

**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



**FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ**  
**ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE**

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING  
INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

## **NÁSTROJE PRO SOUSTRUŽENÍ** **TURNING TOOLS**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**  
BACHELOR THESIS

**AUTOR PRÁCE**  
AUTHOR

**JIŘÍ VÁCLAVEK**

**VEDOUcí PRÁCE**  
SUPERVISOR

**DOC. ING. ANTON HUMÁR, CSC.**

BRNO 2010

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav strojírenské technologie  
Akademický rok: 2009/2010

## **ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

student(ka): Jiří Václavek

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

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

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

### **Nástroje pro soustružení**

v anglickém jazyce:

### **Turning tools**

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Bakalářská práce je zaměřena na soustružnické nástroje z hlediska jejich rozdělení, označování, materiálu, užití a současných trendů vývoje a výroby u renomovaných špičkových producentů nástrojů, v konstrukční i materiálové oblasti.

Cíle bakalářské práce:

1. Základní charakteristiky soustružení
2. Charakteristika soustružnických nástrojů z hlediska konstrukce, nástrojového materiálu, způsobu označování a užití
3. Soustružnické nástroje v sortimentu výroby nejvýznamnějších domácích a světových producentů nástrojů

Seznam odborné literatury:

1. AB SANDVIK COROMANT - SANDVIK CZ s.r.o. Příručka obrábění - Kniha pro praktiky. Přel. M. Kudela. 1. vyd. Praha: Scientia, s. r. o., 1997. 857 s. Přel. z: Modern Metal Cutting - A Practical Handbook. ISBN 91-97 22 99-4-6.
2. HUMÁR, A. Slinuté karbidy a řezná keramika pro obrábění. 1. vydání. Brno: CCB spol. s r.o., 1995. 265 s. ISBN 80- 85825-10-4.
3. HUMÁR, Anton. Materiály pro řezné nástroje. MM publishing s. r.o., Praha. 2008. 235 s. ISBN 978-80-254-2250-2.
4. HUMÁR, A., PÍŠKA, M. Technologie soustružení. MM Průmyslové spektrum - Speciální vydání. Zář 2004. ISSN 1212-2572., s. 6-25.
5. HUMÁR, A. Technologie I - Základní metody obrábění - 1. část. Interaktivní multimediální text pro magisterskou formu studia. VUT-FSI v Brně, ÚST, Odbor technologie obrábění. 2004. [online]. Dostupné na [www: http://ust.fme.vutbr.cz/obrabeni/opory/zakl\\_met\\_obr/zakl\\_met\\_obr\\_1.pdf](http://ust.fme.vutbr.cz/obrabeni/opory/zakl_met_obr/zakl_met_obr_1.pdf).
6. Technické materiály a prospekty firem Ceratizit, Iscar, Kennametal, Korloy, Mitsubishi, Pramet Tools, Sandvik Coromant, Seco, Walter, Widia.

Vedoucí bakalářské práce: doc. Ing. Anton Humár, CSc.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2009/2010.

V Brně, dne 20.11.2009

L.S.

---

prof. Ing. Miroslav Píška, CSc.  
Ředitel ústavu

---

doc. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc.  
Děkan fakulty

## ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá nástroji pro soustružení a porovnáním výrobků domácí a zahraniční firmy. V první části je soustružení obecně popsáno, včetně základních vztahů. Druhá část je už přímo zaměřena na nástroje, jejich rozdělení a materiály, ze kterých jsou vyráběny. Nakonec je vybráno několik nástrojů tuzemské a zahraniční firmy a ty jsou porovnány.

### Klíčová slova

Soustružení, nástrojové materiály, nástroje pro soustružení, soustruh, soustružnické nože, vyměnitelné břitové destičky.

## ABSTRACT

The bachelor's thesis deals with turning tools and compares domestic and foreign companies' products. The turning is generally described with basic formulas in the first part of the thesis. The second part is aimed on tools, categories of tools and materials which they are made of. In conclusion, there is comparison of several tools from domestic and foreign producers.

### Keywords

Turning, tooling materials, turning tools, lathe, tool bit, indexable inserts.

### Bibliografická citace

VÁCLAVEK, J. *Nástroje pro soustružení*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2010. 55 s., 5 příloh. Vedoucí práce doc. Ing. Anton Humár, CSc.

**Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma nástroje pro soustružení vypracoval(a) samostatně s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených na seznamu, který tvoří přílohu této práce.

.....  
Datum.....  
Jiří Václavek

**Poděkování**

Děkuji tímto doc. Ing. Antonu Humárovi, CSc. za cenné připomínky a rady při vypracování bakalářské práce.

**OBSAH**

<b>Abstrakt</b>	<b>5</b>
<b>Obsah</b>	<b>8</b>
<b>Úvod</b>	<b>10</b>
<b>1. Základní charakteristiky soustružení</b>	<b>11</b>
1.1 Obecný popis soustružení	11
1.2 Rozdělení soustruhů	13
1.2.1 Hrotový soustruh	13
1.2.2 Čelní soustruh	14
1.2.3 Revolverový soustruh	14
1.2.4 Svislý soustruh	14
1.2.5 Poloautomatický soustruh	14
1.2.6 Automatický soustruh	14
1.2.7 Číslicově řízený soustruh	14
1.3 Parametry soustružení	15
<b>2. Charakteristika soustružnických nástrojů</b>	<b>19</b>
2.1 Rozdělení soustružnických nožů	19
2.1.1 Radiální nože	19
2.1.2 Prizmatické nože	20
2.1.3 Kotoučové nože	20
2.1.4 Tangenciální nože	20
2.2 Nástrojové materiály	20
2.2.1 Nástrojové oceli	21
2.2.2 Slinuté karbidy	21
2.2.3 Cermety	21
2.2.4 Řezná keramika	21
2.2.5 Supertvrde řezné materiály	22
2.3 Upínací systém VBD	22
2.4 Označování radiálních nožů s VBD	24
2.4.1 Systém označování nožů ISO pro vnější soustružení	24
2.4.2 Systém označování nožů ISO pro vnitřní soustružení	25
2.5 Označování VBD	25
<b>3. Soustružnické nástroje v sortimentu výroby nejvýznamnějšího domácího a světového producenta nástrojů</b>	<b>27</b>

3.1 Výrobní sortiment – Upnutí VBD typu ISO P. Firma Pramet Tools s.r.o.	27
3.2 Výrobní sortiment – Upnutí VBD typu ISO P. Firma: Sandvik Coromant AB	27
3.3 Porovnání sortimentu	27
3.3.1 Společné typy nožů	27
3.3.2 Rozdílné typy nožů – Pramet Tools	29
3.3.3 Rozdílné typy nožů – Sandvik Coromant	29
<b>4. Závěr</b>	<b>31</b>
<b>5. Seznam použitých zdrojů</b>	<b>32</b>
<b>6. Seznam použitých zkratk a symbolů</b>	<b>34</b>
<b>7. Seznam příloh</b>	<b>35</b>
<b>Příloha 1</b>	<b>36</b>
<b>Příloha 2</b>	<b>37</b>
<b>Příloha 3</b>	<b>38</b>
<b>Příloha 4</b>	<b>40</b>
<b>Příloha 5</b>	<b>46</b>

## ÚVOD

Soustružení je obráběcí metoda, která se používá při zhotovování součástí rotačního průměru. Jako řezné nástroje jsou většinou používány jednobřité nože různého provedení. Tento druh obrábění se vyznačuje tím, že obrobek koná rotační pohyb, zatímco nástroj posuvný přímočarý.

Soustružení je v mnoha ohledech považováno za nejjednodušší formu obrábění kovů. Důkazem jednoduchosti mohou být i archeologické objevy v Egyptě, které poukazují na znalost jednoduchých soustruhů již v době kamenné, kdy byly soustruženy předměty z alabastru. Z doby bronzové se dochovaly vysoustružené předměty z bronzu. Samozřejmě soustruhy využívali i staří Řekové a Římané. Na náhrobku jednoho ze starořímských kameníků byl vyobrazen tzv. smyčcový soustruh – soustružený předmět byl uložen mezi dvěma pevnými hroty a kolem něj byla otočena tětiva velkého luku. Tento princip byl patrně používán až do středověku, kdy začalo docházet k jeho modifikaci a postupnému vylepšování.

Od té doby prošly soustruhy mnoha proměnami. Experimentovalo se s vodním pohonem, v 15. století se objevil první primitivní suport, který slouží k držení a vedení nože. Leonardo da Vinci přispěl i v tomto oboru svým dílem – šlapací soustruh se setrvačником. Výrazný skok je zaznamenán během průmyslové revoluce v 18. století, kdy se nůž začal pohybovat jak kolmo k obrobku tak podél něho.

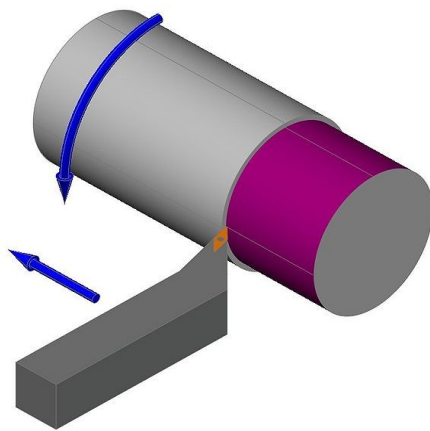
V dnešní době již existuje celá řada specializovaných soustruhů. Za nejmodernější soustruh lze považovat systém CNC (Computer Numerical Control), který je řízen pomocí počítače.

Léta vývoje, výzkumu a sbírání zkušeností zaručují vysokou vyzrállost tohoto technologického procesu, jehož pokrok se ovšem nezastavuje ani v dnešní době. Všechna tato fakta přispívají k tomu, že se soustružení stalo nejčastěji používaným procesem obrábění a průmyslovou výrobu si lze bez něj jen těžko představit.

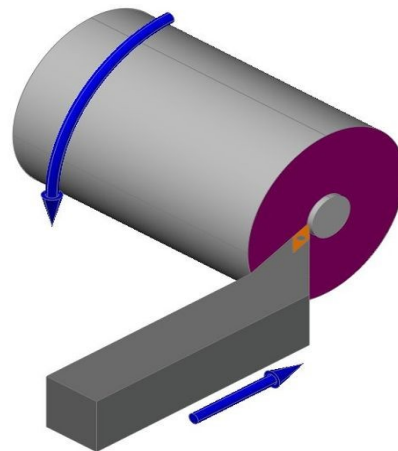
# 1. ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKY SOUSTRUŽENÍ

## 1.1 OBECNÝ POPIS SOUSTRUŽENÍ

Základní charakteristikou soustružení je pevnost řezného nástroje a rotační pohyb obrobku. Tento rotační pohyb je označován jako pohyb hlavní a obrobek většinou jiný pohyb než rotační nevykonává. Pohyb nástroje bývá posuvný přímočarý, a to buď ve směru osy obrobku (vůči obrobku axiální - obr. 1), nebo ve směru kolmém na osu obrobku (vůči obrobku radiální - obr. 2). U některých druhů soustružení (např. kopírovací soustružení) jsou tyto dva pohyby kombinovány a jedná se tedy o pohyb axiálně-radiální.



Obr. 1 Axiální soustružení<sup>1</sup>



Obr. 2 Radiální soustružení<sup>1</sup>

Při volbě držáku se rozlišuje podélné soustružení, čelní soustružení, soustružení tvarů a kopírovací soustružení. Kromě těchto základních způsobů existuje ještě mnoho dalších způsobů, které jsou kombinací základních, například obrábění osazení, přechodů mezi průměry a srážení hran.

Posuv řezného nástroje může být prováděn ručně nebo strojně. Strojní posun může být předem naprogramován a řízen počítačem. Toho se v dnešní době využívá u CNC strojů a tato metoda postupně vytlačuje kopírovací soustružení (obr. 3).



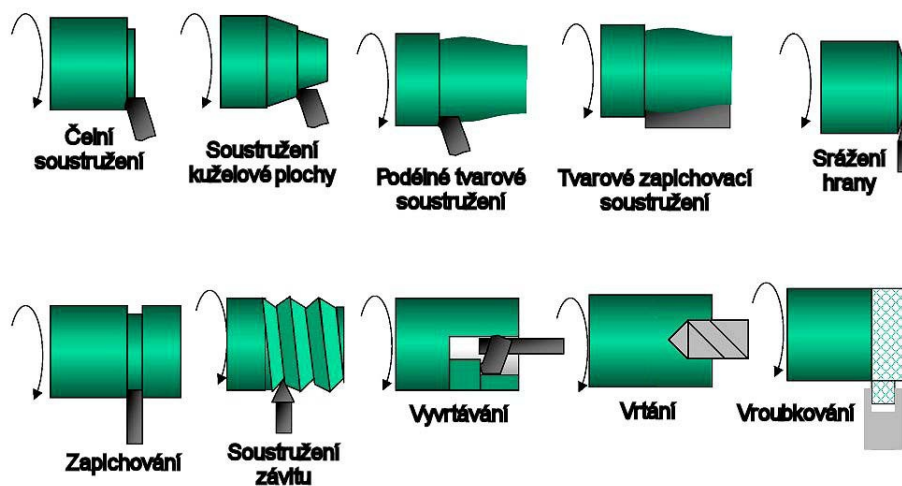
Obr. 3 Soustružení na CNC stroji<sup>2</sup>

Během soustružení vznikají jako vedlejší produkt třísky (obr. 4), avšak jejich technologické charakteristiky vypovídají o průběhu procesu jak z hlediska energetického, tak i z hlediska jejich odchodu z řezné zóny.<sup>3</sup>



Obr. 4 Během soustružení vznikají třísky<sup>4</sup>

Soustružením lze obrábět vnější a vnitřní válcové, kuželové i tvarové plochy, rovinné čelní plochy a zápichy. Na soustruzích lze dále vrtat, vyvrtávat, vystružovat, řezat závity, vroubkovat, válečkovat, hladit, leštit, vyrábět hřbetní plochy tvarových fréz podsoustružováním (viz obr. 5).<sup>5</sup>



Obr. 5 Ukázka prací na soustruhu<sup>5</sup>

Soustružení lze rozdělit na několik typů podle toho, jakou kvalitu povrchu lze tímto typem obrobení dosáhnout.

