

**STREDNÁ PRIEMYSELNÁ ŠKOLA TECHNICKÁ, HVIEZDOSLAVOVA 6, 052 01
SPIŠSKÁ NOVÁ VES**

STRIHACIE A OHÝBACIE ZARIADENIE

Strojár Inovátor

2026

Spišská Nová Ves

riešiteľ

Ján Katreniak

ročník štúdia: štvrtý

OBSAH

ÚVOD

1 CIELE PRÁCE

2 MATERIÁL A METODIKA

2.1 Technológia tvárnenia – strihanie

2.2 Technológia tvárnenia - ohýbanie

2.3 Nástrihový plán

2.4 Mechanická zostava prípravku

3 NÁVRH STRIHACIEHO A OHÝBACIEHO PRÍPRAVU

3.1 Návrh nástrojov

3.2 Návrh montážnych prvkov nástroja

3.3 Návrh prvkov pre montáž do lisu

4 NÁVRH STRIHACIEHO STROJA

4.1 Mechanický lis TPA 15

4.2 Alternatívne zariadenie

5 ZÁVER PRÁCE

6 ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

7 ZOZNAM PRÍLOH

PRÍLOHY

Úvod

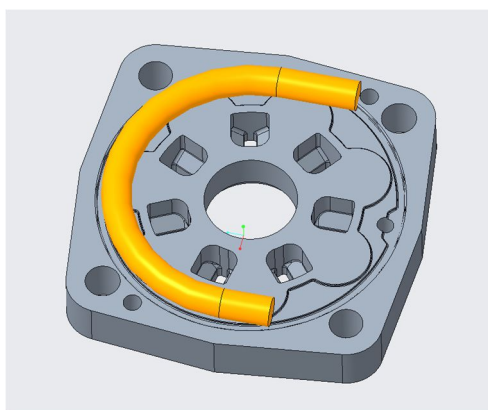
Študujem na Strednej priemyselnej škole technickej v Spišskej Novej Vsi odbor 2381 M – strojárstvo programovanie CNC strojov a grafické technológie. Firma Miba Sinter Slovakia s. r. o. Dolný Kubín sa zameriava na výrobu súčiastok práškovou metalúgiou hlavne pre automobilový priemysel. Počas brigády v tomto závode, som mal možnosť sa zoznámiť s konštrukčnými postupmi pre práškovú metalúgiu, zároveň som spolupracoval na návrhu prípravku na strihanie a ohýbanie medeného drôtu. Medený drôt sa používa v procese infiltrácie na zvýšenie spekaných materiálov. Vďaka vedomostiam z počítačovej grafiky, nadobudnuté v škole, som zostrojil technickú dokumentáciu. Pri vypracovaní dokumentácie som použil doterajšie skúsenosti z odborných predmetov, školskej praxe, ako aj praxe získanej v danej firme. Moje poďakovanie patrí pánovi učiteľovi, ako aj konštrukčnej kancelárii spoločnosti Miba Sinter Slovakia, za pripomienkovanie práce ako aj poznatky z praxe, ktoré mi boli nápomocné.

2. Cieľ práce

Cieľom predkladanej práce je navrhnuť a skonštruovať strihací a ohýbací prípravok na medený drôt hrúbky 9 mm, ktorý sa používa na infiltráciu dielov vyrobených technológiou práškovej metalurgie. V prototypovej fáze vývoja sa používa drôt manuálne sekaný na potrebnú hmotnosť. Navrhované riešenie má zabezpečiť sériovú prípravu drôtu na infiltráciu, ako aj možnosť zavedenia automatizácie pri nakladaní lisovaných dielov na spekáciu pásovú pec a medeného drôtu z podávača.



obr. 1 Pôvodné prototypové riešenie



obr. 2 Navrhované riešenie

Potrebná hmotnosť medi na infiltráciu je $95 \pm 0,1$ g.

- Navrhnuť potrebnú dĺžku drôtu priemeru 9 mm na požadovanú hmotnosť.
- Navrhnuť a skonštruovať strihací a ohýbací nástroj
 - Navrhnuť obmedzenú možnosť nastavenia dĺžky drôtu pre ohýbanie za účelom regulácie požadovanej hmotnosti medi
 - Konštrukcia prípravku podľa možností jednoduchá na použitie v mechanickom 150 kN lise
 - Pre prax je dôležitá konštantná hmotnosť strihaného a ohýbaného drôtu
 - geometria ohýbania je druhoradá – nie je nutná symetrickosť ohybu – dôležité je ohnutie aby sa drôt pri posuve pásu neskotúlal s infiltrovaného dielu

2. MATERIÁL A METODIKA

Plošné tvárnenie je charakteristické tým, že pôsobením vonkajších síl na východiskový polotovár meníme jeho **tvar, rozmery a fyzikálno-mechanické vlastnosti bez podstatnej zmeny jeho hrúbky** tak, aby spĺňal výkresom predpísané parametre.

Tieto zmeny sa realizujú prostredníctvom **mechanizmov plastickej deformácie bez porušenia súdržnosti** materiálu.

2.1 Technológia tvárnenia – strihanie

2.1.1 Princíp strižného procesu

Strihanie je oddeľovanie materiálu pomocou protiľahlých nožov, ktoré vyvolajú v telesovej rovine šmykové napätie strihu.

Operácie, technológia strihania: jednoduché strihanie, dierovanie, vystrihovanie, odstrihovanie, pristrihovanie, nastrihovanie, prestrihovanie, pretrhávanie a vysekávanie, presné strihanie, strihanie profilov.

2.1.2 Proces strihania

I. fáza: pružný aj plastický ohyb (deformácia) bez oddeľovania častí materiálu.

II. fáza: plastický strih (čistý strih), pri ktorom sa materiál oddeľuje šmykovými napätiami.

III. fáza: oddelenie častí odtrhnutím (prevažuje tu ťahové napätie).

IV. fáza: strihanie sa ukončí vytlačením odstrižku od polotovaru.

2.1.3 Stroje a nástroje na strižné operácie

Strihanie rozdeľujeme na:

Strihanie na nožniciach (strojom a nástrojom sú nožnice)

Strihanie na lisoch

Strihanie na nožniciach

Rovnobežných

So skosenými nožmi

Profilové

Strihanie na lisoč

Nástroje

Jednoduchý: zahŕňajú v sebe jednu základnú prácu, v nej jednu operáciu a súčiastka je vyrobená na jeden zdvih.

Postupový: zahŕňa v sebe jednu základnú prácu, v nej 2 až n operácií a súčiastka je vyrobená na 2 až n zdvihov.

Zlúčený: zahŕňa v sebe jednu základnú prácu, v nej 2 až n operácií a súčiastka je vyrobená na jeden zdvih.

Združený: zahŕňa v sebe 2 až n základných prác, n nich operácie a súčiastka je vyrobená na jeden zdvih.

Združený postupový: zahŕňa v sebe 2 až n základných prác, v nich operácie a súčiastka je vyrobená na 2 až n zdvihov.

2.2 Technológia tvárnenia - ohýbanie

Ohýbanie je technologický proces, pri ktorom sa mení tvar polovýrobku nehomogénnou a lokálnou plastickou deformáciou v miestach maximálneho ohybového momentu pri súčasnom pôsobení vonkajších ohybových momentov a aj pozdĺžnych a priečnych síl. Pri ohýbaní nastáva pružno-plastická deformácia materiálu. Materiál na vnútornej strane ohybu sa stláča v pozdĺžnom a rozširuje v priečnom smere. Na vonkajšej strane ohybu sa materiál rozťahuje v pozdĺžnom a zužuje v priečnom smere. V strede materiálu leží vrstva, ktorá nie je namáhaná a napätie sa rovná nule (hovoríme jej neutrálna vrstva). Medzi základné energo-silové parametre technológie ohýbania patria ohybová sila, ohybový moment, ohybová práca. Z technologických parametrov ohýbania sú najmä minimálny polomer ohybu, uhol odpruženia. Pri špeciálnych technológiách ohýbania sa priradujú aj ďalšie parametre.

2.3 Nástrihový plán

Pre jednoduché strihanie, jednoradové bez odpadu. Strihať budeme medený drôt o priemere 9 mm.

Požadovaný parameter výstrižku je hmotnosť predpísaná na infiltráciu 95g.

