

## Drawing of Orientation Distribution Function into the standard projection (001)

# ZAKRESLENÍ ORIENTAČNÍ DISTRIBUČNÍ FUNKCE ODF DO STANDARDNÍ PROJEKCE (001)

Jiří Marek

Department of Solid State Engineering, Faculty of Nuclear Sciences and Physical Engineering, Czech Technical University in Prague, Břehová 7, 110 00 Praha 1, Czech Republic, E-mail: marek@troja.fjfi.cvut.cz

### Abstract

A new program ODFSPx.EXE has been set up to draw the Orientation Distribution Function (ODF) into the Standard projection (001). The orientation of the crystallographic axes of crystallite in the sample relative to the sample axes can be defined by the three Euler angles  $\varphi_2$ ,  $\Phi$ ,  $\varphi_1$ . For the definition of the crystallite orientation the concept of the so-called ideal orientations of the crystallite: (HKL)[uvw] is introduced - (HKL): crystallographic planes parallel with the plane of the rolling, [uvw]: crystallographic direction in this plane and parallel with the rolling direction. The three Euler angles correspond to any ideal orientation where the plane (HKL) is given by the angles  $\varphi_2$ ,  $\Phi$  and the direction [uvw] is given by the third angle  $\varphi_1$  (for given  $\varphi_2$ ,  $\Phi$ ). Any crystallite orientation is in the sample given by the three Euler angles. The fraction of this orientation as present in the sample is given by the ODF value that shows the ODF as a function of Euler angles. This function can be visualized in the so-called Euler space as defined by three rectangular axes  $\varphi_2$ ,  $\Phi$ ,  $\varphi_1$ . The texture can be shown as a diagram in the two following ways:

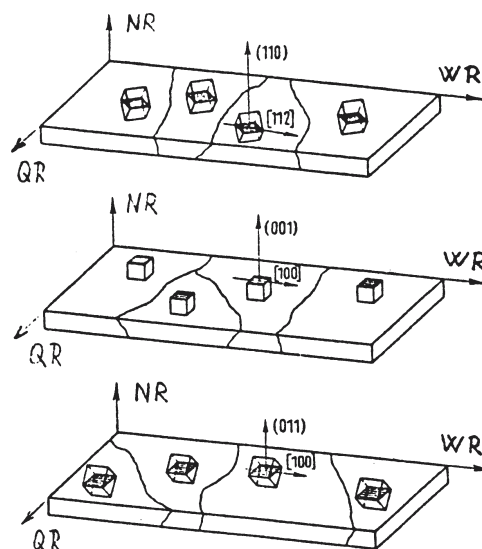
1) By a section in the Euler space namely for constant angles  $\varphi_2$  or  $\varphi_1$ . The positions of the ideal orientations can be drawn on the corresponding angles  $\varphi_2$ ,  $\Phi$ ,  $\varphi_1$  into the section. The rate of ODF contents in the sample can be read out from the position of the ideal orientation and the corresponding ODF values.

2) By drawing the ODF into the standard projection (001). Any point in the Euler space with  $\varphi_2$ ,  $\Phi$ ,  $\varphi_1$  coordinates defines the (HKL) and [uvw] poles in the standard projection. The ODF value related to these poles can be visualised using a colour scale. The ODF is drawn into the standard projection by the program: ODFSPx.EXE.....

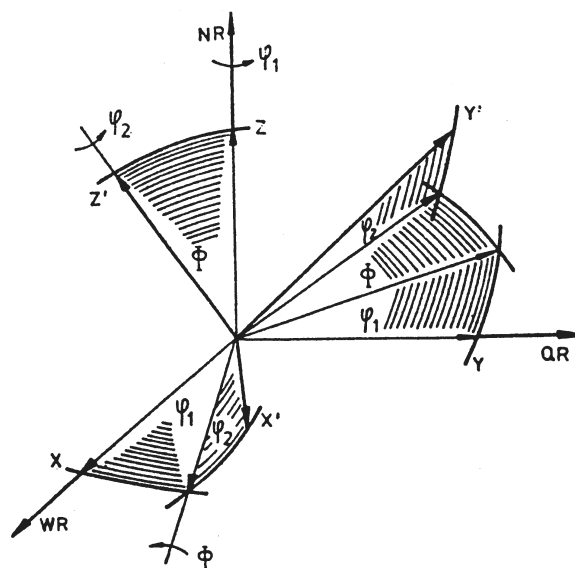
### Keywords:

X-ray diffraction, metals, texture analysis, orientation distribution function ODF, standard projection

Přednostní orientaci krystalitů v polykrystalickém vzorku označujeme jako jeho texturu. Lze ji popsat pomocí *Orientační distribuční funkce* (ODF), která vyjadřuje množství krystalitů v jednotkovém objemu vzorku s určitou orientací krystalografických os vůči definovaným osám vzorku. Osy vzorku volíme rovnoběžné s význačnými směry vzorku.



Obr. 1. Znázornění souřadných systémů



Obr. 2. Eulerovy úhly

U válcovaných plechů volíme tyto osy:

1. Osa rovnoběžná se směrem válcování: WR (RD)
2. Osa rovnoběžná s příčným směrem na směr válcování: QR (TD)

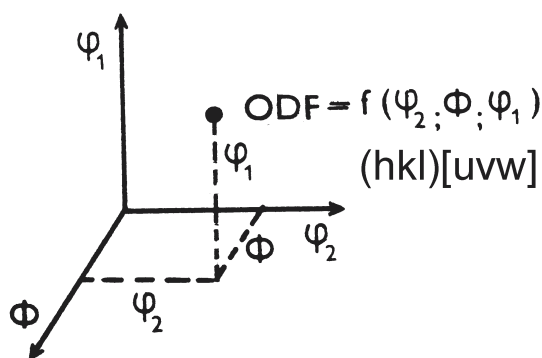


3. Osa kolmá na rovinu válcování,  
t.j. kolmá k povrchu vzorku

NR (ND)

Uvedené osy vzorku tvoří pravoúhlý souřadný systém.  
Obr. 1.