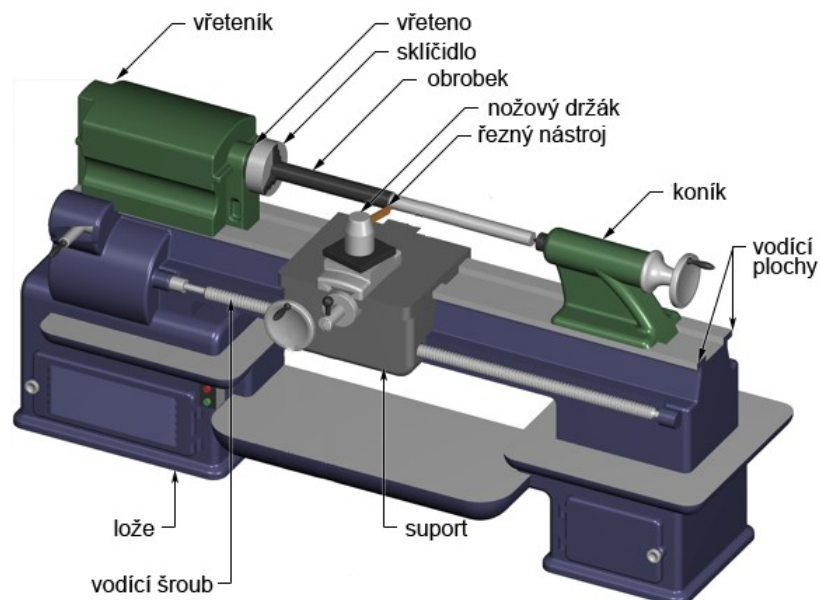
Tab. 1 Jednotlivé typy soustružení dosahují různých přesností a kvalit povrchů<sup>6</sup>

Typ soustružení	Přesnost	Drsnost povrchu Ra [ $\mu\text{m}$ ]
Hrubování	IT13	12,5
Soustružení na čisto	IT9	3,2
Jemné soustružení	IT6, IT7	0,4; 0,8

## 1.2 ROZDĚLENÍ SOUSTRUHŮ

### 1.2.1 Hrotový soustruh

Předností tohoto soustruhu je, že není náročný na seřízení. Vyrábí se dva typy hrotových soustruhů – univerzální a jednoduché. Využívá se v kusové a malosériové výrobě hřídelových a přírubových součástí (viz obr. 6).<sup>3, 7</sup>



Copyright © 2008 CustomPartNet

Obr. 6 Hrotový soustruh<sup>8</sup>

### **1.2.2 Čelní soustruh**

Používá se pro soustružení přírubových součástí malých délek. Obrobek se zde upíná na lícni desku. Hlavní uplatnění tohoto soustruhu je v kusové výrobě. <sup>3,7</sup>

### **1.2.3 Revolverový soustruh**

Výhodou tohoto soustruhu je, že může provést více úseků na jedno upnutí. Nástroje se upínají v držácích do upínacích otvorů revolverové hlavy. Využívá se převážně v malých a středně velkých sériích. <sup>3,7</sup>

### **1.2.4 Svislý soustruh**

Používá se u rotačních součástí středního a velkého průměru, které mají malý poměr délky k průměru. Jeho uplatnění je v kusové, malosériové a někdy i ve středně velkých sériích. <sup>3,7</sup>

### **1.2.5 Poloautomatický soustruh**

Jedná se o zdokonalený hrotový, čelní nebo revolverový soustruh. Má automatický pracovní cyklus nástrojů, ale pro opakování cyklu je nutný ruční zásah obsluhy stroje. Automatizace je dosažena použitím křivkových kotoučů, kopírovacích systémů nebo aplikací CNC. Využívá se ve středně velké a velké sériové výrobě. <sup>3,7</sup>

### **1.2.6 Automatický soustruh**

Používá se k obrábění složitých součástí. Nejčastějším polotovarem jsou tyče. Celý pracovní cyklus je plně automatizován, a to včetně podávání tyčí. Uplatňuje se především ve velkosériích. <sup>3,7</sup>

### **1.2.7 Číslicově řízený soustruh**

NC (Numerical control) je řízen číselnými příkazy zaznamenanými děrováním na papírovou děrnou pásku nebo uloženými do vnitřní paměti řídicího systému. Širší možnosti má systém CNC (Computer Numerical Control). Je plně řízený počítačem a hodí se pro velkosériovou výrobu. Data se vkládají přímo do počítače na stroji pomocí číslic v osách. Program lze upravovat i během obrábění (obr. 7). <sup>3,7</sup>



Obr. 7 Číslicově řízený soustruh<sup>15</sup>

### 1.3 PARAMETRY SOUSTRUŽENÍ

Parametry soustružení lze popsat několika základními vztahy. Prvním z nich je **vztah pro řeznou rychlost**<sup>3, 5</sup>:

$$v_c = \frac{D \cdot \pi \cdot n}{1000} \text{ [m/min]}, \quad (1)$$

kde:

D [mm] – průměr obráběné plochy,

n [min<sup>-1</sup>] – otáčky obrobku.

Ze vztahu jasně vyplývá, že řezná rychlost je přímo úměrná velikosti průměru obrobku a počtu otáček vřetene. U soustružení čelního je tedy potřeba vzít na vědomí, že s blížící se osou rotace obrobku klesá řezná rychlost. Tento fakt je u moderních soustruhů a CNC strojů brán v potaz a plynulé zvyšování rychlosti rotace obrobku je předprogramováno.

Dalším důležitým vztahem je vztah pro **rychlost posuvu**<sup>3, 5</sup>:

$$v_f = f_n \cdot n \text{ [mm/min]}, \quad (2)$$

kde:

f<sub>n</sub> [mm] – posuv na otáčku obrobku,

n [min<sup>-1</sup>] – otáčky obrobku.

Tato hodnota je poměrně důležitá, protože určuje jakost obrobené plochy a zajišťuje vhodné utváření třísky v souladu s výkonem určeným geometrií břítu.

Složením vztahů pro řeznou rychlost a pro rychlost posuvu dostáváme vztah pro **rychlost řezného pohybu**<sup>3, 5</sup>:

$$v_e = \sqrt{v_c^2 + v_f^2} \text{ [m/min]}. \quad (3)$$

U **šířky záběru ostří** a<sub>p</sub> je důležité rozlišovat o jaké soustružení se jedná. Jedná-li se o soustružení podélné<sup>3, 5</sup>:

$$a_p = 0,5 \cdot (D - d) \text{ [mm]}, \quad (4)$$

kde:

D [mm] – průměr obráběné plochy,

d [mm] – průměr obrobené plochy.

Pro čelní soustružení pak platí vztah <sup>3,5</sup>:

$$a_p = L - l \text{ [mm]}, \quad (5)$$

kde:

L [mm] - délka obráběné plochy,

l [mm] - délka plochy obrobené .

Šířka záběru ostří se u podélného soustružení vždy měří kolmo k ose obrobku. U soustružení čelního rovnoběžně s osou obrobku.

Způsob pronikání břitu nástroje do obrobku ovlivňuje **nástrojový úhel nastavení hlavního ostří**  $\kappa_r$ . Je to úhel mezi nástrojovou rovinou ostří  $P_s$  a nástrojovou boční rovinou  $P_f$ . Tento úhel je důležitý pro volbu soustružnického nože.

Ze vztahů pro **jmenovitou šířku třísky**  $b_D$  a **jmenovitou tloušťku třísky**  $h_D$  vyplývá, že nástrojový úhel nastavení hlavního ostří zásadně ovlivňuje tvar třísky <sup>3,5</sup>.

$$b_D = \frac{a_p}{\sin \kappa_r} \text{ [mm]}, \quad (6)$$

$$h_D = f_n \cdot \sin \kappa_r \text{ [mm]}. \quad (7)$$

Pomocí vztahů (6) a (7) lze spočítat **jmenovitý průřez třísky**  $A_D$  <sup>3,5</sup>:

$$A_D = b_D \cdot h_D = \frac{a_p}{\sin \kappa_r} \cdot f_n \cdot \sin \kappa_r = a_p \cdot f_n \text{ [mm}^2\text{]}. \quad (8)$$

**Celková řezná síla F** u podélného soustružení se pro praktické použití ve strojírenství rozkládá do tří navzájem na sebe kolmých sil – řezná síla  $F_c$ , posuvná síla  $F_f$  a pasivní síla  $F_p$  (viz obr. 8) <sup>3,5</sup>:

$$F_c = C_{F_c} \cdot a_p^{x_{F_c}} \cdot f^{y_{F_c}} \text{ [N]}, \quad (9)$$

$$F_f = C_{F_f} \cdot a_p^{x_{F_f}} \cdot f^{y_{F_f}} \text{ [N]}, \quad (10)$$

$$F_p = C_{F_p} \cdot a_p^{x_{F_p}} \cdot f^{y_{F_p}} \text{ [N]}, \quad (11)$$

$$F = \sqrt{F_c^2 + F_f^2 + F_p^2} \text{ [N]}, \quad (12)$$

kde:

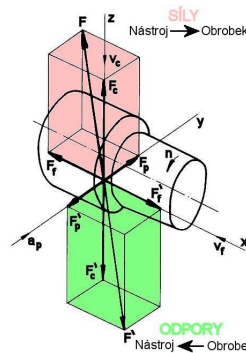
$C_{F_c}, C_{F_f}, C_{F_p}$  [-] - materiálové konstanty,

$x_{F_c}, x_{F_f}, x_{F_p}$  [-] - exponenty vlivu  $a_p$ ,

$y_{F_c}, y_{F_f}, y_{F_p}$  [-] - exponenty vlivu  $f_n$ ,

$a_p$  [mm] - šířka záběru ostří,

$f$  [mm] – posuv na otáčku.



Obr. 8 Síly na nástroji působící na obrobek při podélném soustružení <sup>5</sup>

Ze vztahů pro řeznou sílu  $F_c$  a pro jmenovitý průřez třísky  $A_D$  se dále určuje **měrná řezná síla**  $k_c$  <sup>3, 5</sup>:

$$k_c = \frac{F_c}{A_D} \text{ [MPa]}. \quad (13)$$

Řezná síla  $F_c$  a řezná rychlost  $v_c$  určují **řezný výkon**  $P_c$  <sup>3, 5</sup>:

$$P_c = \frac{F_c \cdot v_c}{6 \cdot 10^4} \text{ [kW]}, \quad (14)$$

kde:

$F_c$  [N] - řezná síla,

$v_c$  [m.min<sup>-1</sup>] - řezná rychlost.

Pro **celkový výkon obráběcího stroje**  $P_m$  poté platí <sup>3, 5</sup>:

$$P_m = \frac{P_c}{\eta} = \frac{F_c \cdot v_c}{6 \cdot 10^4 \cdot \eta} \text{ [kW]}, \quad (15)$$

kde:

$\eta$  [-] - mechanická účinnost obráběcího stroje.

Pro výpočet jednotkového strojního času je nutné napřed určit **celkovou dráhu nástroje ve směru posuvu**  $L$  <sup>3, 5</sup>:

$$L = l + l_n + l_p \text{ [mm]}, \quad (16)$$

kde:

$l$  [mm] – délka obráběné plochy,

$l_n$  [mm] – délka náběhu,

$l_p$  [mm] – délka přeběhu.

Pro výpočet **jednotkového strojního času**  $t_{AS}$  u podélného soustružení platí <sup>3, 5</sup>:

$$t_{AS} = \frac{L}{n \cdot f_n} \text{ [min]}, \quad (17)$$

kde:

$n$  [ $\text{min}^{-1}$ ] - otáčky obrobku,

$f_n$  [mm] - posuv na otáčku.

U soustružení čelního je důležité rozlišit, jestli se jedná o jednotkový strojní čas pro soustružení s konstantními otáčkami  $t_{ASn}$ , a nebo soustružení s konstantní řeznou rychlostí  $t_{ASv}$  (viz obr. 9).

Pro soustružení s konstantními otáčkami platí stejný vztah jako u soustružení podélného. Dráha  $L$  se spočítá <sup>3, 5</sup>:

$$L = \frac{[(D_{\max} + 2 \cdot l_n) - (D_{\min} - 2 \cdot l_p)]}{2} \text{ [mm]}. \quad (18)$$

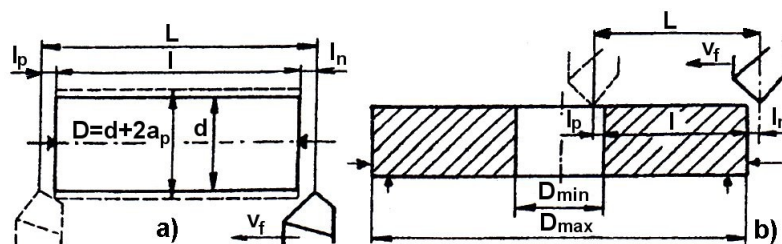
Strojní čas pro soustružení s konstantní řeznou rychlostí <sup>3, 5</sup>:

$$t_{ASv} = \frac{\pi \cdot [(D_{\max} + 2 \cdot l_n)^2 - (D_{\min} - 2 \cdot l_p)^2]}{4 \cdot 10^3 \cdot v_c \cdot f_n} \text{ [min]}, \quad (19)$$

kde:

$v_c$  [ $\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$ ] - řezná rychlost,

$f_n$  [mm] - posuv na otáčku.