Výpočet potrebnej dĺžky drôtu:

Objemová hustota medi

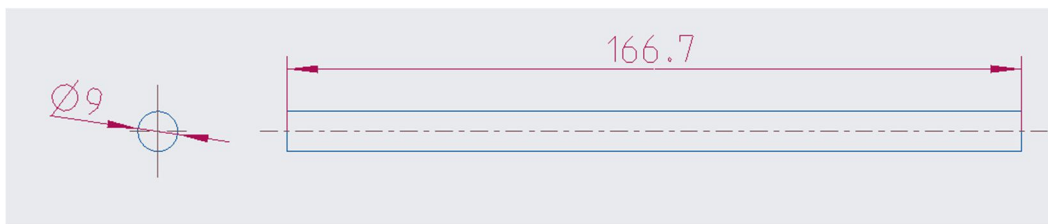
$$\rho = 8,986 \text{ g.cm}^{-3}$$

Potrebný objem medi vypočítame

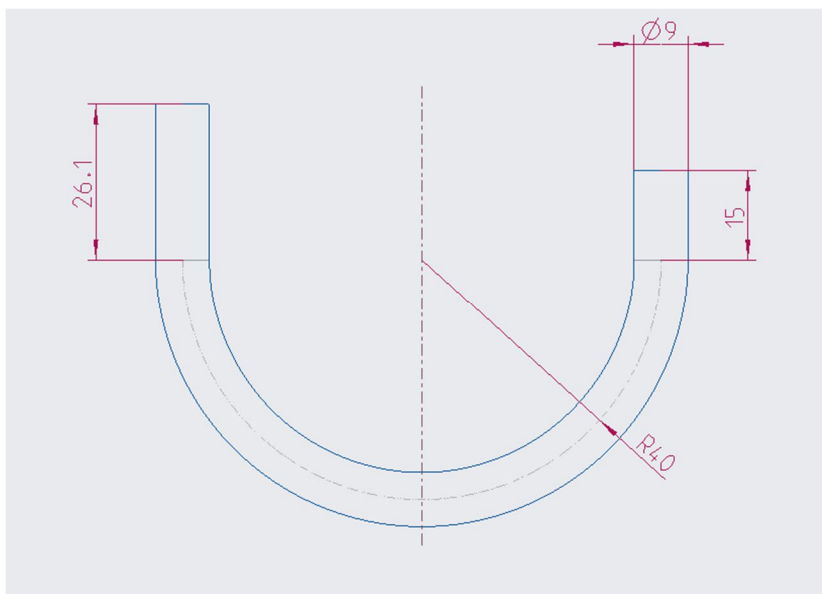
$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{95}{8,96} = 10,6 \text{ cm}^3$$

Potrebná dĺžka drôtu priemeru 9 mm
$$V = \frac{V}{\pi r^2} = \frac{10600}{\pi \cdot 4,5^2} = 166,7 \text{ mm}$$

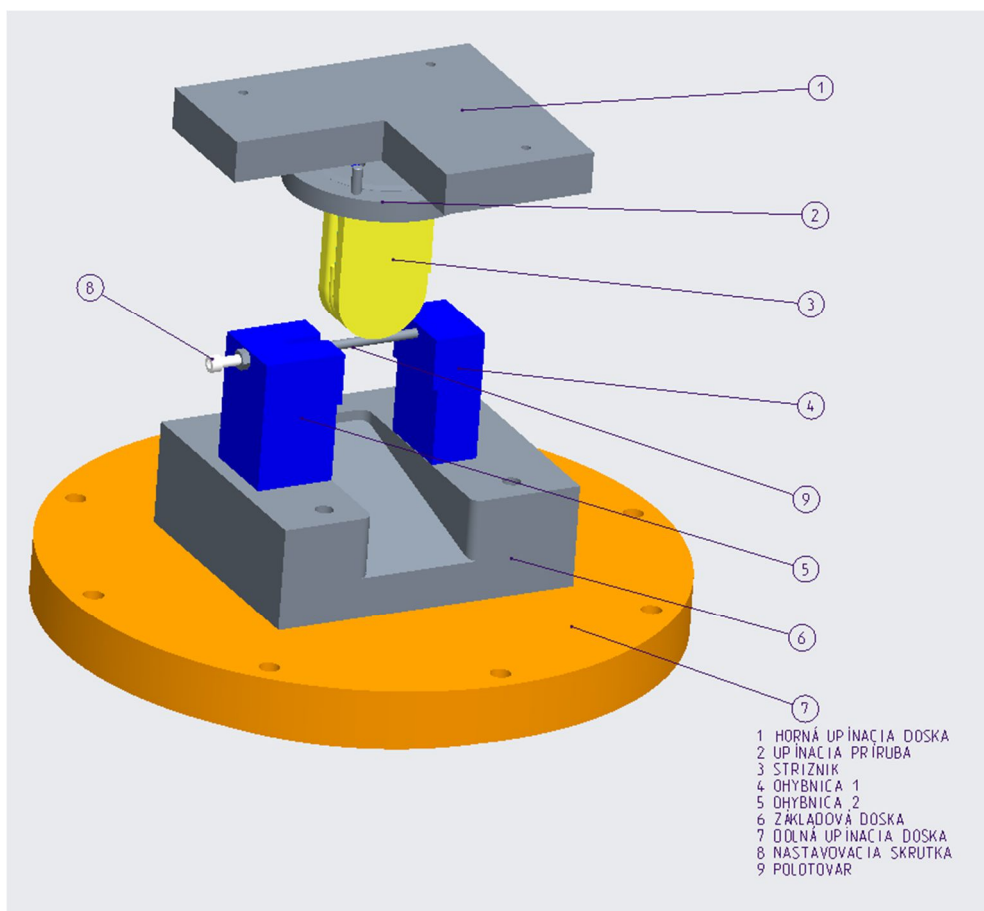
Strihať budeme medený drôt o priemere 9 mm a dĺžky 166,7 mm.



Ohýbať budeme odstrihnutý drôt do tvaru U



2.4 Mechanická zostava prípravku



obr.3 Zostava prípravku

3. Návrh strihacieho a ohýbacieho prípravku

Pri návrhu a konštrukcii strihacieho a ohýbacieho prípravku sa vychádza z poznatkov a skúseností v oblasti konštruovania lisovacích a kalibrovacích nástrojov pre práškovú metalurgiu.

Tieto poznatky boli získané pri konzultáciách s technikom firmy Miba Sinter Slovakia Dolný Kubín.

Po získaní informácií sa pristúpilo k návrhu činných nástrojov, to sú tie ktoré sa priamo podieľajú na procese strihania a ohýbania drôtu.

3.1 Návrh nástrojov

3.1.1 Strižnica

Strižnicu navrhujeme vyrobiť z nástrojovej ocele 19 436 podľa STN 42 5516-66. Ide o oceľ s vysokou odolnosťou proti opotrebeniu pričom je rozmerovo stabilná po tepelnom spracovaní. Má dobré rezné vlastnosti a prekaliteľnosť. Je vhodná pre prácu za studena, hlavne nože na strihanie plechov.

Činnú časť strižnice navrhujeme zakaliť a popustiť na 56 – 58 HRc na zabezpečenie dobrej oteru vzdornosti a otláčaniu strižnej hrany.

Upínaciu časť strižnice (päť nástroja) navrhujeme popustiť 53 – 55 HRc na zabezpečenie potrebnej húževnatosti pri prenose tlaku na nástroj.

3.1.2 Ohybnica

Ohybnicu 1 a 2 navrhujeme vyrobiť podobne ako strižnicu z nástrojovej ocele 19436 na základe STN 42 5516-66.

Po opracovaní nástroj zakaliť a popustiť na 56 – 58 HRc, čo zabezpečí dobrú odolnosť voči otláčaniu hrán nástroja.

Na zabezpečenie presnosti montáže nástroja navrhujeme spodnú časť brúsiť, čím zabezpečíme vhodné upnutie nástroja na hlavnú dosku.

