



SOŠ STROJNÍCKA  
Partizánska cesta 76  
957 01 Bánovce nad Bebravou

# **Oživenie CNC stroja a kontrola jeho geometrickej presnosti**

Ročníkový projekt

Bánovce nad Bebravou

Norbert Valko

2021

Ročník štúdia: štvrtý



SOŠ STROJNÍCKA  
Partizánska cesta 76  
957 01 Bánovce nad Bebravou

## **Oživenie CNC stroja a kontrola jeho geometrickej presnosti**

Ročníkový projekt

Riešiteľ: Norbert Valko  
Študijný odbor: 2387 M Mechatronika

Katalógové číslo:

Ročník štúdia: štvrtý

Konzultant: Ing. Peter Dragula

Bánovce nad Bebravou

2021

## Čestné vyhlásenie

Vyhlasujem, že som ročníkovú prácu vypracoval /a/ samostatne a použil/la som len odbornú literatúru, ktorú uvádzam v zozname použitej literatúry. Moja dokumentácia neobsahuje chránené údaje podniku a/alebo zákazníka a neporušuje autorské práva.

V Bánovciach nad Bebravou, dňa \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Vlastnoručný podpis

## **Pod'akovanie**

Pri tvorbe práce som vychádzal predovšetkým z informácii od ľudí, ktorý sa pohybujú v tejto problematike dlhšiu dobu, a preto by som im rád pod'akoval za čas a úsilie, ktoré mi venovali. Predovšetkým chcem pod'akovať Ing. Petrovi Dragulovi, ktorý mi podal prvotné informácie a viedol ma k úspešnému dokončeniu tejto práce.

Tiež by som chcel pod'akovať môjmu otcovi zo spoločnosti TRENS SK a. s. Trenčín a tímu konštruktérom Ing. Kacko , Rychtárech , Václavová za ochotu a čas pri vysvetlení dodaného materiálu.

# Obsah

Obsah.....	5
0 Úvod .....	6
1 História .....	7
2 Základné rozmery stavby stroja .....	9
3 Základné časti stroja.....	10
3.1 Vretenník.....	17
3.2 Pozdĺžny súport .....	18
4 Preberacia skúška .....	23
4.1 Odchýlky tvaru a polohy, montáž a skúšky stroja.....	23
4.2 Prepojenie mechanickej a elektrotechnickej časti stroja .....	24
4.3 Inštalácia riadiaceho systému.....	24
5 Tolerancia tvaru a polohy.....	25
6 Medzioperačné merania geometrickej presnosti .....	29
7 Geometrické ustavenie a vyváženie základnej časti lôžka.....	33
8 Elektromotor.....	34
9 Riadiaci systém SINUMERIK 840 sl.....	35
9.1 Elektro schéma núdzového vypnutia.....	36
9.2 Oživenie stroja.....	37
9.3 Overenie komunikácie, kontrolný protokol .....	38
9.4 Diaľková diagnostika .....	38
9.5 Softvérové prepojenie.....	38
9.6 Spoľahlivosť stroja.....	38
10 Záver.....	39

## 0 Úvod

Túto prácu som si vybral preto, lebo ma zaujal výrobok - dvoj kocka v guli ktorý bol vyrobený na tomto stroji pre propagačné účely MSV v Brne. V tejto práci vám predstavím najmodernejší stroj vysokej kvality, ktorá je vlajkovou loďou výrobného programu firmy TRENS SK a. s. Trenčín.



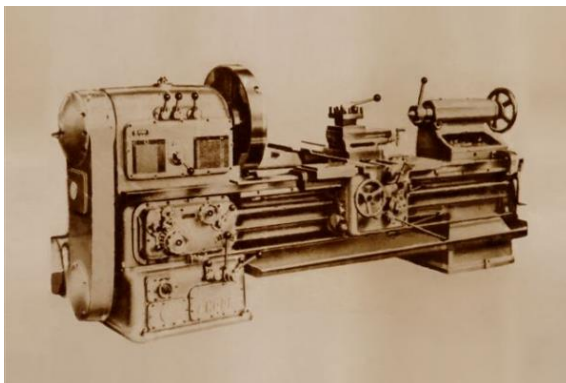
SBX 500 je sústružnícke centrum robustnej konštrukcie so šikmým lôžkom je určené nielen pre ťažké hrubovacie práce, ale aj pre náročné dokončovacie operácie s požiadavkami na vysokú presnosť a kvalitu povrchu. Sústružnícke obrábacie centrum pre efektívnu výrobu a dosahovanie vysokej produktivity. Optimalizovaná konštrukcia nosnej štruktúry stroja, Y os na princípe suportového klina v kombinácii s valivými valčekovými vedeniami zabezpečuje vysokú tuhosť, trvalú opakovanú presnosť a maximálnu stabilitu obrábania. Variabilita modulárnej koncepcie umožňuje flexibilne prispôbiť konfiguráciu stroja požiadavkám zákazníkov. Stroj je vhodný pre stredne sériovú, veľkosériovú výrobu, ale uplatnenie nájde i v oblasti malosériovej výroby pri opracovaní tvarovo komplikovaných obrobkov.



Sústružnícke centrum SBX500

# 1 História

Firma TRENS SK a.s. ktorá vyrába SBX 500 sústružnicke centrum je najväčší Slovensky výrobca kovoobrábacích strojov. História firmy siaha až do roku 1937, kedy sa česká firma WALTER rozhodla premiestniť výrobu leteckých motorov na Slovensko. Významným obdobím v histórii firmy boli roky 1951-1952, v ktorých sa rozbehla výroba hrotových sústruhov SUR 260-400.



Hrotový sústruh SUR 260-400

V roku 1957 došlo k prevzatiu sústruhu SV 18 R z TOS Kuřim, súdežne z TOS Čelákovice prevzatá konštrukčná koncepcia pre výrobu stroja SN40 a SN71. Ich výroba v odvodených modifikáciách SN50C a SN71C pretrváva do dnešnej doby.

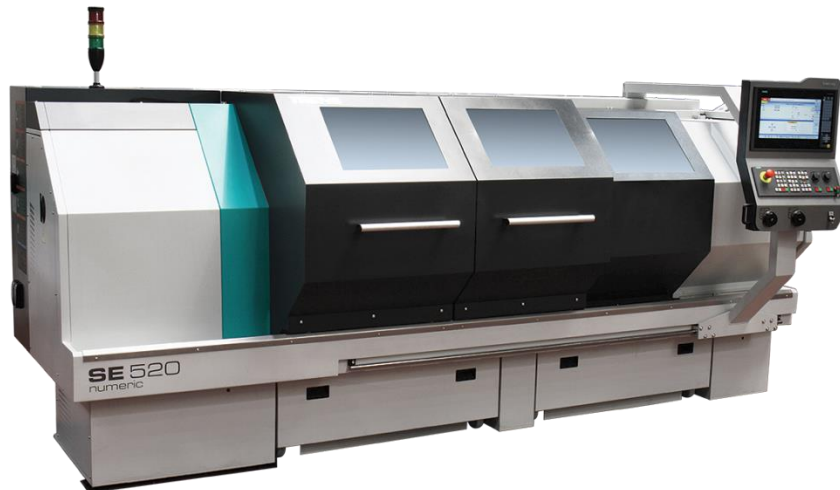
Od roku 1961, má podnik vlastnú vývojovú konštrukciu obrábacích strojov. K výraznému rozmachu výroby obrábacích strojov, k rozšíreniu ich sortimentu a k zvýšeniu technickej úrovne došlo po roku 1962 po vytvorení a vybudovaní vlastného výskumno-vývojového pracoviska pre oblasť obrábacích strojov. Ďalšie modifikované typy sústruh u SV18R (SV18RA, SV18RB, SV18RD) boli vyvíjané už v TOS Trenčín.

Na tieto komerčne úspešné typy nadviazal roku 1967 typ sústruhov pod označením SUI. Dodnes TRENS SK produkuje stroj s označením SUI80.

Postupne sa v Trenčíne vyvíjali a vyrábali malé sústruhy, revolverové sústruhy, poloautomatické čelné sústruhy, poloautomatické kopírovacie sústruhy, jednoúčelové stroje, portálové manipulátory, obrábacie centrá i CNC sústruhy.

V rokoch 1994-1995 podnik začal s vývojom a výrobou prototypu nového radu univerzálnych hrotových sústruhov s pracovným označením UNIS. Z tejto rady je aj dnes v produktovom portfóliu stroj SN500 a SN710.

Nová história v oblasti CNC sústruhov sa začala v roku 1997 prípravou projektu s označením SBL500CNC. Išlo o prvý sústruh so šikmým lôžkom. V rade CNC strojov sa postupne etablovali stroje SBL300, SBE300, SBX500, SE320, SE520, SE820 a SE1020. V roku 2017 k nim pribudol stroj SE 520 SL, ktorý bol predstavený našim zákazníkom na výstavách EMO Hannover a MSV Brno.



### Sústružnícke centrum SE 520

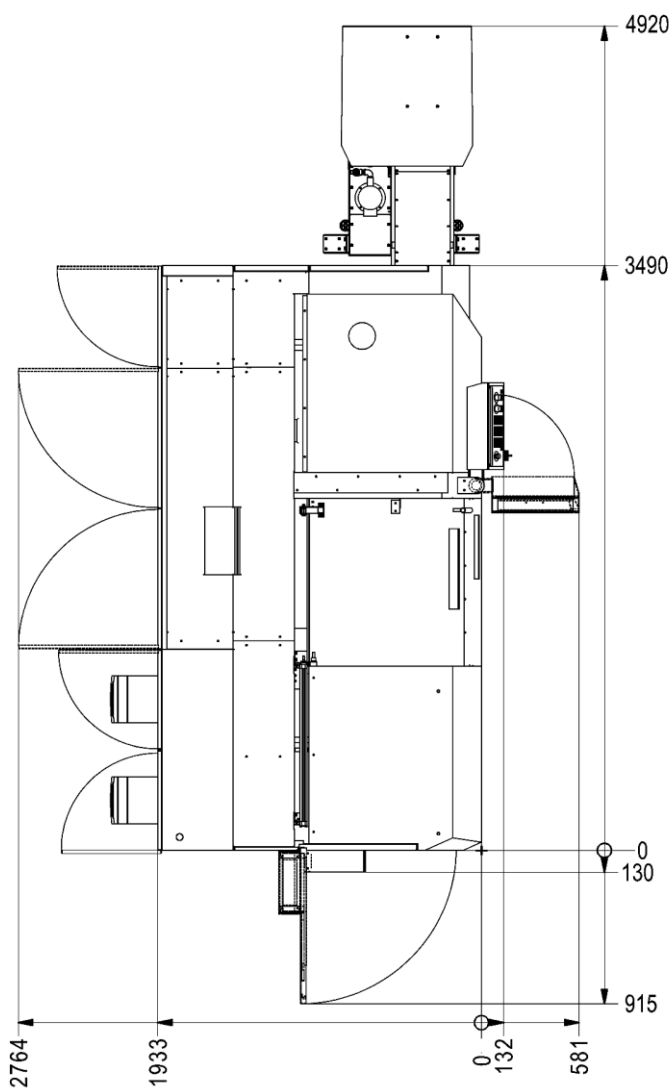
Viacrát sa zmenila i právna forma štátneho vlastníctva továrne až po právne samostatný štátny podnik v rokoch 1989-1992. V rokoch 1963-1998 pôsobila spoločnosť pod obchodným menom TOS Trenčín. V apríli 1998 bola schválená zmena obchodného mena na TRENS, a. s. I keď TRENS musel odstúpiť používanie značky „TOS“, tradícia vysokej kvality obrábacích strojov, ich technická dokonalosť a dlhá životnosť zostávajú i naďalej jednou z hlavných priorít spoločnosti.

