povrchu tvrdost 55 HRC, je soustružnický nůž tímto kroužkem zakalené litiny od-tlačen od obrobku. Po najetí nože do měkčího místa se pružně deformovaný nůž vrací a tímto nám vznikne nero-vný povrch čela válce. Pak následuje osoustružení míst pro lunety, pak vrtání $\phi 58$ mm a $\phi 61,5$ mm. Vybrání 100 mm se obrábí tvarovým nožem na 2–3 třísky. podle tvrdosti válce. Při zhotovení vybrání $\phi 100$ mm a míst pro nalisování hřídele je obrobek opět upnut v lunetách. Návrh řezných podmínek byl proveden u ob-dobných příkladů vrtání hlubokých otvorů uvedených v li-teratuře (4), (5), (6). Bude nutné v praxi vyzkoušet optimální řezné podmínky použitelné pro vrtání válce drtiče granulí.

Pro vrtání díry $\phi 58$ mm trepanačním způsobem:

řezná rychlost $v = 65$ m/min

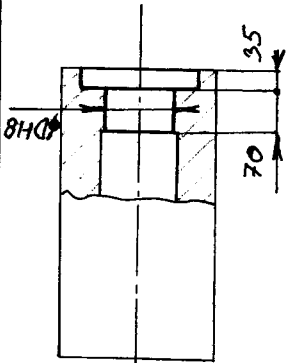
posuv $s \quad S = 0,07$ mm/ot

otáčky $n \quad n = 518$ ot/min

otáčky nastavitelné na soustruhu SUR 350 $n = 475$ ot/min

VŠST Liberec		Návrh technologie vrtání hlubokých otvorů na soustruhu		DP ST-1055/74	
Fakulta strojní		SUR 350/3000		Novák	52
č.op.	schema	popis operace	řez. podmínky	použití nástroje	
0		obě strany na $L = 1000 + 1$, navrtat středící důlky, hrany 3x 30°	$n = 30 \text{ ot/min}$	sklíčidlo, luneta, středící vrták A6,3 ČSN 221110, speci- elní široký nůž	
		soustruž. 2x $\phi 152,5$, max. ovalita 0,05 mm	$n = 225 \text{ ot/min}$ $s = 0,2 \text{ mm/ot}$ $t = 0,25 \text{ mm}$	hroty, přímý nabě- rák pravý 25x20 K 10 ČSN 223514 číselní- kový úchylkoměr. srdce	
		vrtat $\phi 32$, rozšíř. na $\phi 54$ a pak kužel. vybrání	$n = 30 \text{ ot/min}$ $n = 110 \text{ ot/min}$ $s = 0,6 \text{ mm/ot}$ $t = 5,5 \text{ mm}$	vrták $\phi 32$ H1 ČSN 221330, 2 lunety, posuvné měřítko, vnitřní rohový nůž 16 x 16 K 10 ČSN 223544	
		1) vrtat průcho- zí díru $\phi 58$; 2) $\phi 61,5$ v dél- ce 895 mm při jednom upnutí obrobku	1) $n = 475 \text{ ot/min}$ $s = 0,08 \text{ mm/ot}$ 2) $n = 540 \text{ ot/min}$ $s = 0,1 \text{ mm/ot}$	2 lunety, pomocné zařízení pro vrtání hlubokých otvorů na stroji SUR 350, vr- tací hlava $\phi 58$ a $\phi 61,5$	

tab. 1

VŠST Liberec		Návrh technologie vrtání hlubokých otvorů na soustruhu		DP ST-1055/74					
Fakulta strojní		SUR 350/3000		Novák	53				
č.op.	10	schema		popis operace	soustruž.: a) vybrání ø 100 z obou stran, R8 b) ø 60 H8; ø 62 H8; hranu 3x 30°	řez.podmínky	a) n = 71 ot/min s = 1,0 mm/ot t = 5 mm b) n = 150 ot/min s = 0,4 mm/ot	použití nástroje	2 lunety, srdce, vnitřní ubírací nůž 25x20 K 10 ČSN 223514, kalibr 60 H8, ø 62 H8, tvarový nůž

tab. 1

tab. 1

VŠST Liberec	Návrh technologie vrtání	DP ST-1055/74	
Fakulta strojní	hlubokých otvorů na soustruhu SUR 350/3000	Novák	54

Operace uvedené v tab. 1 by bylo vhodné rozdělit na dva soustruhy SUR 350. Na jednom lze realizovat operaci 0 a 10 a na druhém 5. operaci. Tento soustruh s přídatným zařízením pro vrtání hlubokých otvorů lze využít k vrtání podobných obrobků v TMS Pardubice. Jedná se např. o ostatní stolicové válce, hřídele granulátoru apod.

VŠST Liberec	Návrh technologie vrtání hlubokých otvorů na soustruhu SUR 350/3000	DP ST-1055/74	
Fakulta strojní		Novák	55

5. Porovnání stávající a navrhované technologie
vrtání válce drtiče granulí

5.1. Určení normy času metodou rozborově propočtovou
pro navrhovanou technologii vrtání díry ve válci

č. op.	popis úkonu	ts	t _A 101			t _{B1}
			A 111	A 121	A 131	
0	upnout lunetu, přinést nástroje a měřidlo, upnout nůž a vrták, narazit hrot do vřetene stroje a vyrazit hrot, prostudovat výkres, očistit stroj.					10,00 2,00 1,00 2,60 0,80 1,70 4,00
	upnout obrobek, spustit stroj, nastavit otáčky a posuv, najet, zapnout posuv, po osoustruž. čela odjet, zastavit, změna otáček.		4,00 0,03 0,07 0,48 0,12			
	soustruž. čelo, hranu 3x 30°	1,20		1,20	0,21	
	najet koníkem k materiálu, odjet, spustit a zastavit stroj		0,31			
	navrtat středící důlek				0,50	
	obrobek otočit		2,80			
	spustit stroj, najet na $L = 1000 \pm 1$, změna otáček a posuvu, po osoustružení čela odjet zpět, změna otáček a posuvů.		0,03 0,48 0,07 0,07			

VŠST Liberec	Návrh technologie vrtání hlubokých otvorů na soustruhu SUR 350/3000	DP ST-1055/74	
		Novák	56

č. op.	popis úkonu	ts	t _A 101			t _{B1}
			A 111	A 121	A 131	
0	soustružit čelo a hranu 3x 30°	1,20		1,20	0,21	
	zastavit stroj, najet koníkem k materiálu, odjet, spustit a zastavit stroj		0,05 0,31			
	navrtat středící důlek				0,50	
	vložit hrot do pinoly koníka, otočit nožovou hlavu, upnout lunetu					0,80 10,00 1,20
	upnout obrobek do hrotů, změna otáček a posuvů, spustit stroj		4,80 0,12 0,3			
	najet na průměr dle nonia, zapnout posuv, po osoustruž. délky odjet supor- tem, měřit, vypnout stroj		0,73 0,73 0,05			
	jemně soustružit 2x ϕ 15 2,5	1,78 1,78		3,56		
	přinést nůž, vrták, upnout nůž do nožové hlavy, vložit vrták do pinoly koníka, prostudovat výkres, očistit stroj					0,80 4,00 1,70 4,00
	upnout obrobek, změ- na otáček a posuvů, spuštění a zastavení stroje, najet koníkem k materiálu a odjet		7,00 0,12 0,03 0,31			
	vrtat ϕ 32 mm do hloubky 50 mm				1,20	

VŠST Liberec		Návrh technologie vrtání hlubokých otvorů na soustruhu			DP ST-1055/74	
Fakulta strojní		SUR 350/3000			Novák	57

č. op.	popis úkonu	ts	t _A 101			t _{Bl}
			A 111	A 121	A 131	
0	najet příčným supor- tem, zapnout posuv, odjet, měřit, změna otáček, spuštění a zastavení stroje		0,48 0,12 0,05 0,03			
	vnitřní soustruž. na ø 54 mm na dvě třís- ky 2x ručně vyjet soustruž. vnitřní kužel	0,82 0,82 0,85	0,10 0,49	1,64 0,85		
	součet časů	8,45	24,01	8,45	2,62	44,60
5	upnout 3 lunety, uná- šecí hlavu, tlakovou komoru a seřídít ce- lé zařízení na hlu- boké vrtání, nastá- vit doraz, očistit stroj					60,00
	upnout obrobek, do- razit tlakovou komo- ru na obrobek, spus- tit stroj, zapnout posuv, ručně vyjet, vypnout stroj, zap- nout a vypnout čer- padlo		7,00 0,30 0,03 0,07 0,32 0,05 0,08			
	vrtat ø 58 mm	28,00		28,00		
	uvolnit tlakovou hlavu od obrobku		0,20			
	přišroubovat kryt na tlakovou hlavu, přep- nout rozvaděč kapa- liny, přestavit do- raz, změna otáček a posuvů, vyměnit vrta- cí hlavu a vysunout jádro		5,00			

VŠST Liberec		Návrh technologie vrtání hlubokých otvorů na soustruhu			DP ST-1055/74	
Fakulta strojní		SUR 350/3000			Novák	58
č. op.	popis úkonu	ts	t _A 101			t _{B1}
			A 111	A 121	A 131	
5	upnout obrobek, spustit stroj, zap- nout posuv, zapnout a vypnout čerpadlo, ručně vyjet, vyp- nout stroj		7,00 0,03 0,08 0,30 0,05			
	vrtat ϕ 61,5 mm	16,70		16,70		
	součet časů	44,70	15,51	44,70	0	60,90
10	přinést dva kalibry a dva nože a ty up- nout do nožové hla- vy, výkres, očistit stroj					4,30 4,00 1,70
	upnout obrobek, spustit stroj, zmē- na otáček a posuvů, vypnout stroj, na- jet suportem, zap- nout posuv, odjet, měřit, změna otáček a posuvů		7,00 0,03 0,05 0,12 0,48 0,10 0,12			
	soustružit vybrání ϕ 100, ϕ 60 H8, hrana 3x 30°	2,10 1,20		3,30	0,21	
	otočit obrobek, spustit a vypnout stroj, změna otáček a posuvů, najet su- portem, zapnout po- suv, odjet, měřit		2,80 0,08 0,12 0,48 0,10 0,12			
	soustružit vybrání ϕ 100, ϕ 62 H8, hranu 3x 30°	2,10 1,20		3,30	0,21	
	součet času	6,60	11,60	6,60	0,42	10,00

VŠST Liberec	Návrh technologie vrtání hlubokých otvorů na soustruhu		DP ST-1055/74	
Fakulta strojní	SUR 350/3000		Novák	59

t_{A101} min	35,08	4,21	18,62
t_{A102} min	0,886	3,76	0,56
t_{A1} min	35,97	67,79	19,18
t_{AC} min	40,60	76,50	21,65
t_{BC} min	50,50	68,00	11,30

kde je:

$$t_{A101} = A111 + A121 + A131 \quad \dots \text{čas jednotkové práce pravidelný}$$

$$t_{A102} = 8\% z (t_s + A131) \quad \dots \text{čas jednotkové práce nepravidelný}$$

$$t_{A1} = t_{A101} + t_{A102} \quad \dots \text{norma jednotkového času}$$

$$t_{AC} = t_{A1} \cdot 1,13 \quad \dots \text{norma času s podílem času směnového}$$

$$t_{BC} = t_{B1} \cdot 1,13 \quad \dots \text{norma dávkového času s podílem času směnového}$$

Ke komplexnímu obrobení otvoru válce drtiče granulí je potřeba:

času kusového $t_K = t_{AC} = 138,20 \text{ min}$

$t_{Pz} = t_{BC} = 129,80 \text{ min}$

Stávající technologie vrtání otvoru válce:

$t_K = 1250,00 \text{ min}$

$t_{Pz} = 110,00 \text{ min}$

VŠST Liberec	Návrh technologie vrtání	DP ST-1055/74	
Fakulta strojní	hlubokých otvorů na soustruhu	Novák	60
	SUR 350/3000		

Při srovnání nákladů na stávající technologii vrtání válce a na navrženou technologii budou se uvažovat jen ty položky, které se změní a budou mít značný vliv na celkové náklady. Jedná se především o změnu mezd jednicových dělníků a o změnu v položce režie dílny. Obě technologie lze posoudit dle:

náklady na stávající technologii:

$$C_S = (M_S + R_S) \cdot x + H_S \quad (1)$$

náklady na navrhovanou technologii:

$$C_N = (M_N + R_N) \cdot x + H_N + \frac{C_p}{T \cdot p} \cdot x \quad (2)$$

M mzdy jednicových dělníků - 9,50 Kčs/hod

R režie R = 390% z mezd jednicových dělníků

H společné náklady pro výrobu dávky součástí

C cena pomocného zařízení - přípravku

T životnost přípravku v letech

p počet součástí zhotovených v přípravku za rok

x počet vyrobených součástí za sledované období

Při předpokladu výroby 300 kusů válců drtiče granulí ročně a životnosti pomocného zařízení 3 roky bude úspora za jeden rok $U = C_{S1} - C_{N1}$ Kčs .

Velikost dávky je 20 součástí a cena pomocného zařízení i s čerpadlem je 20000 Kčs.

Po dosazení do rov. 1 a 2:

$$C_{S1} = 972 \cdot 300 + 17,41 \cdot 15 = 291\,861 \text{ Kčs}$$

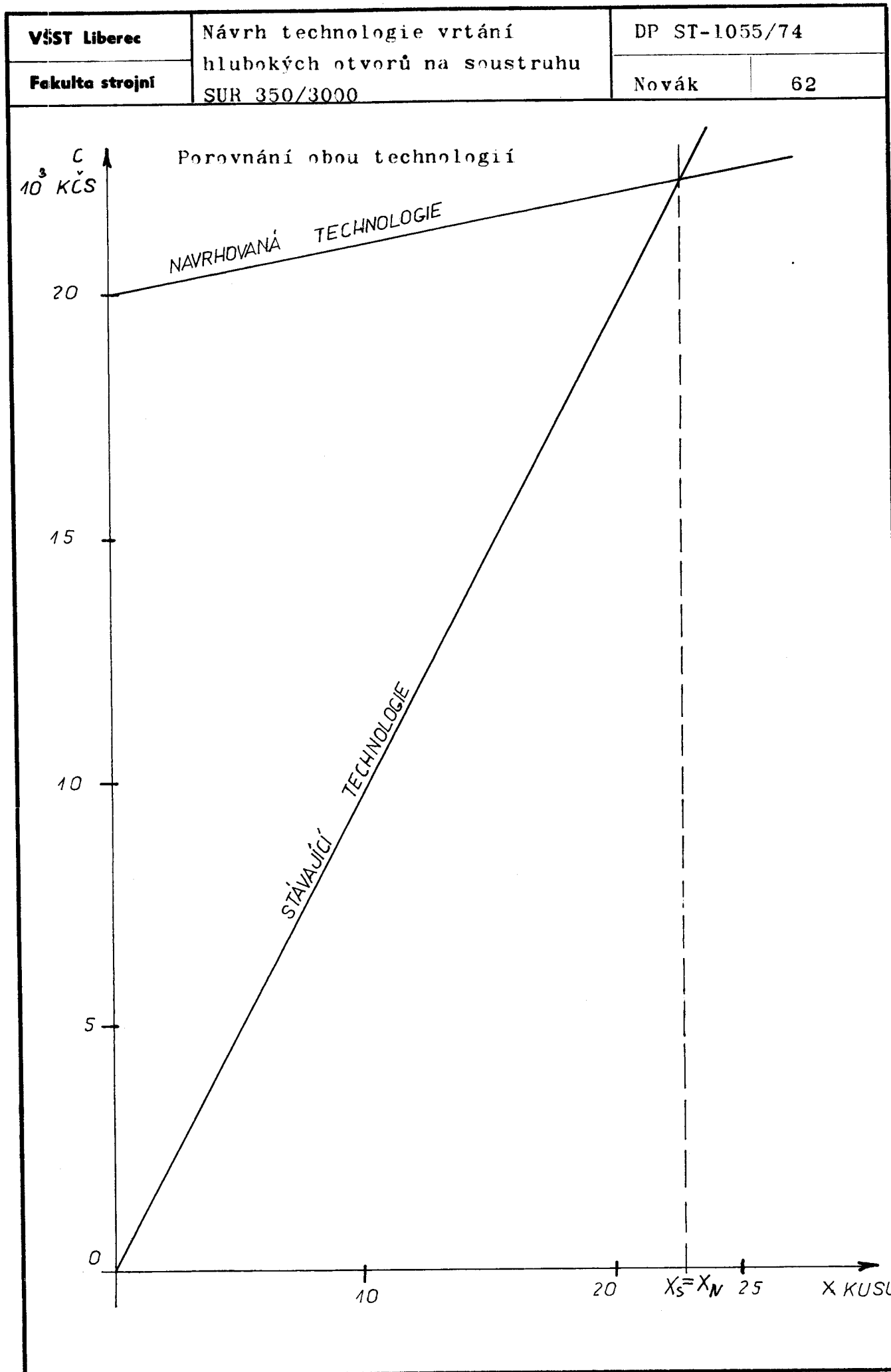
$$C_{N1} = 106,50 \cdot 300 + 21,90 \cdot 15 + 22,22 \cdot 300 = 38\,998 \text{ Kčs}$$

$$U = 291\,861 - 38\,998 = 252\,863 \text{ Kčs}$$

VŠST Liberec	Návrh technologie vrtání hlubokých otvorů na soustruhu	DP ST-1055/74	
Fakulta strojní	SUR 350/3000	Novák	61

Úspora na nákladech na výrobu válce drtiče granulí při zavedení navrhované technologie a při uvedených předpokladech je 252 863 Kčs za rok. Dále chceme vědět, po kolika válcích obrobených pomocí navrhované technologie se zaplatí pořizovací náklady ve výši 20 000 Kčs na pomocné zařízení pro hluboké vrtání na soustruhu SUR 350 ve srovnání se stávající technologií.

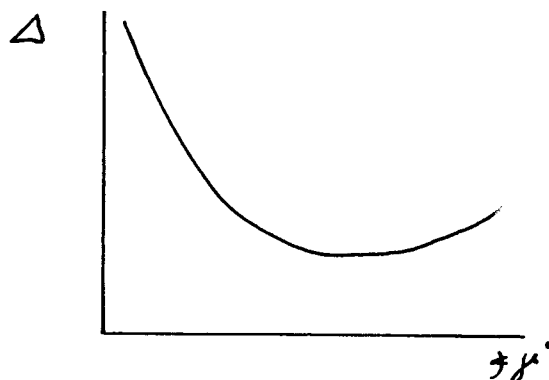
Z následujícího grafického znázornění závislosti velikosti nákladů na počtu obrobených válců je zřejmé, že k zaplacení pořizovacích nákladů dojde po obrobení 23 válců drtiče granulí.



