

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ V LIBERCI  
nositelka Řádu práce

Fakulta strojní  
obor 23 - 07 - 08

Strojírenská technologie  
zaměření  
tváření kovů a plastických hmot

Katedra tváření a plastů

Řešení procesu vstřikování termoplastů z hlediska stanovení  
optimální doby chlazení

Jméno a příjmení: Pavel Koňas  
KTP - 342

Vedoucí práce: ing. Krebs J., CSc, VŠST Liberec  
Konzultant: ing. Dolák Z., Plastimat n.p. Liberec

Rozsah práce a příloh:

počet stran : 89  
počet příloh  
a tabulek : 42 + 20  
počet obrázků : 9  
počet výkresů : -  
počet modelů  
nebo jiných příloh : -

Datum : 5. 5. 1988

Vysoká škola: strojní a textilní Fakulta: strojní  
Katedra: tváření a plastů Školní rok: 1987/88

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

pro s. Pavla Koňase  
obor 23 07 - 8 Strojírenská technologie

Vedoucí katedry Vám ve smyslu nařízení vlády ČSSR č. 90/1980 Sb., o státních závěrečných zkouškách a státních rigorózních zkouškách, určuje tuto diplomovou práci:

Název tématu: Řešení procesu vstřikování termoplastů  
z hlediska stanovení optimální doby chlazení

Zásady pro vypracování:

- 1) Proveďte rozbor procesu vstřikování termoplastů z hlediska stanovení optimální doby chlazení.
- 2) Nažnačte způsoby a možnosti minimalizace vstřikovacího cyklu.
- 3) Ověřte platnost výpočtu doby chlazení výstřiku ve formě pro běžné typy plastů.
- 4) Porovnejte teoreticky stanovenou dobu chlazení se skutečnou v provozních podmínkách.
- 5) Zhodnoťte dosažené výsledky a navrhněte opatření pro praxi.

V 209/88 5  
VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ  
Ústřední knihovna  
LIBEREC 1, STUDENTSKÁ 6  
PSČ 461 17

Rozsah grafických prací: cca 40 stran včetně tabulek, obrázků a grafů.

Rozsah průvodní zprávy:

Seznam odborné literatury:

- 1) Jung, P.: Plaste und Kautschuk 1987, č.7
- 2) Technologický předpis pro vstřikování, n.p. Plastimat, Liberec.
- 3) Krebs, J.: Teorie a technologie Zpracování plastů. Skripta VSST Liberec. 1981.

Vedoucí diplomové práce:

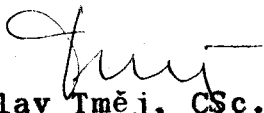
Ing. J. Krebs, CSc.

Konzultant:


Ing. Z. Dolák, Plastiman n.p. Liberec.

Datum zadání diplomové práce: 11. 9. 1987

Termín odevzdání diplomové práce: 10. 5. 1988

  
Doc. Ing. Jaroslav Tměj, CSc.

Vedoucí katedry

  
Prof. Ing. Vladimír Prášil, DrSc.

Děkan

V Liberci 12. 9. 87  
..... dne ..... 19.....

Místopřísežně prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury.

V Liberci dne : 5. 5. 1988

*Karel Davel*

## O B S A H :

=====

1. ÚVOD
2. POUŽITÉ ZNAČKY A SYMBOLY
3. TEORETICKÁ ČÁST
  - 3.1 Rozbor pracovního cyklu při vstřikování
  - 3.2 Matematické odvození teoretického vztahu pro dobu chlazení
  - 3.3 Vliv technologických faktorů na délku doby chlazení
    - 3.3.1 Vliv teploty formy
    - 3.3.2 Vliv teploty vstřikované hmoty
    - 3.3.3 Vliv teploty vyjímání výstřiku z formy
    - 3.3.4 Vliv materiálových faktorů
4. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST
  - 4.1 Stanovení doby chlazení pro praktické použití  $t_{chl}$
  - 4.2 Metodika měření hodnot potřebných pro výpočet doby chlazení  $t_{chl}$
  - 4.3 Měřicí zařízení
  - 4.4 Měřicí čidla
  - 4.5 Výsledky praktických měření pro různé typy plastů
5. VYHODNOCENÍ VÝSLEDKU<sup>o</sup>
6. NÁVRH OPATŘENÍ PRO PRAXI
7. ZÁVĚR
8. POUŽITÁ LITERATURA
9. PŘÍLOHY

## 1. Ú V O D :

=====

Plasty nabyly v posledních dvou až třech desetiletích takového významu, že dnes patří k nejdůležitějším materiálům v národním hospodářství. Bez nich si některá odvětví průmyslu například elektrotechniku, automobilový průmysl, výrobu spotřebního zboží a jiné, již ani neumíme představit.

V Československé socialistické republice nastává po druhé světové válce, tak jako v ostatních zemích, rychlý rozvoj výroby plastů. Za posledních deset let vzrostl objem výroby zhruba sedmkrát. Při pohledu do nejbližší budoucnosti lze očekávat další vzrůst. S tímto vzrůstem výroby plastů uvažují i naše stranické a státní orgány. Je to zakotveno i ve směrnicích XVII. sjezdu KSČ k 8. pětiletému plánu. Se zvyšováním výroby plastů přichází požadavek co nejekonomičtější výroby a vyšších nároků na úroveň operativního plánování. Hospodárnost výroby souvisí s produktivitou práce vstřikovacích listů a tudíž s délkou jejich pracovních cyklů. Podstatnou částí pracovního cyklu je doba chlazení výstřiků v dutině formy. K určení délky doby chlazení je třeba znát vedle vlivů technologických parametrů vstřikování na vlastnosti výstřiků také jejich vliv na dobu chladnutí.

Cílem této práce je odstranit nespojitosti křivky chlazení v závislosti na tloušťce stěny výstřiku, která byla zanesena při zpracovávání do doposud platných Normativů pro vstřikování termoplastů, zpracovaných Federálním ministerstvem všeobecného strojírenství a Federálním ministerstvem hutnictví a těžkého strojírenství v roce 1978.

## 2. POUŽITÉ ZNAČKY A SYMBOLY

=====

$T_f$	...	teplota formy	[°C]
$T_t$	...	teplota taveniny	[°C]
$T_s$	...	teplota výstřiku	[°C]
$T_o$	...	teplota v ose stěny výstřiku	[°C]
$T_k$	...	teplota chladící kapaliny	[°C]
$t_{chl}$	...	doba chlazení teoretická	[min]
$t_{chls}$	...	doba chlazení strojní	[min]
$t_{chlv}$	...	doba chlazení vypočtená	[min]
$t_v$	...	doba vstřikování	[min]
$t_d$	...	doba dotlaku	[min]
$t_{pl}$	...	doba plastikace	[min]
S	...	plocha	[m <sup>2</sup> ]
s	...	tloušťka stěny výstřiku	[m]
a	...	teplotní vodivost	[m <sup>2</sup> /s]
R	...	tepelný odpor	[K/J]
$\lambda$	...	koeficient tepelné vodivosti	[J/mK]
$\alpha$	...	koeficient přestupu tepla	[J/m <sup>2</sup> K]
$\gamma$	...	čas	[s]
Q	...	teplo	[J]
q	...	měrné teplo	[J/kg]

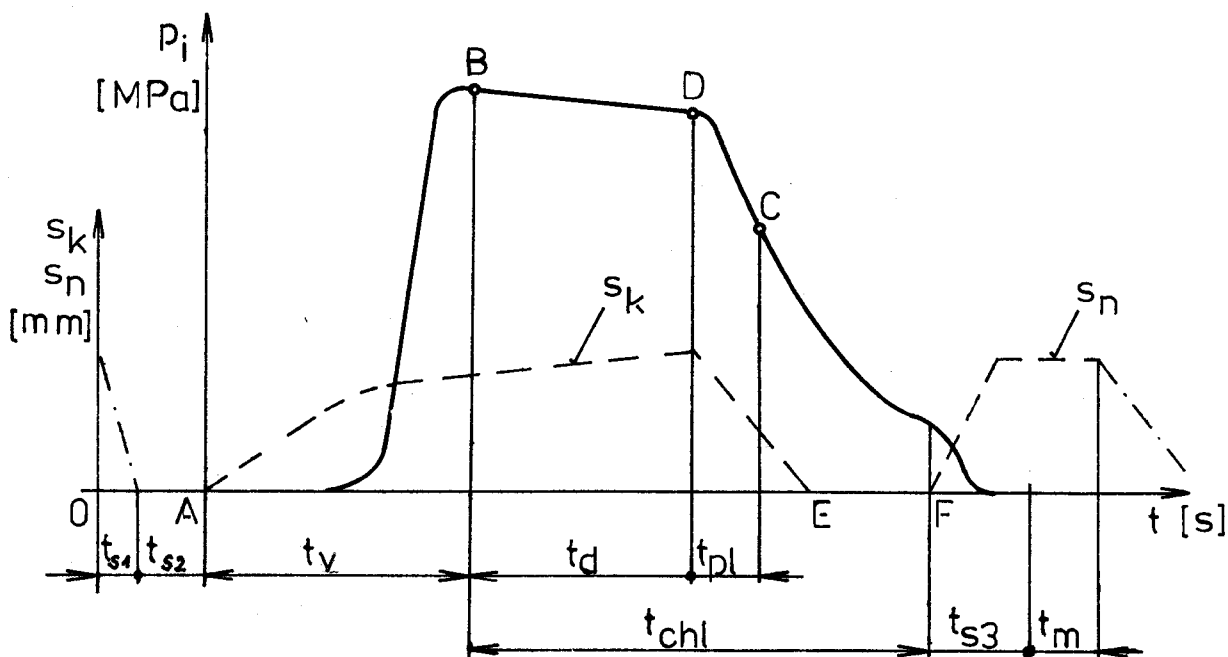
### 3. T E O R E T I C K Á Č Á S T :

=====

#### 3.1 Rozbor pracovního cyklu při vstřikování /1/

Vstřikováním se rozumí takový způsob tváření polymerů, přiněmž je dávka splastikovaného materiálu z tlakové komory vstřikována vysokou rychlostí do uzavřené dutiny formy, kde ztuhne ve finální výrobek.

Rozbor vstřikovacího cyklu lze vztáhnout buďto k poměrům ve formě nebo k plastikační jednotce. Další rozbor vstřikování je proveden na tlakovém diagramu obr.(1), který je vztažen k poměrům v dutině formy.



obr. 1 Tlakový diagram

Za výchozí stav k rozboru vstřikovacího cyklu předpokládáme, že dutina formy je prázdná a forma je otevře-



ná. V čase  $t = 0$  stroj dostane impuls k zahájení vstřikovacího cyklu. V časovém úseku  $t_{s1}$  dojde k uzavření a uzamknutí formy, v úseku  $t_{s2}$  se přisune tavicí komora k formě. Úseky  $t_{s1}$  a  $t_{s2}$  představují strojní čas. V čase A se dává do pohybu šnek v tavicí komoře a začíná vlastní vstřikování hmoty do formy. Časová prodleva  $t_{pr}$  je způsobena spožděnou reakcí tlakových čidel, které jsou umístěny v dutině formy. Tlak ve formě se rychle zvyšuje, až se dosáhne bodu B. Doba mezi body A a B, kdy probíhá plnění dutiny formy, se nazývá doba vstřikování  $t_v$ . Jakmile hmota vnikne do dutiny formy, začne se ihned o stěny formy ochlazovat. Doba ochlazování trvá až do okamžiku otevření formy a vyjmutí výstřiku. V praxi se doba chlazení dělí na dobu při plném vstřikovacím tlaku a dobu bez tlaku. První část se nazývá doba dotlaku  $t_d$ . Po vyplnění dutiny formy se totiž na taveninu musí působit dále tlakem šneku, aby se zabránilo zpětnému úniku taveniny z dutiny formy do tavicí komory a dále aby se vyrovnávalo zmenšení objemu hmoty v důsledku jejího smršťování během chladnutí. Dotlak může být po celou dobu stejně vysoký jako vstřikovací tlak nebo se může po několika sekundách snížit a další chladnutí probíhá při sníženém tlaku. Doba dotlaku končí zatuhnutím hmoty ve vtokovém kanálu, /bod C/. Tím se přeruší spojení mezi tavicí komorou a dutinou formy, takže další prodloužení doby dotlaku již nemá vliv na tlakové poměry v dutině formy. Dotlak může být ukončen ještě před úplným zatuhnutím vtoku tím, že se šnek začne vracet do zadní polohy. U šnekových strojů navazuje na dobu dotlaku plastikace nové dávky hmoty. V bodě D se začne šnek otáčet, nabírá granulovanou plastickou hmotu, plastikuje ji a vtlačuje do prostoru před čelem šneku. Současně šnek ustupuje dozadu. Kvalita prohnětení se řídí tzv. zpětným tlakem, tj. tlakem, který musí šnek vykonávat při pohybu dozadu.

Doba potřebná na přípravu nové dávky plastu se nazývá doba plastikace  $t_{pl}$ . Teprve po jejím skončení odjede tavící komora od formy /bod E/. Během pokračujícího chlazení tlak ve formě dále klesá až na hodnotu zbytkového tlaku, což je tlak, pod nímž se hmota nachází ve formě těsně před jejím otevřením /bod F/.

V praxi se doba dotlaku často považuje za samostatný časový úsek a doba chladnutí se počítá až od skončení doby dotlaku do otevření formy. K poměrům je však nutno přihlížet tehdy, když se doba chlazení určuje výpočtem. Protože je zřejmé, že chladnutí hmoty probíhá i během doby dotlaku, je nutno ji započítat do doby chladnutí.

Po ochlazení výstřiku na požadovanou teplotu a dosažení jeho tuhosti se forma otevře a výrobek je vyhozen z formy. Na tuto operaci je třeba čas  $t_{s3}$ . Před zahájením dalšího cyklu může následovat ještě určitá časová přestávka označovaná jako manipulační čas  $t_m$ , během níž je možno např. vložit do dutiny formy kovové zálisky nebo formu očistit.

### 3.2 Matematické odvození teoretického vztahu pro dobu chlazení

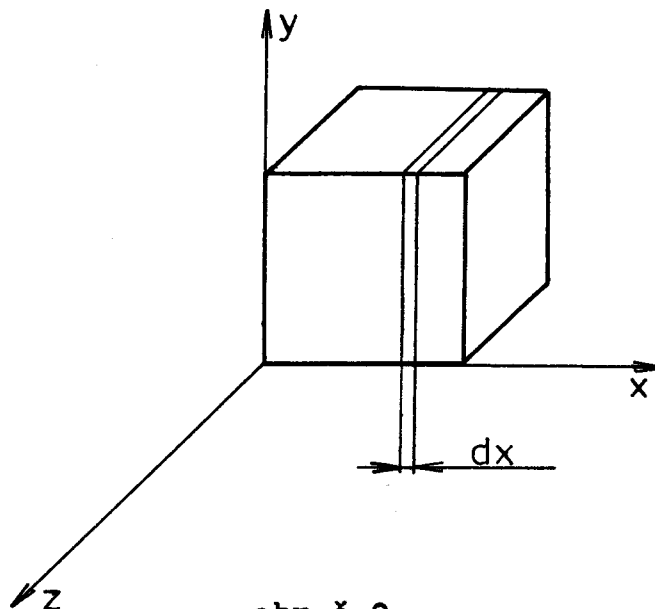
Pro stanovení doby chlazení vycházíme z Fourierova zákona:

$$q = -\lambda \cdot \text{grad } \bar{J} \quad [J/m^2]$$

$$Q = q \cdot S \cdot \tau \quad [J] \quad , \text{kde } \bar{J} = T - T_0$$

$\lambda$  ... tepelná vodivost [W/mK]

$\tau$  ... čas [s]



obr.č.2

$$Q = -\lambda \cdot S \cdot \frac{\partial T}{\partial x} \cdot \tau$$

Odvození rovnice pro vedení tepla :

rozdíl množství tepla vstupujícího do objemového elementu  $Sdx$  :

$$dQ_1 = -\lambda \cdot S \cdot \frac{\partial T}{\partial x} \cdot d\tau$$

a množství tepla z tohoto elementu vystupujícího :

$$dQ_2 = -\lambda \cdot S \cdot \left( \frac{\partial T}{\partial x} + \frac{\partial T}{\partial x} \cdot dx \right) d\tau$$

položíme rovné množství tepla potřebného k ohřátí tohoto elementu o  $dV$  :

$$dQ = \rho \cdot S \cdot c \cdot dx \cdot dV$$

$$dQ = dQ_1 - dQ_2$$

$$-\lambda \cdot S \cdot \frac{\partial V}{\partial x} \cdot d\tau + \lambda \cdot S \cdot \frac{\partial V}{\partial x} \cdot d\tau + \lambda \cdot S \cdot \frac{\partial^2 V}{\partial x^2} dx \cdot d\tau = \rho \cdot S \cdot c \cdot dx \cdot dV$$

$$\frac{\partial V}{\partial \tau} = \frac{\lambda}{\rho \cdot c} \cdot \frac{\partial^2 V}{\partial x^2} \quad , \text{kde } a = \frac{\lambda}{\rho \cdot c} \dots \text{teplotný vodivost [m}^2/\text{s]}$$

$$\frac{\partial V}{\partial \tau} = a \cdot \frac{\partial^2 V}{\partial x^2} \quad (2)$$

Provedeme-li tytéž úvahy ještě pro směry  $y$  a  $z$ , získáme úplnou rovnici pro vedení tepla pro nestacionární děje:

$$\frac{dV}{d\tau} = a \cdot \left( \frac{\partial^2 V}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial z^2} \right) = a \cdot \Delta V$$

Pro další řešení se vychází z předpokladu jednorozměrného šíření tepla a proto se hledá řešení pouze rovnice (2). Jde o hledání takových řešení rovnice (2), které mají tvar součinu  $q(x) \cdot f(\tau) = V(x, \tau)$

Máme určit obě funkce  $q(x)$  a  $f(\gamma)$ , z nichž každá je funkcí jedné proměnné.

$$q(x) \cdot f(\gamma) = a \cdot f(\gamma) \cdot q''(x) \quad , \text{kde } x \text{ a } \gamma \text{ jsou nezávislé proměnné}$$

Vyřešením těchto rovnic dostaneme jedno z mnoha partikulárních řešení rovnice (2), které můžeme psát ve tvaru:

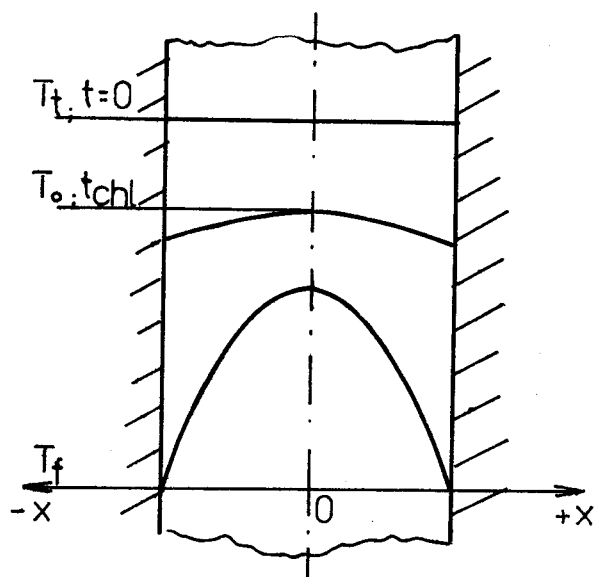
$$v_{\alpha\gamma} = (A \cdot \sin \mu x + B \cdot \cos \mu x) \cdot e^{-\mu^2 a \cdot \gamma}$$

Za předpokladu existence nekonečného množství partikulárních řešení, můžeme vyjádřit řešení diferenciální rovnice vedení tepla (2) pro jednorozměrné šíření tepla jako sumu pro celé možné spektrum hodnot :

$$v_{\alpha\gamma} = \sum_{i=1}^{\infty} (A \cdot \sin \mu_i x + B \cdot \cos \mu_i x) \cdot e^{-\mu_i^2 a \cdot \gamma} \quad (3)$$

Pro řešení rovnice (2) pro ochlazování rovinné stěny, která je z obou stran obklopena prostředím o stálé teplotě, vyjdeme z rovnice (3) a to jen z její sudé funkce, protože se jedná o případ souměrnosti změny teploty na obou stranách od počátku souřadnic.

$$v_{\alpha\gamma} = \sum_{i=1}^{\infty} B(\cos \mu_i x) \cdot e^{-\mu_i^2 a \cdot \gamma} \quad (3a)$$



$T_f$  ... teplota formy [ $^{\circ}\text{C}$ ]  
 $T_t$  ... teplota taveniny [ $^{\circ}\text{C}$ ]  
 $T_o$  ... teplota v ose stěny  
 po působení prostředí  
 po dobu  $t_{chl}$  [ $^{\circ}\text{C}$ ]

obr. 3 Průběh teplot stěnou výstřiku

Povrch desky je obklopen prostředím o dané teplotě a s danými součiniteli přestupu tepla. Z hraniční podmínky:

$$\left. \frac{\partial T}{\partial x} \right|_{x=\pm \frac{s}{2}} = - \frac{\alpha}{\lambda} \cdot T \Big|_{x=\pm \frac{s}{2}} \quad (4)$$

vyplývá:

a/ pro přenos tepla na hranici tělesa s prostředím:

$$q = \alpha \cdot (T_o - T_f) = \alpha \cdot T \quad , \text{kde } \alpha \dots \text{ koeficient přestupu tepla}$$

b/ pro přenos tepla ve hmotě tělesa na hranici s prostředím:

$$q = - \lambda \cdot \frac{\partial T}{\partial x}$$

s použitím hraniční podmínky (4) můžeme stanovit teplotu uprostřed stěny ( $x = 0$ ) po čase chlazení  $t_{chl}$  :

$$u_0 = u_c \sum \frac{\alpha \cdot \sin d_i}{d_i + \sin d_i \cos d_i} \cdot e^{-d_i^2 F_0} \quad (5)$$

Rozepsáním rovnice (5) v řadu a s použitím vztahu

$F_0 = \frac{\alpha \cdot \tau}{\left(\frac{s}{2}\right)^2}$  můžeme vypočítat dobu chlazení  $t_{chl}$  pro rovinnou desku :

$$t_{chl} = \frac{s^2}{\alpha^2 \cdot a} \cdot \ln \left( \frac{4}{\pi} \cdot \frac{T_t - T_f}{T_0 - T_f} \right) \quad (6)$$

### 3.3 Vliv technologických faktorů na délku doby chlazení

#### 3.3.1 Vliv teploty formy

Tato teplota je velmi obtížně určitelná, neboť kolísá mezi dvěma extrémy a to dosahuje maxima v okamžiku vstřiku plastu do tvarové dutiny formy a minima při otevření formy a vyhození výstřiku. K změření teploty formy  $T_f$  je nutno upravit formu tak, aby bylo možno zabudovat termočlánek k jejímu snímání. Jedním z řešení a také nejuzívanějším je předpoklad, že teplota formy  $T_f$  je rovna teplotě proudící kapaliny jež formu ochlazuje :

$$T_f = T_k$$

Tato teplota je již snadno změřitelná. Nepřesností, které se zde dopouštíme, je rozdíl mezi těmito teplotami způsobený tepelným spádem, který je mezi stěnou formy a stěnou

kanálu.