3.2 Návrh montážnych prvkov nástroja

3.2.1 Základová platňa

Základová platňa slúži na upnutie ohybníc 1 a 2. Nejedná sa o nástroj, preto ju navrhujeme vyrobiť z ocele 11 600 podľa STN 42 5510-63 čo je neušľachtilá konštrukčná oceľ obvyklej akosti s vyšším obsahom uhlíka. Je vhodná na strojné súčasti namáhané staticky aj dynamicky a súčasti vystavené veľkému tlaku ako sú napríklad objímky, matice, podpery atď.

Pre správnosť funkcie a montáže navrhujeme vrchnú časť prebrúsiť na zabezpečenie správnej montáže ohybníc.

3.2.2 Upínacia príruha

Upínaciu prírubu navrhujeme vyrobiť z ocele 11 600 podľa STN 42 5510-63, čo je neušľachtilá konštrukčná oceľ obvyklej akosti s vyšším obsahom uhlíka. Je vhodná na strojné súčasti, namáhané staticky aj dynamicky ako aj súčasti vystavené veľkému tlaku ako sú napríklad objímky, matice, podpery atď.

Upínacia príruha slúži na upnutie strižnice do hornej upínacej dosky, ktorá je montážnym dielom stroja.

3.3 Návrh prvkov pre montáž do lisu

3.3.1 Horná upínacia doska

Hornú upínaciu dosku navrhujeme vyrobiť z uhlíkovej nástrojovej ocele 19 133 podľa STN 42 5310.12 určenú pre prácu za studena a kaleniu s dobrou prekaliteľnosťou.

Na zabezpečenie správnej funkcie a montáže navrhujeme hornú upínaciu dosku kalieť a popustiť na 45 – 48 HRc. Spodnú časť prebrúsiť na zabezpečenie správnej montáže strižnice.

3.3.2 Dolná upínacia doska

Dolnú upínaciu dosku navrhujeme vyrobiť z ocele 11 600 podľa STN 42 5510-63, čo je neušľachtilá konštrukčná oceľ obvyklej akosti s vyšším obsahom uhlíka. Je vhodná na strojné súčasti namáhané staticky aj dynamicky a súčasti vystavené veľkému tlaku ako sú napríklad objímky, matice, podpery atď.

Ďalej ju navrhujeme prebrúsiť na zabezpečenie správnej montáže základovej dosky a zabudovanie navrhovaného prípravku do stroja TPA 15.

4. Návrh strihacieho stroja

4.1 Mechanický lis TPA 15

Po konzultáciách s konštrukčnou kanceláriou a uvažovaní možnosti prevádzky, navrhujeme použiť na strihanie a ohýbanie predmetného dielu mechanický lis TPA 15, ktorý je k dispozícii v počte tri kusy v prípade potrebnej náhrady pri plánovaní výroby.

4.1.1 Technické údaje TPA 15/3

Max. sila strihania	150 kN
Max. sila vyhodenia	80 kN
Ma. pridržanie v strihacej polohe	50 kN
Pracovný zdvih hornej strižnice	100 mm
Rýchlosť pracovného zdvihu	18 – 50 ks/min.
Hnací motor	P = 3 kW
	n = 2895 1/min.



obr.4 Mechanický lis TPA 15/3

4.1.2 Montáž prípravku do lisu

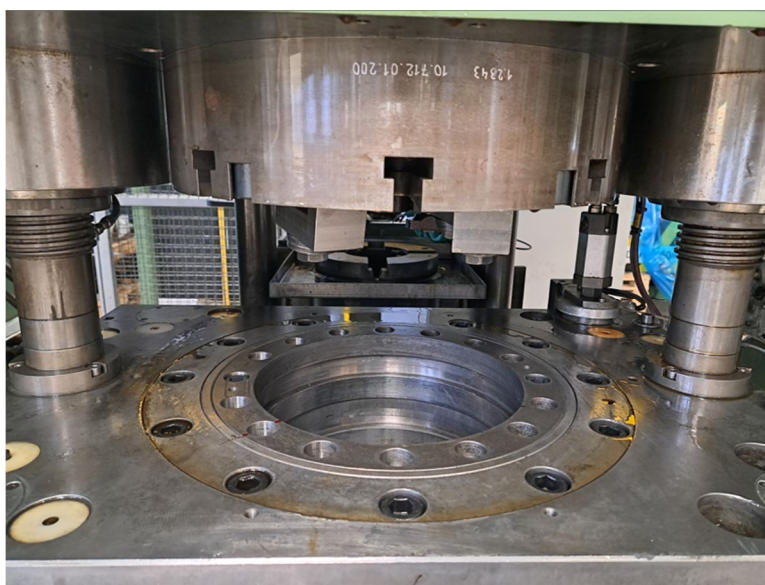
Pre montáž samotného prípravku ako aj následné upnutie do lisovacieho zariadenia, navrhujem použiť skrutky M10 celozávit s imbusovou hlavou, A2 nerez DIN 912.

Dĺžky skrutiek voliť podľa potreby pre jednotlivé komponenty prípravku.

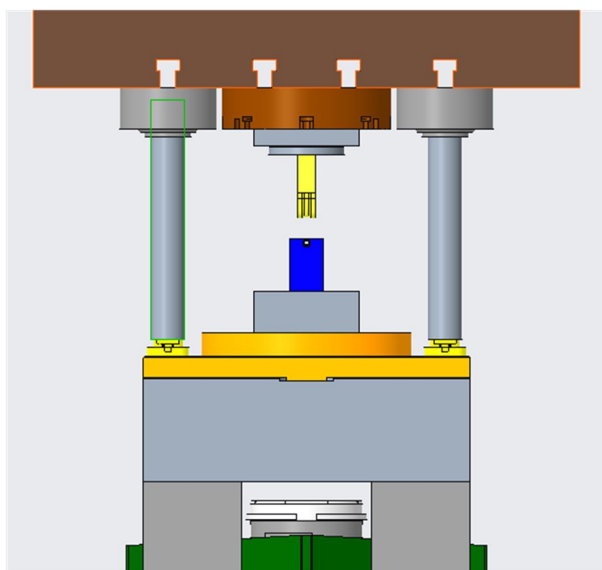
4.2 Alternatívne zariadenie

4.2.1 Zabudovanie do stroja LAUFER

Pre potreby plánovania sériovej výroby sme navrhli aj alternatívne zariadenie LAUFER, ktoré bude slúžiť v prípade výpadku zariadenia TPA 15/3.



obr.5 Adaptér stroja LAUFER



obr.6 Zabudovanie do stroja LAUFER

5. Záver

V tejto práci boli zhrnuté poznatky ako aj materiál, o konštrukcii strihacieho a ohýbacie prípravku, ktorý bude v praxi používaný na úpravu medeného drôtu v procese práškovej metalurgie.

V jednotlivých kapitolách je uvedený technický popis jednotlivých procesov a zariadení, doplnený o technické výkresy a obrázky.

6. Použitá literatúra

VÁVRA P. a kolektív. 2006. Strojnícke tabuľky pre SPŠ strojnícke.