Orientaci krystalografických os krystalitů ve vzorku, vůči osám vzorku, jednoznačně definujeme třemi Eulerovými úhly:  $\varphi_2, \Phi, \varphi_1$  (F2, F, F1. Obr. 2).



Obr. 3. Eulerův prostor

Pro názornější popis orientace krystalitů je zaveden pojem t.zv. *ideálních orientací* krystalitů. Ideální orientací krystalitu rozumíme takovou jeho orientaci, kdy jeho krystalografická rovina ( $hkl$ ) je rovnoběžná s povrchem vzorku (rovinou válcování) a krystalografický směr  $[uvw]$ , v ní ležící, je rovnoběžný s význačným směrem vzorku (směrem válcování). Formálně tuto orientaci zapisujeme výrazem:

$$(hkl)[uvw] \quad (1)$$

Z podmínky ortogonality, musí tyto indexy splňovat vztah:

$$h.u + k.v + l.w = 0 \quad (2)$$

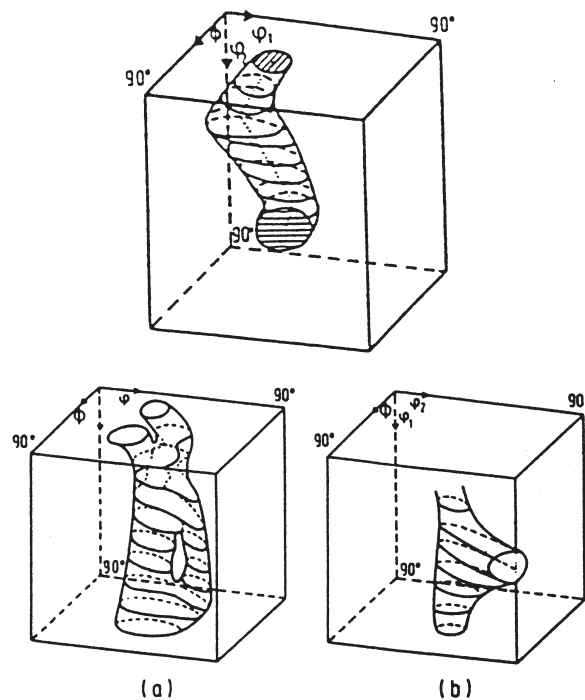
Každé ideální orientaci odpovídají tři určité Eulerovy úhly  $\varphi_2, \Phi, \varphi_1$ , při čemž rovina ( $hkl$ ) je určena dvojicí úhlů  $\varphi_2, \Phi$ , směr  $[uvw]$  je určen třetím úhlem  $\varphi_1$  (pro dané  $\varphi_2, \Phi$ ).

Z uvedeného vyplývá: Každá orientace krystalitů ve vzorku je určena třemi Eulerovými úhly  $\varphi_1, \Phi, \varphi_2$  (obr. 2) Zastoupení této orientace ve vzorku je určeno ODF, t.j. ODF je funkcí Eulerových úhlů:

$$ODF = f(\varphi_2, \Phi, \varphi_1) \quad (3)$$

Tuto funkci lze znázornit v tzv. *Eulerově prostoru*. Ten získáme tak, že vyneseme hodnoty jednotlivých Eulerových úhlů na pravoúhlé osy  $x, y, z$ , t.j. Eulerův prostor je definován třemi pravoúhlými osami:  $\varphi_2, \Phi, \varphi_1$  (Obr. 3).

V každém bodě Eulerova prostoru má ODF určitou hodnotu. Body Eulerova prostoru, na nichž má ODF konstantní hodnotu, tvoří uzavřenou plochu. (slupku) (Obr.



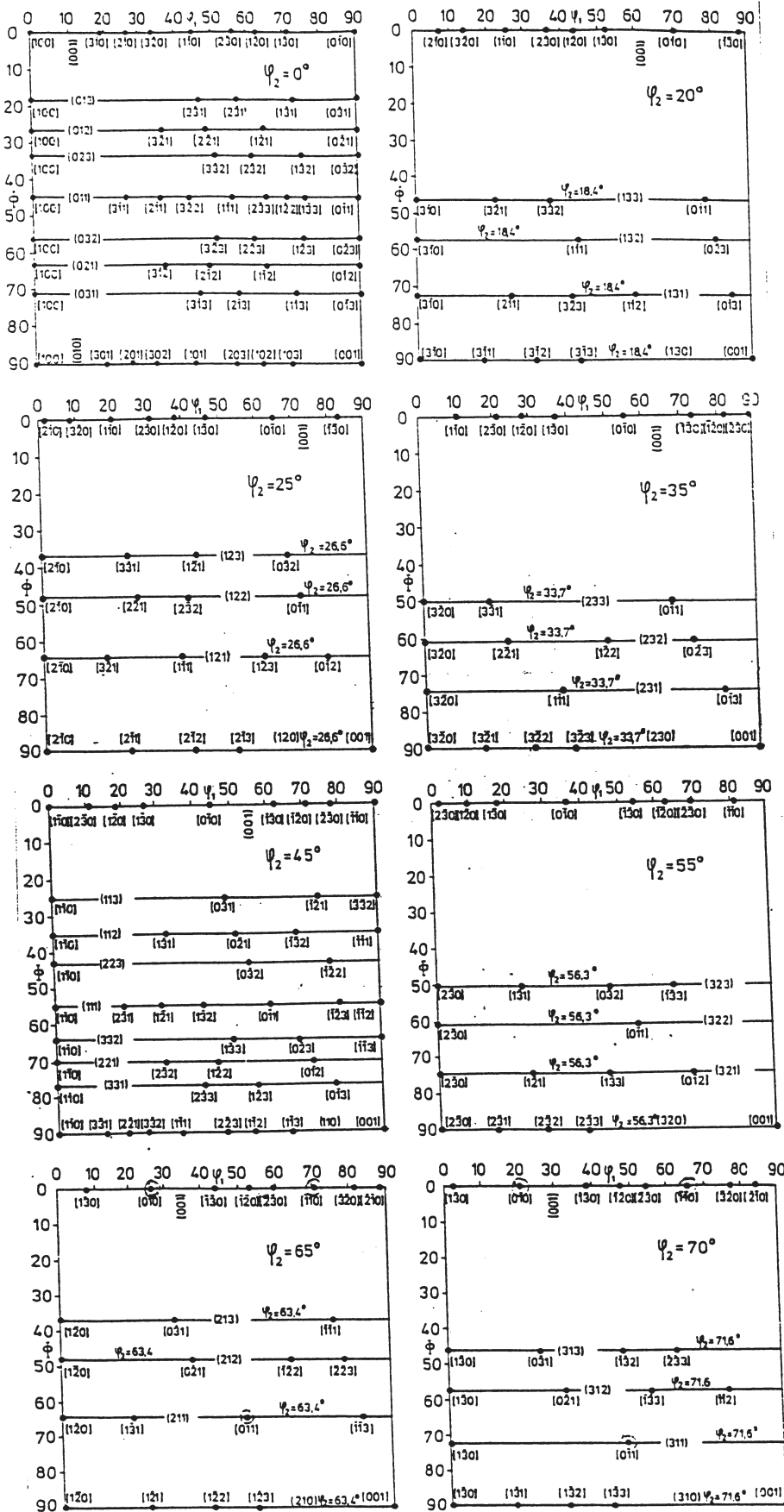
Obr. 4. ODF v Eulerově prostoru, řezy rovinou s konstantním Eulerovým úhlem.