Tepelný spád, který vzniká mezi formou a výstřikem je ovlivňován v hlavní míře teplotou kapaliny, tedy teplota formy je druhotná, neboť závisí na teplotě kapaliny  $T_k$ . Při matematickém vyjádření vycházíme z předpokladu, že zanedbáme ochlazování nebo ohřev formy vnějším prostředím, které ji obklopuje. Teplotní spád mezi povrchem formy a chladicí kapalinou pak odpovídá množství tepla odvedenému z výstřiku během pracovního cyklu. Toto množství tepla je možno vyjádřit vztahem :

$$q = \frac{1}{3600 \cdot R} \cdot \int_0^{\tau_c} (T_f - T_k) d\tau \quad (7)$$

kde  $q$  - teplo odvedené z výstřiku během pracovního cyklu [J]

$\tau_c$  - doba pracovního cyklu [s]

$R$  - tepelný odpor uvažovaného chladicího systému [K/J]

Výpočet tepelného odporu  $R$  lze provést dle vztahu platícího pro kanál v tuhém poloprostoru :

$$R = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot L} \cdot \left[ \frac{1}{\alpha \cdot r} + \frac{1}{\lambda_0} \ln \frac{2a}{r} \right] \quad (8)$$

kde  $L$  - délka kanálu jímž se teplo sdílí [m]

$\alpha$  - součinitel přestupu tepla v kanálu [ $J/m^2K$ ]

$\lambda_0$  - součinitel tepelné vodivosti [ $J/mK$ ]

$a$  - vzdálenost osy kanálu od povrchu dutiny formy [m]

$r$  - poloměr vrtání kanálu [m]



V rovnici (7) je vyjádřeno, že rozdíl teplot  $T_f - T_k$  je funkcí času, ve skutečnosti ale závislost teploty formy  $T_f$  na čase neznáme a proto provedeme zjednodušení. Za proměnnou teplotu formy dosadíme střední teplotu formy a vztah (7) přepíšeme do tvaru:

$$q = \frac{\gamma_c}{3600 \cdot R} \cdot (T_{fs} - T_k) \quad (9)$$

kde  $T_{fs}$  - střední teplota formy, kterou definujeme jako stálou teplotu povrchu tvarové dutiny, která zaručuje konstantní odvod tepla během pracovního cyklu [ $^{\circ}\text{C}$ ].

Ze vztahu (9) plyne pro střední teplotu formy při dosazení za :

$$t_c = t_{chl} + t_m$$

$$T_{fs} = T_k + R \cdot q \cdot \frac{3600}{t_{chl} + t_m} \quad (10)$$

kde  $t_m$  - doba chodu lisu naprázdno a doba manipulace s výstřikem během jednoho pracovního cyklu [s].

Ze vztahu (10) vyplývá, že ke zkrácování doby chlazení dochází při zvětšování rozdílu mezi střední teplotou formy a teplotou chladicí kapaliny. Vliv teploty chladicí kapaliny na dobu chlazení  $t_{chl}$  jde vyjádřit pomocí vztahu :

$$t_{chl} = \frac{s^2}{\pi \cdot a} \cdot \ln \left[ \frac{4}{\pi} \left( \frac{T_o - T_{fs}}{T_o - T_s} \right) \right] \quad (11)$$

Za  $T_{fs}$  dosadíme dle vztahu :

$$T_{fs} = T_k + R \cdot q \cdot \frac{3600}{t_{chl} + t_m}$$

Vliv na rychlost chladnutí :

$$\frac{dt}{d\tau} = [T_0 \cdot (T_k + R \cdot q \cdot \frac{3600}{t_{chl} + t_m})] \cdot \frac{\pi \cdot q}{\delta^2} \cdot e^{-\frac{\pi^2 \cdot q \cdot \tau}{\delta^2}} \quad (12)$$

Tyto vztahy, vzhledem k zjednodušujícím předpokladům, nemají absolutní platnost, ale ukazují na vliv jednotlivých faktorů s dostatečnou přesností.

Tedy z předcházejících úvah vyplývá, že pokud mluvíme o vlivu teploty formy, měli bychom mít správně na mysli vliv teploty chladicí kapaliny. Bude-li se tato zvyšovat, dojde ke snížení tepelného spádu, odvedeme méně tepla a doba chladnutí se prodlouží a naopak. Je ovšem také nutno uvážit, že vztah (11) je složitou funkcí a tuto nelze převést na tvar  $t_{chl} = f(T_k)$ . V závěru je nutno dodat, že rozdíl  $T_k$  a  $T_s$  /teplota výstřiku, při které je vyjímán/ musí být dostatečně velký, v opačném případě se neúměrně prodlužuje doba chlazení.

### 3.3.2 Vliv teploty vstřikované hmoty

Pokud opět vycházíme z úvahy, že je nutné odvést určité množství tepla z výstřiku, abychom dosáhli žádané teploty, při které výstřik vyjímáme, pak lze množství tepla určit pomocí vztahu :

$$Q = G[c_s] \cdot [T_t - T_s] \quad (13)$$

kde  $Q$  - množství odvedeného tepla [J]  
 $c_s$  - střední měrné teplo plastické hmoty  
 $T_s$  - teplota vyjímáného výstřiku [ $^{\circ}\text{C}$ ]  
 $T_t$  - teplota vstřikované hmoty [ $^{\circ}\text{C}$ ]

Pokud uvažujeme, že  $T_s = \text{konst.}$ ,  $G = \text{konst.}$ ,  $c_s = \text{konst.}$ , a  $T_t$  se zvyšuje, pak ze vztahu (13) vyplývá, že množství tepla potřebného z výstřiku odvést se zvyšuje. Použitím Fourierova vztahu, který v základním vztahu zní:

$$dQ = - \lambda \cdot dF \cdot \frac{\partial t}{\partial S} d\tau \quad (14)$$

kde  $dQ$  - množství protékajícího tepla  
 $\lambda$  - součinitel tepelné vodivosti  
 $\frac{\partial t}{\partial S}$  - teplotní spád ve směru proudu tekutiny  
 $dS$  - plocha průřezu sdílející teplo  
 $d\tau$  - diferenciál času

a při uvažování konstantního tepelného toku je možno z rovnice odvodit, že se prodlužuje čas potřebný k odvodu většího množství tepla při konstantnosti ostatních členů v rovnici. Potvrzení tohoto názoru lze provést pomocí (11), kde zavedeme pro zjednodušení nezávisle proměnnou teplotu formy  $T_{fs}$  na teplotě vstřikované taveniny  $T_t$ . Pak doba potřebná k chlazení  $t_{chl}$ , vypočtená ze vztahu (11), bude při zvýšení teploty taveniny  $T_t$  delší. Dále může být zajímavé, která z teplot ovlivňuje dobu chlazení více, zda teplota vstřikované hmoty nebo teplota chladící kapaliny. Řešení spočívá v porovnání diferenciální změny doby

chladnutí vyvolané diferenciálními změnami teploty chladící kapaliny a teploty vstřikované taveniny. Pro řešení je třeba udělat zjednodušující předpoklady a to, že řešení se provede pro nezávisle proměnnou střední teplotu formy definovanou vztahem (10) a nikoliv pro nezávisle proměnnou teplotu chladící kapaliny. Dále se zanedbá závislost střední teploty formy  $T_{fs}$  na teplotě vstřikované taveniny  $T_t$ . Pak řešení nerovnosti:

$$\left| \frac{\partial t_{ch}}{\partial T_{fs}} \right| > \left| \frac{\partial t_{ch}}{\partial T_t} \right| \quad (16)$$

přibližně udává podmínku, při které střední teplota formy dává větší změnu doby chladnutí, než změna teploty taveniny. Derivováním vztahu (11), dosazením a úpravou vyplyne :

$$T_t > 2T_t - T_{fs}$$

Tato podmínka je při vstřikování téměř vždy splněna, a z toho vyplývá, že změna teploty formy má větší vliv na změnu doby chlazení, než změna teploty vstřikované hmoty. Další otázkou je, která z obou teplot bude mít příznivější vliv na dobu chlazení výstřiku, jestliže stejného technologického zákroku dosáhneme buď změnou teploty formy nebo změnou teploty vstřikované hmoty. Pak řešení spočívá v určení, jak velká změna teploty vstřikované hmoty je z hlediska stejného ovlivnění doby chlazení rovnocenná určité změně střední teploty formy, za předpokladu, že změně doby chlazení vyvolané změnou střední teploty formy  $T_{fs}$  na  $T_{fs}'$  odpovídá změna teploty vstřikované hmoty z  $T_t$  na  $T_t'$ . Při výpočtu z rovnice (11) a položení do rovnosti dostaneme vztah :

$$\bar{T}'_{tt} = \bar{T}_{fs} + \frac{(\bar{T}_t - \bar{T}_{fs})(\bar{T}_t - \bar{T}'_{fs})}{\bar{T}_t - \bar{T}_{fs}} \quad (17)$$

který daný problém řeší.

Je-li k dosažení požadovaného zákroku třeba změny jedné nebo druhé teploty, pak rozhodneme o výhodnosti tak, že pokud teplota  $\bar{T}'_{tt}$  určená vztahem (17) vychází nižší než požadovaná zvýšená teplota vstřikované hmoty  $\bar{T}'_t$ , použijeme zvýšení teploty formy, neboť méně prodlouží dobu chlazení.

Při rozhodování je třeba brát zřetel na různá technologická omezení vyplývající z technologických vlastností hmoty a z požadavků na vlastnosti výstřiku.

### 3.3.3 Vliv teploty vyjímání výstřiku z formy

Vliv teploty vyjímání výstřiku z formy vyplývá rovněž z rovnice (11). Projeví se hlavně ve střední teplotě formy a to prostřednictvím sděleného tepla  $q$ , které odvedeme z výstřiku, což má přímý vliv na dobu chlazení výstřiku. Tato doba se bude prodlužovat tím více, čím více se budeme chtít blížit s teplotou výstřiku teplotě formy, která je závislá na druhu zpracovávané hmoty. Dále musíme mít na zřeteli tuhost výstřiku při vyhazování z formy, neboť na něj silově působí vyhazovací systém formy. Nakonec je třeba dbát na to, aby předčasným vyhozením výstřiku z formy nedošlo k jeho zborcení vlivem přehřátí stěny výstřiku nad kritickou mez.

### 3.3.4 Vliv materiálových faktorů

Vliv materiálových faktorů u vstřikovaného plastu je vyjádřen teplotní vodivostí a. Se zvyšující se teplotní vodivostí klesá doba potřebná k chlazení výstřiků, což dokazuje rovněž vztah (11). Pokud rozebereme vztah pro a :

$$a = \frac{\lambda}{c_p \cdot \gamma}$$

- pak  $\lambda$  - tepelná vodivost má se zvyšující se hodnotou příznivý vliv na a a tím i na dobu chlazení
- $c_p$  - specifické měrné teplo a měrná hmotnost při zvyšující se hodnotě mají vliv na dobu chlazení nepříznivý.

Vliv materiálu formy je zastoupen tepelnou vodivostí  $\lambda$ . Ze vztahu (8) vyplývá, že s rostoucím  $\lambda$  klesá tepelný odpor materiálu a tedy materiál je schopen rychleji odvádět sdílené teplo do chladicí kapaliny. Ze vztahu (10) pak vyplývá, že se sníží i střední teplota formy  $T_{fs}$ . Zvýšené tepelné vodivosti některých materiálů, jako např. mědi a mosazi, se využívá u forem tam, kde je konstrukčně obtížné nebo vůbec nemožné umístit chladicí kanály do tvarově složitých míst v dutině formy. Tento způsob úprav formy se nazývá temperování.

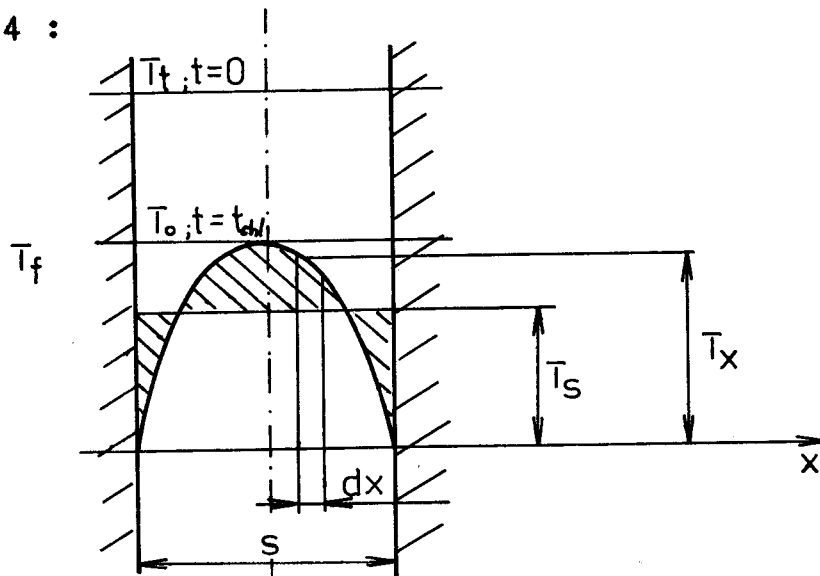
## 4. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

### 4.1 Stanovení doby chlazení pro praktické použití $t_{chl}$

Pro odvození skutečné doby chlazení výstřiku  $t_{chl}$  vycházíme ze vztahu :

$$t_{chl} = \frac{s^2}{\pi^2 \cdot a} \cdot \ln \left[ \frac{4}{\pi} \cdot \frac{\bar{T}_t - \bar{T}_f}{\bar{T}_x - \bar{T}_f} \cdot \cos \left( \pi \cdot \frac{x}{s} \right) \right] \quad (18)$$

Dále je potřeba pro stanovování doby chlazení  $t_{chl}$  vzít v úvahu i rozložení teploty vstříkovaného plastu po tloušťce stěny výstřiku. Daný problém nám znázorňuje obr. č. 4 :



Obr. č. 4 Průběh teploty ve stěně výstřiku

$$T = f(x)$$

$$T_x \cdot dx = T_s \cdot s$$

$$T_s = \frac{\int_0^s T_x \cdot dx}{s}$$

(19)

Ze vzorce (18) vyjádříme teplotu v obecném místě  $x$  :

$$\bar{T}_x = \frac{4}{\pi} \cdot \frac{\bar{T}_t - \bar{T}_f}{\exp\left[\frac{t \cdot \pi^2 a}{s^2}\right]} \cdot \cos\left(\pi \cdot \frac{x}{s}\right) + \bar{T}_f$$

$$\int_{-s/2}^{s/2} \bar{T}_x dx = \frac{4}{\pi} \cdot \frac{\bar{T}_t - \bar{T}_f}{\exp\left[\frac{t \cdot \pi^2 a}{s^2}\right]} \cdot \int_{-s/2}^{s/2} \cos\left(\pi \cdot \frac{x}{s}\right) dx + \int_{-s/2}^{s/2} \bar{T}_f dx =$$

$$= \frac{8 \cdot s}{\pi^2} \cdot \frac{\bar{T}_t - \bar{T}_f}{\exp\left[\frac{t \cdot \pi^2 a}{s^2}\right]} + \bar{T}_f \cdot s$$

Dosazením do rovnice (19) dostaneme :

$$\bar{T}_s = \frac{8}{\pi^2} \cdot \frac{\bar{T}_t - \bar{T}_f}{\exp\left[\frac{t \cdot \pi^2 a}{s^2}\right]} + \bar{T}_f \quad (20)$$

Z rovnice (20) vyjádříme konečnou dobu chlazení pro střední teplotu stěny výstřiku  $\bar{T}_s$  :

$$t_{chl} = \frac{s^2}{\pi^2 a} \cdot \ln\left[\frac{8}{\pi^2} \cdot \frac{\bar{T}_t - \bar{T}_f}{\bar{T}_s - \bar{T}_f}\right] \quad (21)$$

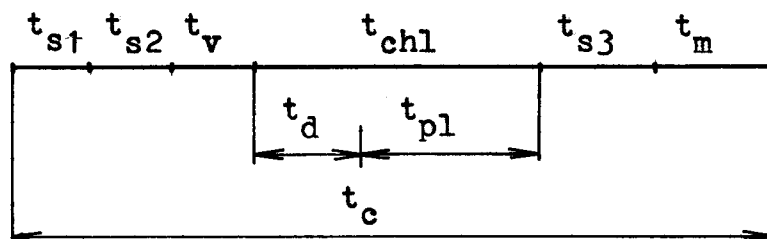
Vztah (21) lze pokládat za vyjádření praktické doby chlazení výstřiku z plastů  $t_{chl}$ .

V tab. XV jsou uvedeny konkrétní vztahy pro dobu chlazení  $t_{chl}$  pro různé geometrické tvary stěny výstřiků.

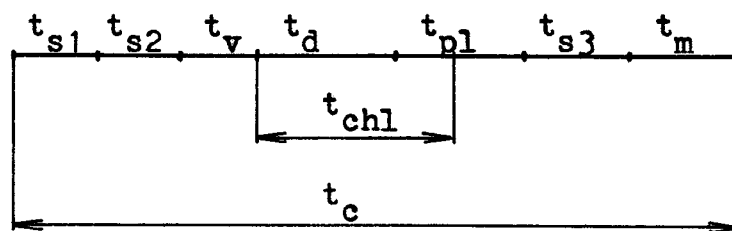
Konkrétní hodnoty doby chlazení  $t_{chl}$  pro různé druhy plastů a pro různé geometrické tvary stěn výstřiků a pro různé tloušťky stěn výstřiků jsou uvedeny v příloze v tabulkách I ÷ XIV.