Od tohto roku bol k názvu pripojený prívlastok SK a súčasný názov znie TRENS SK, akciová spoločnosť Trenčín.

TRENS SK, Má vlastný produkt určený pre koncových zákazníkov, máme vlastný vývoj. Tým sa môže dnes pochváliť už len málo slovenských firiem.



## 2 Základné rozmery stavby stroja



Pracovný rozsah pre dĺžku sústruženia:	mm	750
Max. obežný priemer nad lôžkom	mm	650
Max. sústružený priemer	mm	550
Vzdialenosť medzi skľučovadlom a hrotom koníka	mm	800
Vzdialenosť medzi skľučovadlami 1)	mm	660
Vzdialenosť medzi skľučovadlami	mm	705
Dĺžka sústruženia v skľučovadle s podoprením hrotom koníka	mm	705
Max. hmotnosť obrobku v hrotoch pri 150 ot.min-	mm	Ø500x750 (1000 kg)
Max. hmotnosť obrobku upnutého letmo pri 150 ot.min-1	mm	Ø550x200 (372 kg)
Priemer sústruženia pri podopretí opierkou	mm	6 ÷ 70

### 3 Základné časti stroja

SBX 500 je sústružnícke centrum robustnej konštrukcie so šikmým lôžkom je určené nielen pre ťažké hrubovacie práce, ale aj pre náročné dokončovacie operácie s požiadavkami na vysokú presnosť a kvalitu povrchu. Sústružnícke obrábacie centrum pre efektívnu výrobu a dosahovanie vysokej produktivity. Optimalizovaná konštrukcia nosnej štruktúry stroja, Y os na princípe suportového klina v kombinácii s valivými valčekovými vedeniami zabezpečuje vysokú tuhosť, trvalú opakovanú presnosť a maximálnu stabilitu obrábania.

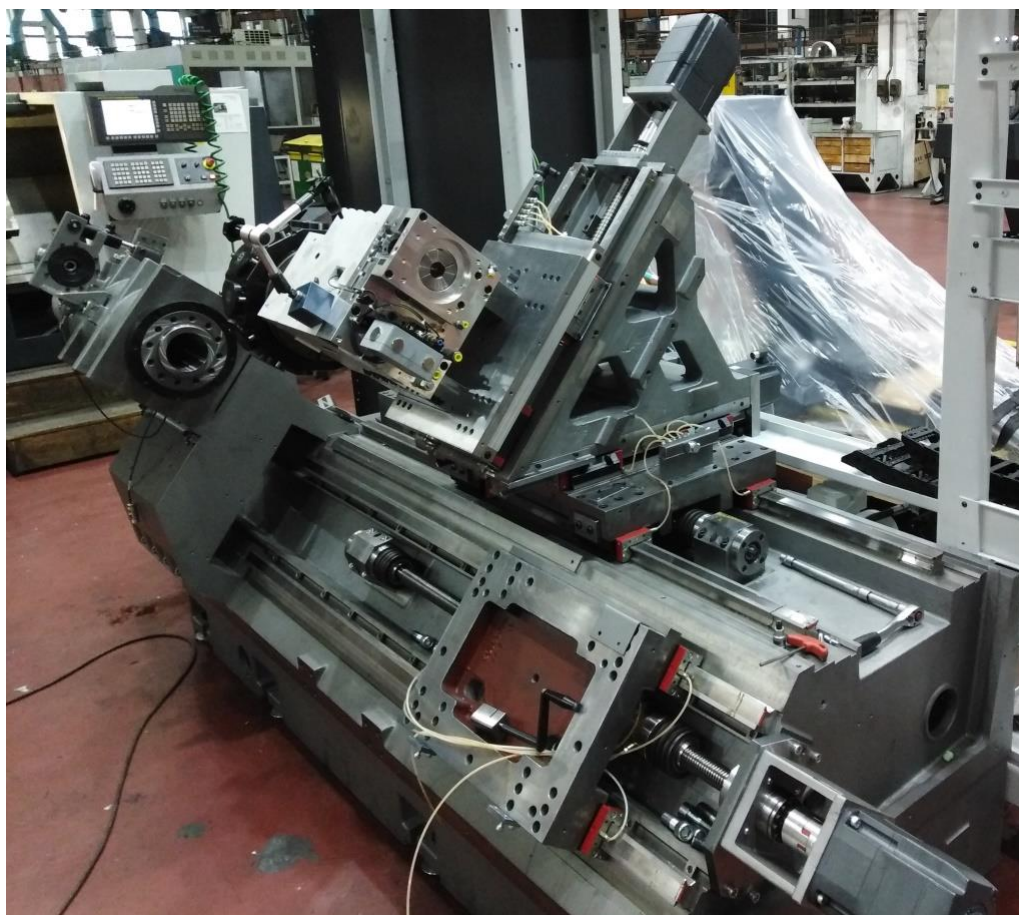
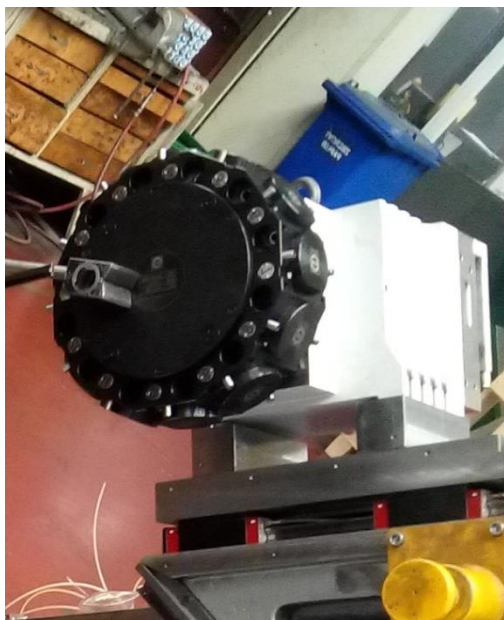


SBX 500 je sústružnícke centrum robustnej konštrukcie so šikmým lôžkom



Pohon hlavného vretena

## Zásobník nástrojov hlava Sauter



## Pohony súportov



Dopravník triesok+ nádrž na chladiacu kvapalinu



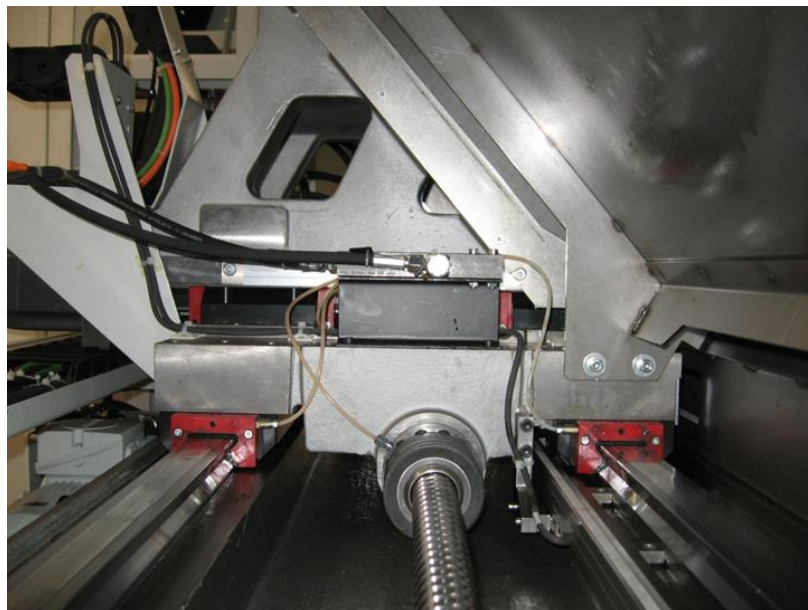
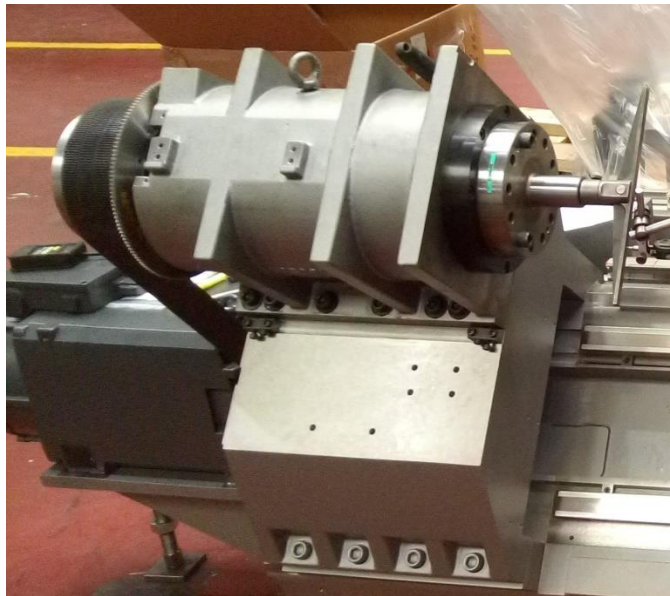
Koník

Hlavné vreteno s upínaním RÖHM Ø315, pomocné vreteno RÖHM Ø254

Hlavné vreteno:

Vrtanie vretena	mm	Ø92
Ukončenie vretena (DIN55026)		A2-8
Priemer skľučovadla	mm	254
Vnútorňý kužel	metrický	100
Max. otáčky vretena	min-1	4000

