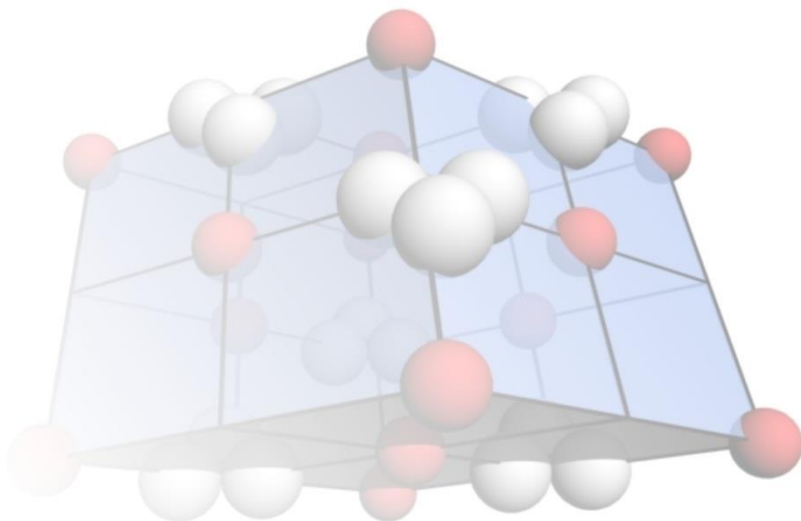




TwinCalc

1.5
uživatelská příručka

Jiří Rez
jura@eltekto.cz
www.eltekto.cz



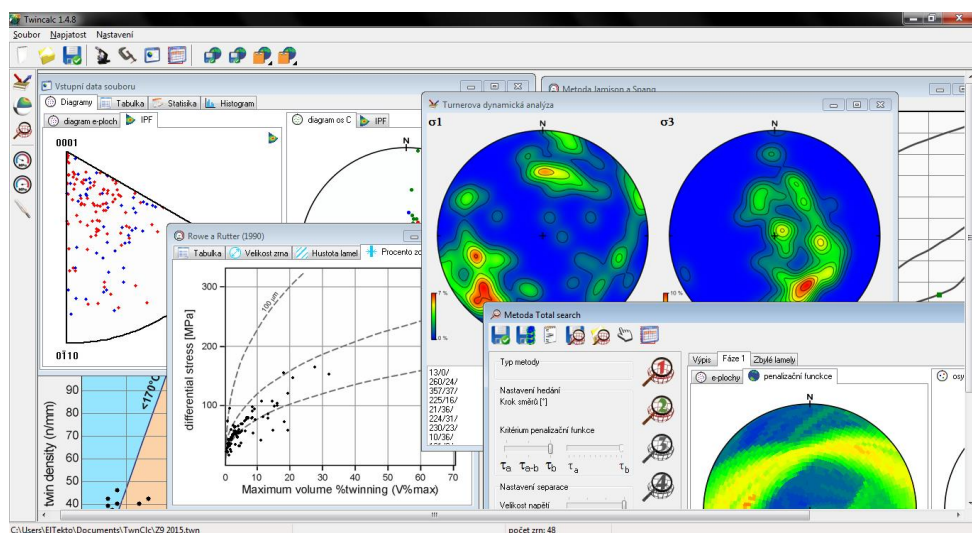


Úvod

TwinCalc je program určený ke zpracování napjatostní analýzy založené na mechanickém dvojčatní kalcitu, a to většinou dostupných metod, i metodami původními. Podrobnou rešerši a diskusi metodiky naleznete [zde](#). TwinCalc byl vytvořen v Object-Pascalu za použití některých knihoven doc. Melichara z Masarykovy univerzity v Brně (www.ugv.cz) a grafické knihovny GR32 (www.graphics32.org). Diagramy jsou vynášeny v Lambertově projekci na spodní polokouli jako bitmapa a metafile.

Program může být používán a volně šířen pouze pro nekomerční účely!

TwinCalc je tvořen hlavním formulářem, na kterém jsou hlavní nabídka a dva ovládací panely nástrojů, a podformuláři s výsledky jednotlivých metod a jejich nastavením. Horizontální panel nástrojů obsahuje nástroje pro správu souboru dat a ukládání grafických výstupů, vertikální panel nástrojů obsahuje jednotlivé nástroje napjatostní analýzy. V TwinCalcu nelze současně pracovat s více soubory dat, pokud chce uživatel analyzovat více souborů současně, musí spustit více TwinCalců. Nedoporučuje se však spouštět více procedur total-search naráz (total-search je





multivláknový proces a pokus donutit windows spravovat několik takových procesů najednou by zabral více času, než pokud by uživatel spouštěl analýzy postupně).

Po spuštění TwinCalcu má uživatel tři možnosti jak pokračovat – otevřít již existující soubor, zadat měření na Fjodorovově stolku nebo numericky generovat soubor dat. Tomu odpovídají tři tlačítka na uvítacím panelu, který se objeví po spuštění programu. Teprve po stisknutí jednoho z těchto tří tlačítek se aktivují panely nástrojů.