V neposlední řadě je si třeba uvědomit, že vypočtené hodnoty doby chlazení  $t_{chl}$  do tloušťky kolem  $(1 \div 1,2)$  mm jsou hodnotami pouze orientačními, protože vypočtená doba chlazení je příliš krátká a stroj za tuto dobu nestačí naplastikovat další novou vstřikovací dávku hmoty a proto je doba chlazení vázána na dobu plastikace stroje  $t_{pl}$ . Daný problém nám výstižně znázorňuje časové rozdělení vstřikovacího cyklu na obr. č. 5 a to na obr. 5a je znázorněn cyklus, kdy doba chlazení je delší než doba plastikace a na obr. č. 5b je znázorněn cyklus s dobou chlazení kratší než doba plastikace stroje.



obr. č. 5a



obr. č. 5b

Tab. XV

DESKA	$t_{chl} = 0,102 \cdot \frac{s^2}{60 \cdot a} \cdot \ln \left[ 0,82 \cdot \frac{T_t - T_f}{T_s - T_f} \right]$
HRANOL 1,6	$t_{chl} = 0,073 \cdot \frac{s^2}{60 \cdot a} \cdot \ln \left[ 0,98 \cdot \frac{T_t - T_f}{T_s - T_f} \right]$
HRANOL 1,2	$t_{chl} = 0,060 \cdot \frac{s^2}{60 \cdot a} \cdot \ln \left[ 0,98 \cdot \frac{T_t - T_f}{T_s - T_f} \right]$
VÁLEC	$t_{chl} = 0,050 \cdot \frac{s^2}{60 \cdot a} \cdot \ln \left[ 0,98 \cdot \frac{T_t - T_f}{T_s - T_f} \right]$
KRYCHLE	$t_{chl} = 0,034 \cdot \frac{s^2}{60 \cdot a} \cdot \ln \left[ 1,30 \cdot \frac{T_t - T_f}{T_s - T_f} \right]$
KOULE	$t_{chl} = 0,026 \cdot \frac{s^2}{60 \cdot a} \cdot \ln \left[ 1,25 \cdot \frac{T_t - T_f}{T_s - T_f} \right]$

#### 4.2 Metodika měření hodnot potřebných pro výpočet doby chlazení $t_{chl}$

V této kapitole si ujasníme postup měření veličin potřebných pro vyhodnocování doby chlazení výstřiku  $t_{chl}$  výpočtem. Jedná se o hodnoty teploty taveniny  $T_t$ , teploty výstřiku  $T_s$ , a teploty formy  $T_f$ . Hodnoty byly odměřeny v provozních podmínkách národního podniku Plastimat Liberec pomocí měřícího zařízení THERM 2220-3 /popsáno v kapitole 4.3 resp. 4.4/ a jsou uvedeny v kapitole 4.5. Dále bylo třeba zjistit tloušťku kritické stěny výstřiku, kde se odměřovala teplota výstřiku, a dobu chlazení  $t_{chls}$ , která byla nastavena na vstřikovacích strojích.

K vlastnímu měření:

- $T_t$  ... teplota taveniny; teplotu odměříme po odstříknutí jedné vstřikovací dávky z tavící komory na připravenou podložku a po zasunutí měřícího čidla do taveniny, přičemž se snažíme čidlem pohybovat v různých směrech, abychom našli maximální teplotu taveniny, neboť ta se už začala pomalu ochlazovat od okolního vzduchu.
- $T_s$  ... teplota výstřiku; jedná se o maximální teplotu stěny výstřiku, kterou stanovujeme z proměření několika kritických míst výstřiku /např. průnik stěn, místa zálisků, atd/ a to provádíme na několika výrobcích po sobě.
- $T_f$  ... teplota formy; teplotu formy měříme okamžitě po vyhození výrobků a to v místě, kde je na výstřiku změřena jeho maximální teplota, aby měřená místa byla totožná.

**POZOR !!!** Při měření výše uvedených teplot se musí přerušit pracovní cyklus stroje a proto je třeba zjistit, zda forma nemá nevytápěný živý vtok, protože by jinak došlo k jeho "zamrznutí". U těchto forem, pokud to jde, se měření v provozních podmínkách vyhýbáme, abychom nenarušili jejich další správnou činnost, protože stroje s těmito formami pracují na automatický cyklus bez obsluhy.

s ... tloušťka kritické stěny výrobku; je-li to možné, tloušťku stěny odměříme přímo posuvným měřítkem bez porušení výrobku. V případě, že tloušťku nelze přímo odměřit, je ji možno odečíst z výkresové dokumentace výrobku. V krajním případě musíme výrobek narušit až do měřeného místa a tloušťku odměřit posuvným měřítkem.

$t_{chls}$  ... doba chlazení nastavená na vstřikovacím stroji; tuto hodnotu lze vyčíst přímo z technologického postupu, který je u každého stroje uveden, anebo změřit pomocí stopek přímo na stroji. Vlastní doba chlazení začíná horizontálním pohybem plastikačního šneku, který lze odečíst ze zarážkového systému stroje a končí rozevřením formy.

Pokud jsou časy odměřeny v sekundách, je nutno je přepočítat na minuty!!!

K .... kriterium třídění; umožňuje výstřiku s danou konstrukční složitostí přiřadit obor odpovídajících technologických parametrů, při stanovování K se vychází z poměru délky toku taveniny plastu a tloušťky příslušné stěny výstřiku

v tvářecí dutině formy, výpočet se provede podle vztahu:

$$K = \frac{l_{\max}^2}{\sum_{i=1}^n l_i \cdot S_i}$$

kde  $l_i$  ... délka úseku toku taveniny stěnou o tloušťce  $S_i$   
 $l_{\max}$  ... celková délka toku taveniny

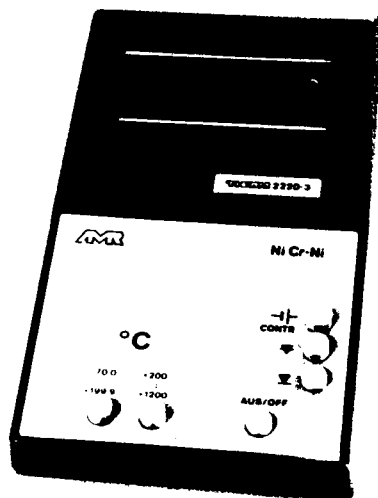
Odpovídající hodnoty  $l_i$  a  $S_i$  se odečtou z výkresové dokumentace daného výstřiku.

#### 4.3 Měřicí zařízení

Pro měření teplot potřebných pro vyhodnocování doby chlazení výstřiků z různých typů plastů bylo použito digitálního teploměru THERM typ 2220 - 3. Výrobce teploměru je firma AHLBORN - Messtechnik z MÜNCHEN z Německé spolkové republiky. Teploměr je vyobrazen na obr. č. 6.

Teploměr je určen pro měření teplotními čidly s termočlánkem z NiCr - Ni /popsáno v kapitole 4.4/. Teploměr pracuje je na 3 alkalicko - manganové baterie nebo na provoz na síť, přičemž adaptér je dodáván jako zvláštní příslušenství k přístroji. Dalším možným způsobem provozu měřidla je provoz na články DEAC, které se dají dobíjet přímo v měřícím přístroji.

U přístroje není nutné provést cejchovní nebo kalibrační seřízení, protože teploměr má automatickou korekturu nulového bodu. U teploměru je již zamontována kompenzace svorkových míst.



Obrázek č. 6

K vlastnímu měření je třeba teploměr připravit podle následujících bodů :

1. Vidlici teplotního čidla zastrčíme do příslušné zdířky a zajistíme
2. Spínacím tlačítkem zapneme měřicí přístroj
3. Provedeme zkoušku napětí zdroje - potenciál napětí je ukazován znaménkem +/- . Při hodnotě pod -3,0 je třeba bateriové články vyměnit nebo články DEAC dobít.

Při vlastním měření stlačíme podle potřeby jedno z obou tlačítek rozsahu měření /jeden rozsah měří v celých stupních a druhý měří i v desetínách stupňů, ale s rozsahem omezeným jen do 199,9 °C/. Potom čidlo přiložíme k měřenému povrchu nebo jej zasuneme do nitra měřeného objektu /např. taveniny plastu/. Naměřenou hodnotu odečítáme až po ustálení ukazovatele na měřidle. Po skončení měření je třeba teploměr ihned vypnout, aby nedocházelo ke zbytečnému vybíjení baterií.

Další technické údaje teploměru THERM typ 2220 - 3 :

- rozsah měření : - 200 ÷ 1 200 °C
- přesnost měření : 0,3 °C
- rozměry měřidla : 100 x 170 x 60 mm
- váha : 400 g

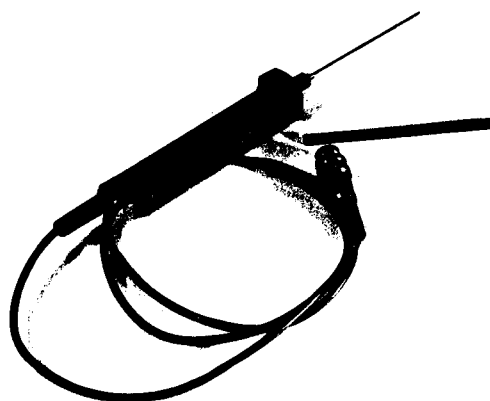
Vedle sady čidel je k teploměru dodávána i silikonová pasta. Tato pasta se nanáší na měřící část čidla sloužící k měření tavenin z důvodu případného ulpívání chladnoucí hmoty na čidle.

#### 4.4 Měřící čidla

Správný výběr typu měřícího čidla teploty má rozhodující význam pro měření, neboť teploměr ukáže pouze tu hodnotu, kterou měřící element sejme.

U ponorného měření, např. měření tekutin, nevznikají problémy. Musí se ale dávat pozor, aby špička měřidla pronikla dostatečně hluboko do měřícího objektu. Jako hrubý odhad bereme "průměr čidla x 8". Při měření teploty povrchu musíme stanovit přesnější kritické podmínky pro měření.

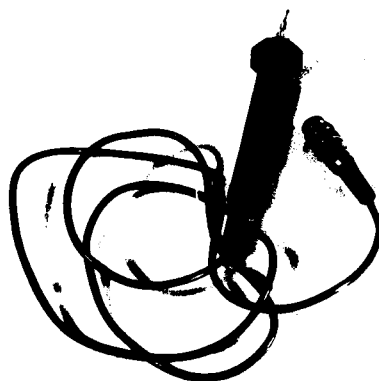
K měření taveniny bylo použito čidla T 130 /viz obr. č. 7/. Jedná se o speciální zasunovací měřidlo s vysokou přesností měření určené k měření horkých vstřikovacích tekutin do maximální teploty  $T_{\max} = 500 \text{ }^{\circ}\text{C}$ .



Obrázek č. 7

K měření povrchu výstřiku a stěn formy bylo použito čidla T 150 /viz obr. č. 8/, jež je opatřeno platinovým hrotem s vysokou teplotní stálostí. Maximální teplota měření  $T_{\max} = 950 \text{ }^{\circ}\text{C}$ .





Obrázek č. 8

#### 4.5 Výsledky praktických měření pro různé typy plastů

Výsledky praktických měření pro různé typy plastů jsou uvedeny v tab. XVI ÷ XX. Uvedené hodnoty byly získány měření pomocí teploměru THERM 2220-3 /viz. kap. 4.3/ a termočláňkových čidel /viz. kap. 4.4/ za provozních podmínek v národním podniku Plastimat Liberec.

V tabulkách je uvedeno kromě názvu i výrobní číslo výrobků, které je potřebné pro vyhledávání výkresové dokumentace v podnikovém archivu, z níž se odečítají hodnoty potřebné pro stanovení kritéria třídění K /viz kap. 4.2/.

Doby chlazení  $t_{chls}$ ,  $t_{chl}$  a  $t_{chlv}$  uváděné v tabulkách XVI ÷ XX jsou odměřeny a vypočítány v minutách!!!

Tab. XVI

Výrobek	Zásuvka 501 099	Kelímek 350 000	Uzávěr 323 355 323	Rukojeť 341 051 20
Materiál	PS-HI Krasten 336	PS-HI Krasten 336	PS-HI Krasten 336	PS-HI Krasten 336
Geom. tvar	deska	deska	deska	deska
s [mm]	5,5	2,4	2,1	7,3
index	2	2	1	1
$T_t$ [°C]	232	250	216	201
$T_f$ [°C]	48,5	40,5	44,4	38,9
$T_s$ [°C]	54,7	50,3	46,3	60,6
$t_{chls}$	0,775	0,115	0,895	0,933
$t_{chl}$	0,987	0,188	0,075	0,901
$t_{chlv}$	1,976	0,337	0,388	1,978

Tab. XVII

Výrobek	Přepravka 357 522	Kolečko 417 002	Trubka kanystru 380 036 20
Materiál	1 PE Liten MB 62	1 PE Liten MB 62	1 PE Liten MB 62
Geom.tvar	deska	deska	deska
s [mm]	4,3	3	2
index	2	2	2
$T_t$ [°C]	228	210	237
$T_f$ [°C]	50	50	62,3
$T_s$ [°C]	78	75,9	69,3
$t_{chls}$	0,76	0,55	0,84
$t_{chl}$	0,598	0,331	0,129
$t_{chlv}$	0,674	0,322	0,266

Tab. XVIII

Výrobek	Spodek schránky 500 201 20	Disk 02 344 027	Krček 02 344 028	Zadní kryt 325 115 20
Materiál	PP Mosten 52 492	PP Mosten 52 492	PP Mosten 52 492	PP Mosten 52 492
Geom.tvar	deska	deska	deska	deska
s [mm]	2,8	2	2	3
index	2	2	2	3
$T_t$ [°C]	238	223	238	258
$T_f$ [°C]	35,6	35,4	36,7	52
$T_s$ [°C]	45,9	43,1	53	68
$t_{chls}$	0,89	0,23	0,45	0,675
$t_{chl}$	0,256	0,131	0,131	0,294
$t_{chlv}$	0,487	0,268	0,207	0,474

Tab. XIX

Výrobek	Kryt 120 243	Víko úzké 143 095	Plášť 136 753 010
Materiál	ABS Forsan 573	ABS Forsan 573	ABS Forsan 573
Geom. tvar	deska	deska	deska
s [mm]	3,2	2,2	4,8
index	3	2	2
$T_t$ [°C]	259	242	254
$T_f$ [°C]	32,9	50,4	51
$T_s$ [°C]	58,1	48,9	59
$t_{chls}$	0,647	0,23	0,773
$t_{chl}$	0,342	0,161	0,770
$t_{chlv}$	0,428	---	1,467

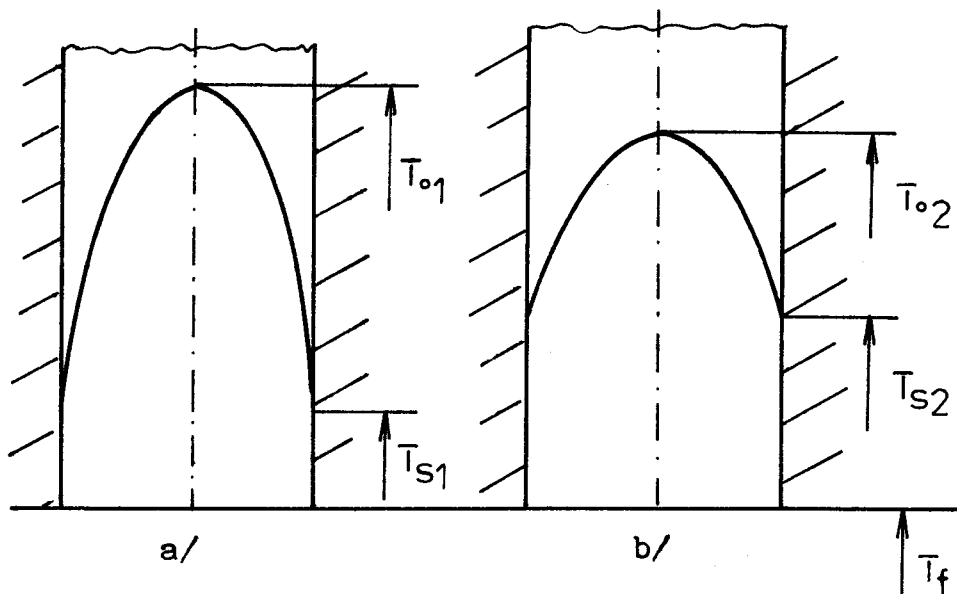
Tab. XX

Výrobek	Nádoba s rukoj. 136 358 01	Nádoba 136 755	Džbánek 320 133
Materiál	SAN Luran 378	SAN Luran 378	r PE Bralen VA 20-12
Geom.tvar	deska	deska	deska
s [mm]	4	4	4,3
index	3	2	1
$T_t$ [°C]	254	250	165
$T_f$ [°C]	44,3	36,2	45
$T_s$ [°C]	57,4	46,6	86
$t_{chls}$	1,458	0,738	0,538
$t_{chl}$	1,150	0,566	0,321
$t_{chlv}$	0,875	0,960	0,371

## 5. V Y H O D N O C E N Í V Ý S L E D K Ů

=====

Před vlastním vyhodnocováním uvádím, že naměřená teplota výstřiku  $T_s$  je velmi diskutabilní hodnota, stejně tak jako teplota formy  $T_f$ , neboť jsou měřeny pomocí termočlánku NiCr-Ni. Tento termočlánek má jako každý jiný měřicí přístroj či čidlo určitou časovou prodlevu. Po vyjmutí výstřiku z formy dochází k prohřívání jeho stěn od teplého jádra stěny při současném ochlazování výstřiku vlivem proudění vzduchu a sáláním tepla do okolí. Vlivem těchto faktorů je naměřená teplota výstřiku, přestože je brána jako teplota maximální, jakousi střední teplotou výstřiku, což je už zahrnuto ve výpočtovém vztahu (21) pro dobu chlazení  $t_{chl}$ . Popsanou situaci je možno znázornit na průběhu teploty ve stěně výstřiku. Na obr. 9a je případ před vyhozením výstřiku z formy a na obr. 9b je situace po vyhození výstřiku z formy a po určité časové prodlevě.



obr.č.9 Průběh teploty ve stěně výstřiku



U změřených teplot forem je nutno počítat se zanesenou chybou měření, která vznikla časovou prodlevou při vlastním měření. V neposlední řadě má na změřenou teplotu formy  $T_f$  podstatný vliv rozmístění chladících kanálů ve formě v místě měření i teplota chladící kapaliny  $T_k$ , která je závislá na venkovních povětrnostních podmínkách /nejedná se o uzavřený chladicí cyklus, ale voda je brána z místní venkovní nádrže/. Další vliv na teplotu formy má teplota v okolí stroje, protože při otevření formy dochází k bezprostřednímu ochlazování povrchu formy proudícím vzduchem. Při praktických měřeních se teplota vzduchu u stroje pohybovala okolo  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$  a to byla měření prováděna v zimních měsících.

Jako nejpřesnější měření teplot je možné brát měření teploty taveniny plastu  $T_t$ , neboť odstříknutá dávka hmoty byla vždy dostatečně velká, takže nedošlo k tak rychlému ochlazení vnitřku taveniny od okolního prostředí. Tím bylo možno i přes časovou prodlevu čidla a měřicího zařízení teplotu taveniny změřit jako hodnotu, která odpovídá teplotě skutečné taveniny.

K vlastnímu vyhodnocení měření:

Naměřené hodnoty teplot  $T_t$ ,  $T_f$  a  $T_s$  se v porovnání s hodnotami normativními nalezenými podle příslušného vypočteného kritéria třídění K pro daný materiál značně liší.

Zřetelný rozdíl je především u teploty povrchu výstřiku  $T_s$ , která se liší o  $(20 \div 30)\text{ }^{\circ}\text{C}$  a to směrem k hodnotám nižším, tedy dochází k podchlazování výstřiků. Protože se teploty formy  $T_f$  liší o  $\pm(5 \div 10)\text{ }^{\circ}\text{C}$  oproti normativům, má teplota výstřiku  $T_s$  zásadní význam na zkracování pracovního cyklu stroje.

Mnou odměřené hodnoty doby chlazení  $t_{chls}$  se v porovnání s hodnotami teoretickými /normativními/  $t_{chl}$  podstatně liší. Největší rozdíl byl zjištěn u výrobku "Trubka kanistru" z 1 PE, kde doba chlazení  $t_{chls}$  dosahuje až sedminásobku doby chlazení  $t_{chl}$ . I v ostatních případech je čas  $t_{chls}$  vždy větší než čas  $t_{chl}$ . Hlavní příčinu tohoto stavu vidím v přílišném podchlazování výstřiků, čímž se podstatně prodlužuje pracovní cyklus stroje a tím se i zmenšuje produktivita práce.

## 6. N Á V R H O P A T Ř E N Í P R O P R A X I

=====

Tato kapitola shrnuje výsledky mnou provedených měření a navrhuje úpravu stávajících Normativů. V první části jsem se zaměřil na stanovení přesnější metody určování teploty výstřiku  $T_s$ , která zásadní mírou ovlivňuje dobu chlazení. Ve druhé části podávám návrh na praktické použití mnou vypočtených hodnot doby chlazení stanovených podle vztahu (21), i když je potřeba jeho ověření v praxi. K tomu jsem neměl dostatečné možnosti.

Jako velice výhodnou a dostatečně přesnou metodou /lze měřit až s přesností  $\pm 1$  °C/ určování teplot výstřiků se jeví metoda kalorimetrického měření teplot výstřiků. K tomuto měření je třeba mít nádobu s přesně určeným obsahem kapaliny /nejvýhodnější je použití vody/, teploměr s nejméně desetiným dělením stupnice /zde je možno použít teploměru THERM 2220 - 3 s čidlem T 130/ a míchadlo. Teplota vody v nádobě musí být přibližně rovna teplotě v místnosti. Po přesném změření teploty vody v nádobě výstřik po vyjmutí z formy okamžitě ponoříme do připravené nádoby s vodou, kterou je nutno stále promíchávat, aby nedošlo k nerovnoměrnému rozložení teploty ve vodě. Mícháme do doby, kdy teplota vody dosáhne maxima. Střední hodnotu teploty výstřiku  $T_s$  vypočteme ze vztahu :

$$T_s = \frac{(c_2 m_2 + C) \cdot (T - T_2) + c_1 m_1 T}{c_1 m_1} \quad [^{\circ}\text{C}]$$

kde	$m_1$	...	hmotnost výstřiku
	$m_2$	...	hmotnost vody
	$c_1$	...	měrná tepelná kapacita plastu
	$c_2$	...	měrná tepelná kapacita vody
	$T$	...	konečná teplota v kalorimetru
	$T_2$	...	teplota vody

Nevýhodou této metody je , že jsme omezení velikostí nádoby, ve které měříme. Proto lze toto měření provádět pro malé až středně velké výstřiky.

