

## 8. CHARAKTER POVRCHU SÚČIASTOK

Charakter povrchu je súhrn vlastností, ktoré charakterizujú geometrický, fyzikálny a chemický stav povrchovej vrstvy posudzovaného povrchu. Charakter povrchu (drsnosť povrchu) je súhrn nerovností s relatívne malými vzdialenosťami, ktoré zvyčajne obsahujú nerovnosti, ktoré vznikli hlavne použitou výrobnou technológiou. Na obrobenom povrchu sú tieto nerovnosti stopami, ktoré zanecháva rezný nástroj. Optimálna kvalita povrchu súčiastok je jedným z predpokladov správnej funkcie výrobkov a významne ovplyvňuje životnosť súčiastok. Všeobecne platí, že charakter povrchu podmieňuje do istej miery dosiahnutie požadovanej presnosti rozmerov a že má nezanedbateľný vplyv na výrobné náklady.

Drsnosť povrchu významne ovplyvňuje vlastnosti plôch. Podľa dôležitosti a funkcie rozlišujeme tieto plochy výrobkov:

- *dotykové alebo funkčné plochy*, ktoré sú dôležité pre vzájomné dosadenie, môžu umožňovať relatívny pohyb, ale môžu byť aj nepohyblivými funkčnými plochami,
- *voľné plochy*, na ktoré sa kladú podstatne menšie požiadavky.

Charakter povrchu je geometrickou vlastnosťou povrchu a neexistujú metódy a prostriedky na jej priame meranie. Merajú sa vhodné charakteristiky a parametre, ktoré sa považujú za kritériá hodnotenia charakteru povrchu. V rokoch 1996, 1997 a neskôr boli vydané normy týkajúce sa charakteru povrchu, ktoré priniesli veľa a veľkých zmien v porovnaní s obsahom noriem platných v predošlom období. Zmeny súvisia s novými meracími prístrojmi na určovanie charakteru povrchu, ktoré priniesli principiálne nové postupy posudzovania charakteru povrchu a sú také zásadné, že v niektorých prípadoch má pôvodné označenie na výkrese úplne nový význam.

Základné pravidlá na označovanie charakteru povrchu v technickej dokumentácii výrobku určuje norma ISO 1302: 2002 (STN EN ISO 1302: 2004) „*Geometrické špecifikácie výrobkov (GPS). Označovanie charakteru povrchu v technickej dokumentácii výrobku*“. Táto norma sa považuje za všeobecnú normu GPS, dáva prehľad o problematike a odkazoch na normálne a osobitné pravidlá platné pre údaj o charaktere povrchu, uvedené v ostatných normách referenčným spôsobom o charaktere povrchu.

Aby bolo možné kvalitatívne hodnotiť morfológiu obrobených povrchov, boli prijaté medzinárodné normy na geometrickú špecifikáciu výrobkov (GPS). V medzinárodných normách:

- ISO 4287: 1997 (STN EN ISO 4287: 1999) „*Geometrické špecifikácie výrobkov (GPS). Charakter povrchu: Profilová metóda. Termíny, definície a parametre charakteru povrchu*“.
- ISO 4288: 1996 (STN EN ISO 4288: 2000) „*Geometrické špecifikácie výrobkov (GPS). Charakter povrchu: Profilová metóda. Pravidlá a postupy pri posudzovaní charakteru povrchu*“.
- ISO 3274: 1996 (STN EN ISO 3274: 2000) „*Geometrické špecifikácie výrobkov (GPS). Charakter povrchu: Profilová metóda. Menovité charakteristiky dotykového prístroja so snímacími hrotmi*“.
- ISO 11562: 1996 (STN EN ISO 11562: 2000) „*Geometrické špecifikácie výrobkov (GPS). Charakter povrchu: Profilová metóda. Metrologické charakteristiky fázových korekčných filtrov*“.

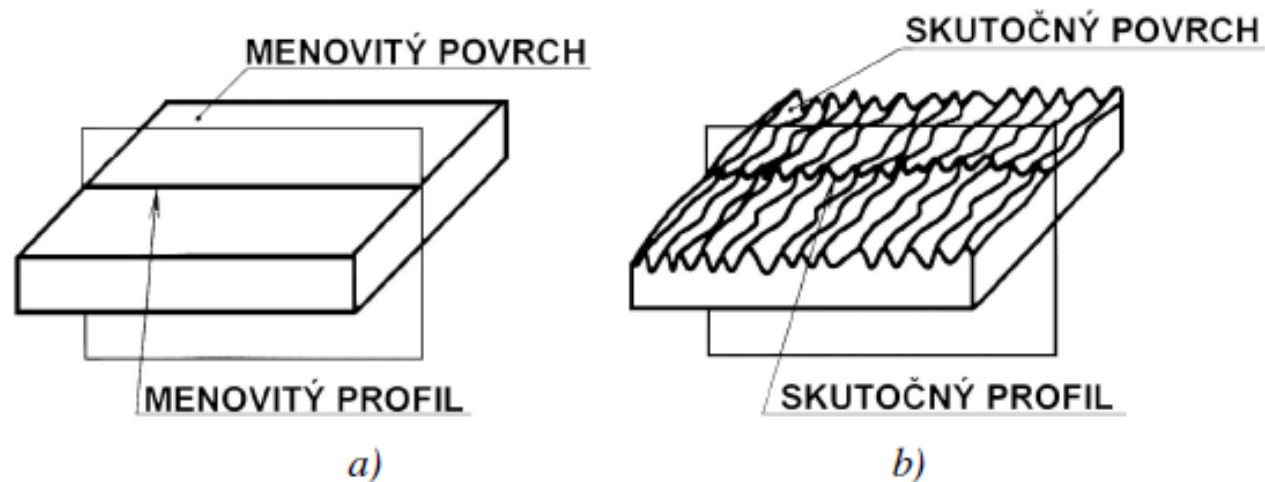
sú definované názvy, uvedené definície a parametre na určenie charakteru povrchu (drsnoti, vlnitosti a primárneho profilu) profilovými metódami. K podstatným zmenám patrí zavedenie primárneho profilu, profilu drsnoti povrchu a profilu vlnitosti.

Normy vychádzajú pri hodnotení charakteru povrchu z profilovej metódy, t.j. hodnotia povrch z profilu povrchu, t. j. čiary, ktorá vznikne rezom skutočného povrchu definovanou plochou. V praxi je to obvykle rovina, ktorej normála je rovnobežná so skutočným povrchom a má vhodný smer. Vhodný smer je ten, v ktorom zistíme väčšie hodnoty parametrov charakteru povrchu (pričný profil), ak na výkrese súčiastky nie je predpísané inak.

## 8.1 TERMÍNY A DEFINÍCIE

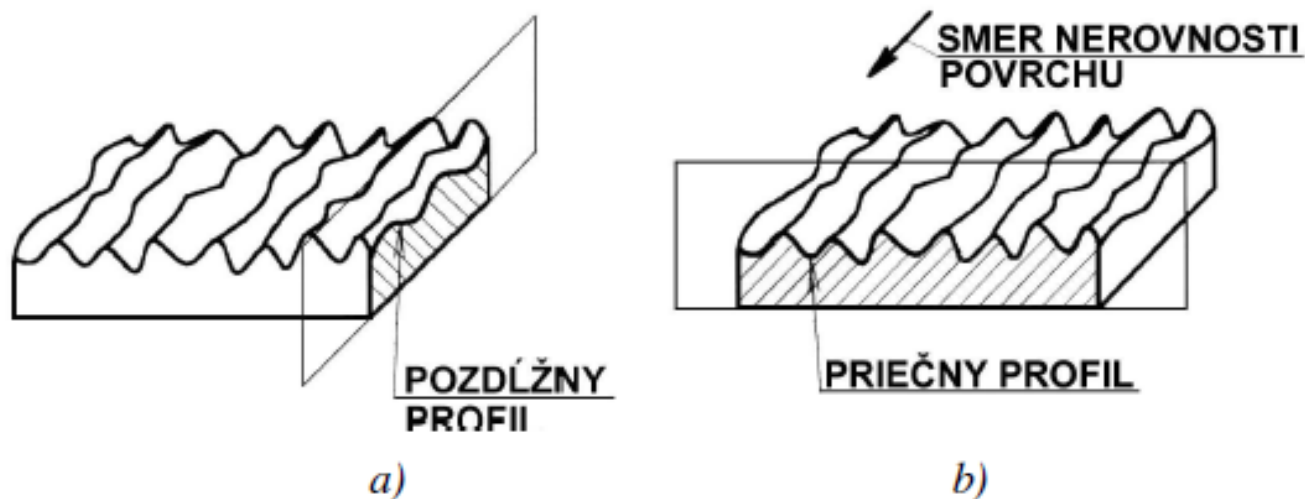
### 8.1.1 VŠEOBECNÉ TERMÍNY

- **Súradnicový systém** – systém, v ktorom sú definované parametre charakteru povrchu (obvykle pravouhlý karteziánsky systém, kde os  $X$  leží v smere snímania a je súhlasná so strednou čiarou profilu, os  $Y$  nominálne leží tiež na skutočnom povrchu a os  $Z$  smeruje von z materiálu)
- **Skutočný povrch** – povrch, ktorý ohraničuje teleso a oddeľuje ho od okolia (obr. 8.1a),
- **Geometrický povrch** – (menovitý povrch) ideálny povrch určený na výkrese (obr. 8.1b).



Obrázok 8.1 Charakteristika povrchov a profilov

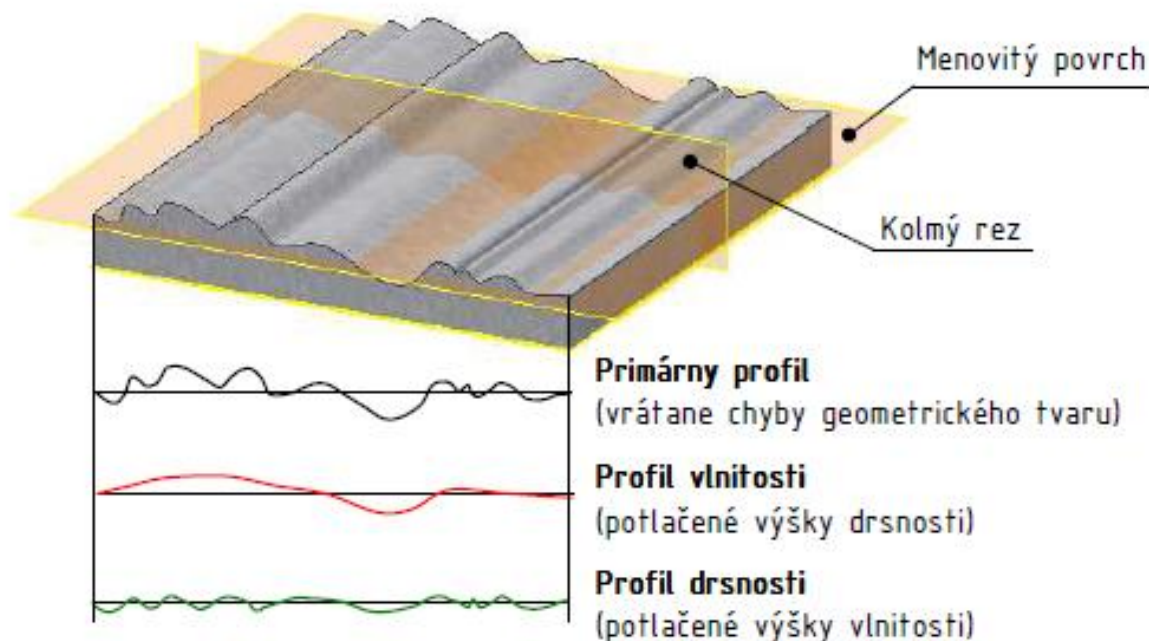
- **Profil povrchu** – profil, ktorý vznikne rezom skutočného povrchu definovanou plochou.
- **Pozdĺžny profil** – profil vytvorený rezom povrchu rovinou položenou v smere nerovnosti
- **Priečný profil** – profil vytvorený rezom povrchu kolmou rovinou k smeru nerovnosti



*Obrázok 8.2* Pozdĺžny a priečný profil povrchu

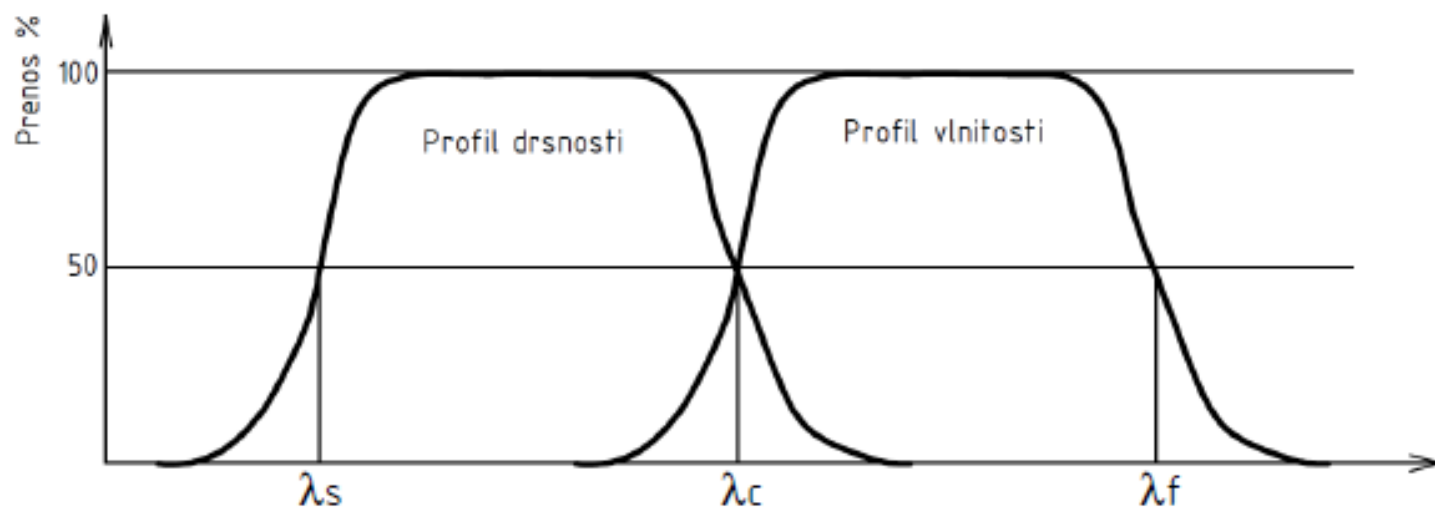
- **Zosnímaný profil** – odvodzujú sa z neho všetky ostatné profily definované v norme. Je geometrickým miestom stredy hrotu dotyku meradla pri pohybe po skutočnom povrchu v rovine rezu.