Obr. 9 Stanovení jednotkového strojního času.

a) podélné soustružení; b) čelní soustružení <sup>5</sup>

## 2. CHARAKTERISTIKA SOUSTRUŽNICKÝCH NÁSTROJŮ

Nástroje bývají většinou jednobřité a zhotovují součástky válcovitého tvaru. Při soustružení je třeba zohlednit mnoho faktorů, jenž tento řezný nástroj ovlivňují. Nejzákladnějšími faktory jsou tvar obrobku, materiál obrobku, způsob obrábění, podmínky při obrábění, náklady apod. Řezný nástroj bývá pevně upnut do posuvné části stroje, jímž je suport nebo koník.

Nejčastěji používaným nástrojem u soustružení je soustružnický nůž. Tyto nože se rozdělují podle různých hledisek.

Soustružnické nože se rozdělují na radiální, prizmatické, kotoučové a tangenciální. Nejrozšířenější jsou nože radiální, které postupně nahrazují ostatní druhy nožů.

### 2.1 ROZDĚLENÍ SOUSTRUŽNICKÝCH NOŽŮ <sup>9</sup>

#### 2.1.1 Radiální nože

Radiální soustružnický nůž má dvě části – upínací a pracovní.

**Rozdělení radiálních nožů:**

- celistvé – jak upínací tak pracovní část jsou vyrobeny z nástrojového materiálu,
- s vyměnitelnými břitovými destičkami (VBD) – k nožovému držáku, jenž je vyroben z konstrukční oceli, je upnuta břitová destička z řezného materiálu (obr. 10),
- s pájenými břitovými destičkami – břitová destička z řezného materiálu se připájí na těleso nože z konstrukční oceli (obr. 11),
- modulární – hlavice s vyměnitelnou břitovou destičkou se upne pomocí upínacího systému.



Obr. 10 Nože s vyměnitelnými břitovými destičkami <sup>14</sup>



Obr. 11 Nože s pájenými břitovými destičkami <sup>10</sup>

### 2.1.2 Prizmatické nože

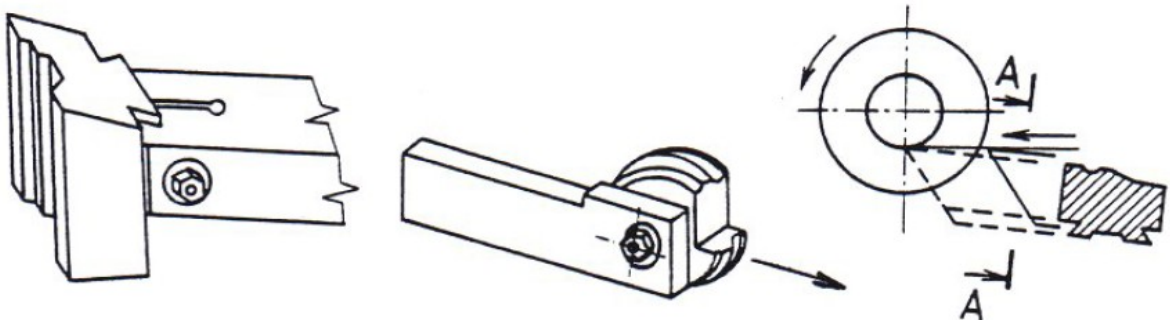
Prizmatické nože se používají jako nože tvarové k vnějšímu soustružení tvarových ploch zapichováním.

### 2.1.3 Kotoučové nože

Kotoučové nože se používají výhradně jako nože tvarové.

### 2.1.4 Tangenciální nože

Tangenciální nože se nejčastěji užívají na revolverových automatech, kde se používají jako nože tvarové. Nůž vykonává posuvný pohyb po přímce, která je mimoběžná k ose rotace obrobku.



Obr. 12 Soustružnické nože. Zleva prizmatický nůž, kotoučový nůž, tangenciální nůž <sup>5</sup>

## 2.2 NÁSTROJOVÉ MATERIÁLY

Průběh a výstupy řezného procesu významně závisí na vlastnostech řezné části nástroje, která je zhotovena z příslušného nástrojového materiálu.

**Základní požadavky na nástrojový materiál:**

- tvrdost
- odolnost proti opotřebení
- tepelná vodivost
- pevnost v ohybu
- houževnatost

Vyměnitelné břitové destičky jsou většinou vyrobeny ze slinutých karbidů (SK), řezné keramiky, cermatů, polykrystalického kubického nitridu bóru (PKNB) a z polykrystalického diamantu (PD). Destičky jsou většinou vícebřité, takže po opotřebení jednoho břitu se pootočí do další polohy a používá se další břit.<sup>3, 9, 11</sup>

### 2.2.1 Nástrojové oceli

Nástrojové oceli jsou oceli třídy 19. Dělí se na nelegované a legované (zvláštním druhem legovaných ocelí jsou rychlořezné oceli). Základními charakteristikami nástrojové oceli jsou velká pevnost, houževnatost, tvrdost a odolnost vůči opotřebení. Tyto vlastnosti je možné upravovat pomocí tepelného zpracování. Hlavní využití tohoto materiálu je ve výrobě nástrojů pro obrábění a tváření, například soustružnické nože, frézy a vrtáky.<sup>3, 9, 11</sup>

### 2.2.2 Slinuté karbidy

Slinuté karbidy lze rozdělit na povlakované a nepovlakované slinuté karbidy. Vyrábí se práškovou metalurgií, což je lisování směsi tvrdých karbidických částic s práškem pojícího kovu, a následným slinováním při teplotách blížících se bodu tavení pojiva.

Přednostmi slinutých karbidů je jejich tvrdost, která se blíží tvrdosti výchozích karbidů, a poměrně vysoká pevnost.

Mezi nejdůležitější patří karbid wolframu WC, karbid titanu TiC, karbid tantalu TaC a karbid niobu NbC. Pojivem bývá nejčastěji kobalt Co.<sup>3, 9, 11</sup>

#### Označování slinutých karbidů:

HW – nepovlakované slinuté karbidy na bázi karbidu wolframu WC

HT – nepovlakované slinuté karbidy na bázi karbidu titanu TiC nebo nitridu titanu TiN, popřípadě obou těchto bází

HC – slinuté karbidy povlakované

### 2.2.3 Cermety

Název cermety je odvozen ze slovního spojení CERamic/METal. Stejně jako slinuté karbidy i cermety jsou vyráběny pomocí práškové metalurgie. Jako tvrdé částice jsou používány karbid titanu TiC, nitrid titanu TiN, karbonitrid titanu TiCN a nitrid tantalu TaN. Jako pojivo se užívá nikl Ni, molybden Mo a kobalt Co. Nástroje osazené cermety jsou vhodné pro obrábění litiny, ocelí, lité oceli, neželezných kovů a snadno obrobitelných slitin.

V porovnání se slinutými karbidy mohou pracovat za vyšších řezných rychlostí, dále mají vysokou odolnost vůči opotřebí, vysokou pevnost za tepla a chemickou stabilitu.<sup>3, 9, 11</sup>

#### **2.2.4 Řezná keramika**

Využívá se zejména pro obrábění litin a obrábění bez rázu. Základními znaky keramického řezného materiálu jsou vysoká tvrdost, křehkost, chemická stálost a nízká tepelná vodivost. Jedná se o velmi výkonný řezný materiál. Lze ho využít při řezných rychlostech 300-1600 m.min<sup>-1</sup>, snáší vysokou teplotu na břitu (až 1200°C).<sup>3, 9, 11</sup>

##### **Řezná keramika se dále dělí na:**

CA – oxidovou, na bázi Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (vysoká odolnost proti opotřebení, chemická stálost)

CM – směsnou, na bázi Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> s přísadou neoxidických komponent

CN – neoxidickou, na bázi nitridu křemíku Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>

CC – povlakovanou CA, CM, CN

#### **2.2.5 Supertvrde řezné materiály**

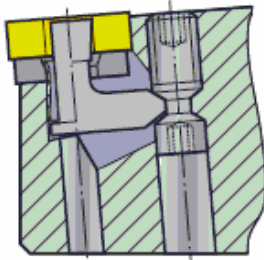
Do skupiny supertvrde řezných materiálů patří polykrystalický kubický nitrid bóru (zkráceně PKNB) a polykrystalický diamant (PD). Tyto materiály v dnešní době vůbec nejtvrdejší materiály, čemuž odpovídá i jejich cena.

Tvrdost polykrystalického kubického nitridu bóru se blíží tvrdosti diamantu. Vyrábí se za vysokých teplot a tlaků a jeho předností je vysoká tvrdost i za vysokých teplot (2000°C), chemická stabilita a odolnost proti abrazivnímu opotřebení. PKNB se využívá například při soustružení tvrdých a žáruvzdorných ocelí, kalené oceli, popřípadě ho lze využít jako náhradu za broušení při dokončovacím obrábění.

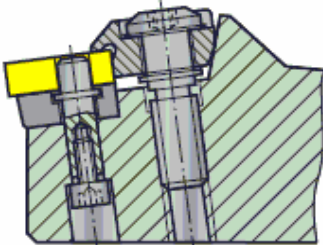
Polykrystalický diamant téměř dosahuje tvrdosti monokrystalického diamantu, což je nejtvrdejší známý přírodní materiál. Vyrábí se slinováním jemných krystalů diamantu za vysokých teplot a tlaků. Malé břity polykrystalického diamantu se zakotvují na vyměnitelné břitové destičky ze slinutých karbidů. Životnost těchto břitů je pak mnohonásobně vyšší než u břitů ze slinutých karbidů.<sup>3, 9, 11</sup>

### **2.3 UPÍNACÍ SYSTÉM VBD**

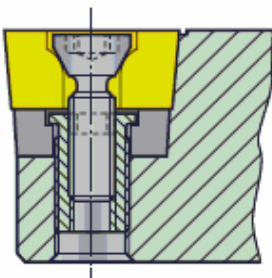
Volba upínacího systému se odvíjí od velikosti obrobku a druhu operace, jež na něm bude vykonána. Obvykle jsou VBD podloženy podložkami, které zvyšují stabilitu destičky a pohlcují část řezných sil, čímž zvyšují životnost destiček. Rovněž se dá podložka použít ke změně úhlu vyměnitelných břitových destiček.<sup>12</sup>

**a) ISO P**Obr. 13 ISO P<sup>12</sup>

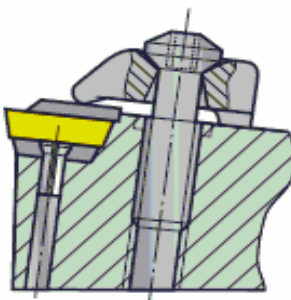
Destička je upnuta pomocí úhlové páky, slouží k upínání destiček se záporným úhlem (obr. 13). Nejčastěji se využívá u vnějšího soustružení.

**b) ISO M**Obr. 14 ISO M<sup>12</sup>

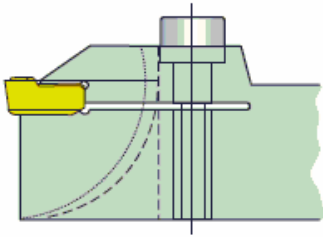
Destička je nasazena na pevný čep, k němuž je přitlačována upínkou, která současně destičku přidržuje i shora (obr. 14). Tento systém se využívá u držáků s vysokým dynamickým namáháním.

**c) ISO S**Obr. 15 ISO S<sup>12</sup>

Upnutí je realizováno pomocí šroubu, který prochází kuželovým otvorem v destičce (obr. 15). Toto upnutí je velmi bezpečné a prostorově úsporné. Využívá se proto u menších nožů.

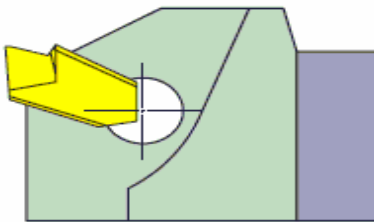
**d) ISO C**Obr. 16 ISO C<sup>12</sup>

Destička je stabilizována pomocí upínky dotahovanou šroubem (obr. 16). Od tohoto systému se již upouští a je nahrazován systémem S.

**e) ISO G**

Destička je do lůžka držáku dotlačována shora (obr. 17). Využívá se u nožů pro soustružení zápichů a kopírovacího soustružení.

Obr. 17 ISO G <sup>12</sup>

**f) ISO X**

Pod tímto označením se objevují nože se speciálním systémem upnutí (obr. 18). Ten se liší u každého výrobce. Například se takto označují destičky, které jsou upnuty do samosvorného lůžka. Tento typ se používá pro upichování a zapichování.

Obr. 18 ISO X <sup>12</sup>

## 2.4 OZNAČOVÁNÍ RADIÁLNÍCH NOŽŮ S VBD

Jelikož existuje celá řada radiálních nožů, pro lepší orientaci bylo zavedené jednotné značení radiálních nožů s vyměnitelnými břitovými destičkami, kterého se drží výrobci po celém světě.

### 2.4.1 Systém označování nožů ISO pro vnější soustružení

Příklad značení soustružnického nože pro vnější soustružení a vysvětlení jednotlivých značek<sup>13</sup>:

**PCLNR 3225 L12 X**

kde:

P – způsob upínání,

C – tvar destičky,

L – tvar nože – úhel nastavení,

N – úhel hřbetu,

R – směr řezu,

32 – výška držáku [mm],

25 – šířka držáku [mm],

L – celková délka,

12 – velikost destičky,

X – údaje výrobce.