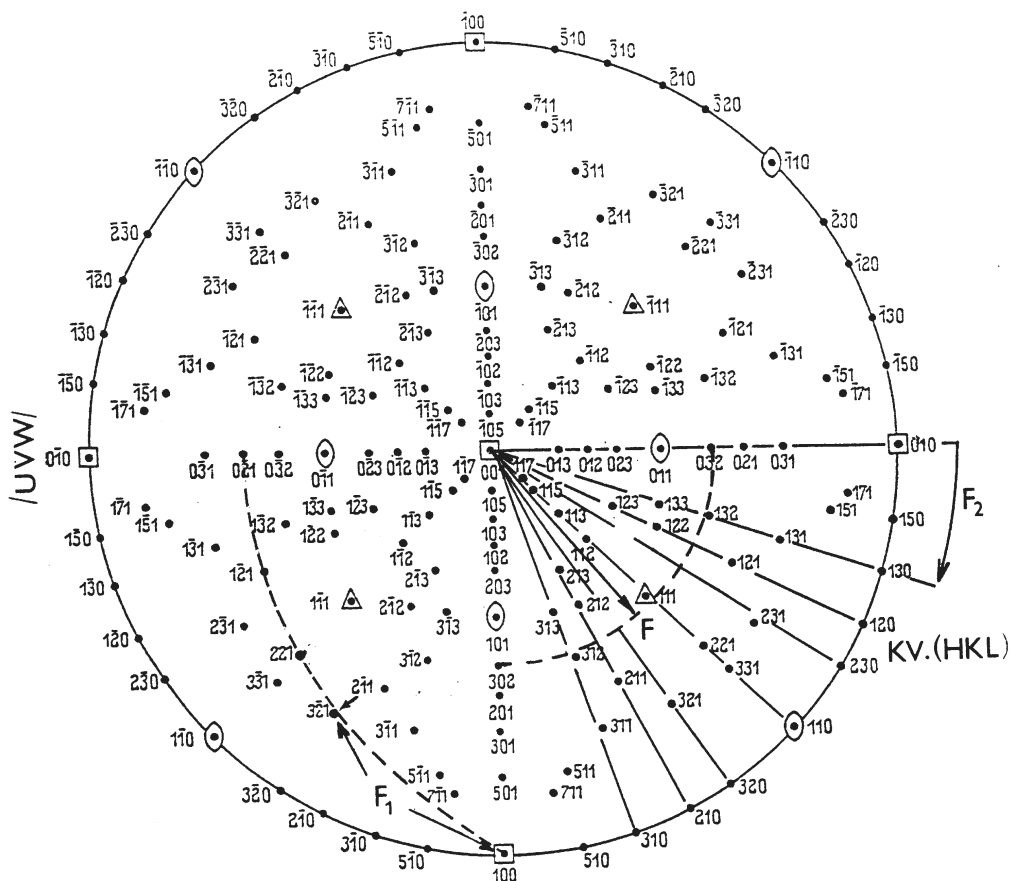
4). Ve směrech "ven" hodnoty ODF klesají, ve směrech "dovnitř" hodnoty ODF rostou a nabývají v některých bodech  $\varphi_2, \Phi, \varphi_1$  maxim.

Tato maxima odpovídají nejčastěji zastoupeným orientacím krystalitů v daném vzorku. Grafické znázornění textury (a vtištění na papír), lze provést dvěma způsoby.

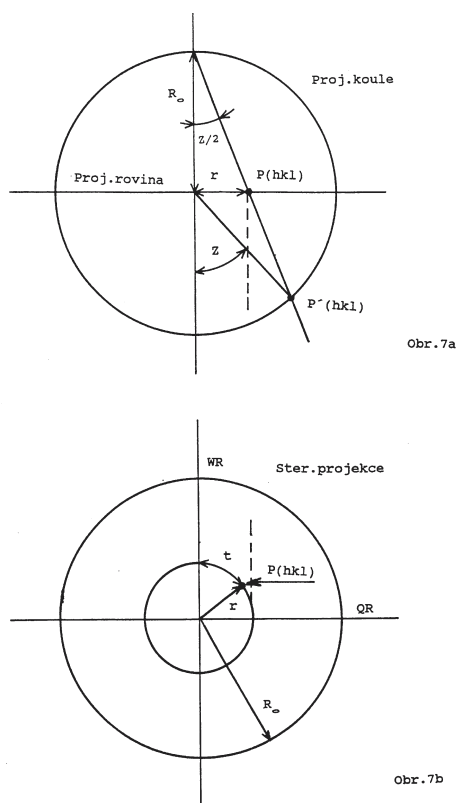
- 1) Pomocí řezů v Eulerově prostoru, pro konstantní úhly  $\varphi_2$ , resp.  $\varphi_1$ . (Obr. 4). V těchto řezech tvoří "slupky" ODF = konst. uzavřené křivky, t.zv. vrstevnice, soustředěné se k příslušným maximům. Řezy prováděné po konst. úhlových intervalech tvoří soustavu vrstevnic, z nichž lze získat představu o prostorovém průběhu ODF. Do řezů lze též zakreslit, jako body, polohy *ideálních orientací*, na příslušných úhlech  $\varphi_2, \Phi, \varphi_1$ . (Obr. 5). Z polohy ideální orientace ve vrstevnicích ODF lze určit její zastoupení ve vzorku.
- 2) Zakreslením ODF do *standardní projekce*. Polohy pólů ( $hkl$ ), resp. směrů  $[uvw]$  lze znázornit v tzv. standardní projekci monokrystalu. Standardní projekce (001) kubické soustavy je znázorněna na obr. 6. U této projekce je pól  $\{001\}$  ve středu *základní kružnice*. Jsou-li indexy rovin ( $hkl$ ) kladná čísla, pak jejich póly leží ve IV. kvadrantu, který označíme jako:  $/KV.(hkl)/$  (obr. 6)