- **Úplný profil** – digitálna forma profilu zosnímaného relatívne k referenčnému profilu, vo forme vertikálnych a horizontálnych, navzájom si odoviedajúcich súradníc.
- **Primárny profil** – sa získa z úplného profilu po aplikácii filtra s krátkou vlnovou dĺžkou  $\lambda_s$ . Je základom na digitálne spracovanie profilu filtrom profilu a výpočet parametrov profilu. Základom pre vyhodnotenie parametrov charakteristiky povrchu je primárny profil. Tento je výstupom meracej a predspracujúcej časti meradla (*obr. 8. 4*).
- **Profil drsnosti** – profil, ktorý sa odvodí z primárneho profilu potlačením zložiek s dlhou vlnovou dĺžkou filtrom profilu  $\lambda_c$ ; tento profil je úmyselne modifikovaný (*obr.8.3, obr. 8.4*)
- **Profil vlnitosti** – profil odvodený z primárneho profilu použitím profilových filtrov  $\lambda_f$  a  $\lambda_c$ , pričom filter  $\lambda_f$  potlačí zložky s dlhými vlnovými dĺžkami a filter  $\lambda_c$  potlačí zložky s krátkymi vlnovými dĺžkami; tento profil je úmyselne modifikovaný (*obr.8.3, obr. 8.4*)



Obrázok 8.3 Zobrazenie profilov drsnosti povrchu pri využití filtrov

- **Filter profilu** – filter, ktorý rozdeľuje profily na profily s dlhými vlnovými dĺžkami a krátkymi vlnovými dĺžkami ( ISO 11 562).
- **$\lambda_s$  filtra profilu** – filter, ktorý definuje rozhranie medzi vlnovými dĺžkami zodpovedajúcimi drsnosti a zložkami s ešte kratšími vlnovými dĺžkami prítomnými na povrchu (*obr. 8.4*).
- **$\lambda_c$  filtra profilu** – filter, ktorý definuje rozhranie medzi vlnovými dĺžkami zodpovedajúcimi drsnosti a vlnitosťou (*obr. 8.4*).
- **$\lambda_f$  filtra profilu** –  $\lambda_f$  filter, ktorý definuje rozhranie medzi vlnovými dĺžkami zodpovedajúcimi vlnitosti a zložkami s ešte dlhšími vlnovými dĺžkami prítomnými na povrchu (*obr. 8.4*).



Obrázok 8.4 Prenosové charakteristiky pre profily drsnosti a vlnitosti

- **Stredná čiara profilu drsnosti** – čiara profilu, v ktorom sú potlačené dlhé vlnové dĺžky filtrom profilu  $\lambda_c$  (Pozri ISO 11 562: 1996, 3.2.)
- **Stredná čiara profilu vlnitosti** – čiara profilu, v ktorom sú potlačené dlhé vlnové dĺžky filtrom profilu  $\lambda_f$  (Pozri ISO 11 562: 1996, 3.2.)
- **Stredná čiara primárneho profilu** – čiara menovitého tvaru, určená z primárneho profilu metódou najmenších štvorcov.

U meradiel drsnosti sa používajú tri dĺžky: snímaná dĺžka (celková dĺžka pohybu snímacieho dotyku meradla po meranom povrchu), vyhodnocovaná dĺžka a základná dĺžka (obr.8.5). Na výpočet štatistických parametrov sa používajú údaje obsiahnuté vo vyhodnovej dĺžke, ktorá môže obsahovať jednu alebo viac základných dĺžok (obvykle 5).

- **Základná dĺžka  $l$  ( $l_p, l_r, l_w$ )** – dĺžka v smere osi  $X$ , ktorá sa používa na identifikovanie nepravidelností, ktoré charakterizujú profil, ktorý sa hodnotí. Základné dĺžky pre drsnosť  $l_r$  a vlnitosť profilu  $l_w$  sú číselne rovné vlnovým dĺžkam filtrov profilov  $\lambda_c$  a  $\lambda_f$ . Základná dĺžka primárneho profilu  $l_p$  sa rovná vyhodnovej dĺžke.
- **Vyhodnocovaná dĺžka  $l_n$**  – dĺžka v smere osi  $X$ , na ktorej sa vyhodnocuje profil. Môže obsahovať jednu alebo viac základných dĺžok.



Obrázok 8.5 Základná čiara, základná a vyhodnocovaná dĺžka

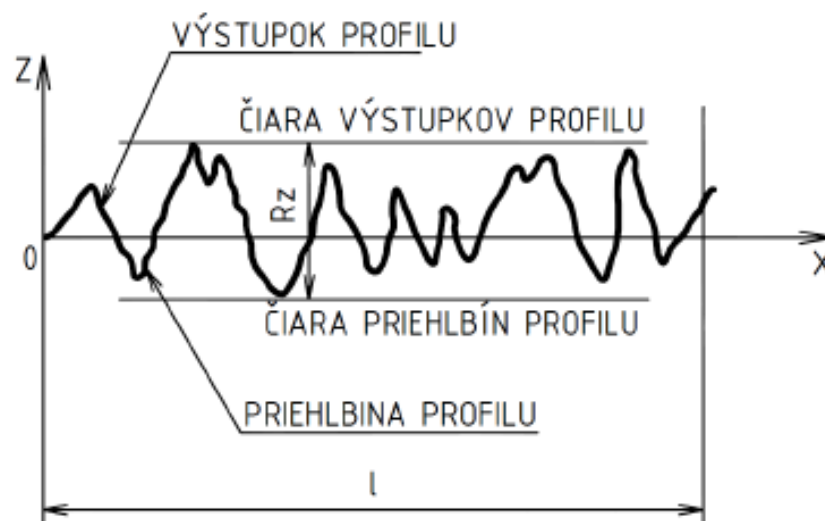


## 8.1.2 GEOMETRICKÉ PARAMETRE

V medzinárodnej norme STN EN ISO 4287 pre parametre charakteru povrchu platí označovanie prvým veľkým písmenom symbolu parametra:

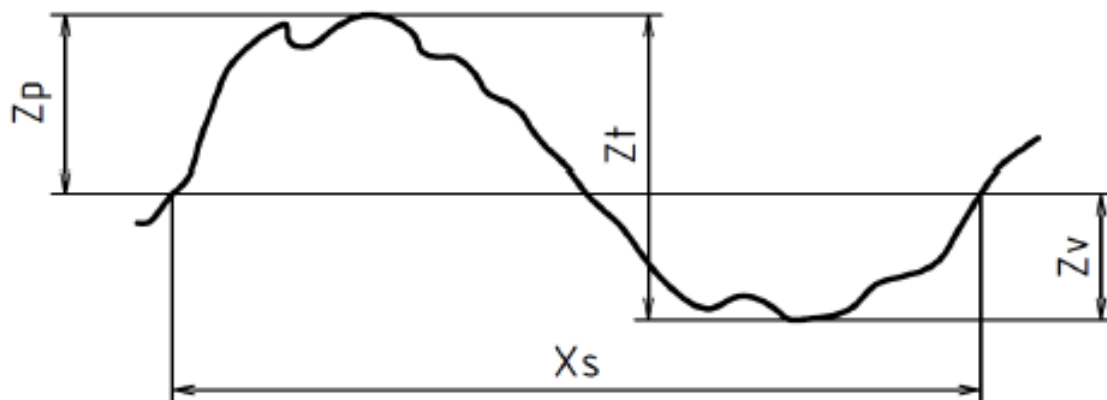
- **P-parameter** – parameter vypočítaný z primárneho profilu.
- **R-parameter** – parameter vypočítaný z profilu drsnosti.
- **W-parameter** – parameter vypočítaný z profilu vlnitosti.

Skutočný profil drsnosti tvoria **výstupky** a **priehlbiny**. **Výstupok profilu** je časť profilu spájajúca jeho dva susedné priesečníky so **strednou čiarou m**, uvažovaná smerom z materiálu. **Priehlbina profilu** je časť profilu uvažovaná do materiálu. **Čiara výstupkov profilu** je čiara rovnobežná so strednou čiarou a súčasne prechádzajúca najvyšším bodom profilu v rozsahu základnej dĺžky a **čiara priehlbín profilu** je čiara rovnobežná so strednou čiarou a súčasne prechádzajúca najnižším bodom profilu v rozsahu základnej dĺžky. Pod pojmom **prvok profilu** rozumieme výstupok profilu a s ním spojenú priehlbinu profilu.



Obrázok 8.6 Výstupky a priehlbiny profilu

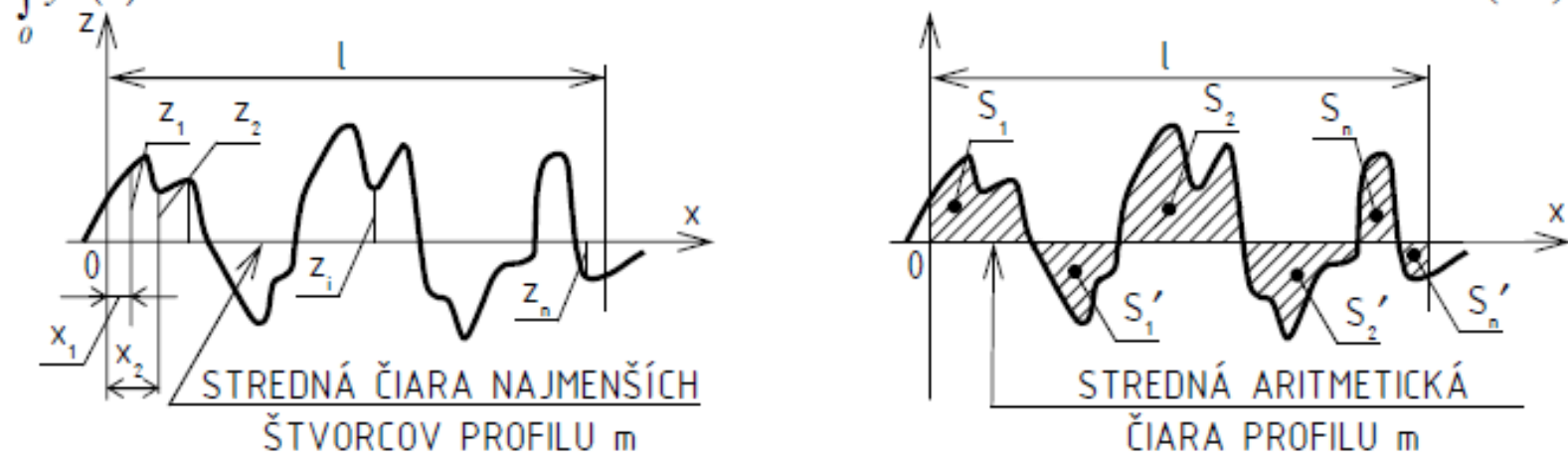
- **Hodnota súradnice  $Z(x)$**  – výška profilu v ľubovoľnej polohe  $x$ .
- **Výška výstupku profilu  $Z_p$**  – vzdialenosť medzi strednou čiarou profilu a najvyšším bodom výstupku profilu.
- **Hĺbka priehlbiny profilu  $Z_v$**  – vzdialenosť medzi strednou čiarou profilu a najnižším bodom priehlbiny profilu.
- **Výška prvku profilu  $Z_t$**  – súčet výšky výstupku a hĺbky priehlbiny prvku profilu.
- **Šírka prvku profilu  $X_s$**  – dĺžka úseku strednej čiaru profilu obsahujúca prvok profilu