Pro ověření platnosti vypočtených hodnot z tabulek I. ÷ XIV., které stanovují optimální doby chlazení pro nastavování pracovních cyklů strojů pro nejpoužívanější druhy plastů, navrhuji, aby se vyčlenil ve zkušebně jeden vstřikovací stroj. Na tento stroj je třeba upevnit zkušební formu u které se dají postupně vložkováním měnit tloušťky stěn výstřiků. Je nutné si vybrat jeden z druhů plastů /např. PS/ a postupně nastavovat hodnoty teploty formy  $T_f$ , teploty taveniny  $T_t$  a teploty výstřiků  $T_s$  a zjišťovat, při jakých nastavených parametrech ještě nedojde ke zborcování tvaru výstřiků vlivem prohřívání stěn od teplejšího jádra /jedná se o výstřiky od tloušťky stěn přibližně  $(2 \div 2,5)$  mm, kdy při ochlazování nedojde k úplnému prochlazení stěny/. Zjištěné parametry se použijí za základ pro stanovení směrodatných hodnot pro nastavování pracovních režimů strojů. V případě, že postupně nastavené hodnoty teplot budou vyhovovat požadovaným parametrům při zachování maximální kvality výstřiků, je nutno ještě zkontrolovat, zda teplota výstřiku není přece jen příliš vysoká z hlediska další ruční manipulace s výstřikem, aby nedocházelo k pracovním úrazům vlivem popálenin.

Pak je třeba se řídit teplotou únosnou pro ruční manipulaci s přihlédnutím na následné prohřívání stěn výstřiků a zbývající parametry vstřikovacího cyklu podle toho upravit.

Věřím, že mnou získané poznatky budou prakticky ověřeny dle výše uvedeného návrhu a povedou k úpravě stávajících Normativů. Po stanovení nového výpočtového vztahu (21) platného i pro výstřiky do tloušťky stěn 4 mm a po provedení praktických měření, lze předpokládat, že mnou získané poznatky pro nastavování pracovních režimů vstřikovacích strojů mohou přinést zvýšení produktivity práce oproti současné praxi v národním podniku Plastimat Liberec až o 50% při zachování všech kvalitativních hledisek na výstřiky a při dodržení bezpečnosti práce.

## 7. Z Á V Ě R

=====

Úkolem této práce bylo odstranit nenavázanost v průběhu stávajících křivek doby chlazení v závislosti na tloušťkách stěn výstřiků pro tloušťky stěn výstřiků do 4 mm a nad 4 mm. Zavedením vztahu (21) se podařilo tuto nespojitost odstranit.

Teoretické základy jsou tím položeny. Záleží už jen na praxi, aby ověřila, do jaké míry bude tento vztah (21) použitelný. V provozních podmínkách lze pouze poměrně obtížně dodržet současné předepsané technologické parametry vstřikovacího cyklu stroje, které udává Normativ pro vstřikování termoplastů sestavený Federálním ministerstvem všeobecného strojírenství a Federálním ministerstvem hutnictví a těžkého strojírenství v roce 1978.

Věřím, že mnou předložené podklady se stanou dostatečným vodítkem ke znovuzhodnocení nastavených parametrů pracovních cyklů vstřikovacích strojů. V případě použití získaných závěrů by mělo dojít k výraznému zvýšení produktivity práce jednotlivých strojů.

Nakonec bych chtěl poděkovat Ing. Krebsovi, CSc za příkladnou pomoc při řešení diplomové práce a Ing. Dolákovi, vedoucímu technologovi národního podniku Plastimat Liberec, za konzultace a umožnění praktických měření v provozech podniku.

## 8. POUŽITÁ LITERATURA

=====

- /1/ Krebs, J. : Teorie a technologie zpracování plastů, VŠST, Liberec 1981
- /2/ Rudolf, B. : Stroje na zpracování plastických hmot, ČVUT, Praha 1974
- /3/ Kolektiv : Jednotné normativy pro vstřikování termoplastů, Praha 1978
- /4/ Walther, E. : Technické vzorce, Alfa, Bratislava 1984
- /5/ Vávra, P. : Strojnické tabulky, SNTL, Praha 1983
- /6/ Cvejn, J. : Vypracujte způsob určení optimální délky chladicí doby při vstřikování termoplastů, [diplomová práce] , Liberec, 1972, VŠST

9. PŘÍLOHY

=====



Tab. I.a

Chladicí čas  $t_{chl}$  - PP polypropylen /min/

Geometrický tvar	index	Tloušťka stěny v mm											
		0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	
Deska	1	0,0061	0,0103	0,0169	0,0243	0,033	0,043	0,055	0,067	0,082	0,097	0,114	
	2	0,0118	0,0209	0,0327	0,0471	0,064	0,083	0,106	0,131	0,158	0,188	0,221	
	3	0,0263	0,0468	0,0731	0,1052	0,143	0,187	0,236	0,292	0,353	0,421	0,494	
Hranol 1,6	1	0,0054	0,0096	0,0149	0,0216	0,029	0,038	0,048	0,059	0,072	0,086	0,101	
	2	0,0095	0,0168	0,0263	0,0379	0,051	0,067	0,085	0,105	0,127	0,151	0,177	
	3	0,0198	0,0353	0,0551	0,0794	0,108	0,141	0,178	0,220	0,267	0,317	0,379	
Hranol 1,2	1	0,0047	0,0084	0,0131	0,0189	0,026	0,033	0,042	0,049	0,059	0,071	0,083	
	2	0,0078	0,0138	0,0216	0,0333	0,042	0,055	0,070	0,086	0,104	0,124	0,146	
	3	0,0163	0,0290	0,0453	0,0653	0,088	0,116	0,146	0,181	0,219	0,261	0,306	
Válec	1	0,0037	0,0065	0,0102	0,0147	0,020	0,026	0,033	0,041	0,049	0,059	0,069	
	2	0,0065	0,0115	0,0180	0,0259	0,035	0,046	0,058	0,072	0,087	0,103	0,121	
	3	0,0136	0,0241	0,0378	0,0544	0,074	0,096	0,122	0,151	0,182	0,217	0,255	
Krychle	1	0,0033	0,0058	0,0091	0,0131	0,017	0,023	0,029	0,036	0,044	0,052	0,061	
	2	0,0052	0,0092	0,0143	0,0207	0,028	0,036	0,046	0,057	0,069	0,082	0,097	
	3	0,0100	0,0178	0,0278	0,0400	0,054	0,071	0,090	0,111	0,134	0,160	0,187	
Koule	1	0,0024	0,0043	0,0067	0,0097	0,013	0,017	0,021	0,026	0,032	0,038	0,045	
	2	0,0038	0,0069	0,0103	0,0155	0,021	0,027	0,034	0,043	0,052	0,062	0,072	
	3	0,0076	0,0135	0,0210	0,0303	0,041	0,053	0,068	0,084	0,101	0,121	0,142	

Tab. I.b

Chladicí čas  $t_{chl}$  - PP polypropylen /min/

Geometrický tvar	index	Tloušťka stěny v mm											
		2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,2	4,4	4,6	4,8	
Deska	1	0,132	0,152	0,173	0,195	0,219	0,244	0,270	0,298	0,327	0,358	0,390	
	2	0,256	0,294	0,335	0,378	0,424	0,473	0,524	0,577	0,634	0,693	0,754	
	3	0,573	0,657	0,748	0,844	0,947	1,055	1,169	1,289	1,414	1,546	1,683	
Hranol 1,6	1	0,117	0,134	0,153	0,173	0,194	0,216	0,239	0,264	0,289	0,316	0,345	
	2	0,206	0,236	0,269	0,304	0,340	0,379	0,420	0,463	0,509	0,556	0,605	
	3	0,432	0,496	0,564	0,637	0,714	0,796	0,882	0,972	1,067	1,166	1,270	
Hranol 1,2	1	0,096	0,110	0,126	0,142	0,159	0,177	0,197	0,217	0,238	0,260	0,283	
	2	0,169	0,194	0,221	0,249	0,280	0,312	0,345	0,381	0,418	0,457	0,497	
	3	0,355	0,408	0,464	0,524	0,587	0,654	0,725	0,799	0,877	0,959	1,044	
Válec	1	0,080	0,092	0,105	0,118	0,133	0,148	0,164	0,181	0,198	0,217	0,236	
	2	0,141	0,162	0,184	0,208	0,233	0,260	0,288	0,317	0,348	0,381	0,415	
	3	0,296	0,340	0,386	0,436	0,489	0,545	0,604	0,666	0,731	0,799	0,870	
Krychle	1	0,071	0,081	0,093	0,105	0,117	0,131	0,145	0,160	0,175	0,192	0,209	
	2	0,112	0,129	0,147	0,165	0,186	0,207	0,229	0,253	0,277	0,303	0,330	
	3	0,217	0,250	0,284	0,321	0,360	0,401	0,444	0,490	0,538	0,588	0,640	
Koule	1	0,052	0,060	0,068	0,077	0,087	0,097	0,107	0,118	0,130	0,142	0,154	
	2	0,084	0,096	0,110	0,124	0,139	0,155	0,172	0,189	0,208	0,227	0,247	
	3	0,164	0,189	0,215	0,243	0,272	0,303	0,336	0,371	0,407	0,445	0,484	

Tab. I.c

Chladicí čas $t_{chl}$ - PP polypropylen /min/		Tloušťka stěny v mm										
		5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0
Geometrický tvar	index											
Deska	1	0,423	0,512	0,609	0,715	0,829	0,952	1,083	1,223	1,371	1,528	1,693
	2	0,818	0,990	1,179	1,383	1,604	1,842	2,096	2,366	2,652	2,955	3,275
	3	1,827	2,210	2,630	3,087	3,581	4,110	4,677	5,280	5,919	6,595	7,308
Hranol 1,6	1	0,374	0,452	0,538	0,632	0,733	0,842	0,958	1,081	1,212	1,351	1,497
	2	0,657	0,795	0,946	1,110	1,288	1,478	1,682	1,899	2,129	2,372	2,629
	3	1,378	1,668	1,985	2,330	2,702	3,102	3,529	3,984	4,467	4,977	5,515
Hranol 1,2	1	0,307	0,372	0,443	0,520	0,603	0,692	0,787	0,889	0,997	1,111	1,231
	2	0,540	0,657	0,778	0,913	1,058	1,215	1,383	1,561	1,750	1,950	2,161
	3	1,133	1,371	1,632	1,915	2,221	2,550	2,901	3,275	3,672	4,092	4,534
Válec	1	0,256	0,310	0,369	0,433	0,502	0,577	0,656	0,741	0,831	0,926	1,026
	2	0,450	0,544	0,648	0,761	0,882	1,053	1,152	1,301	1,458	1,625	1,801
	3	0,944	1,142	1,360	1,596	1,851	2,125	2,418	2,729	3,060	3,409	3,778
Krychle	1	0,227	0,274	0,326	0,383	0,445	0,510	0,581	0,656	0,735	0,819	0,908
	2	0,358	0,434	0,516	0,606	0,703	0,807	0,918	1,036	1,162	1,295	1,435
	3	0,694	0,840	1,000	1,174	1,361	1,563	1,778	2,007	2,251	2,508	2,779
Koule	1	0,168	0,203	0,242	0,284	0,329	0,378	0,430	0,485	0,544	0,606	0,672
	2	0,268	0,325	0,387	0,454	0,526	0,604	0,688	0,776	0,870	0,970	1,075
	3	0,525	0,636	0,757	0,888	1,030	1,182	1,346	1,519	1,703	1,898	2,103

Tab. II.a

Chladicí čas $t_{chl}$ - PS polystyren /min/		Tloušťka stěny v mm										
Geometrický tvar	index	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6
Deska	1	0,0049	0,0087	0,0135	0,0195	0,026	0,034	0,044	0,055	0,067	0,079	0,093
	2	0,0107	0,0191	0,0298	0,0443	0,058	0,076	0,096	0,120	0,146	0,174	0,204
	3	0,0204	0,0369	0,0567	0,0816	0,111	0,145	0,183	0,229	0,277	0,329	0,387
Hranol 1,6	1	0,0045	0,0080	0,0125	0,0180	0,024	0,032	0,040	0,050	0,060	0,072	0,084
	2	0,0087	0,0155	0,0242	0,0349	0,047	0,062	0,078	0,097	0,117	0,139	0,163
	3	0,0157	0,0279	0,0436	0,0628	0,085	0,111	0,141	0,174	0,211	0,251	0,294
Hranol 1,2	1	0,0037	0,0066	0,0103	0,0148	0,020	0,026	0,033	0,041	0,049	0,059	0,069
	2	0,0072	0,0127	0,0199	0,0287	0,039	0,051	0,064	0,079	0,096	0,114	0,134
	3	0,0129	0,0229	0,0358	0,0516	0,070	0,091	0,116	0,143	0,173	0,206	0,242
Válec	1	0,0031	0,0055	0,0086	0,0124	0,016	0,022	0,027	0,034	0,041	0,049	0,058
	2	0,0059	0,0106	0,0166	0,0239	0,032	0,042	0,053	0,066	0,080	0,095	0,112
	3	0,0075	0,0191	0,0299	0,0430	0,058	0,076	0,096	0,119	0,144	0,172	0,202
Krychle	1	0,0028	0,0049	0,0077	0,0112	0,015	0,019	0,025	0,031	0,037	0,044	0,052
	2	0,0047	0,0085	0,0132	0,0190	0,026	0,033	0,042	0,052	0,064	0,075	0,089
	3	0,0080	0,0142	0,0222	0,0320	0,043	0,057	0,072	0,089	0,107	0,128	0,150
Koule	1	0,0021	0,0037	0,0057	0,0082	0,011	0,014	0,018	0,023	0,027	0,033	0,038
	2	0,0036	0,0063	0,0099	0,0143	0,019	0,025	0,032	0,039	0,047	0,057	0,067
	3	0,0060	0,0107	0,0168	0,0242	0,033	0,043	0,054	0,067	0,081	0,096	0,113

Tab. II.b

Chladičící čas  $t_{chl}$  - PS polystyren /min/

Geometrický tvar	index	Tloušťka stěny v mm										
		2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,2	4,4	4,6	4,8
Deska	1	0,109	0,125	0,143	0,160	0,180	0,200	0,222	0,245	0,268	0,293	0,319
	2	0,237	0,272	0,309	0,349	0,392	0,436	0,483	0,534	0,585	0,639	0,696
	3	0,443	0,516	0,587	0,662	0,742	0,827	0,917	1,010	1,103	1,212	1,320
Hranol 1,6	1	0,098	0,113	0,128	0,145	0,162	0,181	0,201	0,221	0,243	0,265	0,288
	2	0,190	0,218	0,248	0,280	0,314	0,350	0,388	0,427	0,469	0,512	0,558
	3	0,342	0,392	0,447	0,504	0,565	0,629	0,698	0,769	0,844	0,923	1,005
Hranol 1,2	1	0,080	0,092	0,105	0,118	0,133	0,148	0,164	0,181	0,199	0,218	0,237
	2	0,156	0,179	0,204	0,230	0,258	0,287	0,318	0,351	0,385	0,421	0,459
	3	0,281	0,322	0,367	0,414	0,464	0,517	0,573	0,632	0,694	0,758	0,826
Válec	1	0,067	0,077	0,087	0,099	0,111	0,124	0,137	0,151	0,166	0,181	0,198
	2	0,130	0,149	0,169	0,191	0,215	0,239	0,265	0,292	0,321	0,351	0,382
	3	0,234	0,268	0,306	0,345	0,387	0,431	0,478	0,526	0,578	0,632	0,688
Krychle	1	0,061	0,069	0,079	0,089	0,100	0,112	0,124	0,137	0,150	0,164	0,178
	2	0,103	0,119	0,135	0,152	0,171	0,190	0,211	0,233	0,256	0,279	0,304
	3	0,174	0,200	0,227	0,257	0,288	0,321	0,355	0,392	0,430	0,470	0,512
Koule	1	0,045	0,051	0,058	0,066	0,074	0,082	0,091	0,101	0,111	0,121	0,132
	2	0,077	0,089	0,101	0,114	0,128	0,143	0,158	0,174	0,191	0,209	0,228
	3	0,131	0,151	0,172	0,194	0,217	0,242	0,268	0,296	0,325	0,355	0,387

Tab. II.c

Chladicí čas $t_{chl}$ - PS polystyren /min/		Tloušťka stěny v mm										
		5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0
Geometrický tvar	index											
Deska	1	0,346	0,419	0,499	0,586	0,679	0,780	0,887	1,002	1,123	1,251	1,387
	2	0,755	0,914	1,088	1,276	1,480	1,699	1,934	2,183	2,447	2,727	3,022
	3	1,432	1,733	2,062	2,420	2,807	3,222	3,666	4,139	4,640	5,170	5,729
Hranol 1,6	1	0,313	0,379	0,451	0,529	0,614	0,705	0,802	0,906	1,015	1,131	1,254
	2	0,606	0,733	0,872	1,024	1,187	1,363	1,551	1,751	1,963	2,187	2,424
	3	1,090	1,319	1,572	1,843	2,137	2,453	2,791	3,151	3,533	3,936	4,362
Hranol 1,2	1	0,257	0,311	0,370	0,435	0,504	0,579	0,659	0,744	0,834	0,929	1,030
	2	0,498	0,602	0,717	0,841	0,976	1,120	1,274	1,439	1,613	1,797	1,992
	3	0,896	1,084	1,290	1,514	1,756	2,016	2,294	2,590	2,903	3,235	3,985
Válec	1	0,214	0,259	0,309	0,363	0,421	0,483	0,549	0,620	0,695	0,775	0,859
	2	0,415	0,502	0,597	0,701	0,813	0,933	1,062	1,199	1,344	1,498	1,660
	3	0,746	0,909	1,075	1,262	1,463	1,680	1,911	2,158	2,419	2,695	2,987
Krychle	1	0,194	0,235	0,279	0,328	0,380	0,437	0,497	0,561	0,629	0,701	0,777
	2	0,330	0,399	0,476	0,558	0,647	0,743	0,846	0,955	1,070	1,193	1,322
	3	0,556	0,672	0,800	0,939	1,089	1,251	1,423	1,606	1,801	2,007	2,224
Koule	1	0,143	0,173	0,206	0,242	0,281	0,322	0,367	0,414	0,465	0,518	0,574
	2	0,247	0,299	0,356	0,418	0,485	0,556	0,633	0,715	0,802	0,893	0,990
	3	0,420	0,508	0,604	0,709	0,823	0,945	1,075	1,213	1,360	1,516	1,680

Tab. III.a

Chladičící čas  $t_{chl}$  - PMMA polymetylmakrylát /min/

Geometrický tvar	index	Tloušťka stěny v mm											
		0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	
Deska	1	0,0113	0,0201	0,031	0,045	0,061	0,080	0,101	0,125	0,152	0,181	0,212	
	2	0,0221	0,0393	0,061	0,088	0,120	0,157	0,199	0,246	0,298	0,354	0,416	
	3	0,0454	0,0807	0,126	0,181	0,247	0,323	0,409	0,505	0,611	0,727	0,853	
Hranol 1,6	1	0,0098	0,0175	0,027	0,039	0,053	0,070	0,088	0,109	0,132	0,157	0,185	
	2	0,0176	0,0313	0,049	0,070	0,096	0,125	0,158	0,196	0,237	0,282	0,331	
	3	0,0342	0,0609	0,095	0,137	0,186	0,243	0,308	0,381	0,461	0,548	0,644	
Hranol 1,2	1	0,0081	0,0144	0,022	0,032	0,044	0,057	0,073	0,090	0,109	0,129	0,152	
	2	0,0144	0,0257	0,040	0,058	0,079	0,103	0,130	0,161	0,194	0,231	0,272	
	3	0,0281	0,0501	0,078	0,112	0,153	0,200	0,253	0,313	0,379	0,451	0,529	
Válec	1	0,0067	0,0120	0,018	0,027	0,036	0,048	0,060	0,075	0,090	0,108	0,127	
	2	0,0120	0,0214	0,033	0,048	0,065	0,085	0,108	0,134	0,162	0,193	0,226	
	3	0,0234	0,0417	0,065	0,094	0,128	0,167	0,211	0,261	0,315	0,375	0,441	
Krychle	1	0,0059	0,0105	0,016	0,023	0,032	0,042	0,053	0,065	0,079	0,094	0,111	
	2	0,0095	0,0169	0,026	0,038	0,051	0,067	0,085	0,105	0,128	0,152	0,178	
	3	0,0172	0,0307	0,048	0,069	0,094	0,123	0,155	0,192	0,232	0,276	0,324	
Koule	1	0,0043	0,0077	0,012	0,017	0,023	0,031	0,039	0,048	0,058	0,070	0,082	
	2	0,0071	0,0126	0,019	0,028	0,038	0,050	0,064	0,079	0,096	0,114	0,134	
	3	0,0130	0,0232	0,036	0,052	0,071	0,093	0,117	0,145	0,175	0,209	0,245	