Pro krystalografickou soustavu *kubickou* jsou póly ( $hkl$ ), resp.  $[uvw]$  znázorněny body s odpovídajícími indexy v téže standardní projekci. Póly  $[uvw]$  ideální orientace ( $hkl$ )<sub>i</sub> leží na velké kružnici se středem v pólu ( $hkl$ )<sub>i</sub>, a úhlovým poloměrem  $90^\circ$ . Na obr. 6 je znázorněna orientace (012)[3 $\bar{2}$ 1], příslušné póly jsou označeny šipkou.

Obr. 5. Schéma poloh ideálních orientací  $(hkl)[uvw]$  v řezech Eulerovým prostorem pro konstantní úhel  $\varphi_2 = 0, 20, 25, 35, 45, 55^\circ$ .



Obr. 6. Standardní projekce krystalu kubické soustavy se zakreslenými Eulerovými úhly ideálních orientací  $(hkl)[uvw]$



Obr. 7. Geometrie zakreslení pólu ve stereografické projekci

Z matematických vztahů, uvedených v příloze I, vyplývá, že indexy  $(hkl)$  jsou funkcemi Eulerových úhlů  $\varphi_2$  a  $\Phi$ :

$$(hkl) = f(\varphi_2 \Phi) \quad (4)$$

(srovnej rov. 3.6 a rov. 1.7 až 1.9)

Ve standardní projekci (obr. 6) je poloha pólu  $(hkl)$  určena Eulerovými úhly  $\varphi_2$  a  $\Phi$ , kde:  $\Phi$  je úhlová vzdálenost pólu  $(hkl)$  od středu projekce (001) a  $\varphi_2$  je úhel, který svírá paprsek: (001) -  $(hkl)$  s vodorovnou osou projekce. (např. pól (132):  $\varphi_2 = 18.40^\circ$ ,  $\Phi = 57.70^\circ$  - obr.6). Z obr.6 je zřejmé, že póly rovin  $(hkl)$  s  $\varphi_2 = \text{konst.}$ , leží na paprscích, vystupujících z pólu (001). Tyto roviny jsou též uvedeny v tab. řezů pro  $\varphi_2 = \text{konst.}$  na obr.5.

Směrové indexy  $[uvw]$ , ideální orientace  $(hkl)[uvw]$ , leží na velké kružnici ve II. III. kvadrantu, se stereografickým středem v pólu  $(hkl)$ . Eulerův úhel  $\varphi_1$  je úhlovou vzdáleností pólu  $[uvw]$  od základní kružnice, měřenou na příslušné velké kružnici (viz obr. 6).

Každý bod Eulerova prostoru o souřadnicích  $\varphi_2$ ,  $\Phi$ ,  $\varphi_1$ , určuje ve standardní projekci pól  $(hkl)$  a pól  $[uvw]$ . Hodnotu ODF příslušnou těmto pólům lze graficky vyjádřit barevnou stupnicí (obr. 8).



## PROGRAM PRO ZAKRESLENÍ ODF DO STANDARDNÍ PROJEKCE

Zakreslení ODF do standardní projekce je prováděno programem ODFSPx.EXE po volbě: (příloha 2)

### 14 STANDARDNÍ PROJEKCE ODF ,

dle vztahů uvedených v příloze 1-4 a 1-5. Na standardní projekci (obr.6) lze pohlížet jako na pólový obrazec ideální orientace: (001)[ $\bar{1}00$ ] do něhož zakreslujeme póly "reflexních" rovin s indexy  $hkl$ , nebo  $uvw$ . Standardní projekce je má tyto prvky rotace ( $G_{ij}$ ):

$$(G_{11})_s = -1, (G_{22})_s = -1, (G_{33})_s = 1, \text{ ostatní } (G_{ij})_s = 0$$

Hodnota (ODF)<sub>i</sub> vzorku, s příslušnými úhly ( $\varphi_2, \Phi, \varphi_1$ )<sub>i</sub> je čtena z FILE: \*.CHR (ukázka FILE je v Příloze 3), který je produktem programů:

CUBAN2.EXE (výpočet koeficientů harmonického rozvoje ODF: \*.HCF)

CODF.EXE (výpočet ODF: \*.CHD, přejmenováno na \*.CHR) ze souboru POPLA.

Dle vztahů, uvedených v příloze 1-1, jsou vypočteny prvky rotace ( $G_{ij}$ )<sub>i</sub>. Pomocí rov.(4.1) až (4.8) z přílohy 1-4, jsou vypočteny souřadnice:

a) pólu ( $hkl$ )<sub>i</sub>, kdy do rov.(4.1) a (4.2) je dosazeno:

$$h = (G_{13})_i, k = (G_{23})_i, l = (G_{33})_i$$

(srovnej rov.(5.3) - příloha 1-5)

b) pólu [ $uvw$ ]<sub>i</sub>, kdy do rov.(4.1) a (4.2) je dosazeno:

$$h = (G_{11})_i, k = (G_{21})_i, l = (G_{31})_i$$

(srovnej rov.(5.1) - příloha 1-5)

Relativní hodnoty (ODFr)<sub>i</sub> v %, vztažené k ODF<sub>max</sub> vzorku, odstupňované po 10%, jsou reprezentovány barevnými značkami s odstupňovanou velikostí a barvou, opsanými kolem pólu ( $hkl$ )<sub>i</sub> a [ $uvw$ ]<sub>i</sub>.

