



Střední průmyslová škola a Vyšší odborná škola technická Brno, Sokolská 1

Šablona: Inovace a zkvalitnění výuky prostřednictvím ICT

Název: Obrábění

Téma: Trvanlivost,obrobitelnost,opotřebení břitu

Autor: Ing. Kubíček Miroslav

Číslo: VY_32_INOVACE_19 – 05

Anotace: Slouží jako podklad pro výuku obrábění.Vysvětlení pojmu trvanlivost, určení trvanlivosti.Vysvětlení pojmu obrobitelnost,rozdělení,označení obrobitelnosti.Vysvětlení pojmu opotřebení břitu.Text je určen pro studenty 1. ročníku střední odborné školy oboru strojírenství

TRVANLIVOST

- **Trvanlivost břitu nástroje T** je doba, po kterou nástroj pracuje od svého naostření do přípustného otupení

Určení trvanlivosti T (min.) pomocí vztahu:

$$T = \frac{C_T}{v^m}$$

popř.

$$T = \frac{C_T}{h^x \times s^y \times v^z}$$

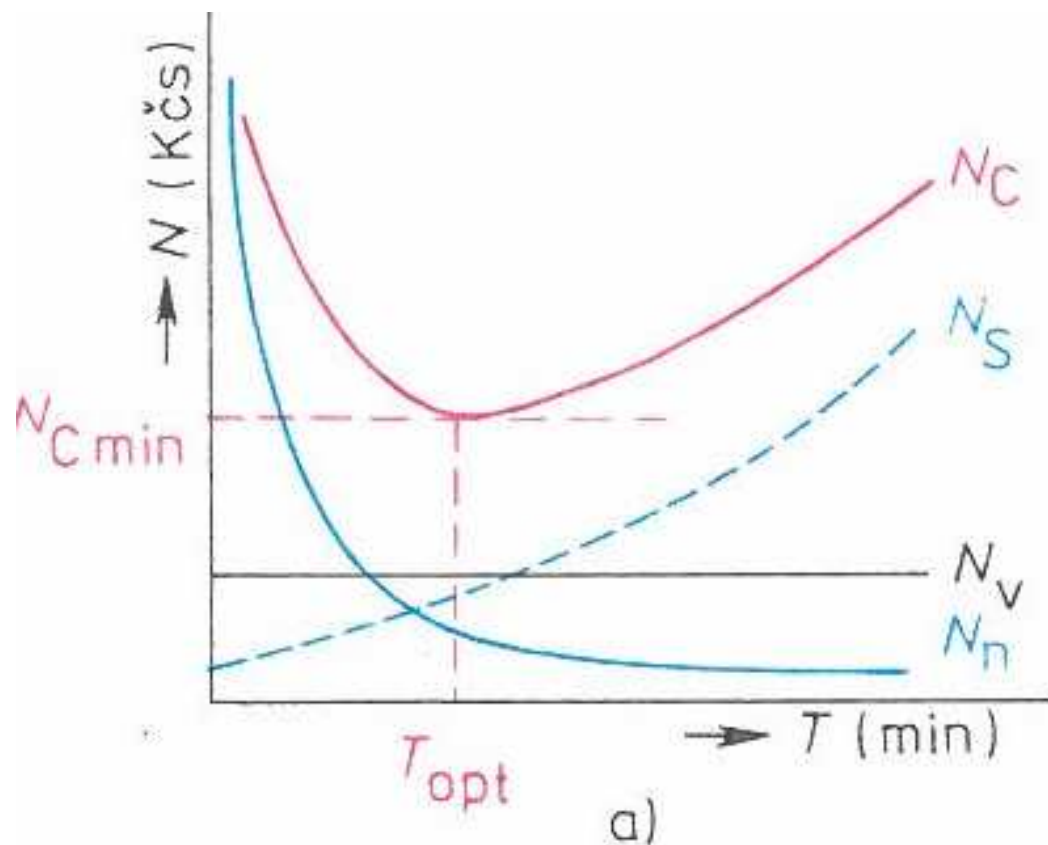
kde	C_T	... konstanta vyjadřující vliv řezných podmínek
	v	... řezná rychlost (m/min)
	m	... experimentálně určený exponent
	h	... hloubka řezu (mm)
	s	... posuv (mm/ot)
	$x < y < z$	... exponenty stanovené experimentálně.