VŠST Liberec	Návrh technologie vrtání hlubokých otvorů na soustruhu	DP ST-1055/74	
Fakulta strojní	SUR 350/3000	Novák	63

6. Závěr

Navrhovanou technologii hlubokého vrtání válce drtiče granulí je nutno ověřit praktickými zkouškami. Bylo by potřeba ověřit řezné podmínky - velikost řezné rychlosti a posuvu v závislosti na geometrii vrtacího nástroje. Tedy sestavit grafické závislosti úhlu čela ϕ , úhlu hřbetu α , úhlů nastavení $\kappa_1, \kappa_2, \kappa_3$ na velikosti opotřebení Δ mm pro určitou velikost řezné rychlosti a posuvu. Závislosti by asi vypadaly takto:

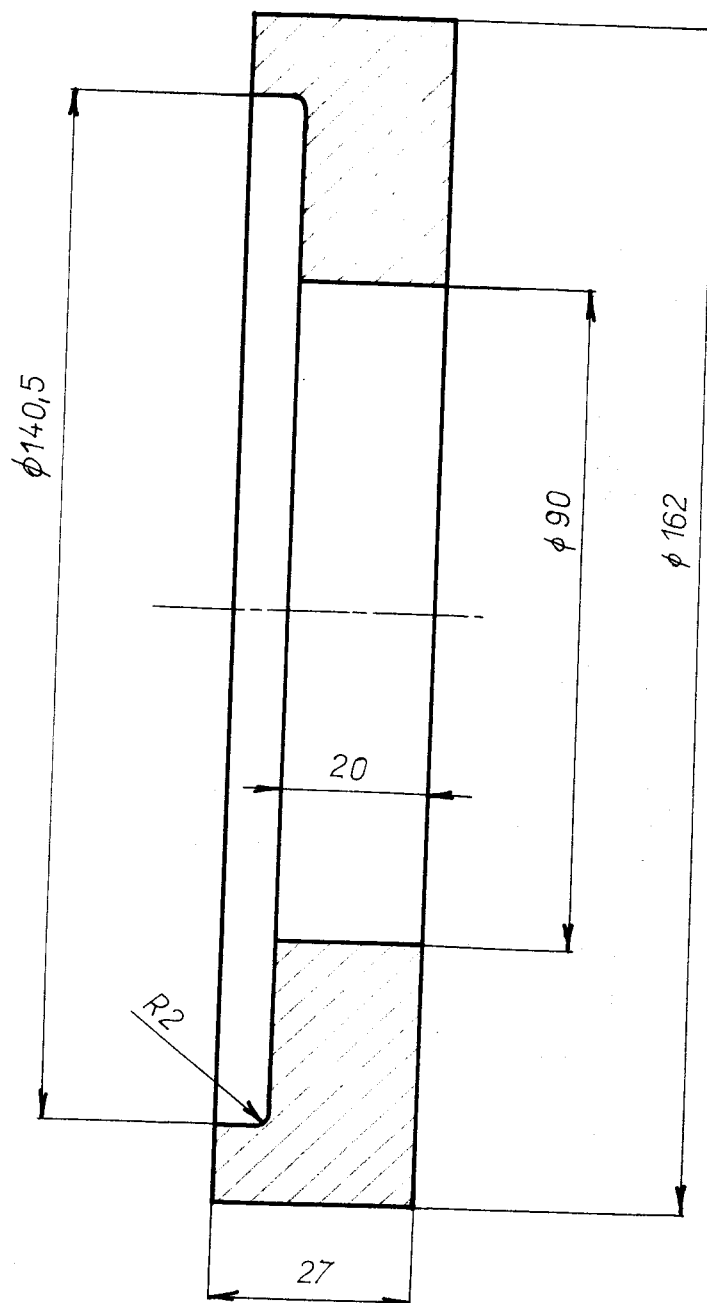


Ze sestavených závislostí různých řezných podmínek a geometrie nástroje by bylo možno stanovit optimální řezné podmínky a geometrii vrtacího nástroje pro případ vrtání válce drtiče granulí.

Avšak tyto praktické zkoušky nebylo možno při řešení diplomového úkolu provést, i když při zadání diplomového úkolu podnikem TMS Pardubice se počítalo s praktickým ověřením daného úkolu. V průběhu řešení diplomového úkolu došlo v TMS Pardubice k jiné situaci ve všech odděleních, protože byla podniku přidělena specializace na výrobu pekařských pecí v rámci RVHP a další tři úkoly z oblasti výroby techniky pro zemědělství se staly státními úkoly. Protože se tyto úkoly musí zajišťovat ve velmi krátkých termínech, jsou všechna technická i výrobní střediska technického úseku přetížena zajišťováním uvedených úkolů. Tedy nebylo možno uvolnit

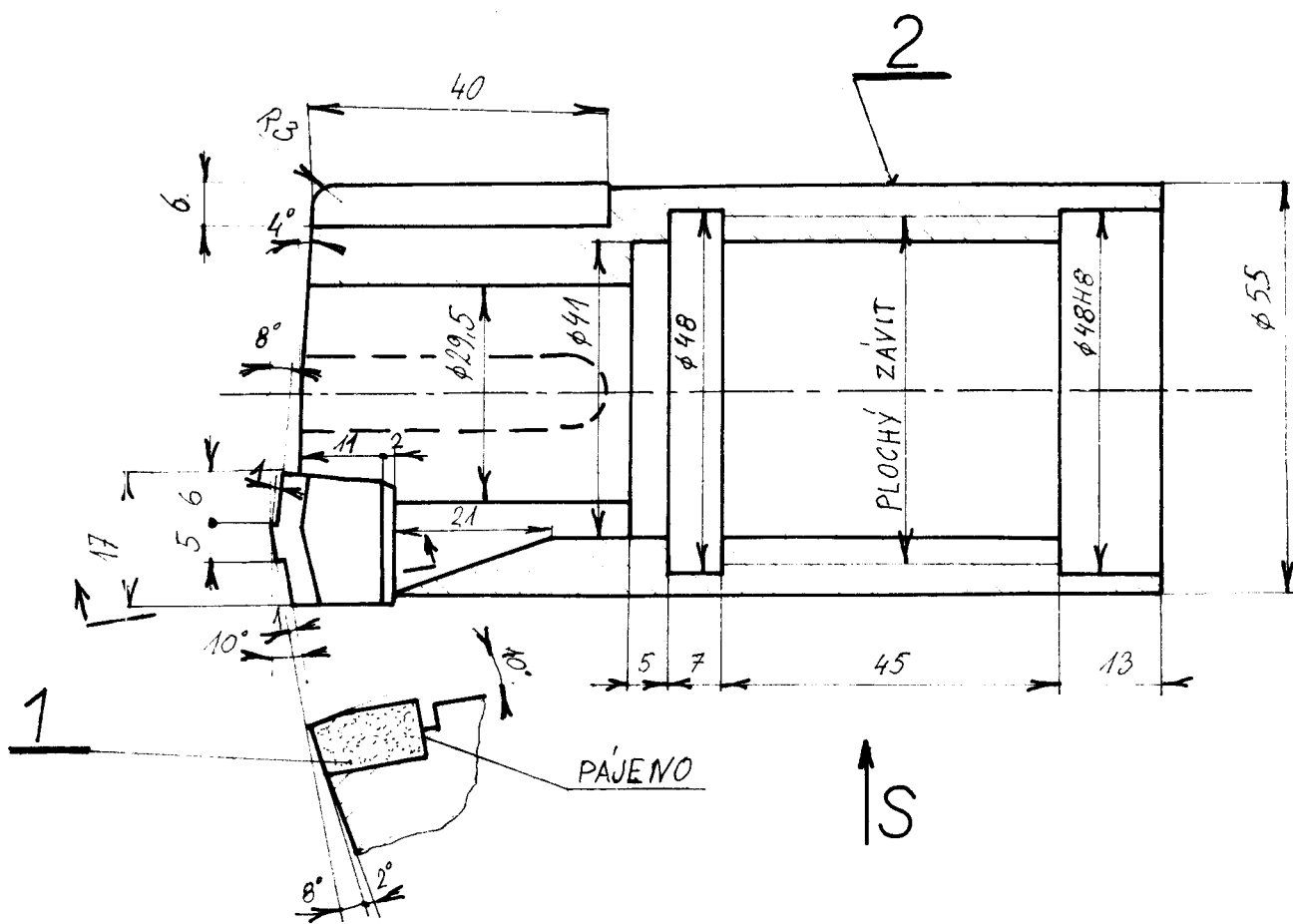
VŠST Liberec	Návrh technologie vrtání hlubokých otvorů na soustruhu SUR 350/3000	DP ST-1055/74	
Fakulta strojní		Novák	64

výrobní kapacitu na zhotovení přídatného zařízení pro
hluboké vrtání k soustruhu SUR 350 a nebylo tedy možno
provést praktické odzkoušení navrhované technologie
hlubokého vrtání.



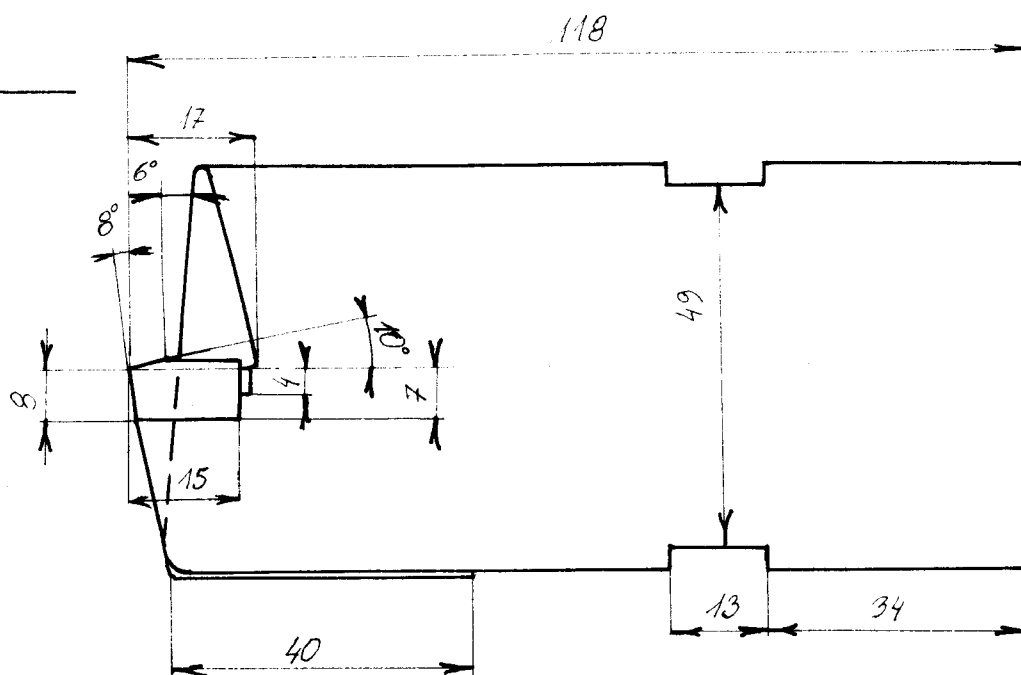
DP ST-1055/74

[illegible]



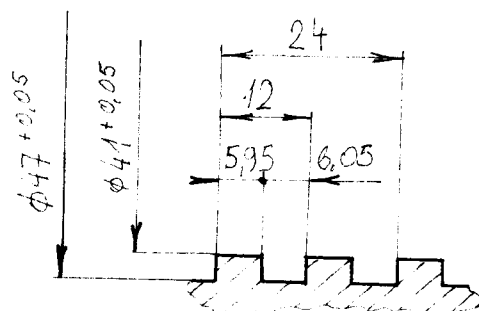
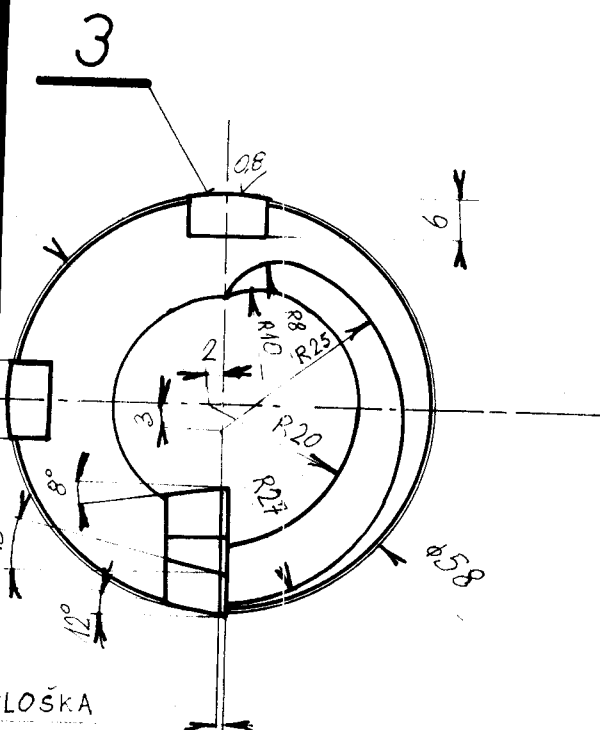
YALCOV

POHLED S



DP ST-1055/74

0,8 (1,5)



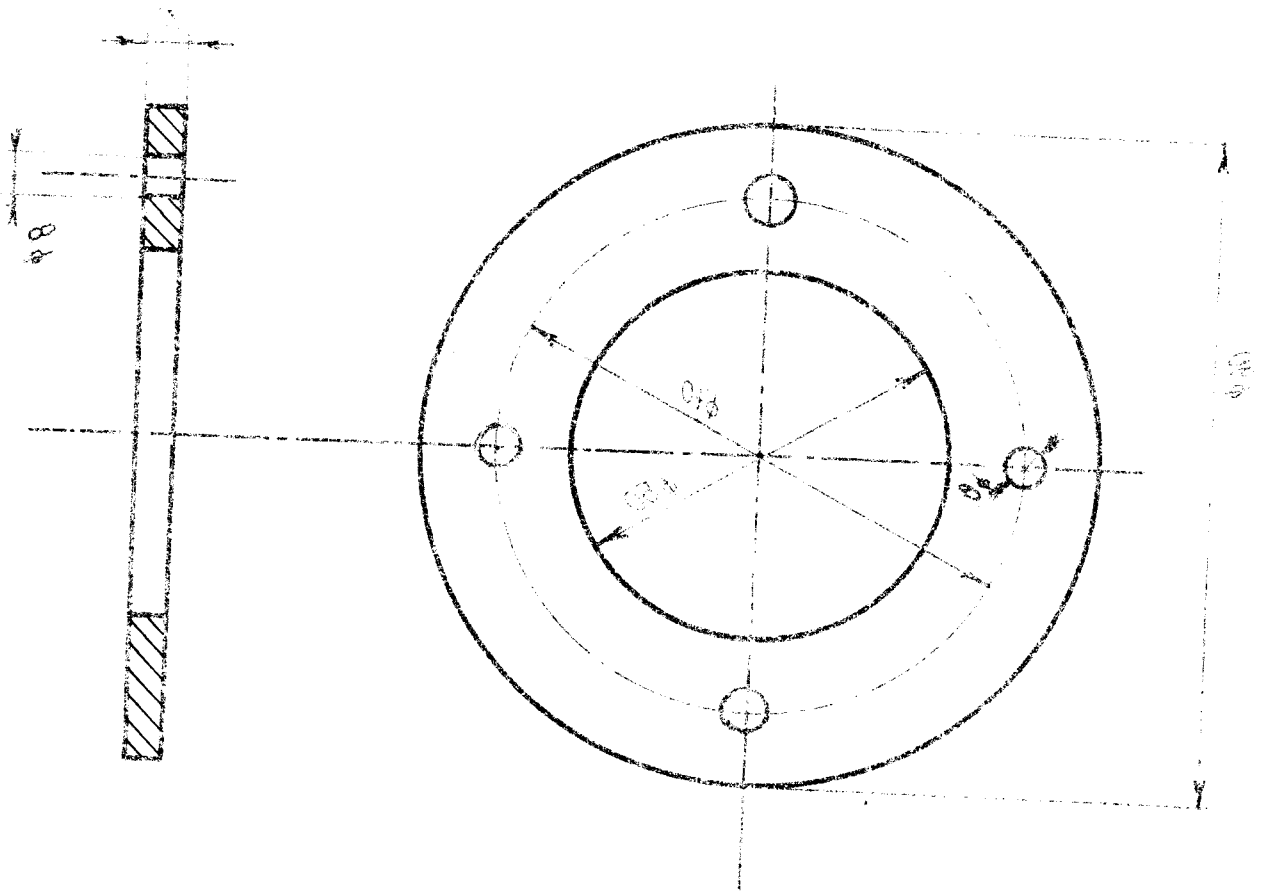
2	VODÍČÍ LIŠTA		H2						3
1	TĚLESO	ČSN 425510	11800						2
1	DESTIČKA		H2						1

NOVÁK ST.

1:1

VŠST VRTÁK Ø58

VS-03-00



DP 2T-1022/V

82011 01 03 1103

1:1

V2-05-03

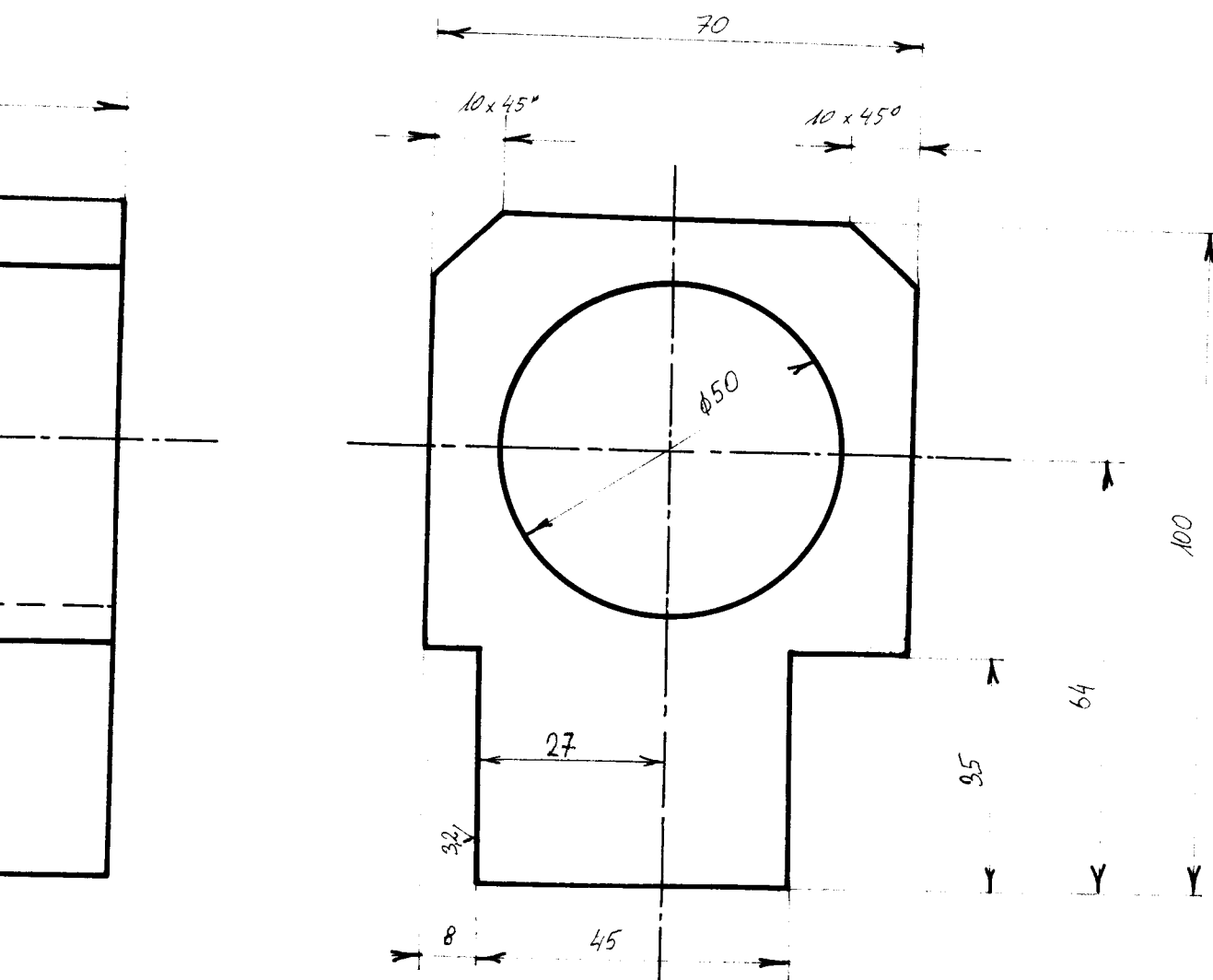
KROUZEK Ø80x2

V22T

K

150

3,2 (6,3)