Tvar značek:

- v KVADRANTU ( $hkl$ ): kosočtverce,
- v KVADRATECH [ $uvw$ ]<sub>i</sub>: čtverce.

Protože značky pro vyšší hodnoty ODFr částečně překrývají značky pro nižší hodnoty, jsou značky zobrazovány po vrstvách s postupně narůstajícími ODFr.

Dle nabídky, může být zakreslena buď celá ODF, nebo pouze její část, dle symetrisační podmínky, uvedené v Tabulkách 1. Zobrazit lze část buď pro  $\Phi \geq \Phi_s$ , nebo pro  $\Phi \leq \Phi_s$ .

Do standardní projekce mohou být dále zakresleny buď:

- libovolné ideální orientace ( $hkl$ )[ $uvw$ ] reprezentované barevnými, konturovanými čtverci, nebo:
- zóny [ $uvw$ ], pro  $\varphi_1 = 0$  až  $90^\circ$ , příslušné k ( $hkl$ ).
- celá standardní projekce (001)

Vyhodnocení projekce ODF lze nejlépe provést pomocí průsvítky se zakreslenými póly standardní projekce, přiložené na obrazovku monitoru. Podmínkou je shodnost průměru základní kružnice průsvítky s průměrem zobrazeným na monitoru.

Aktuální verze programu je k dispozici na Internetové adrese: <http://www.xray.cz/xray/soft/marek>.

*This work was supported by CTU projects MSM: MSM 210000021 and MSM 210000019.*

### Příloha 1: Základní matematické vztahy: (kryst. soustava kubická)

#### Tab.1-1:

Výpočet prvků rotace  $G_{ij}$  z Eulerových úhlů  $\varphi_2\Phi\varphi_1$ .

$$G_{11} = \cos \varphi_1 \cdot \cos \varphi_2 - \sin \varphi_1 \cdot \sin \varphi_2 \cdot \cos \Phi \quad (1.1)$$

$$G_{21} = -\cos \varphi_1 \cdot \sin \varphi_2 - \sin \varphi_1 \cdot \cos \varphi_2 \cdot \cos \Phi \quad (1.2)$$

$$G_{31} = \sin \varphi_1 \cdot \sin \Phi \quad (1.3)$$

$$G_{12} = \sin \varphi_1 \cdot \cos \varphi_2 + \cos \varphi_1 \cdot \sin \varphi_2 \cdot \cos \Phi \quad (1.4)$$

$$G_{22} = -\sin \varphi_1 \cdot \sin \varphi_2 + \cos \varphi_1 \cdot \cos \varphi_2 \cdot \cos \Phi \quad (1.5)$$

$$G_{32} = -\cos \varphi_1 \cdot \sin \Phi \quad (1.6)$$

$$G_{13} = \sin \varphi_2 \cdot \sin \Phi \quad (1.7)$$

$$G_{23} = \cos \varphi_2 \cdot \sin \Phi \quad (1.8)$$

$$G_{33} = \cos \Phi \quad (1.9)$$

#### Tab.1-2:

Výpočet Eulerových úhlů z prvků rotace  $G_{ij}$ .

$$\Phi = \arccos G_{33} \quad (2.1)$$

pro  $\varphi_2$  jest:

$$\text{pro } G_{13} = 0 \text{ jest: } \varphi_2 = 0 \quad (2.2)$$

$$\varphi_2 = \arcsin \frac{1}{\sqrt{1 - (G_{23}^2 - G_{13}^2)^2}} \quad (2.3)$$

pro  $\varphi_1$  jest:

$$\text{pro: } G_{13}^2 - G_{23}^2 = 0 \text{ pro } (hkl) = (001) \quad (2.4)$$

$$\text{jest: } \varphi_1 = \arccos G_{11} - \varphi_2 \quad (2.5)$$

z rov.(1.3 a 1.6) plyne:

$$\text{pro: } G_{32} = 0, \text{ jest: } \varphi_1 = 90^\circ \quad (2.6)$$

$$\text{tg } \varphi_1 = -(G_{31}/G_{32}) \quad (2.7)$$

$$\varphi_1 = \arctg(\text{tg } \varphi_1) \quad (2.8)$$

#### Tab.1-3:

Výpočet prvků rotace  $G_{ij}$  z ( $hkl$ )[ $uvw$ ]

ZÁKLADNÍ PODMÍNKA:

$$h.u + k.v + l.w = 0 \quad (3.1)$$



Zavedeme:

$$M = \sqrt{h^2 + k^2 + l^2} \quad (3.2)$$

$$N = \sqrt{u^2 + v^2 + w^2} \quad (3.3)$$

$$\begin{aligned} G_{11} &= u/N \\ G_{21} &= v/N \\ G_{31} &= w/N \end{aligned} \quad (3.4)$$

$$\begin{aligned} G_{12} &= (k \cdot w - l \cdot w)/M \cdot N \\ G_{22} &= (l \cdot u - h \cdot w)/M \cdot N \\ G_{32} &= (h \cdot v - k \cdot u)/M \cdot N \end{aligned} \quad (3.5)$$

$$\begin{aligned} G_{13} &= h/M \\ G_{23} &= k/M \\ G_{33} &= l/M \end{aligned} \quad (3.6)$$

#### Tab.1-4:

Výpočet souřadnic pólu ( $hkl$ ) v pólovém obrazci pro ideální orientaci danou prvky rotace  $G_{ij}$ .

(pozn. pro IO zadanou jako ( $hkl$ )[ $uvw$ ], nebo  $\varphi_2\Phi\varphi_1$  určíme prvky rotace  $G_{ij}$  dle vztahů v Tab.1-1 nebo 1-3)

Pól  $P(hkl)$  je ve stereografické projekci určen pomocí úhlů  $z$ ,  $t$ , a délkou radiusvektoru  $r$  (obr.7).