Tab. III.b

Chladicí čas  $t_{chl}$  - PMMA polymethylmetakrylát /min/

Geometrický tvar	index	Tloušťka stěny v mm											
		2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,2	4,4	4,6	4,8	
Deska	1	0,246	0,282	0,321	0,363	0,407	0,453	0,502	0,554	0,608	0,664	0,724	
	2	0,482	0,554	0,630	0,711	0,797	0,889	0,984	1,086	1,191	1,302	1,418	
	3	0,989	1,136	1,292	1,459	1,636	1,823	2,019	2,226	2,444	2,671	2,908	
Hranol 1,6	1	0,214	0,246	0,280	0,316	0,356	0,395	0,438	0,483	0,513	0,579	0,631	
	2	0,384	0,441	0,501	0,566	0,635	0,707	0,783	0,864	0,948	1,036	1,128	
	3	0,747	0,857	0,975	1,101	1,234	1,375	1,524	1,680	1,844	2,016	2,195	
Hranol 1,2	1	0,176	0,202	0,230	0,260	0,292	0,325	0,360	0,397	0,436	0,476	0,519	
	2	0,315	0,362	0,412	0,465	0,521	0,581	0,644	0,710	0,779	0,852	0,927	
	3	0,614	0,704	0,801	0,905	1,014	1,130	1,253	1,381	1,516	1,657	1,804	
Válec	1	0,147	0,169	0,192	0,217	0,243	0,271	0,300	0,331	0,363	0,397	0,432	
	2	0,263	0,302	0,343	0,387	0,434	0,484	0,536	0,591	0,649	0,707	0,772	
	3	0,511	0,587	0,668	0,754	0,845	0,942	1,044	1,151	1,263	1,381	1,503	
Krychle	1	0,128	0,147	0,168	0,189	0,212	0,236	0,262	0,289	0,317	0,347	0,378	
	2	0,207	0,238	0,270	0,305	0,342	0,382	0,423	0,466	0,512	0,559	0,609	
	3	0,376	0,432	0,491	0,555	0,622	0,693	0,768	0,846	0,929	1,015	1,106	
Koule	1	0,095	0,109	0,124	0,145	0,157	0,175	0,194	0,214	0,235	0,257	0,280	
	2	0,155	0,178	0,203	0,229	0,257	0,286	0,317	0,349	0,384	0,419	0,457	
	3	0,284	0,327	0,372	0,419	0,470	0,524	0,581	0,640	0,703	0,768	0,837	



Tab. III.c

Chladičij čas  $t_{chl}$  - PMMA polymetylmakrylát /min/

Geometrický tvar	index	Tloušťka stěny v mm										
		5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0
Deska	1	0,789	0,950	1,131	1,327	1,539	1,767	2,010	2,270	2,545	2,835	3,142
	2	1,539	1,862	2,216	2,601	3,016	3,462	3,939	4,447	4,986	5,555	6,156
	3	3,156	3,818	4,544	5,333	6,185	7,101	8,079	9,120	10,225	11,393	12,624
Hranol 1,6	1	0,685	0,829	0,986	1,158	1,343	1,541	1,754	1,980	2,220	2,473	2,741
	2	1,224	1,482	1,763	2,063	2,400	2,755	3,135	3,539	3,968	4,421	4,899
	3	2,381	2,882	3,429	4,025	4,668	5,358	6,097	6,883	7,716	8,598	9,527
Hranol 1,2	1	0,563	0,682	0,811	0,951	1,104	1,267	1,442	1,627	1,825	2,033	2,253
	2	1,006	1,217	1,449	1,701	1,972	2,264	2,576	2,908	3,261	3,633	4,026
	3	1,957	2,368	2,819	3,308	3,837	4,405	5,011	5,657	6,343	7,067	7,831
Válec	1	0,469	0,568	0,676	0,793	0,920	1,056	1,202	1,356	1,521	1,694	1,878
	2	0,838	1,014	1,207	1,417	1,644	1,887	2,147	2,424	2,717	3,027	3,355
	3	1,631	1,974	2,349	2,757	3,197	3,670	4,176	4,715	5,286	5,889	6,526
Krychle	1	0,410	0,496	0,590	0,693	0,804	0,923	1,050	1,185	1,329	1,481	1,641
	2	0,661	0,800	0,952	1,117	1,296	1,487	1,692	1,911	2,142	2,387	2,645
	3	1,200	1,452	1,728	2,028	2,352	2,700	3,072	3,468	3,888	4,333	4,801
Koule	1	0,304	0,367	0,437	0,513	0,595	0,684	0,778	0,878	0,984	1,097	1,216
	2	0,496	0,600	0,714	0,838	0,972	1,116	1,269	1,433	1,607	1,790	1,984
	3	0,908	1,098	1,307	1,534	1,780	2,043	2,325	2,644	2,942	3,278	3,633

Tab. IV.a

Geometrický tvar		Chladič čas t chl - ABS kop. akrylonitril - butadien - styren /min/												
		Tloušťka stěny v mm												
		0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,8		
Deska	1	0,0063	0,0112	0,0174	0,0251	0,034	0,044	0,056	0,069	0,084	0,100	0,117		
	2	0,0120	0,0214	0,0334	0,0481	0,065	0,085	0,108	0,133	0,161	0,192	0,226		
	3	0,0218	0,0388	0,0607	0,0874	0,119	0,155	0,196	0,242	0,293	0,349	0,410		
Hranol 1,6	1	0,0054	0,0097	0,0152	0,0218	0,029	0,038	0,049	0,060	0,073	0,087	0,102		
	2	0,0096	0,0170	0,0266	0,0383	0,052	0,068	0,086	0,106	0,128	0,152	0,179		
	3	0,0166	0,0295	0,0461	0,0664	0,090	0,118	0,149	0,184	0,223	0,265	0,311		
Hranol 1,2	1	0,0045	0,0079	0,0125	0,0179	0,024	0,032	0,040	0,049	0,060	0,071	0,084		
	2	0,0078	0,0139	0,0218	0,0315	0,043	0,056	0,070	0,087	0,105	0,126	0,147		
	3	0,0136	0,0242	0,0379	0,0546	0,074	0,097	0,122	0,151	0,183	0,218	0,256		
Válec	1	0,0037	0,0066	0,0104	0,0149	0,020	0,026	0,033	0,041	0,050	0,059	0,070		
	2	0,0065	0,0116	0,0182	0,0262	0,035	0,046	0,059	0,073	0,088	0,105	0,123		
	3	0,0114	0,0202	0,0316	0,0455	0,062	0,081	0,102	0,126	0,152	0,181	0,213		
Krychle	1	0,0032	0,0058	0,0090	0,0130	0,017	0,023	0,029	0,036	0,043	0,052	0,061		
	2	0,0052	0,0092	0,0144	0,0207	0,028	0,036	0,046	0,057	0,069	0,082	0,097		
	3	0,0084	0,0150	0,0235	0,0338	0,046	0,060	0,076	0,093	0,113	0,135	0,158		
Koule	1	0,0016	0,0043	0,0067	0,0096	0,013	0,017	0,021	0,026	0,032	0,038	0,045		
	2	0,0027	0,0069	0,0108	0,0155	0,021	0,027	0,035	0,043	0,052	0,062	0,072		
	3	0,0044	0,0113	0,0177	0,0255	0,034	0,045	0,057	0,071	0,085	0,102	0,119		

Tab. IV.b

		Chladičící čas $t_{chl}$ - ABS kop. akrylonitril - butadien - styren /min/											
Geometrický tvar	index	Tloušťka stěny v mm											
		2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,2	4,4	4,6	4,8	
Deska	1	0,136	0,157	0,178	0,201	0,226	0,251	0,279	0,307	0,337	0,369	0,401	
	2	0,262	0,301	0,342	0,386	0,433	0,482	0,535	0,589	0,647	0,707	0,770	
	3	0,476	0,546	0,621	0,701	0,786	0,876	0,971	1,071	1,175	1,284	1,398	
Hranol 1,6	1	0,118	0,136	0,155	0,175	0,196	0,219	0,242	0,267	0,293	0,320	0,349	
	2	0,208	0,239	0,272	0,307	0,344	0,384	0,425	0,469	0,515	0,563	0,613	
	3	0,361	0,415	0,472	0,533	0,597	0,666	0,738	0,813	0,893	0,976	1,062	
Hranol 1,2	1	0,097	0,112	0,127	0,144	0,161	0,179	0,199	0,219	0,241	0,263	0,287	
	2	0,171	0,196	0,224	0,252	0,283	0,315	0,349	0,385	0,423	0,462	0,503	
	3	0,297	0,341	0,388	0,438	0,491	0,547	0,606	0,668	0,734	0,802	0,873	
Válec	1	0,081	0,093	0,106	0,119	0,134	0,149	0,166	0,183	0,201	0,219	0,239	
	2	0,143	0,164	0,186	0,210	0,236	0,263	0,291	0,321	0,353	0,385	0,420	
	3	0,247	0,283	0,322	0,364	0,408	0,455	0,504	0,556	0,610	0,667	0,726	
Krychle	1	0,070	0,081	0,092	0,104	0,117	0,130	0,144	0,159	0,175	0,191	0,208	
	2	0,112	0,129	0,147	0,166	0,186	0,207	0,229	0,253	0,278	0,304	0,331	
	3	0,184	0,211	0,240	0,271	0,304	0,338	0,375	0,413	0,454	0,496	0,540	
Koule	1	0,052	0,060	0,068	0,077	0,086	0,096	0,107	0,118	0,129	0,141	0,154	
	2	0,084	0,097	0,110	0,124	0,139	0,155	0,172	0,190	0,208	0,228	0,248	
	3	0,139	0,159	0,181	0,205	0,229	0,256	0,283	0,312	0,343	0,375	0,408	

Tab. IV.c

Geometrický tvar		Chladičí čas $t_{chl}$ - ABS kop. akrylonitril - butadien - styren /min/ Tloušťka stěny v mm										
		5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0
Deska	1	0,436	0,527	0,627	0,736	0,894	0,981	1,116	1,260	1,412	1,574	1,744
	2	0,836	1,011	1,203	1,412	1,638	1,881	2,140	2,416	2,708	3,018	3,344
	3	1,517	1,836	2,185	2,565	2,974	3,415	3,885	4,386	4,917	5,479	6,071
Hranol 1,6	1	0,379	0,458	0,545	0,640	0,742	0,852	0,972	1,095	1,228	1,368	1,516
	2	0,665	0,805	0,958	1,125	1,303	1,496	1,703	1,922	2,155	2,401	2,661
	3	1,153	1,395	1,660	1,949	2,260	2,594	2,952	3,332	3,736	4,163	4,613
Hranol 1,2	1	0,311	0,377	0,448	0,526	0,610	0,700	0,797	0,900	1,009	1,124	1,246
	2	0,546	0,661	0,787	0,924	1,071	1,230	1,399	1,580	1,771	1,973	2,187
	3	0,942	1,146	1,364	1,601	1,857	2,132	2,426	2,738	3,070	3,421	3,791
Válec	1	0,259	0,314	0,373	0,438	0,508	0,583	0,664	0,749	0,841	0,936	1,038
	2	0,455	0,551	0,656	0,770	0,893	1,025	1,166	1,317	1,476	1,645	1,823
	3	0,788	0,952	1,135	1,332	1,545	1,773	2,018	2,278	2,554	2,849	3,153
Krychle	1	0,226	0,273	0,325	0,382	0,443	0,508	0,578	0,653	0,732	0,815	0,904
	2	0,359	0,434	0,517	0,607	0,704	0,808	0,919	1,038	1,164	1,226	1,437
	3	0,586	0,709	0,844	0,997	1,149	1,319	1,501	1,695	1,900	2,117	2,346
Koule	1	0,167	0,202	0,241	0,283	0,328	0,376	0,428	0,484	0,542	0,604	0,670
	2	0,269	0,326	0,388	0,455	0,528	0,606	0,689	0,778	0,873	0,972	1,078
	3	0,443	0,536	0,638	0,749	0,868	0,997	1,134	1,281	1,436	1,600	1,773

Tab. V.a

Geometrický tvar		Tloušťka stěny v mm											
		0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	
Deska	1	0,0061	0,0111	0,0170	0,0245	0,033	0,043	0,055	0,068	0,082	0,098	0,115	
	2	0,0117	0,0209	0,0326	0,0469	0,064	0,083	0,105	0,130	0,158	0,188	0,220	
	3	0,0213	0,0379	0,0592	0,0893	0,116	0,151	0,192	0,237	0,286	0,341	0,400	
Hranol 1,6	1	0,0053	0,0095	0,0148	0,0213	0,029	0,037	0,048	0,059	0,071	0,085	0,100	
	2	0,0093	0,0166	0,0259	0,0374	0,051	0,066	0,084	0,103	0,125	0,149	0,175	
	3	0,0162	0,0288	0,0450	0,0648	0,082	0,115	0,146	0,180	0,217	0,259	0,304	
Hranol 1,2	1	0,0044	0,0078	0,0121	0,0175	0,023	0,031	0,039	0,048	0,058	0,070	0,082	
	2	0,0076	0,0137	0,0213	0,0307	0,042	0,054	0,069	0,085	0,103	0,123	0,144	
	3	0,0133	0,0237	0,0369	0,0532	0,072	0,094	0,119	0,148	0,179	0,213	0,250	
Válec	1	0,0036	0,0065	0,0101	0,0146	0,019	0,026	0,032	0,040	0,049	0,058	0,068	
	2	0,0064	0,0114	0,0178	0,0256	0,035	0,045	0,057	0,071	0,086	0,102	0,120	
	3	0,0111	0,0197	0,0308	0,0444	0,060	0,079	0,099	0,123	0,149	0,177	0,208	
Krychle	1	0,0032	0,0056	0,0088	0,0127	0,017	0,022	0,028	0,035	0,042	0,050	0,059	
	2	0,0050	0,0089	0,0140	0,0202	0,027	0,036	0,045	0,056	0,067	0,080	0,094	
	3	0,0082	0,0146	0,0229	0,0329	0,045	0,058	0,074	0,091	0,110	0,131	0,154	
Koule	1	0,0023	0,0042	0,0065	0,0094	0,012	0,016	0,021	0,026	0,031	0,037	0,044	
	2	0,0038	0,0067	0,0105	0,0151	0,020	0,027	0,034	0,042	0,050	0,060	0,071	
	3	0,0062	0,0110	0,0173	0,0243	0,034	0,044	0,056	0,069	0,083	0,099	0,117	

Tab. V.b

		Chladičí čas $t_{chl}$ - PS HI kop. butadien - styren /min/											
Geometrický tvar	index	Tloušťka stěny v mm											
		2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,2	4,4	4,6	4,8	
Deska	1	0,133	0,153	0,174	0,186	0,220	0,245	0,272	0,300	0,329	0,360	0,392	
	2	0,255	0,293	0,334	0,377	0,422	0,471	0,522	0,575	0,631	0,690	0,751	
	3	0,464	0,533	0,606	0,685	0,767	0,855	0,948	1,045	1,147	1,253	1,365	
Hranol 1,6	1	0,116	0,133	0,151	0,171	0,191	0,213	0,236	0,261	0,286	0,313	0,341	
	2	0,203	0,233	0,266	0,300	0,336	0,375	0,415	0,458	0,502	0,549	0,598	
	3	0,352	0,405	0,461	0,520	0,583	0,649	0,720	0,794	0,871	0,952	1,037	
Hranol 1,2	1	0,095	0,109	0,124	0,140	0,157	0,175	0,194	0,214	0,235	0,257	0,280	
	2	0,167	0,182	0,218	0,246	0,276	0,308	0,341	0,376	0,413	0,451	0,491	
	3	0,290	0,333	0,378	0,427	0,479	0,534	0,592	0,652	0,716	0,783	0,852	
Válec	1	0,079	0,091	0,103	0,117	0,131	0,146	0,162	0,178	0,196	0,214	0,233	
	2	0,139	0,160	0,182	0,205	0,230	0,256	0,284	0,313	0,344	0,376	0,409	
	3	0,241	0,277	0,315	0,356	0,399	0,445	0,493	0,543	0,596	0,652	0,710	
Krychle	1	0,069	0,079	0,090	0,101	0,114	0,127	0,141	0,155	0,170	0,186	0,203	
	2	0,109	0,126	0,143	0,162	0,181	0,202	0,224	0,247	0,271	0,296	0,323	
	3	0,179	0,206	0,234	0,264	0,296	0,330	0,366	0,403	0,443	0,484	0,527	
Koule	1	0,051	0,058	0,067	0,075	0,084	0,094	0,104	0,115	0,126	0,138	0,150	
	2	0,082	0,094	0,107	0,121	0,136	0,151	0,168	0,185	0,203	0,222	0,242	
	3	0,135	0,155	0,177	0,199	0,224	0,249	0,276	0,305	0,334	0,366	0,398	

Tab. V.c

Geometrický tvar		Chladicí čas $t_{chl}$ - PS HI kop. butadien - styren /min/											
		Tloušťka stěny v mm											
		5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0	
Deska	1	0,425	0,514	0,612	0,719	0,834	0,957	1,089	1,229	1,378	1,536	1,702	
	2	0,815	0,987	1,174	1,378	1,598	1,834	2,088	2,357	2,643	2,944	3,263	
	3	1,482	1,792	2,133	2,503	2,903	3,332	3,792	4,288	4,799	5,347	5,925	
Hranol 1,6	1	0,370	0,447	0,532	0,625	0,725	0,832	0,947	1,069	1,198	1,335	1,480	
	2	0,649	0,785	0,934	1,097	1,272	1,460	1,662	1,876	2,103	2,343	2,597	
	3	1,125	1,361	1,620	1,901	2,205	2,531	2,880	3,251	3,645	4,062	4,501	
Hranol 1,2	1	0,304	0,367	0,437	0,513	0,595	0,648	0,778	0,878	0,984	1,097	1,216	
	2	0,533	0,645	0,768	0,901	1,045	1,200	1,365	1,541	1,728	1,926	2,134	
	3	0,925	1,119	1,332	1,563	1,813	2,081	2,368	2,673	2,997	3,339	3,700	
Válec	1	0,253	0,306	0,364	0,427	0,496	0,569	0,648	0,731	0,820	0,914	1,013	
	2	0,444	0,538	0,640	0,751	0,871	1,000	1,138	1,285	1,441	1,605	1,779	
	3	0,770	0,932	1,109	1,302	1,510	1,734	1,973	2,227	2,497	2,782	3,083	
Krychle	1	0,220	0,266	0,317	0,372	0,432	0,496	0,564	0,637	0,714	0,796	0,882	
	2	0,350	0,424	0,504	0,592	0,687	0,788	0,897	1,012	1,135	1,265	1,402	
	3	0,572	0,692	0,824	0,967	1,121	1,287	1,464	1,653	1,854	2,069	2,289	
Koule	1	0,163	0,197	0,235	0,276	0,320	0,367	0,418	0,472	0,529	0,590	0,654	
	2	0,262	0,317	0,378	0,444	0,515	0,591	0,672	0,759	0,851	0,948	1,051	
	3	0,432	0,523	0,622	0,731	0,847	0,973	1,107	1,249	1,401	1,561	1,730	

Tab. VI.a

Chladicí čas  $t_{chl}$  - PA polyamid /min/

Geometrický tvar	index	Tloušťka stěny v mm											
		0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	
Deska	1	0,0056	0,0101	0,0157	0,0226	0,030	0,040	0,051	0,063	0,076	0,090	0,106	
	2	0,0103	0,0183	0,0286	0,0412	0,056	0,073	0,092	0,114	0,138	0,164	0,193	
	3	0,0274	0,0488	0,0762	0,1098	0,149	0,195	0,247	0,305	0,369	0,439	0,515	
Hranol 1,6	1	0,0052	0,0093	0,0146	0,0210	0,028	0,037	0,047	0,058	0,070	0,084	0,098	
	2	0,0086	0,0152	0,0238	0,0343	0,046	0,061	0,077	0,095	0,115	0,137	0,160	
	3	0,0208	0,0370	0,0579	0,0834	0,113	0,148	0,187	0,231	0,282	0,333	0,391	
Hranol 1,2	1	0,0043	0,0076	0,0119	0,0173	0,023	0,030	0,038	0,048	0,058	0,069	0,081	
	2	0,0070	0,0125	0,0196	0,0282	0,038	0,050	0,063	0,078	0,094	0,112	0,132	
	3	0,0171	0,0303	0,0476	0,0685	0,094	0,121	0,154	0,190	0,230	0,274	0,321	
Válec	1	0,0034	0,0064	0,0099	0,0144	0,019	0,025	0,032	0,039	0,048	0,057	0,067	
	2	0,0058	0,0104	0,0163	0,0234	0,031	0,041	0,052	0,065	0,078	0,093	0,110	
	3	0,0143	0,0254	0,0396	0,0571	0,077	0,101	0,128	0,158	0,191	0,228	0,268	
Krychle	1	0,0033	0,0059	0,0092	0,0133	0,018	0,023	0,030	0,037	0,044	0,053	0,062	
	2	0,0049	0,0087	0,0135	0,0195	0,026	0,034	0,044	0,054	0,065	0,078	0,091	
	3	0,0106	0,0188	0,0294	0,0424	0,057	0,075	0,095	0,117	0,147	0,169	0,199	
Koule	1	0,0024	0,0044	0,0068	0,0098	0,013	0,017	0,022	0,027	0,033	0,039	0,046	
	2	0,0036	0,0064	0,0101	0,0145	0,019	0,025	0,032	0,040	0,048	0,058	0,068	
	3	0,0080	0,0142	0,0222	0,0320	0,043	0,057	0,072	0,089	0,107	0,128	0,150	