P ST-1055/74

110 x 110 x 155 ČSN 42 65 20 11 370

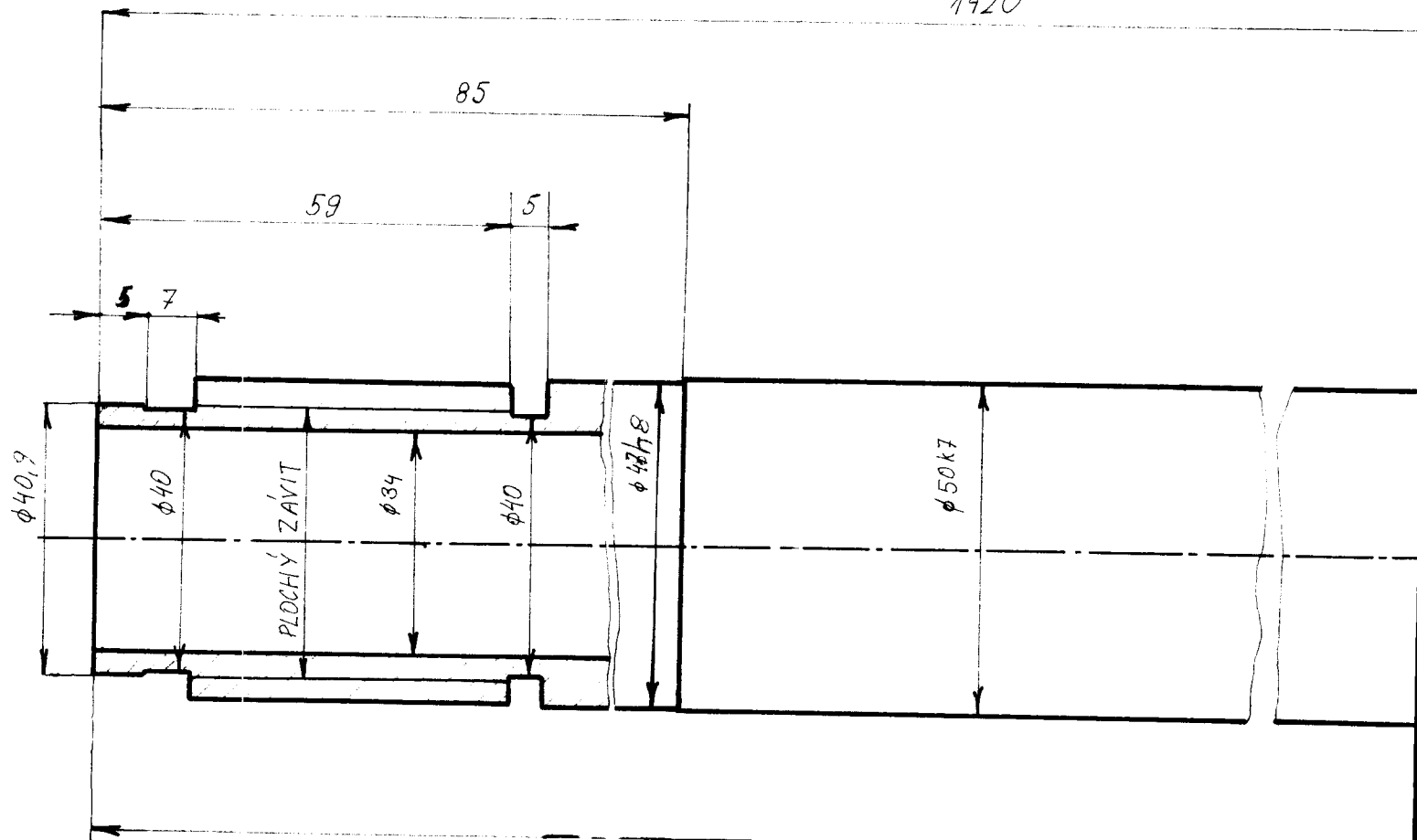
NOVA'K ST.

1

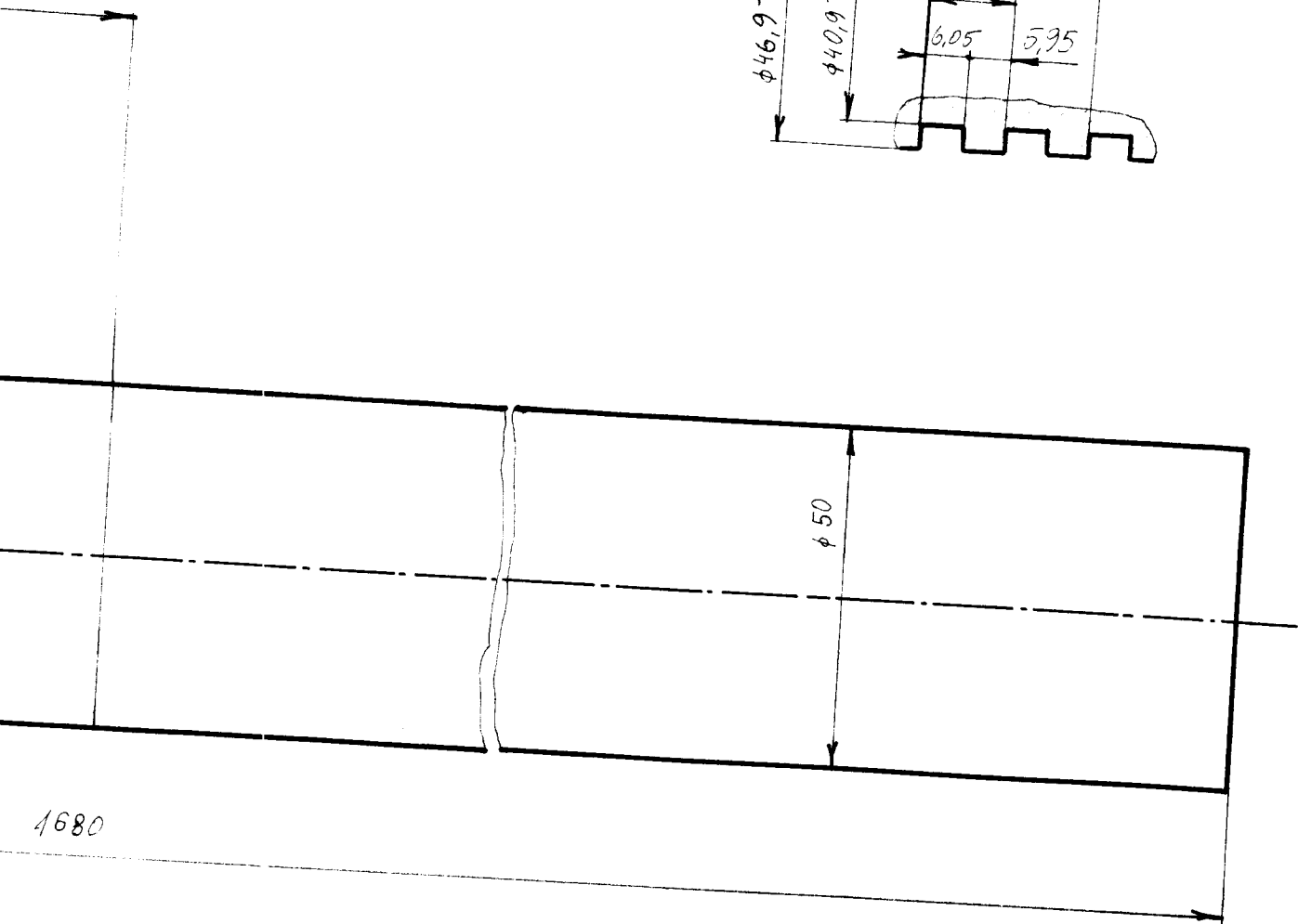
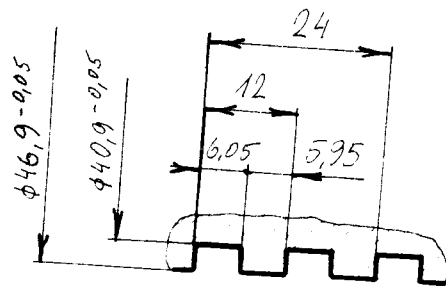
VSST DRŽÁK

VS-02-02

1420



16 (6,3)



ST-1055/74

54 x 10 x 1700 SN42 57 16 11 418

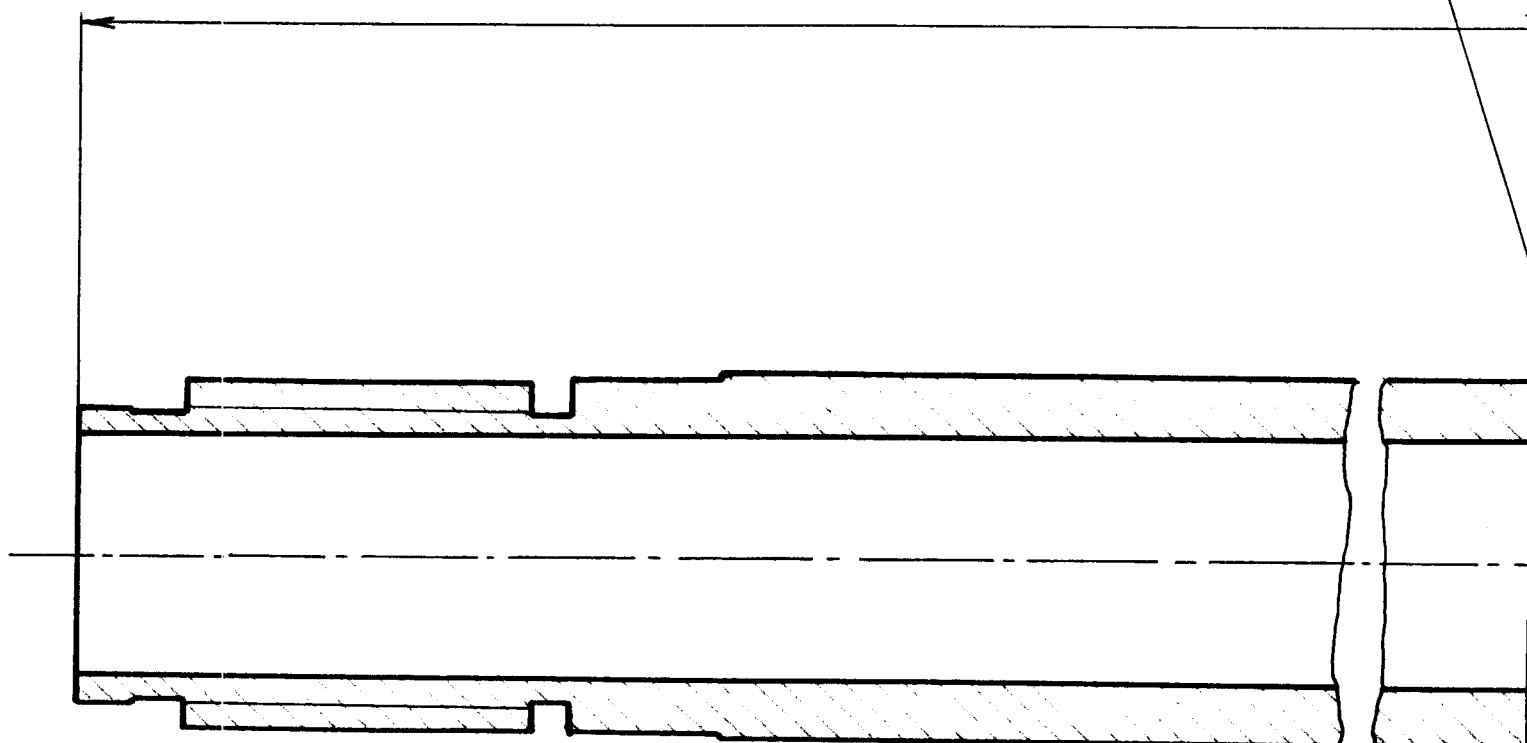
NOVAK ST.

ST

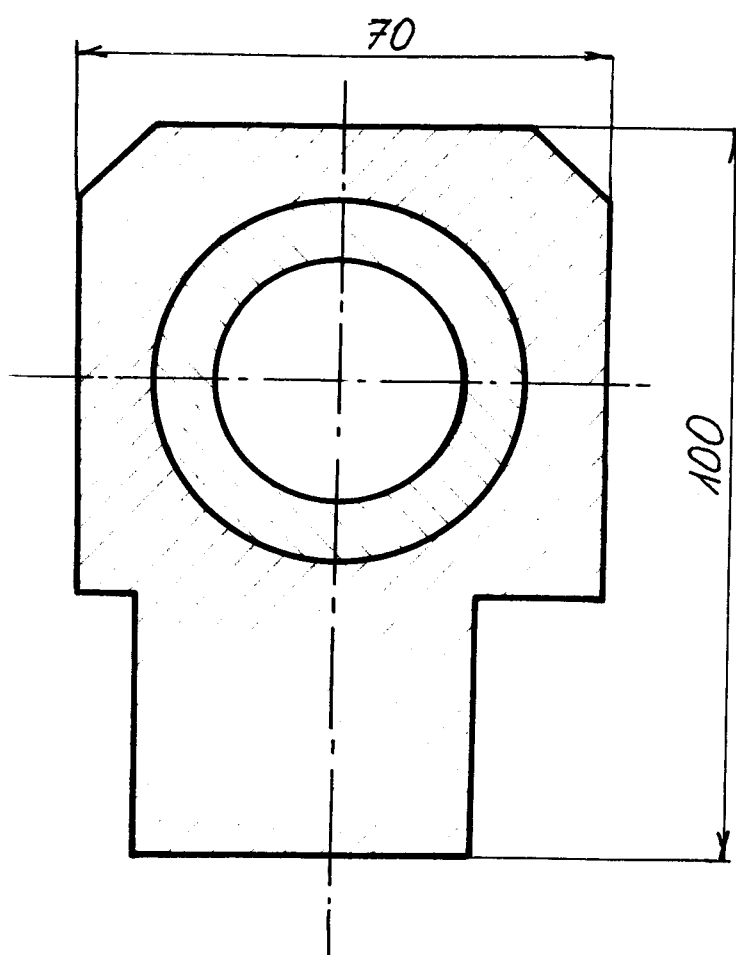
TYČ

VS-02-01

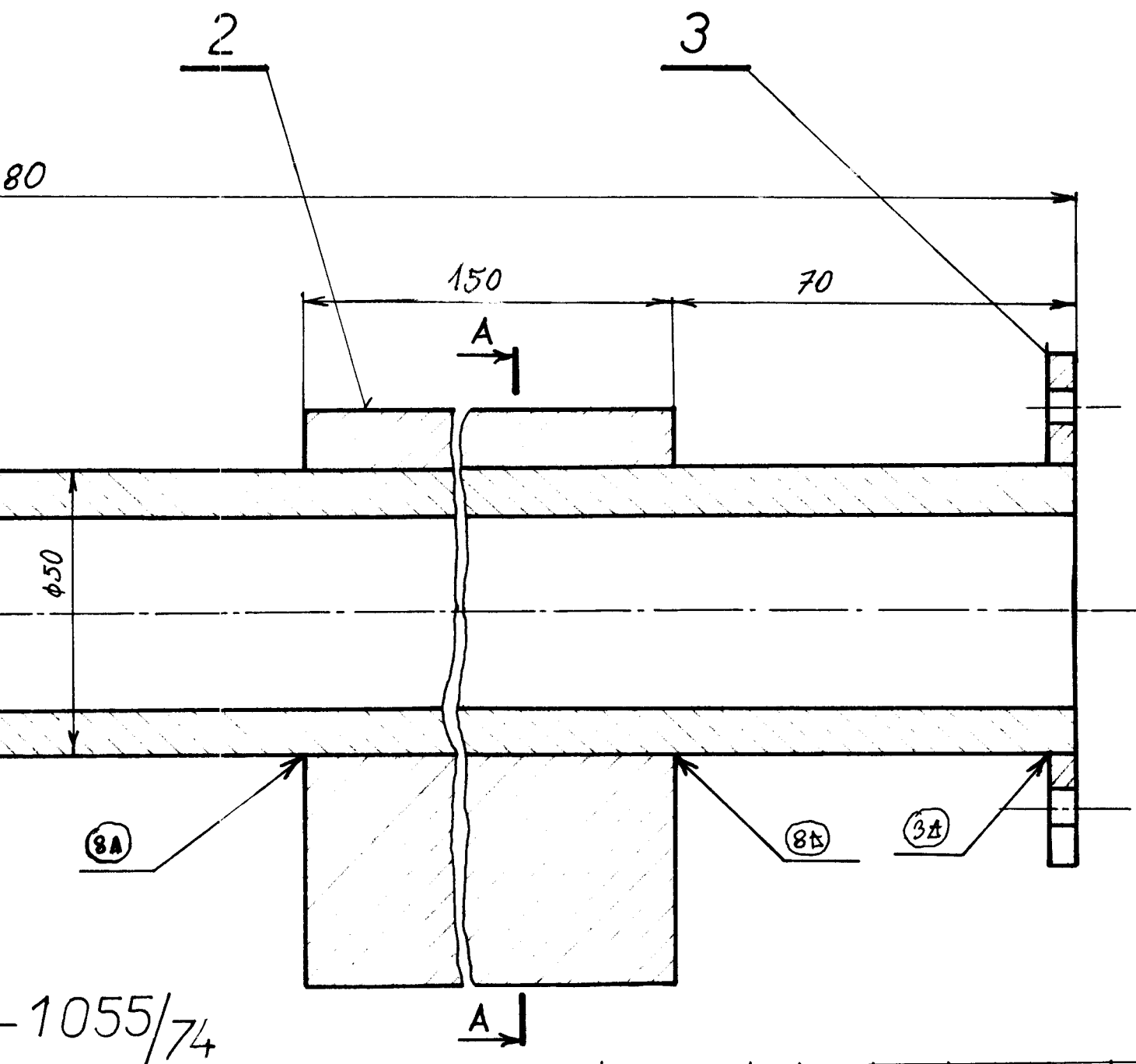
1



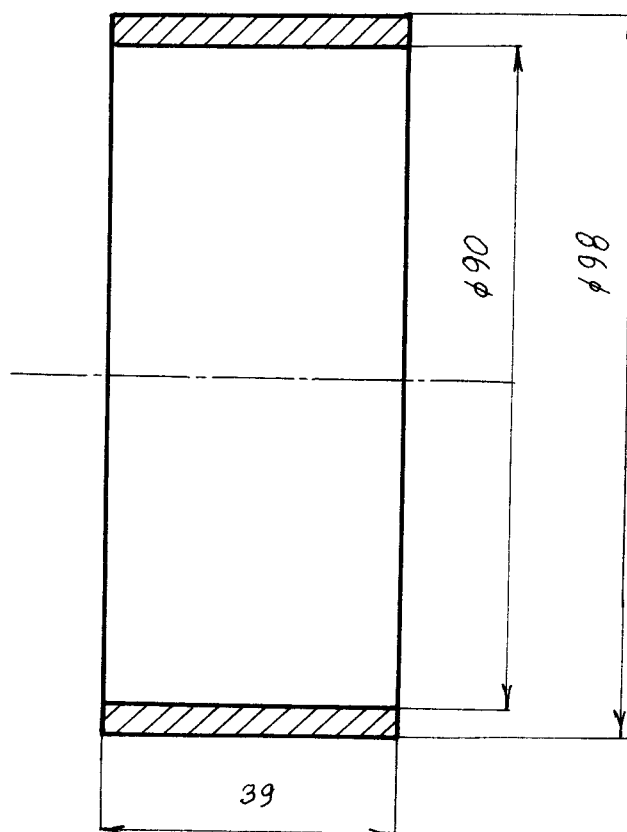
A-A



DP ST

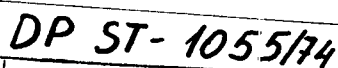


1	KROUŽEK $\varnothing 90 \times 5$	ČSN 42 53 10	11 373						3
1	DRŽÁK $70 \times 100 \times 150$	ČSN 42 65 20	11 370						2
1	TYČ $\varnothing 50 \times 1680$	ČSN 42 57 16	11 418						1
Číslo ČSN	Název - Rozměr	Polotovár	Míst. konečný	Míst. výhled	Číslo ČSN	Č. výř. (výhled)	Číslo výkresu	Pos.	
Poznámka				Celková část vaha v kg					
Měřítko	Kreslil NOVAŘ ST.	Čís. sním.		Datum Podpis Index zřízení		Datum Podpis Index zřízení		Datum Podpis Index zřízení	
1:1	Přezkoušel								
	Norm. ref.								
	Výr. projednal	Schválil	Č. transp.						
		Úně							
Typ		Skupina		Stav výkres		Nový výkres			
Název									
VŠST		VRTACÍ TYČ		VS-02-00					
Podp. listů									