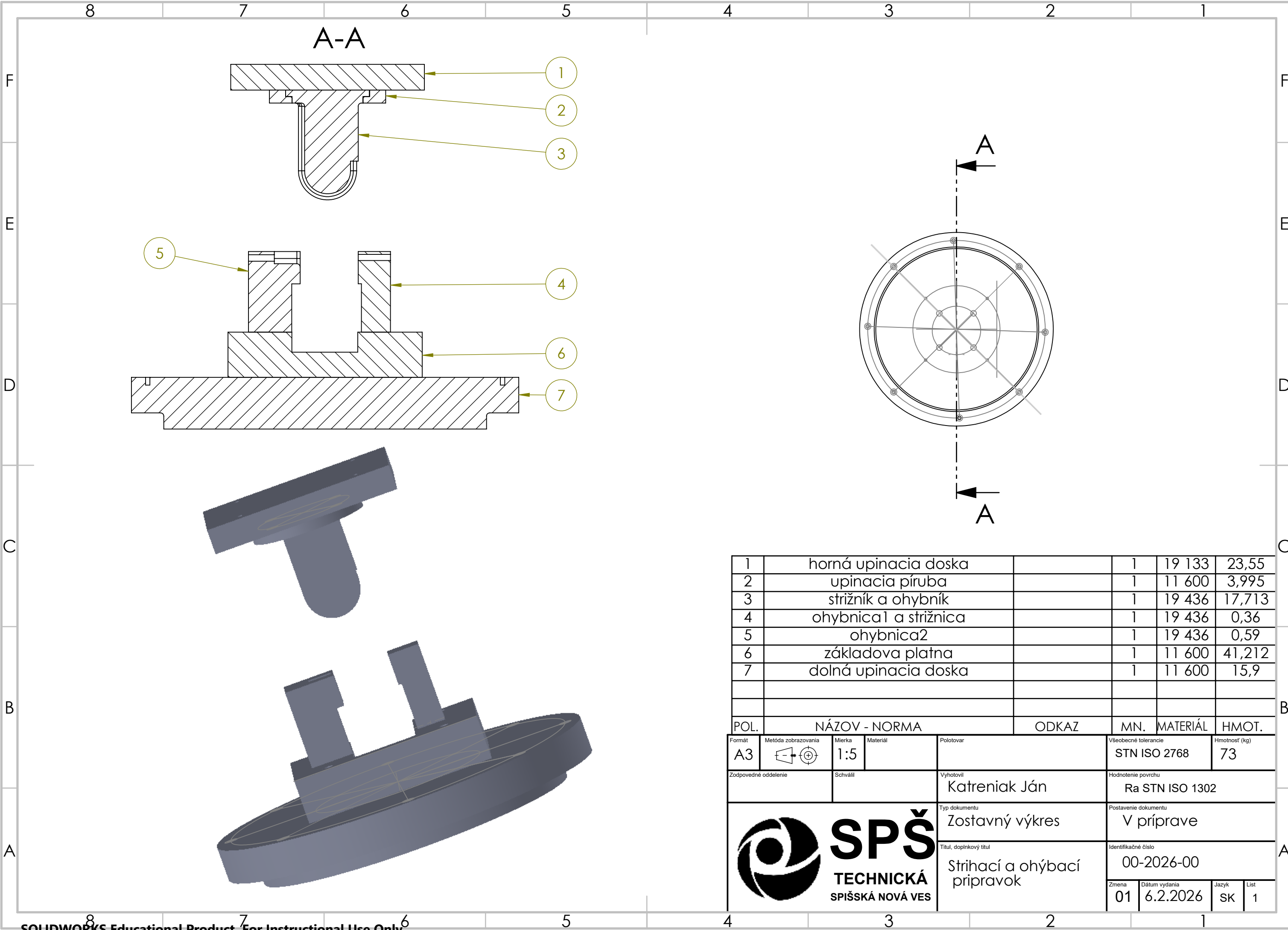
doc. Ing. ŠUGÁROVÁ, PhD., Jana. 2019. TECHNOLÓGIA TVÁRNENIA. Trnava

GAJDOŠ, František. Predpis obsluhy zariadenia pre LIS TPA 15.

GAJDOŠ, František. Detailný predpis pre výrobu PM.

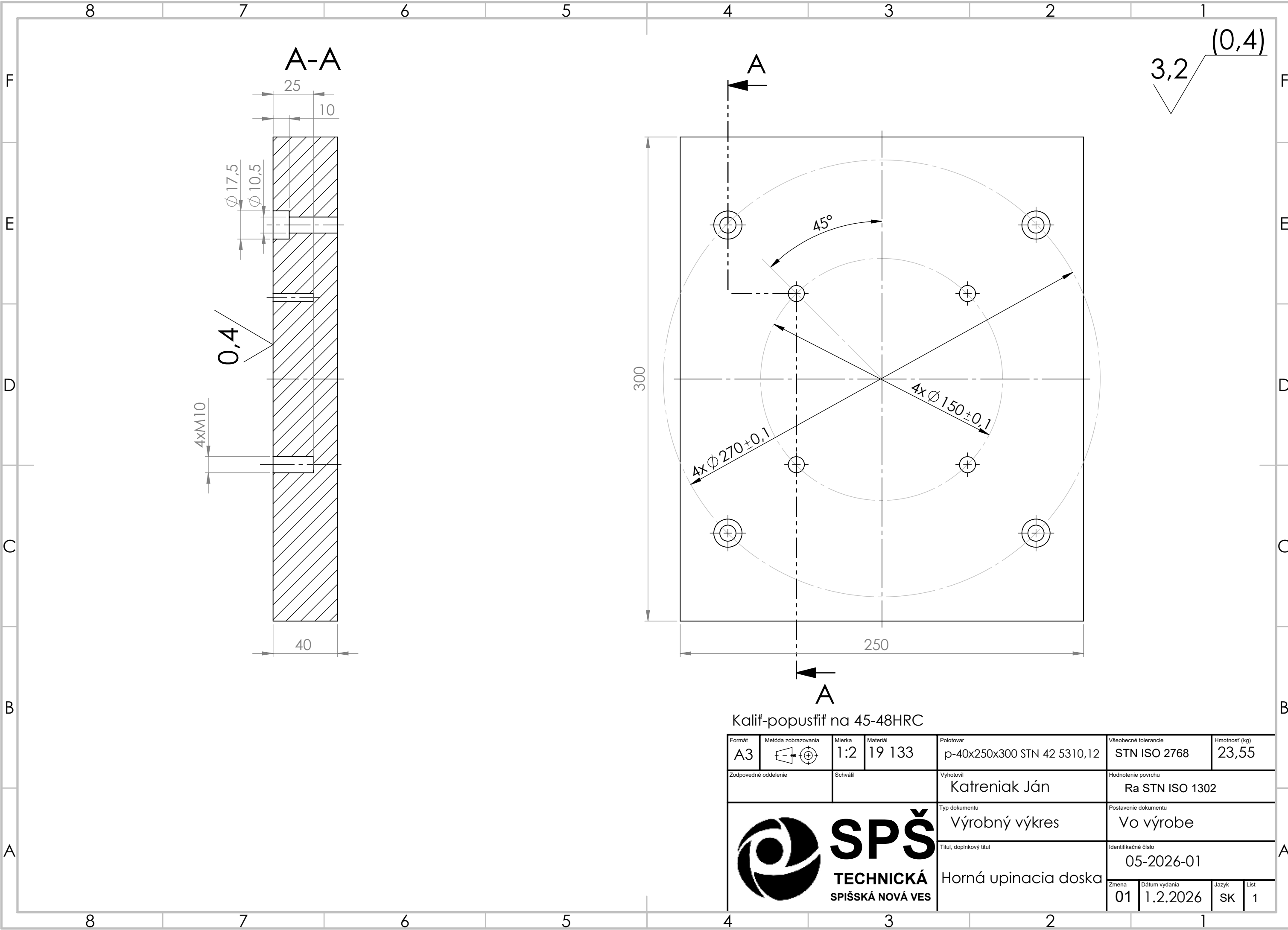
7. Zoznam príloh

Príloha 1	Zostavný výkres
Príloha 2	Výkres - Horná upínacia doska
Príloha 3	Výkres – Upínacia príruha
Príloha 4	Výkres – Strižník
Príloha 5	Výkres – Ohybnica 1
Príloha 6	Výkres – Ohybnica 2
Príloha 7	Výkres – Základová platňa
Príloha 8	Výkres – Dolná upínacia doska
Príloha 9	Výkres – Výstrižok