TRVANLIVOST - Exponent m

Materiál činné části nástroje	Exponent m
Nástrojová ocel	8 až 10
Nástrojová ocel rychlořezná HSS	5 až 8
Slinuté karbidy SK	2,5 až 5
Keramické materiály KM	1,2 až 2,5

TRVANLIVOST

ZÁVISLOST NÁKLADŮ NA TRVANLIVOSTI OSTŘÍ NÁSTROJE



N_c – CELKOVÉ NÁKLADY

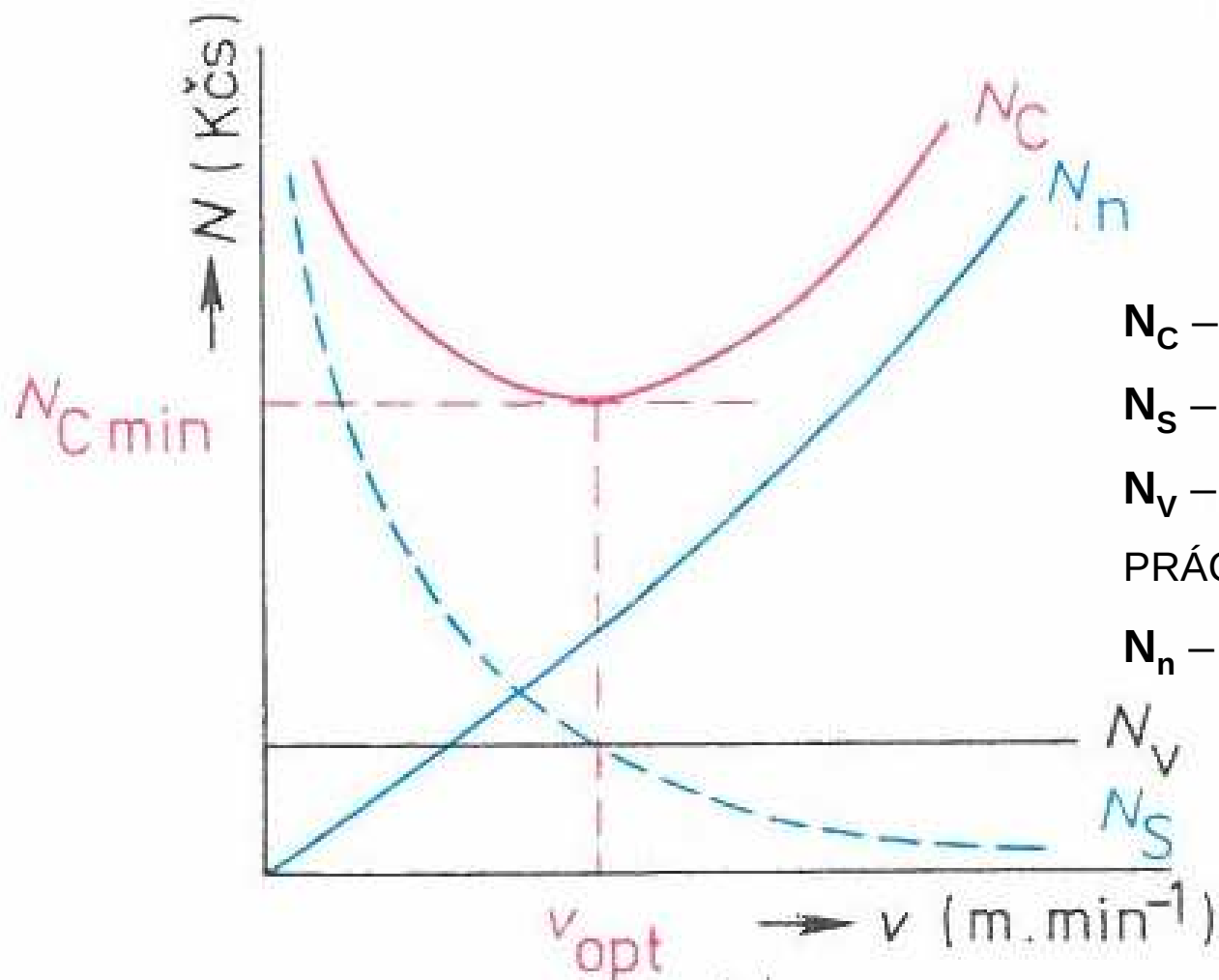
N_s – NÁKLADY NA STROJNÍ PRÁCI

N_v – NÁKLADY NA VEDLEJŠÍ PRÁCI

N_n – NÁKLADY NA NÁSTROJE

TRVANLIVOST

ZÁVISLOST NÁKLADŮ NA ŘEZNÉ RYCHLOSTI



N_C – CELKOVÉ NÁKLADY