DP ST-1055/74

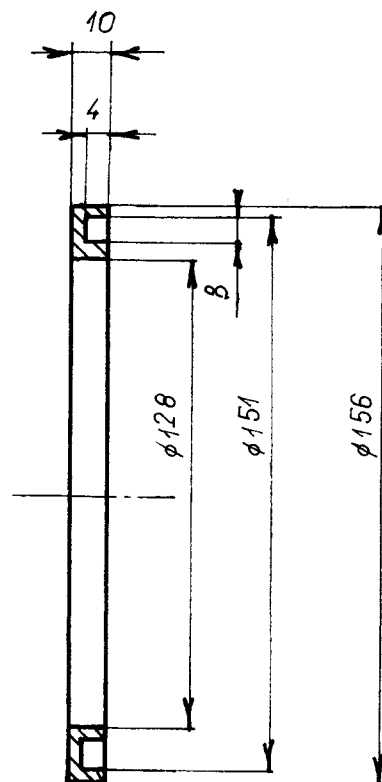
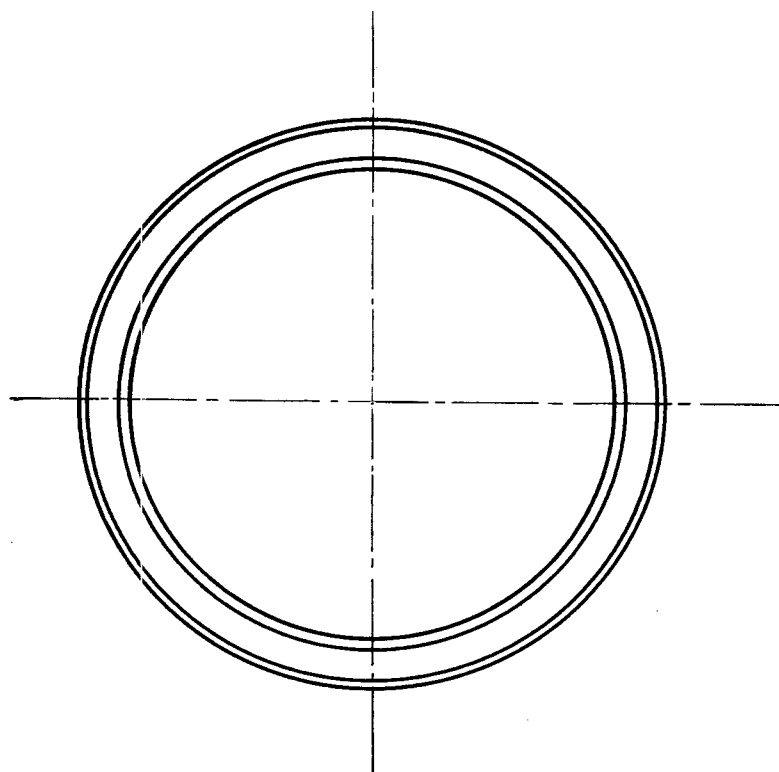
1	$\phi 102 \times 7 \times 45$	ČSN 42 5715	11 650						14
Kód výrobce				Mat. výhled	Č. v. ha	Pr. v. ha	Číslo výkresu		
NOVAK ST.				Celková část výkresu					
1:1	Čís. sním.			Změna	Datum	Podpis	Index změny		
	Č. transp.								
VSST				Starý výkres		Nový výkres			
TRUBKA				VS-01-13					
				Průběh (let)					
				List					



VS-01-12

Technical drawing of a circular flange. The front view (left) shows a circular flange with a central hole of diameter 170, an outer diameter of 220, and three bolt holes of diameter 8. The side view (right) shows a thickness of 4.

[illegible]

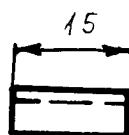
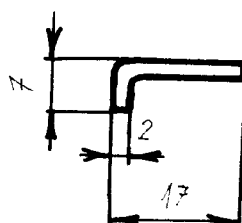


DP ST-1055/74

1	10 x 180 x 180	ČSN 42 53 10	11 373						11
Podst. část	Název - Rozměr	Podstovar	Mat. konečný	Mat. výchozí	Třída odp.	Č. váha	Hr. váha	Číslo výkresu	Pos.
Poznámka				Celková čistá váha v kg					
Měřítko	Kreslil NOVÁK ST.		Čís. sním.	Změna		Datum		Podpis	Index změny
1:2	Přezkoušel								x
	Norm. ref.								x
	Vyr. provedl	Schválil	Čís. transp.						x
		Dne							x
VŠST		typ	Skupina	Výkres		Nový výkres			
Název		KROUŽEK			VS-01-10				
					list				

Technical drawing of a mechanical part, showing a semi-circular cross-section. The drawing includes the following dimensions and features:

- Outer diameter: $\phi 128$
- Inner diameter: $\phi 108$
- Hole diameter: $\phi 9$
- Width: 8



DP ST-1055/74

4 2 x 15 x 23

CSN 425301.21 | 11 373

1:1

NOVAK ST.

VŠST

POJISTKA

VS-01-09

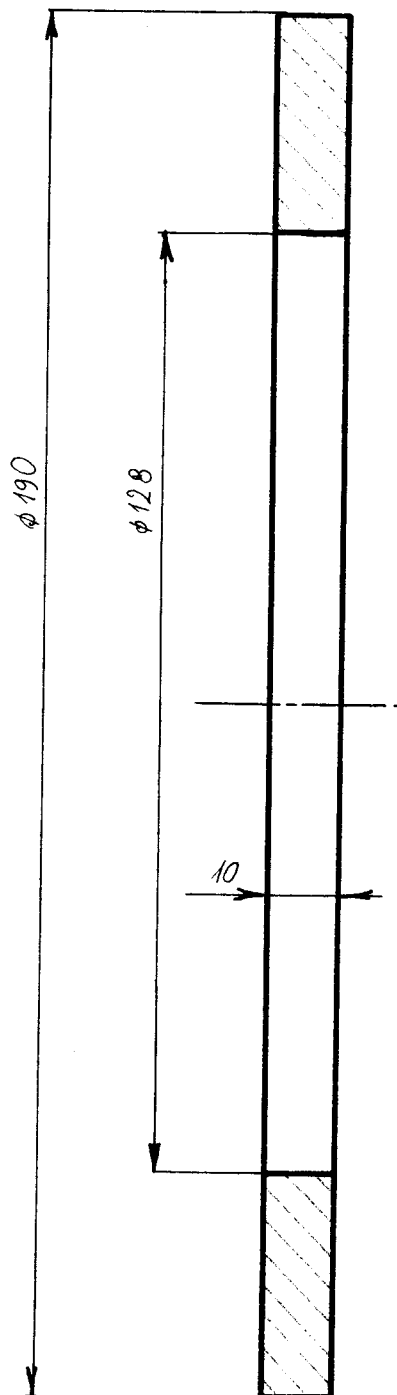
10

vykresu

Indice změny

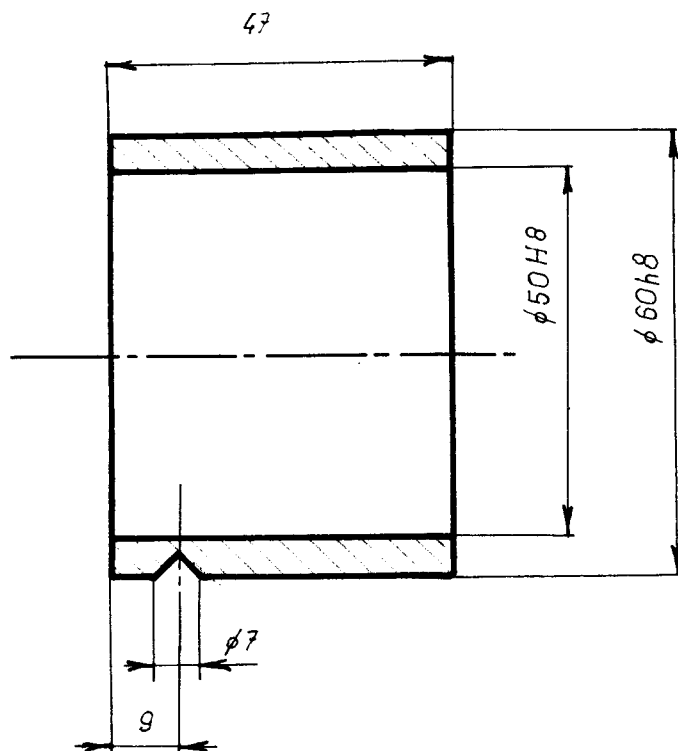
^vVSST ^vKROUŽEK VS-01-08

12,5/



DP ST-1055/74

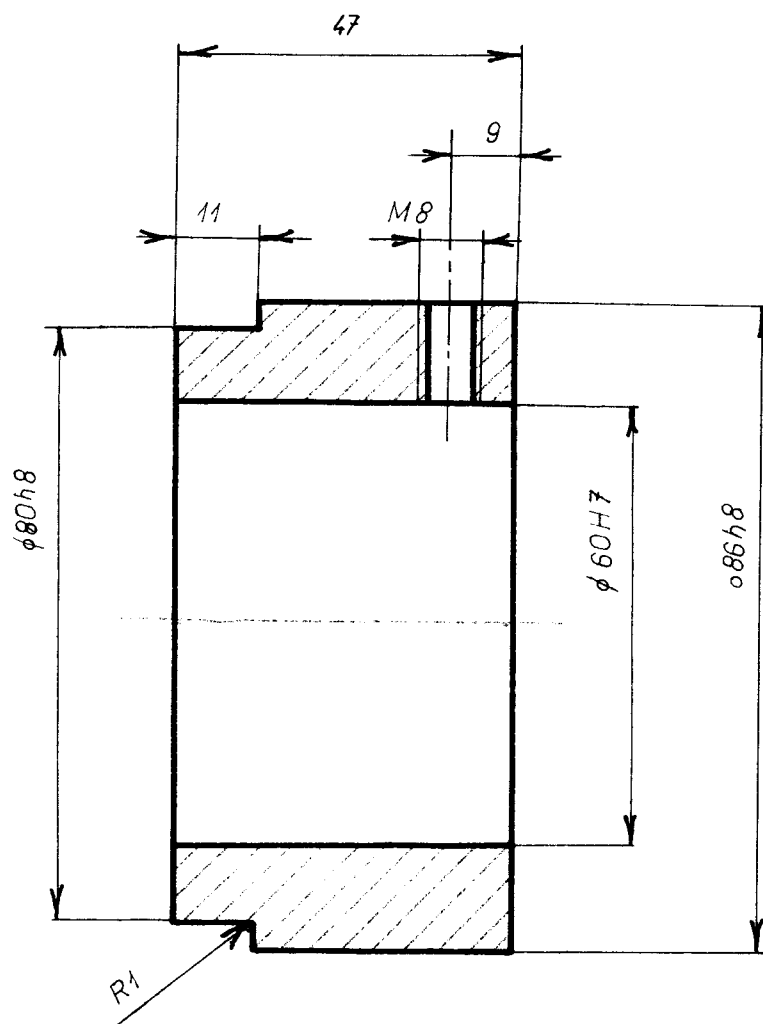
2	10 x 220 x 220	ČSN 42 53 10	11 373							9
Číslo kusů	Název - Rozměr	Podstava	Alt. korekce	Alt. výchozí	Prost. obj.	C. váha	tl. váha	Číslo výkresu	Pos.	
Poznámka				Celková čistá váha v kg						
Měřítko	Kreslil NOVÁK ST.	Kontrola		Změna		Datum		Index změny		
1:1	Přezkoušel									x
	Norm. ref.									x
	Výk. provedení									x
VŠST		KROUŽEK		Starý výkres		Nový výkres		VS-01-07		
				Počet listů						list



KALENO NA 50-55 HRC

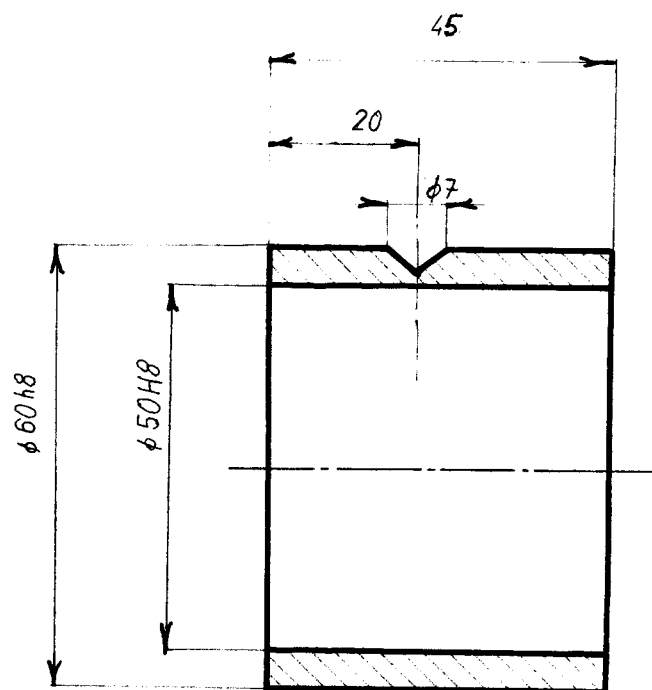
DP ST-1055/74

1	φ65 x 55	ČSN 42 5510	12060						7
Počet kusů	Název - Rozměr	Podstavec	Mat. konečný	Mat. výchozí	Třída oceli	Č. váha	Hr. váha	Číslo výkresu	Pos.
Poznámka				Celková čistá váha v kg					
Měřítko	Kreslí NOVAK ST.		Čís. schém						x
1:1	Převzítel								x
	Norm. ref.								x
	Vyt. pro 2. díl								x
									x
VŠST		VLOŽKA		VS-01-06					



DP ST-1055/74

1	$\phi 90 \times 55$	ČSN 42 55 10	11 500	6.
Název - Roz. č.				
Podstředí				
Mařka	Kreslí NOVAK ST.			
1:1	Prozkoušel			
	Norm. ref.			
	Vyr. projednal	Sci. fil.		
		Dra		
VSST		TRUBKA		VS-01-05



KALENO NA 50-55HRC

DP ST-1055/74

1 : 65 x 50

ČSN 42 55 10

12060

4

NOVAK ST.

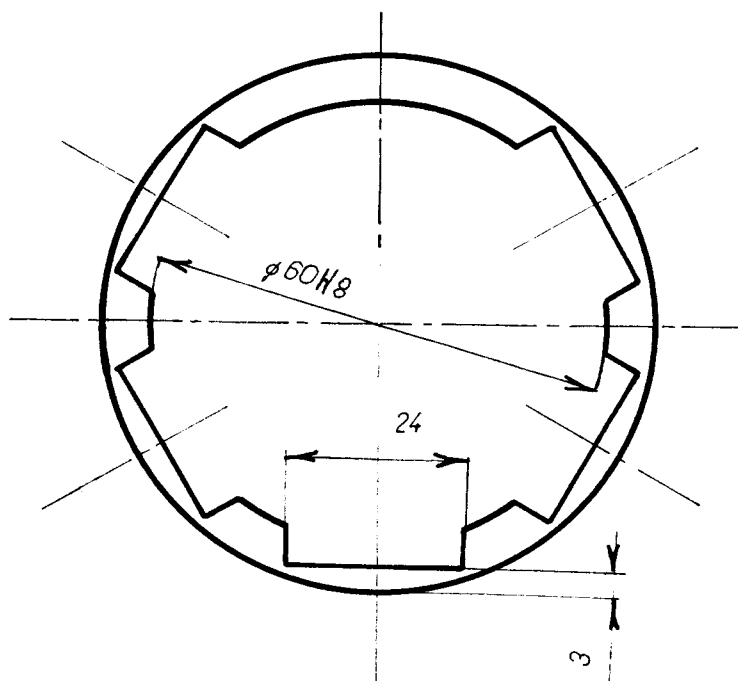
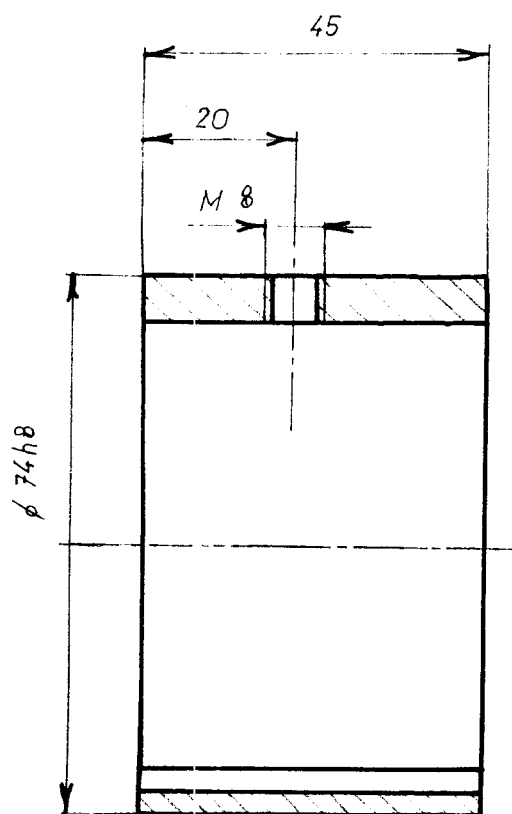
1:1