Hlavný vreteník

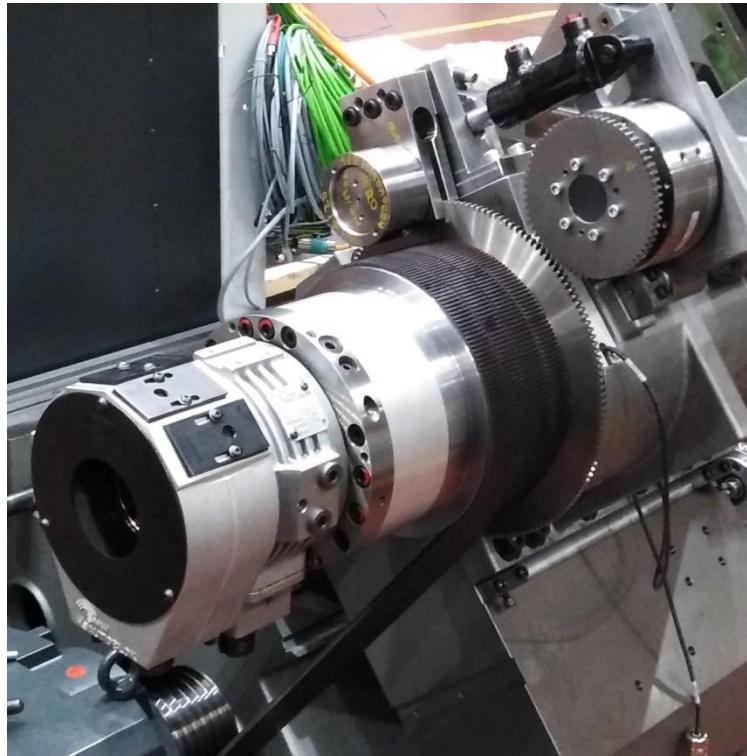


Súportový klin

Brzda hlavného vretena pre vrtanie:  
Brzdíaci moment

Nm

Ø92  
221



Brzda hlavného vretena + polohovanie hlavného vretena

Pohon hlavného vretena:

SIEMENS 22/33kW

Výkon hlavného motora S1

Vrtanie vretena

Otáčky vretena

kW

22

mm

Ø92

min-1

4000



## Pohon hlavného vretena

Pojazd v osi X:

Pracovný zdvih	mm	300
Pracovný posuv	mm.min-1	1 ÷ 10000
Rýchloposuv	m.min-1	24

Pojazd v osi Y:

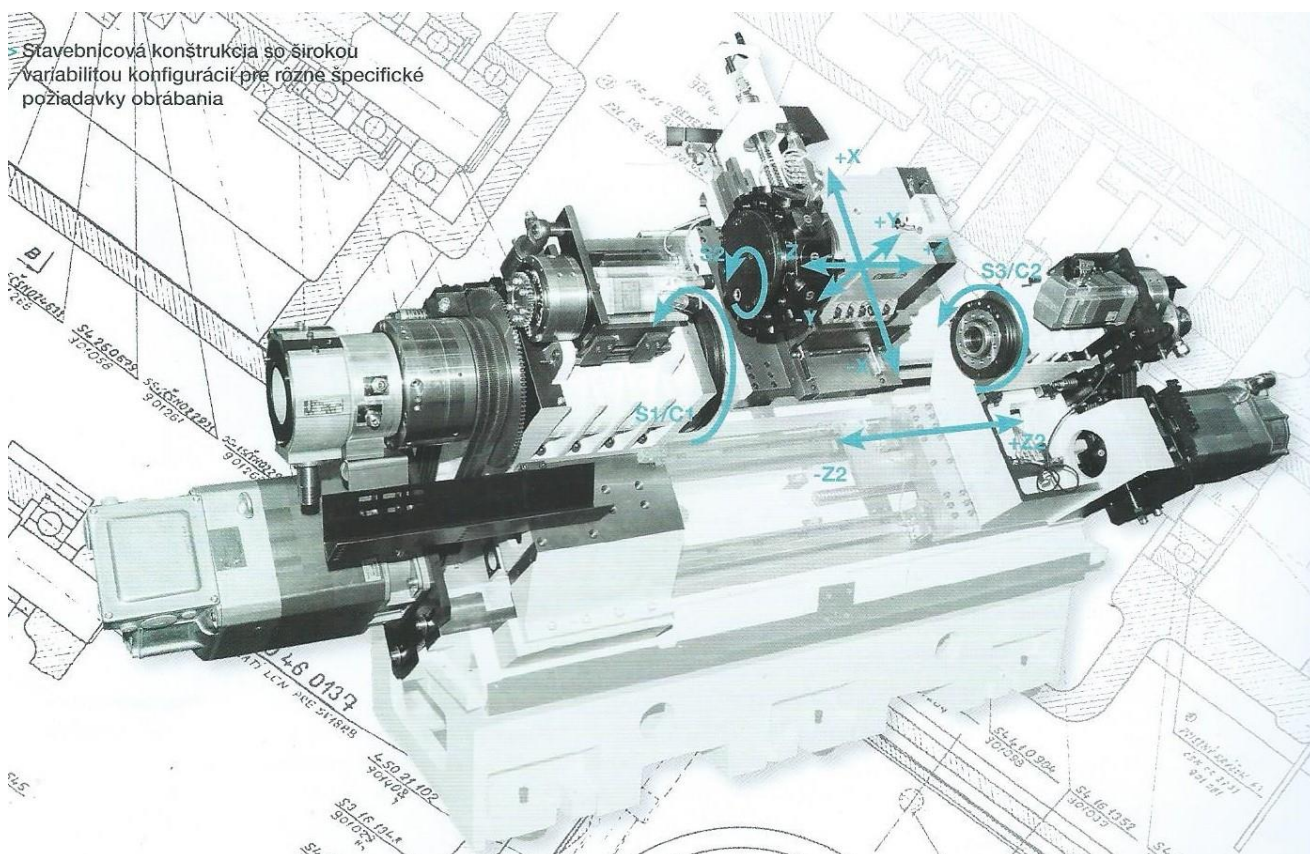
Pracovný zdvih	mm	+/-60
Pracovný posuv	mm.min-1	1 ÷ 10000
Rýchloposuv	m.min-1	24

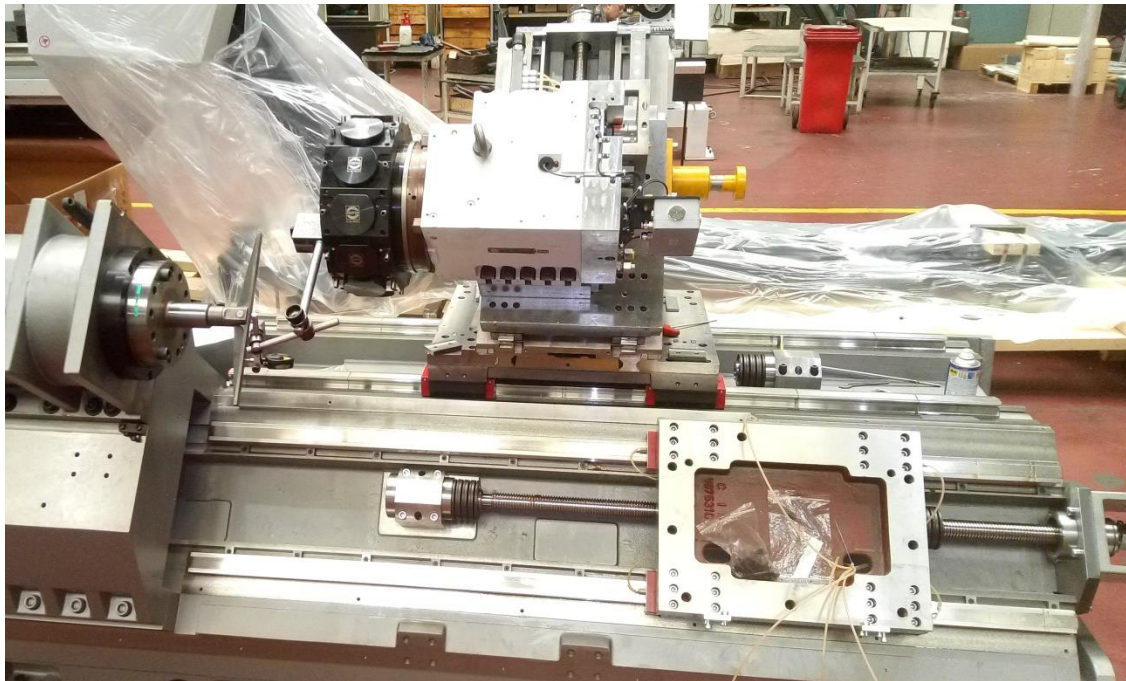
Pojazd v osi Z pre dĺžku sústruženia:

		750
Pracovný zdvih	mm	900
Pracovný posuv	mm.min-1	1 ÷ 10000
Rýchloposuv	m.min-1	30

Polohovanie hlavného vretena (C-os):\*

Vrtanie vretena	mm	Ø92
Spojité riadenie	°	0-360 po 0,001
Pracovné otáčky	min-1	57