Panely nástrojů

Horizontální panel nástrojů obsahuje tlačítka pro správu souboru dat a ukládání grafických výstupů. Tento panel odpovídá záložce Soubor v hlavní nabídce. Tlačítka pro ukládání grafiky jsou vždy dvě a dvě a platí pro uložení obrázků aktivního podformuláře. Levé tlačítko se použije pro uložení levého obrázku, pravé tlačítko pro uložení pravého obrázku. Pokud podformulář obsahuje pouze jeden obrázek, TwinCalc vyblokuje jedno z tlačítek.



vytvoří nový soubor, vymaže vložená data, deaktivuje všechny nástroje a resetuje veškerá nastavení.



načte vybraný soubor *.twm.



uloží soubor dat ve formátu TwinCalcu *.twm.



vkládání dat naměřených na Fjodorovově stolku



generování souboru dat podle vložených parametrů



vynášení souboru dat a základní statistiky souboru



analýza/srovnání napjatostních fází různých souborů dat



uloží diagram jako bitmapu nebo metafile; levé tlačítko levý diagram, pravé pravý



vloží diagram do clip-boardu; levé tlačítko levý diagram, pravé pravý; barva klipu indikuje typ obrázku, který je do clip-boardu vložen – oranžová pro bitmapu, žlutá pro metafile; typ obrázku se vybere kliknutím na černý trojúhelník v pravém dolním rohu ikony

Vertikální panel nástrojů obsahuje tlačítka pro jednotlivé nástroje napjatostní analýzy. Tento panel odpovídá záložce Napjatost v hlavní nabídce. Po stisknutí tlačítka se objeví podformulář dané metody a kromě metody total-search se rovnou provede analýza.



turnerova dynamická analýza



metoda klínů



metoda total-search



metoda Jamison a Spang



metoda Rowe a Rutter



metoda Ferrill et al. (termometr)

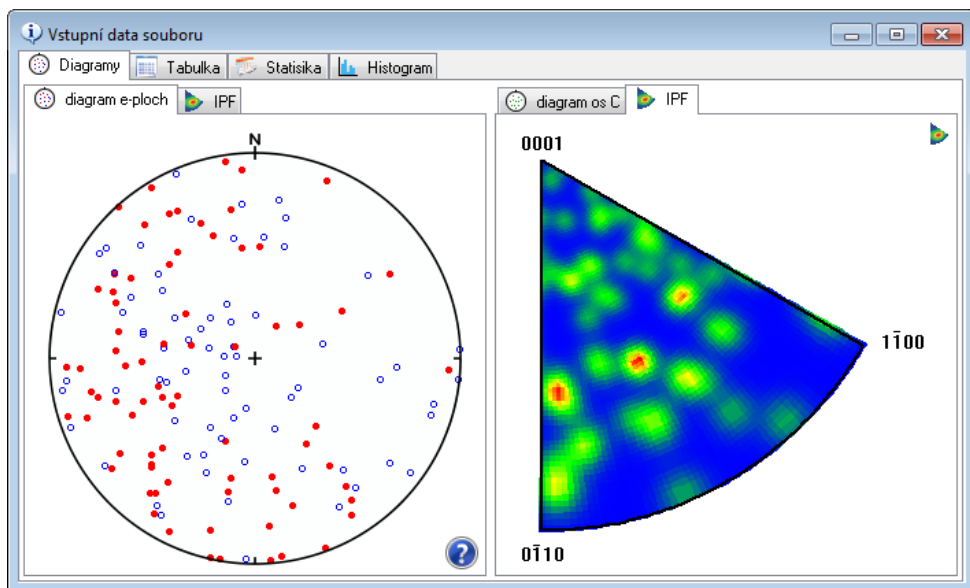




Nástroje pro tvorbu a správu souborů dat

Otevření souboru dat

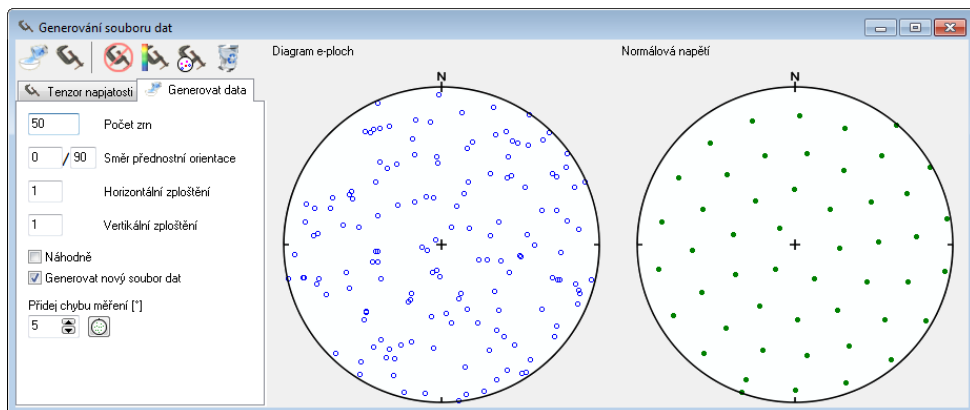
Po otevření souboru *.twn se otevře formulář Vstupní data souboru. Tento formulář lze vyvolat kdykoliv stisknutím tlačítka . Soubor dat se vynese jako PF a IPF diagramy dvojčatných ploch a os c v záložce [Diagramy](#). IPF diagramy lze konturovat tlačítkem  (po stisknutí tlačítka se objeví políčko s velikostí shlázení funkce – čím vyšší číslo, tím ostřejší maxima; aby výpočet proběhl, je třeba stisknout tlačítko znovu). Póly jednotlivých měření jsou kódovány barvami – e -plochy jsou rozlišeny na nezdvojitelné a zdvojitelné, osy c podle počtu zdvojitelných systémů daného zrna. Legendu k barvám lze vyvolat a skrýt stisknutím tlačítka  v pravém dolním rohu diagramu. V dalších záložkách jsou tabulka dat (data orientace, velikost zrna apod.), základní parametry souboru dat (počet zrn, apod.) a jednoduchý histogram velikosti zrn. Do textového pole v záložce [Statistika](#) lze vypsát celé pole dat, případně některé jeho části).