Tab. VI.b

Chladicí čas  $t_{chl}$  - PA polyamid /min/

Geometrický tvar	index	Tloušťka stěny v mm											
		2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,2	4,4	4,6	4,8	
Deska	1	0,123	0,141	0,161	0,181	0,203	0,227	0,251	0,277	0,304	0,332	0,362	
	2	0,224	0,257	0,292	0,330	0,370	0,413	0,457	0,504	0,553	0,605	0,659	
	3	0,597	0,686	0,780	0,881	0,988	1,101	1,219	1,344	1,476	1,613	1,756	
Hranol 1,6	1	0,114	0,131	0,149	0,168	0,189	0,210	0,233	0,257	0,282	0,308	0,336	
	2	0,186	0,214	0,243	0,275	0,308	0,343	0,380	0,419	0,460	0,503	0,548	
	3	0,454	0,521	0,592	0,669	0,750	0,836	0,926	1,021	1,121	1,225	1,334	
Hranol 1,2	1	0,094	0,108	0,122	0,138	0,155	0,173	0,191	0,211	0,232	0,253	0,276	
	2	0,153	0,176	0,200	0,226	0,253	0,282	0,313	0,345	0,378	0,413	0,450	
	3	0,373	0,428	0,487	0,550	0,616	0,687	0,761	0,839	0,921	1,007	1,096	
Válec	1	0,078	0,090	0,102	0,115	0,129	0,144	0,159	0,176	0,193	0,211	0,230	
	2	0,127	0,146	0,166	0,188	0,211	0,235	0,260	0,287	0,315	0,345	0,375	
	3	0,311	0,357	0,406	0,458	0,514	0,572	0,634	0,699	0,767	0,839	0,913	
Krychle	1	0,072	0,083	0,094	0,107	0,120	0,133	0,148	0,163	0,179	0,198	0,213	
	2	0,106	0,122	0,138	0,156	0,175	0,195	0,216	0,239	0,262	0,286	0,312	
	3	0,230	0,264	0,301	0,340	0,381	0,425	0,470	0,519	0,569	0,622	0,678	
Koule	1	0,053	0,061	0,069	0,078	0,088	0,098	0,109	0,120	0,132	0,144	0,157	
	2	0,079	0,091	0,103	0,116	0,130	0,145	0,161	0,178	0,195	0,213	0,232	
	3	0,174	0,200	0,227	0,257	0,288	0,321	0,355	0,392	0,430	0,470	0,512	

Tab. VI.c

Chladičí čas t chl - PA polyamid /min/

Geometrický tvar	index	Tloušťka stěny v mm										
		5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0
Deska	1	0,393	0,475	0,566	0,664	0,770	0,884	1,006	1,136	1,274	1,419	1,573
	2	0,715	0,865	1,029	1,208	1,401	1,608	1,830	2,066	2,316	2,581	2,860
	3	1,906	2,306	2,744	3,221	3,735	4,288	4,879	5,508	6,175	6,880	7,624
Hranol 1,6	1	0,364	0,441	0,525	0,616	0,715	0,820	0,933	1,054	1,181	1,316	1,459
	2	0,595	0,719	0,856	1,005	1,166	1,338	1,523	1,719	1,927	2,148	2,380
	3	1,447	1,751	2,084	2,446	2,837	3,256	3,705	4,183	4,689	5,225	5,790
Hranol 1,2	1	0,299	0,362	0,431	0,506	0,587	0,674	0,767	0,866	0,971	1,082	1,199
	2	0,489	0,591	0,704	0,826	0,958	1,100	1,251	1,413	1,584	1,765	1,956
	3	1,189	1,439	1,713	2,010	2,332	2,676	3,045	3,438	3,854	4,295	4,759
Válec	1	0,249	0,302	0,359	0,422	0,489	0,562	0,639	0,721	0,809	0,901	0,999
	2	0,407	0,493	0,586	0,688	0,798	0,916	1,043	1,177	1,320	1,471	1,630
	3	0,991	1,199	1,427	1,675	1,943	2,230	2,538	2,865	3,212	3,579	3,966
Krychle	1	0,231	0,280	0,333	0,391	0,453	0,520	0,592	0,669	0,750	0,835	0,926
	2	0,338	0,409	0,487	0,572	0,664	0,762	0,867	0,979	1,097	1,222	1,355
	3	0,735	0,890	1,059	1,243	1,442	1,655	1,883	2,126	2,383	2,656	2,943
Koule	1	0,170	0,206	0,245	0,288	0,334	0,383	0,436	0,492	0,552	0,615	0,682
	2	0,252	0,305	0,363	0,426	0,495	0,568	0,646	0,729	0,818	0,911	1,010
	3	0,556	0,672	0,800	0,939	1,089	1,251	1,423	1,606	1,801	2,007	2,224

Tab. VII.a

Chladicí čas  $t_{chl}$  - rPE polyetylen vysokotlaký /min/

Geometrický tvar	index	Tloušťka stěny v mm											
		0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	
Deska	1	0,0063	0,0111	0,0174	0,0453	0,061	0,081	0,102	0,069	0,084	0,100	0,117	
	2	0,0124	0,0221	0,0346	0,0498	0,067	0,088	0,112	0,138	0,167	0,199	0,233	
	3	0,0231	0,0411	0,0643	0,0925	0,126	0,164	0,208	0,257	0,311	0,370	0,434	
Hranol 1,6	1	0,0055	0,0098	0,0159	0,0221	0,030	0,039	0,049	0,061	0,074	0,088	0,104	
	2	0,0099	0,0177	0,0277	0,0398	0,054	0,071	0,089	0,110	0,134	0,159	0,187	
	3	0,0176	0,0313	0,0489	0,0704	0,096	0,125	0,158	0,195	0,236	0,281	0,330	
Hranol 1,2	1	0,0045	0,0081	0,0126	0,0182	0,024	0,032	0,041	0,050	0,061	0,072	0,085	
	2	0,0082	0,0146	0,0228	0,0327	0,044	0,058	0,073	0,091	0,110	0,131	0,153	
	3	0,0145	0,0257	0,0402	0,0579	0,078	0,103	0,130	0,195	0,236	0,281	0,330	
Válec	1	0,0038	0,0067	0,0105	0,0152	0,020	0,027	0,034	0,042	0,051	0,060	0,071	
	2	0,0068	0,0121	0,0189	0,0273	0,037	0,048	0,061	0,075	0,091	0,109	0,128	
	3	0,0121	0,0214	0,0335	0,0482	0,065	0,085	0,108	0,134	0,162	0,193	0,226	
Krychle	1	0,0033	0,0059	0,0093	0,0134	0,018	0,024	0,030	0,037	0,045	0,053	0,063	
	2	0,0054	0,0096	0,0151	0,0217	0,029	0,038	0,048	0,060	0,072	0,086	0,101	
	3	0,0089	0,0159	0,0249	0,0359	0,049	0,064	0,080	0,099	0,120	0,143	0,168	
Koule	1	0,0025	0,0044	0,0069	0,0099	0,013	0,017	0,022	0,027	0,033	0,039	0,046	
	2	0,0041	0,0072	0,0113	0,0162	0,022	0,029	0,036	0,045	0,054	0,065	0,076	
	3	0,0068	0,0121	0,0188	0,0271	0,037	0,048	0,061	0,075	0,091	0,108	0,127	

Tab. VII.b

Chladicí čas  $t_{chl}$  - rPE polyetylen vysokotlaký /min/

Geometrický tvar	index	Tloušťka stěny v mm										
		2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,2	4,4	4,6	4,8
Deska	1	0,136	0,156	0,178	0,201	0,225	0,251	0,278	0,306	0,336	0,368	0,400
	2	0,271	0,311	0,354	0,399	0,448	0,499	0,553	0,610	0,669	0,732	0,797
	3	0,503	0,578	0,658	0,742	0,832	0,928	1,028	1,133	1,244	1,359	1,480
Hranol 1,6	1	0,120	0,138	0,157	0,177	0,199	0,222	0,246	0,271	0,297	0,325	0,354
	2	0,217	0,249	0,283	0,320	0,358	0,399	0,443	0,488	0,536	0,586	0,638
	3	0,383	0,440	0,501	0,565	0,634	0,706	0,782	0,863	0,947	1,035	1,127
Hranol 1,2	1	0,099	0,113	0,129	0,146	0,163	0,182	0,202	0,223	0,244	0,267	0,289
	2	0,178	0,204	0,233	0,263	0,295	0,328	0,364	0,401	0,440	0,481	0,524
	3	0,383	0,440	0,501	0,565	0,634	0,706	0,782	0,863	0,947	1,035	1,127
Válec	1	0,082	0,094	0,107	0,121	0,136	0,152	0,168	0,185	0,203	0,222	0,242
	2	0,148	0,170	0,194	0,219	0,248	0,274	0,303	0,334	0,367	0,401	0,437
	3	0,262	0,301	0,343	0,387	0,434	0,483	0,536	0,591	0,648	0,709	0,772
Krychle	1	0,073	0,084	0,095	0,107	0,121	0,134	0,149	0,164	0,180	0,197	0,215
	2	0,118	0,135	0,154	0,174	0,195	0,217	0,241	0,265	0,291	0,318	0,347
	3	0,195	0,224	0,255	0,288	0,323	0,360	0,399	0,440	0,483	0,528	0,574
Koule	1	0,054	0,062	0,070	0,079	0,089	0,099	0,110	0,121	0,133	0,146	0,159
	2	0,088	0,101	0,115	0,130	0,146	0,163	0,180	0,199	0,218	0,238	0,260
	3	0,147	0,169	0,193	0,218	0,244	0,272	0,301	0,332	0,367	0,398	0,434

Tab. VII.c

Chladič í čas t<sub>chl</sub> - rPE polyetylen vysokotlaký /min/

Geometrický tvar	index	Tloušťka stěny v mm										
		5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0
Deska	1	0,434	0,526	0,626	0,734	0,852	0,978	1,113	1,256	1,408	1,569	1,739
	2	0,865	1,046	1,245	1,461	1,695	1,946	2,214	2,499	2,802	3,122	3,460
	3	1,606	1,943	2,313	2,715	3,148	3,614	4,112	4,642	5,205	5,799	6,426
Hranol 1,6	1	0,384	0,465	0,553	0,649	0,753	0,865	0,984	1,111	1,245	1,388	1,538
	2	0,692	0,837	0,996	1,169	1,356	1,557	1,772	2,000	2,242	2,499	2,769
	3	1,223	1,479	1,761	2,066	2,397	2,751	3,130	3,534	3,965	4,415	4,892
Hranol 1,2	1	0,316	0,382	0,455	0,534	0,618	0,711	0,809	0,913	1,023	1,140	1,264
	2	0,569	0,688	0,819	0,961	1,115	1,280	1,456	1,644	1,843	2,054	2,276
	3	1,223	1,479	1,761	2,066	2,397	2,751	3,130	3,534	3,962	4,415	4,892
Válec	1	0,263	0,318	0,379	0,444	0,516	0,592	0,674	0,760	0,853	0,950	1,053
	2	0,474	0,573	0,683	0,801	0,929	1,067	1,214	1,370	1,536	1,702	1,897
	3	0,837	1,013	1,206	1,415	1,642	1,885	2,144	2,421	2,714	3,024	3,351
Krychle	1	0,233	0,282	0,335	0,394	0,457	0,524	0,597	0,674	0,755	0,842	0,933
	2	0,376	0,455	0,542	0,636	0,738	0,847	0,963	1,088	1,219	1,359	1,506
	3	0,623	0,754	0,898	1,054	1,222	1,403	1,596	1,802	2,012	2,251	2,495
Koule	1	0,172	0,208	0,248	0,291	0,338	0,388	0,446	0,498	0,559	0,622	0,690
	2	0,282	0,341	0,406	0,477	0,553	0,635	0,722	0,815	0,914	1,019	1,129
	3	0,471	0,570	0,678	0,796	0,923	1,060	1,206	1,362	1,526	1,701	1,885

Tab. VIII.a

Chladicí čas  $t_{chl}$  - LPE polyetylen nízkotlaký /min/

Geometrický tvar	index	Tloušťka stěny v mm											
		0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	
Deska	1	0,0078	0,0179	0,0217	0,026	0,042	0,055	0,070	0,074	0,089	0,106	0,125	
	2	0,0116	0,0207	0,0324	0,046	0,063	0,083	0,105	0,129	0,156	0,186	0,218	
	3	0,0196	0,0348	0,0544	0,078	0,106	0,139	0,176	0,217	0,263	0,313	0,367	
Hranol 1,6	1	0,0058	0,0101	0,0160	0,022	0,031	0,041	0,052	0,064	0,077	0,092	0,108	
	2	0,0093	0,0166	0,0259	0,037	0,051	0,066	0,084	0,104	0,125	0,149	0,175	
	3	0,0150	0,0267	0,0417	0,060	0,081	0,106	0,135	0,167	0,202	0,240	0,282	
Hranol 1,2	1	0,0047	0,0084	0,0132	0,019	0,025	0,033	0,042	0,052	0,063	0,076	0,089	
	2	0,0077	0,0137	0,0214	0,030	0,041	0,054	0,069	0,085	0,103	0,123	0,144	
	3	0,0123	0,0219	0,0343	0,049	0,067	0,087	0,111	0,137	0,166	0,197	0,232	
Válec	1	0,0039	0,0070	0,0109	0,015	0,021	0,028	0,035	0,044	0,053	0,063	0,074	
	2	0,0064	0,0114	0,0178	0,025	0,035	0,045	0,057	0,071	0,086	0,102	0,120	
	3	0,0103	0,0183	0,0286	0,041	0,056	0,073	0,092	0,114	0,138	0,164	0,193	
Krychle	1	0,0034	0,0061	0,0095	0,013	0,018	0,024	0,031	0,038	0,046	0,055	0,064	
	2	0,0051	0,0091	0,0142	0,020	0,027	0,036	0,046	0,056	0,068	0,081	0,095	
	3	0,0077	0,0138	0,0215	0,031	0,042	0,055	0,069	0,086	0,104	0,124	0,145	
Koule	1	0,0025	0,0045	0,0075	0,010	0,014	0,018	0,023	0,028	0,034	0,040	0,048	
	2	0,0038	0,0068	0,0106	0,015	0,020	0,027	0,034	0,042	0,051	0,061	0,071	
	3	0,0058	0,0104	0,0162	0,023	0,031	0,041	0,052	0,065	0,078	0,093	0,109	

Tab. VIII.b

Chladicí čas  $t_{chl}$  - lPE polyetylen nízkotlakový /min/

Geometrický tvar	index	Tloušťka stěny v mm										
		2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,2	4,4	4,6	4,8
Deska	1	0,145	0,166	0,189	0,213	0,239	0,267	0,295	0,326	0,358	0,391	0,426
	2	0,253	0,291	0,331	0,374	0,419	0,467	0,518	0,571	0,626	0,685	0,746
	3	0,426	0,489	0,557	0,628	0,705	0,785	0,870	0,959	1,053	1,151	1,253
Hranol 1,6	1	0,125	0,144	0,164	0,185	0,208	0,231	0,256	0,283	0,310	0,339	0,369
	2	0,203	0,234	0,266	0,300	0,336	0,375	0,415	0,458	0,503	0,549	0,598
	3	0,327	0,375	0,427	0,482	0,541	0,602	0,668	0,736	0,808	0,883	0,962
Hranol 1,2	1	0,103	0,118	0,135	0,152	0,171	0,190	0,211	0,232	0,255	0,279	0,303
	2	0,167	0,192	0,218	0,247	0,276	0,308	0,341	0,376	0,413	0,452	0,492
	3	0,269	0,308	0,351	0,396	0,444	0,495	0,549	0,605	0,664	0,726	0,790
Válec	1	0,086	0,098	0,112	0,127	0,142	0,158	0,175	0,193	0,212	0,232	0,253
	2	0,139	0,160	0,182	0,205	0,230	0,257	0,284	0,314	0,344	0,376	0,410
	3	0,224	0,257	0,292	0,330	0,370	0,412	0,457	0,504	0,553	0,605	0,658
Krychle	1	0,075	0,086	0,097	0,110	0,123	0,138	0,153	0,168	0,185	0,202	0,220
	2	0,111	0,127	0,145	0,164	0,183	0,204	0,226	0,250	0,274	0,300	0,326
	3	0,168	0,193	0,220	0,248	0,279	0,310	0,344	0,479	0,416	0,455	0,496
Koule	1	0,055	0,063	0,072	0,082	0,091	0,102	0,113	0,125	0,137	0,150	0,163
	2	0,083	0,095	0,108	0,122	0,137	0,153	0,170	0,187	0,205	0,225	0,245
	3	0,127	0,146	0,166	0,187	0,210	0,234	0,259	0,286	0,314	0,343	0,374

Tab. VIII.c

Chladicí čas  $t_{chl}$  - LPE polyetylen nízkotlaký /min/

Geometrický tvar	index	Tloušťka stěny v mm										
		5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0
Deska	1	0,462	0,559	0,665	0,782	0,906	1,040	1,183	1,336	1,497	1,668	1,849
	2	0,809	0,979	1,165	1,368	1,586	1,821	2,072	2,339	2,622	2,922	3,238
	3	1,360	1,645	1,958	2,298	2,665	3,060	3,481	3,930	4,406	4,909	5,440
Hranol 1,6	1	0,401	0,485	0,577	0,678	0,786	0,902	1,027	1,159	1,300	1,448	1,605
	2	0,649	0,786	0,935	1,098	1,273	1,462	1,663	1,877	2,105	2,345	2,599
	3	1,043	1,263	1,503	1,764	2,045	2,348	2,673	3,016	3,381	3,767	4,175
Hranol 1,2	1	0,329	0,399	0,474	0,557	0,646	0,742	0,844	0,953	1,068	1,190	1,319
	2	0,534	0,646	0,769	0,902	1,046	1,201	1,367	1,543	1,730	1,927	2,136
	3	0,858	1,038	1,235	1,450	1,681	1,930	2,196	2,479	2,779	3,097	3,432
Válec	1	0,274	0,332	0,395	0,464	0,538	0,618	0,703	0,794	0,890	0,991	1,099
	2	0,445	0,538	0,640	0,752	0,872	1,001	1,139	1,286	1,441	1,606	1,780
	3	0,714	0,864	1,029	1,208	1,401	1,608	1,829	2,026	2,315	2,580	2,859
Krychle	1	0,239	0,289	0,344	0,404	0,468	0,537	0,611	0,690	0,774	0,862	0,956
	2	0,354	0,429	0,510	0,599	0,694	0,797	0,907	1,024	1,148	1,279	1,418
	3	0,538	0,652	0,772	0,909	1,055	1,211	1,378	1,555	1,744	1,943	2,153
Koule	1	0,177	0,214	0,255	0,299	0,347	0,398	0,453	0,512	0,574	0,639	0,709
	2	0,265	0,321	0,382	0,449	0,520	0,598	0,680	0,768	0,861	0,959	1,063
	3	0,406	0,491	0,584	0,686	0,795	0,913	1,039	1,173	1,315	1,465	1,624