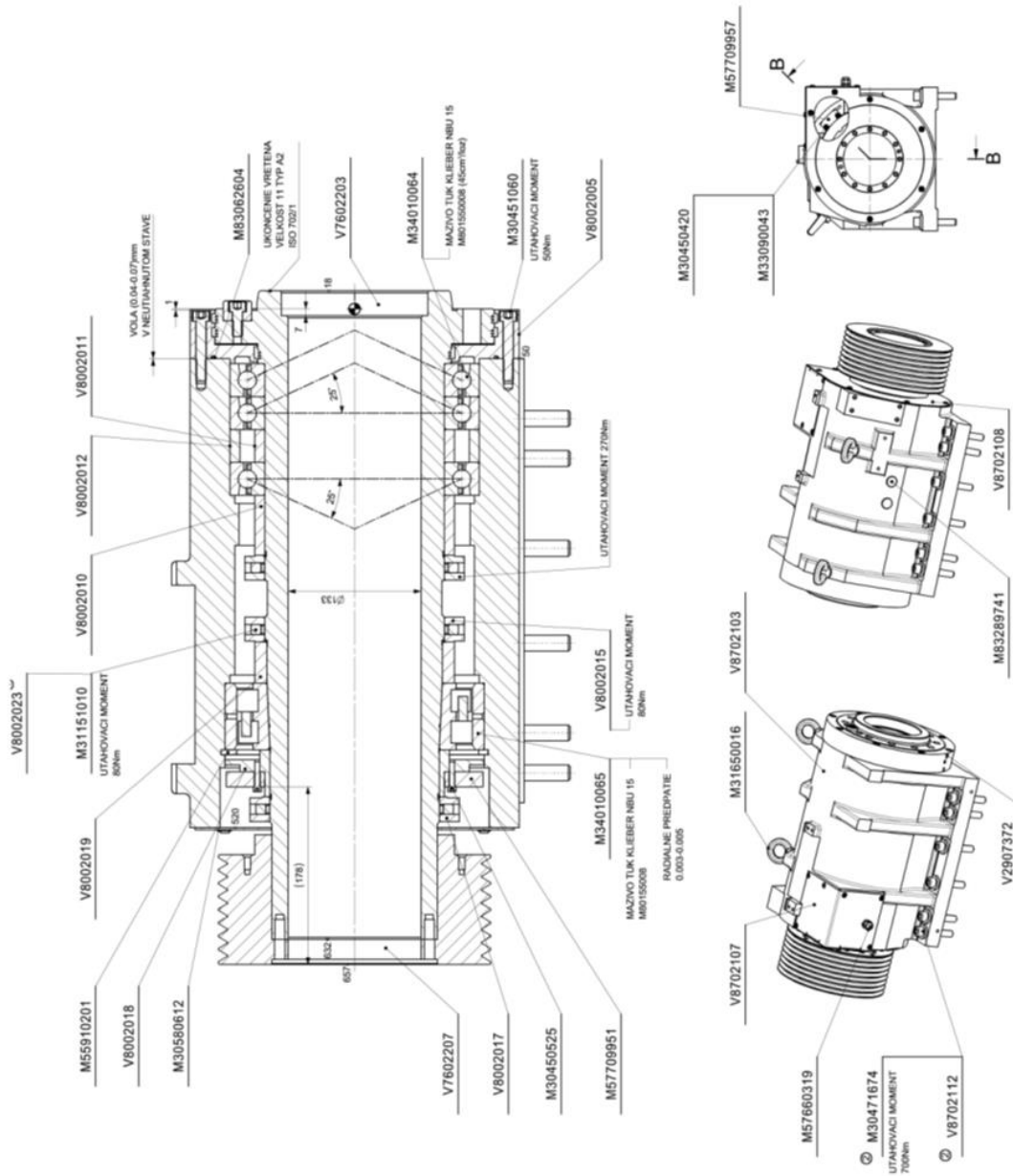
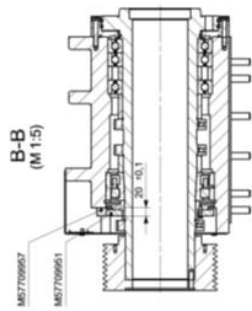


Pojazd osi X,Y,Z ,S

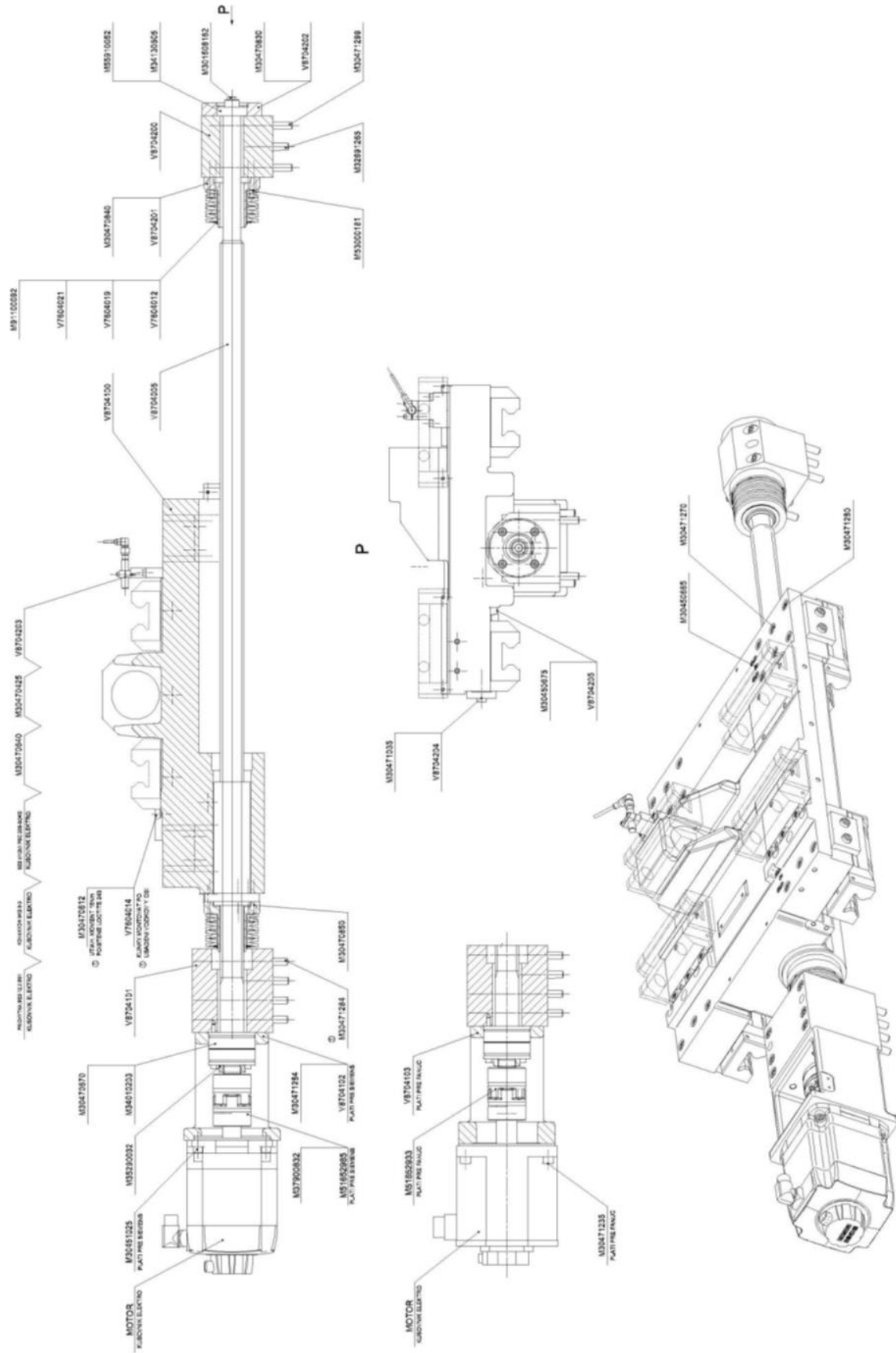
Pojazd protiľahlého vretena Z3 pre dĺžku sústruženia :	mm	750
Pracovný zdvih	mm	770
Pracovný posuv	mm.min-1	1÷15000
Rýchloposuv	m.min-1	30
Odmeriavanie v osi X:		Lineárne pravítko
Presnosť odmeriavania	µm	LS487C 320mm ±3
Odmeriavanie v osi Y:		LS487C 220mm
Presnosť odmeriavania	µm	±3
Odmeriavanie v osi Z:*		LS487C 1020mm
Presnosť odmeriavania	µm	±3
Odmeriavanie v osi Z3: protivreteno*		LS487C 820mm
Presnosť odmeriavania	µm	±3



# 3.1 Vretennik

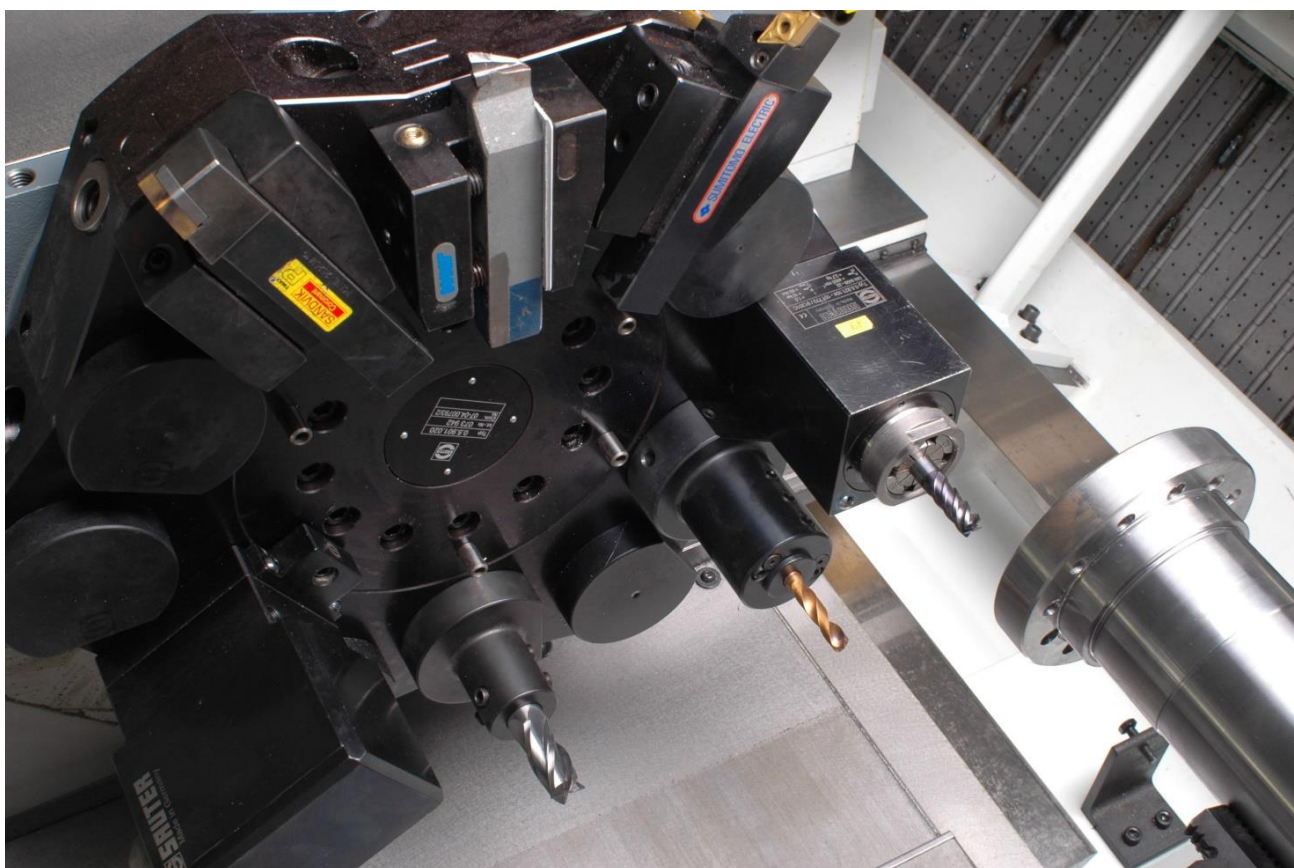


### 3.2 Pozdĺžny súport



## HLAVA RADIÁLNA (AXIÁLNA) SAUTER RED – POHÁŇANÉ NÁSTROJE

Počet nástrojových miest (poháňaných)		12
Upínací priemer stopky	mm	40
Držiaky nástrojov		DIN 69880
Max. prierez noža	mm	25
Upnutie vyvítavacej tyče	mm	6/8/10/12/16/20/25
Upnutie vrtákov (Morse)	Morse	1/2/3/4
Upnutie klieštinové	mm	2 ÷ 26
Výkon pohonu	kW	10
Max. krútiaci moment	Nm	63
Rozsah otáčok	min-1	0 ÷ 3000
Max. upnutie poháňaného nástroja (priemer)	mm	20