Datum	popl	index změny

VŠST

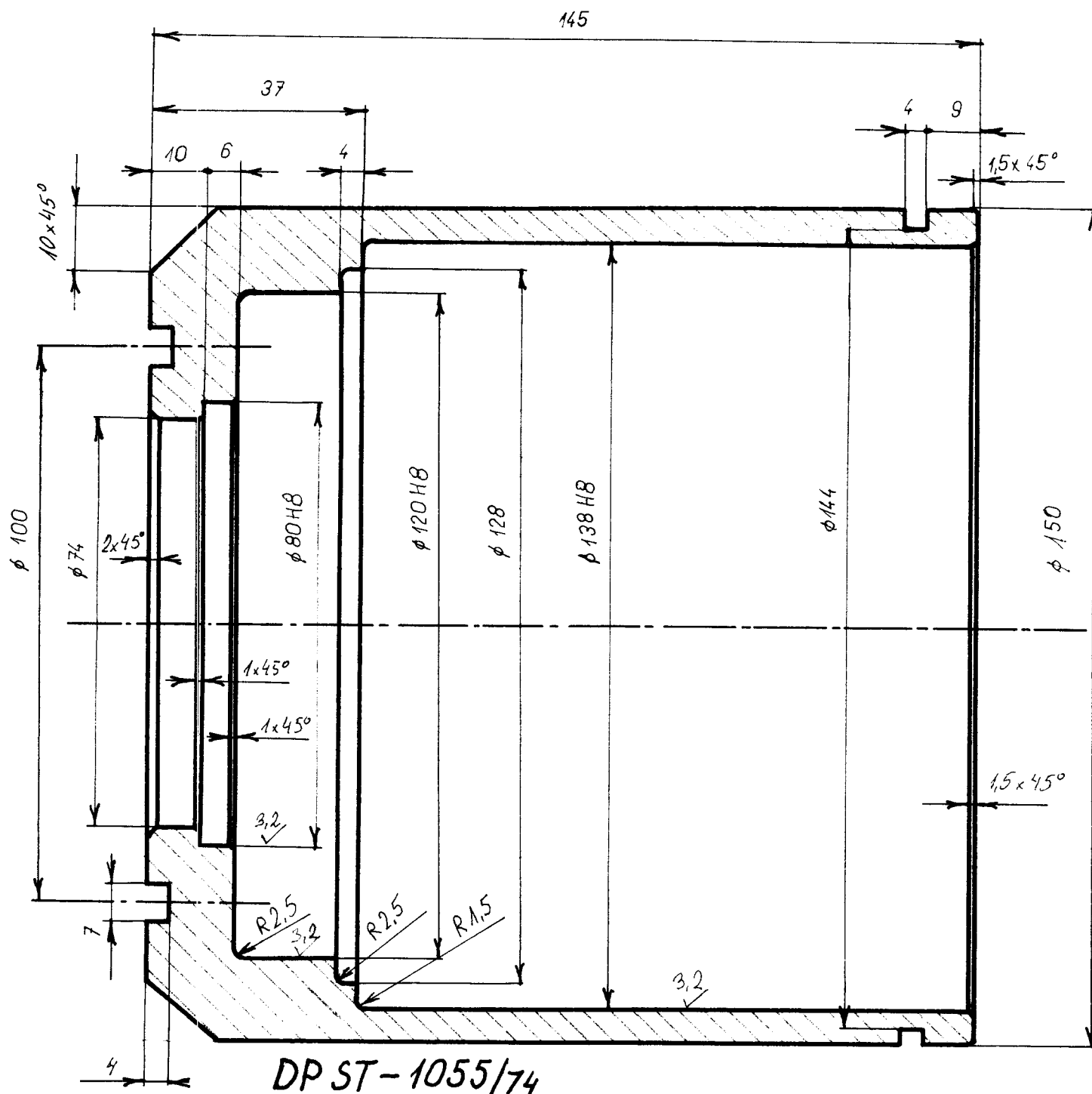
VLOŽKA

VS-01-04



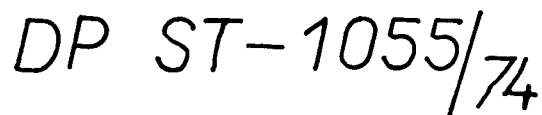
DP ST-1055/74

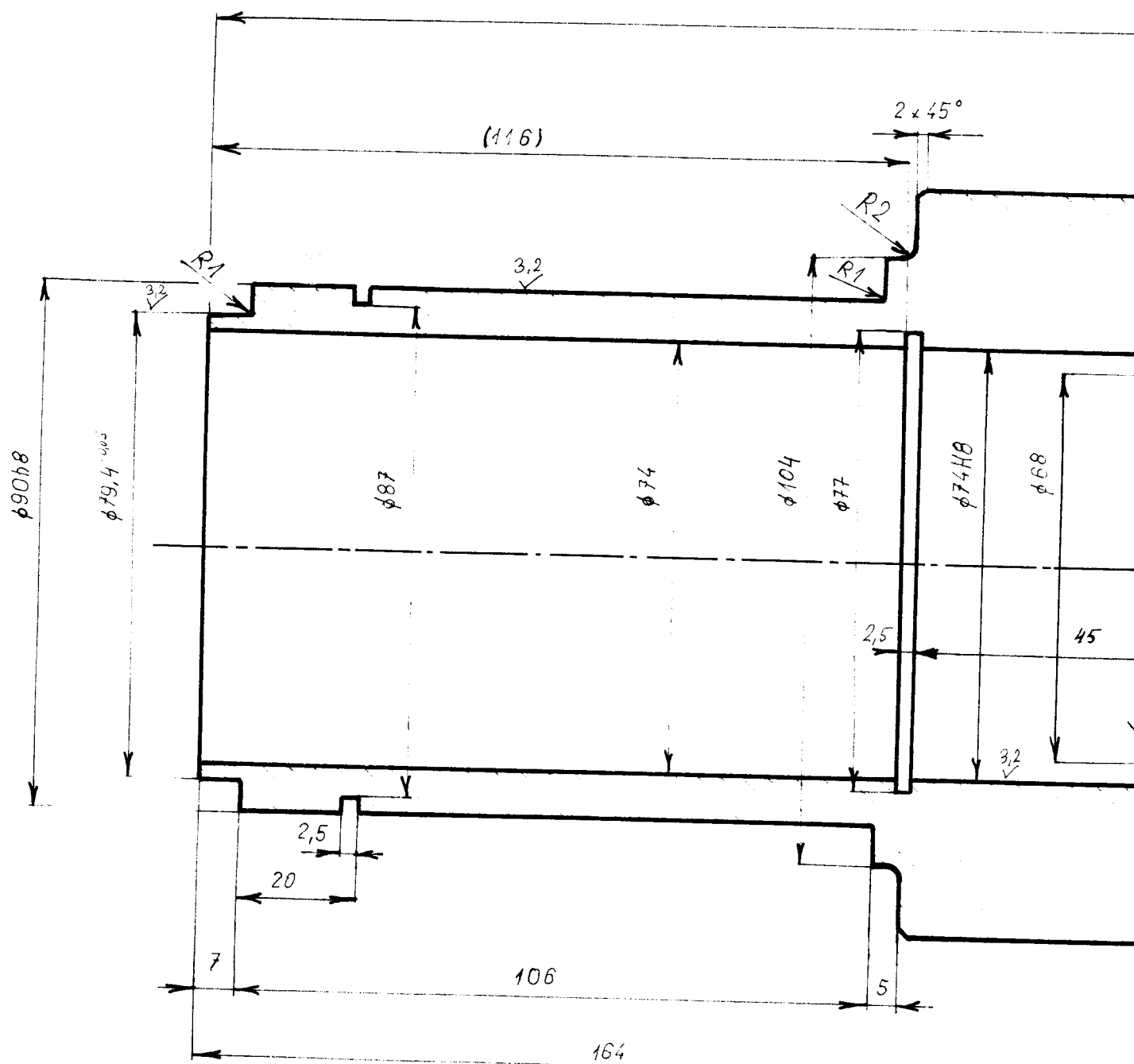
1	$\phi 80 \times 50$	ČSN 42 55 10	11 500						3
Počet kusů	Název - Rozměr	Podstavce	Míst. konečný	Míst. výroby	Míst. nat.	Č. výroby	Č. výroby	Číslo vykresu	Podpis
Poznámka				Celková část výtisku					
Měřítka	Kreslil NOVÁK ST.		Číslo listu				Datum	Podpis	Index změny
1:1	Prozkoušel								x
	Norm. ref.								x
	Výr. projednat	Schválil	Číslo nosp.						x
	Dne								x
VŠST		Typ	Skupina	S. výkres			D. výkres		
TRUBKA		VS-01-03							
									list



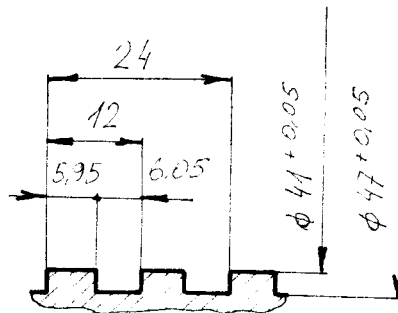
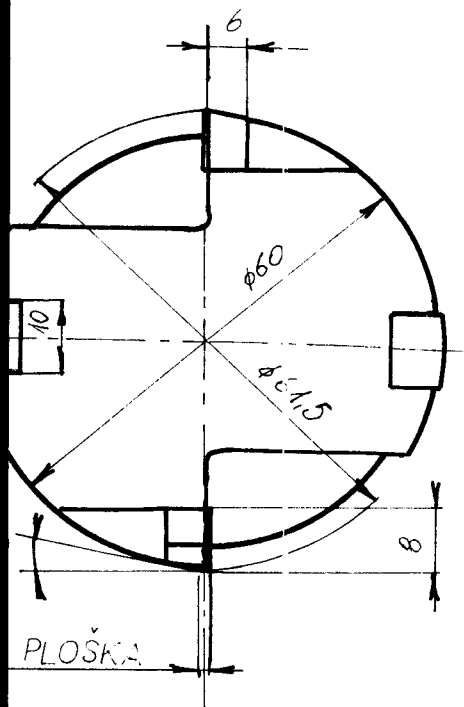
DP ST-1055/74

1	Ø160 x 155	ČSN 42 55 10	11 373							2
Název - Rozměr	Material	Norma - Číslo	Číslo v kroužku							
Příloha				Číslo v kroužku						
Měřítko	Kresla NOVÁK ST.									
1:1	Prostřední									
	Návrh									
	Vyř. předst. 1	Schválil	Č. transp.							
		Dne								
Typ		Skupina		Číslo v kroužku						
VSST		TĚLESO II		VS-01-02						

[illegible]



38, (1,6.)

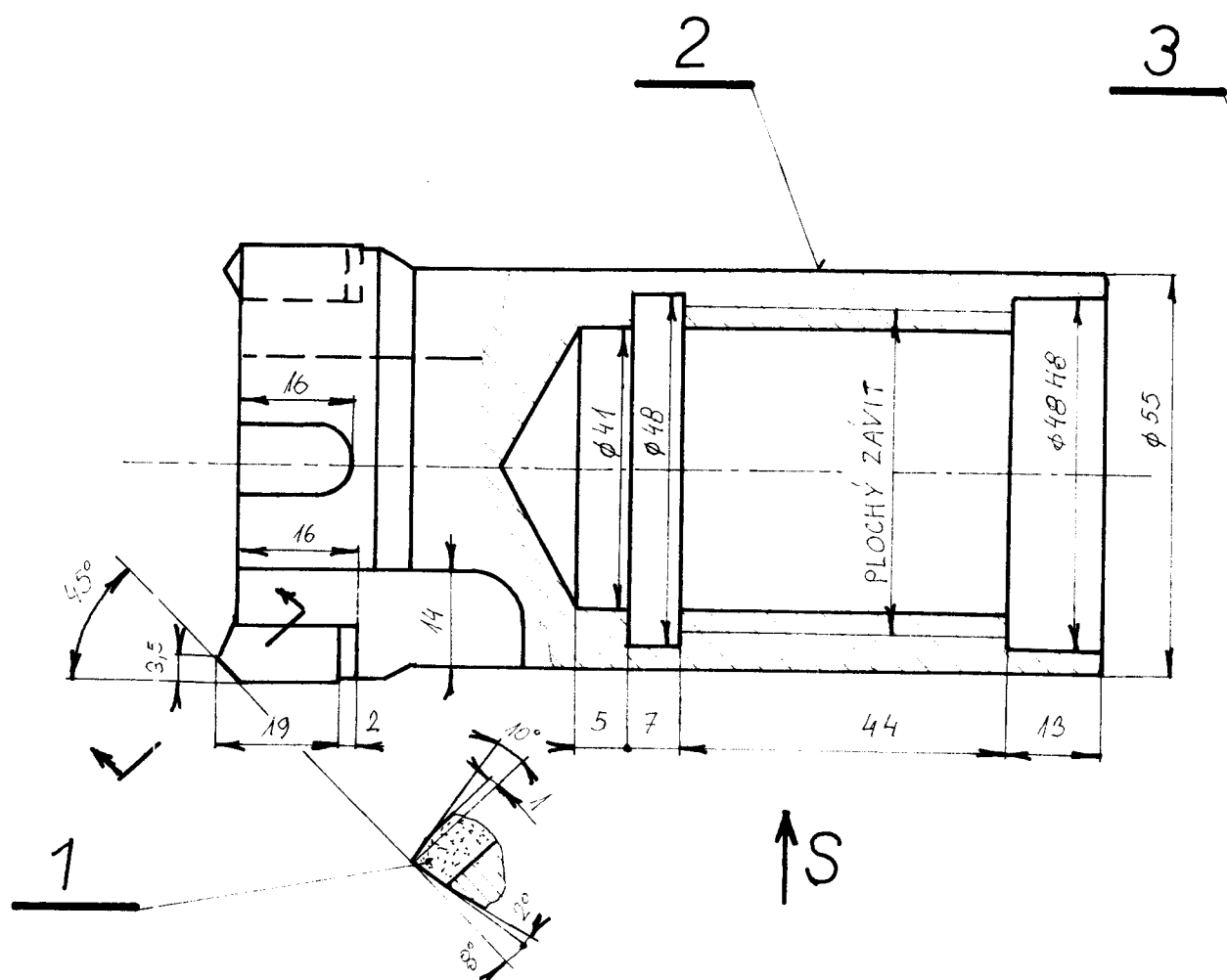


DP ST-1055/74

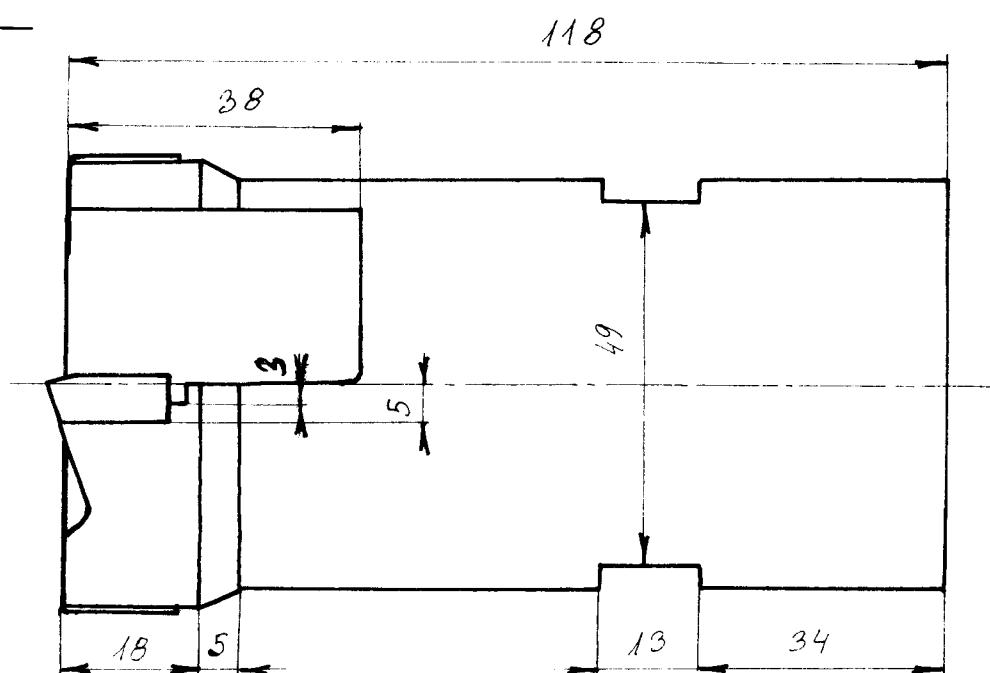
2	VODÍČÍ LIŠTA		H 2							3
1	TĚLESO	ČSN 42 55 10	11 800							2
2	DESTIČKA		H 2							1
Poslední číslo Číslo výkresu Pos.										

Měřítko	Kreslí	NOVÁK ST.	Přezkoumal	Norm. re	Vyr. provedení	Set v štít	UPE	Číslo výkresu	Pos.
1:1									

VŠST VRTÁK Ø 61,5 VS-04-00

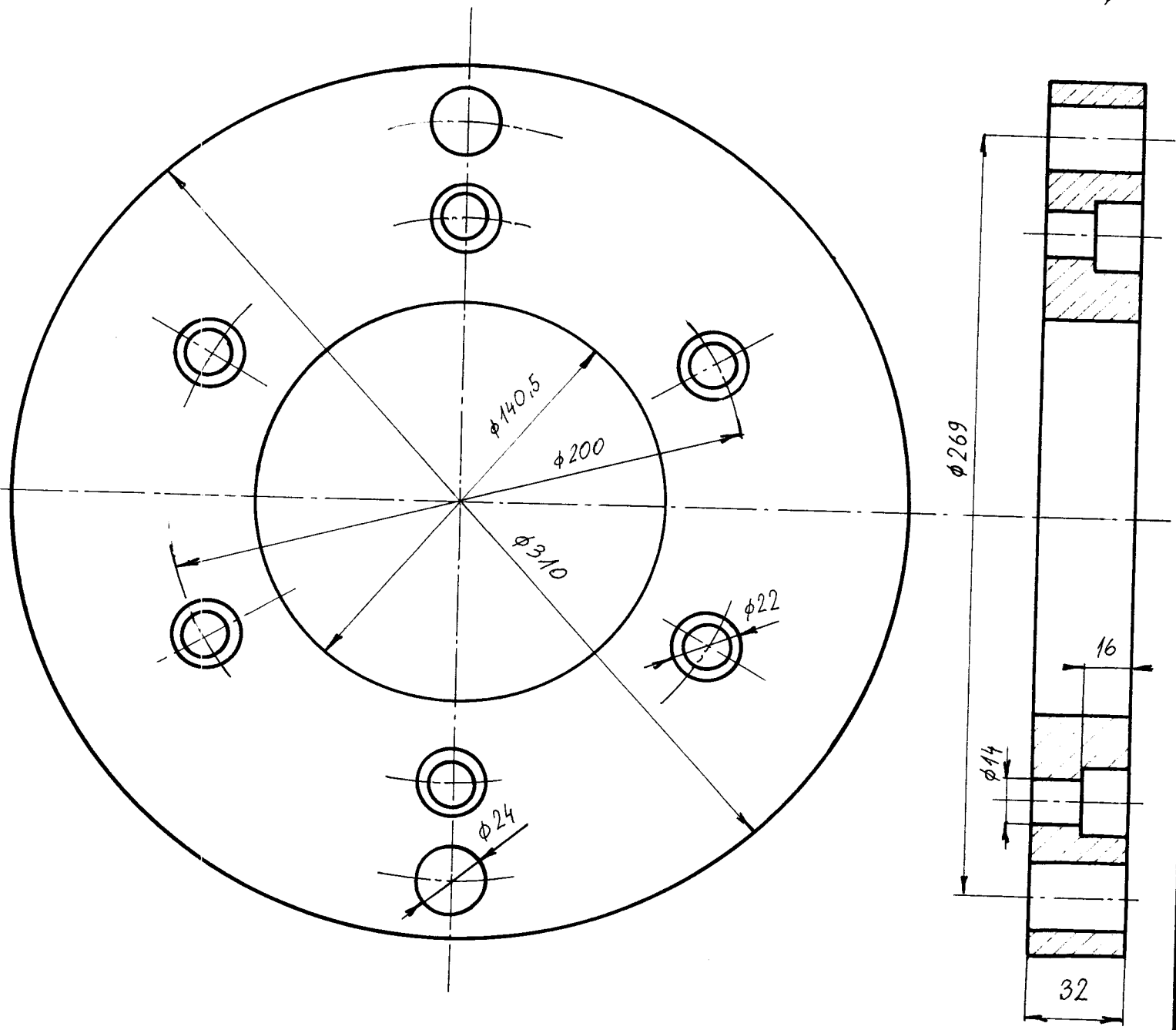


POHLED S



VÁLCOVÁ

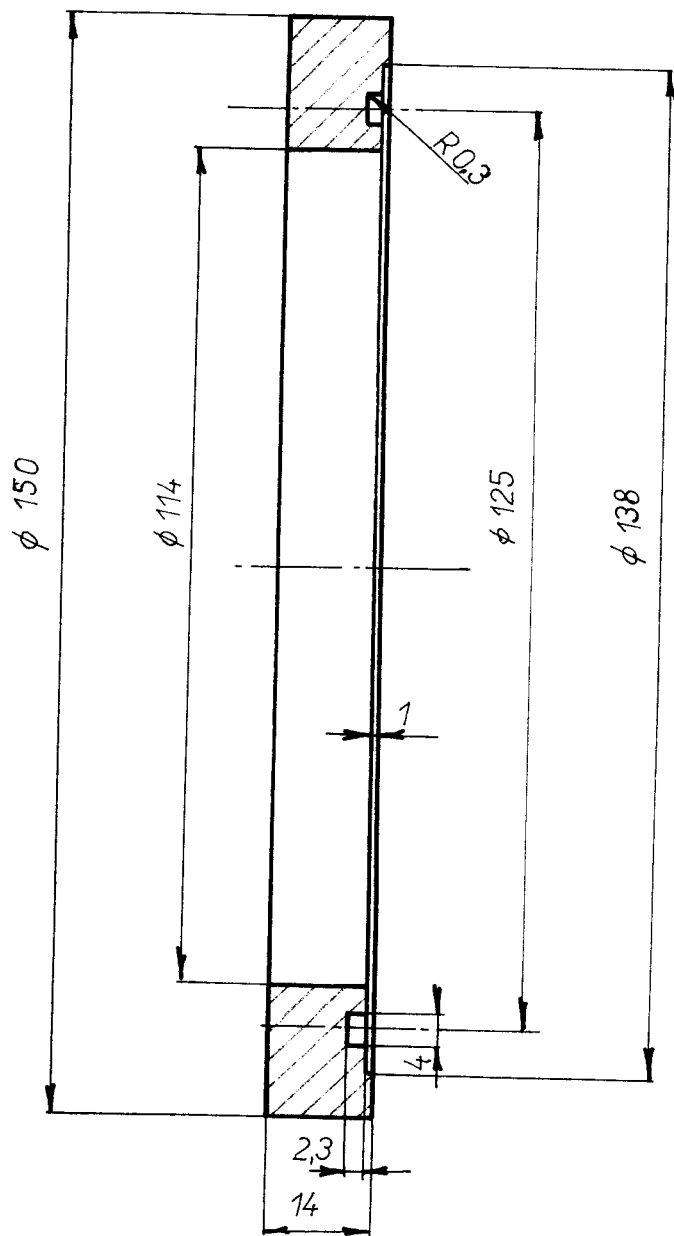
6,3



DP ST-1055/74

1	□ 340 x 38	ČSN 4253 10	11 373							3
Název - Rozměr		Materiál		Jednotka měření		Měrná jednotka		Číslo v kresle		
Kreslil NOVÁK ST.		Schválil		Číslo		Datum		Index změny		
1:2		Dne		Vyr. projekce		Vyr. kresla		Index změny		
VŠST		DESKA I.		VS-05-01						