Tab. IX.a

Chladicí čas  $t_{chl}$  - SAN kop. styren - akrylonitril /min/

Geometrický tvar	index	Tloušťka stěny v mm											
		0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	
Deska	1	0,0081	0,0143	0,0224	0,032	0,044	0,057	0,075	0,089	0,108	0,129	0,151	
	2	0,0127	0,0227	0,0354	0,051	0,069	0,090	0,114	0,141	0,171	0,204	0,234	
	3	0,0259	0,0460	0,0719	0,103	0,141	0,184	0,233	0,287	0,348	0,414	0,486	
Hranol 1,6	1	0,0067	0,0119	0,0187	0,027	0,036	0,048	0,060	0,075	0,090	0,108	0,126	
	2	0,0101	0,0179	0,0280	0,040	0,055	0,072	0,091	0,112	0,135	0,161	0,189	
	3	0,0195	0,0347	0,0542	0,078	0,106	0,138	0,175	0,216	0,262	0,312	0,366	
Hranol 1,2	1	0,0055	0,0098	0,0154	0,022	0,030	0,039	0,050	0,061	0,074	0,088	0,104	
	2	0,0083	0,0147	0,0230	0,033	0,045	0,059	0,074	0,092	0,111	0,133	0,156	
	3	0,0160	0,0285	0,0445	0,064	0,087	0,114	0,144	0,178	0,215	0,256	0,301	
Válec	1	0,0046	0,0082	0,0128	0,018	0,025	0,033	0,041	0,051	0,062	0,074	0,086	
	2	0,0069	0,0123	0,0192	0,027	0,037	0,049	0,062	0,077	0,093	0,110	0,130	
	3	0,0134	0,0237	0,0371	0,053	0,072	0,095	0,120	0,148	0,179	0,213	0,251	
Krychle	1	0,0038	0,0068	0,0107	0,015	0,021	0,027	0,034	0,043	0,052	0,062	0,072	
	2	0,0054	0,0096	0,0151	0,021	0,029	0,038	0,049	0,060	0,073	0,087	0,102	
	3	0,0098	0,0174	0,0272	0,039	0,053	0,069	0,088	0,109	0,132	0,157	0,184	
Koule	1	0,0029	0,0051	0,0079	0,011	0,015	0,026	0,026	0,032	0,038	0,046	0,054	
	2	0,0041	0,0072	0,0113	0,016	0,022	0,029	0,036	0,045	0,054	0,065	0,076	
	3	0,0074	0,0132	0,0206	0,029	0,040	0,053	0,067	0,082	0,099	0,118	0,139	

Tab. IX.b

Geometrický tvar		Chladičí čas $t_{chl}$ - SAN kop. styren - akrylonitril /min/												
		Tloušťka stěny v mm												
		2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,2	4,4	4,6	4,8		
Deska	index													
	1	0,175	0,201	0,229	0,259	0,290	0,323	0,358	0,395	0,433	0,474	0,516		
	2	0,277	0,318	0,362	0,409	0,459	0,511	0,566	0,624	0,685	0,749	0,815		
Hranol 1,6	3	0,564	0,647	0,736	0,831	0,932	1,038	1,151	1,269	1,392	1,522	1,657		
	1	0,147	0,168	0,192	0,216	0,243	0,270	0,300	0,330	0,363	0,396	0,432		
	2	0,220	0,252	0,287	0,324	0,363	0,405	0,449	0,495	0,543	0,593	0,646		
Hranol 1,2	3	0,425	0,487	0,555	0,626	0,702	0,782	0,867	0,956	1,049	1,146	1,248		
	1	0,121	0,138	0,157	0,178	0,199	0,222	0,246	0,272	0,298	0,326	0,355		
	2	0,180	0,207	0,236	0,266	0,299	0,333	0,370	0,406	0,446	0,488	0,531		
Válec	3	0,349	0,401	0,456	0,515	0,577	0,643	0,712	0,785	0,862	0,942	1,026		
	1	0,100	0,115	0,131	0,148	0,166	0,185	0,205	0,226	0,248	0,271	0,296		
	2	0,150	0,173	0,196	0,222	0,249	0,277	0,307	0,339	0,372	0,406	0,442		
Krychle	3	0,291	0,334	0,380	0,429	0,481	0,536	0,594	0,654	0,718	0,785	0,855		
	1	0,084	0,096	0,110	0,124	0,139	0,155	0,171	0,189	0,207	0,227	0,247		
	2	0,118	0,135	0,154	0,174	0,195	0,217	0,241	0,266	0,291	0,319	0,347		
Koule	3	0,213	0,245	0,279	0,315	0,353	0,393	0,436	0,480	0,527	0,576	0,627		
	1	0,062	0,072	0,082	0,092	0,103	0,115	0,128	0,141	0,155	0,169	0,184		
	2	0,088	0,107	0,116	0,130	0,146	0,163	0,181	0,199	0,219	0,239	0,260		
	3	0,161	0,185	0,211	0,238	0,267	0,297	0,330	0,363	0,399	0,436	0,475		

Tab. IX.c

Geometrický tvar		SAN kop. styren - akrylonitril /min/																										
		Tloušťka stěny v mm																										
		5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0																
index	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3				
Deska	1	0,560	0,678	0,806	0,946	1,038	1,260	1,434	1,618	1,814	2,022	2,240	1,618	1,814	2,022	2,240	1,618	1,814	2,022	2,240	1,618	1,814	2,022	2,240	1,618	1,814	2,022	2,240
	2	0,885	1,071	1,275	1,496	1,735	1,992	2,266	2,558	2,868	3,196	3,541	2,558	2,868	3,196	3,541	2,558	2,868	3,196	3,541	2,558	2,868	3,196	3,541	2,558	2,868	3,196	3,541
	3	1,738	2,176	2,589	3,039	3,524	4,046	4,603	5,196	5,826	6,492	7,193	5,196	5,826	6,492	7,193	5,196	5,826	6,492	7,193	5,196	5,826	6,492	7,193	5,196	5,826	6,492	7,193
Hranol 1,6	1	0,469	0,567	0,675	0,792	0,919	1,055	1,200	1,355	1,519	1,692	1,875	1,355	1,519	1,692	1,875	1,355	1,519	1,692	1,875	1,355	1,519	1,692	1,875	1,355	1,519	1,692	1,875
	2	0,701	0,848	1,010	1,185	1,374	1,578	1,735	2,027	2,272	2,531	2,805	2,027	2,272	2,531	2,805	2,027	2,272	2,531	2,805	2,027	2,272	2,531	2,805	2,027	2,272	2,531	2,805
	3	1,355	1,639	1,951	2,289	2,655	3,048	3,468	3,915	4,389	4,890	5,419	3,915	4,389	4,890	5,419	3,915	4,389	4,890	5,419	3,915	4,389	4,890	5,419	3,915	4,389	4,890	5,419
Hranol 1,2	1	0,385	0,466	0,555	0,651	0,755	0,867	0,986	1,113	1,248	1,391	1,541	1,113	1,248	1,391	1,541	1,113	1,248	1,391	1,541	1,113	1,248	1,391	1,541	1,113	1,248	1,391	1,541
	2	0,576	0,697	0,830	0,974	1,130	1,297	1,476	1,666	1,868	2,081	2,306	1,666	1,868	2,081	2,306	1,666	1,868	2,081	2,306	1,666	1,868	2,081	2,306	1,666	1,868	2,081	2,306
	3	1,113	1,347	1,603	1,882	2,182	2,505	2,850	3,218	3,608	4,020	4,454	3,218	3,608	4,020	4,454	3,218	3,608	4,020	4,454	3,218	3,608	4,020	4,454	3,218	3,608	4,020	4,454
Válec	1	0,321	0,388	0,462	0,542	0,629	0,722	0,821	0,927	1,040	1,158	1,284	0,927	1,040	1,158	1,284	0,927	1,040	1,158	1,284	0,927	1,040	1,158	1,284	0,927	1,040	1,158	1,284
	2	0,490	0,581	0,691	0,811	0,941	1,080	1,229	1,387	1,556	1,733	1,921	1,387	1,556	1,733	1,921	1,387	1,556	1,733	1,921	1,387	1,556	1,733	1,921	1,387	1,556	1,733	1,921
	3	0,927	1,122	1,336	1,567	1,818	2,087	2,375	2,681	3,006	3,349	3,711	2,681	3,006	3,349	3,711	2,681	3,006	3,349	3,711	2,681	3,006	3,349	3,711	2,681	3,006	3,349	3,711
Krychle	1	0,268	0,324	0,386	0,453	0,525	0,603	0,686	0,775	0,869	0,968	1,073	0,775	0,869	0,968	1,073	0,775	0,869	0,968	1,073	0,775	0,869	0,968	1,073	0,775	0,869	0,968	1,073
	2	0,376	0,455	0,542	0,636	0,738	0,847	0,964	1,088	1,220	1,360	1,507	1,088	1,220	1,360	1,507	1,088	1,220	1,360	1,507	1,088	1,220	1,360	1,507	1,088	1,220	1,360	1,507
	3	0,681	0,824	0,980	1,150	1,334	1,532	1,743	1,968	2,206	2,458	2,724	1,968	2,206	2,458	2,724	1,968	2,206	2,458	2,724	1,968	2,206	2,458	2,724	1,968	2,206	2,458	2,724
Koule	1	0,200	0,242	0,288	0,338	0,392	0,450	0,512	0,578	0,648	0,722	0,800	0,578	0,648	0,722	0,800	0,578	0,648	0,722	0,800	0,578	0,648	0,722	0,800	0,578	0,648	0,722	0,800
	2	0,282	0,342	0,407	0,477	0,554	0,636	0,723	0,817	0,916	1,020	1,131	0,817	0,916	1,020	1,131	0,817	0,916	1,020	1,131	0,817	0,916	1,020	1,131	0,817	0,916	1,020	1,131
	3	0,515	0,623	0,742	0,871	1,010	1,159	1,319	1,489	1,670	1,861	2,062	1,489	1,670	1,861	2,062	1,489	1,670	1,861	2,062	1,489	1,670	1,861	2,062	1,489	1,670	1,861	2,062

Tab. X.a

Chladicí čas  $t_{chl}$  - PVC polyvinylchlorid tvrdý /min/

Geometrický tvar	index	Tloušťka stěny v mm										
		0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6
Deska	1	0,0131	0,0233	0,036	0,052	0,071	0,093	0,118	0,146	0,176	0,210	0,246
	2	0,0215	0,0383	0,060	0,086	0,117	0,153	0,194	0,240	0,290	0,345	0,405
	3	0,0442	0,0786	0,123	0,177	0,241	0,314	0,398	0,491	0,595	0,788	0,831
Hranol 1,6	1	0,0113	0,0201	0,031	0,045	0,061	0,080	0,102	0,125	0,152	0,181	0,213
	2	0,0174	0,0309	0,048	0,069	0,094	0,123	0,156	0,193	0,234	0,278	0,326
	3	0,0336	0,0597	0,093	0,134	0,183	0,239	0,302	0,373	0,452	0,537	0,631
Hranol 1,2	1	0,0093	0,0165	0,026	0,037	0,050	0,066	0,084	0,103	0,125	0,149	0,175
	2	0,0143	0,0254	0,039	0,057	0,078	0,101	0,129	0,159	0,192	0,229	0,268
	3	0,0336	0,0597	0,093	0,134	0,183	0,239	0,302	0,373	0,452	0,537	0,631
Válec	1	0,0077	0,0138	0,021	0,031	0,042	0,055	0,070	0,086	0,104	0,124	0,146
	2	0,0119	0,0211	0,033	0,047	0,065	0,084	0,107	0,132	0,160	0,190	0,224
	3	0,0230	0,0409	0,064	0,092	0,125	0,163	0,207	0,255	0,309	0,368	0,432
Krychle	1	0,0067	0,0119	0,018	0,027	0,036	0,048	0,060	0,074	0,090	0,107	0,126
	2	0,0095	0,0169	0,028	0,038	0,052	0,068	0,086	0,106	0,128	0,152	0,180
	3	0,0171	0,0304	0,047	0,068	0,093	0,121	0,154	0,190	0,230	0,273	0,321
Koule	1	0,0049	0,0088	0,013	0,020	0,027	0,035	0,045	0,055	0,067	0,080	0,093
	2	0,0071	0,0127	0,020	0,028	0,038	0,051	0,064	0,079	0,096	0,114	0,134
	3	0,0129	0,0229	0,036	0,051	0,070	0,092	0,116	0,143	0,173	0,206	0,242

Tab. X.b

Chladicí čas  $t_{chl}$  - PVC polyvinylchlorid tvrdý /min/

Geometrický tvar	index	Tloušťka stěny v mm											
		2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,2	4,4	4,6	4,8	
Deska	1	0,285	0,328	0,373	0,421	0,472	0,526	0,583	0,643	0,705	0,771	0,839	
	2	0,470	0,539	0,614	0,693	0,777	0,870	0,959	1,057	1,161	1,269	1,381	
	3	0,963	1,106	1,259	1,421	1,593	1,775	1,967	2,168	2,380	2,601	2,832	
Hranol 1,6	1	0,247	0,283	0,322	0,364	0,408	0,455	0,504	0,555	0,610	0,666	0,726	
	2	0,379	0,435	0,495	0,558	0,626	0,698	0,773	0,852	0,935	1,022	1,113	
	3	0,732	0,840	0,956	1,079	1,210	1,348	1,494	1,647	1,808	1,976	2,152	
Hranol 1,2	1	0,203	0,233	0,265	0,299	0,335	0,373	0,414	0,456	0,501	0,547	0,596	
	2	0,313	0,357	0,406	0,459	0,515	0,573	0,635	0,700	0,769	0,840	0,915	
	3	0,752	0,840	0,956	1,079	0,210	1,348	1,494	1,647	1,808	1,976	2,152	
Válec	1	0,169	0,194	0,221	0,249	0,279	0,311	0,345	0,480	0,417	0,456	0,497	
	2	0,259	0,298	0,339	0,382	0,429	0,478	0,529	0,584	0,641	0,700	0,762	
	3	0,501	0,575	0,655	0,736	0,829	0,923	1,023	1,128	1,238	1,353	1,474	
Krychle	1	0,146	0,168	0,191	0,216	0,242	0,269	0,298	0,329	0,361	0,395	0,430	
	2	0,208	0,238	0,271	0,306	0,343	0,383	0,424	0,467	0,514	0,561	0,611	
	3	0,372	0,427	0,486	0,549	0,615	0,686	0,761	0,838	0,919	1,005	1,094	
Koule	1	0,108	0,124	0,142	0,160	0,179	0,200	0,221	0,244	0,268	0,293	0,319	
	2	0,155	0,178	0,203	0,229	0,257	0,286	0,317	0,350	0,384	0,420	0,457	
	3	0,281	0,323	0,367	0,415	0,465	0,518	0,574	0,633	0,695	0,759	0,827	

Tab. X.c

		Chladicí čas $t_{chl}$ - PVC polyvinylchlorid tvrdý /min/										
Geometrický tvar	index	Tloušťka stěny v mm										
		5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0
Deska	1	0,911	1,102	1,312	1,540	1,786	2,050	2,333	2,634	2,952	3,283	3,645
	2	1,495	1,814	2,158	2,533	2,938	3,373	3,838	4,332	4,857	5,412	5,997
	3	3,073	3,719	4,426	5,194	6,024	6,915	7,868	8,8824	9,958	11,095	12,294
Hranol 1,6	1	0,787	0,953	1,134	1,331	1,544	1,772	2,016	2,276	2,552	2,843	3,151
	2	1,208	1,462	1,740	2,043	2,368	2,719	3,093	3,492	3,315	4,362	4,834
	3	2,335	2,825	3,362	3,946	4,576	5,253	5,977	6,748	7,565	8,429	9,340
Hranol 1,2	1	0,647	0,783	0,932	1,094	1,268	1,456	1,656	1,870	2,097	2,336	2,589
	2	0,993	1,202	1,430	1,678	1,946	2,235	2,542	2,870	3,218	3,585	3,973
	3	2,335	2,825	3,362	3,946	4,576	5,253	5,977	6,748	7,565	8,429	9,340
Válec	1	0,539	0,652	0,777	0,911	1,057	1,214	1,381	1,559	1,748	1,947	2,158
	2	0,827	1,001	1,131	1,399	1,622	1,862	2,119	2,392	2,682	2,988	3,311
	3	1,599	1,935	2,303	2,703	3,135	3,599	4,094	4,622	5,182	5,774	6,398
Krychle	1	0,467	0,565	0,672	0,789	0,915	1,050	1,195	1,349	1,513	1,686	1,868
	2	0,663	0,802	0,954	1,120	1,299	1,491	1,697	1,916	2,148	2,393	2,652
	3	1,187	1,437	1,710	2,007	2,328	2,672	3,040	3,432	3,848	4,287	4,751
Koule	1	0,346	0,419	0,459	0,585	0,679	0,779	0,887	1,001	1,122	1,251	1,386
	2	0,496	0,600	0,714	0,838	0,972	1,116	1,276	1,434	1,608	1,791	1,985
	3	0,897	1,086	1,292	1,516	1,759	2,019	2,297	2,593	2,908	3,239	3,590

Tab. XI.a

Geometrický tvar		Chladicí čas $t_{chl}$ - m PVC polyvinylchlorid měkký /min/											
		Tloušťka stěny v mm											
		0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	
Deska	1	0,0117	0,0208	0,032	0,047	0,064	0,083	0,105	0,130	0,157	0,187	0,220	
	2	0,0194	0,0344	0,053	0,077	0,105	0,136	0,174	0,215	0,261	0,310	0,364	
	3	0,0411	0,0732	0,114	0,164	0,224	0,293	0,370	0,457	0,554	0,659	0,773	
Hranol 1,6	1	0,0103	0,0183	0,028	0,041	0,056	0,073	0,093	0,115	0,139	0,165	0,194	
	2	0,0158	0,0281	0,044	0,063	0,086	0,112	0,142	0,176	0,213	0,253	0,297	
	3	0,0314	0,0558	0,087	0,125	0,171	0,223	0,283	0,349	0,422	0,502	0,530	
Hranol 1,2	1	0,0085	0,0151	0,023	0,034	0,046	0,060	0,076	0,094	0,114	0,136	0,159	
	2	0,0130	0,0231	0,036	0,052	0,071	0,092	0,117	0,144	0,174	0,208	0,244	
	3	0,0258	0,0459	0,071	0,105	0,140	0,183	0,237	0,287	0,347	0,413	0,485	
Válec	1	0,0070	0,0125	0,019	0,028	0,038	0,050	0,064	0,078	0,095	0,113	0,133	
	2	0,0108	0,0192	0,030	0,043	0,053	0,077	0,097	0,120	0,146	0,173	0,203	
	3	0,0215	0,0382	0,059	0,086	0,117	0,153	0,194	0,239	0,289	0,344	0,404	
Krychle	1	0,0062	0,0111	0,017	0,025	0,034	0,044	0,056	0,069	0,084	0,100	0,117	
	2	0,0088	0,0156	0,024	0,035	0,048	0,062	0,079	0,098	0,118	0,141	0,165	
	3	0,0160	0,0285	0,048	0,064	0,087	0,114	0,144	0,178	0,216	0,257	0,302	
Koule	1	0,0046	0,0082	0,013	0,018	0,025	0,033	0,041	0,051	0,062	0,074	0,087	
	2	0,0065	0,0117	0,018	0,026	0,036	0,047	0,059	0,073	0,088	0,105	0,124	
	3	0,0121	0,0215	0,033	0,048	0,066	0,086	0,109	0,135	0,163	0,194	0,228	

Tab. XI.b

Chladicí čas  $t_{chl}$  - m PVC polyvinylchlorid měkký /min/

Geometrický tvar	index	Tloušťka stěny v mm										
		2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,2	4,4	4,6	4,8
Deska	1	0,255	0,293	0,333	0,376	0,422	0,470	0,521	0,574	0,630	0,689	0,750
	2	0,422	0,485	0,551	0,623	0,698	0,778	0,862	0,950	1,043	1,140	1,241
	3	0,837	1,029	1,171	1,322	1,482	1,652	1,830	2,018	2,215	2,421	2,636
Hranol 1,6	1	0,225	0,258	0,294	0,332	0,372	0,415	0,459	0,507	0,556	0,608	0,662
	2	0,345	0,396	0,450	0,508	0,570	0,635	0,709	0,776	0,851	0,930	1,013
	3	0,684	0,785	0,894	1,003	1,131	1,260	1,396	1,539	1,690	1,847	2,011
Hranol 1,2	1	0,185	0,212	0,241	0,273	0,306	0,341	0,378	0,416	0,457	0,499	0,544
	2	0,283	0,325	0,370	0,417	0,468	0,522	0,578	0,637	0,699	0,765	0,832
	3	0,562	0,645	0,734	0,829	0,928	1,036	1,148	1,265	1,389	1,518	1,653
Válec	1	0,154	0,177	0,201	0,227	0,255	0,284	0,314	0,347	0,381	0,416	0,453
	2	0,236	0,271	0,308	0,348	0,390	0,435	0,482	0,531	0,583	0,637	0,694
	3	0,468	0,538	0,612	0,691	0,774	0,863	0,956	1,054	1,157	1,265	1,377
Krychle	1	0,136	0,156	0,178	0,201	0,225	0,251	0,278	0,306	0,336	0,368	0,400
	2	0,192	0,220	0,250	0,283	0,317	0,353	0,391	0,432	0,474	0,518	0,564
	3	0,350	0,402	0,457	0,516	0,578	0,644	0,714	0,787	0,864	0,945	1,029
Koule	1	0,100	0,115	0,131	0,148	0,166	0,185	0,206	0,227	0,249	0,272	0,296
	2	0,143	0,164	0,187	0,211	0,237	0,264	0,292	0,322	0,354	0,387	0,421
	3	0,264	0,303	0,345	0,389	0,437	0,487	0,539	0,595	0,653	0,713	0,777