(viz příloha 1)

#### **2.4.2 Systém označování nožů ISO pro vnitřní soustružení**

Příklad značení soustružnického nože pro vnitřní soustružení a vysvětlení jednotlivých značek<sup>13</sup>:

##### **A40T PCLNL12 X**

kde:

A – provedení držáku,

40 – průměr držáku [mm],

T – celková délka,

P – způsob upínání,

C – tvar destičky,

L – tvar nože – úhel nastavení,

N – úhel hřbetu,

L – směr řezu,

12 – velikost destičky,

X – údaje výrobce.

(viz příloha 2)

#### **2.5 OZNAČOVÁNÍ VBD**

Stejně jako označování soustružnických nožů je i správné značení vyměnitelných břitových destiček velmi důležité.

##### **ISO – Systém značení vyměnitelných břitových destiček**

Příklad značení soustružnického nože pro vnější soustružení a vysvětlení jednotlivých značek<sup>13</sup>:

##### **TNMG 220408 EN-M**

kde:

T – tvar destičky,

N – úhel hřbetu,

M – tolerance,

G – provedení,

22 – délka řezné hrany,

04 – tloušťka,

08 – rádius špičky,  
E – provedení řezné hrany,  
N – směr posuvu,  
M – utvařeč.  
(viz příloha 3)

### **3. SOUSTRUŽNICKÉ NÁSTROJE V SORTIMENTU VÝROBY NEJVÝZNAMNĚJŠÍHO DOMÁCÍHO A SVĚTOVÉHO PRODUCENTA NÁSTROJŮ**

Jelikož sortimenty produktů tuzemského výrobce Pramet Tools a zahraniční firmy Sandvik Coromant je rozsáhlý, pro potřeby této bakalářské práce jsou zvoleny pouze ty nože, u kterých je vyměnitelná břitová destička upnutá za díru, tedy typ upnutí ISO P. Důvod zvolení těchto firem je ten, že Pramet Tools s.r.o. je prakticky jediný domácí výrobce a Sandvik Coromant AB je největší světový výrobce.

#### **3.1 VÝROBNÍ SORTIMENT – UPNUTÍ VBD TYPU ISO P. FIRMA PRAMET TOOLS S.R.O.**



Vybraný a zpracovaný sortiment tuzemské firmy Pramet Tools s.r.o. je k nahlédnutí v příloze 4. <sup>13</sup>

#### **3.2 VÝROBNÍ SORTIMENT – UPNUTÍ VBD TYPU ISO P. FIRMA SANDVIK COROMANT AB**



Vybraný a zpracovaný sortiment zahraniční firmy Sandvik Coromant AB je k nahlédnutí v příloze 5. <sup>16</sup>

#### **3.3 POROVNÁNÍ SORTIMENTŮ**

##### **3.3.1 Společné typy nožů**

###### **PCBNR/L**

Firma Pramet Tools má u tohoto typu širší sortiment, a to s rozměry šířky a výšky držáku od 20 do 50 mm, zatímco firma Sandvik Coromant nabízí produkty s rozměry od 25 do 40 mm. Co se týče délky ostří vyměnitelné břitové destičky, tak spodní hodnota nabízených produktů je u obou firem shodná – 12 mm. Ke svým největším nožům však firma Pramet Tools nabízí VBD s ostřím o délce 25 mm, což je o 5 mm více, než nabízí firma Sandvik Coromant. Ostatní rozměry jsou u obou firem shodné. Nástrojový úhel nastavení hlavního ostří je u obou firem roven 75°.

**PSBNR/L**

U tohoto nože se firma Pramet Tools zaměřila na větší rozměry, které poskytuje v několika provedeních. Nejmenší nabízená velikost držáků v průřezu začíná na 20 mm, zatímco u Sandviku na 12 mm, horní hranice je u obou firem stejná a to 50 mm. To se odráží na dolních délkových rozměrech, kdy se u zahraničního producenta soustružnických nástrojů objevuje nůž s délkou 80 mm, zatímco domácí výrobce nabízí nejkratší nůž o délce 125 mm. Co se týče délky ostří VBD, tak se i zde nabízí Sandvik Coromant menší rozměry, a to od 9 mm. Sandvik rovněž u srovnatelně velkých nožů nabízí kratší pracovní část nože. Nástrojový úhel nastavení hlavního ostří je u obou firem 75°.

**PSDNN**

Sandvik Coromant nabízí několik nožů typu PSDNN s menšími průřezy, když jejich výška a šířka začíná na 10 mm a končí na 40 mm, k nim vyměnitelné břitové destičky s délkou ostří od 9 do 25 mm. Naproti tomu firma Pramet Tools nabízí nože od 20 mm do 50 mm s délkou ostří vyměnitelných břitových destiček od 12 mm do 15 mm. Nástrojový úhel nastavení hlavního ostří je roven 45°.

**PSSNR/L**

I u tohoto typu nože má Pramet Tools spíše větší rozměry, výška a šířka držáku začíná na 20 mm a končí na 50 mm, což se projevuje na délce držáku a největší nože dosahují až 300 mm. Pro tyto nože jsou nabízeny destičky s ostřím o délce 12 až 25 mm. Naopak Sandvik Coromant nabízí produkty s velikostmi průřezů 16 mm až 40 mm a délka nože končí na 250 mm. Vyměnitelné břitové destičky začínají s délkou ostří na 9 mm a největší měří rovněž 25 mm. Nástrojový úhel nastavení hlavního ostří je u obou firem 45°.

**PTFNR/L**

Firma Sandvik Coromant nabízí u tohoto produktu větší výběr a s průřezem držáku začíná na 12 mm a končí na 40 mm. Délka držáku pak dosahuje až 250 mm. K těmto nožům jsou nabízeny vyměnitelné břitové destičky s délkou ostří 11 mm pro nejmenší nože a 30 mm pro ty největší. Nástrojový úhel nastavení hlavního ostří je u tohoto výrobku 91°. U domácí firmy Pramet Tools je nabízen menší výběr. Nože začínají na šířce a výšce držáku o velikosti 16 mm a délce 100 mm. Pro tyto nejmenší nože jsou nabízeny destičky s ostřím dlouhým 32 mm. Maximální rozměry těchto nožů jsou pak 40 mm v průřezu a 200 mm na délku. Nástrojový úhel nastavení hlavního ostří je u této firmy 90°.

**PTGNR/L**

I u tohoto nástroje nabízí zahraniční výrobce výrazně větší množství jednotlivých provedení. Délka držáku se pohybuje v rozmezí od 70 do 250 mm, jeho šířka a výška od 10 mm do 40 mm. Vyměnitelná břitová destička se vyrábí s délkou ostří od 11 mm do 27 mm. Nástrojový úhel nastavení hlavního ostří je 91°. U domácího výrobce firmy Pramet Tools se délka držáku začíná

vyrábět na 100 mm a končí rovněž na 250 mm. Šířka a výška držáku se pohybuje v intervalu 16 mm až 50 mm. Nástrojový úhel nastavení hlavního ostří je 90°.

### **3.3.2 Rozdílné typy nožů – Pramet Tools**

#### **PCKNR/L**

Nože tohoto typu jsou nabízeny se šířkou a výškou začínající na 20 mm a dosahují až dvojnásobných rozměrů, tedy 40 mm. Délka se pohybuje od 125 mm do 250 mm. Nástrojový úhel nastavení hlavního ostří je 75° a délka ostří vyměnitelné břitové destičky se pohybuje od 12 mm do 25 mm.

#### **PDNNR/L**

Délka tohoto nože se pohybuje v poměrně malém intervalu a to od 125 mm do 170 mm. Výška držáku se pohybuje od 20 mm do 32 mm, šířka držáku je 20 nebo 25 mm. Délka ostří vyměnitelné břitové destičky je 11 mm nebo 15 mm. Tuzemský producent vyrábí tento nůž s nástrojovým úhlem nastavení hlavního ostří 63°.

#### **PRSNR/L**

Tento nůž je nabízen ve třech provedeních. A to o šířkách a výškách průřezu 25 mm, 32 mm a 40 mm. Délka držáku pak je 150 mm, 170 mm a nebo 200 mm. Břitová destička má průměry 12, 15 a 19 mm.

### **3.3.3 Rozdílné typy nožů – Sandvik Coromant**

#### **PCLNR/L**

Tento nůž je vyráběn ve velkém množství různých modifikací, a to v rozměrech šířky a výšky držáku od 16 mm do 50 mm, délky držáku nože 100 až 300 mm a délky ostří vyměnitelných břitových destiček od 9 mm do 25 mm. Nástrojový úhel nastavení hlavního ostří je u toho typu nože 95°.

#### **PRGNR/L**

Nejmenší nože toho typu mají výšku a šířku držáku 20 mm, délku držáku 125 mm a průměr vyměnitelné břitové destičky je 9 mm. Největší nože mají výšku a šířku 40 mm, délku 250 mm a průměr vyměnitelné břitové destičky u těchto nožů je 25 mm.

#### **PRGCR/L**

Firma Sandvik Coromant nabízí tento typ nože s rozměry průřezu začínajících na 20 mm a největší nože dosahují výšky a šířky 50 mm. Nůž je nabízen v délkách od 125 mm až do 300 mm. Průměry vyměnitelných břitových destiček se pohybují mezi 10 a 32 mm.

**PSKNR/L**

Nůž s označením PSKNR/L je zahraničním výrobcem nabízen v devíti provedeních. Průřezy těchto nožů se pohybují mezi 16 mm a 50 mm. Délka těchto nejmenších nožů je poté 100 mm a ty největší dosahují délky až 300 mm. Vyměnitelné břitové destičky se pro tento produkt nabízí s délkou ostří začínající na 9 mm pro nejmenší nože. Ty největší nože se poté prodávají s délkou ostří 25 mm. Nástrojový úhel nastavení hlavního ostří je u tohoto typu nože 75°.

**PTTNR/L**

Výška držáku tohoto nože se pohybuje mezi 10 mm a 32 mm, zatímco šířka začíná na 10 mm a největší nože dosahují 25 mm. Je to způsobeno tím, že největší nabízený nůž tohoto typu má obdélníkový tvar. Délky nožů se pohybují mezi 70 mm a 170 mm. Délka ostří vyměnitelné břitové destičky je pro nejmenší nože 11 mm a pro největší nože 22 mm. Nástrojový úhel nastavení hlavního ostří je 60°.

**PTDNR/L**

Tento typ nože nabízí firma Sandvik Coromant pouze v jednom provedení. Nůž má čtvercový průřez o délce stran 25 mm. Délka nože je 150 mm a délka ostří vyměnitelné břitové destičky 22 mm. Nástrojový úhel nastavení hlavního ostří je roven 45°.

## 4. ZÁVĚR

Cílem této práce bylo obecně shrnout a popsat soustružení, včetně jednotlivých typů nožů. Na závěr pak porovnat produkty předního domácího a největšího světového výrobce nástrojů pro soustružení.

V první části je tedy obecně popsán princip soustružení, základní typy soustružení a druhy úkonů, které lze tímto technologickým procesem vykonávat. Dále je k jednotlivým typům soustružení uvedeno jakých přesností a drsností lze dosahovat. U jemného soustružení se dosahuje dobré přesnosti a kvality povrchu a toto soustružení již spadá do dokončovacích metod obrábění. Soustruhy jsou následně rozděleny a jednotlivé druhy soustruhů jsou stručně popsány. V dnešní době je za nejmodernější považován číslicově řízený soustruh systému CNC. Ke správné volbě nástroje je nutné znát parametry soustružení, aby nedocházelo ke zbytečnému opotřebení a ničení soustružnických nožů. Tyto parametry si lze snadno spočítat pomocí uvedených vztahů.

Ve druhé části jsou rozebrány soustružnické nože s důrazem na nože radiální, které jsou v dnešní době nejrozšířenější. Dalším důvodem podrobnějšího popisu těchto nožů je porovnání těchto nožů v závěrečné části práce. Následně jsou popsány nejpoužívanější materiály pro výrobu soustružnických nožů, včetně jejich základního rozdělení. Systémy upnutí vyměnitelných břitových destiček jsou jednotně značeny po celém světě a v práci jsou jednotlivé systémy ukázány a popsány. Jednotně značeny jsou i celé nože a jednotný systém značení byl zvolen i pro vyměnitelné břitové destičky.

Nakonec jsou porovnány výrobky dvou producentů soustružnických nožů. Z rozsáhlého sortimentu je vybráno upnutí systémem ISO P. Z porovnání tuzemské firmy Pramet Tools s.r.o. a zahraniční firmy Sandvik Coromant AB vyplývá, že nástroje vyrobené českým výrobcem jsou ve většině případů větší než srovnatelné nástroje vyprodukované švédskou firmou. U nožů stejného označení a stejných délkových rozměrů je však u skandinávské firmy kratší pracovní část. Některé typu nožů se také mírně liší nástrojovým úhlem nastavení hlavního ostří. Kromě nožů se čtvercovým průřezem také obě firmy nabízí nože s průřezem obdélníkovým a to s rozměry 32 mm na výšku a 25 mm na šířku. Každý výrobce rovněž vyrábí nože, které se v sortimentu toho druhého nevyskytují.