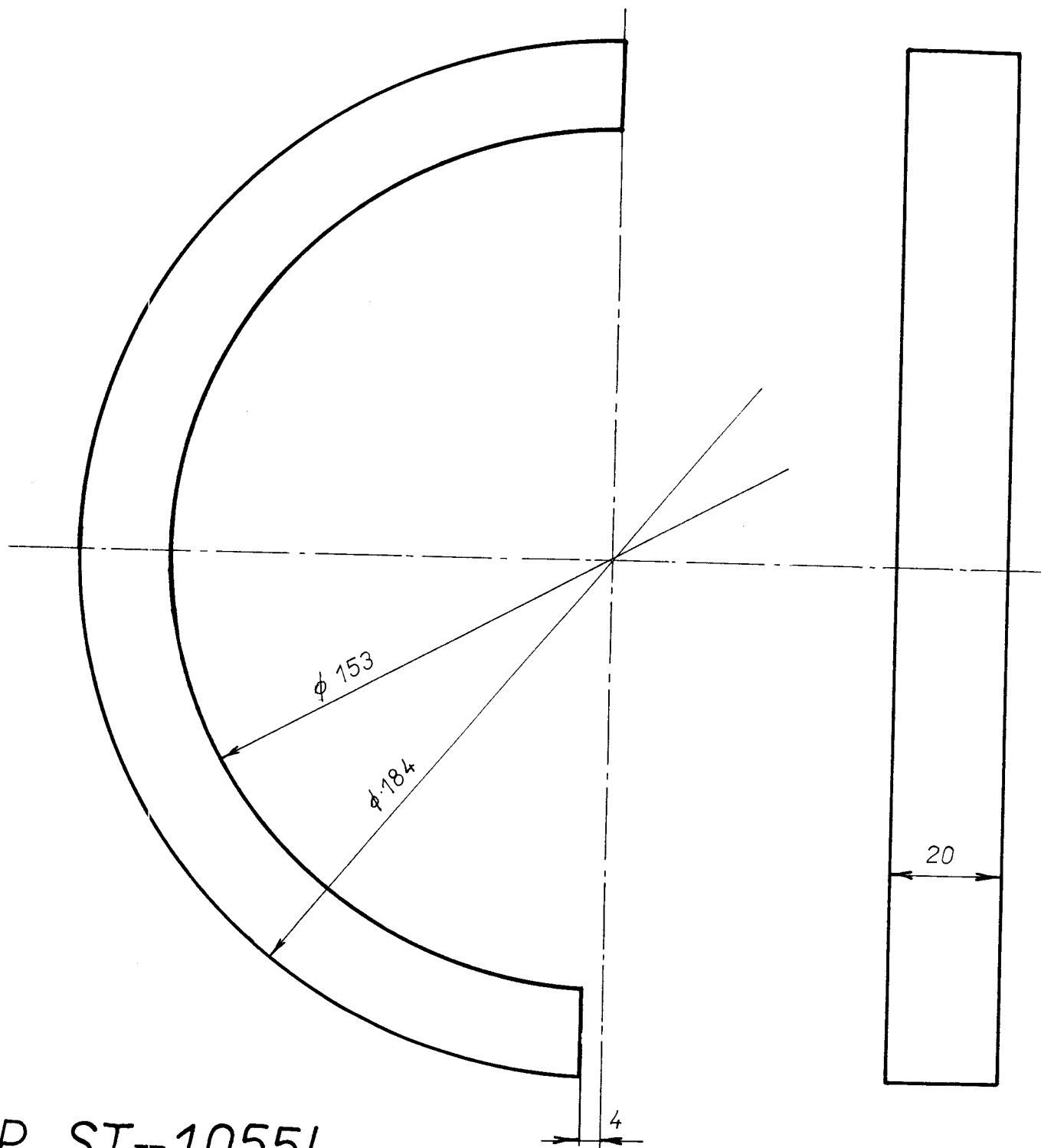
6,3
✓



DP ST-1055/74

1	□ 160 × 18	ČSN 425310	11 373						5
Počet kusů	Název - Rozměr	Podpis	Míst. konečn.	Míst. výr.	Počet kusů	C. váha	Skupina	Číslo výkresu	Př.
Příloha				Celková hmotnost v kg					
Měřítko	Kreslil NOVÁK ST.		Čís. sním.	Změny 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100 101 102 103 104 105 106 107 108 109 110 111 112 113 114 115 116 117 118 119 120 121 122 123 124 125 126 127 128 129 130 131 132 133 134 135 136 137 138 139 140 141 142 143 144 145 146 147 148 149 150 151 152 153 154 155 156 157 158 159 160 161 162 163 164 165 166 167 168 169 170 171 172 173 174 175 176 177 178 179 180 181 182 183 184 185 186 187 188 189 190 191 192 193 194 195 196 197 198 199 200 201 202 203 204 205 206 207 208 209 210 211 212 213 214 215 216 217 218 219 220 221 222 223 224 225 226 227 228 229 230 231 232 233 234 235 236 237 238 239 240 241 242 243 244 245 246 247 248 249 250 251 252 253 254 255 256 257 258 259 260 261 262 263 264 265 266 267 268 269 270 271 272 273 274 275 276 277 278 279 280 281 282 283 284 285 286 287 288 289 290 291 292 293 294 295 296 297 298 299 300 301 302 303 304 305 306 307 308 309 310 311 312 313 314 315 316 317 318 319 320 321 322 323 324 325 326 327 328 329 330 331 332 333 334 335 336 337 338 339 340 341 342 343 344 345 346 347 348 349 350 351 352 353 354 355 356 357 358 359 360 361 362 363 364 365 366 367 368 369 370 371 372 373 374 375 376 377 378 379 380 381 382 383 384 385 386 387 388 389 390 391 392 393 394 395 396 397 398 399 400 401 402 403 404 405 406 407 408 409 410 411 412 413 414 415 416 417 418 419 420 421 422 423 424 425 426 427 428 429 430 431 432 433 434 435 436 437 438 439 440 441 442 443 444 445 446 447 448 449 450 451 452 453 454 455 456 457 458 459 460 461 462 463 464 465 466 467 468 469 470 471 472 473 474 475 476 477 478 479 480 481 482 483 484 485 486 487 488 489 490 491 492 493 494 495 496 497 498 499 500 501 502 503 504 505 506 507 508 509 510 511 512 513 514 515 516 517 518 519 520 521 522 523 524 525 526 527 528 529 530 531 532 533 534 535 536 537 538 539 540 541 542 543 544 545 546 547 548 549 550 551 552 553 554 555 556 557 558 559 560 561 562 563 564 565 566 567 568 569 570 571 572 573 574 575 576 577 578 579 580 581 582 583 584 585 586 587 588 589 590 591 592 593 594 595 596 597 598 599 600 601 602 603 604 605 606 607 608 609 610 611 612 613 614 615 616 617 618 619 620 621 622 623 624 625 626 627 628 629 630 631 632 633 634 635 636 637 638 639 640 641 642 643 644 645 646 647 648 649 650 651 652 653 654 655 656 657 658 659 660 661 662 663 664 665 666 667 668 669 670 671 672 673 674 675 676 677 678 679 680 681 682 683 684 685 686 687 688 689 690 691 692 693 694 695 696 697 698 699 700 701 702 703 704 705 706 707 708 709 710 711 712 713 714 715 716 717 718 719 720 721 722 723 724 725 726 727 728 729 730 731 732 733 734 735 736 737 738 739 740 741 742 743 744 745 746 747 748 749 750 751 752 753 754 755 756 757 758 759 760 761 762 763 764 765 766 767 768 769 770 771 772 773 774 775 776 777 778 779 780 781 782 783 784 785 786 787 788 789 790 791 792 793 794 795 796 797 798 799 800 801 802 803 804 805 806 807 808 809 810 811 812 813 814 815 816 817 818 819 820 821 822 823 824 825 826 827 828 829 830 831 832 833 834 835 836 837 838 839 840 841 842 843 844 845 846 847 848 849 850 851 852 853 854 855 856 857 858 859 860 861 862 863 864 865 866 867 868 869 870 871 872 873 874 875 876 877 878 879 880 881 882 883 884 885 886 887 888 889 890 891 892 893 894 895 896 897 898 899 900 901 902 903 904 905 906 907 908 909 910 911 912 913 914 915 916 917 918 919 920 921 922 923 924 925 926 927 928 929 930 931 932 933 934 935 936 937 938 939 940 941 942 943 944 945 946 947 948 949 950 951 952 953 954 955 956 957 958 959 960 961 962 963 964 965 966 967 968 969 970 971 972 973 974 975 976 977 978 979 980 981 982 983 984 985 986 987 988 989 990 991 992 993 994 995 996 997 998 999 1000 1001 1002 1003 1004 1005 1006 1007 1008 1009 1010 1011 1012 1013 1014 1015 1016 1017 1018 1019 1020 1021 1022 1023 1024 1025 1026 1027 1028 1029 1030 1031 1032 1033 1034 1035 1036 1037 1038 1039 1040 1041 1042 1043 1044 1045 1046 1047 1048 1049 1050 1051 1052 1053 1054 1055 1056 1057 1058 1059 1060 1061 1062 1063 1064 1065 1066 1067 1068 1069 1070 1071 1072 1073 1074 1075 1076 1077 1078 1079 1080 1081 1082 1083 1084 1085 1086 1087 1088 1089 1090 1091 1092 1093 1094 1095 1096 1097 1098 1099 1100 1101 1102 1103 1104 1105 1106 1107 1108 1109 1110 1111 1112 1113 1114 1115 1116 1117 1118 1119 1120 1121 1122 1123 1124 1125 1126 1127 1128 1129 1130 1131 1132 1133 1134 1135 1136 1137 1138 1139 1140 1141 1142 1143 1144 1145 1146 1147 1148 1149 1150 1151 1152 1153 1154 1155 1156 1157 1158 1159 1160 1161 1162 1163 1164 1165 1166 1167 1168 1169 1170 1171 1172 1173 1174 1175 1176 1177 1178 1179 1180 1181 1182 1183 1184 1185 1186 1187 1188 1189 1190 1191 1192 1193 1194 1195 1196 1197 1198 1199 1200 1201 1202 1203 1204 1205 1206 1207 1208 1209 1210 1211 1212 1213 1214 1215 1216 1217 1218 1219 1220 1221 1222 1223 1224 1225 1226 1227 1228 1229 1230 1231 1232 1233 1234 1235 1236 1237 1238 1239 1240 1241 1242 1243 1244 1245 1246 1247 1248 1249 1250 1251 1252 1253 1254 1255 1256 1257 1258 1259 1260 1261 1262 1263 1264 1265 1266 1267 1268 1269 1270 1271 1272 1273 1274 1275 1276 1277 1278 1279 1280 1281 1282 1283 1284 1285 1286 1287 1288 1289 1290 1291 1292 1293 1294 1295 1296 1297 1298 1299 1300 1301 1302 1303 1304 1305 1306 1307 1308 1309 1310 1311 1312 1313 1314 1315 1316 1317 1318 1319 1320 1321 1322 1323 1324 1325 1326 1327 1328 1329 1330 1331 1332 1333 1334 1335 1336 1337 1338 1339 1340 1341 1342 1343 1344 1345 1346 1347 1348 1349 1350 1351 1352 1353 1354 1355 1356 1357 1358 1359 1360 1361 1362 1363 1364 1365 1366 1367 1368 1369 1370 1371 1372 1373 1374 1375 1376 1377 1378 1379 1380 1381 1382 1383 1384 1385 1386 1387 1388 1389 1390 1391 1392 1393 1394 1395 1396 1397 1398 1399 1400 1401 1402 1403 1404 1405 1406 1407 1408 1409 1410 1411 1412 1413 1414 1415 1416 1417 1418 1419 1420 1421 1422 1423 1424 1425 1426 1427 1428 1429 1430 1431 1432 1433 1434 1435 1436 1437 1438 14					

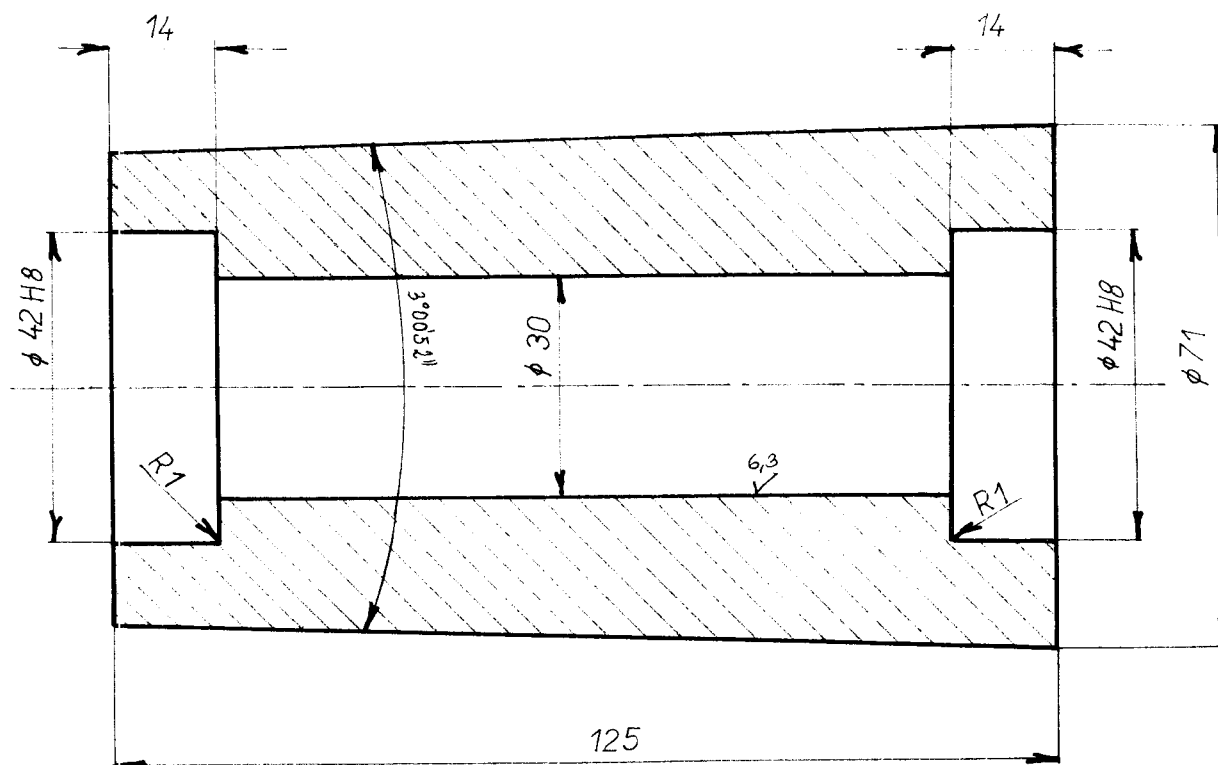
12,5
✓



DP ST-1055/74

2	200 x 20	ČSN 42 53 10	11 373					8
Rozměr kusů	Velikost Rozměr	Norma	Mat. značka	Winkel vyhledat	Winkel	Winkel	Číslo v kresle	
Rozměry				Číslo v kresle				
Měřítko	Kresla	NOVAK ST.	Číslo strom					
1:1	Prozkouška							
	Norma							
	Výkres							
VSST		SEGMENT		VS-05-06				

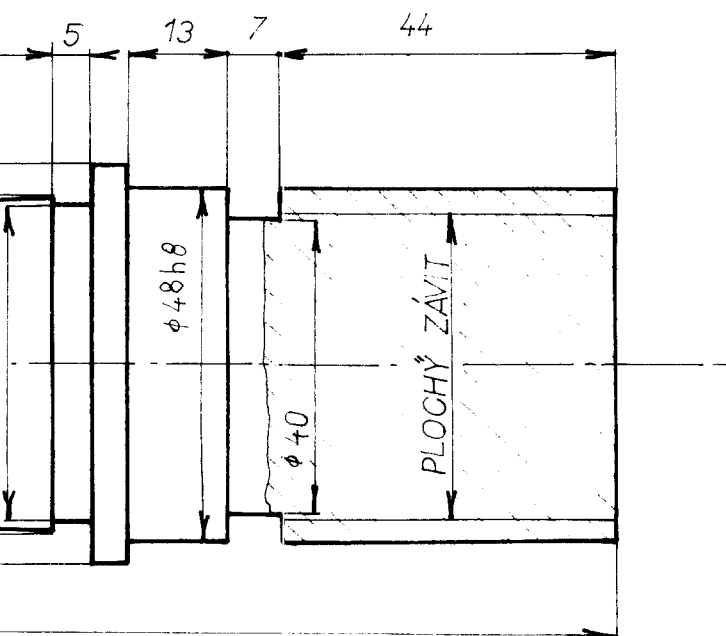
3,2 / 6,3



DP ST-1055/74

1	ø 76 x 127	ČSN 426510	11 600						11
Kreslil NOVÁK ST.		Č. transp.		Datum		Podpis		Index změny	
1:1									
VŠST		TRN		VS-05-09					

3,2 (0,8)
✓ (✓)



DP ST-1055/74

1 $\phi 56 \times 218$

ČSN 425510

11600

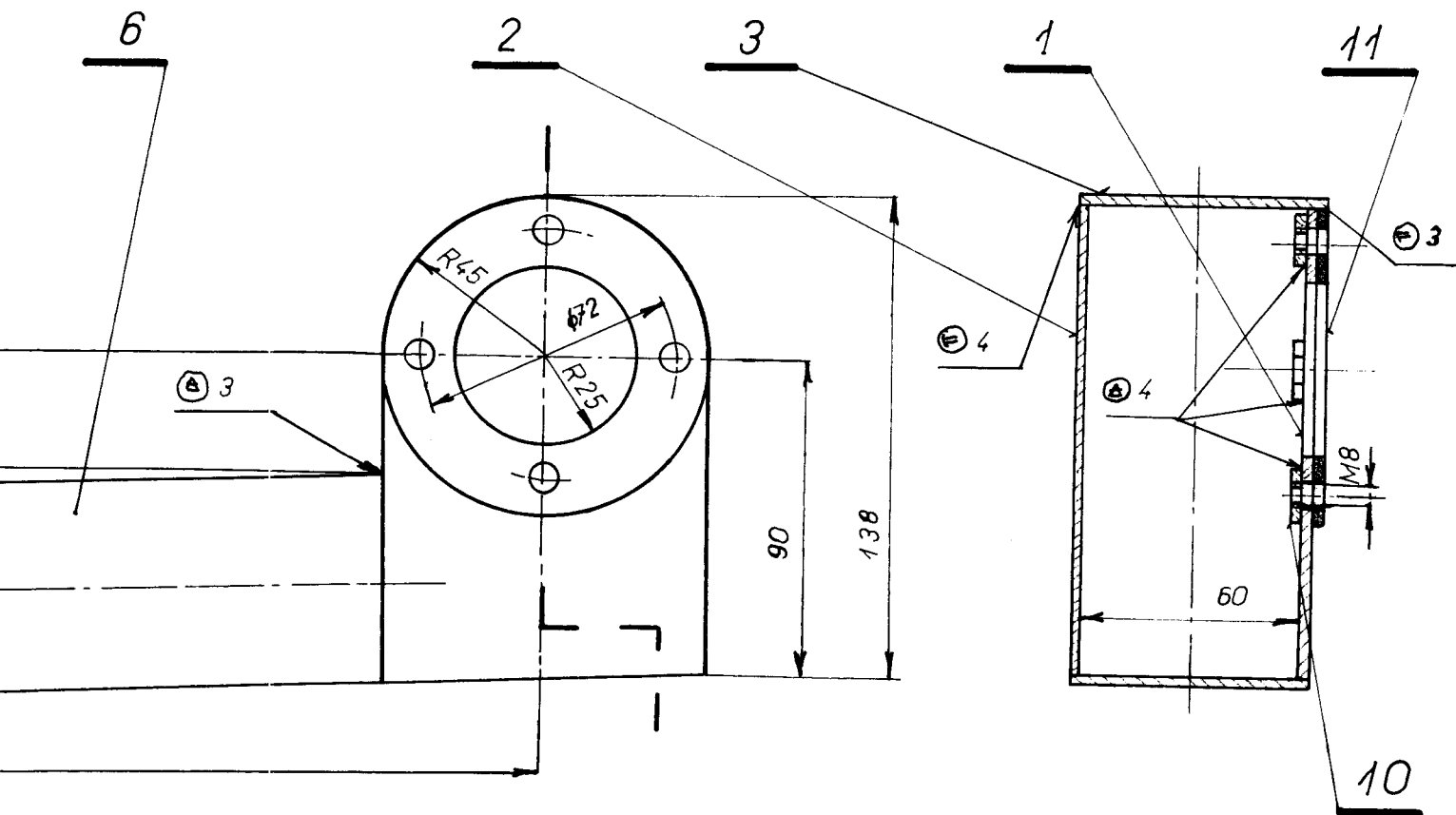
NOVÁK ST.