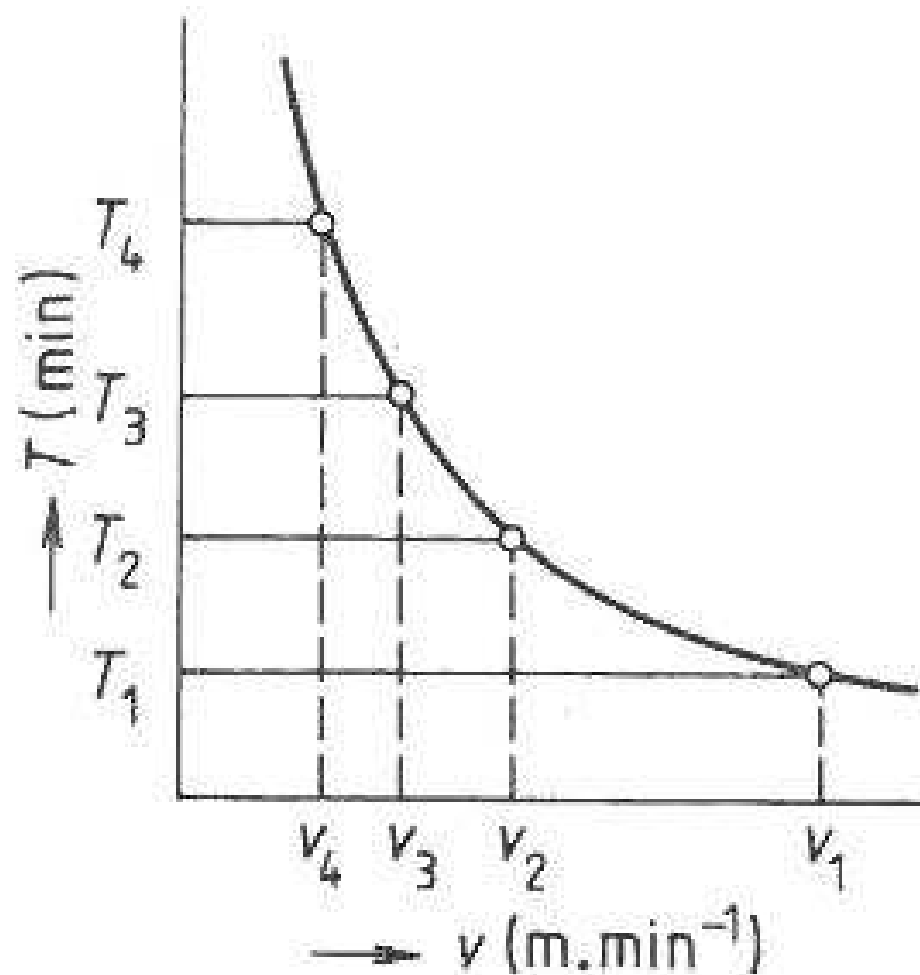
N_S – NÁKLADY NA STROJNÍ PRÁCI

N_V – NÁKLADY NA VEDLEJŠÍ PRÁCI

N_n – NÁKLADY NA NÁSTROJE

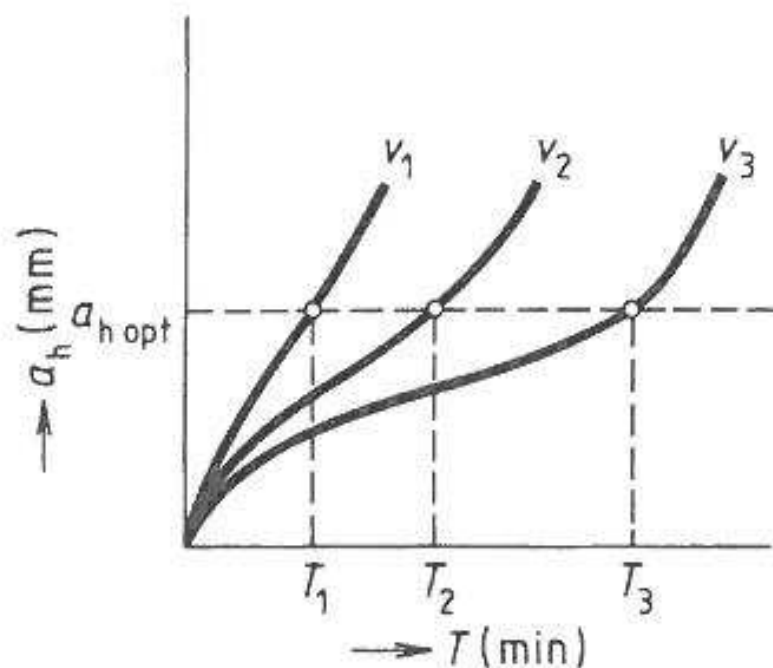
TRVANLIVOST

ZÁVISLOST TRVANLIVOSTI OSTŘÍ NÁSTROJE NA ŘEZNÉ RYCHLOSTI



TRVANLIVOST

ODVOZENÍ TRVANLIVOSTI OSTŘÍ NÁSTROJE



a_h — otupení břitu na hřbetu nástroje,
 T — trvanlivost ostří nástroje,
 $a_{h opt}$ — optimální otupení (opotřebení na
hřbetu nástroje, v_1, v_2, v_3 — řezné rychlosti