Obrázok 8.7 Element profilu

- **Stredná čiara najmenších štvorcov profilu  $m$**  (stredná čiara) - rozdeľuje profil tak, že v rozsahu základnej dĺžky  $l$  je súčet štvorcov odchýlok profilu od tejto čiary najmenší. Túto podmienku vyjadruje vzťah:

$$\int_0^l y^2(x) dx = \min. \quad (8.1)$$



Obrázok 8.8 Základné čiary profilu

- **Stredná aritmetická čiara profilu** (centrálna čiara) - rozdeľuje profil tak, že v rozsahu základnej dĺžky  $l$  je súčet plôch nad a pod čiarou rovnaký. Potom platí:

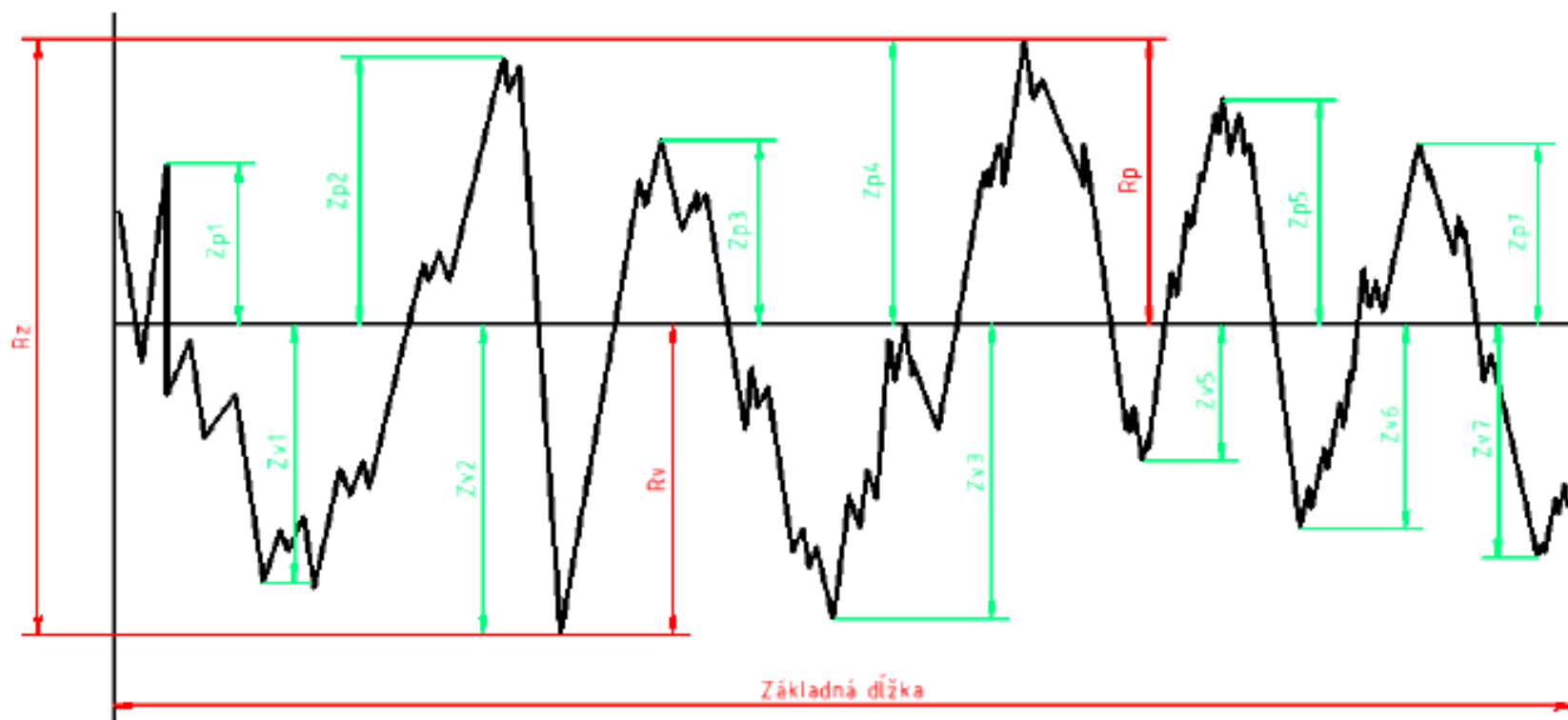
$$\sum_{i=1}^n S_i = \sum_{i=1}^n S'_i \quad (8.2)$$

Parametre charakteru povrchu sa určujú podľa charakteristík

- nerovnosti profilu v smere výšky - **amplitúdové parametre**,
- nerovnosti profilu v pozdĺžnom smere – **parametre rozstupu**,
- tvaru nerovnosti profilu – **sklon profilu, krivky a im zodpovedajúce parametre**.

## Amplitúdové parametre

- Výška najväčšieho výstupku profilu  $P_p$ ,  $R_p$ ,  $W_p$  – najväčšia výška výstupku profilu  $Z_p$  v rozsahu základnej dĺžky (obr. 8.9).
- Hĺbka najväčšej priehlbeniny profilu  $P_v$ ,  $R_v$ ,  $W_v$  – najväčšia hĺbka priehlbeniny profilu  $Z_v$  v rozsahu základnej dĺžky (obr. 8.9).
- Najväčšia výška profilu  $P_z$ ,  $R_z$ ,  $W_z$  - súčet najväčšej výšky najväčšieho výstupku profilu  $Z_p$  a hĺbky najväčšej priehlbeniny profilu  $Z_v$  v rozsahu základnej dĺžky (obr. 8.8).

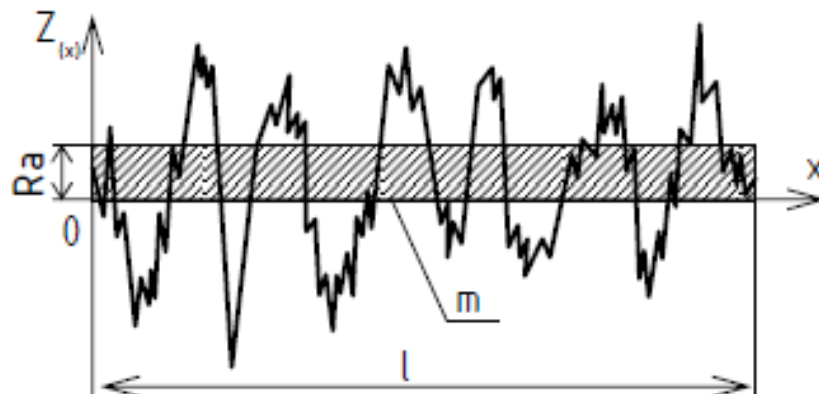


Obrázok 8.9 Amplitúdové parametre (príklad z profilu drsnosti)

- **Stredná výška prvku profilu  $P_c$ ,  $R_c$ ,  $W_c$**  - stredná hodnota výšok prvkov profilu  $Z_t$  v rozsahu základnej dĺžky. Určenie parametrov  $P_c$ ,  $R_c$ ,  $W_c$  vyžaduje určiť výškové a pozdĺžne rozlíšenie. Ak nie je určené inak, výškové rozlíšenie má byť 10% z  $P_z$ ,  $R_z$ ,  $W_z$  a pozdĺžne rozlíšenie 1% základnej dĺžky.

$$P_c, R_c, W_c = \frac{1}{m} \sum_{t=1}^m Z_t \quad (8.3)$$

- **Celková výška profilu  $P_t$ ,  $R_t$ ,  $W_t$**  - súčet výšky najväčšieho výstupku profilu  $Z_p$  a hĺbky najväčšej priehlbiny profilu  $Z_v$  na vyhodnocovacej dĺžke.



Obrázok 8.10 Stredná aritmetická odchýlka posudzovaného profilu

- **Stredná aritmetická odchýlka posudzovaného profilu  $Pa, Ra, Wa$  - stredná aritmetická hodnota absolútnych odchýlok profilu  $Z(x)$  v rozsahu základnej dĺžky.**

$$Pa, Ra, Wa = \frac{1}{l} \int_0^l |Z(x)| dx, \text{ pre } l = lp, lr \text{ alebo } lw. \quad (8.4)$$

*Tabuľka 8.1*

Stredná aritmetická odchýlka profilu $Ra$ ( $\mu\text{m}$ )		Základná dĺžka $l$ (mm)
cez	do	
-	0,025	0,08
0,025	0,4	0,25
0,4	3,2	0,8
3,2	12,5	2,5
12,5	100	8,0
100	400	25,0

- **Stredná kvadratická odchýlka posudzovaného profilu  $Pq, Rq, Wq$  - stredná kvadratická hodnota absolútnych odchýlok profilu  $Z(x)$  v rozsahu základnej dĺžky.**

$$Pq, Rq, Wq = \sqrt{\frac{1}{l} \int_0^l Z(x)^2 dx}, \text{ pre } l = lp, lr \text{ alebo } lw. \quad (8.5)$$

## Parametre rozstupu

- **Stredná šírka prvku profilu  $PSm$ ,  $RSm$ ,  $WSm$**  - stredná šírka prvku profilu v rozsahu základnej dĺžky. Ak nie je určené inak, výškové rozlíšenie má byť 10% z  $Pz$ ,  $Rz$ ,  $Wz$  a pozdĺžne rozlíšenie 1% základnej dĺžky.

$$PSm, RSm, WSm = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m X_{S_i} \quad (8.6)$$

## Krivky a im zodpovedajúce parametre

Všetky krivky a im zodpovedajúce parametre sú definované na vyhodnocovanej dĺžke, nie na dĺžke základnej. Vhodným kritériom na posudzovanie kontaktných vlastností povrchu je

- **materiálový podiel profilu  $Pmr(c)$ ,  $Rmr(c)$ ,  $Wmr(c)$**  - podiel materiálom zaplnených prvkov profilu  $Ml(c)$  v danej ploche  $c$  k vyhodnocovanej dĺžke a vypočíta sa nasledovne:

$$Pmr(c), Rmr(c), Wmr(c) = \frac{Ml(c)}{\ln} \quad (8.7)$$

## 8.2 OZNAČOVANIE CHARAKTERU POVRCHU V TECHNICKEJ DOKUMENTÁCIÍ VÝROBKU

### 8.2.1 GRAFICKÉ ZNAČKY NA OZNAČOVANIE CHARAKTERU POVRCHU

Požiadavky na charakter povrchu sa označujú v technickej dokumentácii výrobku jednotlivými variantmi grafických značiek:

- **Základná grafická značka** - grafická značka, ktorá udáva, že je určitá požiadavka na charakter povrchu (*obr. 8.11a*). Nemá sa používať sama bez doplňujúcich údajov. Použitie samej základnej značky musí zodpovedať hromadnému údaju (*obr. 8.?*)
- **Rozšírená grafická značka** - rozšírená základná značka udáva, že na dosiahnutie predpísaného charakteru povrchu sa má napr. obrábaním (úsečka) alebo nemá (krúžok) odobrať materiál. Značka na *obr. 8.11b* sa nemá používať sama bez doplňujúcej informácie.



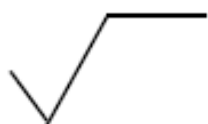
*Požaduje sa odber materiálu*

*Nedovoľuje sa odber materiálu*

*Obrázok 8.11 Základná a rozšírená grafická značka na označenie charakteru povrchu*

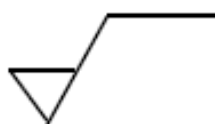


- **Úplná grafická značka** - základná alebo rozšírená grafická značka ďalej rozšírená pridaním úsečky k dlhšiemu ramenu značky tak, aby sa umožnilo uviesť doplňujúce požiadavky na určenie charakteru povrchu formou číselných hodnôt, grafických značiek a textu.