Tab. XI.c

Geometrický tvar		Chladicí čas $t_{chl}$ - m PVC polyvinylchlorid měkký /min/										
		Tloušťka stěny v mm										
index		5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0
Deska	1	0,814	0,985	1,172	1,376	1,596	1,832	2,085	2,354	2,639	2,940	3,258
	2	1,347	1,630	1,940	2,276	2,640	3,031	3,448	3,893	4,365	4,863	5,389
	3	2,860	3,461	4,118	4,833	5,606	6,435	7,322	8,266	9,267	10,325	11,441
Hranol 1,6	1	0,718	0,869	1,034	1,214	1,408	1,616	1,839	2,076	2,328	2,593	2,874
	2	1,099	1,330	1,583	1,858	2,155	2,474	2,815	3,178	3,563	3,970	4,399
	3	2,182	2,640	3,142	3,688	4,277	4,910	5,587	6,307	7,071	7,878	8,730
Hranol 1,2	1	0,590	0,714	0,850	0,978	1,157	1,328	1,511	1,706	1,913	2,131	2,362
	2	0,903	1,093	1,301	1,527	1,771	2,033	2,313	2,611	2,928	3,262	3,615
	3	1,793	2,170	2,583	3,031	3,515	4,036	4,592	5,184	5,811	6,475	7,175
Válec	1	0,492	0,595	0,708	0,831	0,964	1,107	1,259	1,421	1,594	1,776	1,968
	2	0,753	0,911	1,084	1,273	1,476	1,694	1,928	2,176	2,440	2,719	3,013
	3	1,494	1,808	2,152	2,526	2,929	3,363	3,826	4,319	4,943	5,396	5,979
Krychle	1	0,434	0,526	0,626	0,734	0,852	0,978	1,113	1,256	1,408	1,569	1,739
	2	0,612	0,740	0,881	1,034	1,200	1,377	1,567	1,769	1,983	2,210	2,449
	3	1,116	1,351	1,607	1,886	2,188	2,512	2,858	3,226	3,617	4,030	4,466
Koule	1	0,321	0,389	0,463	0,543	0,630	0,724	0,823	0,929	1,042	1,161	1,287
	2	0,457	0,553	0,658	0,773	0,896	1,029	1,171	1,322	1,482	1,651	1,830
	3	0,843	1,020	1,214	1,425	1,652	1,897	2,158	2,437	2,732	3,044	3,373

Tab. XII.e

Chladicí čas  $t_{chl}$  - Umacryl KI kop. metylmetakrylát - styren /min/

Geometrický tvar	index	Tloušťka stěny v mm										
		0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6
Deska	1	0,0084	0,0149	0,023	0,033	0,046	0,060	0,076	0,093	0,113	0,135	0,158
	2	0,0165	0,0293	0,046	0,066	0,090	0,117	0,148	0,183	0,222	0,264	0,310
	3	0,0338	0,0602	0,094	0,135	0,184	0,241	0,305	0,376	0,455	0,542	0,636
Hranol 1,6	1	0,0073	0,0130	0,020	0,029	0,040	0,052	0,066	0,081	0,099	0,117	0,138
	2	0,0131	0,0233	0,036	0,052	0,071	0,093	0,118	0,146	0,177	0,210	0,247
	3	0,0255	0,0454	0,071	0,102	0,139	0,182	0,230	0,284	0,344	0,409	0,480
Hranol 1,2	1	0,0060	0,0107	0,017	0,024	0,033	0,043	0,054	0,067	0,081	0,096	0,113
	2	0,0108	0,0192	0,030	0,043	0,059	0,077	0,097	0,120	0,145	0,173	0,203
	3	0,0210	0,0373	0,058	0,084	0,114	0,149	0,189	0,233	0,282	0,336	0,394
Válec	1	0,0050	0,0089	0,014	0,020	0,027	0,036	0,045	0,056	0,067	0,080	0,094
	2	0,0090	0,0160	0,025	0,036	0,049	0,064	0,081	0,100	0,121	0,144	0,169
	3	0,0171	0,0311	0,048	0,070	0,095	0,124	0,157	0,194	0,235	0,280	0,329
Krychle	1	0,0044	0,0078	0,012	0,017	0,024	0,031	0,039	0,050	0,059	0,070	0,082
	2	0,0071	0,0126	0,019	0,028	0,038	0,050	0,064	0,079	0,095	0,113	0,133
	3	0,0128	0,0229	0,036	0,051	0,070	0,091	0,116	0,143	0,173	0,206	0,242
Koule	1	0,0042	0,0075	0,012	0,017	0,023	0,030	0,038	0,047	0,057	0,068	0,080
	2	0,0069	0,0123	0,019	0,028	0,038	0,049	0,062	0,077	0,093	0,111	0,131
	3	0,0127	0,0226	0,035	0,051	0,069	0,090	0,114	0,141	0,171	0,204	0,239



Tab. XII.c

Chladicí čas  $t_{chl}$  - Umacryl KI kop. metylmetakrylát - styren /min/

Geometrický tvar	index	Tloušťka stěny v mm										
		5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0
Deska	1	0,585	0,708	0,843	0,989	1,148	1,318	1,499	1,692	1,897	2,114	2,343
	2	1,147	1,388	1,652	1,939	2,249	2,582	2,938	3,317	3,718	4,143	4,591
	3	2,353	2,847	3,389	3,977	4,612	5,295	6,025	6,801	7,625	8,496	9,414
Hranol 1,6	1	0,511	0,618	0,735	0,863	1,001	1,149	1,308	1,476	1,655	1,844	2,044
	2	0,913	1,105	1,315	1,543	1,789	2,054	2,338	2,633	2,959	3,296	3,653
	3	1,776	2,149	2,557	3,001	3,481	3,996	4,547	5,133	5,755	6,412	7,105
Hranol 1,2	1	0,420	0,508	0,604	0,709	0,823	0,945	1,075	1,213	1,360	1,516	1,680
	2	0,750	0,908	1,080	1,268	1,471	1,688	1,921	2,163	2,431	2,709	3,002
	3	1,459	1,766	2,102	2,467	2,861	3,284	3,737	4,218	4,729	5,269	5,839
Válec	1	0,350	0,423	0,504	0,591	0,686	0,787	0,896	1,011	1,134	1,263	1,400
	2	0,625	0,756	0,900	1,057	1,226	1,407	1,601	1,807	2,026	2,258	2,502
	3	1,216	1,472	1,751	2,055	2,384	2,737	3,114	3,515	3,941	4,391	4,866
Krychle	1	0,305	0,369	0,440	0,516	0,599	0,688	0,782	0,883	0,990	1,103	1,223
	2	0,493	0,596	0,710	0,833	0,966	1,109	1,262	1,425	1,598	1,780	1,973
	3	0,895	1,083	1,288	1,512	1,754	2,013	2,291	2,586	2,899	3,231	3,580
Koule	1	0,296	0,358	0,427	0,501	0,581	0,687	0,759	0,856	0,960	1,070	1,186
	2	0,483	0,585	0,696	0,817	0,948	1,088	1,238	1,398	1,567	1,746	1,935
	3	0,885	1,071	1,275	1,497	1,736	1,993	2,267	2,559	2,869	3,197	3,543

Tab. XIII.a

Chladicí čas  $t_{chl}$  - PC polykarbonát /min/

Geometrický tvar	index	Tloušťka stěny v mm											
		0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	
Deska	1	0,0114	0,0203	0,0317	0,045	0,062	0,081	0,102	0,126	0,153	0,182	0,214	
	2	0,0182	0,0325	0,0508	0,073	0,099	0,130	0,164	0,203	0,246	0,292	0,343	
	3	0,0368	0,0654	0,1023	0,147	0,200	0,261	0,331	0,409	0,495	0,589	0,691	
Hranol 1,6	1	0,0095	0,0169	0,0264	0,038	0,051	0,067	0,085	0,105	0,128	0,152	0,178	
	2	0,0144	0,0256	0,0401	0,057	0,078	0,102	0,129	0,160	0,194	0,231	0,271	
	3	0,0277	0,0492	0,0769	0,110	0,150	0,197	0,249	0,307	0,372	0,443	0,520	
Hranol 1,2	1	0,0078	0,0139	0,0217	0,031	0,042	0,055	0,070	0,087	0,105	0,125	0,146	
	2	0,0118	0,0211	0,0329	0,047	0,064	0,084	0,106	0,131	0,159	0,183	0,223	
	3	0,0227	0,0404	0,0632	0,091	0,124	0,162	0,205	0,253	0,306	0,364	0,427	
Válec	1	0,0065	0,0116	0,0181	0,026	0,035	0,046	0,058	0,072	0,087	0,104	0,122	
	2	0,0098	0,0175	0,0274	0,039	0,053	0,070	0,089	0,109	0,133	0,158	0,185	
	3	0,0189	0,0337	0,0527	0,076	0,103	0,135	0,170	0,210	0,255	0,303	0,356	
Krychle	1	0,0054	0,0096	0,0150	0,021	0,029	0,038	0,048	0,060	0,073	0,086	0,101	
	2	0,0077	0,0137	0,0214	0,030	0,042	0,054	0,069	0,085	0,103	0,123	0,145	
	3	0,0138	0,0247	0,0386	0,055	0,075	0,098	0,125	0,154	0,186	0,222	0,261	
Koule	1	0,0040	0,0071	0,0112	0,016	0,022	0,028	0,036	0,045	0,054	0,064	0,076	
	2	0,0057	0,0103	0,0161	0,023	0,031	0,041	0,052	0,064	0,078	0,092	0,108	
	3	0,0105	0,0187	0,0292	0,042	0,057	0,074	0,094	0,116	0,141	0,168	0,197	

Tab. XIII.b

Chladicí čas  $t_{chl}$  - PC polykarbonát /min/

Geometrický tvar	index	Tloušťka stěny v mm											
		2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,2	4,4	4,6	4,8	
Deska	1	0,248	0,285	0,324	0,366	0,411	0,458	0,507	0,559	0,614	0,671	0,730	
	2	0,398	0,457	0,520	0,587	0,658	0,734	0,813	0,896	0,984	1,075	1,171	
	3	0,802	0,920	1,047	1,182	1,325	1,477	1,636	1,804	1,980	2,164	2,357	
Hranol 1,6	1	0,207	0,238	0,270	0,305	0,342	0,381	0,423	0,466	0,511	0,559	0,609	
	2	0,314	0,361	0,410	0,463	0,519	0,579	0,642	0,707	0,776	0,849	0,924	
	3	0,603	0,692	0,788	0,889	0,997	1,111	1,231	1,357	1,489	1,628	1,773	
Hranol 1,2	1	0,170	0,195	0,222	0,251	0,281	0,313	0,347	0,383	0,420	0,459	0,500	
	2	0,258	0,296	0,337	0,381	0,427	0,476	0,527	0,581	0,638	0,697	0,759	
	3	0,495	0,569	0,647	0,731	0,819	0,913	1,012	1,115	1,224	1,338	1,457	
Válec	1	0,142	0,163	0,185	0,209	0,234	0,261	0,289	0,319	0,350	0,383	0,417	
	2	0,215	0,247	0,281	0,317	0,356	0,396	0,439	0,484	0,532	0,581	0,633	
	3	0,413	0,474	0,539	0,609	0,683	0,761	0,843	0,929	1,020	1,115	1,214	
Krychle	1	0,118	0,135	0,154	0,174	0,195	0,217	0,241	0,265	0,291	0,318	0,347	
	2	0,158	0,193	0,219	0,247	0,277	0,309	0,343	0,378	0,415	0,453	0,494	
	3	0,302	0,347	0,395	0,446	0,500	0,557	0,617	0,681	0,747	0,816	0,889	
Koule	1	0,088	0,101	0,115	0,129	0,145	0,162	0,179	0,198	0,217	0,237	0,258	
	2	0,126	0,145	0,164	0,186	0,208	0,232	0,257	0,284	0,311	0,340	0,371	
	3	0,229	0,263	0,299	0,337	0,378	0,422	0,467	0,515	0,565	0,618	0,673	

Tab. XIII.c

Chladicí čas  $t_{chl}$  - PC polykarbonát /min/

Geometrický tvar	index	Tloušťka stěny v mm										
		5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0
Deska	1	0,793	0,959	1,142	1,340	1,554	1,784	2,030	2,291	2,569	2,862	3,172
	2	1,270	1,537	1,829	2,147	2,490	2,859	3,253	3,672	4,117	4,587	5,083
	3	2,557	3,094	3,682	4,322	5,012	5,754	6,547	7,391	8,286	9,232	10,230
Hranol 1,6	1	0,661	0,799	0,951	1,117	1,295	1,487	1,692	1,910	2,141	2,386	2,644
	2	1,003	1,213	1,444	1,695	1,965	2,256	2,567	2,838	3,249	3,620	4,012
	3	1,923	2,327	2,770	3,251	3,770	4,328	4,924	5,559	6,233	6,944	7,695
Hranol 1,2	1	0,543	0,657	0,782	0,918	1,064	1,222	1,390	1,569	1,760	1,961	2,173
	2	0,824	0,997	1,187	1,393	1,615	1,854	2,110	2,382	2,670	2,975	3,297
	3	1,581	1,913	2,277	2,672	3,099	3,557	4,048	4,569	5,123	5,708	6,325
Válec	1	0,452	0,547	0,652	0,765	0,887	1,018	1,159	1,308	1,467	1,634	1,811
	2	0,687	0,831	0,989	1,161	1,346	1,545	1,758	1,985	2,225	2,480	2,748
	3	1,317	1,594	1,897	2,227	2,582	2,945	3,373	3,808	4,269	4,757	5,271
Krychle	1	0,376	0,455	0,542	0,636	0,738	0,847	0,964	1,088	1,220	1,360	1,507
	2	0,536	0,648	0,771	0,905	1,050	1,206	1,372	1,549	1,736	1,935	2,144
	3	0,965	1,167	1,389	1,630	1,891	2,171	2,470	2,788	3,126	3,483	3,860
Koule	1	0,280	0,339	0,404	0,474	0,550	0,631	0,718	0,811	0,909	1,013	1,123
	2	0,402	0,487	0,579	0,680	0,789	0,905	1,030	1,163	1,304	1,453	1,616
	3	0,730	0,884	1,052	1,234	1,431	1,643	1,870	2,111	2,366	2,637	2,922

Tab. XIV.a

Geometrický tvar		index	Tloušťka stěny v mm											
			0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	
Deska	1	0,0082	0,0145	0,0227	0,032	0,044	0,058	0,073	0,091	0,116	0,131	0,154		
	2	0,0165	0,0293	0,0458	0,066	0,089	0,117	0,148	0,183	0,222	0,264	0,310		
	3	0,0329	0,0585	0,0914	0,131	0,179	0,234	0,296	0,365	0,442	0,526	0,618		
Hranol 1,6	1	0,0076	0,0135	0,0212	0,030	0,041	0,054	0,068	0,085	0,102	0,122	0,143		
	2	0,0135	0,0241	0,0377	0,054	0,074	0,096	0,122	0,151	0,182	0,217	0,255		
	3	0,0253	0,0450	0,0703	0,101	0,138	0,180	0,228	0,281	0,340	0,405	0,475		
Hranol 1,2	1	0,0062	0,0111	0,0174	0,025	0,034	0,044	0,056	0,069	0,084	0,100	0,118		
	2	0,0111	0,0198	0,0310	0,044	0,060	0,079	0,100	0,124	0,150	0,178	0,209		
	3	0,0208	0,0370	0,0578	0,083	0,113	0,148	0,187	0,231	0,279	0,333	0,391		
Válec	1	0,0052	0,0093	0,0145	0,021	0,028	0,037	0,047	0,058	0,070	0,083	0,098		
	2	0,0093	0,0165	0,0258	0,037	0,050	0,066	0,083	0,103	0,125	0,143	0,174		
	3	0,0173	0,0308	0,0481	0,069	0,094	0,123	0,156	0,192	0,233	0,277	0,325		
Krychle	1	0,0048	0,0086	0,0135	0,019	0,026	0,034	0,043	0,054	0,065	0,078	0,091		
	2	0,0076	0,0135	0,0212	0,030	0,041	0,054	0,068	0,085	0,102	0,122	0,143		
	3	0,0131	0,0233	0,0364	0,052	0,071	0,093	0,118	0,145	0,176	0,209	0,246		
Koule	1	0,0035	0,0063	0,0099	0,014	0,019	0,025	0,032	0,039	0,048	0,057	0,067		
	2	0,0057	0,0101	0,0158	0,022	0,031	0,040	0,051	0,063	0,076	0,091	0,107		
	3	0,0098	0,0175	0,0274	0,039	0,053	0,070	0,089	0,109	0,132	0,158	0,185		



Tab. XIV.b

Chladicí čas  $t_{chl}$  - POM polyformaldehyd /min/

Geometrický tvar	index	Tloušťka stěny v mm											
		2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,2	4,4	4,6	4,8	
Deska	1	0,178	0,205	0,233	0,263	0,295	0,329	0,364	0,402	0,441	0,482	0,525	
	2	0,359	0,413	0,469	0,530	0,594	0,662	0,734	0,809	0,888	0,971	1,057	
	3	0,716	0,822	0,936	1,057	1,185	1,320	1,462	1,612	1,770	1,934	2,106	
Hranol 1,6	1	0,166	0,191	0,217	0,245	0,275	0,306	0,339	0,374	0,411	0,449	0,489	
	2	0,296	0,339	0,386	0,436	0,489	0,545	0,604	0,666	0,731	0,799	0,870	
	3	0,551	0,633	0,720	0,813	0,911	1,016	1,125	1,241	1,362	1,488	1,621	
Hranol 1,2	1	0,136	0,157	0,178	0,201	0,226	0,252	0,279	0,308	0,338	0,369	0,402	
	2	0,243	0,279	0,317	0,358	0,402	0,448	0,496	0,547	0,601	0,656	0,715	
	3	0,453	0,520	0,592	0,668	0,749	0,835	0,925	1,020	1,119	1,223	1,332	
Válec	1	0,114	0,131	0,149	0,168	0,188	0,210	0,232	0,256	0,281	0,307	0,335	
	2	0,202	0,232	0,265	0,299	0,335	0,373	0,414	0,456	0,500	0,547	0,596	
	3	0,377	0,433	0,493	0,557	0,624	0,695	0,771	0,850	0,933	1,019	1,110	
Krychle	1	0,106	0,121	0,138	0,156	0,175	0,195	0,216	0,238	0,262	0,286	0,311	
	2	0,166	0,191	0,217	0,245	0,275	0,306	0,339	0,374	0,411	0,449	0,483	
	3	0,285	0,327	0,372	0,420	0,471	0,525	0,582	0,642	0,704	0,770	0,838	
Koule	1	0,078	0,089	0,102	0,115	0,129	0,143	0,159	0,175	0,192	0,210	0,229	
	2	0,124	0,142	0,162	0,183	0,205	0,228	0,253	0,279	0,306	0,335	0,365	
	3	0,215	0,247	0,281	0,317	0,355	0,396	0,439	0,484	0,531	0,580	0,632	

Tab. XIV.c

Chladičící čas  $t_{chl}$  - POM polyformaldehyd /min/

Geometrický tvar	index	Tloušťka stěny v mm										
		5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0
Deska	1	0,569	0,689	0,820	0,962	1,116	1,282	1,458	1,646	1,846	2,056	2,279
	2	1,147	1,388	1,652	1,938	2,248	2,581	2,937	3,315	3,717	4,141	4,589
	3	2,285	2,765	3,291	3,863	4,480	5,143	5,851	6,605	7,405	8,251	9,143
Hranol 1,6	1	0,531	0,642	0,764	0,897	1,040	1,194	1,359	1,534	1,720	1,917	2,124
	2	0,944	1,142	1,359	1,595	1,850	2,124	2,417	2,728	3,059	3,408	3,777
	3	1,759	2,128	2,533	2,972	3,447	3,957	4,503	5,083	5,699	6,349	7,036
Hranol 1,2	1	0,436	0,528	0,628	0,737	0,855	0,982	1,117	1,261	1,414	1,575	1,746
	2	0,776	0,939	1,117	1,311	1,521	1,746	1,986	2,242	2,514	2,801	3,104
	3	1,445	1,749	2,081	2,443	2,833	3,253	3,701	4,178	4,684	5,219	5,783
Válec	1	0,363	0,440	0,523	0,614	0,713	0,818	0,931	1,051	1,178	1,313	1,455
	2	0,646	0,782	0,931	1,093	1,267	1,455	1,655	1,869	2,095	2,334	2,587
	3	1,204	1,457	1,734	2,036	2,361	2,710	3,084	3,481	3,903	4,349	4,813
Krychle	1	0,338	0,409	0,487	0,571	0,663	0,761	0,866	0,977	1,056	1,221	1,353
	2	0,530	0,642	0,764	0,897	1,040	1,194	1,358	1,533	1,719	1,916	2,123
	3	0,910	1,101	1,310	1,538	1,784	2,048	2,330	2,630	2,949	3,286	3,641
Koule	1	0,249	0,301	0,358	0,420	0,488	0,560	0,637	0,719	0,806	0,898	0,996
	2	0,396	0,479	0,570	0,669	0,776	0,891	1,014	1,145	1,283	1,430	1,585
	3	0,686	0,830	0,988	1,159	1,345	1,544	1,756	1,983	2,223	2,477	2,745