TRVANLIVOST

- **Určení trvanlivosti T při změně řezné rychlosti** - je-li známa trvanlivost T_1 odpovídající určité řezné rychlosti v_1 , lze pro stejné řezné podmínky a novou (změněnou) řeznou rychlost v_2 určit neznámou trvanlivost T_2 (min) pomocí vztahu

$$\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{v_1}{v_2} \right)^m \Rightarrow T_2 = T_1 \times \left(\frac{v_1}{v_2} \right)^m$$

TRVANLIVOST

- Obecně je **trvanlivost** T_n dána Taylorovým vztahem :

$$T_n \times v^m = C$$

- kde T_n ... trvanlivost činné části nástroje (min)
 v ... řezná rychlost (m/min)
 m ... experimentálně stanovený exponent (viz tab)
 c ... konstanta, vyjadřující vliv řezných podmínek
- Při využití Taylorova vztahu, ekonomických nákladů a výrobních časů součásti lze stanovit **trvanlivost z hlediska** :
 - ◆ **maximální hospodárnosti** - výpočet má za cíl snížit náklady na výrobu

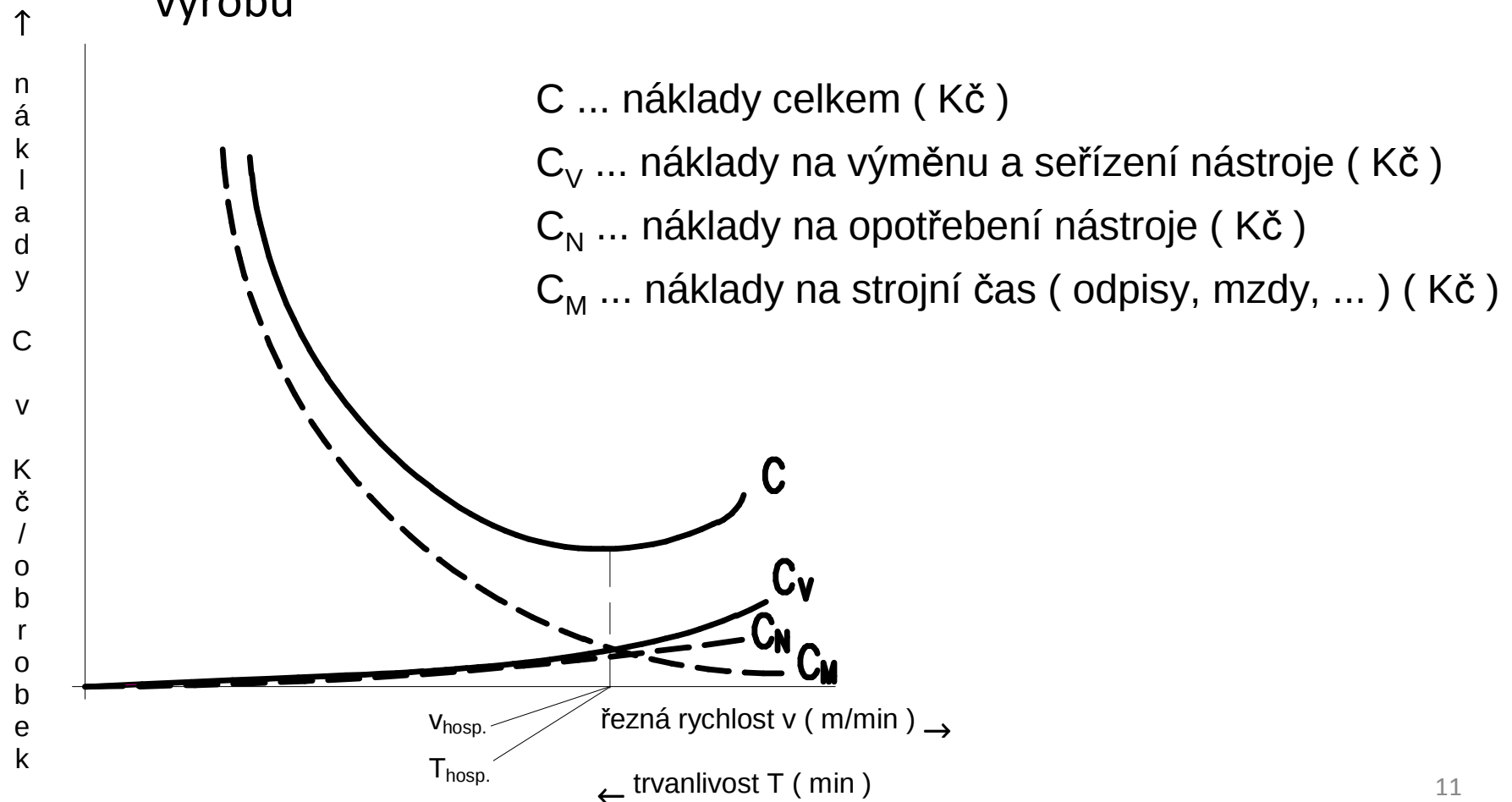
TRVANLIVOST

- Využití Taylorova vztahu - stanovení **trvanlivost z hlediska**
 - **maximální produktivity** - výpočet bere v úvahu jednotlivé složky výrobních časů bez ohledů na náklady
 - Použití je zejména tam, kde se jedná o úzkoprofilový stroj; kde zvýšené náklady výroby dané součásti neohrozí ekonomiku celé výroby a naopak rychlá výroba jí prospěje ve zvýšené ceně při zkrácení termínu dodávky zařízení zákazníkovi
 - Další oblastí použití jsou např. havárie, kdy je nutná rychlá výroba náhradního dílu

TRVANLIVOST

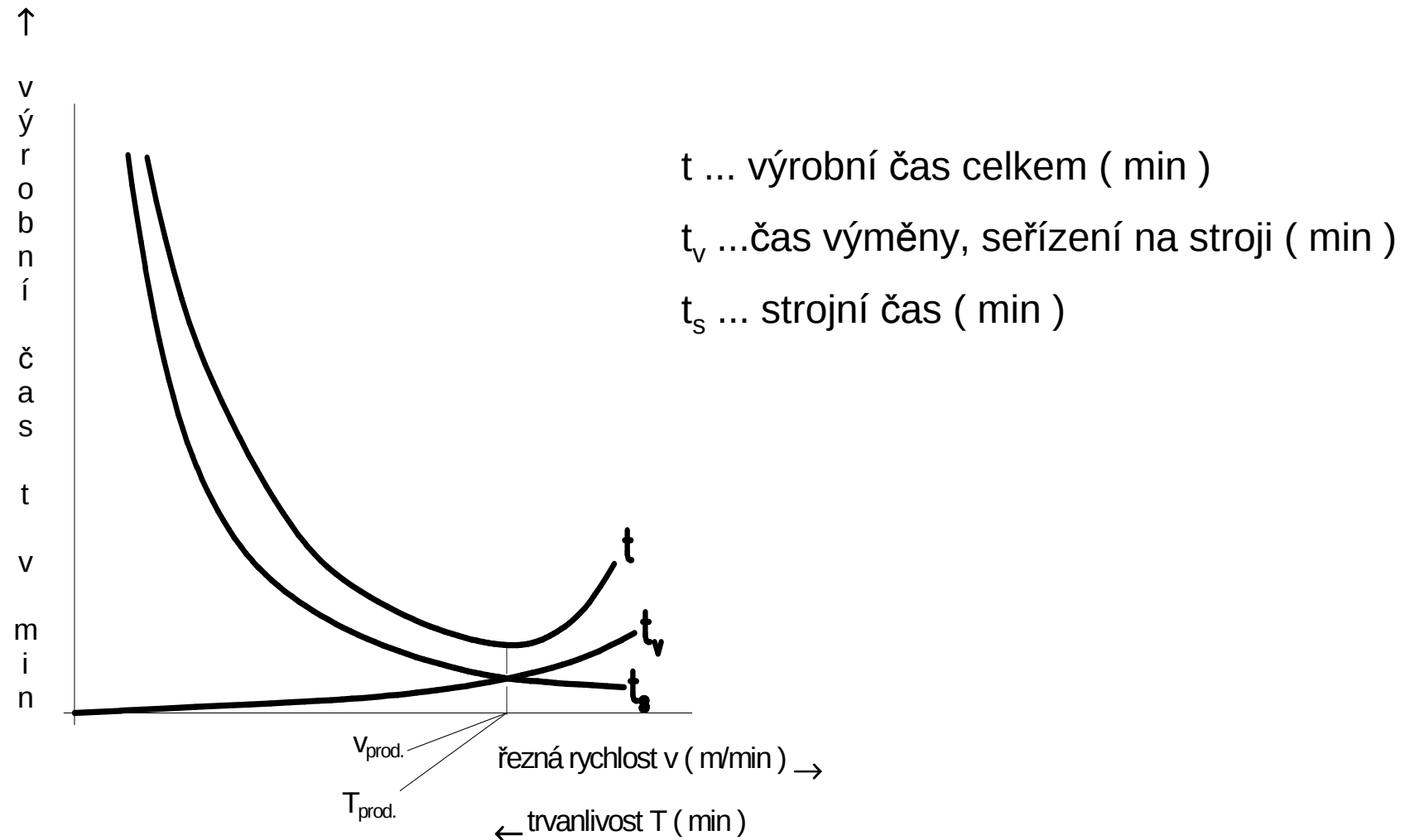
Při využití Taylorova vztahu, ekonomických nákladů a výrobních časů součásti lze stanovit **trvanlivost z hlediska**