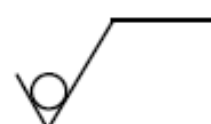
a)

Dovoľuje sa ľubovoľný výrobný postup



b)

Požaduje sa odber materiálu

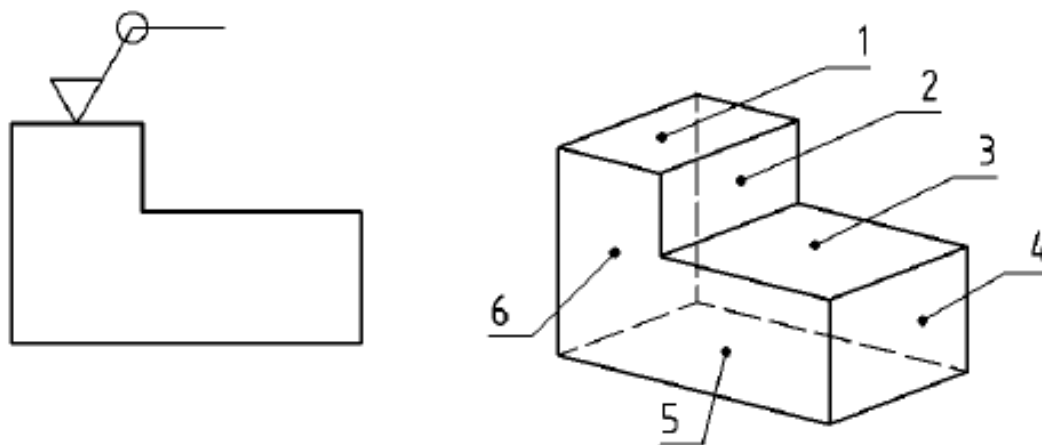


c)

Nedovoľuje sa odber materiálu

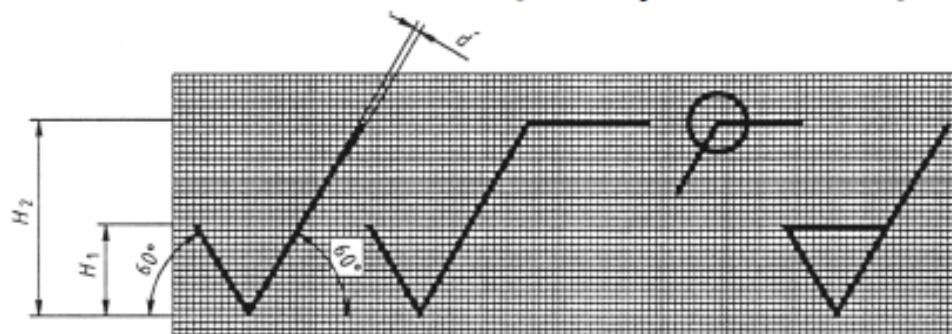
*Obrázok 8.12 Úplná grafická značka na označenie charakteru povrchu*

- **Grafická značka pre „všetky povrchy okolo obrysu obrobku“** – ak sa požaduje rovnaký charakter povrchu na všetkých povrchoch okolo obrysu obrobku, musí sa k úplnej grafickej značke pridať krúžok tak, ako je to na *obrázku 8.13*. Obrys na obrázku je tvorený šiestimi povrchmi obrobku (povrch prednej a zadnej steny nie je zahrnutý).



*Obrázok 8.13 Požiadavka rovnakého charakteru povrchu po obvode obrobku*

Rozmery grafickej značky (obr.8.13) sú pre bežne používané výšky písmena  $h$  uvedené v Tab.8.1. Dĺžka horizontálnej úsečky závisí od údajov nad a pod ňou.



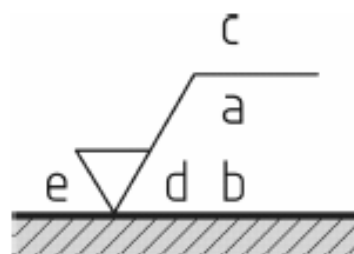
Tab.8.1

Výška písmen a čísl $h$	3,5	5
Hrúbka čiary pre značky $d'$	0,35	0,5
Výška $H_1$	5	7
Výška $H_2$	10,5	15

Obrázok 8.13

## 8.2.2 SKLADBA ÚPLNEJ GRAFICKEJ ZNAČKY CHARAKTERU POVRCHU

Aby bola požiadavka na charakter povrchu jednoznačná, môže byť nevyhnutné v dodatku k označeniu parametra a jeho číselnej hodnote špecifikovať dodatočné požiadavky, napr. prenosové pásmo alebo základná dĺžka, výrobný postup, morfológia a orientácia povrchovej vrstvy (obr. 8.15) a prípustné prídavky na obrábanie (obr. 8.16). V niektorých prípadoch je treba definovať charakter povrchu pred a po obrábaní, pred a po nanesení povlaku a pod. Predpísané umiestnenie rozličných požiadaviek na charakter povrchu pri úplnej grafickej značke je na obrázku 8.14.



Obrázok 8.14 Poloha doplňujúcich požiadaviek

### **Miesto „a“ - Jediná požiadavka na charakter povrchu**

Udáva sa označenie parametra charakteru povrchu, medzná číselná hodnota a prenosové pásmo alebo základná dĺžka. Aby sa predišlo chybnému prečítaniu, musí byť medzi označením parametra a medznou hodnotou dvojnásobná medzera. Všeobecne za údajom prenosového pásma alebo základnej dĺžky musí nasledovať šikmá zlomková čiara (/), potom nasleduje označenie parametra charakteru povrchu a nasleduje jeho číselná hodnota.

Medzi údajom prenosového pásma a údajom základnej dĺžky je spojovník.

### **Miesto „a“ a „b“ - Dve alebo viac požiadaviek na charakter povrchu**

Prvá požiadavka na charakter povrchu sa udáva v mieste „a“ tak, ako je to uvedené vyššie. Druhá požiadavka na charakter povrchu sa udáva v mieste „b“. Ak sa udáva tretia požiadavka alebo viac požiadaviek, tak sa vhodne zväčší grafická značka vo vertikálnom smere, aby bolo miesto na viac riadkov. Pri zväčšení značky posunie sa dohora aj umiestnenie „a“ a „b“.

### **Miesto „c“ - Spôsob výroby**

Udáva sa spôsob výroby, spracovanie, povrchové úpravy alebo iné požiadavky na výrobný postup pri vyhotovení povrchu, napr. brúsené, sústružené a pod.

### **Miesto „d“ - Morfológia a orientácia povrchovej vrstvy**

Ak je potrebné, udáva sa značkou požadovanej morfológie a orientácie povrchovej vrstvy, napríklad „=“, „X“, „M“.

**Miesto „e“ - Prídavok na obrábanie.** Ak je to potrebné, udáva sa požadovaný prídavok na obrábanie číselnou hodnotou v milimetroch.

V niektorých prípadoch je treba definovať charakter povrchu pred a po obrábaní, pred a po nanesení povlaku a pod.

### 8.2.3 PREDPISOVANIE PARAMETROV CHARAKTERU POVRCHU

Musí sa uviesť údaj označenia parametra a jeho číselnej hodnoty, ktorý obsahuje štyri základné informácie na vyjadrenie požiadaviek:

- ktorý z troch profilov povrchu ( $R$ ,  $W$  alebo  $P$ ) sa udáva,
- ktorá charakteristika profilu sa udáva,
- aký násobok základnej dĺžky tvorí vyhodnocovanú dĺžku,
- ako sa musí interpretovať ohraničenie predpísaného údajja.

Na použitie s úplnou značkou sa normalizovali tri základné skupiny parametrov charakteru povrchu definované v norme STN EN ISO 4287, súhrnne sa uvádzajú v *tabuľke 8.2*.

*Tabuľka 8.2* Prehľad typov parametrov

Parametre							
Profilové			Motívové		Krivky materiálového podielu		
					lineárna	pravdepodobnostná	
$R$	$W$	$P$	$R$	$W$	$R$	$P$	$P$

Požiadavka na povrch sa zostavuje z viacerých odlišných prvkov (*obr. 8.15*), ktoré môžu tvoriť časť údajov na výkrese alebo textového údajov v iných dokumentoch. Sú to:

a) **Údaj hornej (U) alebo dolnej (L) medze** - Ak je uvedená len jedna hodnota parametra charakteru povrchu, predstavuje vždy hornú hranicu. Ak je potrebné určiť hornú a dolnú hranicu parametra charakteru povrchu, zapíšu sa obidve hodnoty. Pred údaj hornej medze sa dá písmeno **U**, pred údaj dolnej medze sa dá písmeno **L**. Údaj hornej medze sa umiestňuje nad údaj dolnej medze.

b) **Filter typu „X“** - Normalizovaný je Gaussov filter (ISO 11562). Predtým bol normalizovaný filter 2RC. Typ filtra sa uvedie jeho názvom „Gaussov“ alebo „2RC“.

c) **Prenosové pásmo** - Ak pre požiadavku na charakter povrchu platí normálne prenosové pásmo, neuvedie sa žiadny údaj o prenosovom pásme. Pre parametre, ktoré majú definované iné ako normálne prenosové pásmo, musí sa údaj o prenosovom pásme uviesť pred označením parametra a oddeliť od neho šikmou zlomkovou čiarou. Prenosové pásmo sa musí uviesť medznými hodnotami filtrov (v milimetroch) navzájom oddelenými spojovníkom. Prvý údaj je pre krátkovlnný filter, druhý údaj je pre dlhovlnný filter. Ak jeden filter má normálnu hodnotu, údaj o ňom sa neuvedie. Ak sa uvádza údaj len o jednom filtri, ponechaním spojovníka sa musí vyznačiť, či ide o údaj pre krátkovlnný alebo dlhovlnný filter.

*Príklady:*

<b>0,0025-0,8/Rz8max 3,3</b>	údaj prenosového pásma pri požiadavke na charakter povrchu
<b>0,008-/ Rz8max 3,3</b>	údaj pre krátkovlnný filter
<b>-0,25/ Rz8max 3,3</b>	údaj pre dlhovlnný filter

d) **Profil (P, R alebo W)** - pozri kap. 8.1.2 a príklady v *Tab. 8.3*

e) **Charakteristika alebo parameter** - pozri kap. 8.1.2 a príklady v *Tab. 8.3*

f) **Vyhodnocovaná dĺžka ako násobok základných dĺžok** – ak je počet základných dĺžok vo vyhodnocovanej dĺžke iný ako normálny počet 5, musí sa uviesť bezprostredne pri označení príslušného parametra. V prípade motívových parametrov termín vyhodnocovaná dĺžka má iný význam, nemá súvis so základnou dĺžkou. Ak je vyhodnocovaná dĺžka iná ako normálna dĺžka 16mm, musí sa uviesť medzi dvoma šikmými zlomkovými čiarami.

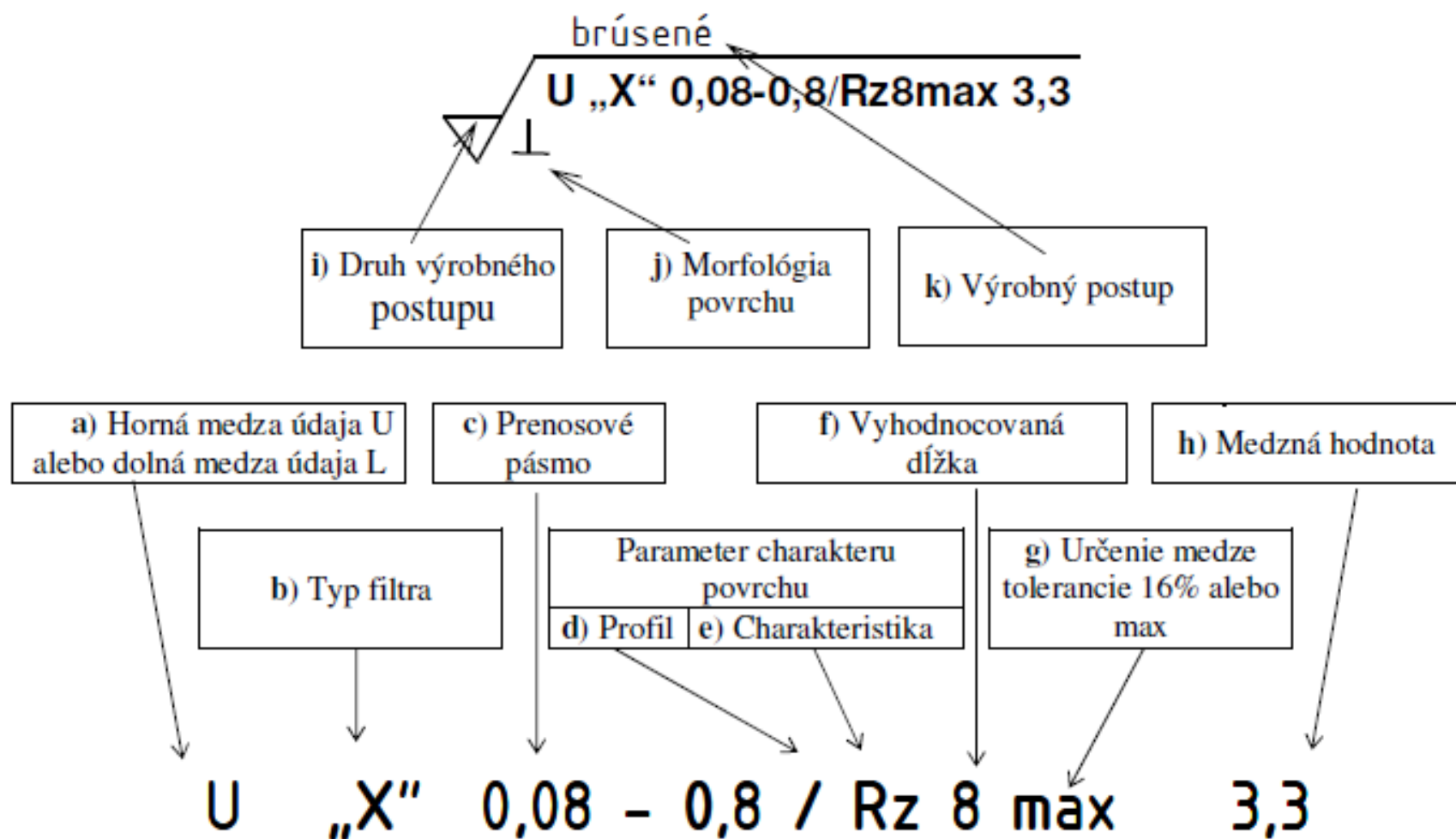
g) **Výklad medze tolerancie údajá - 16%** pravidlo sa definuje ako normálne pravidlo pre všetky údaje požiadaviek na charakter povrchu. Ak platí na všetky požiadavky na charakter povrchu, na výkrese sa neuvádza. Ak sa použije „pravidlo max“ na požiadavku na charakter povrchu, musí sa pridať označenie „max“ k príslušnému predpísanému parametru. Pravidlo „max“ nemožno použiť na motívové parametre.