## 5. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

1. WIKIPEDIA. *Turning*. [online]. [cit. 19. dubna 2010]. Dostupný na World Wide Web: <<http://en.wikipedia.org/wiki/Turning>>.
2. TGS NÁSTROJE-STROJE-TECHNOLOGICKÉ SLUŽBY S.R.O., Praha 4, ČR. *Sumitomo - soustružení*. [online]. [cit. 19. dubna 2010]. Dostupný na World Wide Web: <<http://tgs.cz/cs/nastroje/soustruzeni/sumitomo.ep/>>.
3. KOCMAN, K. a PROKOP, J. *Technologie obrábění*. 1. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM s.r.o. 2001. 270s. ISBN 80-214-1996-2.
4. CNC COMMUNITY: SINUMERIK CNC4you. *TURNING-DAYS-VILLINGEN-SCHWENNINGEN*. [online]. [cit. 19. dubna 2010]. Dostupný na World Wide Web: <<http://www.cnc4you.siemens.com/cms/website.php?id=/en/sinumerik-termine/intec-2009.htm>> .
5. HUMÁR, A. *Technologie I – Technologie obrábění – 1. Část*. Studijní opory pro magisterskou formu studia. VUT – FSI v Brně, Ústav strojírenské technologie, Odbor technologie obrábění. 2003. 138 stran. [online]. [cit. 20. dubna 2010]. Dostupné na World Wide Web: <<http://ust.fme.vutbr.cz/obrabeni/?page=opory>>.
6. OBEŠLOVÁ, V. *Soustružení*. Studijní opory. Střední průmyslová škola v Kolíně. 5 stran. [online]. [cit. 26. dubna 2010]. Dostupné na World Wide Web: <[http://www.sps-ko.cz/documents/STT\\_obeslova/Soustružení.pdf](http://www.sps-ko.cz/documents/STT_obeslova/Soustružení.pdf)>
7. WIKIPEDIA. *Soustruh*, [online]. [cit. 19. dubna 2010]. Dostupný na World Wide Web: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Soustruh>>.
8. CUSTOMPART. *Turning*, [online]. [cit. 26. dubna 2010]. Dostupný na World Wide Web: <<http://www.custompartnet.com/wu/turning>>.
9. MARKULOVÁ, O. *Soustružnické nože*. [online]. [cit. 26. dubna 2010]. Dostupný na World Wide Web: <[http://ollie.info/skola/UTRV\\_UJEP/Soustruznicke\\_noze.pdf](http://ollie.info/skola/UTRV_UJEP/Soustruznicke_noze.pdf)>.
10. ČEJKA, L. *CNC kleština ER - 10mm a jiné*, [online]. [cit. 26. dubna 2010]. Dostupný na World Wide Web: <[http://www.aukro.cz/item1050013119\\_cnc\\_klestina\\_er\\_10mm\\_a\\_jine.html](http://www.aukro.cz/item1050013119_cnc_klestina_er_10mm_a_jine.html)>.
11. HUMÁR, A. *Materiály pro řezné nástroje*. MM publishing s. r.o., Praha. 2008. 235 s. ISBN 978-80-254-2250-2.
12. URBAN, M. *Konstrukce soustružnického nože s VBD pomocí SW Catia V5*, 9 stran. [online], [cit. 26. dubna 2010]. Dostupný na World Wide Web: <[http://old.fst.zcu.cz/\\_files\\_web\\_FST/\\_SP\\_FST\(SVOC\)/\\_2009/\\_sbornik/PapersPdf/Bc/Urban\\_Marek.pdf](http://old.fst.zcu.cz/_files_web_FST/_SP_FST(SVOC)/_2009/_sbornik/PapersPdf/Bc/Urban_Marek.pdf)>.

13. PRAMET TOOLS, s.r.o. Šumperk, ČR. *Soustružení 2010*. [online]. [cit. 20. dubna 2010]. Dostupné na World Wide Web: <<http://www.pramet.com/download/katalog/pdf/Turning%202010%20CZ%20prog.pdf>>.
14. PRVNÍ HANÁCKÁ BOW SPOL. S R.O., Olomouc, ČR. *Soustružnické nože HM 16 mm, 7 ks*. [online]. [cit. 26. května 2010]. Dostupný na World Wide Web: <<http://www.bow.cz/produkt/3441511-soustruznicke-noze-hm-16-mm-7-ks/>>
15. QUALITY MACHINES, Istanbul, Turecko. *CNC Lathe*. [online]. [cit. 26. května 2010]. Dostupný na World Wide Web: <[http://www.qualitymachines.com/cnc\\_lathe.htm](http://www.qualitymachines.com/cnc_lathe.htm)>
16. SANDVIK COROMANT AB, Sandviken, Švédsko. *General turning 2009*. [online]. [cit. 2010-04-20]. Dostupné na World Wide Web: <[http://www2.coromant.sandvik.com/coromant/downloads/catalogue/ENG/MC\\_2009\\_Klick\\_ENG\\_A.pdf](http://www2.coromant.sandvik.com/coromant/downloads/catalogue/ENG/MC_2009_Klick_ENG_A.pdf)>.

**6. SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ**

<b>Zkratka/Symbol</b>	<b>Jednotka</b>	<b>Popis</b>
$v_c$	[mm/min]	Řezná rychlost
$D$	[mm]	Průměr obráběné plochy
$n$	[min <sup>-1</sup> ]	Otáčky obrobku
$v_f$	[mm/min]	Rychlost posuvu
$f_n$	[mm]	Posuv na otáčku
$v_e$	[m/min]	Rychlost řezného posuvu
$a_p$	[mm]	Šířka záběru ostří
$d$	[mm]	Průměr obrobené plochy
$L$	[mm]	Délka obráběné plochy
$l$	[mm]	Délka obrobené plochy
$\kappa_r$	[°]	Nástrojový úhel nastavení hlavního ostří
$P_s$	[-]	Nástrojová rovina ostří
$P_f$	[-]	Nástrojová boční rovina
$b_d$	[mm]	Jmenovitá šířka třísky
$h_d$	[mm]	Jmenovitá tloušťka třísky
$A_D$	[mm <sup>2</sup> ]	Jmenovitý průřez třísky
$F$	[N]	Celková řezná síla
$F_c$	[N]	Řezná síla
$F_f$	[N]	Posuvná síla
$F_p$	[N]	Pasivní síla

## **7. SEZNAM PŘÍLOH**

**Příloha 1 - Systém označování nožů ISO pro vnější soustružení <sup>13</sup>**

**Příloha 2 - Systém označování nožů ISO pro vnitřní soustružení <sup>13</sup>**

**Příloha 3 - ISO - Systém značení vyměnitelných břitových destiček <sup>13</sup>**

**Příloha 4 - Výrobní sortiment – upnutí VBD typu ISO P. Firma  
Pramet Tools s.r.o. <sup>13</sup>**

**Příloha 5 - Výrobní sortiment – upnutí VBD typu ISO P. Firma  
Sandvik Coromant AB <sup>16</sup>**

**Příloha 1 - Systém označování nožů ISO pro vnější soustružení**

1	2	3	4
Způsob upínání Spôsob upínania	Tvar destičky Tvar doštičky	Tvar nože - úhel nastavení Tvar noža - uhol nastavenia	Úhel hřbetu Uhol chrbta
C 	S  C 	A  B  C  D  D 	$\alpha_n$  N $\alpha_n=0^\circ$ C $\alpha_n=7^\circ$ P $\alpha_n=11^\circ$
D 	T  D 	E  F  G  H  J 	<b>5</b> Směr řezu Smer rezu
P 	R  K 	K  L  M  N  P 	R 
M 	W  V 	Q  R  S  S  T 	L 
S 	L  X Speciál Špeciál	U  V  W  X SPECIÁL SPECIÁL Y 	N 
X 		Z 	
G 			

<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
P	C	L	N	R	- 32	25	L	12	- S

6						8		9								
Výška držáku [mm] Výška držiaka [mm]						Celková délka Celková dĺžka		Velikost destičky Velkosť doštičky								
						$l_1$ [mm]										
08	10	12	16	20	25	D	60	d [mm]	S	C	D	V	K	W	T	R
32	38	40	45	50	60	E	70	6,00								06
<b>7</b>								6,35	06	07	11				11	
Šířka držáku [mm] Šírka držiaka [mm]								8,00								08
08	10	12	16	20	25	J	110	9,525	09	09	11	16	19	06	16	10
32	38	40	45	50	60	K	125	10,00								12
<b>10</b>								12,00								15
Údaje výrobce Údaje výrobcu								12,70	12	12	15			08	22	12
M						Způsob upínání "S" s podložkou Spôsob upínania "S" s podložkou		15,875	15	16					27	15
S						Se seřizovacími šrouby S nastavovacími skrutkami		16,00								16
								19,05	19	19						19
								20,00								20
								25,00								25
								25,40	25	25						25
								38,10	38							

Obr. 19 Systém označování nožů ISO pro vnější závit<sup>13</sup>

## Příloha 2 - Systém označování nožů ISO pro vnitřní soustružení

1		2				
Provedení držáku Prevedenie držiaka		Průměr držáku [mm] Priemer držiaka [mm]				
S	Ocelový držák Ocelový držiak	08	10	12	16	20
A	Ocelový držák s chladičím otvorem Ocelový držiak s chladičím otvorem	25	32	40	50	60

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
A	40	T	-	P	C	L	N	L	12	-	X

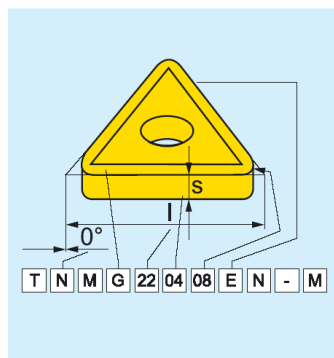
3		4		5		6				
Celková délka Celková dĺžka		Způsob upínání Spôsob upínania		Tvar destičky Tvar doštičky		Tvar nože - úhel nastavení Tvar noža - uhol nastavenia				
l <sub>1</sub> [mm]		C		S		A				
D 60		D		C		B				
E 70		P		T		C				
F 80		M		D		D				
H 100		S		R		E				
J 110		X		K		F				
K 125		G		W		G				
L 140				V		H				
M 150				X		J				
N 160				L		K				
P 170				X		L				
Q 180				X		M				
R 200				X		N				
S 250				X		P				
T 300				X		Q				
U 350				X		R				
V 400				X		S				
W 450				X		T				
X Spec.				X		U				
Y 500				X		V				
				X		W				
				X		X				
				X		Y				
				X		Z				

7			9								10	
Úhel hřbetu Uhol chrbta			Velikost destičky Veľkosť doštičky								Údaje výrobce Údaje výrobcu	
α <sub>n</sub>			S C D V K W T R								X	
N α <sub>n</sub> =0°			d [mm]								Speciální provedení stopky Speciálne prevedenie stopky	
C α <sub>n</sub> =7°			06 07 11 16 19 06 16 10 12 12 15 15 16 19 19 20 25 25,40								.	
P α <sub>n</sub> =11°											.	
8											87	
Směr řezu Smer rezu											90	
R											93	
L											.	
											.	
											.	

Obr. 20 Systém označování nožů ISO pro vnitřní závity<sup>13</sup>

**Příloha 3 - ISO – Systém značení vyměnitelných břitových destiček**

1				2		4	
Tvar destičky / Tvar doštičky				Úhel hřbetu / Uhol chrbrta		Provedení / Prevedenie	
H	O	P	R	A	B	N	R
S	T	C	D	C	D	F	A
E	M	V	W	E	F	M	G
L	A	B	K	G	N	W	T
					Speciální Speciální		Speciální Speciálne
				P	O	Q	X

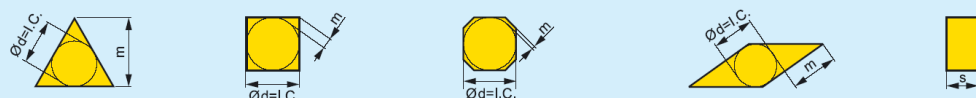


ISO kód

ANSI kód

1	2	3	4
T	N	U	N
T	N	M	G
1	2	3	4
T	N	U	N
T	N	M	G

3						
Tolerance / Tolerancia						
Označení / Označenie	Tolerance / Tolerancia [mm]			Tolerance / Tolerancia [Palce]		
	m (±)	s (±)	d = I.C. (±)	m (±)	s (±)	d = I.C. (±)
A	0,005	0,025	0,025	0,0002	0,001	0,0010
F	0,005	0,025	0,013	0,0002	0,001	0,0005
C	0,013	0,025	0,025	0,0005	0,001	0,0010
H	0,013	0,025	0,013	0,0005	0,001	0,0005
E	0,025	0,025	0,025	0,0010	0,001	0,0010
G	0,025	0,130	0,025	0,0010	0,005	0,0010
J	0,005	0,025	0,05 ± 0,13	0,0002	0,001	0,002 ± 0,005
K	0,013	0,025	0,05 ± 0,13	0,0005	0,001	0,002 ± 0,005
L	0,025	0,025	0,05 ± 0,13	0,0010	0,001	0,002 ± 0,005
M	0,08 ± 0,18	0,130	0,05 ± 0,13	0,003 ± 0,007	0,005	0,002 ± 0,005
N	0,08 ± 0,18	0,025	0,05 ± 0,13	0,003 ± 0,007	0,001	0,002 ± 0,005
U	0,05 ± 0,38	0,130	0,08 ± 0,25	0,005 ± 0,015	0,005	0,003 ± 0,010



Obr. 21 Systém značení vyměnitelných břitových destiček 13

5							
Délka řezné hrany / Dĺžka reznej hrany							
d=I.C.	R	S	T	C	D	V	W
mm							
Palce							
3,97	5/32"		06				
5,00	05						
5,56	7/32"		09				03
6,00	06						
6,35	1/4"		11	06	07		04
8,00	08						
9,525	3/8"	09	16	09	11	16	06
10,0	10						
12,0	12						
12,7	1/2"	12	22	12	15		08
15,875	5/8"	15	15	27	16		
16,0	16						
19,05	3/4"	19	19	33	19		
20,0	20						
25,0	25						
25,4	1"	25	25	25			
31,75	1 1/4"	31					
32,0	32						
38,1	1 1/2"	38					