- ♦ **maximální hospodárnosti** - výpočet má za cíl snížit náklady na výrobu



TRVANLIVOST

- ***Určení trvanlivosti T_n při maximální produktivitě***



OBROBITELNOST

- je souhrn technologických vlastností obráběného materiálu, uplatňujících se při vlastním procesu řezání. Do těchto vlastností patří hlavně:
 - ◆ chemické složení obráběného materiálu
 - ◆ struktura obráběného materiálu
 - ◆ způsob mechanického zpracování obráběného materiálu
 - ◆ způsob tepelného zpracování obráběného materiálu
- Dále obrobiteľnosť ovplyvňuje:
 - ◆ spôsob obrábění (soustružení, frézování, vrtání atd.)
 - ◆ materiál činné části nástroje
 - ◆ geometrie břitu nástroje
 - ◆ řezné podmínky
 - ◆ prostředí

OBROBITELNOST

- **Z fyzikálních vlastností** ovlivňují obrobitelnost kovů nejvíce tepelné vlastnosti - zejména **tepelná vodivost** (závisí na ní rychlost odvádění tepla z místa řezu a tím i výše teploty řezání)
- **Z mechanických vlastností** obrobitelnost nejvíce ovlivňuje **pevnost, houževnatost a tvrdost.**
- Roste-li pevnost a tvrdost obrobitelnost zpravidla klesá. Totéž platí i pro houževnatost
- **Obrobitelnost charakterizují podmínky, za nichž se materiál nejlépe obrábí**

OBROBITELNOST

- **Určení obrobiteľnosti** - v praxi se obrobiteľnost určuje především podle řezné rychlosti tzv. stupněm (indexem) obrobiteľnosti IO:
 - $IO = V_{45} \text{ obráběného materiálu} / V_{45} \text{ materiálu etalonu (materiál etalonu má } IO = 1 \text{)}$
- **Skupiny obrobiteľnosti** - materiály jsou rozděleny do čtyř základních skupin obrobiteľnosti:
 - ◆ litiny a nekovové materiály - **a**
 - ◆ oceli a oceli na odlitky - **b**
 - ◆ těžké kovy a slitiny - **c**
 - ◆ lehké kovy a slitiny - **d**

OBROBITELNOST

- **Třídy obrobiteľnosti** - každá skupina obrobiteľnosti má dvacet tříd (podle stupně obrobiteľnosti)
- **nižší** čísla (1, 2, 3, ...) značí materiály **nejhůře** obrobiteľné
- **vyšší** čísla (20, 19, 18, ...) materiály **lépe** obrobiteľné
- Základní třídy obrobiteľnosti jsou potom:
 - ◆ 11a ?
 - ◆ 14b ?
 - ◆ 12c ?
 - ◆ 12d ?

OBROBITELNOST

- **Význam určování obrobiteľnosti:** zařazení materiálů do skupin a tříd obrobiteľnosti umožnilo vypracovat (a umožňuje určovat) řezné podmínky (viz dále).
- Materiály a skupiny obrobiteľnosti

Materiály	Skupina obrobiteľnosti	Skupina obrobiteľnosti etalonového materiálu ($K_{v1} = 1$)	Etalonový materiál
Litiny	a	10a	42 2420
Oceli	b	14b; 13b	12 051.1
Těžké neželezné kovy a slitiny	c	11c	42 3213.21
Lehké neželezné kovy a slitiny	d	10d	42 4380.11

OBROBITELNOST

- **Obrobitelnost ocelí** - největší vliv na ni má
 - pevnost oceli
 - technologie výroby oceli
 - způsob zpracování polotovaru
 - ze strukturních součástí obrobitelnost zhoršuje ferit
 - globulární (zrnitý) perlit má obrobitelnost lepší než lamelární (destičkovitý)
 - sorbit působí na obrobitelnost nepříznivě
 - velmi negativně působí martenzit
 - uhlíkové oceli s malým obsahem C (do 0,15 % C) jsou špatně obrobitelné
 - legované a vysokolegované (hlavně austenitické) oceli mají horší obrobitelnost
 - zvláště **vhodné k obrábění**, tzv. automatové oceli , mají nízkou pevnost
 - obrobitelnost ocelí je možné zvýšit některými způsoby tepelného zpracování jako např. žíháním na měkko nebo normalizačním žíháním