Zavedeme:

$$A = G_{11} \cdot h + G_{21} \cdot k + G_{31} \cdot l \quad (4.1)$$

$$B = G_{12} \cdot h + G_{22} \cdot k + G_{32} \cdot l \quad (4.2)$$

$$C = G_{13} \cdot h + G_{23} \cdot k + G_{33} \cdot l \quad (4.3)$$

$$P = \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$$

$$\cos z = C/P \quad z = \arccos(C/P) \quad (4.4)$$

$$r = R_o \cdot \text{tg}(z/2) \quad [R_o = \text{poloměr zákl. kružnice}] \quad (4.5)$$

$$t = \arctg(B/A) \quad (4.6)$$

$$\text{pro: } A = 0 \text{ a } B \neq 0 \text{ jest: } t = 90^\circ \quad (4.7)$$

$$A = 0 \text{ a } B = 0 \text{ jest: } t = 0^\circ \quad (4.8)$$

#### Tab. 1-5:

Výpočet indexů ( $hkl$ )[ $uvw$ ] z prvků rotace  $G_{ij}$   
Ideální ortientace.

Indexy [ $uvw$ ]:

Z rov.(3.4) plyne:

$$u : v : w = G_{11} : G_{21} : G_{31} \quad (5.1)$$

z hodnot  $G_{11}$ ,  $G_{21}$ ,  $G_{31}$   
najdeme minimální hodnotu:  $\text{MIN1} \neq 0$ ,  
potom jest:

$$u = G_{11}/\text{MIN1}, v = G_{21}/\text{MIN1}, w = G_{31}/\text{MIN1} \quad (5.2)$$

Indexy ( $hkl$ ):

Z rov.(3.6) plyne:

$$h : k : l = G_{13} : G_{23} : G_{33} \quad (5.3)$$

z hodnot  $G_{13}$ ,  $G_{23}$ ,  $G_{33}$

najdeme minimální hodnotu:  $\text{MIN2} \neq 0$ ,

potom jest:

$$h = G_{13}/\text{MIN2}, k = G_{23}/\text{MIN2}, l = G_{33}/\text{MIN3} \quad (5.4)$$

#### Tab:1-6:

Hranice symetrie

Hranice symetrie je závislost  $\Phi_s = f(\varphi_2)$ ,

pro  $\varphi_2 \leq 45^\circ$  jest:

$$\cos \Phi_s = \cos \varphi_2 / \sqrt{1 + \cos^2 \varphi_2} \quad (6.1)$$

$$\Phi_s = \arccos(\cos \varphi_2 / \sqrt{1 + \cos^2 \varphi_2}) \quad (6.2)$$

pro  $\varphi_2 > 45^\circ$  jest:

$$\cos \Phi_s = \cos(90 - \varphi_2) / \sqrt{1 + \cos^2(90 - \varphi_2)} \quad (6.3)$$

$$\Phi_s = \arccos(\cos(90 - \varphi_2) / \sqrt{1 + \cos^2(90 - \varphi_2)}) \quad (6.4)$$

pozn.: Ve stereografické projekci (obr.6) prochází hranice symetrie póly ( $hkl$ ):

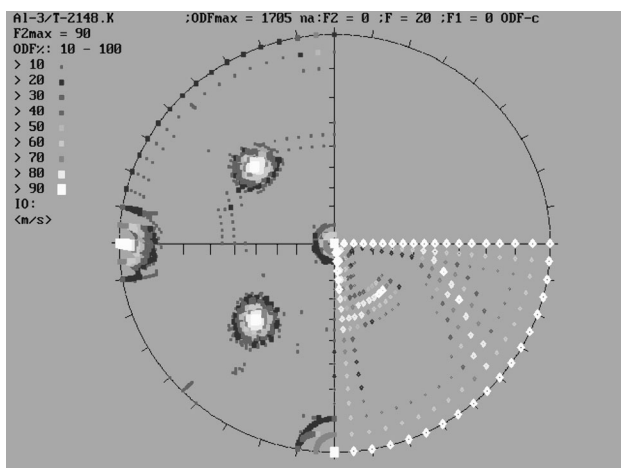
(011), (133), (122), (111), (212), (313), (101)

#### Příloha 2:

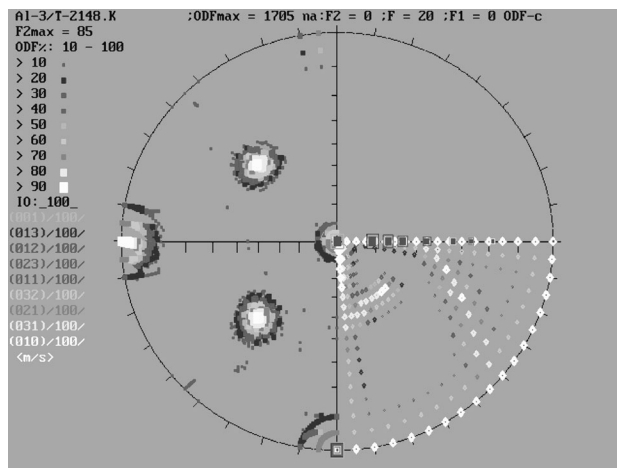
##### MENU - ODFSPx

Vlož:

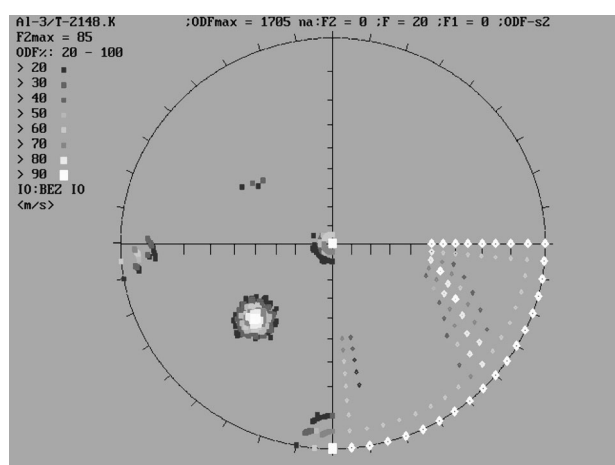
- 1 MENU
- 2 INICIALIZACE PGM
- 3 ZADANI SOUBORU ODF
- 4 ZADANI Euler.uhlu F2 a F
- 5 VYPIS ODFmax
- 7 VYKRESLENI GRAFU [m=MENU];  
(TISK:PIZ-PZP)
- 10 VYPOCET IO-ZON ( $hkl$ )[ $uvw$ ] a uloz.do \EU\
- 11 VYPOCET ( $hkl$ )[ $uvw$ ] z F2;F;F1
- 12 VYPIS prvku ROTACE  $G_{ij}$
- 13 (DOCASNY VSTUP DO NC)
- 14 STANDARTNI PROJEKCE ODF
- 15 ZADANI IO pro STAND.PROJ.
- 16 ZAKRESLENI IO-ZON do STAND.PROJ.
- 19 VYKRESLENI STAND.PROJ. (001)
- 20 ÚPRAVA KRUHOVITOSTI A POLOMERU
- 21 QUIT'



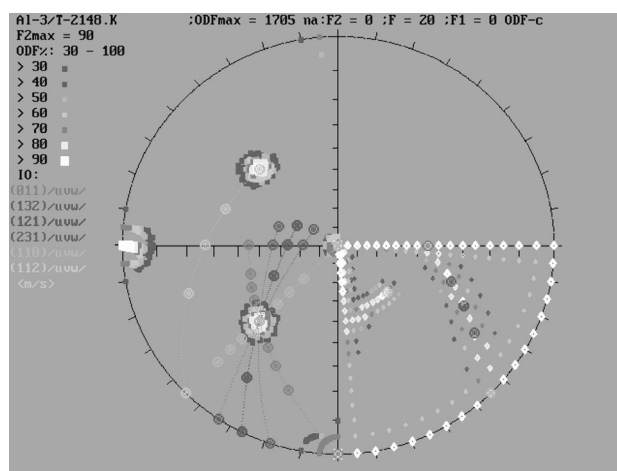
**Obr. 8a.** Standardní projekce ODF vzorku osového řezu Al-tyče, průměr 20 mm, celá projekce



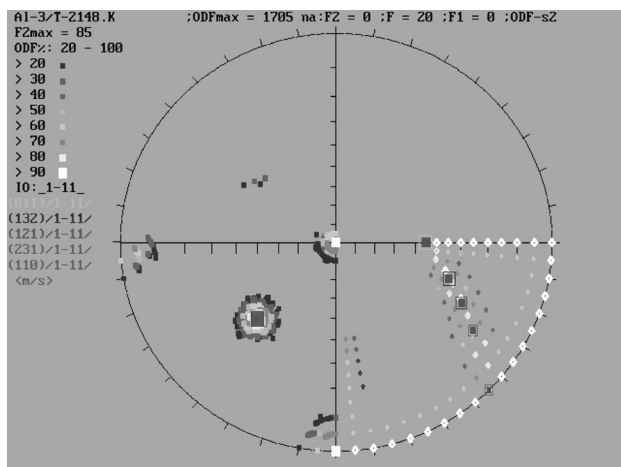
**Obr. 8d.** Standardní projekce ODF vzorku osového řezu Al-tyče, průměr 20 mm, se zakreslenými IO ( $hkl$ )[100]



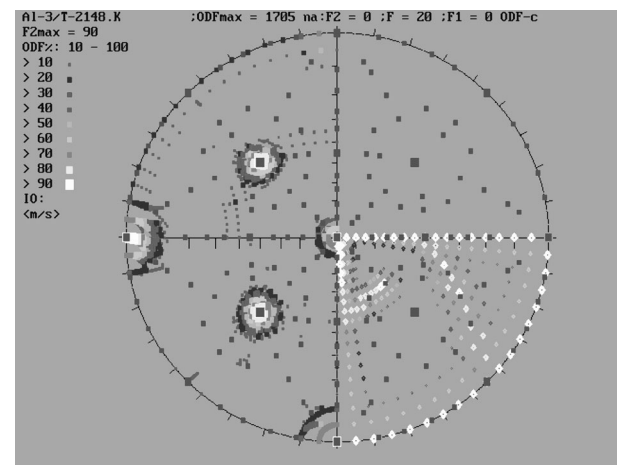
**Obr. 8b.** Standardní projekce ODF vzorku osového řezu Al-tyče, průměr 20 mm, s vypuštěním symetriz.duplicity (s2)



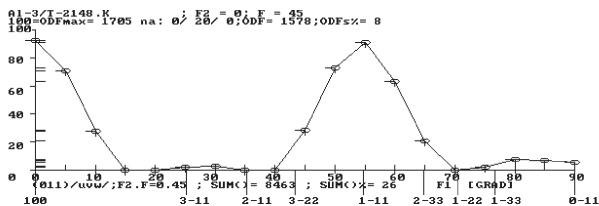
**Obr. 8e.** Standardní projekce ODF vzorku osového řezu Al-tyče, průměr 20 mm, se zakreslenými zónami  $[uvw]_i$  příslušnými k ( $hkl$ )<sub>i</sub>



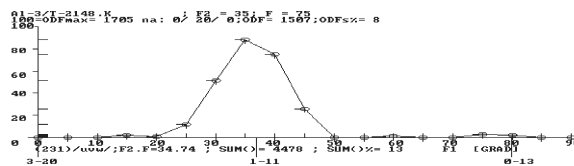
**Obr. 8c.** Standardní projekce ODF vzorku osového řezu Al-tyče, průměr 20 mm, se zakreslenými IO ( $hkl$ )[ $1\bar{1}1$ ]



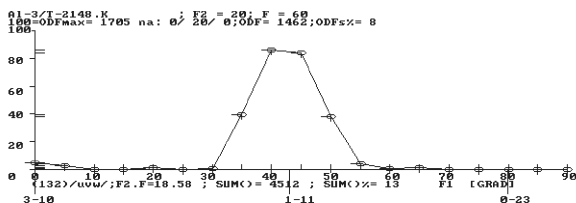
**Obr. 8f.** Standardní projekce ODF vzorku osového řezu Al-tyče, průměr 20 mm, se zakreslenou standardní projekcí (001)