6		
Tloušťka / Hrúbka		
Označ.	mm	Palce
01	1,59	1/16"
T1	1,98	
02	2,38	3/32"
03	3,18	1/8"
T3	3,97	5/32"
04	4,76	3/16"
05	5,56	
06	6,35	1/4"
07	7,94	5/16"
09	9,52	3/8"

7		
Rádus špičky / Rádus špičky		
Označ.	$r_E$	
	mm	Palce
00	0	0"
02	0,2	
04	0,4	1/64"
08	0,8	1/32"
12	1,2	3/64"
16	1,6	1/16"
24	2,4	3/32"
32	3,2	1/8"
Kruhové destičky / Kruhové doštičky		
d=I.C.	Označ.	
Palce	00	
mm	M0	

<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
22	04	08			
22	04	08	E	N	- M
5A	6A	7A	8	9	10
4	3	2			
4	3	2	E	N	- M

ANSI kód					
Vepsaná kružnice Vpísaná kružnica		Tloušťka Hrúbka		Rádus špičky Rádus špičky	
Označ.		Označ.		Označ.	
d = I.C.		s		$r_E$	
mm	Palce	mm	Palce	mm	Palce
1	3,175 1/8"	1	1,588 1/16"	0	0,050 1/512"
(1.2)	3,969 5/32"	(1.2)	1,984 5/64"	(0.2)	0,099 1/256"
(1.5)	4,763 3/16"	(1.5)	2,381 3/32"	(0.5)	0,198 1/128"
(1.8)	5,556 7/32"	(2)	3,175 1/8"	1	0,397 1/64"
2	6,350 1/4"	(2.5)	3,969 5/32"	2	0,794 1/32"
(2.5)	7,938 5/16"	3	4,763 3/16"	3	1,191 3/64"
3	9,525 3/8"	4	6,350 1/4"	4	1,588 1/16"
4	12,700 1/2"	(3.5)	5,556 7/32"	5	1,984 5/64"
5	15,875 5/8"	4	6,350 1/4"	6	2,381 3/32"
6	19,050 3/4"	5	7,938 5/16"	7	2,778 7/64"
7	22,225 7/8"	6	9,525 3/8"	8	3,175 1/8"
8	25,400 1"	7	11,113 7/16"	10	3,969 5/32"
10	31,750 1-1/4"	8	12,700 1/2"	12	4,763 3/16"
		9	14,288 9/16"	14	5,556 7/32"
		10	15,875 5/8"	16	6,350 1/4"
				x	ostatní

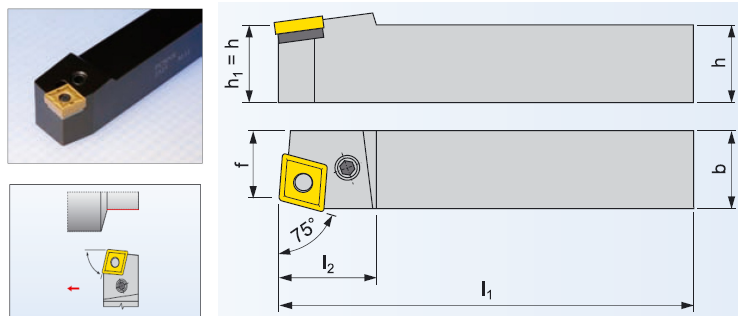
8	
Provedení řezné hrany / Prevedenie reznej hrany	
<b>F</b> Ostré hrany Ostré hrany	<b>E</b> Zaoblené hrany Zaoblené hrany
<b>T</b> Hrany s fazetkou Hrany s fazetkou	<b>S</b> Zaoblené hrany s fazetkou Zaoblené hrany s fazetkou
<b>K</b> Hrany s dvojitou fazetkou Hrany s dvojitou fazetkou	<b>P</b> Zaoblené hrany s dvojitou fazetkou Zaoblené hrany s dvojitou fazetkou
9	
Směr posuvu / Smer posuvu	
<b>R</b>	<b>N</b>
<b>L</b>	
10	
Utvařeč / Utvárač	

Obr. 22 System značení vyměnitelných břitových destiček <sup>13</sup>

**Příloha 4 - Výrobní sortiment – upnutí VBD typu ISO P. Firma: Pramet Tools s.r.o.**

**PCBNR/L**

Geometrie a použití nože:

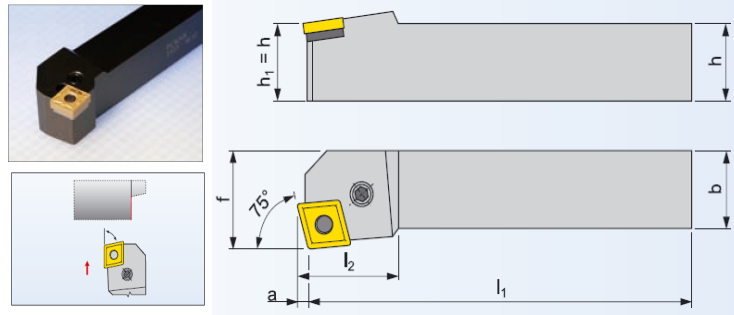


Tab. 2 Rozměry nože

ISO	Rozměry [mm]				
	$h=h_1$	$b$	$f$	$l_1$	$l_{2max}$
PCBNR/L 2020 K 12	20.0	20.0	17.0	125.0	36.0
PCBNR/L 2525 M 12	25.0	25.0	22.0	150.0	36.0
PCBNR/L 3225 P 12	32.0	25.0	22.0	170.0	36.0
PCBNR/L 3232 P 16	32.0	32.0	27.0	170.0	40.0
PCBNR/L 3232 P 19	32.0	32.0	27.0	170.0	45.0
PCBNR/L 4040 S 19	40.0	40.0	35.0	250.0	45.0
PCBNR/L 4040 S 25	40.0	40.0	35.0	250.0	45.0
PCBNR/L 5050 T 25	50.0	50.0	43.0	300.0	50.0

**PCKNR/L**

Geometrie a použití nože:

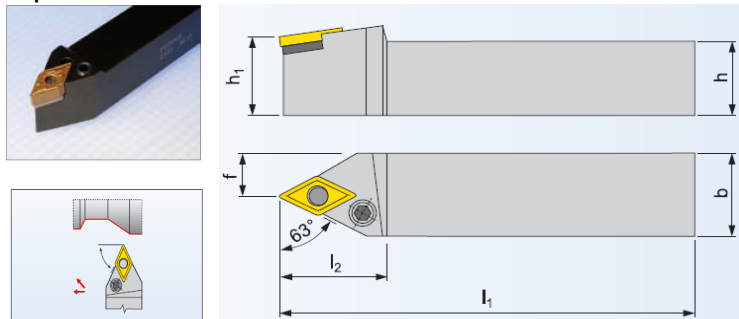


Tab. 3 Rozměry nože

ISO	Rozměry [mm]					
	$h=h_1$	<b>b</b>	<b>f</b>	$l_1$	$l_{2max}$	<b>a</b>
PCKNR/L 2020 K 12	20.0	20.0	25.0	125.0	36.0	3.1
PCKNR/L 2525 M 12	25.0	25.0	32.0	150.0	36.0	3.1
PCKNR/L 3225 P 12	32.0	25.0	32.0	170.0	36.0	3.1
PCKNR/L 3232 P 16	32.0	32.0	40.0	170.0	40.0	3.9
PCKNR/L 3232 P 19	32.0	32.0	40.0	170.0	45.0	4.6
PCKNR/L 4040 S 19	40.0	40.0	50.0	250.0	45.0	4.6

**PDNNR/L**

Geometrie a použití nože:

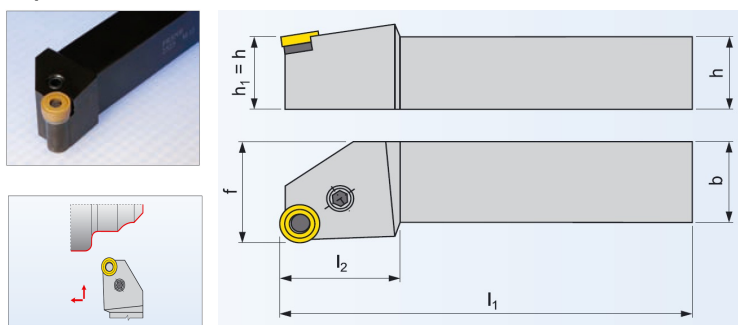


Tab. 4 Rozměry nože

ISO	Rozměry [mm]					
	h	h <sub>1</sub>	b	f	l <sub>1</sub>	l <sub>2max</sub>
PDNNR/L 2020 K 11	20.0	20.0	20.0	10.0	125.0	24.0
PDNNR/L 2525 M 11	25.0	25.0	25.0	12,5	150.0	30.0
PDNNR/L 2525 M 15	25.0	25.0	25.0	12,5	150.0	40.0
PDNNR/L 3225 H 15	32.0	32.0	25.0	12,5	100.0	40.0
PDNNR/L 3225 P 15	32.0	32.0	25.0	12,5	170.0	40.0

**PRSNR/L**

Geometrie a použití nože:

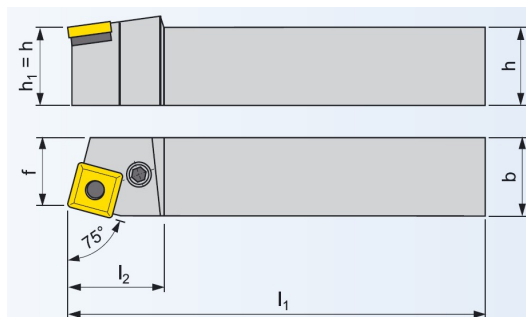
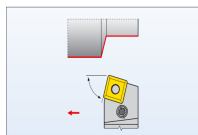
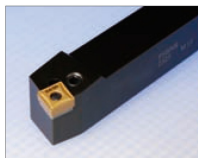


Tab. 5 Rozměry nože

ISO	Rozměry [mm]				
	h=h <sub>1</sub>	b	f	l <sub>1</sub>	l <sub>2max</sub>
PRSNR/L 2525 M 12	25.0	25.0	32.0	150.0	32.0
PRSNR/L 3232 P 15	32.0	32.0	40.0	170.0	38.0
PRSNR/L 4040 R 19	40.0	40.0	50.0	200.0	40.0

**PSBNR/L**

Geometrie a použití nože:

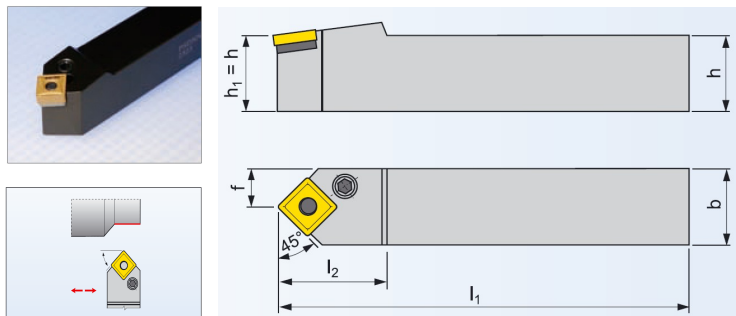


Tab. 6 Rozměry nože

ISO	Rozměry [mm]				
	$h=h_1$	$b$	$f$	$l_1$	$l_{2max}$
PSBNR/L 2020 K 12	20.0	20.0	17.0	125.0	36.0
PSBNR/L 2525 M 12	25.0	25.0	22.0	150.0	36.0
PSBNR/L 3225 P 15	32.0	25.0	22.0	170.0	40.0
PSBNR/L 3232 P 19	32.0	32.0	27.0	170.0	45.0
PSBNR/L 4040 R 19	40.0	40.0	35.0	200.0	45.0
PSBNR/L 4040 S 19	40.0	40.0	35.0	250.0	45.0
PSBNR/L 4040 R 25	40.0	40.0	35.0	200.0	50.0
PSBNR/L 4040 S 25	40.0	40.0	35.0	250.0	50.0
PSBNR/L 4040 S 2509	40.0	40.0	35.0	250.0	50.0
PSBNR/L 4040 S 2512-A	40.0	40.0	35.0	250.0	50.0
PSBNR/L 5050 S 25	50.0	50.0	43.0	250.0	50.0
PSBNR/L 5050 T 25	50.0	50.0	43.0	300.0	50.0
PSBNR/L 5050 T 2509	50.0	50.0	43.0	300.0	50.0
PSBNR/L 5050 T 2512-A	50.0	50.0	43.0	300.0	50.0

**PSDNN**

Geometrie a použití nože:

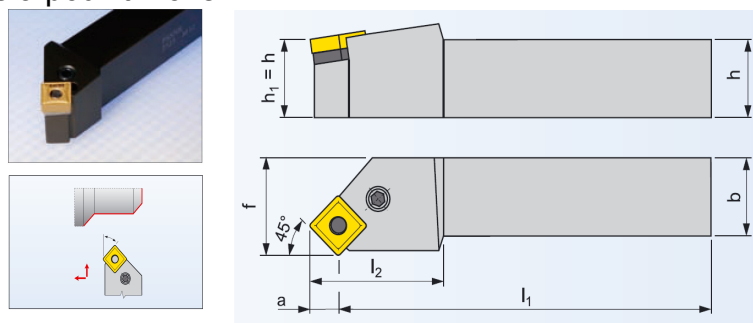


Tab. 7 Rozměry nože

ISO	Rozměry [mm]				
	$h=h_1$	$b$	$f$	$l_1$	$l_{2max}$
PSDNN 2020 K 12	20.0	20.0	10.0	125.0	36.0
PSDNN 2525 M 12	25.0	25.0	12.5	150.0	36.0
PSDNN 3232 P 15	32.0	32.0	16.0	170.0	40.0
PSDNN 3232 P 19	32.0	32.0	16.0	170.0	45.0
PSDNN 4040 S 19	40.0	40.0	20.0	250.0	45.0
PSDNN 4040 S 25	40.0	40.0	20.0	250.0	50.0
PSDNN 5050 T 25	50.0	50.0	25.0	300.0	50.0