OBROBITELNOST

- **Obrobitelnost litin** je ovlivněna
 - tvrdostí a pevností - s rostoucí tvrdostí obrobitelnost klesá
 - feritické litiny jsou obrobitelné velmi dobře, i když ferit je špatně obrobitelný
 - litina s lupínkový grafitem tzv. šedá je obecně dobře obrobitelná
 - litina temperovaná - obecně dobře obrobitelná
 - litina tvárná s kuličkovým grafitem však hůře
 - litiny cementitické (tj. litiny bílé a také litiny tvrzené) jsou naopak obrobitelné velmi špatně. I litiny lze žíhat ke zlepšení obrobitelnosti, ale dojde ke zhoršení jejich mechanických vlastností

OBROBITELNOST

- **Obrobitelnost slitin hliníku** - čistý hliník je **špatně** obrobitelný (je měkký a houževnatý), ale obrobitelnost lze zlepšit válcováním a tažením za studena
- Obrobitelnost slitin hliníku závisí na
 - chemickém složení
 - technologickém zpracování (lití, tváření)
 - tepelném zpracování
 - nejlépe obrobitelné jsou lité, tepelně zpracované slitiny Al
 - hůře lité, tepelně nezpracované slitiny Al;
 - špatně obrobitelné jsou tvářené, tepelně nezpracované slitiny Al
 - nejhůře obrobitelné jsou tvářené, tepelně zpracované slitiny Al
 - Podle chemického složení jsou nejlépe obrobitelné slitiny Al+Cu, Al+Mg, Al+Cu+Mg, Al+Cu+Zn+Mn,
 - hůře obrobitelné jsou slitiny Al+Si, Al+Si+Cu
 - nejhůře obrobitelné jsou slitiny Al+Si (až 12 % Si) a slitiny Al s přísadou Ni, Fe, Mn, Co

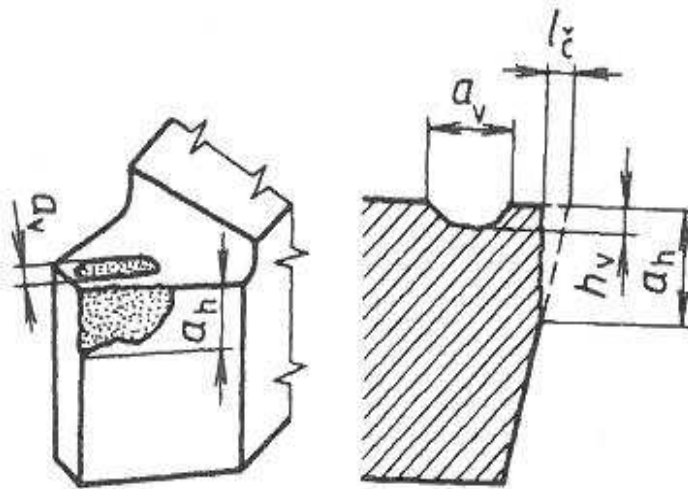
OBROBITELNOST

- **Obrobitelnost slitin mědi**
- samotná měď je velmi špatně obrobitelná
- mosazi jsou obrobitelné dobře

OPOTŘEBENÍ BŘITU

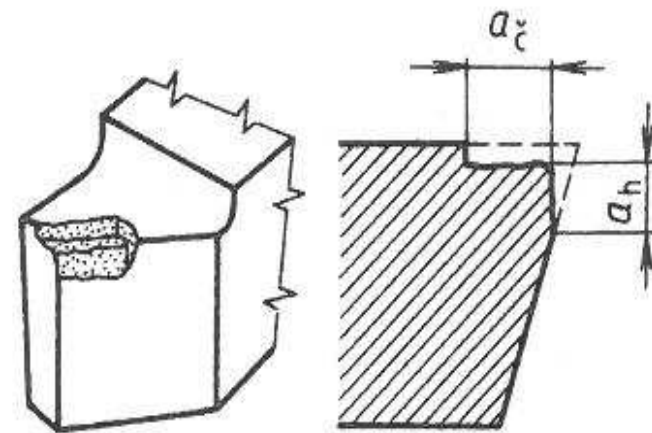
OTUPENÍ NÁSTROJE

NÁSLEDKEM VÝMOLU



a_h — otupení břitu na hřbetu nástroje,
 a_v — šířka výmolu, h_v — hloubka výmolu,
 l_ζ — otupení břitu na čele nástroje