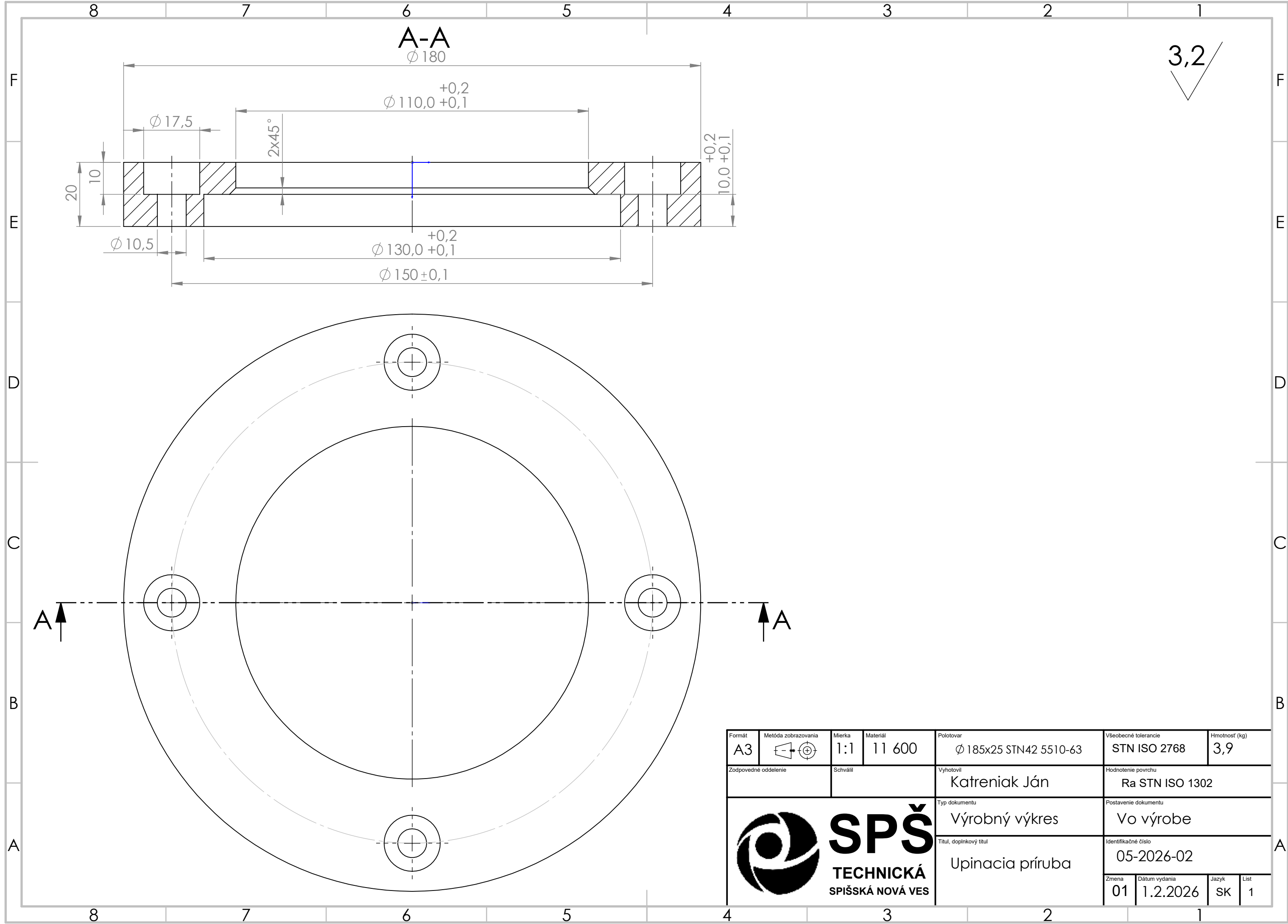
1	horná upinacia doska		1	19 133	23,55
2	upinacia píruha		1	11 600	3,995
3	strižník a ohybník		1	19 436	17,713
4	ohybica1 a strižnica		1	19 436	0,36
5	ohybica2		1	19 436	0,59
6	základova platna		1	11 600	41,212
7	dolná upinacia doska		1	11 600	15,9

POL.		NÁZOV - NORMA			ODKAZ		MN.		MATERIÁL		HMOT.		
Formát		Metóda zobrazovania		Mierka	Materiál	Polotovár		Všeobecné tolerancie				Hmotnosť (kg)	
A3				1:5				STN ISO 2768				73	
Zodpovedné oddelenie				Schválil		Vyhotovil				Hodnotenie povrchu			
						Katreniak Ján				Ra STN ISO 1302			
 SPŠ TECHNICKÁ SPIŠSKÁ NOVÁ VES						Typ dokumentu		Zostavný výkres				Postavenie dokumentu	
												V príprave	
						Titul, doplnkový titul		Strihací a ohýbací prípravok				Identifikačné číslo	
												00-2026-00	
						Zmena		Dátum vydania		Jazyk		List	
01		6.2.2026		SK		1							