**PSSNR/L**

Geometrie a použití nože:

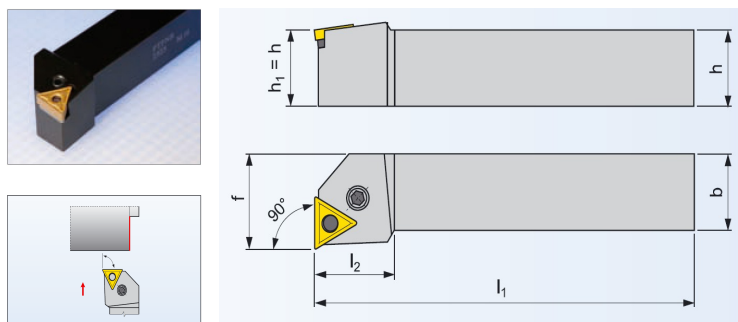


Tab. 8 Rozměry nože

ISO	Rozměry [mm]					
	$h=h_1$	$b$	$f$	$l_1$	$l_{2max}$	$a$
PSSNR/L 2020 K 12	20.0	20.0	25.0	125.0	36.0	8.3
PSSNR/L 2525 M 12	25.0	25.0	32.0	150.0	36.0	8.3
PSSNR/L 3225 P 15	32.0	25.0	32.0	170.0	40.0	10.2
PSSNR/L 3232 P 19	32.0	32.0	40.0	170.0	45.0	12.5
PSSNR/L 4040 R 19	40.0	40.0	50.0	200.0	45.0	12.5
PSSNR/L 4040 S 19	40.0	40.0	50.0	250.0	45.0	12.5
PSSNR/L 5050 S 25	50.0	50.0	60.0	250.0	50.0	16.0
PSSNR/L 5050 T 25	50.0	50.0	60.0	300.0	50.0	16.0
PSSNR/L 5050 T 2509	50.0	50.0	60.0	300.0	50.0	16.0
PSSNR/L 5050 T 2512-A	50.0	50.0	60.0	300.0	50.0	16.0

**PTFNR/L**

Geometrie a použití nože:

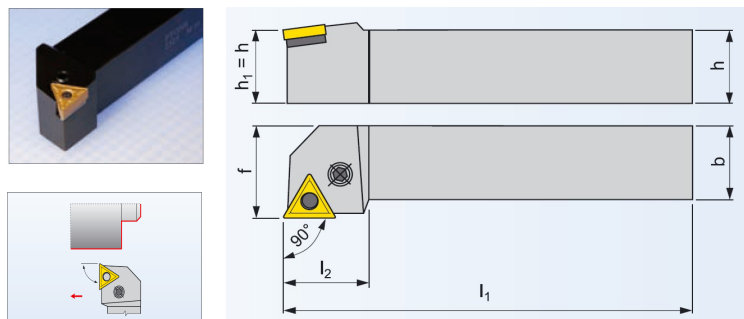


Tab. 9 Rozměry nože

ISO	Rozměry [mm]				
	$h=h_1$	$b$	$f$	$l_1$	$l_{2max}$
PTFNR/L 1616 H 16	16.0	16.0	20.0	100.0	32.0
PTFNR/L 2020 K 16	20.0	20.0	25.0	125.0	32.0
PTFNR/L 2525 M 16	25.0	25.0	32.0	150.0	32.0
PTFNR/L 2525 M 22	25.0	25.0	32.0	150.0	36.0
PTFNR/L 3225 P 22	32.0	25.0	32.0	170.0	36.0
PTFNR/L 4040 R 27	40.0	40.0	50.0	200.0	40.0

**PTGNR/L**

Geometrie a použití nože:



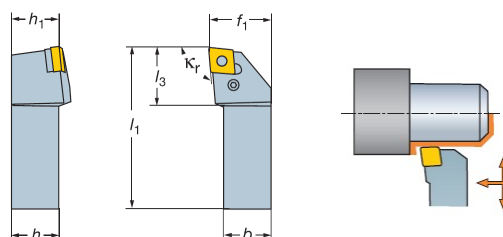
Tab. 10 Rozměry nože

ISO	Rozměry [mm]				
	$h=h_1$	$b$	$f$	$l_1$	$l_{2max}$
PTGNR/L 1616 H 16	16.0	16.0	20.0	100.0	32.0
PTGNR/L 2020 K 16	20.0	20.0	25.0	125.0	32.0
PTGNR/L 2525 M 16	25.0	25.0	32.0	150.0	32.0
PTGNR/L 2525 M 22	25.0	25.0	32.0	150.0	36.0
PTGNR/L 3225 P 22	32.0	25.0	32.0	170.0	36.0
PTGNR/L 3232 P 22	32.0	32.0	40.0	170.0	36.0
PTGNR/L 4040 R 27	40.0	40.0	50.0	200.0	40.0
PTGNR/L 5050 S 27	50.0	50.0	60.0	250.0	40.0

## PŘÍLOHA 5 - VÝROBNÍ SORTIMENT – UPNUTÍ VBD TYPU ISO P. FIRMA: SANDVIK COROMANT AB

### PCLNR/L

Geometrie a použití nože:



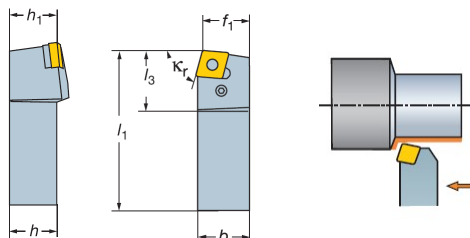
Úhel nastavení:  $\kappa_r = 95^\circ$

Tab. 11 Rozměry nože

Objednávací kód	Rozměry [mm]						Délka ostří
	b	f <sub>1</sub>	h	h <sub>1</sub>	l <sub>1</sub>	l <sub>3</sub>	
PCLNR/L 1616H 09	16.0	20.0	16.0	16.0	100.0	25.0	9.0
PCLNR/L 2020K 09	20.0	25.0	20.0	20.0	125.0	27.0	9.0
PCLNR/L 2525M 09	25.0	32.0	25.0	25.0	150.0	27.0	9.0
PCLNR/L 1616H 12-M	16.0	20.0	16.0	16.0	100.0	26.1	12.0
PCLNR/L 2020K 12	20.0	25.0	20.0	20.0	125.0	29.4	12.0
PCLNR/L 2525M 12	25.0	32.0	25.0	25.0	150.0	30.0	12.0
PCLNR/L 3225P 12	25.0	32.0	32.0	32.0	170.0	30.0	12.0
PCLNR/L 2525M 16	25.0	25.0	25.0	25.0	150.0	32.6	16.0
PCLNR/L 3225P 16	25.0	32.0	32.0	32.0	170.0	32.6	16.0
PCLNR/L 3232P 16	32.0	32.0	32.0	32.0	170.0	32.6	16.0
PCLNR/L 2525M 19	25.0	25.0	25.0	25.0	150.0	38.0	19.0
PCLNR/L 3225P 19	25.0	32.0	32.0	32.0	170.0	38.0	19.0
PCLNR/L 3232P 19	32.0	32.0	32.0	32.0	170.0	38.0	19.0
PCLNR/L 4040S 19	40.0	40.0	40.0	40.0	250.0	37.0	19.0
PCLNR/L 4040S 25	40.0	40.0	40.0	40.0	250.0	47.0	25.0
PCLNR/L 5050T 25	50.0	50.0	50.0	50.0	300.0	47.0	25.0

**PCBNR/L**

Geometrie a použití nože:

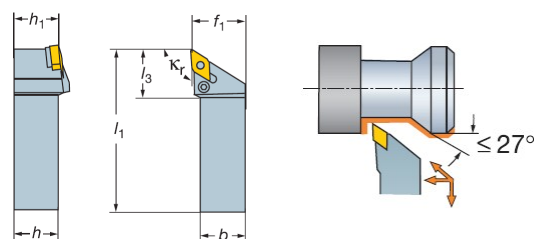
Úhel nastavení:  $\kappa_r = 75^\circ$ 

Tab. 12 Rozměry nože

Objednávací kód	Rozměry [mm]						Délka ostří
	b	f <sub>1</sub>	h	h <sub>1</sub>	l <sub>1</sub>	l <sub>3</sub>	
PCBNR/L 2525M 12	25.0	22.0	25.0	25.0	150.0	29.0	12.0
PCBNR/L 2525M 16	25.0	22.0	25.0	25.0	150.0	31.7	16.0
PCBNR/L 3225P 16	25.0	22.0	32.0	32.0	170.0	31.7	16.0
PCBNR/L 3232P 16	32.0	27.0	32.0	32.0	170.0	31.7	16.0
PCBNR/L 3232P 19	32.0	27.0	32.0	32.0	170.0	37.9	19.0
PCBNR/L 4040S 19	40.0	35.0	40.0	40.0	250.0	37.2	19.0

**PDJNR/L**

Geometrie a použití nože:

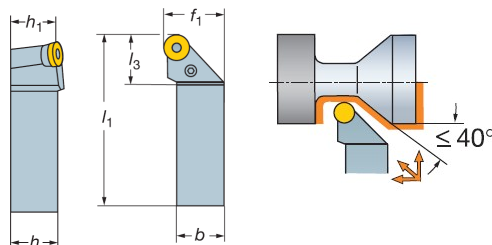
Úhel nastavení:  $\kappa_r = 93^\circ$ 

Tab. 13 Rozměry nože

Objednávací kód	Rozměry [mm]						Délka ostří
	b	f <sub>1</sub>	h	h <sub>1</sub>	l <sub>1</sub>	l <sub>3</sub>	
PDJNR/L 1616H 11	16.0	20.0	16.0	16.0	100.0	30.0	11.0
PDJNR/L 2020K 11	20.0	25.0	20.0	20.0	125.0	30.0	11.0
PDJNR/L 2525M 11	25.0	32.0	25.0	25.0	150.0	30.0	11.0
PDJNR/L 3225P 11	25.0	32.0	32.0	32.0	170.0	30.0	11.0
PDJNR/L 2020K 15	20.0	25.0	20.0	20.0	125.0	34.7	15.0
PDJNR/L 2525M 15	25.0	32.0	25.0	25.0	150.0	34.7	15.0
PDJNR/L 3225P 15	25.0	32.0	32.0	32.0	170.0	34.7	15.0
PDJNR/L 3232P 15	32.0	40.0	32.0	32.0	170.0	34.7	15.0

**PRGNR/L**

Geometrie a použití nože:

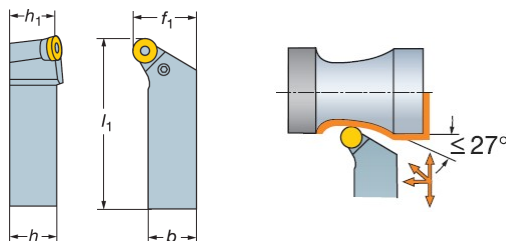


Tab. 14 Rozměry nože

Objednávací kód	Rozměry [mm]						Průměr VBD
	b	f <sub>1</sub>	h	h <sub>1</sub>	l <sub>1</sub>	l <sub>3</sub>	
PRGNR/L 2020K 09	20.0	25.0	20.0	20.0	125.0	20.8	9.0
PRGNR/L 2525M 12	25.0	32.0	25.0	25.0	150.0	27.2	12.0
PRGNR/L 3225P 15	25.0	32.0	32.0	32.0	170.0	33.2	15.0
PRGNR/L 3232P 15	32.0	40.0	32.0	32.0	170.0	38.0	15.0
PRGNR/L 4040S 25	40.0	50.0	40.0	40.0	250.0	41.9	25.0

**PRGCR/L**

Geometrie a použití nože:

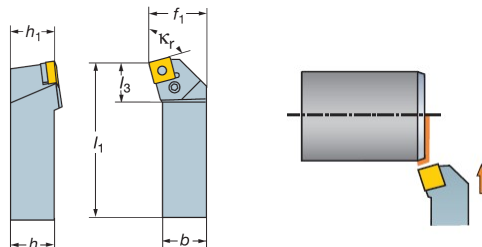


Tab. 15 Rozměry nože

Objednávací kód	Rozměry [mm]						Průměr VBD
	b	f <sub>1</sub>	h	h <sub>1</sub>	l <sub>1</sub>	Průměr VBD	
PRGCR/L 2020K 10	20.0	25.0	20.0	20.0	125.0	10.0	
PRGCR/L 2020K 12	20.0	25.0	20.0	20.0	125.0	12.0	
PRGCR/L 2525M 10	25.0	32.0	25.0	25.0	150.0	10.0	
PRGCR/L 2525M 12	25.0	32.0	25.0	25.0	150.0	12.0	
PRGCR/L 2525M 16	25.0	32.0	25.0	25.0	150.0	16.0	
PRGCR/L 3225P 12	25.0	32.0	32.0	32.0	170.0	12.0	
PRGCR/L 3225P 16	25.0	32.0	32.0	32.0	170.0	16.0	
PRGCR/L 3232P 20	32.0	40.0	32.0	32.0	170.0	20.0	
PRGCR/L 4040S 25	40.0	50.0	40.0	40.0	250.0	25.0	
PRGCR/L 5050T 32	50.0	63.0	50.0	50.0	300.0	32.0	