Generátor souboru dat

Pro potřeby testování byl v TwinCalcu vytvořen nástroj pro tvorbu souborů dat. Na formuláři jsou nástroje pro numerické generování dat a jejich následnou deformaci, kterou je možné provést opakovaně bez omezení.



Tlačítko vygeneruje soubor dat podle parametrů v záložce [Generovat data](#) (na obrázku ↑). Kromě počtu zrn a směru a míry přednostní orientace agregátu lze nastavit metodu generování os c – dokonale všesměrně anebo náhodně (☐ [Náhodně](#)). Do souboru dat lze také zavést chybu měření (). Data lze také vkládat přímo, a to klikáním do digramu os c (orientace e-ploch je ve všech případech určena náhodně).

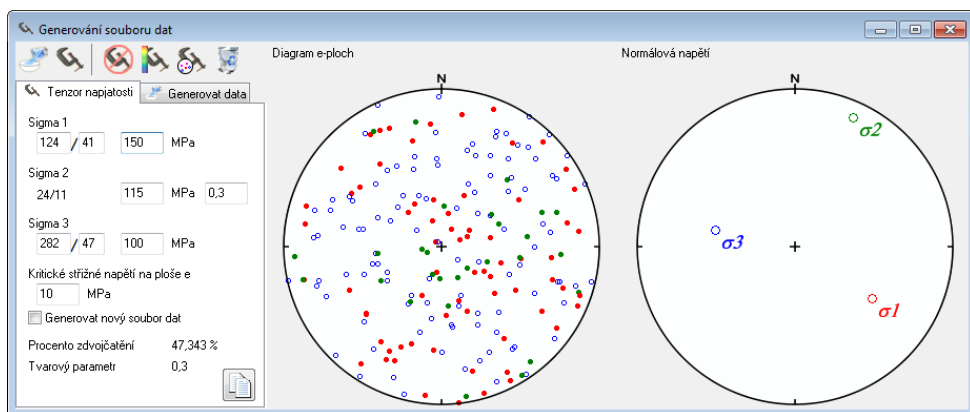
Tlačítkem se aplikuje zadaný tenzor napjatosti na data. Parametry tenzoru lze měnit v záložce [Tensor napjatosti](#). Směry σ_1 , σ_2 a σ_3 lze zadat také přímo klikáním do pravého diagramu. Velikost σ_2 lze zadat buď přímo nebo pomocí tvarového parametru Φ^1 v políčku vpravo od velikosti σ_2 (velikost se vypočte po stisknutí klávesy enter). Deformaci souboru dat lze opakovat bez omezení, čímž lze simulovat různé napjatostní scénáře (dvojčatné lamely, reaktivované více aplikovanými tensory se vykreslí zeleně ↓). Je třeba pouze zajistit, aby políčko ☐ [Generovat nový soubor dat](#)

¹ $\Phi = \sigma_2 - \sigma_3 / \sigma_1 - \sigma_3$



nebylo zaškrtnuté, jinak se při každém stisknutí tlačítka  vygeneruje nový soubor dat.

Další tlačítka na toolbaru formuláře slouží k hlubší analýze vygenerovaného souboru. Tlačítko  slouží k oddeformování souboru dat. Tlačítkem  lze póly e-ploch obarvit podle velikosti střížného napětí, které na ně působí (barevnou legendu lze zapnout tlačítkem  v pravém dolním rohu diagramu). Tlačítko  zvýrazní nekompatibilní nezdvojitelné lamely fialovou barvou (tak jako ve formuláři Total-search). Tlačítko  slouží k vymazání celého souboru dat.



Vložit měření z Fjodorovova stolku

Tento formulář je základním nástrojem pro vkládání, kontrolu a úpravu reálných dat naměřených na Fjodorovově stolku. Metodiku měření na Fjodorovově stolku důkladně popsal např. Fediuk (1961)². Formulář má 5 základních sekcí – [Vložit data](#), [Nastavení](#), [import](#), [diagram](#) a [Kontrola vložených údajů](#).