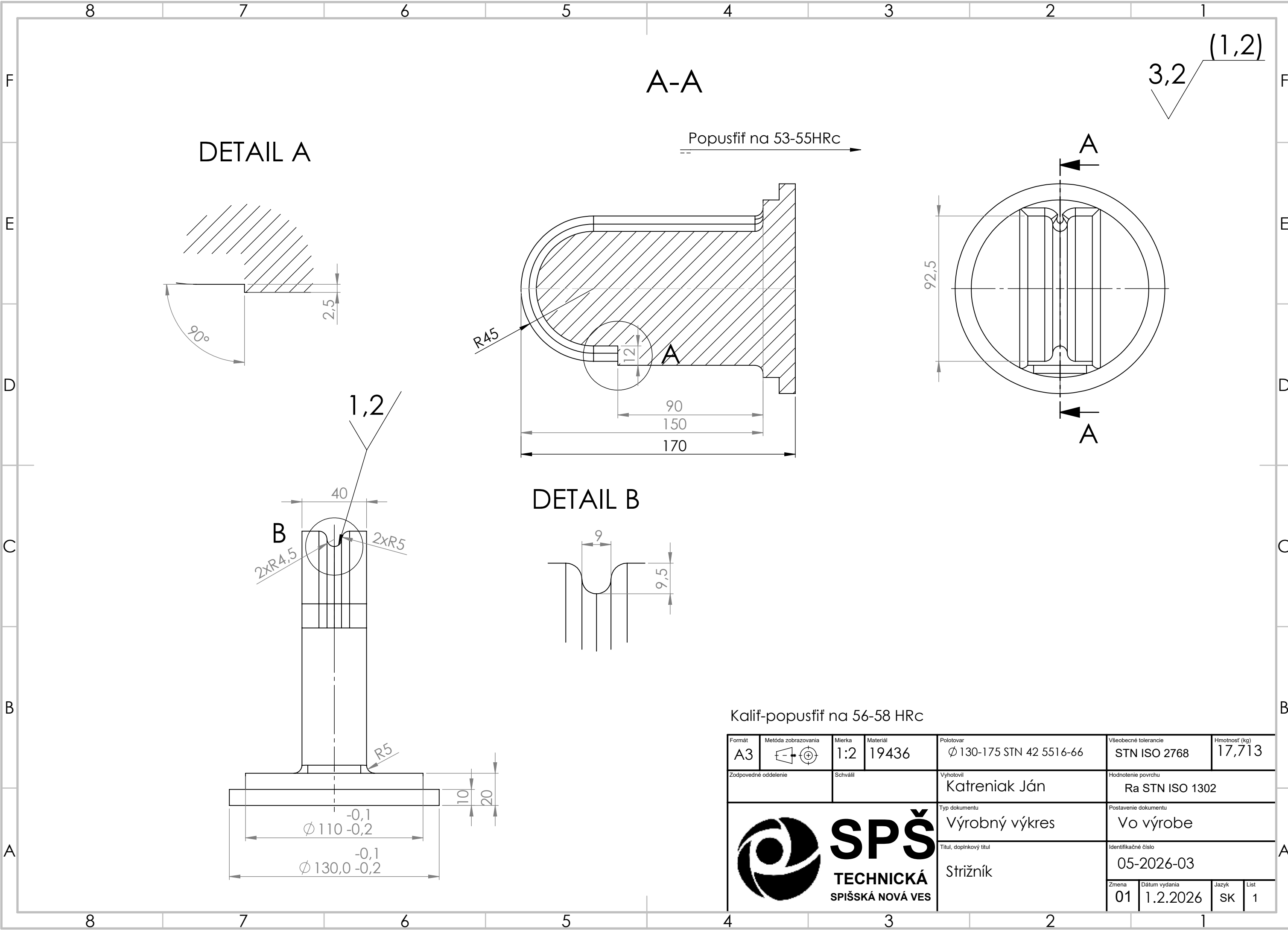


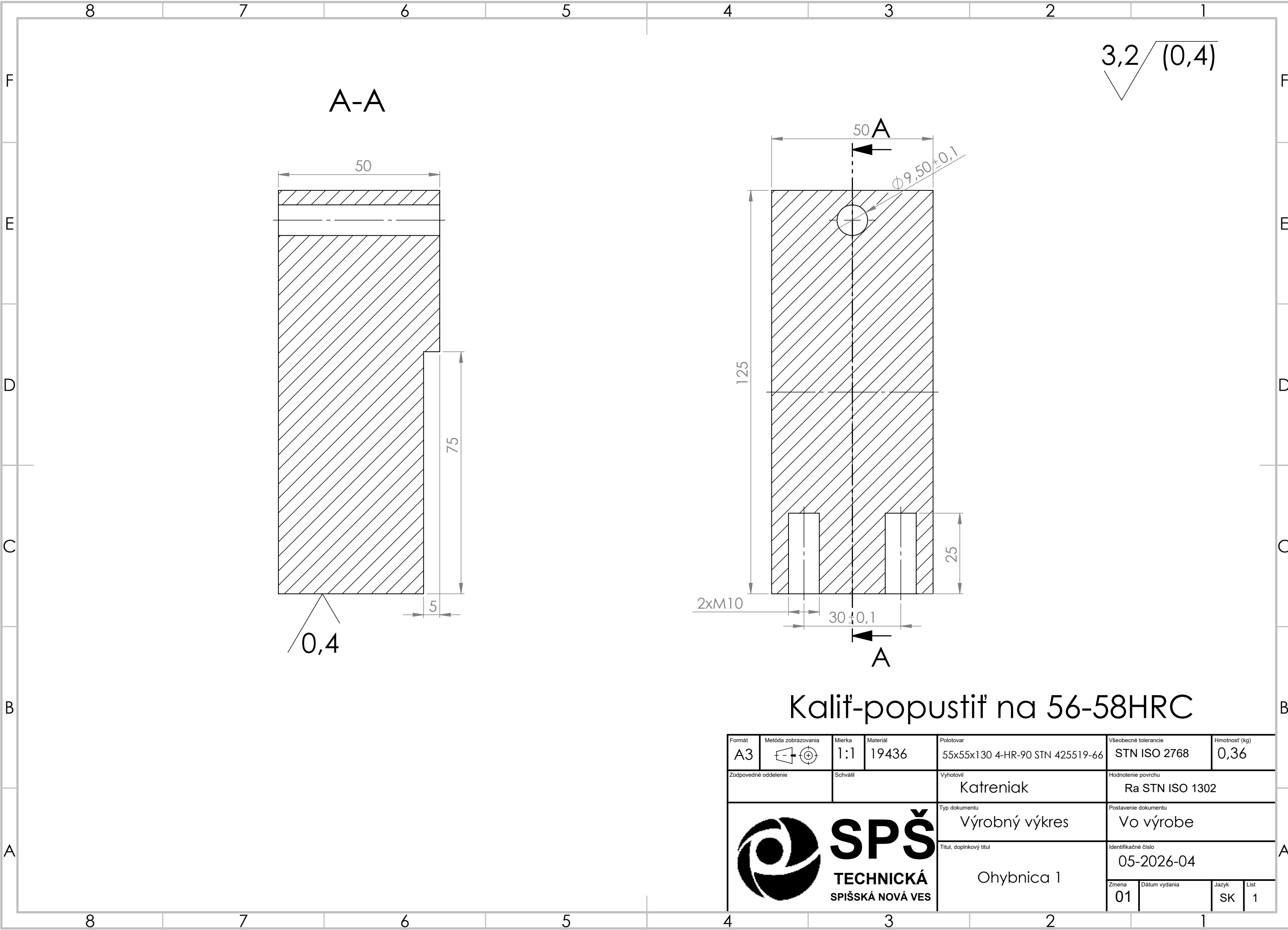
Kaliť-popustiť na 45-48HRC

Formát A3	Metóda zobrazovania 	Mierka 1:2	Materiál 19 133	Polotovár p-40x250x300 STN 42 5310,12	Všeobecné tolerancie STN ISO 2768	Hmotnosť (kg) 23,55
Zodpovedné oddelenie		Schválil	Vyhotovil Katreniak Ján		Hodnotenie povrchu Ra STN ISO 1302	
 SPŠ TECHNICKÁ SPIŠSKÁ NOVÁ VES				Typ dokumentu Výrobný výkres	Postavenie dokumentu Vo výrobe	
				Titul, doplnkový titul Horná upinacia doska	Identifikačné číslo 05-2026-01	
					Zmena 01	Dátum vydania 1.2.2026



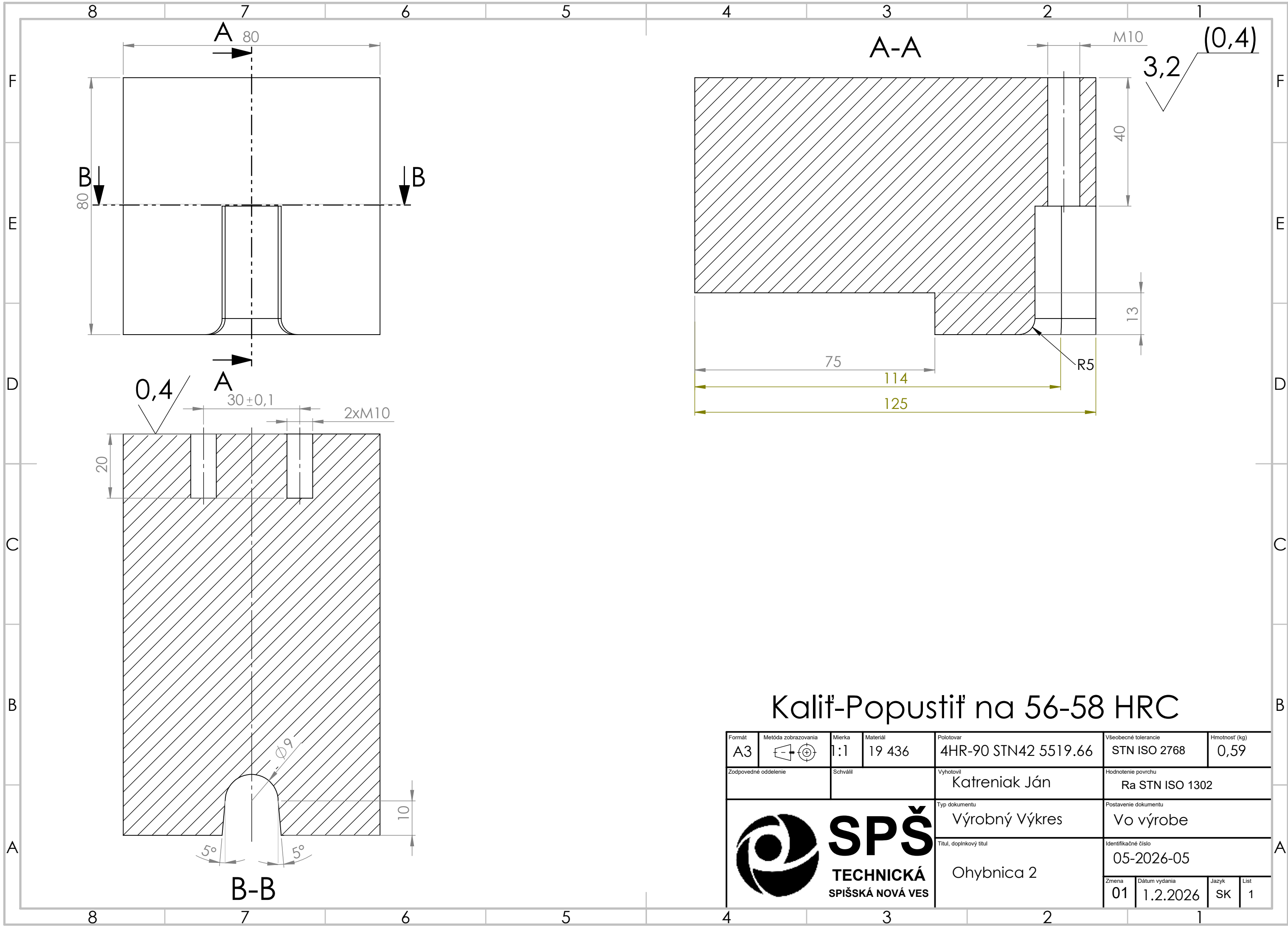
Formát	Metóda zobrazovania	Mierka	Materiál	Polotovár	Všeobecné tolerancie	Hmotnosť (kg)
A3		1:1	11 600	Ø 185x25 STN42 5510-63	STN ISO 2768	3,9
Zodpovedné oddelenie		Schválil	Vyhotoval		Hodnotenie povrchu	
			Katreniak Ján		Ra STN ISO 1302	
				Typ dokumentu	Postavenie dokumentu	
				Výrobný výkres	Vo výrobe	
				Titul, doplnkový titul	Identifikačné číslo	
				Upinacia príruka	05-2026-02	
Zmena		Dátum vydania	Jazyk	List		
01		1.2.2026	SK	1		