**PSKNR/L**

Geometrie a použití nože:

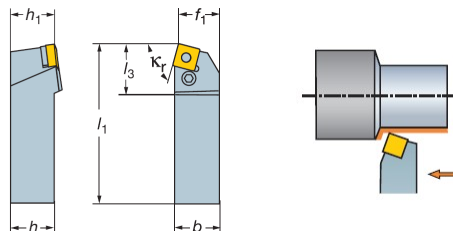
Úhel nastavení:  $\kappa_r = 75^\circ$ 

Tab. 16 Rozměry nože

Objednávací kód	Rozměry [mm]						Délka ostří
	b	f <sub>1</sub>	h	h <sub>1</sub>	l <sub>1</sub>	l <sub>3</sub>	
PSKNR/L 1616H 09	16.0	20.0	16.0	16.0	100.0	16.5	9.0
PSKNR/L 2020K 09	20.0	25.0	20.0	20.0	125.0	17.4	9.0
PSKNR/L 2020K 12	20.0	25.0	20.0	20.0	125.0	22.7	12.0
PSKNR/L 2525M 12	25.0	32.0	25.0	25.0	150.0	22.7	12.0
PSKNR/L 3225P 12	25.0	32.0	32.0	32.0	170.0	22.7	12.0
PSKNR/L 2525M 15	25.0	32.0	25.0	25.0	150.0	28.2	15.0
PSKNR/L 3232P 19	32.0	40.0	32.0	32.0	170.0	37.5	19.0
PSKNR/L 4040S 19	40.0	50.0	40.0	40.0	250.0	32.9	19.0
PSKNR/L 5050T 25	50.0	60.0	50.0	50.0	300.0	37.5	25.0

**PSBNR/L**

Geometrie a použití nože:

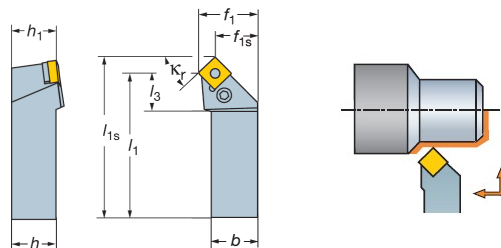
Úhel nastavení:  $\kappa_r = 75^\circ$ 

Tab. 17 Rozměry nože

Objednávací kód	Rozměry [mm]						Délka ostří
	b	f <sub>1</sub>	h	h <sub>1</sub>	l <sub>1</sub>	l <sub>3</sub>	
PSBNR/L 1616H 09	16.0	13.0	16.0	16.0	100.0	20.8	9.0
PSRNR/L 1212F 09	12.0	13.0	12.0	12.0	80.0	21.0	9.0
PSBNR/L 2020K 12	20.0	17.0	20.0	20.0	125.0	27.5	12.0
PSBNR/L 2525M 12	25.0	22.0	25.0	25.0	150.0	27.5	12.0
PSBNR/L 3225P 12	25.0	22.0	32.0	32.0	170.0	27.5	12.0
PSBNR/L 2525M 15	25.0	22.0	25.0	25.0	150.0	32.0	15.0
PSBNR/L 3225P 15	25.0	22.0	32.0	32.0	170.0	32.0	15.0
PSBNR/L 3232P 15	32.0	27.0	32.0	32.0	170.0	32.0	15.0
PSBNR/L 3232P 19	32.0	27.0	32.0	32.0	170.0	39.2	19.0
PSBNR/L 4040S 19	40.0	35.0	40.0	40.0	250.0	41.5	19.0
PSBNR/L 4040S 25	40.0	35.0	40.0	40.0	250.0	47.5	25.0
PSBNR/L 5050T 25	50.0	43.0	50.0	50.0	300.0	47.5	25.0

**PSSNR/L**

Geometrie a použití nože:

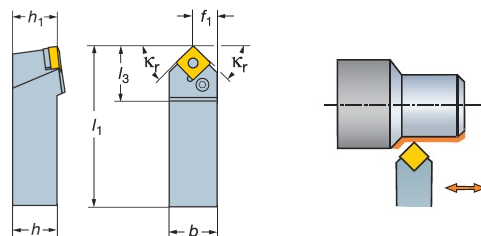
Úhel nastavení:  $\kappa_r = 45^\circ$ 

Tab. 18 Rozměry nože

Objednávací kód	Rozměry [mm]								
	b	f <sub>1</sub>	f <sub>1s</sub>	h	h <sub>1</sub>	l <sub>1</sub>	l <sub>3</sub>	l <sub>1s</sub>	Délka ostří
PSSNR/L 1616H 09	16.0	20.0	13.9	16.0	16.0	100.0	22.0	106.1	9.0
PSSNR/L 2020K 09	20.0	25.0	18.9	20.0	20.0	125.0	21.9	131.1	9.0
PSSNR/L 2525M 09	25.0	32.0	25.9	25.0	25.0	150.0	23.0	156.1	9.0
PSSNR/L 2020K 12	20.0	25.0	16.7	20.0	20.0	125.0	29.3	133.3	12.0
PSSNR/L 2525M 12	25.0	32.0	23.7	25.0	25.0	150.0	29.3	158.3	12.0
PSSNR/L 3225P 12	25.0	32.0	23.7	32.0	32.0	170.0	29.3	178.3	12.0
PSSNR/L 2525M 15	25.0	32.0	21.8	25.0	25.0	150.0	34.0	160.2	15.0
PSSNR/L 3225P 15	25.0	32.0	21.8	32.0	32.0	170.0	34.0	180.2	15.0
PSSNR/L 3232P 15	32.0	40.0	29.8	32.0	32.0	170.0	34.0	180.2	15.0
PSSNR/L 3232P 19	32.0	40.0	27.5	32.0	32.0	170.0	41.3	182.5	19.0
PSSNR/L 4040S 19	40.0	50.0	37.5	40.0	40.0	250.0	41.5	262.5	19.0
PSSNR/L 4040S 25	40.0	50.0	34.4	40.0	40.0	250.0	48.8	266.0	25.0

**PSDNN**

Geometrie a použití nože:

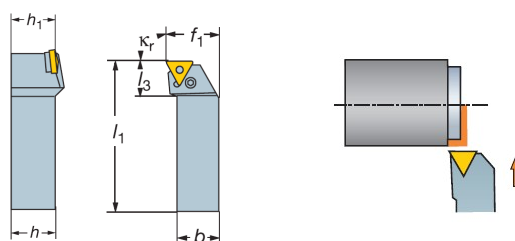
Úhel nastavení:  $\kappa_r = 45^\circ$ 

Tab. 19 Rozměry nože

Objednávací kód	Rozměry [mm]						Délka ostří
	b	f <sub>1</sub>	h	h <sub>1</sub>	l <sub>1</sub>	l <sub>3</sub>	
PTFNR/L 1212F 11	12.0	16.0	12.0	12.0	80.0	15.0	11.0
PTFNR/L 1616H 16	16.0	20.0	16.0	16.0	100.0	19.7	16.0
PTFNR/L 2020K 16	20.0	25.0	20.0	20.0	125.0	20.2	16.0
PTFNR/L 2525M 16	25.0	32.0	25.0	25.0	150.0	20.2	16.0
PTFNR/L 2525M 22	25.0	32.0	25.0	25.0	150.0	25.2	22.0
PTFNR/L 3225P 22	25.0	32.0	32.0	32.0	170.0	25.2	22.0
PTFNR/L 3232P 22	32.0	40.0	32.0	32.0	170.0	25.2	22.0
PTFNR/L 3232P 27	32.0	40.0	32.0	32.0	170.0	34.4	27.0
PTFNR/L 4040S 27	40.0	50.0	40.0	40.0	250.0	33.2	27.0
PTFNR/L 4040S 33	40.0	50.0	40.0	40.0	250.0	38.2	33.0

**PTFNR/L**

Geometrie a použití nože:

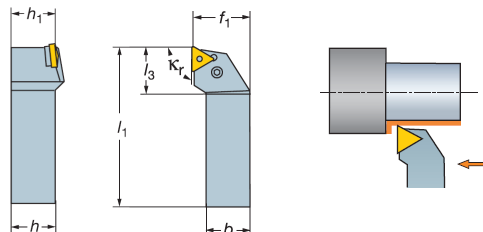
Úhel nastavení:  $\kappa_r = 91^\circ$ 

Tab. 20 Rozměry nože

Objednávací kód	Rozměry [mm]						Délka ostří
	b	f <sub>1</sub>	h	h <sub>1</sub>	l <sub>1</sub>	l <sub>3</sub>	
PTFNR/L 1212F 11	12.0	16.0	12.0	12.0	80.0	15.0	11.0
PTFNR/L 1616H 16	16.0	20.0	16.0	16.0	100.0	19.7	16.0
PTFNR/L 2020K 16	20.0	25.0	20.0	20.0	125.0	20.2	16.0
PTFNR/L 2525M 16	25.0	32.0	25.0	25.0	150.0	20.2	16.0
PTFNR/L 2525M 22	25.0	32.0	25.0	25.0	150.0	25.2	22.0
PTFNR/L 3225P 22	25.0	32.0	32.0	32.0	170.0	25.2	22.0
PTFNR/L 3232P 22	32.0	40.0	32.0	32.0	170.0	25.2	22.0
PTFNR/L 3232P 27	32.0	40.0	32.0	32.0	170.0	34.4	27.0
PTFNR/L 4040S 27	40.0	50.0	40.0	40.0	250.0	33.2	27.0
PTFNR/L 4040S 33	40.0	50.0	40.0	40.0	250.0	38.2	33.0

**PTGNR/L**

Geometrie a použití nože:

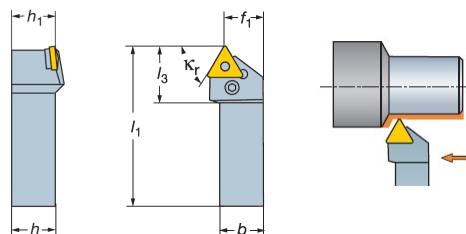
Úhel nastavení:  $\kappa_r = 91^\circ$ 

Tab. 21 Rozměry nože

Objednávací kód	Rozměry [mm]						Délka ostří
	b	f <sub>1</sub>	h	h <sub>1</sub>	l <sub>1</sub>	l <sub>3</sub>	
PTGNR/L 1010E 11	10.0	12.0	10.0	10.0	70.0	15.6	11.0
PTGNR/L 1212F 11	12.0	16.0	12.0	12.0	80.0	15.6	11.0
PTGNR/L 1616H 11	16.0	20.0	16.0	16.0	100.0	18.0	11.0
PTGNR/L 2020K 11	20.0	25.0	20.0	20.0	125.0	19.0	11.0
PTGNR/L 2525M 11	25.0	32.0	25.0	25.0	150.0	20.0	11.0
PTGNR/L 1616H 16	16.0	20.0	16.0	16.0	100.0	20.2	16.0
PTGNR/L 2020K 16	20.0	25.0	20.0	20.0	125.0	20.2	16.0
PTGNR/L 2525M 16	25.0	32.0	25.0	25.0	150.0	22.2	16.0
PTGNR/L 3225P 16	25.0	32.0	32.0	32.0	170.0	22.2	16.0
PTGNR/L 2525M 22	25.0	32.0	25.0	25.0	150.0	28.7	22.0
PTGNR/L 3225P 22	25.0	32.0	32.0	32.0	170.0	28.7	22.0
PTGNR/L 3232P 22	32.0	40.0	32.0	32.0	170.0	28.7	22.0
PTGNR/L 3232P 27	32.0	40.0	32.0	32.0	170.0	35.2	27.0
PTGNR/L 4040S 27	40.0	50.0	40.0	40.0	250.0	34.0	27.0

**PTTNR/L**

Geometrie a použití nože:

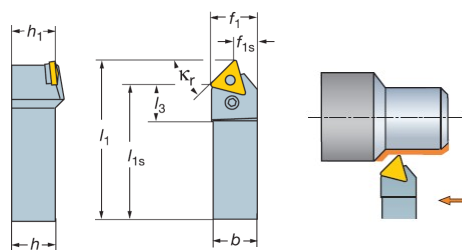
Úhel nastavení:  $\kappa_r = 60^\circ$ 

Tab. 22 Rozměry nože

Objednávací kód	Rozměry [mm]						Délka ostří
	b	f <sub>1</sub>	h	h <sub>1</sub>	l <sub>1</sub>	l <sub>3</sub>	
PTTNR/L 1010E 11	10.0	9.0	10.0	10.0	70.0	19.1	11.0
PTTNR/L 1212F 11	12.0	11.0	12.0	12.0	80.0	19.1	11.0
PTTNR/L 1616H 16	16.0	13.0	16.0	16.0	100.0	23.4	16.0
PTTNR/L 2020K 16	20.0	17.0	20.0	20.0	125.0	25.9	16.0
PTTNR/L 2525M 22	25.0	22.0	25.0	25.0	150.0	31.9	22.0
PTTNR/L 3225P 22	25.0	22.0	32.0	32.0	170.0	31.9	22.0

**PTDNR/L**

Geometrie a použití nože:

Úhel nastavení:  $\kappa_r = 45^\circ$ 

Tab. 23 Rozměry nože

Objednávací kód	Rozměry [mm]								Délka ostří
	b	f <sub>1</sub>	f <sub>1s</sub>	h	h <sub>1</sub>	l <sub>1</sub>	l <sub>3</sub>	l <sub>1s</sub>	
PTDNR/L 2525M 22	25.0	13.0	27.0	25.0	25.0	150.0	19.5	135.9	22.0