Naměřená data se zapisují do textových políček v sekci vložit data, čtení osy N a osy H daného prvku jako první, u osy c je třeba uvést, jestli byla orientována v polární (0 nebo p) nebo ekvatoriální (1 nebo e) poloze (tedy

² Fediuk, F. 1961. *Fjodorovova mikroskopická metoda*. Nakladatelství Československé akademie věd, Praha.



jestli je optická osa orientována vertikálně nebo horizontálně-paralelně s osou K). Velikost zrna je v mm, průměrná tloušťka lamely v mikronech! Po zadání hodnoty lze do dalšího políčka přeskočit pomocí klávesy enter. Zapsané hodnoty se zapíší do souboru dat stisknutím tlačítka , a to prvního, druhého nebo třetího podle počtu zdvojitelných systémů. Pokud nemá zrna dvojčatné lamely, ale má viditelnou štěpnost, lze její orientaci změřit jako u lamely a naměřená data vložit pomocí tlačítka  (pozor na záměnu s mikrolamelou!, lze rozlišit podle vzájemného úhlu). I zrna bez dvojčat jsou pro analýzu důležitá!

Vkládání dat naměřených na Fjodorovově stolku

Vložit data
osa c P/E velikost zrna (mm)
207 -33 1 0.91

1. e-plocha mocnost hustota
201 4 1.5 28

2. e-plocha mocnost hustota
242 -32.5 1.2 11

3. e-plocha mocnost hustota

Nastavení
Typ dat
☒ Fjodorovův stolek ☐ Kompasová měření

osa N osa H Tolerance
☐ S ☐ + k V 5 ☒

☐ J ☒ + k Z

☐ Konvence Spener
1.650 ☒ Korekce na lom světla

P/E Smazat zrna č. Výněst
0 1 ☐ ☐ ☐ osy c ☒ e-plochy

Kontrola vložených údajů

Vzájemný úhel osy c a e-ploch
c - e1 37,24°  e1 - e2 53,19° 

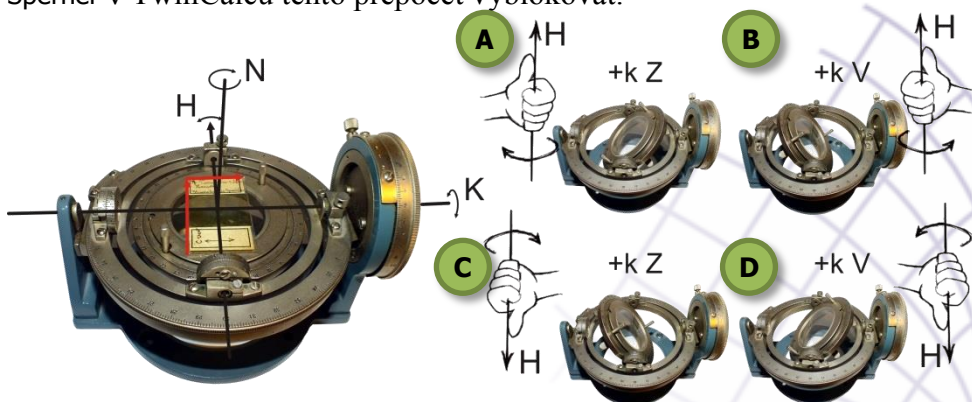
c - e2 29,36° 

přehlédnuté lamely 30

Po stisknutí patřičného tlačítka se měření přepočítají na vektory podle nastavení v sekci nastavení. Důležité je správně nastavit orientaci osy N a konvence čtení na ose H (náповědu lze vyvolat kliknutím pravým tlačítkem na nápis **osa H** v nastavení, schovat kliknutím na obrázek). Toto nastavení je pro správnost přepočtu měření zcela zásadní, proto mu věnujte zvýšenou pozornost! V literatuře a manuálech jednotlivých výrobců