1:1

VŠST

BROUS. TRN

VS-06-00



1	TĚSNĚNÍ Ø 90	2	KUŽE							11
4	MATICE M8	ČSN 02 14 01								10
1	VZPĚRA 95 x 18 x 3	ČSN 42 53 01.21	11 373							9
2	PLECH 42 x 66 x 2,5	ČSN 42 53 01.21	11 373							8
2	PLECH 236 x 66 x 2,5	ČSN 42 53 01.21	11 373							7
2	PLECH 330 x 66 x 2,5	ČSN 42 53 01.21	11 373							6
1	PLECH 607 x 60 x 2,5	ČSN 42 53 01.21	11 373							5
1	PLECH 595 x 60 x 2,5	ČSN 42 53 01.21	11 373							4
1	PLECH 270 x 66 x 3	ČSN 42 53 01.21	11 373							3
1	PLECH 140 x 90 x 3	ČSN 42 53 01.21	11 373							2
1	PLECH 140 x 90 x 3	ČSN 42 53 01.21	11 373							1

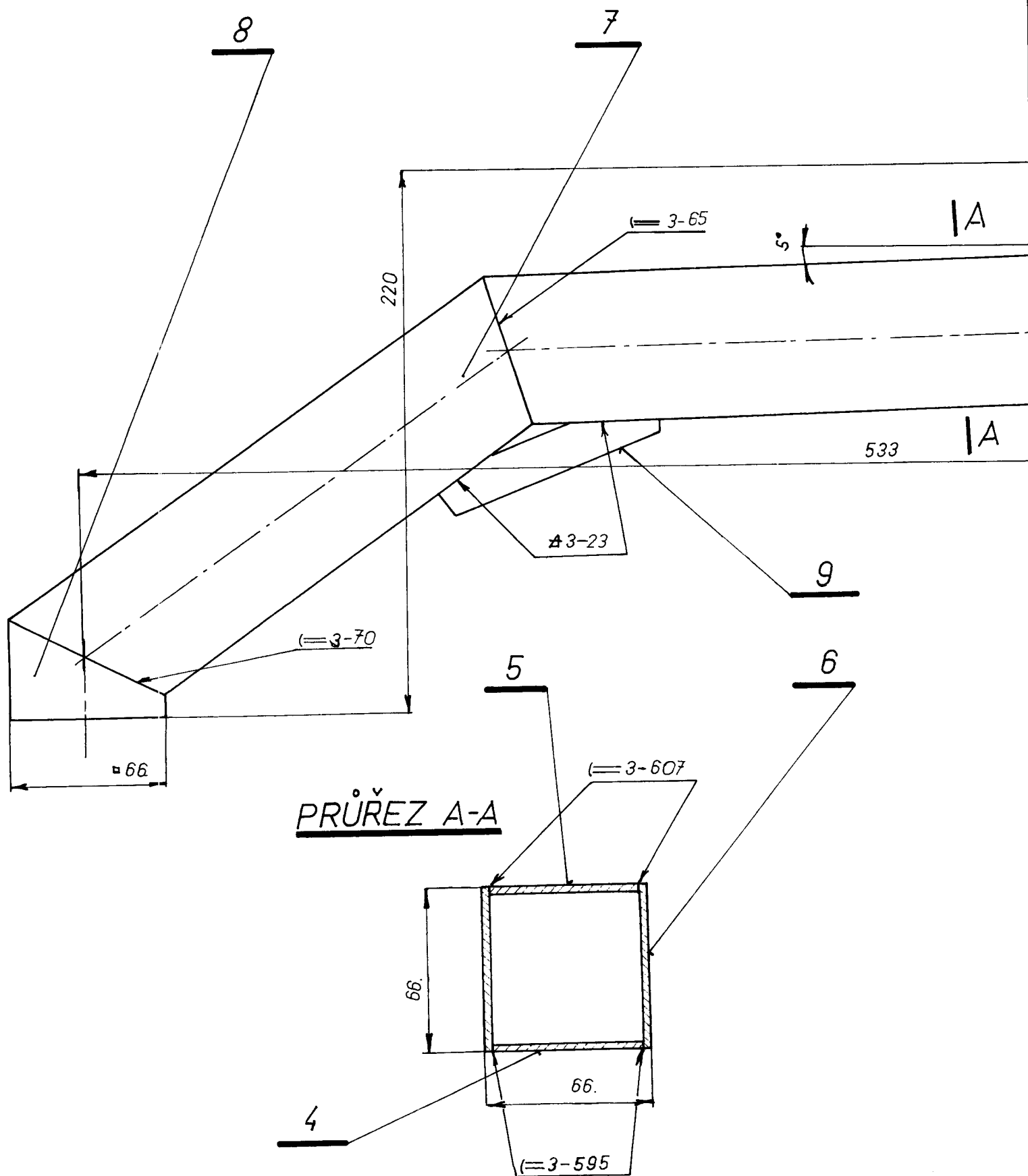
NOVÁK ST.

12

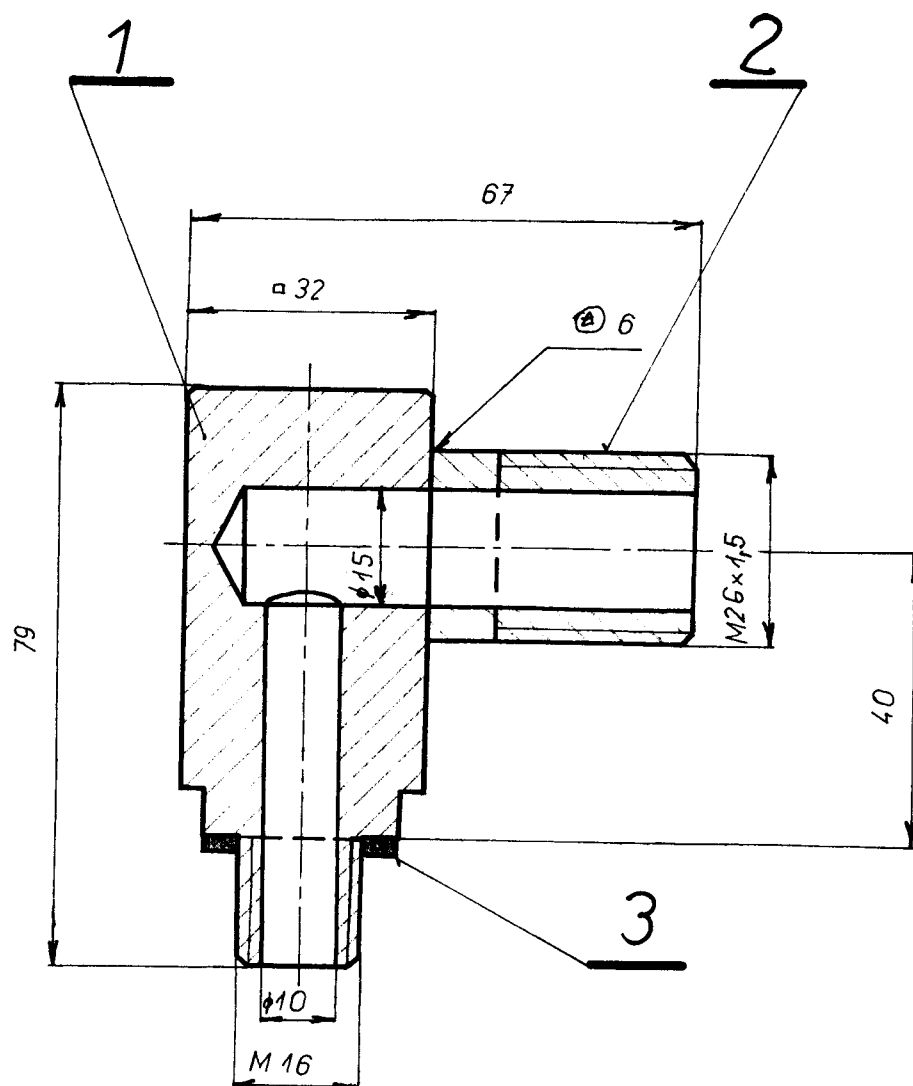
VŠST

KRYT Ø 72

VS - 07 - 00



DP ST-1055/74



DP ST-1055/74

1	TĚSNĚNÍ $\phi 26 \times 3$		KŮŽE						3
1	TYČ $\phi 28 \times 36$	ČSN 42 65 10	M 373						2
1	TYČ $32 \times 32 \times 80$	ČSN 42 65 30	M 373						1

NOVAK ST.

1:1

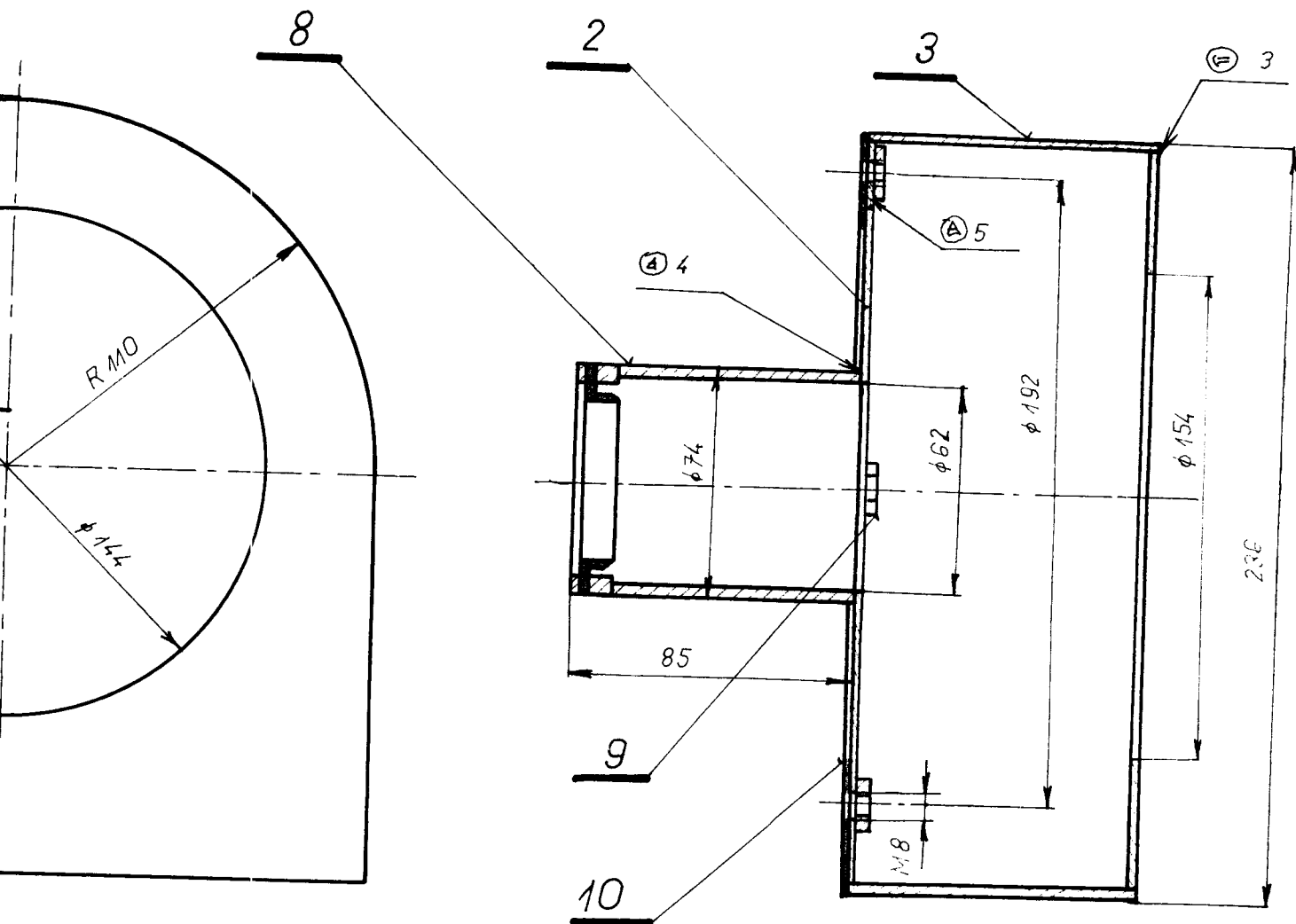
VŠST

PŘÍPOJKA

VS - 10 - 00

Počet listů

list



1	TĚSNĚNÍ $\phi 220 \times 2$		KŮŽE							10
4	MATICE M8	ČSN02 14 01								9
1	TRUBKA $\phi 76 \times 85 \times 6$									8
1	PLECH $695 \times 80 \times 2,5$	ČSN42 5301.21	11 373							7
1	PLECH $555 \times 80 \times 2,5$	ČSN42 5301.21	11 373							6
2	PLECH $130 \times 85 \times 2,5$	ČSN42 5301.21	11 373							5
2	PLECH $423 \times 85 \times 2,5$	ČSN42 5301.21	11 373							4
1	PLECH $510 \times 85 \times 2,5$	ČSN42 5301.21	11 373							3
1	PLECH $236 \times 220 \times 3$	ČSN42 5301.21	11 373							2
1	PLECH $236 \times 220 \times 3$	ČSN42 5301.21	11 373							1

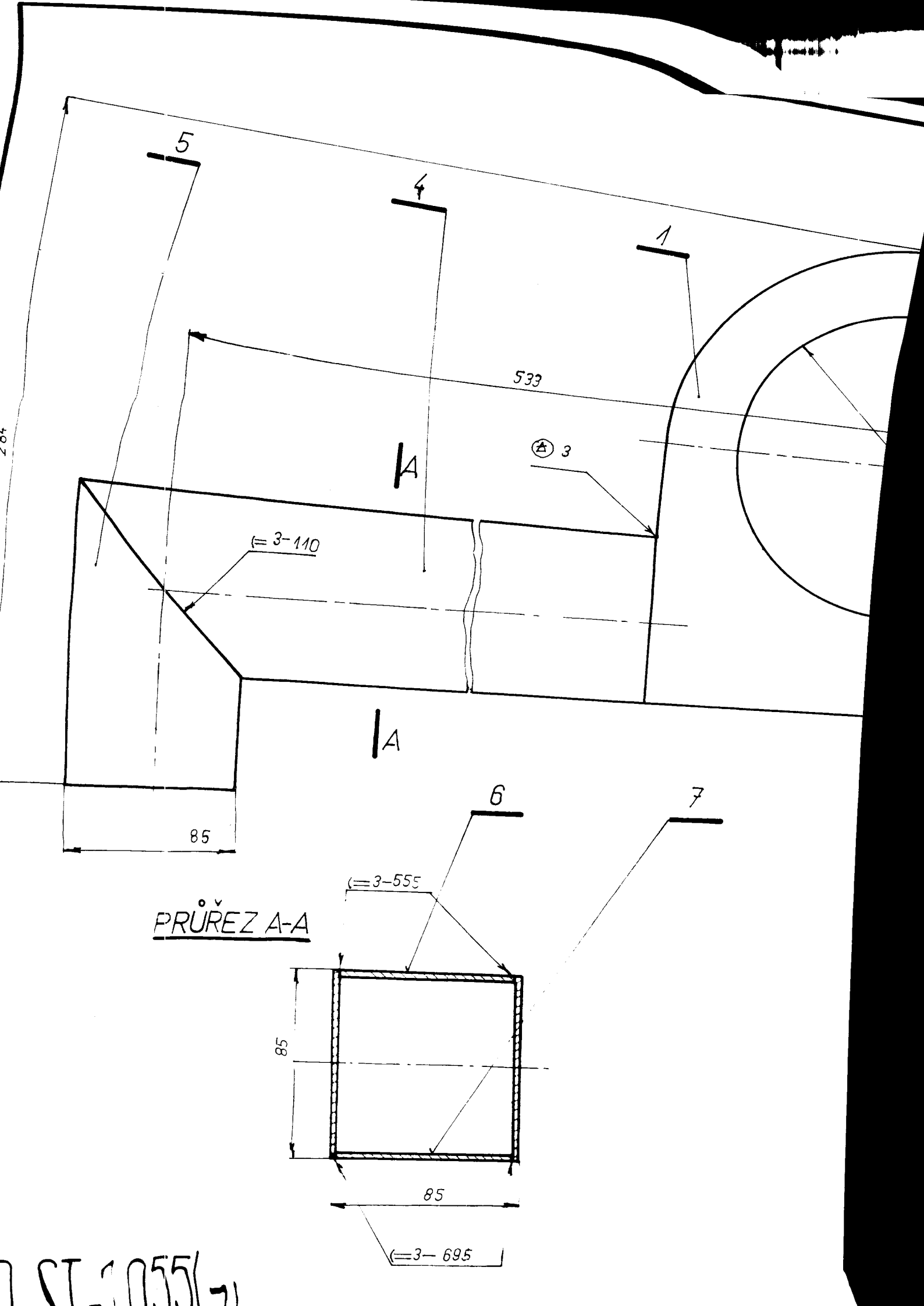
NOVÁK ST.