h) **Medzná hodnota v mikrometroch**

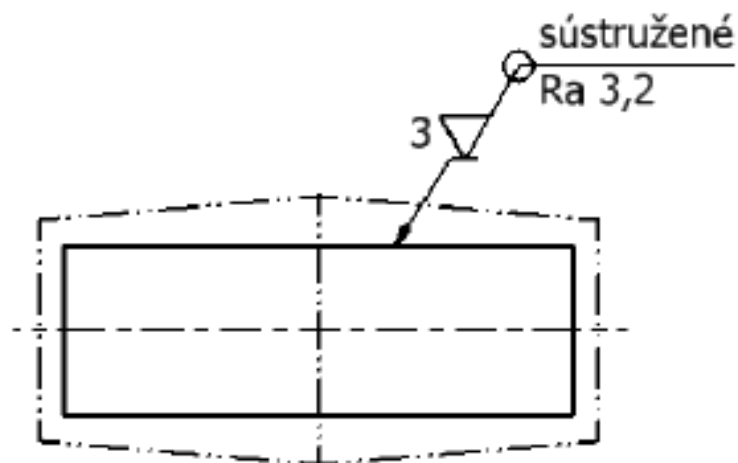
i) **Druh výrobného postupu** – vysvetlenie na *obr. 8.11* a *8.12*.

j) **Morfológia povrchu** – morfológia a orientácia povrchovej vrstvy, ktorá vyplýva z výrobného postupu (napr. stopy po nástrojoch) sa môže uviesť v úplnej grafickej značke označením uvedeným v *Tabuľke 8.3*.

k) **Výrobný postup (technológia)** – uvedie sa doplňujúcim textom, ktorý informuje o predpísanej technológii, druhu povlaku a pod.






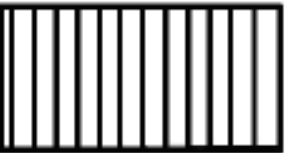

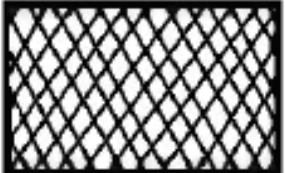

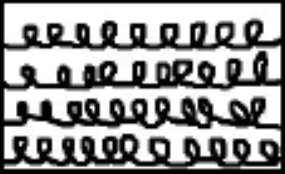


Obrázok 8.15 Prvky v údají požiadaviek na charakter povrchu


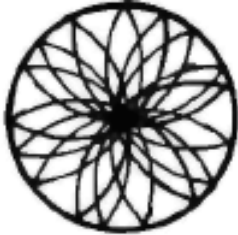

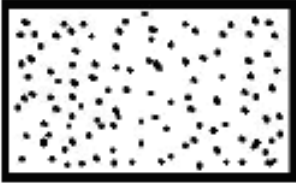


*Obrázok 8.16* Údaj požiadaviek na charakter povrchu konečného tvaru obrobku vrátane požiadavky prídavku na obrábanie (3 mm) na všetkých povrchoch

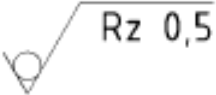
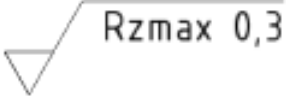
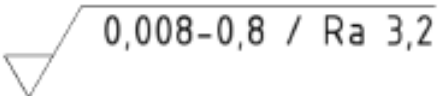


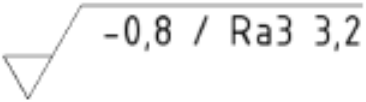
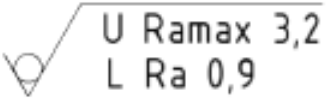
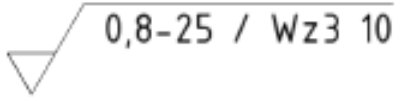
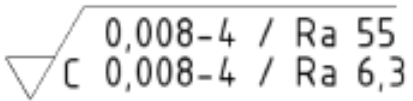
Tabuľka 8.3 Údaj o morfológii povrchovej vrstvy

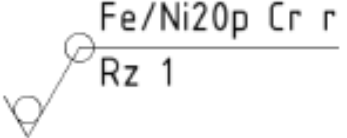
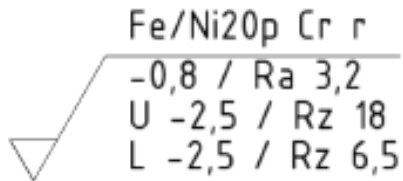
Grafická značka	Smer nerovností	Význam
		<p>Smer nerovností rovnobežný s rovinou premietania pohľadu, v ktorom je značka použitá.</p>
		<p>Smer nerovností kolmý na rovinu premietania pohľadu, v ktorom je značka použitá.</p>
		<p>Smer nerovností prekrížený v dvoch šikmých smeroch pri pohľade zhora na plochu, na ktorú je značka použitá.</p>
		<p>Smer nerovností ľubovoľný v rôznych smeroch.</p>
		<p>Smer nerovností približne kruhový voči stredú plochy, na ktorú je značka použitá.</p>

		<p>Smer nerovností približne radiálny voči stredú plochy, na ktorú je značka použitá.</p>
		<p>Stopa nerovností je zvláštna, bez prevládajúceho smeru nerovností.</p>

Tabuľka 8.4 Príklady údajov požiadavky na charakter povrchu

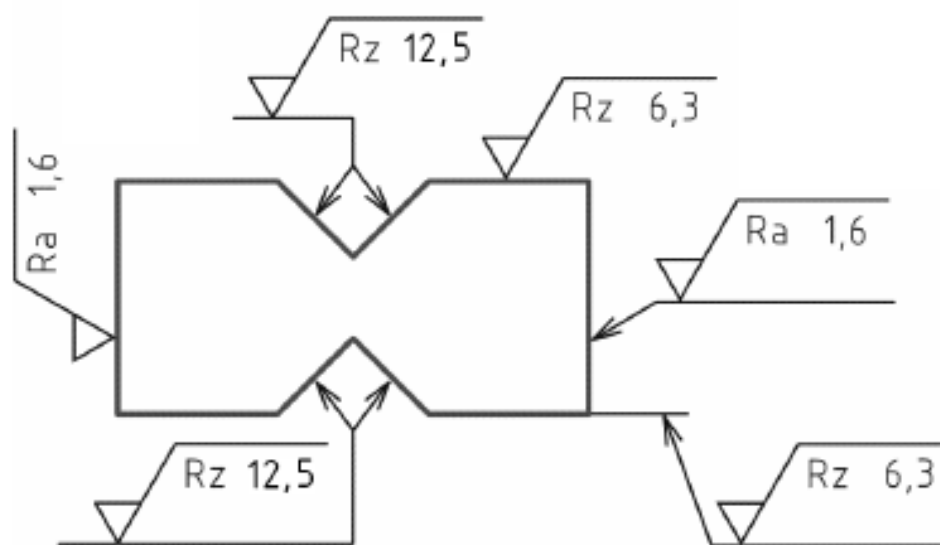
Príklad	Značka	Význam
P1		<p>Výrobný postup nedovoľuje odber materiálu, jednostranná horná medza údajov, normálne prenosové pásmo, R - profil, maximálna výška drsnosti 0,5 <math>\mu\text{m}</math>, vyhodnocovaná dĺžka obsahuje päť základných dĺžok (normálna), „16% pravidlo“ (normálne).</p>
P2		<p>Výrobný postup musí byť s odberom materiálu, jednostranná horná medza údajov, normálne prenosové pásmo, R - profil, maximálna výška drsnosti 0,3 <math>\mu\text{m}</math>, vyhodnocovaná dĺžka obsahuje päť základných dĺžok (normálna), „pravidlo max“.</p>
P3		<p>Výrobný postup musí byť s odberom materiálu, jednostranná horná medza údajov, prenosové pásmo 0,008 – 0,8 mm, R – profil, stredná aritmetická odchýlka 3,2 <math>\mu\text{m}</math>, vyhodnocovaná dĺžka obsahuje päť základných dĺžok (normálna), „16% pravidlo“ (normálne).</p>

P4		<p>Výrobný postup musí byť odberom materiálu, jednostranná horná medza údaj, prenosové pásmo: základná dĺžka 0,8 mm (<math>\lambda_s</math> je normálne 0,0025 mm) podľa normy ISO 3274, R - profil, aritmetická stredná odchýlka 3,2 <math>\mu\text{m}</math>, vyhodnocovaná dĺžka obsahuje tri základné dĺžky, „16% pravidlo“ (normálne).</p>
P5		<p>Výrobný postup nedovoľuje odber materiálu, dvojstranná tolerancia, horná a dolná medza údaj, normálne prenosové pásmo pre obidve medze, R – profil, horná medza: stredná aritmetická odchýlka 3,2<math>\mu\text{m}</math>, vyhodnocovaná dĺžka obsahuje päť základných dĺžok (normálna), „pravidlo max“, dolná medza: stredná aritmetická odchýlka 0,9 <math>\mu\text{m}</math>, vyhodnocovaná dĺžka obsahuje päť základných dĺžok (normálna), „16% pravidlo“ (normálne).</p>
P6		<p>Výrobný postup musí byť s odberom materiálu, jednostranná horná medza údaj, prenosové pásmo 0,8 – 25 mm, W – profil, maximálna výška vlnitosti 10<math>\mu\text{m}</math>, vyhodnocovaná dĺžka obsahuje tri základné dĺžky, „16% pravidlo“ (normálne).</p>
P7	<p>frézované</p> 	<p>Drsnosť povrchu:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- dvojstranné určenie medze,</li> <li>- údaj hornej medze <math>Ra = 55 \mu\text{m}</math></li> <li>- údaj dolnej medze <math>Ra = 6,3 \mu\text{m}</math></li> <li>- pre obidva údaje „16% pravidlo“, normálne (ISO 4288),</li> <li>- prenosové pásmo pre obidva údaje 0,008 – 4mm,</li> <li>- nominálna vyhodnocovaná dĺžka (5 x 4 mm = 20 mm) (ISO 4288),</li> <li>- približne kruhová morfológia povrchu vzhľadom na stred povrchu,</li> <li>- spôsob výroby frézovanie.</li> </ul> <p>POZNÁMKA – U a L sa neuvádzajú, pretože nevznikajú nijaké pochybnosti.</p>

<p><b>P8</b></p>		<p>Drsnosť povrchu:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- jedná jednostranná horná medza,</li> <li>- <math>Rz = 1 \mu\text{m}</math>,</li> <li>- „16% pravidlo“, normálne (ISO 4288),</li> <li>- normálne prenosové pásmo ( ISO 4288 a ISO 3274),</li> <li>- normálna vyhodnocovaná dĺžka (<math>5 \times \lambda_c</math>) (ISO 4288),</li> <li>- morfológia povrchu, nijaká podmienka,</li> <li>- spracovanie povrchu: povlak nikel/chróm,</li> <li>- požiadavka platí pre všetky povrchy spojitého</li> <li>- uzatvoreného obrysu.</li> </ul>										
<p><b>P9</b></p>		<p>Drsnosť povrchu:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- jeden horný jednostranný a jeden dvojstranný údaj:</li> </ul> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;">1) jednostranná medza <math>Ra = 3,2 \mu\text{m}</math></td> <td style="width: 50%;">1) dvojstranná medza <math>Rz</math></td> </tr> <tr> <td>2) „16% pravidlo“ normálne (ISO 4288)</td> <td>2) horná medza údaja <math>Rz = 18 \mu\text{m}</math></td> </tr> <tr> <td>3) prenosové pásmo - 0,8mm (<math>\lambda_s</math> podľa ISO 3274)</td> <td>3) dolná medza údaja <math>Rz = 6,5 \mu\text{m}</math></td> </tr> <tr> <td>4) vyhodnocovaná dĺžka <math>5 \times 0,8 = 4 \text{ mm}</math> (ISO 4288)</td> <td>4) obe prenosové pásma - 2,5 mm (<math>\lambda_s</math> podľa ISO 3274)</td> </tr> <tr> <td></td> <td>5) obe vyhodnocované dĺžky <math>5 \times 2,5 = 12,5 \text{ mm}</math> ( značky U a L sa majú uvádzať, aj ak nie je nijaká možnosť omylu)</td> </tr> </table>	1) jednostranná medza $Ra = 3,2 \mu\text{m}$	1) dvojstranná medza $Rz$	2) „16% pravidlo“ normálne (ISO 4288)	2) horná medza údaja $Rz = 18 \mu\text{m}$	3) prenosové pásmo - 0,8mm ( $\lambda_s$ podľa ISO 3274)	3) dolná medza údaja $Rz = 6,5 \mu\text{m}$	4) vyhodnocovaná dĺžka $5 \times 0,8 = 4 \text{ mm}$ (ISO 4288)	4) obe prenosové pásma - 2,5 mm ( $\lambda_s$ podľa ISO 3274)		5) obe vyhodnocované dĺžky $5 \times 2,5 = 12,5 \text{ mm}$ ( značky U a L sa majú uvádzať, aj ak nie je nijaká možnosť omylu)
1) jednostranná medza $Ra = 3,2 \mu\text{m}$	1) dvojstranná medza $Rz$											
2) „16% pravidlo“ normálne (ISO 4288)	2) horná medza údaja $Rz = 18 \mu\text{m}$											
3) prenosové pásmo - 0,8mm ( $\lambda_s$ podľa ISO 3274)	3) dolná medza údaja $Rz = 6,5 \mu\text{m}$											
4) vyhodnocovaná dĺžka $5 \times 0,8 = 4 \text{ mm}$ (ISO 4288)	4) obe prenosové pásma - 2,5 mm ( $\lambda_s$ podľa ISO 3274)											
	5) obe vyhodnocované dĺžky $5 \times 2,5 = 12,5 \text{ mm}$ ( značky U a L sa majú uvádzať, aj ak nie je nijaká možnosť omylu)											