Dvanásť polohová nástrojová hlava SAUTER

<u>Vrtanie vretena</u>	mm	Ø65
Priemer v prednom ložisku	mm	100
Ukončenie vretena (DIN55026)		A2-6
Max. otáčky vretena	min-1	4000
Brzda protilahlého vretena pre vrtanie:		Ø65
Brzdiaci moment		166
Pohon protilahlého vretena:		
Výkon motora	kW	9
Vrtanie vretena	mm	Ø65
Max. otáčky vretena	min-1	4000
Polohovanie protilahlého vretena (C-os):		
Vrtanie vretena	mm	Ø65
Spojité riadenie	°	0-360 po 0,001
Pracovné otáčky	min-1	76
<u>Mazací agregát</u>		
Mazanie valivých vedení a guľčkových skrutiek		
Max. pracovný tlak	MPa	2
Objem nádrže	dm <sup>3</sup>	3,6



### Chladiace zariadenie

Tlak chladiacej kvapaliny

MPa 0,7

Objem nádrže v dopravníku triesok

dm<sup>3</sup> 150

Dodávané množstvo v mieste nástroja

dm<sup>3</sup>.min<sup>-1</sup> 25



Nádrž chladiaceho zariadenia

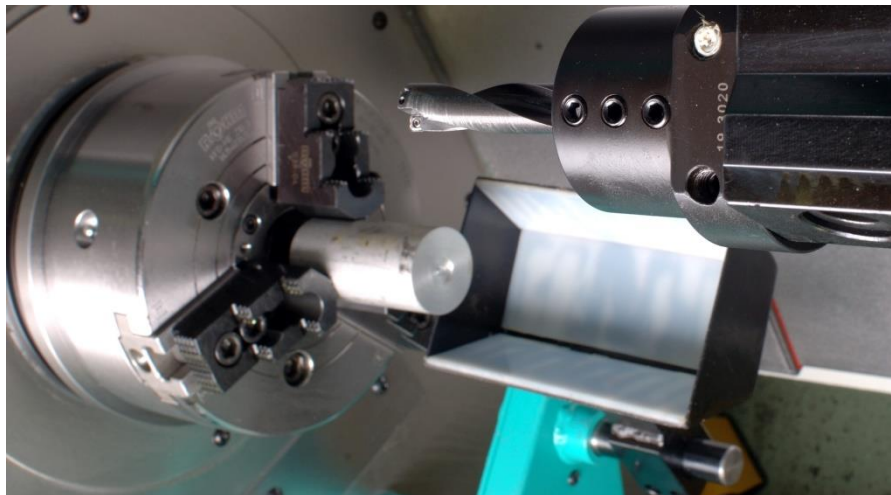


Hydraulická nádrž s chladením

Dodávané množstvo	dm <sup>3</sup> .min <sup>-1</sup>	16,8
Max. pracovný tlak	MPa	5
Menovitý objem nádrže	dm <sup>3</sup>	40

Odoberač obrobkov

Max. priemer odoberaného obrobku	mm	100
Max. dĺžka odoberaného obrobku	mm	160
Max. hmotnosť odoberaného obrobku	kg	1,5
Dĺžka pracovného cyklu	s	2

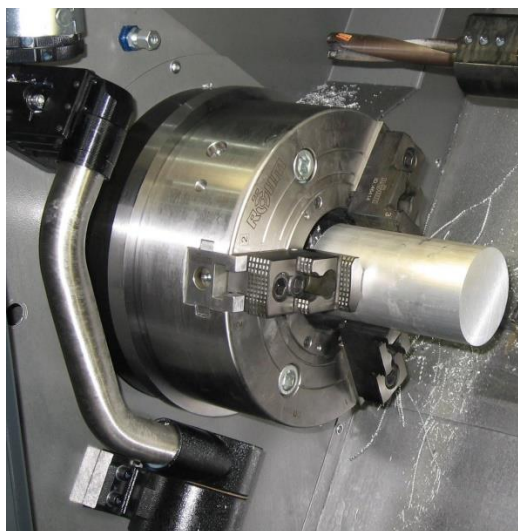


Sonda na meranie nástrojov

RENISHAW dotyková sonda

Opakovaná presnosť merania

μm 1



## 4 Preberacia skúška

Preberacia skúška je celková kontrola geometrie stroja, kontrol kinematiky , hydrauliky, pneumatiky, električky , laserové skúšky, zatekanie . Vykonáva sa a výsledky sa zapisujú podľa predpísaných tabuľkových podnikových noriem. (vid prílohy)

### 4.1 Odchýlky tvaru a polohy, montáž a skúšky stroja

Celkový protokol geometrickej presnosti je v prílohe.

1. Ustavenie lože do vodorovnej polohy
2. Ustavenie pozdĺžneho vedenia č.1
3. Ustavenie vedenia č. 1 pozdĺžneho suportu
4. Montáž guličkovej skrutky os Z
5. Zaškrabanie koníka
6. Zaškrabanie vreteníka
7. Montáž lineárneho odmeriavania osi X
8. Montáž nástrojovej hlavy
9. Ustavenie stroja do pracovnej polohy
10. Montáž teleskopických krytov a ich ustavenie
11. Oživenie stroja
12. Nastavenie napätia remeňov hlavného pohonu
13. Montáž hydraulického upínania
14. Montáž krytovania
15. Skúšky stroja



Laserové skúšky

## 4.2 Prepojenie mechanickej a elektrotechnickej časti stroja

V štandardnom prevedení je stroj SBX 500 je vo vyhotovení: hlavné vreteno S1, rotačná os C, osi X, Y a Z poháňaný nástroj E a os Z3 pre polohovanie koníka. Lineárne osi X, Y, Z a Z3 sú poháňané servomotormi cez guľčkovú skrutku (prevod rotačného pohybu na lineárny). Vreteno je poháňané asynchrónnym motorom cez remeňový prevod. Rotačná os C je poháňaná servomotorom cez ozubené súkolia a reduktor pre zaistenie presnosti a požadovanej tuhosti pri mimo osom obrábaní (frézovaní) v spolupráci s poháňaným nástrojom E, ktorý je poháňaný servomotorom cez mechanické prevody v nástrojovej hlave. Spätnú väzbu pre riadenie CNC zabezpečujú snímače zabudované v každom elektromotore (tzv. nepriama spätná väzba). Pri osiach kde sú kladené vyššie požiadavky na presnosť polohovania, čo je dané hlavne požiadavkami na výslednú geometrickú presnosť stroja je spätná väzba doplnená o priame odmeriavanie, čo pri lineárnych osiach predstavujú lineárne pravítka a pri rotačných osiach sú to rotačné snímače. V štandarde je stroj vybavený priamym odmeriavaním na osiach X, Y a C. Ďalšou veľkou skupinou elektrotechnických prvkov sú snímače (mechanické, Indukčné, RFID), ktoré indikujú prítomnosť a tlak médií, polohy krytov, polohy jednotlivých mechanizmov ako napr. upínania, chodu dopravníka triesok a podobne. Na stroji je taktiež množstvo akčných členov či už asynchrónnych motorov pre pohon čerpadiel, hydraulického systému, mazacích agregátov a pod. a taktiež elektromagnetických ventilov v hydraulickom a pneumatickom rozvode. Detailný popis, typ a funkcie jednotlivých elektrotechnických prvkov možno vidieť v elektrických schémach stroja.

## 4.3 Inštalácia riadiaceho systému

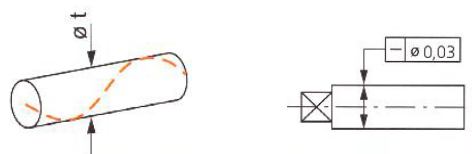
Pod pojmom riadiaci systém si musíme uviesť, že tento pojem zahŕňa v sebe riadiacu časť, pohonovú časť a HMI časť. Riadiacu časť predstavuje CNC riadenie s integrovaným PLC. Pohonovú časť predstavujú digitálne riadené servopohony a k nim prislúchajúce motory. HMI časť predstavuje ovládací panel stroja a LCD ovládací panel. Pohonová a riadiaca časť je inštalovaná v elektroškrini stroja, pričom tieto navzájom komunikujú po digitálnej zbernici optickým alebo metalickým káblom. Ovládacie panely sú inštalované v škrinke ovládacieho panela a komunikujú s riadením po dátovej zbernici.



## 5 Tolerancia tvaru a polohy

Všeobecné predpisovanie tolerancií tvaru a polohy plôch na výkresoch podľa STN ISO 128(01 3121)

**Tolerancia tvaru** Tolerancia priamosti — os valcovitého elementu musí ležať vo vnútri valca s  $\varnothing t=0,03\text{mm}$ .



Tolerancia rovinnosti



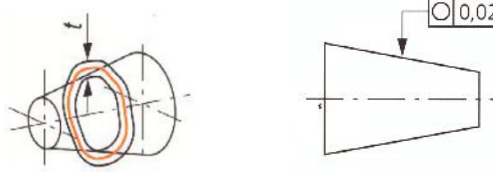
Nameraná plocha musí ležať medzi dvoma rovnobežnými rovinami s kolmou vzdialenosťou  $t=0,05\text{mm}$ .



Tolerancia kruhovitosti



Obrobok kruhu každého rezu musí ležať v prstenci s dĺžkou  $t=0,02\text{mm}$ .



Tolerancia valcovitosti



Tolerančná plocha musí ležať medzi dvoma súosími valcami s radialnou vzdialenosťou  $t=0,05\text{mm}$ .



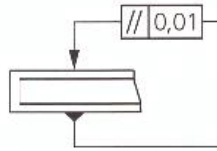
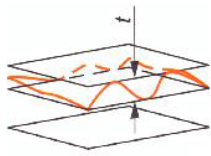
**Tolerancia polohy**

Tolerancia rovnobežnosti



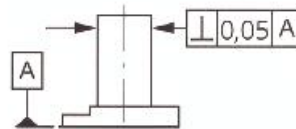
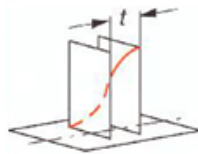
Tolerančná plocha musí ležať medzi dvoma polochami,


ktoré sú rovnobežné s referenčnou rovinou a ich vzdialenosť je  $t=0,01\text{mm}$ .