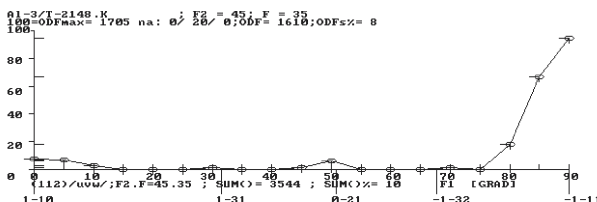
**Obr. 8g.** Grafy ODF =  $f(\varphi_1)$  pro úhly  $\Phi$ , v řezech  $\varphi_2 = \text{konst.}$  Graf řezu:  $\varphi_2 = 0^\circ$ ,  $\Phi = 45^\circ$



**Obr. 8i.** Grafy ODF =  $f(\varphi_1)$  pro úhly  $\Phi$ , v řezech  $\varphi_2 = \text{konst.}$  Graf řezu:  $\varphi_2 = 35^\circ$ ,  $\Phi = 75^\circ$



**Obr. 8h.** Grafy ODF =  $f(\varphi_1)$  pro úhly  $\Phi$ , v řezech  $\varphi_2 = \text{konst.}$  Graf řezu:  $\varphi_2 = 20^\circ$ ,  $\Phi = 60^\circ$



**Obr. 8j.** Grafy ODF =  $f(\varphi_1)$  pro úhly  $\Phi$ , v řezech  $\varphi_2 = \text{konst.}$  Graf řezu:  $\varphi_2 = 45^\circ$ ,  $\Phi = 35^\circ$

## Literatura

- [1] Návod k praxi "Určení textury válcovaného hliníku pomocí neutronové difrakce /FJFI - KIPL/
- [2] H.J Bunge: Mathematische Methoden der Texturanalyse
- [3] Wassermann, Grewen: Texturen Metallurgischen Werkstoffe. Springer-Verlag
- [4] J. Marek: Zpráva ÚJP-Zbraslav č.423/1976
- [5.1] J.Jura, J.Pospiech, H.J.Bunge: Standartní systém výpočetních programů pro třídimnsionální text.

analýzu. Metalurgia 24 - Polska Akademia Nauk 1976

- [5.2] J.S Kallend, U.F.Kocks, A.D.Rollett, H.R.Wenk: popLA: Preferred orientation package - Los Alamos 1993
- [6] TEXTUR - GONIOMETER: firemní literatura SIEMENS, Eg-Anleitung 416/1 Wernerwerk für Messtechnik



**Příloha 3:**Ukázka datového souboru PK-2144.CHR. Řezy  $\varphi_2 = \Phi = \text{konst.} = 0.0, 5.0, \dots, 90^\circ$ ; číselné hodnoty = ODFvodorovně: úhel  $\varphi_1$ : 0, 5, 10, ..., 90°svisle: úhel  $\Phi$ : 0, 5, 10, ..., 90°Pokrač. do  $\varphi_1 = 90^\circ$ 

```

ALOBAL1/T-2144.K          ODF by harmonics 13-FEB-**
CHDR  5.0 90.0  5.0 90.0  1 1 299 0  100          Phi=  0.0
24331836 757 194 118  67 17 45 36  4 36 45 17 67
21721627 646 147  94  60 19 29  1  1 20 59  1  1
15621152 422  61  27  2  1 13  1  1 58 110  1  1
1059 787 286  3  1  1  1 31 78 80 146 135  1  1
 965 752 308  1  1  1  1 55 118 104 85 38  1  1
 991 803 366  1  1 45 106 61  1  1  1  1  1  1
 743 626 329 73 73 222 246 81  1  1  1  1 51 30
423 371 226 99 114 205 223 145 22  1  6 119 139 125
389 318 156 25  1 24 95 220 287 222 143 104 55 57
456 356 139  1  1  1 29 254 405 337 178 55  1  1
379 313 160 34  3 31 102 219 274 212 144 112 64 62
420 371 234 105 112 206 231 141  4  1  9 128 153 138
750 633 336 68 57 218 257 83  1  1  1  1 57 43
994 807 367  1  1 45 129 73  1  1  1  1  1  1
966 753 305  1  1  1  1 73 120 111 86 18  1  1
1070 793 284  1  1  1  1 44 76 82 149 125  1  1
15741156 421 68 29  1  1 19  1  1 65 114  1  1
21611609 638 173 121 57 11 31  1  1 30 68  1  1
24071804 743 228 158 68  6 46 30  1 46 54  1 55

```

```

ALOBAL1/T-2144.K          ODF by harmonics 13-FEB-**
CHDR  5.0 90.0  5.0 90.0  1 1 299 0  100          Phi=  5.0
1836 757 194 118  67 17 45 36  4 36 45 17 67 118
1618 633 133 86 61 29 40  1  1 31 69  1  1  1
1122 376 12  1  1 13 42  1  1 81 123  1  1  1
 733 208  1  1  1  1 77 121 123 169 121  1  1  1
 673 205  1  1  1  1 132 194 167 98  1  1  1  1
 701 248  1  1 46 168 142 48  1  1  1  1  1  1
534 241 15 57 247 281 105  1  1  1  1  1 60 50
354 240 123 138 221 201 87  1  1  1  1 24 101 164
389 272 111 31 13 20 105 211 187 65  1  1  1 90
432 244 50  1  1  1 151 351 327 150 19  1  1  1
314 181 71 19 16 97 281 397 303 169 162 160 93 61
321 277 179 104 147 303 445 402 195 102 226 306 216 127
597 532 294 101 134 309 402 276 36  1 106 202 114 13
785 672 361 117 57 83 88 25  1  1 18 89 10  1
719 612 373 200 52  1  1  1  1  1 78 157 65  1
767 625 370 247 102  1  1  1  1  1 74 202 84  1
1171 892 423 220 111  1  1  1  1  1  1 70  1  1
16611238 517 171 62  1  1  1  1  1  1  1  1  1
18671382 525 89  1  1  1 60 15  1  1 36  7 50

```

pokrač. do  $\Phi = 90.0^\circ$