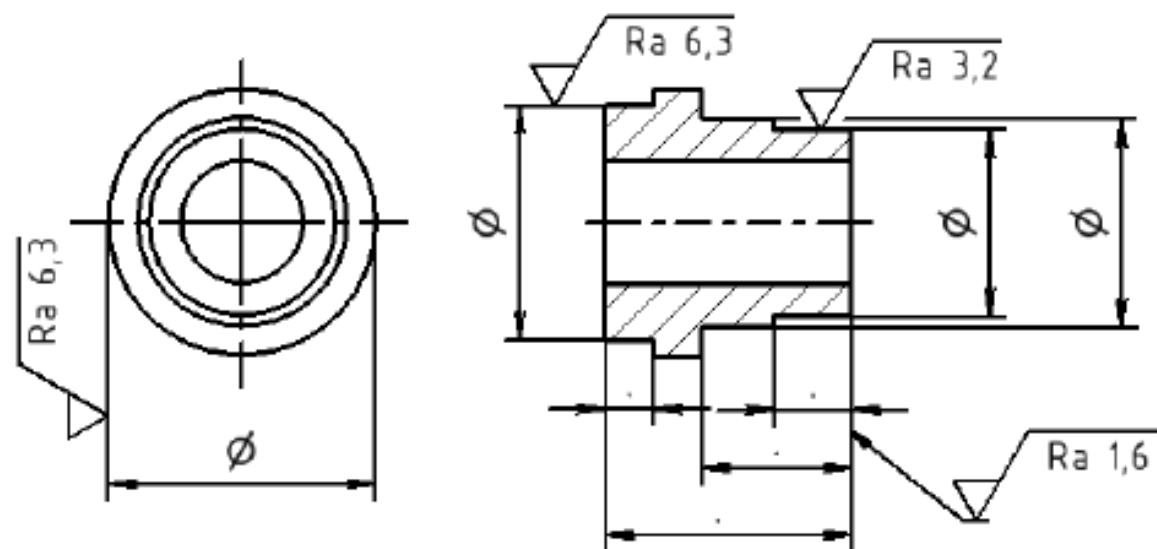
### 8.2.3 POLOHA A ORIENTÁCIA GRAFICKÝCH ZNAČIEK A CHARAKTERISTÍK

- Grafická značka spolu s doplňujúcou informáciou sa musí orientovať tak, aby sa čítala zdola alebo z pravej strany výkresu (*obr. 8.17*). Požiadavka na charakter povrchu (grafická značka) sa musí dotýkať povrchu alebo sa musí s ním spojiť odkazovou čiarou zakončenou šípkou.

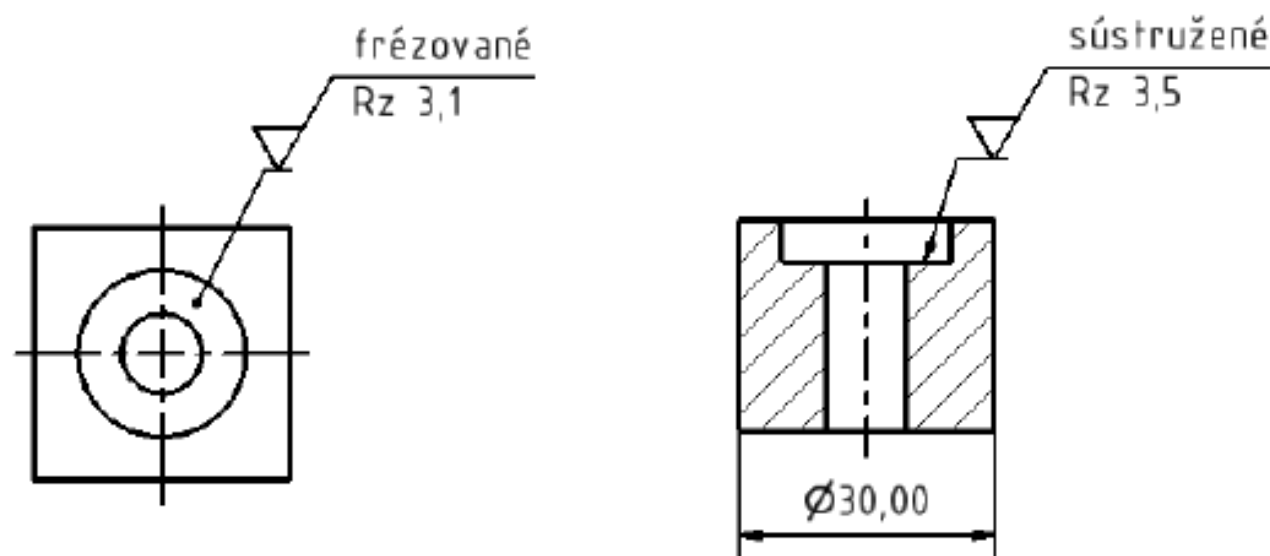


*Obrázok 8.17* Smer čítania a umiestnenie požiadaviek na charakter povrchu na výkrese

- Grafická značka požiadavky na charakter povrchu alebo odkazová čiara (ukončená šípkou alebo iným vhodným zakončením) musí smerovať k povrchu z vonkajšej strany materiálu obrobku, t. j. má byť umiestnená (resp. uložená) na obrysovej alebo predĺžovacej čiare príslušného povrchu (*obr. 8.17, obr. 8.18, obr. 8.19*).

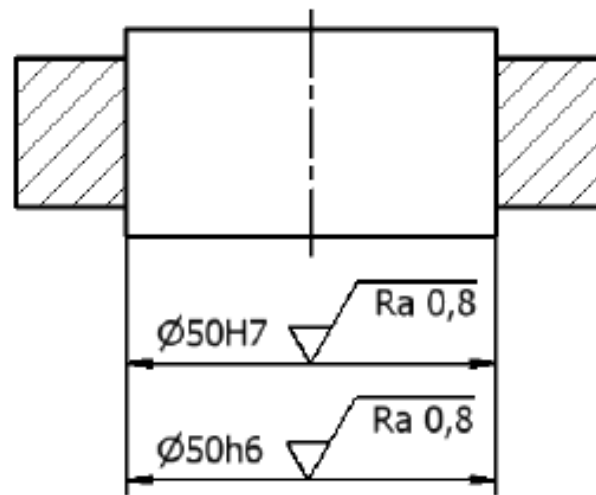


Obrázok 8.18 Umiestnenie požiadaviek na charakter povrchu na odkazovej čiare

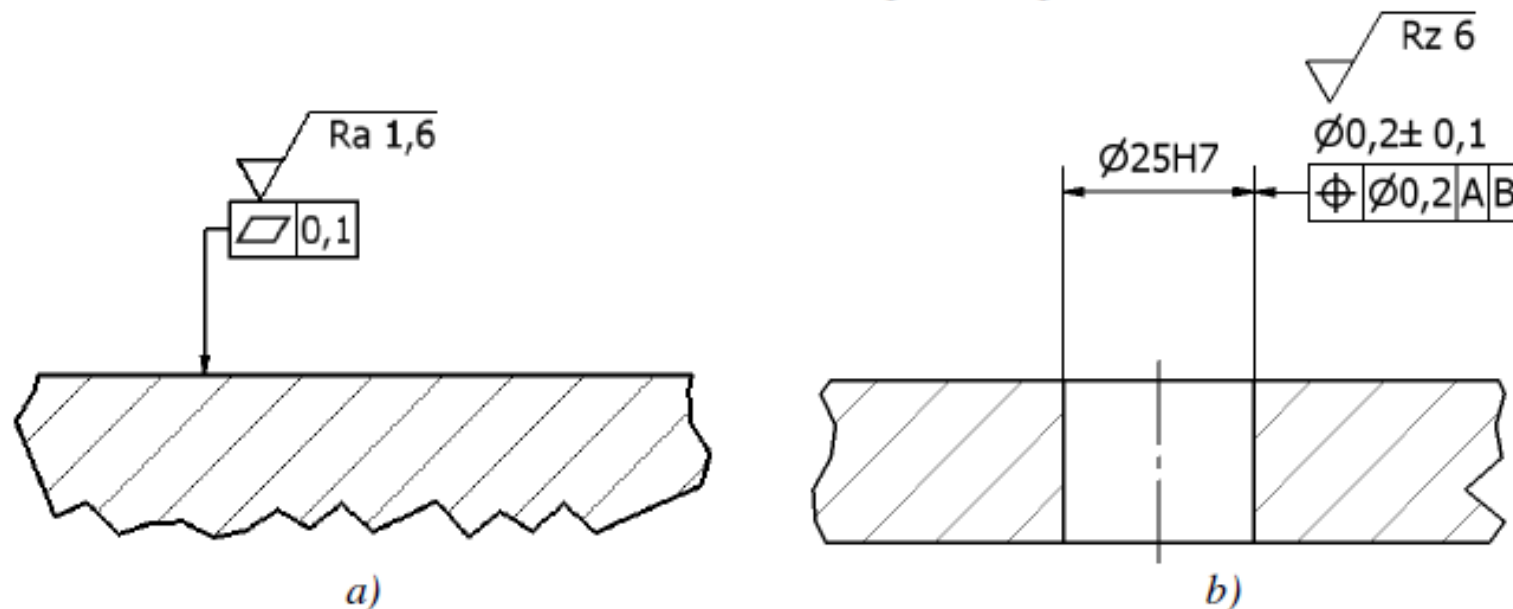


Obrázok 8.19 Alternatívne použitie odkazovej čiary so zástavkou

- Ak nie je nijaké riziko výkladu, môže sa uviesť požiadavka na charakter povrchu pri hodnote rozmeru (kóty) – obr. 8.20, alebo na hornej strane tolerančného rámečka geometrických tolerancií, tak ako je to na obrázkoch 8.21 a 8.22.

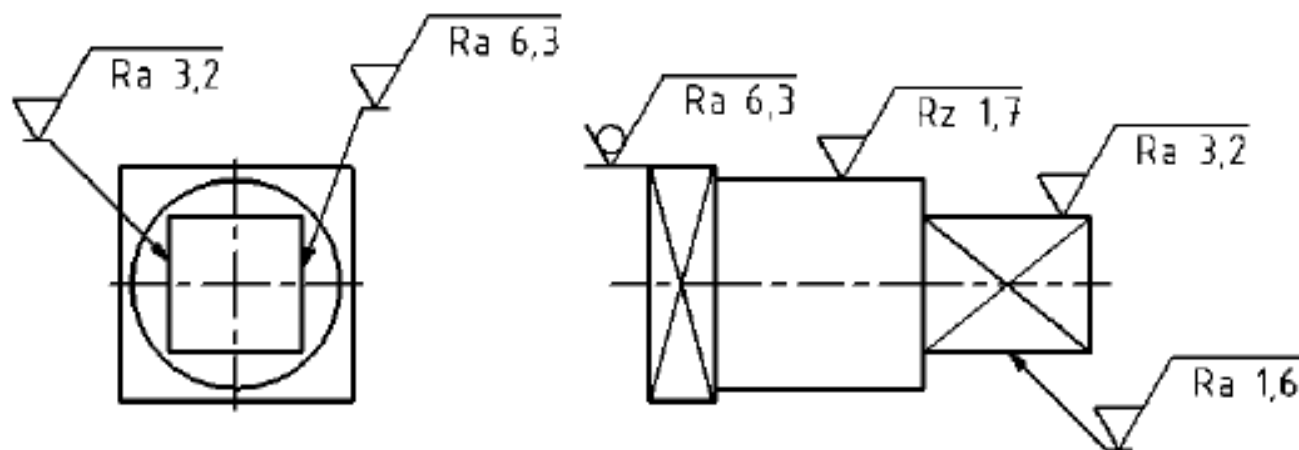


Obrázok 8.20 Požiadavka na charakter povrchu pri hodnote rozmeru



Obrázok 8.21 Požiadavka na charakter povrchu pri údají geometrickej tolerancie

- Požiadavka na charakter povrchu pre valcové povrchy (napr. *obr. 8.23*) a rovnako aj pre povrchy hranolov (*obr. 8.22*) sa môže uviesť len raz, ak je nakreslená os a pre všetky povrchy hranola je požiadavka rovnaká. Ak sú pre jednotlivé povrchy hranola požadované rôzne charakteristiky povrchu, musí sa údaj uviesť pre každý povrch osobitne (*obr. 8.22*).