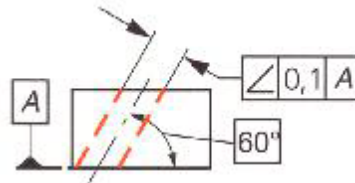
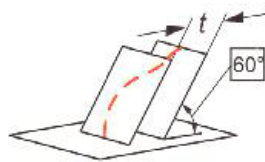
Tolerancia kolmosti 


Tolerančná os musí ležať medzi dvoma rovnobežnými rovinami, ktorých vzdialenosť je  $t$  a sú kolmé na referenčnú rovinu A.



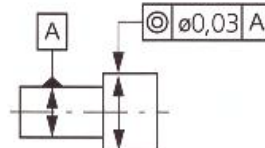
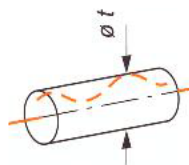
Tolerancia sklonu 

Os tvaru musí mať sklon  $60^\circ$  oproti referenčnej rovine A. Musí ležať medzi dvoma rovnobežnými rovinami so sklonom  $60^\circ$  oproti referenčnej rovine A ich vzájomná vzdialenosť je  $t=0,01\text{mm}$ .



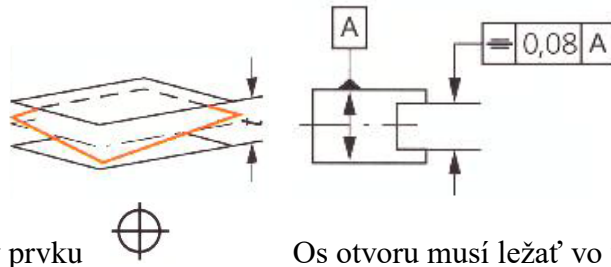
Tolerancia súosovosti 

Nameraná os tolerančného valca musí ležať vo vnútri valca s  $\varnothing t=0,03\text{mm}$ , ktorí je súosí S referenčnou osou A.



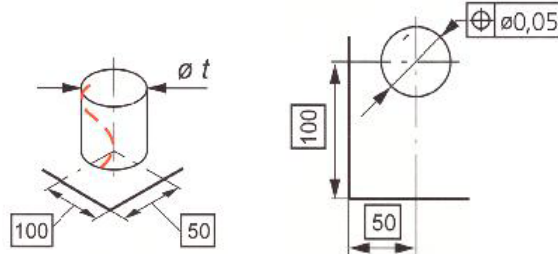
Tolerancia súmernosti 

Stredná plocha musí ležať medzi dvoma rovnobežnými rovinami, ktorých vzájomná vzdialenosť je  $t=0,08\text{mm}$  a sú symetrické podľa referenčnej strednej roviny.



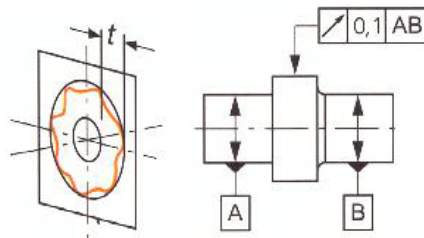
Tolerancia menovitej polohy prvku

Os otvoru musí ležať vo vnútri valca s  $\varnothing t=0,05\text{mm}$ , ktorého os leží v geometrickej polohe.



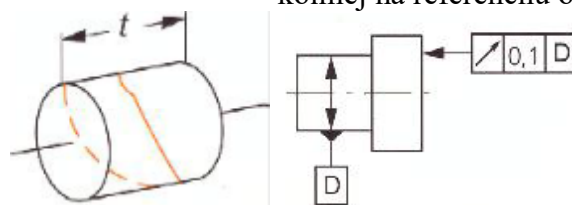
**Súhrnné tolerancie** Tolerancia obvodového hádzania

Pri otáčaní obrobku okolo referenčnej osi D nesmie kruhové hádzania presiahnuť 0,1 mm v žiadnom ľubovoľnom meranom polomere.



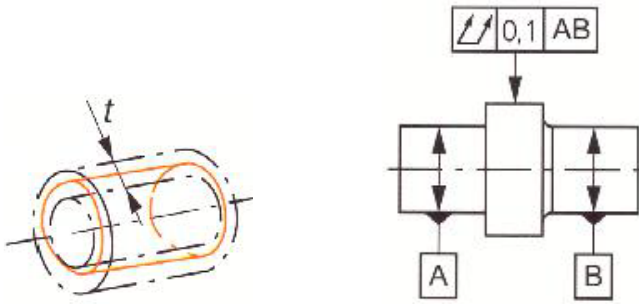
Tolerancia čelného hádzania

Pri otáčaní obrobku okolo referenčnej osi AB nesmie celkové hádzanie, v každej meranej rovine kolmej na referenčnú os, pretiahnuť 0,1mm



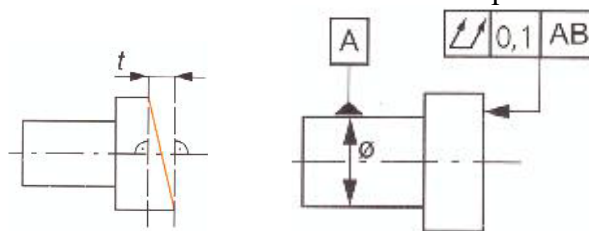
Tolerancia úplného obvodového hádzania

Pri otáčaní obrobku okolo referenčnej osi AB nesmie povrchové obvodové hádzanie na meranom povrchu presiahnuť 0,1mm



Tolerancia úplného čelného hádzania

Pri otáčaní obrobnku okolo referenčnej osi AB nesmie celkové hádzanie na vyhodnocovacom povrchu presiahnúť 0,1mm



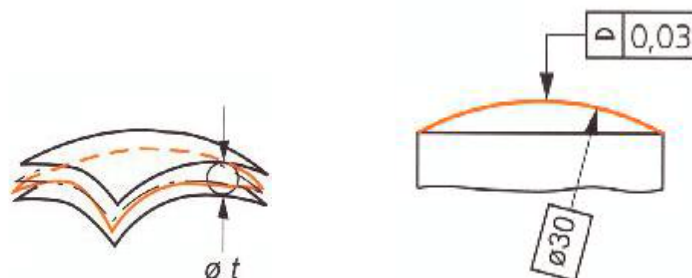
Tolerancia tvaru daného profilu

Tolerančný profil musí ležať medzi dvoma príahlymi krivkami ktorých vzdialenosť je limitovaná kružnicou s  $\varnothing t=0,08\text{mm}$ . Stred kružnice leží na ideálnej geometrickej krivke.



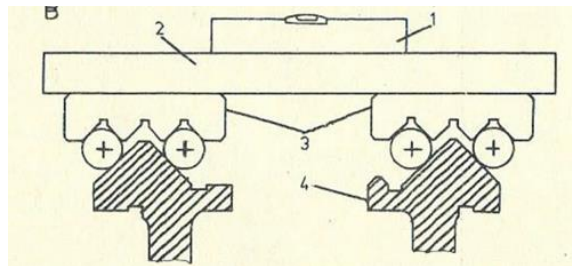
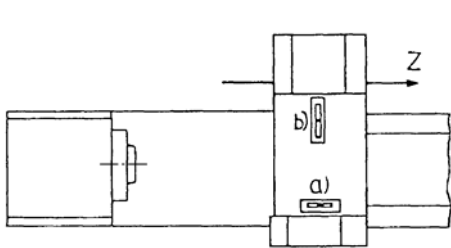
Tolerancia tvaru danej polohy

Tolerančná plocha musí ležať medzi dvoma príahlymi plochami, ktorých vzdialenosť je limitovaná guľou s  $\varnothing t=0,03\text{mm}$ . Stred gule leží na ideálnej geometrickej ploche.



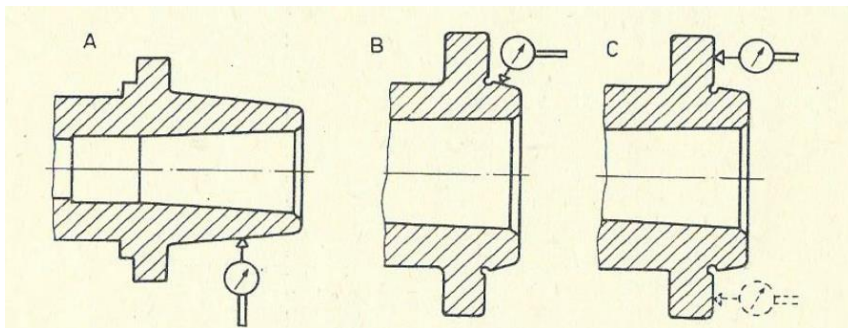
## 6 Medzioperačné merania geometrickej presnosti

1. Ustavenie lôžka v prípravku kontrolný mostík vo vodorovnej rovine. Meranie vykonať v pozdĺžnom a priečnom smere, namerané hodnoty zaznamenať a graficky vyhodnotiť. Na meranie sa používa magnetický stojan a číselníkové odchylkomery s presnosťou 0,01-0,001mm, merací mostík, vodováhy L 250mm s presnosťou 0,01mm a elektronické vodováhy s presnosťou 0,001mm



predpísaná odchýlka – dokončený stroj  
0,01mm

2. Skúška hádzavosti konca vretena



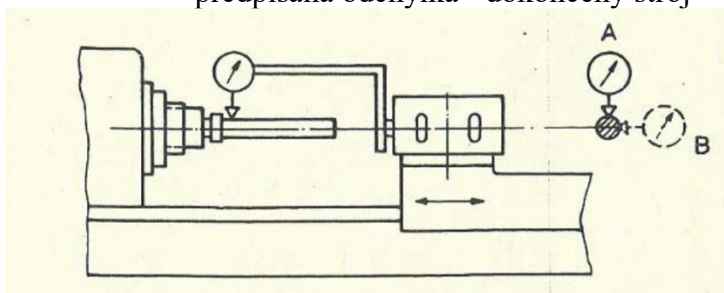
predpísaná odchýlka - dokončený stroj  
A,B,C 0,01mm