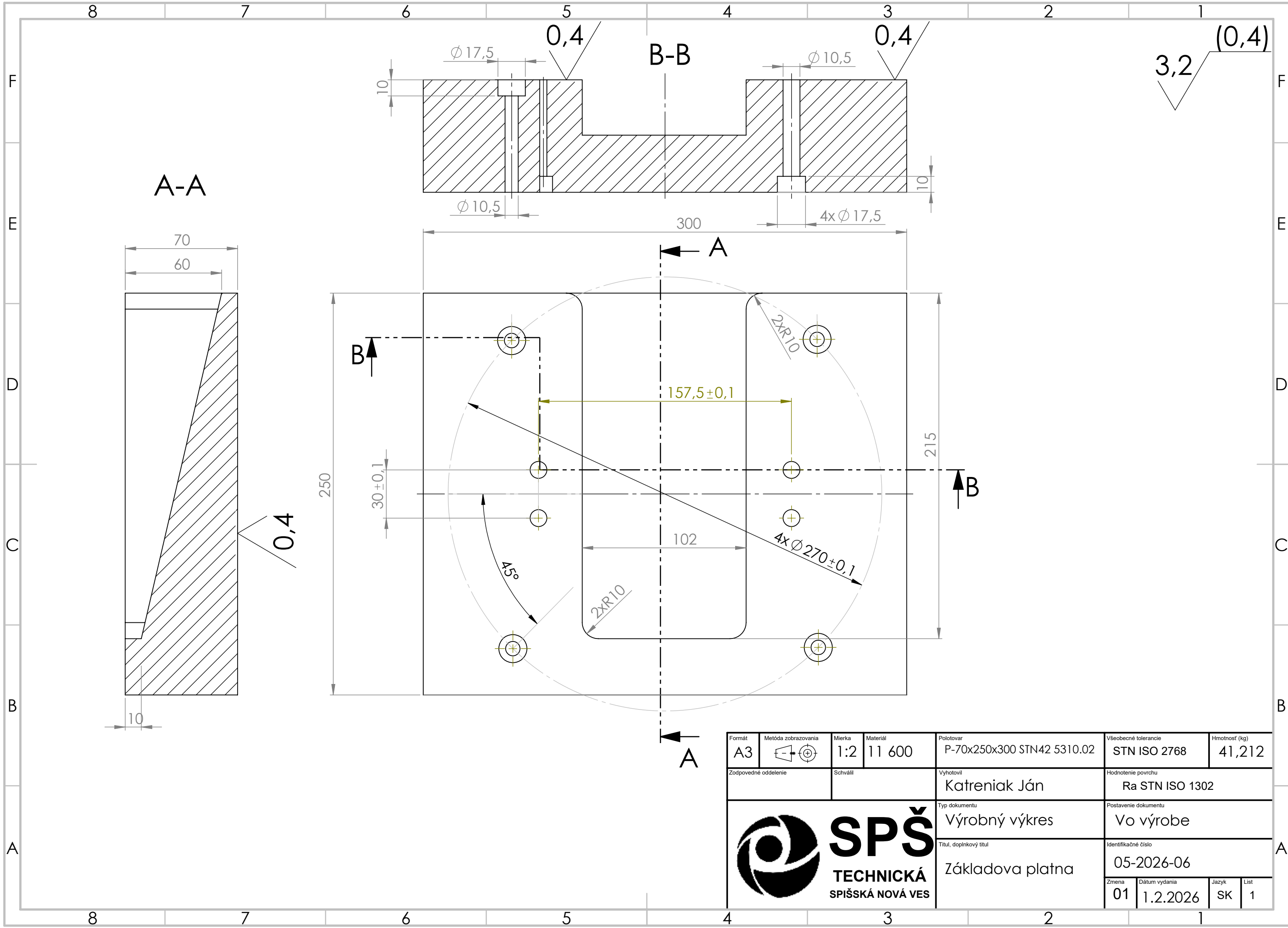


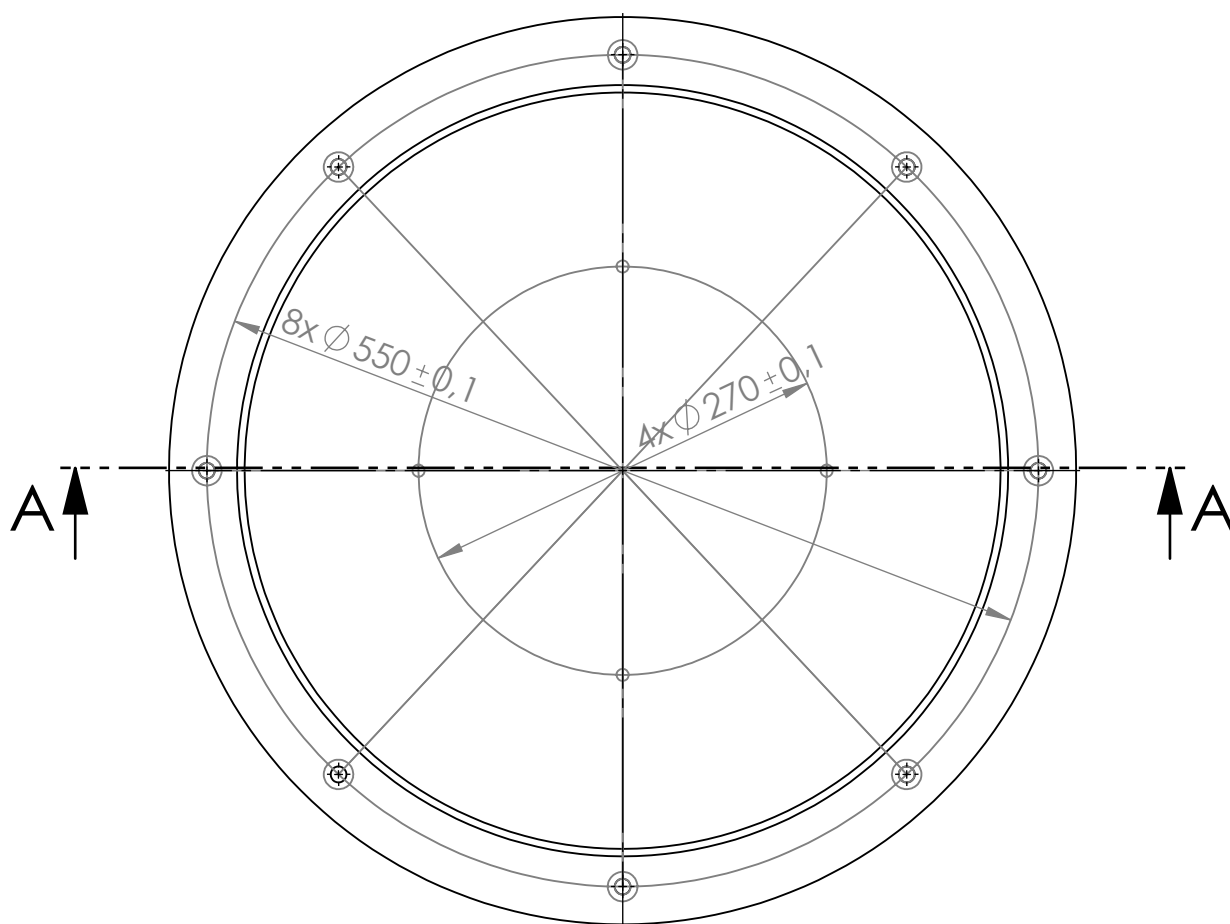
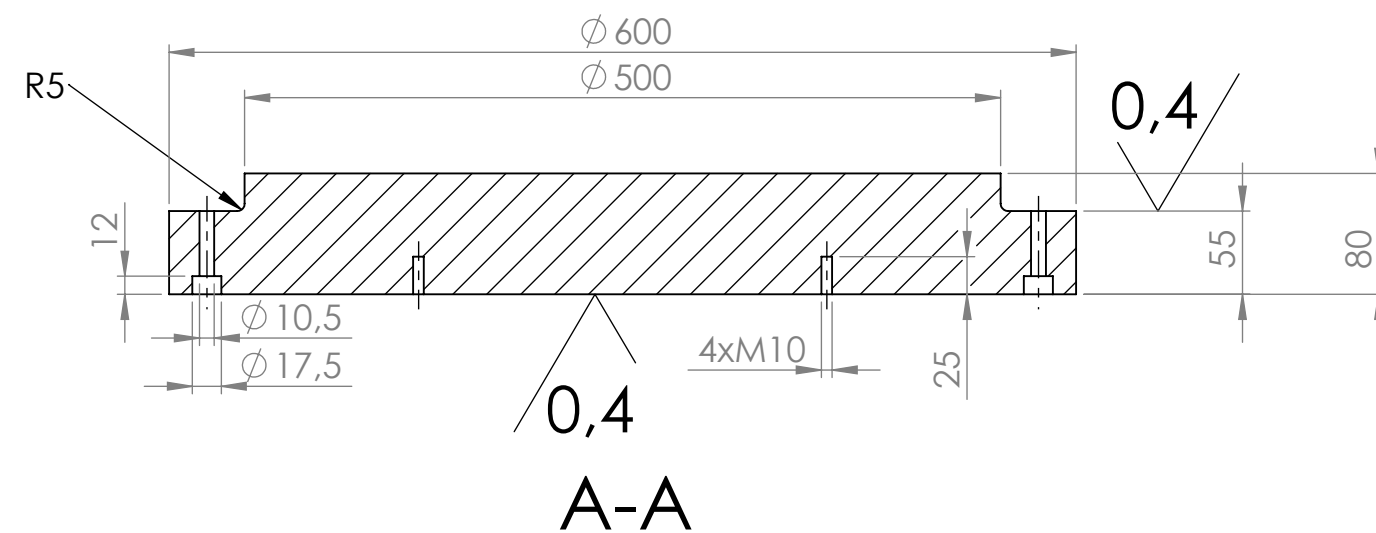