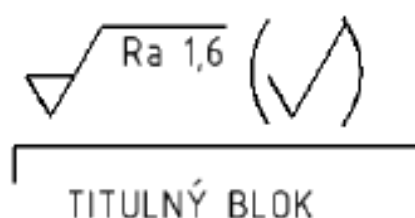
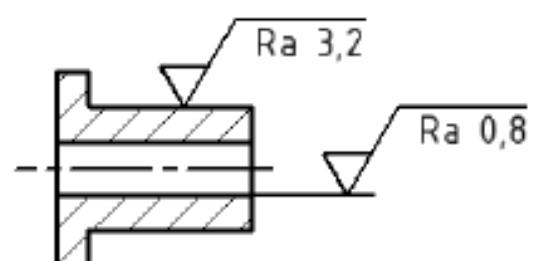


*Obrázok 8.22* Požiadavka na charakter povrchu pre povrchy hranola

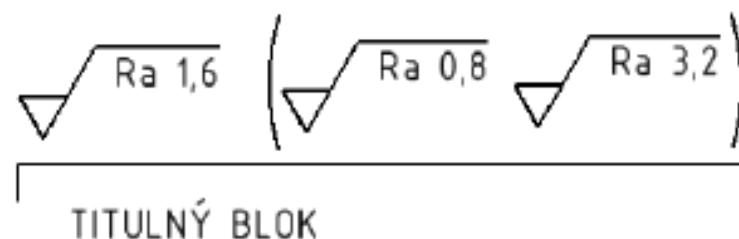
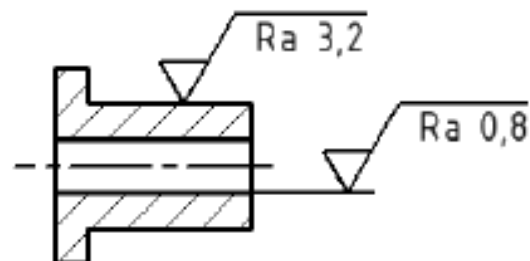
- Ak sa vyžaduje rovnaká požiadavka na charakter povrchu pre väčšinu povrchov obrobku, grafická značka sa môže umiestniť na výkrese bezprostredne pri titulnom bloku (obvykle nad titulným blokom - *obr. 8.23*). Ak sú na niektoré povrchy kladené osobitné požiadavky, musí



za ňou nasledovať v zátvorke základná značka bez ďalších údajov alebo všetky údaje osobitných požiadaviek na charakter povrchu ich úplnou grafickou značkou.



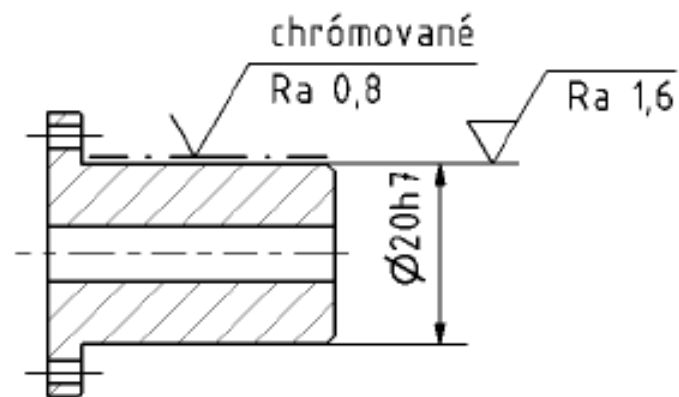
a) základná značka



b) značky údajov osobitných požiadaviek

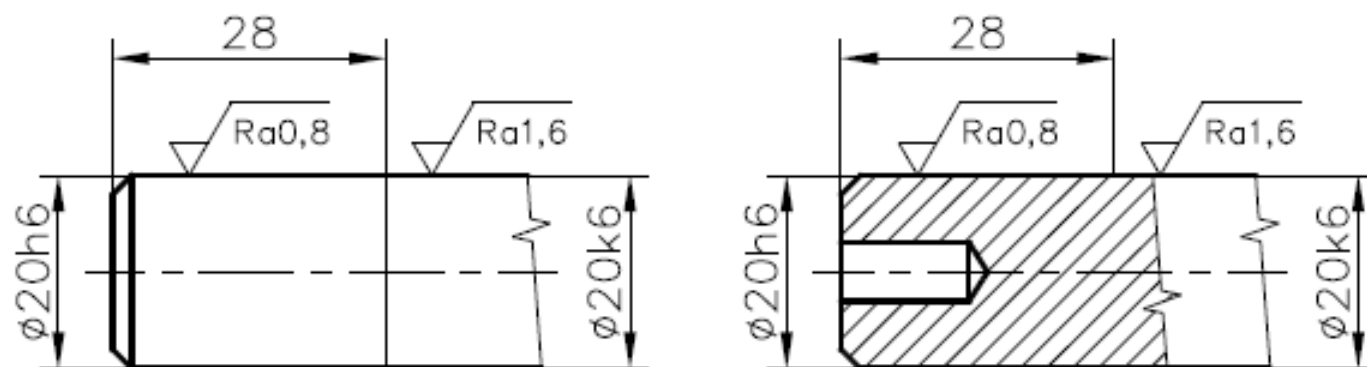
Obrázok 8.23 Rovnaká požiadavka na charakter povrchu pre väčšinu povrchov obrobku

- Ak je nevyhnutné určiť charakter povrchu pred spracovaním a po spracovaní, resp. dosiahnutý dvoma rôznymi technológiami, musí sa to uviesť v poznámke alebo v obraze súčiastky, tak ako je to na obrázku 8.24 alebo v príklade v Tabuľke 8.5 .



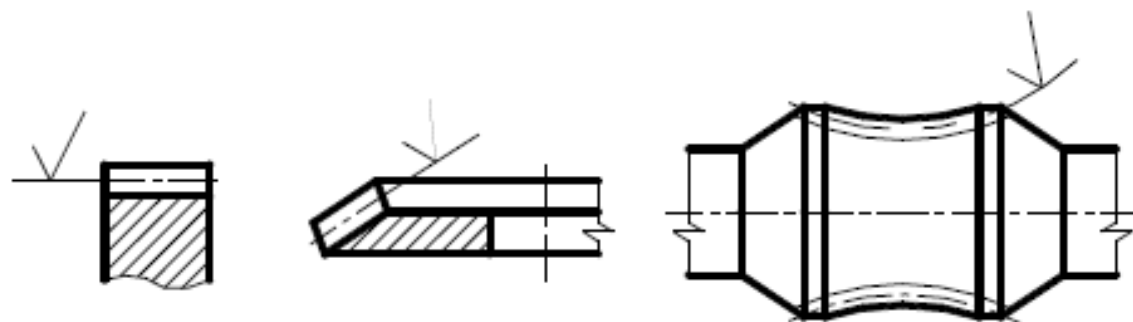
Obrázok 8.24 Údaj požiadavky na charakter povrchu pred spracovaním a po spracovaní (v tomto prípade po vyhotovení povlaku)

- Ak sú na jednotlivé miesta tej istej plochy obrobku kladené rôzne požiadavky na charakter povrchu, musia sa jednotlivé časti plochy označiť kótovaním a umiestnením príslušných grafických značiek.

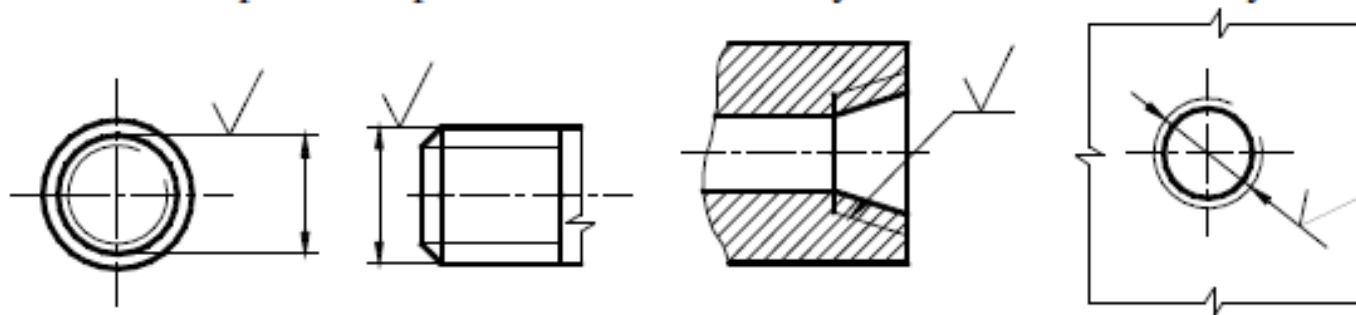


Obrázok 8.25 Predpis stavu povrchu pre rôzne miesta

- Na *obrázoch 8.26 a 8.27* je uvedený spôsob umiestnenia grafických značiek požiadaviek na charakter povrchu funkčných plôch normalizovaných prvkov, ktoré sa na výkresoch zobrazujú zjednodušene

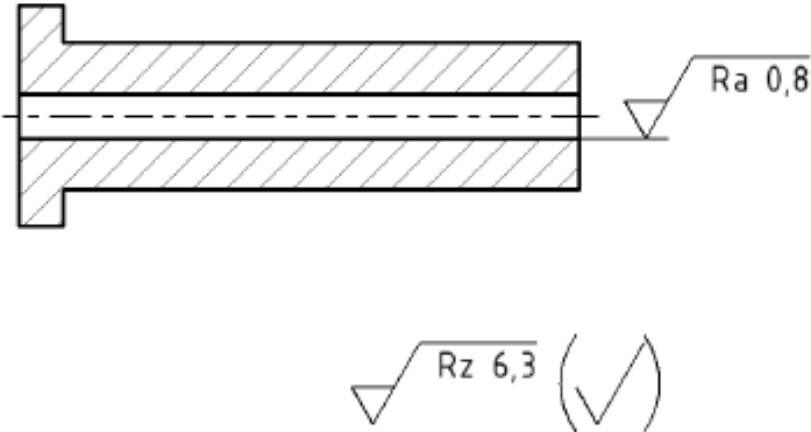


*Obrázok 8.26* Predpis stavu povrchu zubov ozubených kolies a evolventných žliabkov

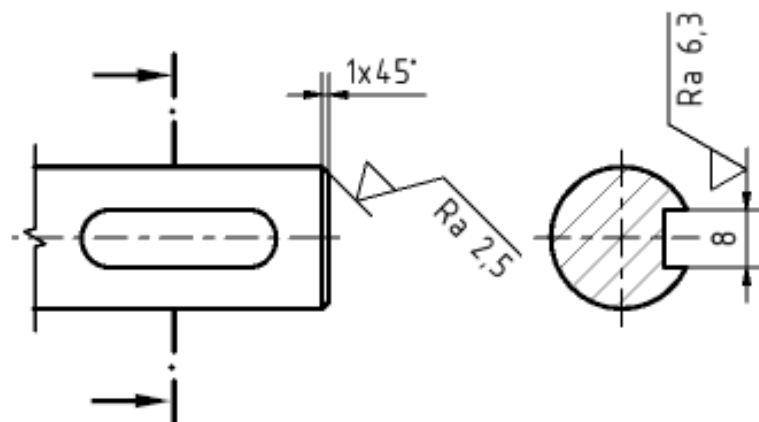


*Obrázok 8.27* Predpis stavu povrchu závitov skrutiek a matic

Tabuľka 8.5 Príklady predpisu požiadavky na charakter povrchu na výkrese

Príklad	P10
Predpis na výkrese	 <p>The drawing shows a shaft with a surface texture symbol <math>Ra\ 0,8</math> on its cylindrical surface. Below the shaft, there is a magnified view symbol <math>Rz\ 6,3</math> with a checkmark inside parentheses, indicating a specific surface texture requirement.</p>
Požiadavka	<p>Drsnosť povrchu na všetkých povrchoch okrem jedného:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- jedna jednostranná horná medza údaja,</li> <li>- <math>Rz = 6,1\ \mu\text{m}</math>,</li> <li>- „16% pravidlo“, normálne (ISO 4288),</li> <li>- normálne prenosové pásmo (ISO 4288 a ISO 3274),</li> <li>- normálna vyhodnocovaná dĺžka (<math>5 \times \lambda_c</math>) (ISO 4288),</li> <li>- na štruktúru morfológie povrchu nie je požiadavka,</li> <li>- výrobný postup s odberom materiálu.</li> </ul> <p>Povrch s odlišnou požiadavkou na drsnosť povrchu:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- jedna jednostranná horná medza údaja,</li> <li>- <math>Ra = 0,8\ \mu\text{m}</math></li> <li>- „16 % pravidlo“, normálne,</li> <li>- normálne prenosové pásmo (ISO 4288 a ISO 3274),</li> <li>- normálna vyhodnocovaná dĺžka (<math>5 \times \lambda_c</math>) (ISO 4288),</li> <li>- na morfológiu povrchu nie je požiadavka,</li> </ul> <p>pri výrobe sa musí odobrať materiál</p>