3. Skúška hádzavosti vnútorného kužela vretena

a) pri konci vretena

b) na konci kontrolného trna vretena

predpísaná odchýlka - dokončený stroj

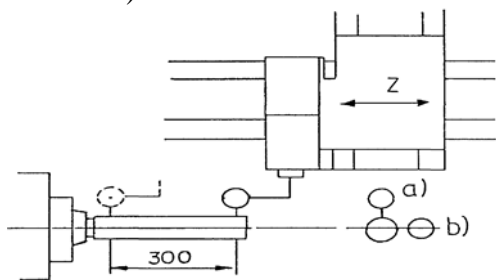


A 0,01mm

B 0,02mm

4. Skúška rovnobežnosti pohybu osi Z s osou otáčania vretena

- a) v rovine ZX
- b) v rovine YZ

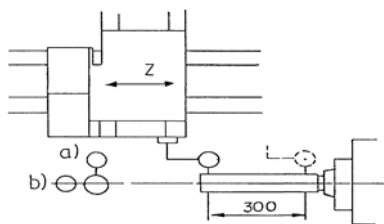


predpísaná odchýlka-dokončený stroj

- a) 0,01mm
- b) 0,015mm

5. Skúška rovnobežnosti pohybu osi Z s osou otáčania vretena (protivreteno)

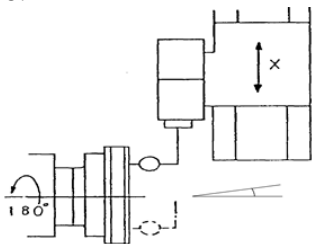
- a) v rovine ZX
- b) v rovine YZ



predpísaná odchýlka-dokončený stroj

- a) 0,01mm
- b) 0,015mm

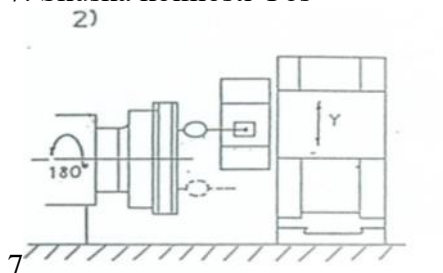
6. Skúška kolmosti



predpísaná odchýlka-dokončený stroj  
0,01mm

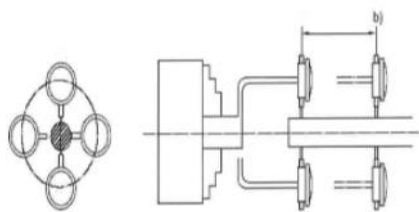
7. Skúška kolmosti Yos

2)



predpísaná odchýlka-dokončený stroj  
0,02mm

## 8. Skúška súosovosti dvoch protiľahlých vretien



predpísaná odchýlka-dokončený stroj

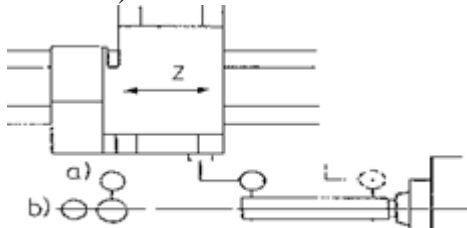
a)0,02mm

b)0,03mm

## 9. Kontrola rovnobežnosti osi kužela pinoly koníka s osou suportu

a) v rovine ZX

b) v rovine YZ

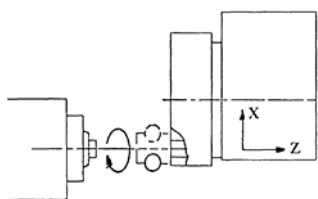


predpísaná odchýlka-dokončený stroj

a)0,01mm

b)0,01mm

## 10. Kontrola kolmosti upínacej plochy kotúča NH



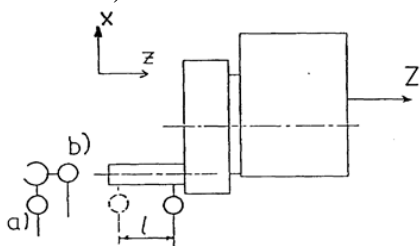
predpísaná odchýlka-dokončený stroj

0,015/100mm

## 11. Kontrola rovnobežnosti osi otvorov v nástrojovej hlave s pohybom osi Z - axiálna NH

a) v rovine Z

b) v rovine YZ



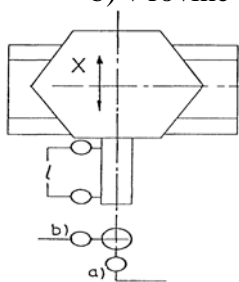
predpísaná odchýlka-dokončený stroj

a)0,015/100mm

b)0,015/100mm

12. Kontrola rovnobežnosti osi otvorov v nástrojovej hlave s pohybom osi Z - radiálna NH

- a) v rovine ZX
- b) v rovine YZ

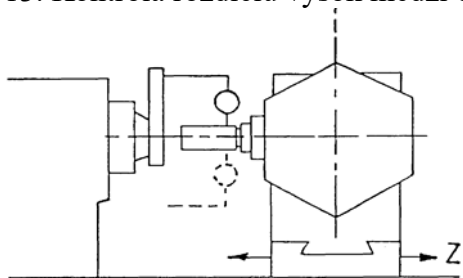


predpísaná odchýlka-dokončený stroj

a)0,015/100mm

b)0,015/100mm

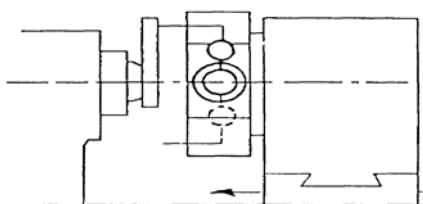
13. Kontrola rozdielu výšok medzi osou obrobku a vretena nástroja - axiálna NH



predpísaná odchýlka-dokončený stroj

0,04mm

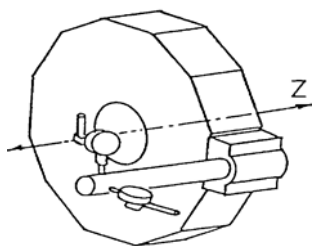
14. Kontrola rozdielu výšok medzi osou obrobku a vretena nástroja - radiálna NH



predpísaná odchýlka-dokončený stroj

0,04mm

15. Kontrola presnosti aretácie NH



predpísaná odchýlka-dokončený stroj

0,01mm

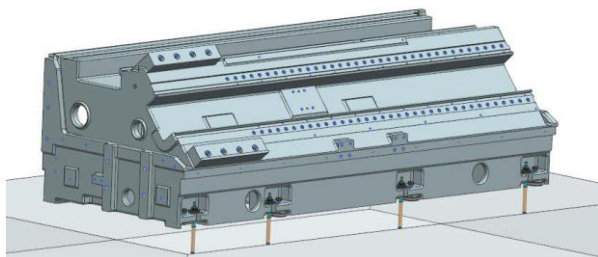


## 7 Geometrické ustavenie a vyváženie základnej časti lôžka

Ustavenie lôžka do roviny zaradujeme k 1. operácií pri montáži stroja. Vyváženie stroja sa vykoná vyvažovacími skrutkami vidlicovým kľúčom . Štandardne sa k stroju dodávajú vyvažovacie skrutky a vyvažovacie podložky. Ustavenie lôžka v priečnom a vodorovnom smere sa meria cez kontrolný mostík a vodováhu. Toto vyváženie musí byť po celej dĺžke lôžka v presnosti 0,01mm. Vyváženie sa vykonáva elektronickou vodováhou, ktorá meria s presnosťou 0,005/1000.

Pri montáži podskupín ako vretenník, pozdĺžne sane, priečny súport, koník a ostatné montážne podskupiny sa toto meranie opakuje a v prípade odchýliek sa lôžko docentruje na požadovanú presnosť.

Pri tomto ustavení sa používajú tolerancie rovnobežnosti, rovinnosti a priamosti.

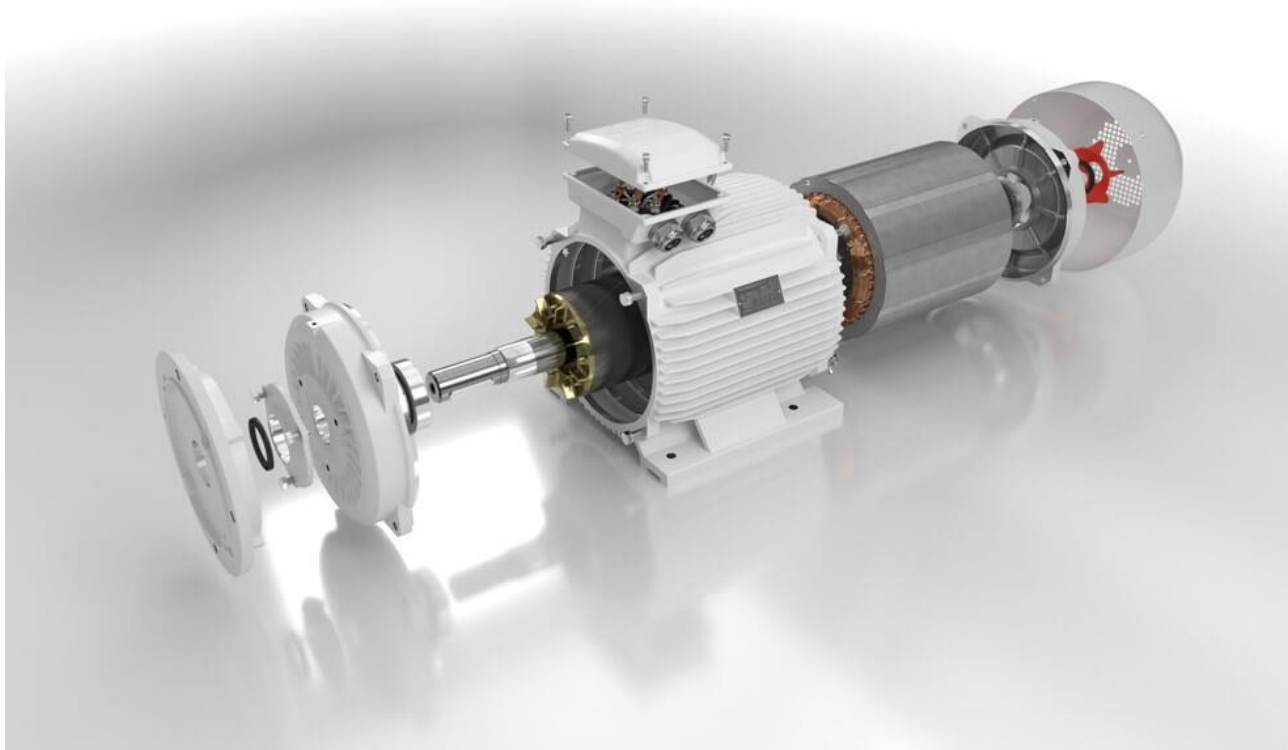


## 8 Elektromotor

Sústružníckom centre SBX 500 je agregované elektromotorom od firmy Siemens o výkone 22kW.

Tento elektromotor patrí do skupiny asynchrónnych motorov.