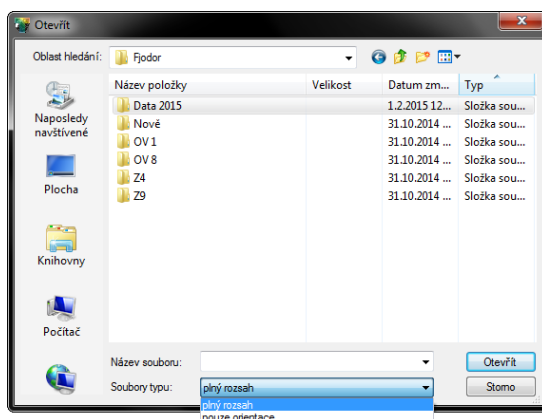


existuje několik označení jednotlivých os stolku, nejčastěji se tři základní osy označují N H K (použití ostatních os stolku není pro potřeby napjatostní analýzy potřeba). Osa N je vertikální s číslováním po směru hodinových ručiček a slouží k měření azimutu měřeného prvku. Osa H je severojižní a slouží k měření sklonu měřeného prvku. Rozsah měřených sklonů je -90 až 90 , je tedy třeba zvolit, jestli budeme považovat rotaci kolem osy H za pravotočivou (úhel je pozitivní, pokud je stolek nakláněn po směru hodinových ručiček, tedy k „východu“, nastavení **+kV**; obrázky B a D ↓) nebo za levotočivou (úhel je pozitivní, pokud je stolek nakláněn proti směru hodinových ručiček, tedy k „západu“, nastavení **+kZ**; obrázky A a C ↓). Konvenci je potřeba si poznačit (ideálně přímo do tabulky s měřeními), dodržovat ji během celého měření a správně nastavit v sekci **Konvence** na panelu **Nastavení**. Osa H může směřovat buď k „severu“ nebo k „jihu“ (v souřadnicovém systému mikroskopu, na obrázku ↓ vlevo směřuje k severu). Orientaci osy H je třeba nastavit v sekci **Osa H**. Pozor na správné nastavení použité konvence! Nastavení **+kV** a **+kZ** v sekci **Osa H** je bráno v souřadnicovém systému osy H, nikoliv Fjodorovova stolku! Obě možná nastavení jsou vyobrazena na obrázku dále, aby se zabránilo nejasnostem. Sklon normály plochy a osa c v ekvatoriální poloze se vypočítá jako doplněk čtení sklonu osy H. TwinCalc je přepočítá automaticky, ale pokud má z nějakého důvodu uživatel k dispozici již přepočítaná data (např. pokud používá poloautomatické stolky), lze zatržením políčka ☐ Konvence Sperner v TwinCalcu tento přepočet vyblokovat.





Pokud je zaškrtnuté políčko ☐ **Korekce na lom světla**, TwinCalc opraví měření na lom světla (pozor! Je třeba zadat správný úhel lomu použitých segmentů). Nakonec jsou vypočteny úhly mezi jednotlivými prvky a vypsané do pole **Kontrola vložených údajů**. Pokud jsou úhly v rámci **Tolerance**, objeví se vedle úhlu zelená ikona , pokud ne, tak červená . Pokud se úhel osy c a normály změřené plochy blíží úhlu $44,5^\circ$, objeví se vedle úhlu žlutý trojúhelník  upozorňující uživatele, že se možná jedná o štěpnost. Pokud je osa c měřeného zrna příliš strmá, hrozí nebezpečí, že uživatel přehlédl některý dvojčatný systém. Pokud sklon lamely překročí mez stanovenou v políčku **přehlédnuté lamely**, objeví se vedle úhlu trojúhelník . Je tedy velmi vhodné používat TwinCalc již během měření a kontrolovat přesnost měření a v případě velké chyby měření opakovat. Histogram chybovosti lze vyvolat tlačítkem . K vymazání posledního měření ze souboru lze použít tlačítko  (lze použít opakovaně). Přepočítaná data jsou po vložení ortogonalizována (metodou nejmenších čtverců s důrazem na změřené plochy, protože mají mnohem menší chybu měření), připsána do souboru dat, vynesena do diagramu (podle nastavení v sekci nastavení) a také jsou připsána do tabulky dat (včetně vzájemných úhlů prvků pro kontrolu), kterou lze vyvolat tlačítkem  (zpět na kontrolu úhlů lze přepnout tlačítkem ). Vše se také doporučuje zapisovat naměřená data v původním formátu někam jinam, např. do Excelové tabulky. Aby nemusel uživatel hodnoty znovu psát, je možno aktivovat automatické vkládání dat do clip-boardu. Tato funkce je implicitně vypnutá



Nc Hc E/P v.z.¹ Ne₁ He₁ m² h³ r/e⁴ Ne₂ He₂ m³ h⁴ Ne₃ He₃ m³ h⁴

¹ velikost zrna v mm

² mocnost lamely v mikronech

³ hustota lamel v počet/mm⁴ e-dvojčatný systém; r-štěpnost

příklad:

105	22	e	0,4	138	37	0,7	21	e	103	-1	0,4	17				
58	-29	e	0,5	43	-42	0	0	r								
352	14	e	0,7	20	32	1,1	18	e	345	0	0,4	20	320	32	0,7	13

Formát dat pouze orientace je:

Nc Hc E/P Ne₁ He₁ r/e¹ Ne₂ He₂ Ne₃ He₃



¹ e-dvojčatný systém; r-štěpnost

příklad:

105	22	e	138	37,5	e	103	-1
58	-29	e	43	-42	r		
352	14	e	20	32	e	345	0 320 32

Kontrolu přesnosti měření při hromadném importu lze provést v tabulce dat () , ve které poslední dva sloupce obsahují vzájemné úhly jednotlivých prvků. Pokud nějaké zrno vykazuje velikou chybu měření, lze je vymazat tlačítkem  . Předem je však třeba nastavit číslo zrna, které chcete vymazat, a to buď vepsáním čísla zrna podle tabulky dat do políčka vlevo od tlačítka  anebo kliknutím do tabulky na jeden z řádků příslušného zrna.