Kaliť-popustiť na 56-58HRC

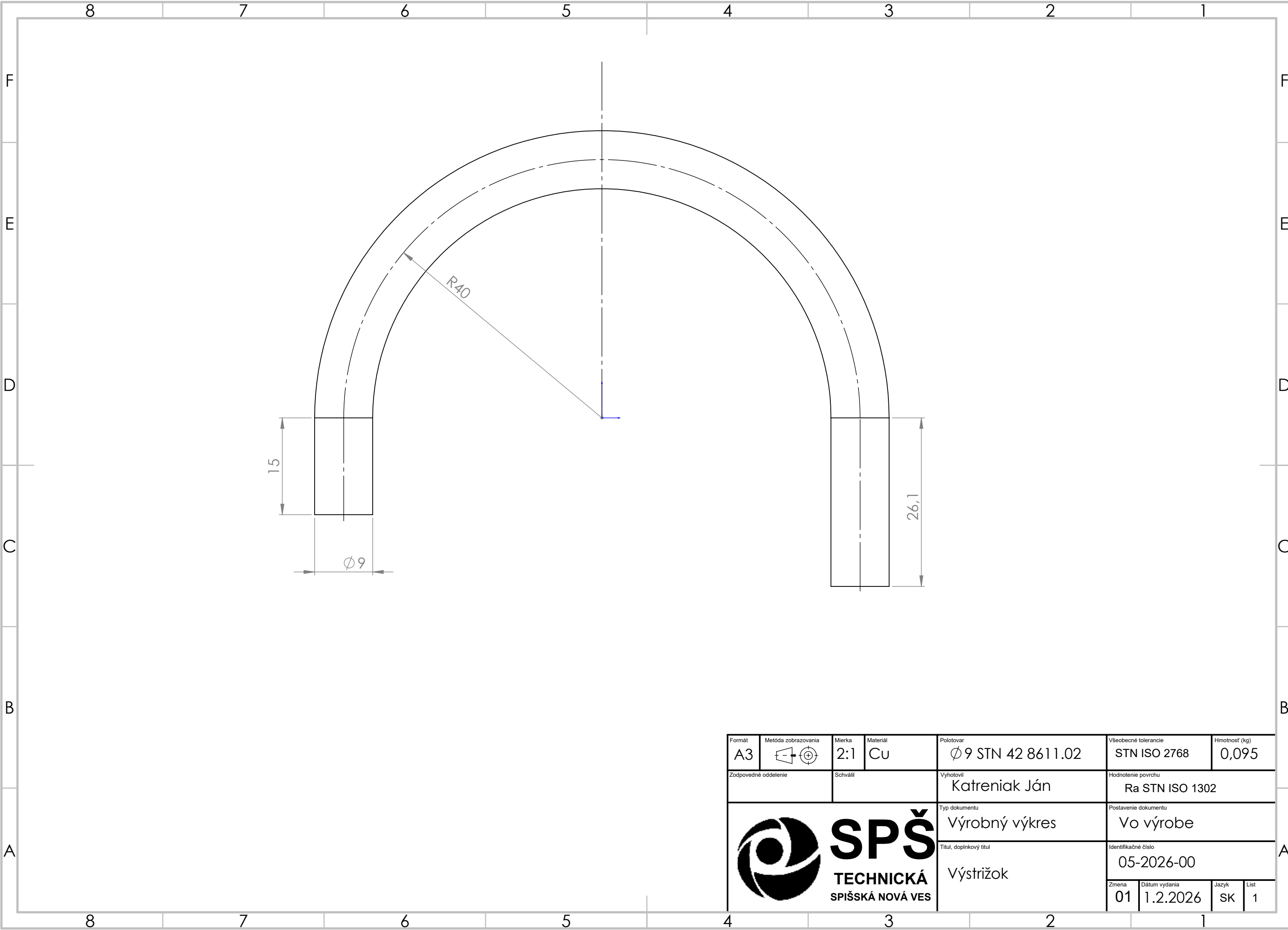
Formát A3	Metóda zobrazovania 	Mierka 1:1	Materiál 19436	Polotovár 55x55x130 4-HR-90 STN 425519-66	Všeobecné tolerancie STN ISO 2768	Hmotnosť (kg) 0,36		
Zodpovedné oddelenie		Schválil	Vyhotovil Katreniak		Hodnotenie povrchu Ra STN ISO 1302			
 SPŠ TECHNICKÁ SPIŠSKÁ NOVÁ VES				Typ dokumentu Výrobný výkres	Postavenie dokumentu Vo výrobe			
				Titul, doplnkový titul Ohybnica 1	Identifikačné číslo 05-2026-04			
					Zmena 01	Dátum vydania	Jazyk SK	List 1







Formát	Metóda zobrazenia	Mierka	Materiál	Polotovár	Všeobecné tolerancie	Hmotnosť (kg)
A3		1:5	11 600	P-80X85X600	STN ISO 2768	15,9
Zodpovedné oddelenie		Schválil	Vyhotoval		Hodnotenie povrchu	
			Katreniak Ján		Ra STN ISO 1302	
				Typ dokumentu	Postavenie dokumentu	
				Výrobný výkres	Vo výrobe	
				Titul, doplnkový titul	Identifikačné číslo	
				Dolná upinacia doska	05-2026-07	
Zmena		Dátum vydania	Jazyk	List		
01		1.2.2026	SK	1		



Formát	Metóda zobrazovania	Mierka	Materiál	Polotovár	Všeobecné tolerancie		Hmotnosť (kg)	
A3		2:1	Cu	Ø 9 STN 42 8611.02	STN ISO 2768		0,095	
Zodpovedné oddelenie		Schválil	Vyhotovil		Hodnotenie povrchu			
			Katreniak Ján		Ra STN ISO 1302			
 SPŠ TECHNICKÁ SPIŠSKÁ NOVÁ VES				Typ dokumentu	Postavenie dokumentu			
				Výrobný výkres		Vo výrobe		
				Titul, doplnkový titul		Identifikačné číslo		
				Výstrižok		05-2026-00		
				Zmena	Dátum vydania	Jazyk	List	
01	1.2.2026	SK	1					