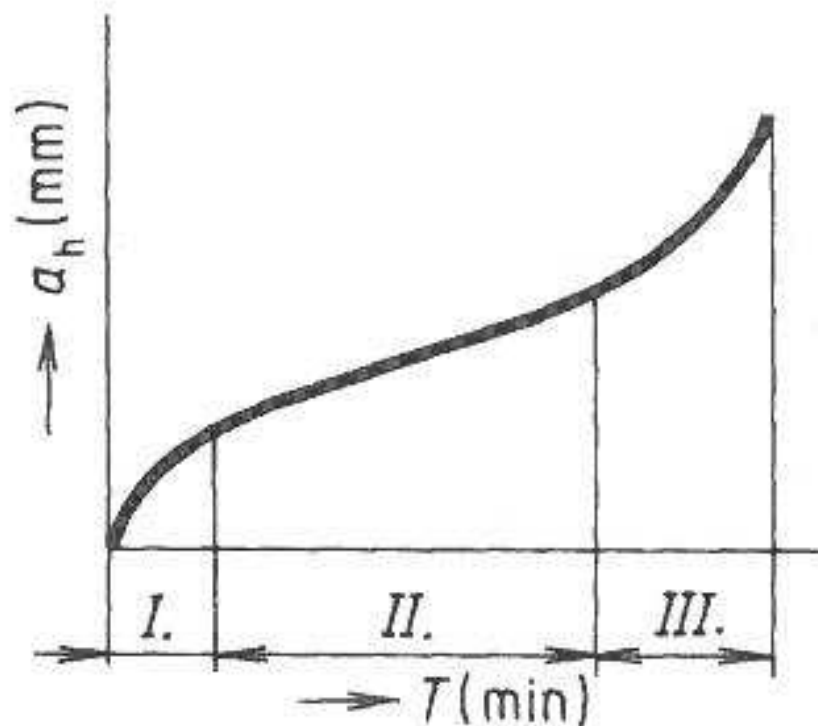
NÁSLEDKEM STUPÍNKU



a_ζ — otupení břitu na čele nástroje,
 a_h — otupení břitu na hřbetu nástroje

OPOTŘEBENÍ BŘITU

PRŮBĚH OTUPENÍ BŘITU NA HŘBETU NÁSTROJE



a_h — otupení břitu na hřbetu nástroje, T — trvanlivost ostří, *I.* — první fáze otupení vlivem nerovnosti ostří, *II.* — druhá fáze otupení — rovnoměrné otupení, *III.* — třetí fáze otupení — intenzivní opotřebení končící lavinovitým otěrem

OPOTŘEBENÍ BŘITU

- **Opotřebení břitu nástroje** je proces, při kterém vzrůstá poloměr zaoblení špičky nástroje, zhoršuje se drsnost plochy čela a hřbetu a mění se postupně geometrie břitu má negativní vliv
 - na nástroj
 - na podmínky, při kterých probíhá obrábění
 - na obrobek
- **K opotřebení dochází vlivem:**
 - ◆ otěru stykových ploch
 - ◆ plastické deformace povrchových vrstev břitu
 - ◆ narušením ostří křehkými lomy

OPOTŘEBENÍ BŘITU

- **nejčastěji se projevuje** tvořením **výmolu na čele nástroje** a **nepravidelnou ploškou na hřbetu**
- Při hrubování je opotřebení větší na čele
- při obrábění na čisto je opotřebení větší na hřbetu nástroje
- Opotřebení je důsledkem funkce všech strojních součástí, které jsou při vzájemném pohybu v kontaktu
- Při obrábění dochází k relativnímu pohybu a tedy i ke kontaktu mezi:
 - Nástrojem a obrobkem
 - Nástrojem a třískou

OPOTŘEBENÍ BŘITU

PŘÍKLAD OPOTŘEBENÍ NOVÉHO MATERIÁLU 8215 vs. 8016

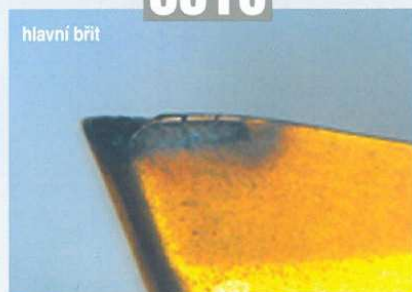
Podmínky frézování:

Obráběný materiál: ČSN 422425 (tvrdost 280 HB); $v_c = 310 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$; $f_z = 0,20 \text{ mm} \cdot \text{zub}^{-1}$; $a_p = 2,50 \text{ mm}$; $a_e = 50 \text{ mm}$; povrchová kůra – NE; chlazení - NE



čelo

8016



hlavní břit

Limitní opotřebení po:

57 min



čelo

8215



hlavní břit

Opotřebení po:

57 min



čelo

8215



hlavní břit

Limitní opotřebení po:

75 min

Zdroje

- Propagační materiály MSV Brno 2012 PRAMET TOOLS, S.R.O.
- Černoch S., **Strojně technická příručka**, sv.2, SNTL, Praha, 1977
- Dorazil E. a kol., **Nauka o materiálu I. a II**, VUT, Brno, 1979
- Driensky D. - Fúrik P. - Lehmanová T. - Tomaides J., **Strojní obrábění I.**, SNTL, Praha, 1986
- Fiala J. - Bebr A. - Matoška Z., **Strojnické tabulky 1 - materiály pro strojírenskou výrobu**, SNTL, Praha, 1990