Data doposud byla vkládána v souřadnicovém systému výbrusu. Pro přepočet dat do geografických souřadnic slouží tlačítko  . Po jeho stisknutí se objeví panel pro nastavení orientace výbrusu a rotaci dat (levý obrázek ↓). Orientace výbrusu je určena dvěma **vektory** – krátkou a

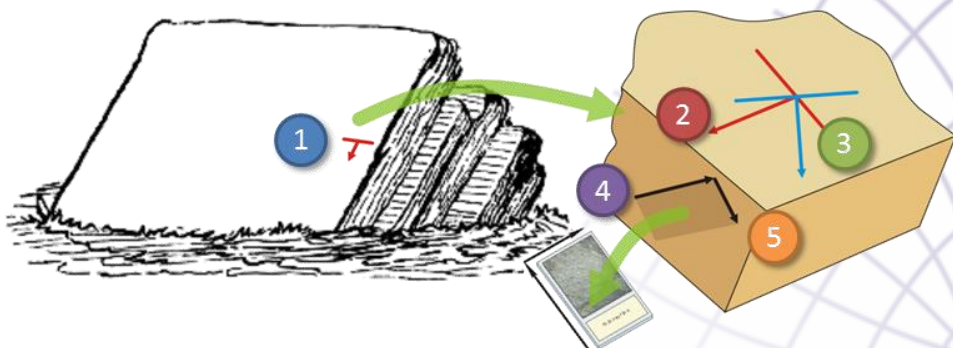


dlouhou stranou. Orientace vektorů je zobrazena na obrázku na panelu černými šipkami a je třeba ji dodržet! Je výhodné si také poznačit, které strany byly použity pro orientaci, např. permanentním fixem přímo na výbrus (aby nedošlo k záměně při opakování měření apod.). Orientaci vektorů lze zadat do políček u příslušné šipky (jedná se o vektory, které mohou směřovat vzhůru a tedy mít záporné sklony!). Pokud je výbrus



překocen, je třeba zatrhnout ☐ **Překocená poloha**. TwinCalc upozorní uživatele, pokud orientace vektorů napovídá, že je výbrus překocen. Orientaci výbrusu lze nastavit stisknutím tlačítka  na toolbaru. Všechna zrna vložená od tohoto okamžiku budou automaticky rotována do geografických souřadnic (tuto operaci se tedy nedoporučuje provést po vložení části dat), tlačítko tedy slouží k nastavení orientace před zahájením měření. Je také možné provést všechna měření a data rotovat podle nastavení poději. K tomu slouží tlačítko .

Tlačítko  otevírá panel určený pro výpočet orientace vektorů výbrusu. Tento nástroj počítá s nejhorší možnou variantou volby orientace vzorku a výbrusu, a výpočet je tím pádem poměrně složitý. Vhodnější je pochopitelně již při odběru vzorku předvídat orientaci výbrusu, případně volit orientaci výbrusu kolmo na foliaci paralelně s lineací, aby se výpočet orientace vektorů výbrusu podstatně zjednodušil. Výpočet v TwinCalcu počítá mimo změření orientace vzorku v terénu (spádnice plochy) se zafixováním vzorku v laboratoři (např. pomocí plastelíny) a změřením orientace vektorů výbrusu kompasem nebo pomocí úhloměrů (je nutno velmi dbát na přesnost měření!). Pokud se nepodaří zorientovat vzorek stejně, jako byl na výchoze (nebo by případě nešly změřit vektory stran výbrusu), je možné zafixovat vzorek v obecné poloze, a kromě orientace vektorů výbrusu změřit také orientaci plochy, která byla použita k orientaci vzorku, a původní spádnici vzorku jako vektor. Na panelu je ovšem třeba vyplnit všechny údaje, takže pokud se uživateli podařilo zorientovat vzorek jako na výchoze, budou v políčkách 1, 2 a 3 stejná měření. Zadaná měření





jsou brána jako vektory, takže pokud směřuje některý z nich vzhůru, musí mít záporný sklon. Pokud uživatel takový vektor změřil např. kompasem, je třeba měření přepočítat buď ručně, nebo pomocí tlačítka  vedle příslušného vektoru. Po zadání všech vektorů se spustí výpočet stisknutím tlačítka  na panelu. Výsledky se vepíší do políček daného vektoru. Dále uživatel pokračuje podle návodu výše.

Analýza napjatostních fází

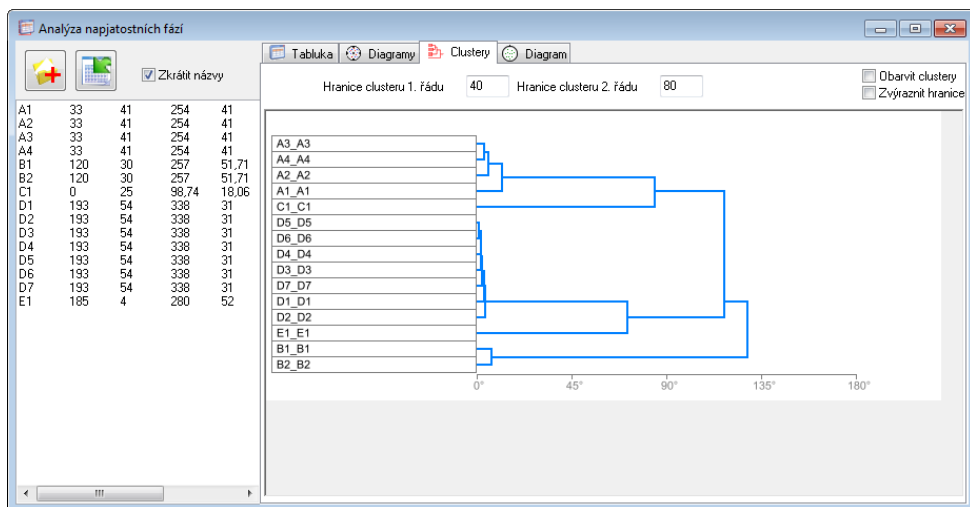
Nástroje tohoto podformuláře umožňují uživateli srovnávat výsledky analýz různých souborů dat. Jako vstupní data slouží Eulerovy úhly hlavních normálových napětí a tvarový parametr Φ , oddělené tabulátory:

Název fáze $\alpha_{\sigma 1}$ $\varphi_{\sigma 1}$ $\alpha_{\sigma 2}$ $\varphi_{\sigma 2}$ $\alpha_{\sigma 3}$ $\varphi_{\sigma 3}$ Φ

Tyto vstupy lze vložit do textového pole v levé části podformuláře buď přímo ze schránky anebo lze nahrát uložené výsledky napjatostní analýzy TwinCalcu ve formátu *.ttwn (viz níže). Soubory výsledků napjatostní analýzy je třeba přidávat jednotlivě tlačítkem . Pokud jsou názvy jednotlivých souborů dat příliš dlouhé, lze je pro snazší orientaci zkrátit pro tabulku a clusterovou analýzu zatrhnutím políčka ☐ [Zkrátit názvy](#).

TwinCalc vypočte 9D vektory daného tenzoru napjatosti (tlačítko ) , vypočte tabulku jejich vzájemných úhlů³, vynese bodové diagramy hlavních normálových napětí (buď σ_1 a σ_2 nebo σ_1 a σ_3 , podle nastavení v záložce [Diagramy](#)) a provede jednoduchou clusterovou analýzu v záložce [Clustery](#). Hranice clusterů prvního a druhého řádu lze nastavit v políčkách v horní části záložky anebo kliknutím myši do obrázku, levým pro nastavení hranice clusteru prvního řádu, pravým pro nastavení hranice druhého řádu. Pro snazší orientaci lze zobrazit tyto hranice jako vertikální čáry zatrhnutím políčka ☐ [Zvýraznit hranice](#). Linie grafu clusterů lze vynést buď v jednotné barvě (implicitně černě, barvu lze nastavit kliknutím pravého tlačítka na políčko ☐ [Obarvit clustery](#)) nebo každý cluster jinou barvou (☐ [Obarvit clustery](#)).

³ Kernstocková, M. 2011. Paleonapjatostní analýza polyfázově reaktivovaných zlomů na příkladu barrandienu. MS, Dizertační práce, Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity, Brno.

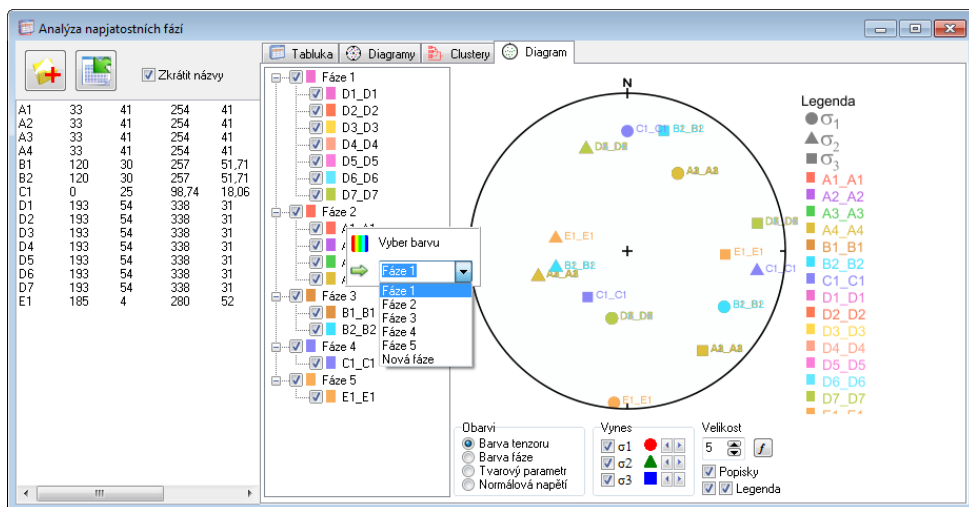


Poslední panel (**Diagram**) slouží ke konečnému rozdělení tenzorů do napjatostních fází a k vynášení bodových diagramů napjatostních fází. Základem panelu je treeview s jednotlivými tenzory přiřazenými napjatostním fázím. Tenzory napjatosti jsou přiřazeny fázím podle vzájemného úhlu, jako kritérium slouží hodnota Hranice clusteru 1. řádu na panelu **Clustery**. Každému tenzoru je přiřazena barva, každé fázi je přiřazena barva podle prvního tenzoru ve fázi. Implicitně jsou fázím přiřazeny názvy **Fáze 1** atd., tento název lze v treeview změnit (stejně jako přejmenovávání souboru ve Windows). Barva jednotlivých tenzorů lze změnit v popup menu vyvolaném kliknutím pravým tlačítkem na příslušný tenzor (obrázek ↓). Barvu fáze lze změnit pouze změnou barvy prvního tenzoru fáze. Přiřazení tenzorů jednotlivým fázím lze změnit, a to ve stejném popup menu. Příslušná fáze se vybere v combo-boxu, výběr se potvrdí tlačítkem ➡ (obrázek ↓). Poslední položka combo-boxu vytvoří fázi novou. Prázdné fáze jsou automaticky vymazány.