Predpis na výkrese



Požiadavka

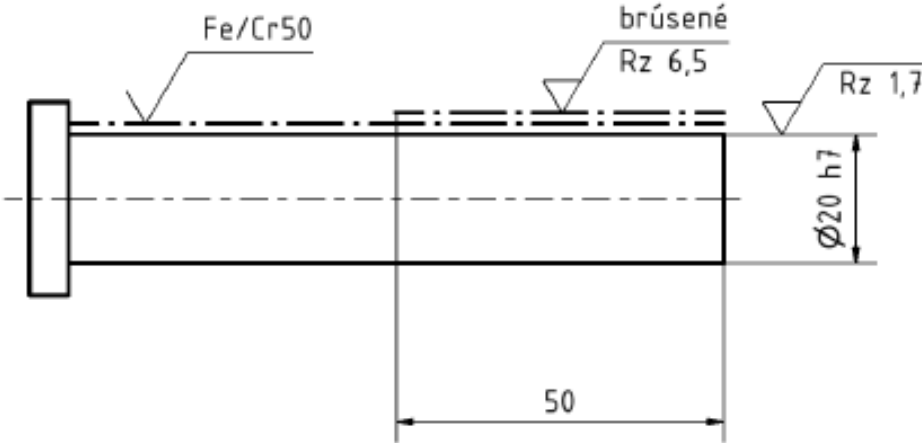
Údaj o charaktere povrchu a kóta sa môžu uviesť na tej istej kótovacej čiare.

Drsnosť povrchu na bokoch žliabka pre pero:

- jedna jednostranná horná medza údajá
- $Ra = 6,3 \mu m$
- „16% pravidlo“, normálne (ISO 4288),
- normálne prenosové pásmo (ISO 4288 a ISO 3274),
- normálna vyhodnocovaná dĺžka ( $5 \times \lambda_c$ ) (ISO 4288),
- na morfológiu povrchu nie je nijaká požiadavka,
- pri výrobe sa musí odobrať materiál

Drsnosť povrchu na skosení:

- jedna jednostranná horná medza údajá
- $Ra = 2,5 \mu m$
- „16% pravidlo“, normálne (ISO 4288),
- normálne prenosové pásmo (ISO 4288 a ISO 3274),
- normálna vyhodnocovaná dĺžka ( $5 \times \lambda_c$ ) (ISO 3274),
- na morfológiu povrchu nie je nijaká požiadavka,
- pri výrobe sa musí odobrať materiál

Príklad	P11
Predpis na výkrese	 <p>The drawing shows a shaft with a diameter of <math>\varnothing 20</math> h7. The shaft has three distinct surface finish regions: a left section with a coating of Fe/Cr50, a middle section of length 50 with a surface finish of Rz 6,5 (indicated as 'brúsené'), and a right section with a surface finish of Rz 1,7. The shaft is shown with a dashed centerline and a solid outer profile.</p>
Požiadavka	<p>Údaje charakteru povrchu, kóty a spracovania. V prípade sa uvádzajú tri postupne za sebou idúce výrobné postupy alebo stavy.</p> <p>Stav 1:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- jedna jednostranná horná medza údaja,</li> <li>- <math>Rz = 1,7 \mu\text{m}</math></li> <li>- „16% pravidlo“, normálne (ISO 4288),</li> <li>- normálne prenosové pásmo (ISO 4288 a ISO 3274),</li> <li>- normálna vyhodnocovaná dĺžka (<math>5 \times \lambda_c</math>) (ISO 3274),</li> <li>- na morfológiu povrchu nie je nijaká požiadavka,</li> </ul>

- pri výrobe sa musí odobrať materiál

Stav 2:

Nie je nijaká požiadavka na charakter povrchu, okrem:

- povlak chrómu

Stav 3:

- Jedna jednostranná horná medza údaja, ktorá platí len pre prvých 50 mm valcového povrchu,
- $Rz = 6,3 \mu m$
- „16% pravidlo“, normálne (ISO 4288),
- normálne prenosové pásmo (ISO 4288 a ISO 3274),
- normálna vyhodnocovaná dĺžka ( $5 \times \lambda_c$ ) (ISO 3274),
- na morfológiu povrchu nie je nijaká požiadavka,

pri výrobe sa musí odobrať materiál

### 8.3 NORMALIZOVANÉ HODNOTY PARAMETROV CHARAKTERU POVRCHU

Požiadavky na charakteru povrchu súčiastok musí konštruktér na výkresoch predpisovať nielen po starostlivej úvahe funkcie súčiastok, ale aj po zvážení možností výroby a kontroly povrchu funkčností. Medzi najbežnejšie parametre, ktorými sa vyhodnocuje drsnosť, patria stredná aritmetická odchýlka profilu  $R_a$  a stredná kvadratická odchýlka  $R_q$ , resp. najväčšia výška profilu  $R_z$ . V tabuľke 8.6 sú uvedené normalizované číselné hodnoty strednej aritmetickej odchýlky profilu  $R_a$ . V tabuľke 8.7 sú uvedené porovnania približne zodpovedajúcich číselných hodnôt parametrov drsnosti povrchov  $R_a$  a  $R_z$ .

Tabuľka 8.6 Číselné hodnoty strednej aritmetickej odchýlky profilu  $R_a$  ( $\mu\text{m}$ )

0,008				
0,010				
<b>0,012</b>	0,125	1,25	<b>12,5</b>	125
0,016	0,160	<b>1,6</b>	16	160
0,020	<b>0,20</b>	2,0	20	<b>200</b>
<b>0,025</b>	0,25	2,5	<b>25</b>	250
0,032	0,32	<b>3,2</b>	32	320
0,040	<b>0,40</b>	4,0	40	<b>400</b>
<b>0,050</b>	0,50	5,0	<b>50</b>	
0,063	0,63	<b>6,3</b>	63	
0,080	<b>0,80</b>	8,0	80	
<b>0,100</b>	1,00	10,0	<b>100</b>	



Tabuľka 8.7 Porovnanie približne zodpovedajúcich číselných hodnôt parametrov  $Ra$ ,  $Rz$  ( $\mu\text{m}$ )

$Ra$	0,1	0,2	0,4	0,8	1,6		3,2	6,3			12,5		25		50
$Rz$	1,6	4	6,3	10	16	25	25	40	40	-	-	-	-	-	-

Na dosiahnutie určitého stupňa presnosti treba zabezpečiť určitú drsnosť a zvoliť tiež vhodný spôsob opracovania. Maximálne hodnoty drsnosti potrebné na dodržanie rozmerov v stupňoch presnosti IT5 až IT12 sú uvedené v *tabuľke 8.8*. Hodnoty drsnosti menšie ako uvádza tabuľka, usmerňuje najmä požadovaná funkcia a cena výrobku. Prehľad hodnôt drsnosti povrchov, ktoré možno dosiahnuť určitým výrobným spôsobom je v *tabuľke 8.9*.

Tabuľka 8.8 Doporučené maximálne hodnoty drsnosti  $Ra$  podľa tolerančného stupňa IT dĺžkových rozmerov

Rozsah menovitých rozmerov		Tolerancia rozmeru							
		IT 5	IT 6	IT 7	IT 8	IT 9	IT 10	IT 11	IT 12
nad	do	Drsnosť povrchu $Ra$ ( $\mu\text{m}$ )							
	3	0,2	0,4	0,4	0,8	0,8	1,6	1,6	3,2
3	6	0,4		0,8		1,6		3,2	
6	10								
10	18	0,8	1,6	3,2	6,3	12,5			
18	30								
30	50	1,6	3,2	6,3	12,5				
50	80								
80	120	1,6	3,2	6,3	12,5				
120	180								
180	250	1,6	3,2	6,3	12,5				
250	315								
315	400	3,2	6,3	12,5					
400	500								

Tabuľka 8.9 Hodnoty  $Ra$  povrchov vyrobených rôznymi výrobnými postupmi.

Spôsob výroby	$Ra$ ( $\mu\text{m}$ )	Spôsob výroby	$Ra$ ( $\mu\text{m}$ )
Liatie do pieskových foriem	50 – 12,5	Vyvrátavanie	6,3 – 1,6 (0,2)
Abrazívne čistenie	25 – 3,2	Sústruženie	6,3 – 1,6 (0,2)
Vŕtanie	25 – 6,3 (3,2)	Vystružovanie	6,3 – 0,8 (0,4)
Frézovanie valcovou frézou	25 – 3,2 (1,6)	Preťahovanie	3,2 – 0,8 (0,2)
Frézovanie čelné	12,5 – 1,6 (0,8)	Valcovanie za studena	3,2 – 0,4 (0,2)
Kovanie za studena	12,5 – 1,6	Brúsenie do guľata a vnútorné brúsenie	3,2 – 0,4 (0,05)
Liatie do kokýľ	12,5 – 3,2 (1,6)	Brúsenie na plocho	3,2 – 0,4 (0,05)
Presné odlievanie	12,5 – 3,2 (1,6)	Honovanie a superfinišovanie	0,4 – 0,1 (0,025)
Tlakové liatie neželezných zliatin	12,5 – 1,6 (0,8)	Lapovanie	0,4 – 0,05 (0,012)
Hobľovanie a obrážanie	12,5 – 1,6 (0,8)	Leštenie tlakovým kotúčom	0,1 – 0,05 (0,012)

Hodnoty v zátvorkách predstavujú opracovania v špeciálnych podmienkach.

V tabuľke 8.10 sú uvedené doporučené číselné hodnoty strednej aritmetickej odchýlka profilu  $Ra$  potrebných na zabezpečenie charakteristických funkcií súčiastok a montážnych skupín.

Tabuľka 8.10 Doporučené číselné hodnoty  $Ra$  ( $\mu\text{m}$ )

$Ra$ ( $\mu\text{m}$ )	Príklad použitia
0,1	Funkčné plochy s čo najmenším opotrebením, klzné plochy vretien a hriadeľov pre presné uloženia, oporné čelá presných axiálnych klzných ložísk, lapované otvory pre piesty a posúvače.
0,2	Klzné plochy šmýkadiel a ložiskových puzdier a panví, vedenia obrábacích strojov, čelné klzné plochy, plochy upínacích kužeľov tŕňov a nástrojov, plochy pre uloženia valivých ložísk s možným axiálnym posuvom, voľné povrchy leštené pre zvýšenie únavovej pevnosti.
0,4	Klzné plochy s malými hodnotami klznej rýchlosti a tlaku, vodiace plochy obrábacích strojov, dotykové plochy vačiek, kladiiek, klzných kameňov a pod., niektoré plochy pri žliabkových spojoch, dotykové plochy pohyblivých súčiastok s tesneniami, plochy pre ďalšiu povrchovú úpravu, napr. chrómovaním, niklovaním, nitridovaním.
0,8	Klzné povrchy s malou hodnotou klznej rýchlosti, boky zubov ozubených kolies, žliabky remeníc pre klinové remene a ozubené remene, povrch otvorov v nábojoch ozubených kolies, remeníc spojok, úložné plochy pre valivé ložiská, stykové plochy nerozoberateľných spojov.
1,6	Vodiace plochy len s občasným vzájomným relatívnym pohybom, otvory v nábojoch ozubených kolies, remeníc, spojok, kladiiek a pod., povrchy otvorov pre nalisované spojenia, žliabky remeníc pre klinové remene, boky zubov reťazových kolies pre malé obvodové rýchlosti, otvory pre lícované skrutky, vonkajšie vyčnievajúce (nezakryté) povrchy rýchlo sa otáčajúcich kolies.
3,2	Klzné plochy s veľmi malou klznou rýchlosťou a bez nárokov na presnosť uloženia, žliabky lanových kladiiek, dotykové plochy bez vzájomného pohybu, tesniace plochy pre mäkké tesnenia, plochy, ktoré majú mal pekný vzhľad
6,3 až 25	Hrubované dotykové plochy bez vzájomného pohybu, napr. dosadacie plochy pätiiek strojov, prírub, povrchy presných skrutiek, matíc, diery pre skrutky, čelné voľné povrchy hriadeľov.