Asynchrónny motor má oproti synchronnému inú konštrukciu, kde rotor je tvorený najčastejšie kotvou nakrátko. Otáčky rotora nikdy nedosiahnu otáčky točivého magnetického poľa- z toho názvu asynchrónny motor. Tento druh motora je v praxi najpoužívanejší. Používa sa v mnohých odvetviach priemyslu, dopravy. Výkon sa pohybuje od stoviek wattov až stovky kilowattov. Jeho najväčšími výhodami sú jednoduchá údržba, silný/veľký krútiaci moment, nízka cena a v novodobej histórii riadenia - jednoduchý na reguláciu pomocou frekvenčných meničov.



## 9 Riadiaci systém SINUMERIK 840 sl

Riadiaci systém SINUMERIK 840D sl - špičkový výkon v prémiovej triede

SINUMERIK 840D sl je celkom správne považovaný za štandard pre prémiové CNC. Maximálny výkon CNC a neprekonateľná flexibilita a otvorenosť tvoria základ pre takmer akýkoľvek koncept stroja.

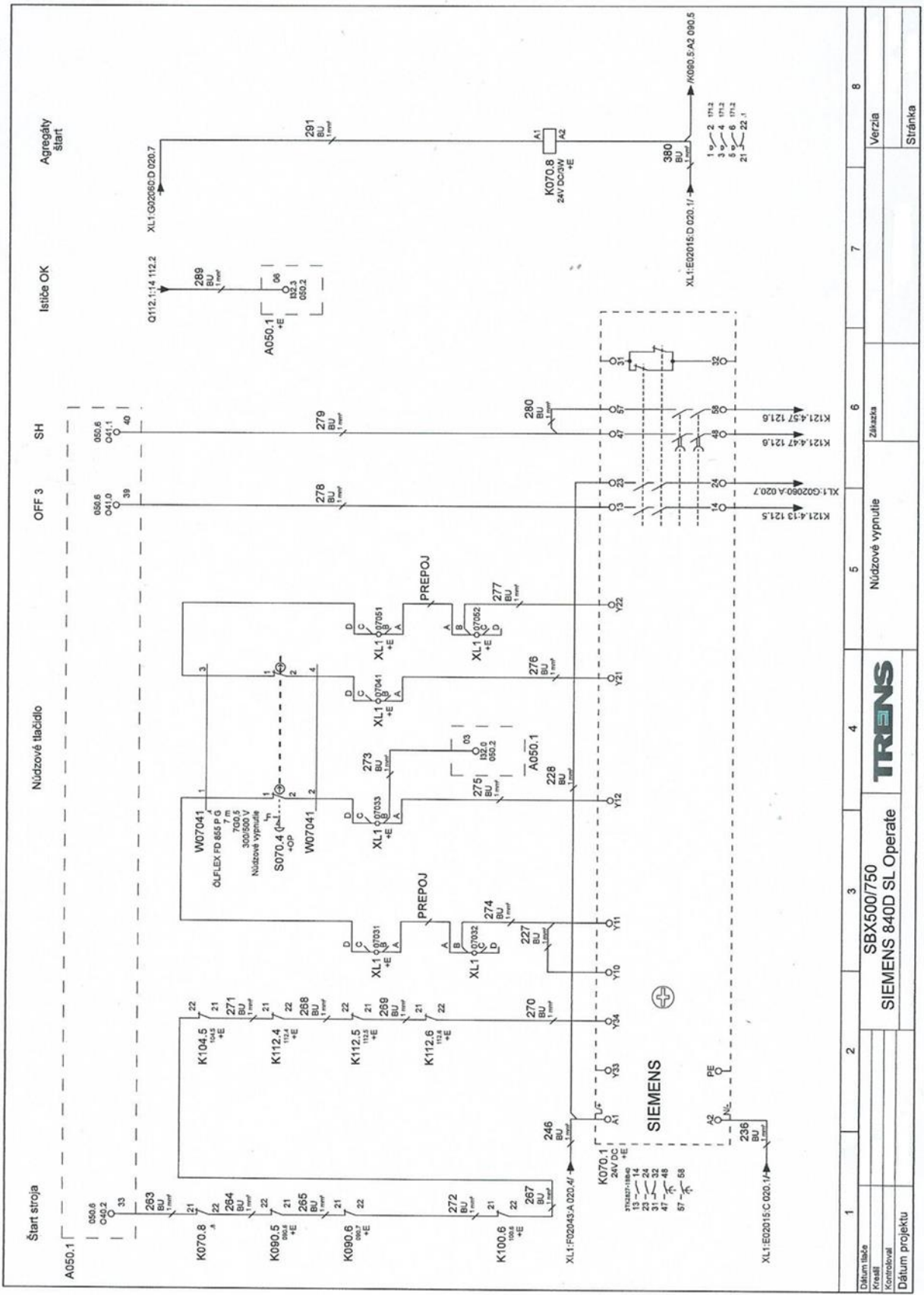
SINUMERIK 840D sl ponúka skutočne nevyčerpatel'ný výkonový potenciál vďaka svojim vysoko výkonným NCU (Numerical Control Units) založeným na jednotkách s najmodernejšou viacjadrovou procesorovou technológiou. Otvorenosť systému SINUMERIK 840D sl je na špičkovej úrovni. CNC je možné optimálne prispôbiť technológii stroja. Napríklad je možné pridať a prispôbiť operačné zariadenie a integrovať dokonca aj roboty a manipulačné systémy. Vďaka otvorenosti v jadre CNC a v mechanike je možné implementovať jedinečné mechanické koncepty - napríklad upravené riadiace algoritmy a špecifické kinematické transformácie.



Riadiaci systém  
Dialógová podpora programovania  
Procesor ovládacieho panela

SINUMERIK  
840D SL  
OPERATE  
typ PCU20

# 9.1 Elektro schéma núdzového vypnutia



## 9.2 Oživenie stroja

Oživenie stroja sa vykonáva dvoma spôsobmi. Prvý, jednoduchší spôsob je opakovaná výroba stroja tzv. sériové uvedenie stroja do prevádzky. Druhý spôsob je pri prvej výrobe stroja, prototype. V tomto prípade je potrebné vytvoriť PLC program, naparametrizovať pohony stroja, nakonfigurovať osi stroja a naparametrizovať obrazovky HMI. Ďalej budem pokračovať popisom sériového uvádzania stroja do prevádzky. Vo firme sa sériové uvádzanie do prevádzky riadi protokolom, v ktorom sú uvedené všetky kroky ktorými je potrebné prejsť pre celé oživenie stroja. Oživenie stroja začína kontrolou všetkých elektrických uzlov, ich správne zapojenie podľa schémy, dotiahnutie konektorov, základne nastavenie snímačov aby nedošlo k ich mechanickému poškodeniu pri spúšťaní stroja. Následne môže byť stroj pripojený k elektrickej sieti. Pred zopnutím hlavného vypínača stroja je nutné skontrolovať prítomnosť a veľkosť napätia a sled fáz. Keď je všetko v poriadku môže nasledovať samotné spustenie stroja. Po nabehtutí riadiaceho systému je možné vykonať nahratie parametrov stroja. Do stroja sú nahraté parametre NC riadenia, parametre pohonov, PLC a parametre HMI. Do stroja sú nahraté parametre z predchádzajúceho stroja rovnakej konfigurácie, v prípade že konfigurácia stroja je odlišná je potrebná úprava NC, PLC a parametrov pohonu a v niektorých prípadoch aj parametrov HMI (v prípade, že zákazník požaduje špeciálne riešenie). Po nahratí parametrov nasleduje oživenie a nastavenie jednotlivých uzlov. Postupnosť je nasledovná:

oživenie bezpečnostných obvodov

oživenie posuvových osí

oživenie hydraulického rozvodu

oživenie vretien

oživenie jednotlivých agregátov stroja podľa vyhotovenia stroja

Oživenie stroja je zakončené meraním a kompenzáciou stúpaní guľčkových skrutiek jednotlivých osí stroja. Ďalej nasleduje kontrola geometrickej presnosti stroja a obrobenie skúšobných kusov

### **9.3 Overenie komunikácie, kontrolný protokol**

Kontrolný protokol je priebežne vyplňaný počas celého procesu oživovania a samotné overenie komunikácie prebehne už na začiatku oživovania, bez toho by nebolo možné riadiaci systém uviesť do prevádzky.

### **9.4 Diaľková diagnostika**

Diaľková diagnostika na stroji SBX je iba v prípade, že si ju zákazník vyžiada, nakoľko niektorí zákazníci neumožňujú prístup k strojom na diaľku, avšak táto bariéra je postupne odstraňovaná a väčšina strojov je vo vyhotovení s diaľkovou diagnostikou. Na stroji je inštalovaná diaľková diagnostika firmy eWon. Pripojenie k stroju je realizované cez internetové prepojenie. Diaľková diagnostika umožňuje úplný prístup k všetkým parametrom stroja a PLC, taktiež je možné sledovať obrazovku stroja a vykonávať úpravy na stroji pomocou obrazovky, pričom operátor je informovaný o tom, že je k stroju zriadené pripojenie na diaľku. Pomocou diaľkovej diagnostiky je možné vyriešiť väčšinu softvérových problémov a v súčasnosti s obsluhou alebo údržbou zákazníka aj niektoré hardvérové poruchy.

### **9.5 Softvérové prepojenie**

Pred spustením testu spoľahlivosti stroja sa vykoná záverečné softvérové nastavenie stroja tj. Stroj sa nastaví do takého stavu v akom odíde k zákazníkovi. V prípade potreby nahrá sa potrebná jazyková mutácia, aktivujú a zlicencujú sa všetky softvérové opcie stroja.

### **9.6 Spoľahlivosť stroja**

Pred expedíciou sa na stroji spustí test spoľahlivosti stroja na 24 hodín, kde sa preskúšajú všetky mechanické uzly a ich spoľahlivosť a taktiež cykly stroja a prípadné netesnosti v krytovaní stroja, ktoré neboli odhalené pri skúške zatekania stroja. V prípade, že spoľahlivosť stroja prebehne v poriadku je možné vykonať zálohu parametrov stroja aby bolo možné stroj odpojiť od elektrickej energie. Pred odpojením stroja sa stroj ešte očistí, zafixuje a skontroluje náter.

## **10 Záver**

Cieľom tejto práce bolo oboznámiť čitateľa s procesom výroby a celkového oživenia CNC stroja SBX 500. Výkresová dokumentácia nie je spracovaná v CAD programe z dôvodu pandemickej situácie na Slovensku, nemal som možnosť prístupu k školskému CAD programu. Podrobnejšie informácie výroby a oživenia podliehajú výrobnému tajomstvu firmy TRENS SK. Ja sám som sa pri tvorbe tejto práce dozvedel mnoho z danej problematiky a mal som možnosť využiť svoje teoretické vedomosti získané v škole a použiť ich priamo v praxi tohto podniku.