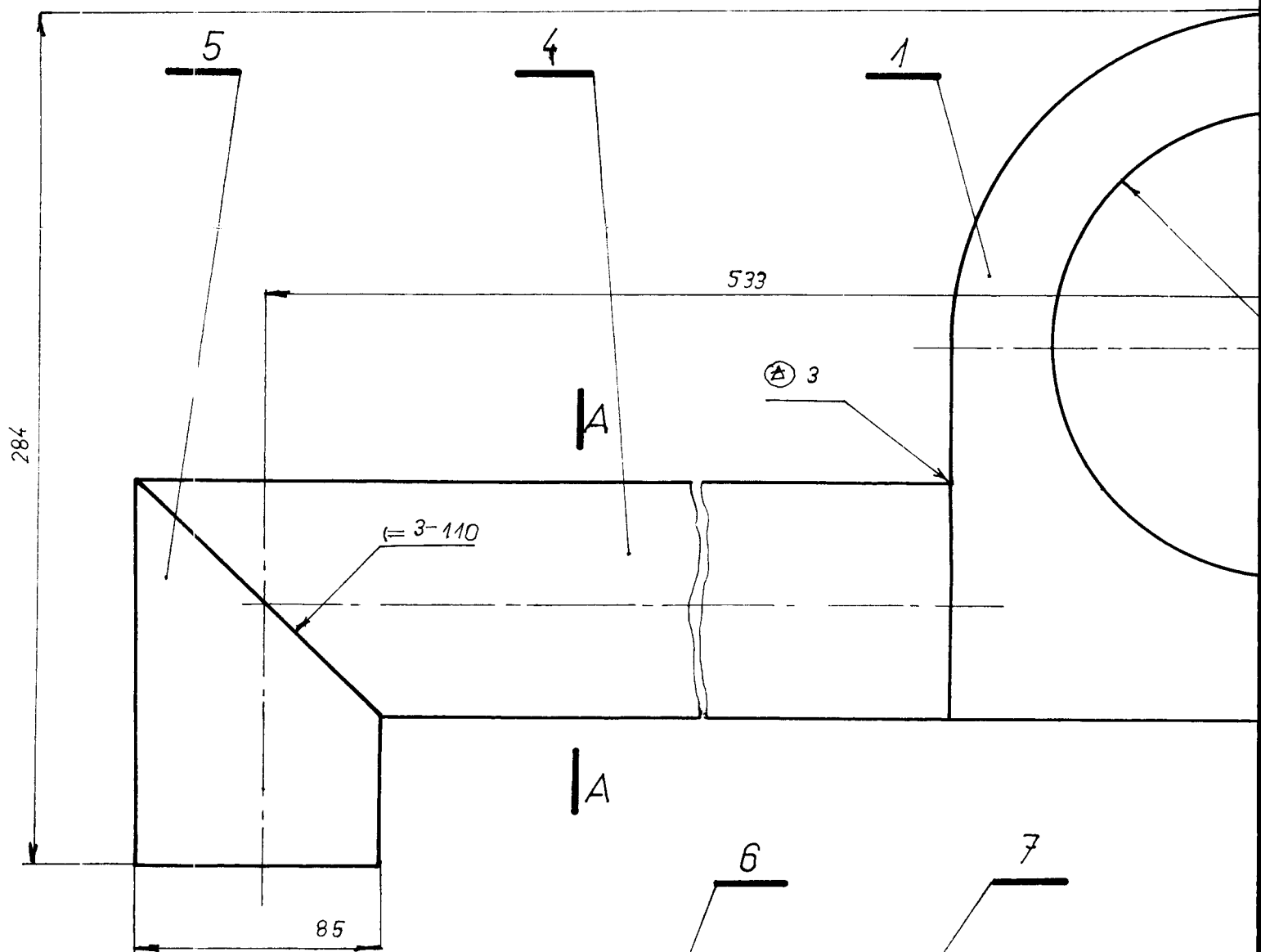
2

VŠST

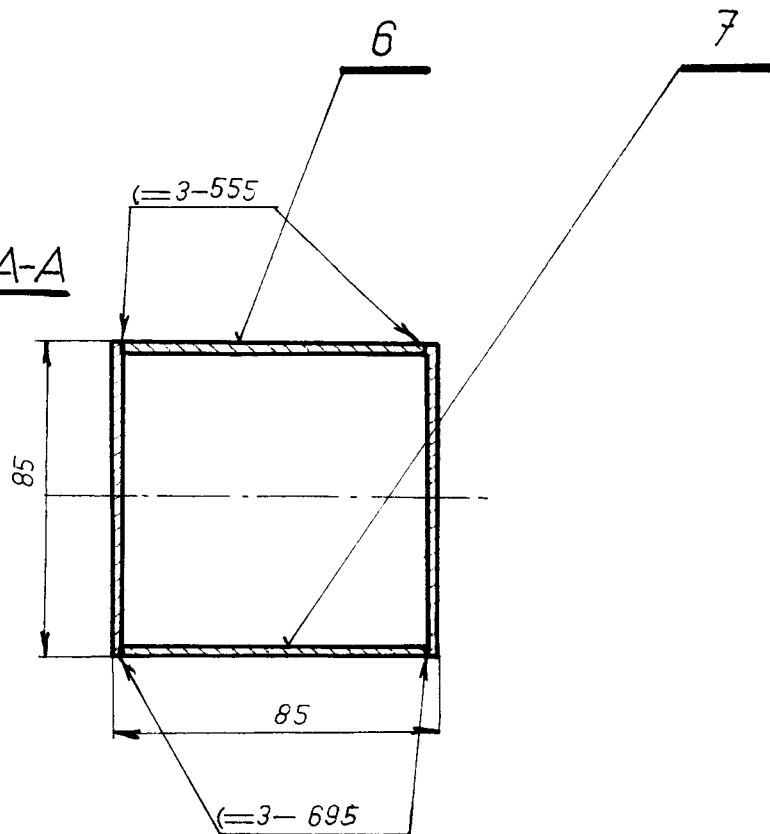
KRYT $\phi 236$

VS-11-00

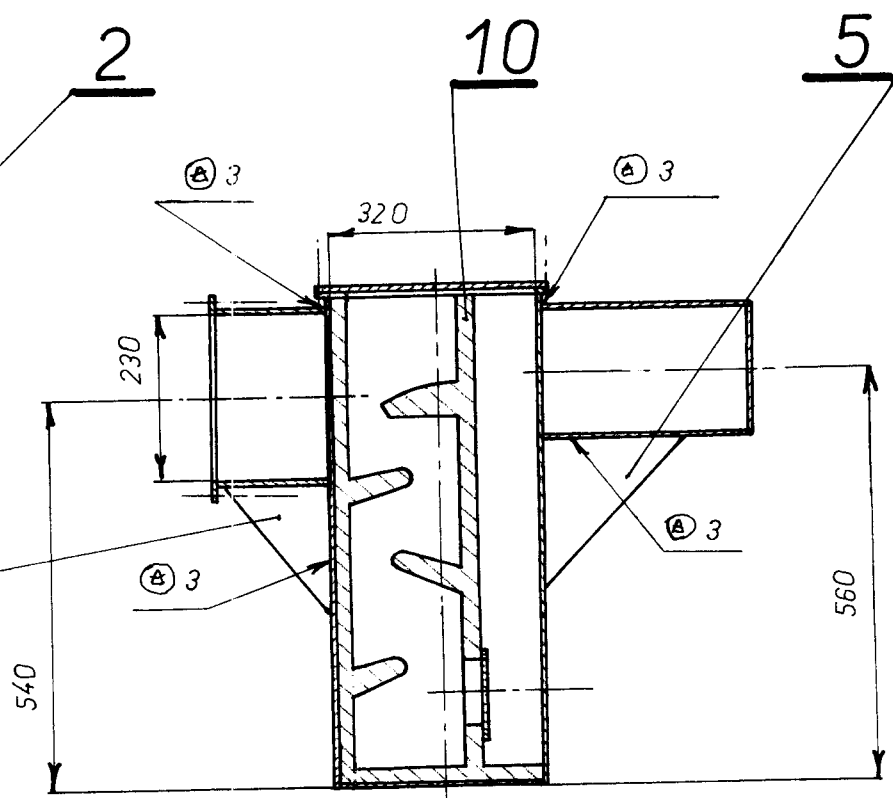




PRŮŘEZ A-A



DP ST-1055/74



1	HRDLO 180 × 180	SVAŘENEC							12
1	HRDLO 340 × 230	SVAŘENEC							11
1	MAGNET. VLOŽKA								10
16	ŠROUB M8 × 16	ČSN 02 1101							9
1	TĚSNĚNÍ 540 × 320 × 3		KŮŽE						8
1	PŘÍRUBA 540 × 320 × 3	ČSN 42 5301.21	11 373						7
2	VZPĚRA 140 × 140 × 5	ČSN 42 5301.21	11 373						6
2	VZPĚRA 190 × 190 × 5	ČSN 42 5301.21	11 373						5
1	VÍKO 540 × 320 × 2,5	ČSN 42 5301.21	11 373						4
1	PLECH 500 × 280 × 2,5	ČSN 42 5301.21	11 373						3
1	PLECH 770 × 650 × 2,5	ČSN 42 5301.21	11 373						2
1	PLECH 770 × 650 × 2,5	ČSN 42 5301.21	11 373						1

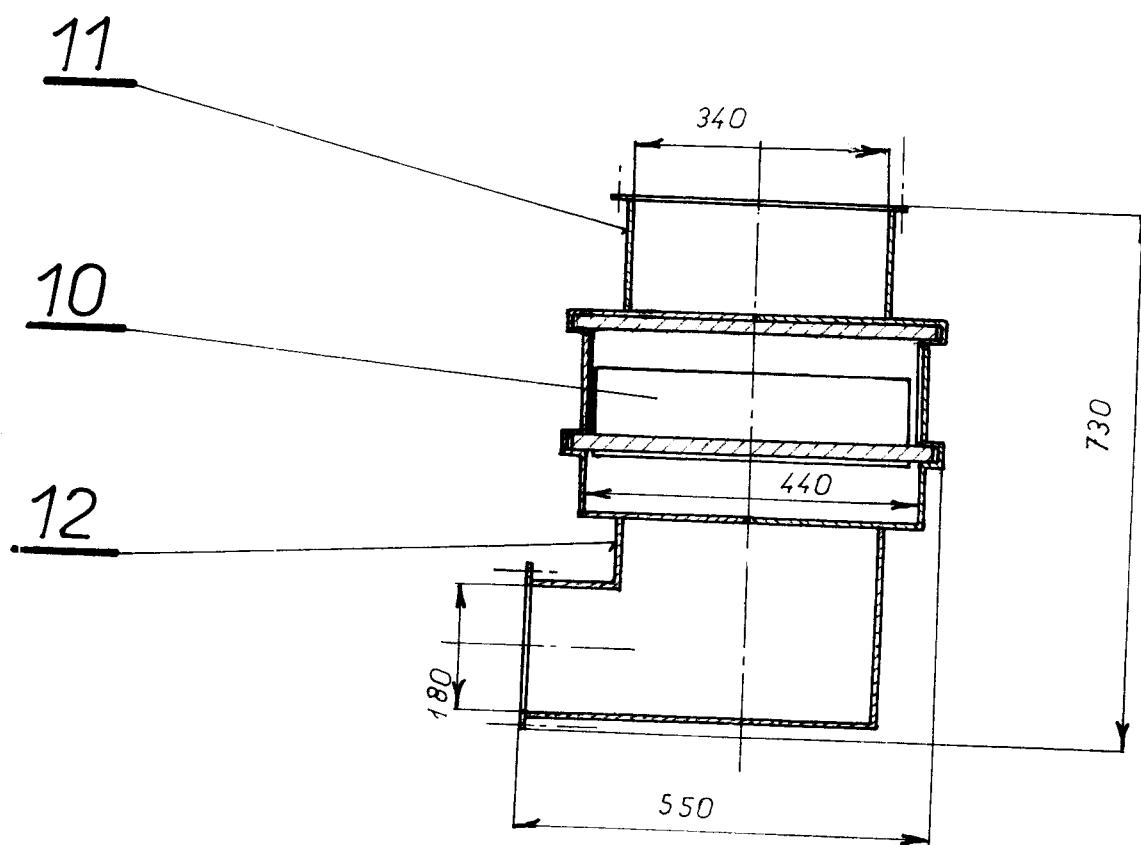
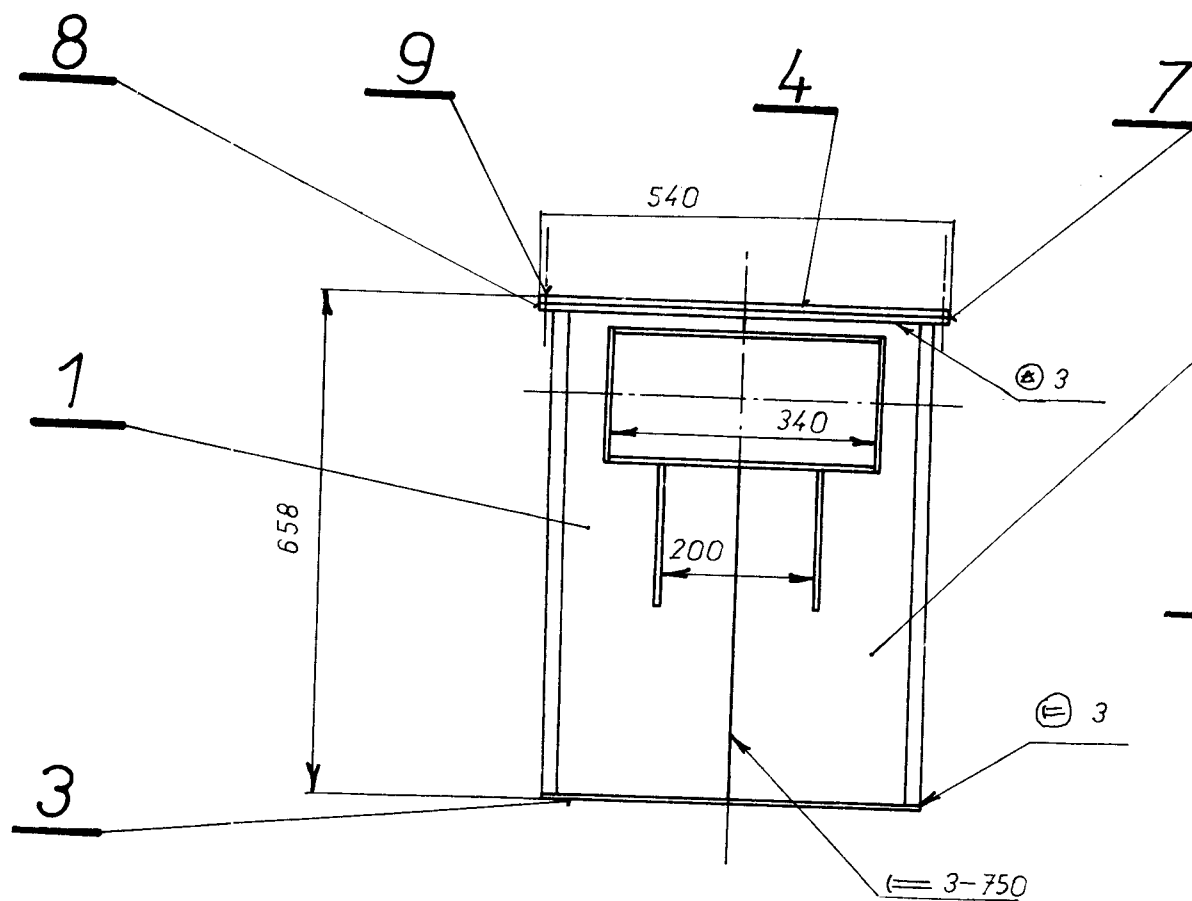
MORÁK ST.

1:10

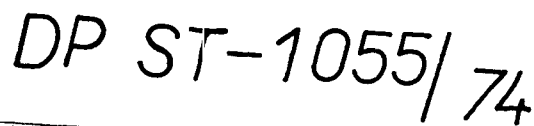
VŠST

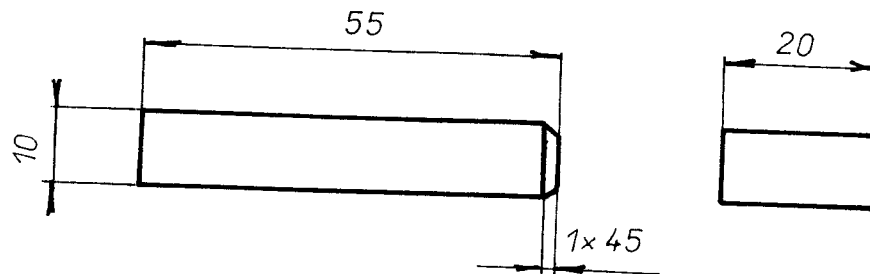
MAG. FILTR

VS-12-00



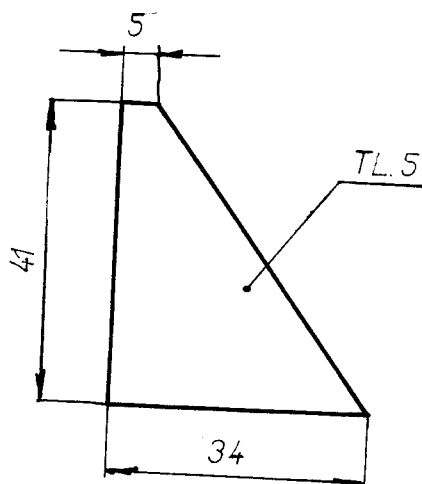
DP ST- 1055/74

[illegible]



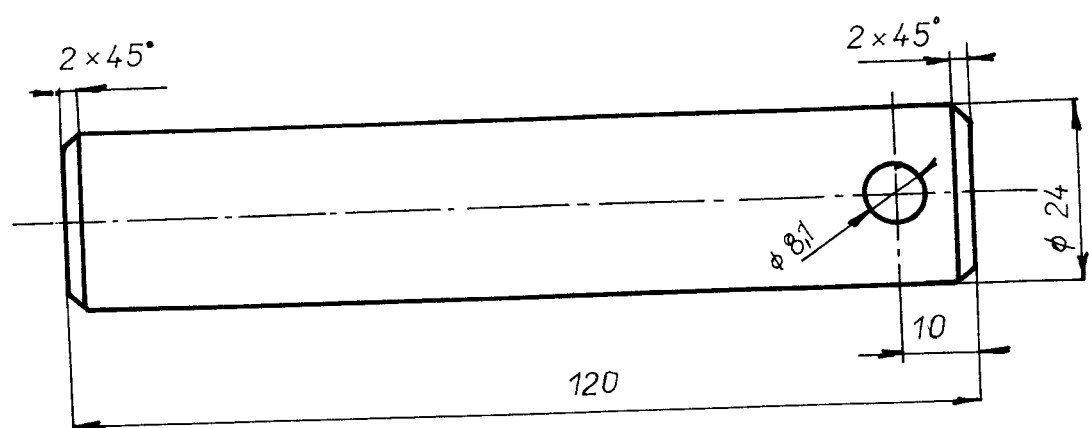
DP ST-1055/74

4	55x20x10	ČSN 42 6522	11 373							9
Název - Rozměr	Polotovár	Mat. koncový	Mat. výchozí	Číslo	Č. váha	hmotná	Číslo vykresu	Pos.		
Pozice	Kresil NOVÁK ST.			Celková čistá váha v kg						
Měřítko	1:1	Přezkoušel	Číslo sním.	Změna			Datum	Podpis	Index změny	X
		Norm. ref.								X
		Vyr. provedení	Schválil							X
		Dne	Č. transp.							X
VŠST		Typ	Skupina	Starý výkres			N. v. výkres			
		Název	UNAŠEČ			VS-05-07				
		Podpis: _____								



DP ST-1055/74

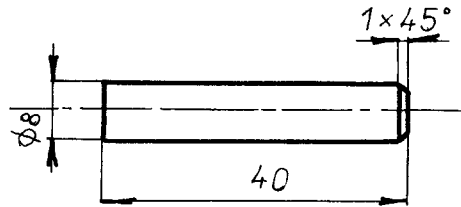
4	5x41x34	ČSN 42 53 10	11 373							10
Rozměr - Rozměr		Číslo		Materiál		Materiál		Materiál		
Poznámka		Kresl. NOVAK ST		Číslo st.		Číslo st.		Číslo st.		
1:1		Přezkoušel		Schvál.		Schvál.		Schvál.		
		Vyr. provedl		Dne		Dne		Dne		
VSST		PŘÍLOŽKA		VS-05-08		VS-05-08		VS-05-08		



DP ST-1055/74

2	ø 26 x 125	ČSN 42 65 10	11 373						6
Počet kusů	Název - Rozměr	Polotovár	Mat. konečný	Mat. vchozí	Řada odo.	Č. váha	Č. váha	Číslo vykreš.	Pos.
Podílka				Celková čistá váha v kg					
Měřítko 1:1	Kreslil NOVÁK ST.		Čís. sádky	Změna		Datum	Podpis	Index změny	x
	Přezkoušel		x						
	Norm. re.		x						
	Výr. proednal	Schválil	x						
		Dne	Č. transp.	Starý vykreš		Nový vykreš			x
VŠST		Typ	Skupina	VS-05-04					
Název		KOLÍK							
		Počet listů							

12,6
✓



DP ST-1055/74

2	$\phi 8 \times 40$	ČSN 42 65 10	11 373						7
Název - Rozměr		Podoba	Číslo kotevní	Stav vyhotov	Číslo výkresu				
Poznámka				Celková čistá váha v kg					
Měřítko 1:1	Kresil NOVÁK ST.			Změny		Datum	Podpis	Index změny	x
	Prezkoušel								x
	Norm. ref.								x
	Vyr. provedl	Schválil	Číslo transp.						x
	Dne								x
Typ		Skupina		Stav vykres		Nový vykres			
Název				VS-05-05					
VSST		ČEP							