Které tenzory jsou vyneseny lze nastavit check-boxy u jednotlivých tenzorů v treeview. Všechny tenzory dané fáze lze vypnout či zapnout check-boxem dané fáze. Která hlavní normálová napětí jsou vynesena lze nastavit na panelu **Vynes**. Symbol daného normálového napětí lze nastavit



šipkami vedle symbolu. Na panelu **Obarvi** lze nastavit, jestli jednotlivé symboly mají mít barvu tenzoru napjatosti, fáze, tvarového parametru tenzoru nebo jestli mají být obarveny podle typu sigma. Barva daného sigma je indikována barvou symbolu daného napětí na panelu **Vynes**. Barva daného napětí lze změnit kliknutím na symbol. Velikost symbolu lze nastavit spineditem velikost, font popisku tlačítkem . Popisky symbolů lze nastavit pomocí check-boxu ☐ **Popisky**. Levým kliknutím se jako popiska vynese název Tenzoru napjatosti, levým tlačítkem typ sigma. Vynesení legendy lze nastavit dvěma check-boxy ☐ ☐ **Legenda**. Levý check-box vynese legendu barev, pravý legendu symbolů.



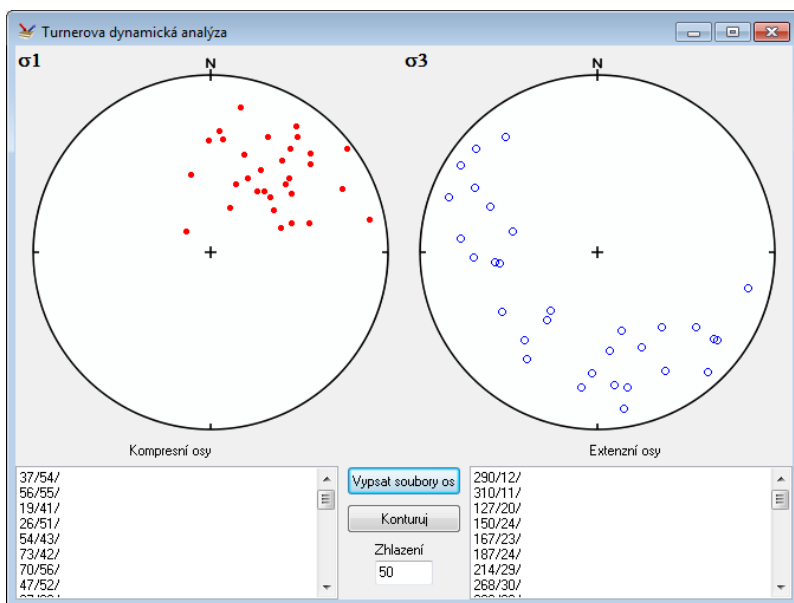


Nástroje pro napjatostní analýzu

Tyto nástroje lze spustit až po nahrání či vytvoření souboru dat. Jsou obsaženy v hlavní nabídce a na vertikálním panelu nástrojů vlevo na hlavním formuláři.

Turnerova dynamická analýza

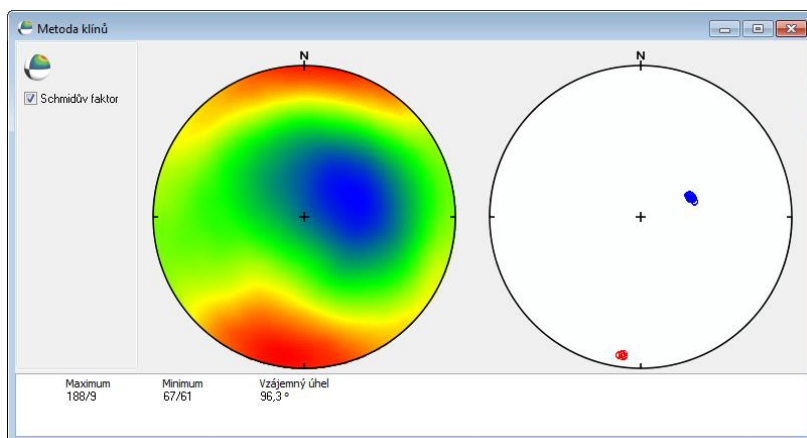
Po stisknutí tlačítka  se otevře podformulář a provede se výpočet. Vypočtené kompresní a extenzní osy se vynesou do dvou diagramů a vypíší do textových oken. Diagramy lze také konturovat pomocí tlačítka [Konturuj](#). Zhlazení Watsonovy funkce lze nastavit v políčku [Zhlazení](#) (čím vyšší číslo, tím ostřejší maxima).





Metoda klínů

Podformulář této metody se objeví po stisknutí tlačítka . Výpočet se provede ihned anebo po stisknutí stejného tlačítka na formuláři. Políčkem ☐ Schmidův faktor lze natavit, jestli se pro výpočet použije Schmidův faktor jako pravděpodobnostní funkce f_μ nebo se provede standardní metoda pravoúhlých klínů. Maximum a minimum se vynesou do pravého diagramu a vypíší do textového pole dole.



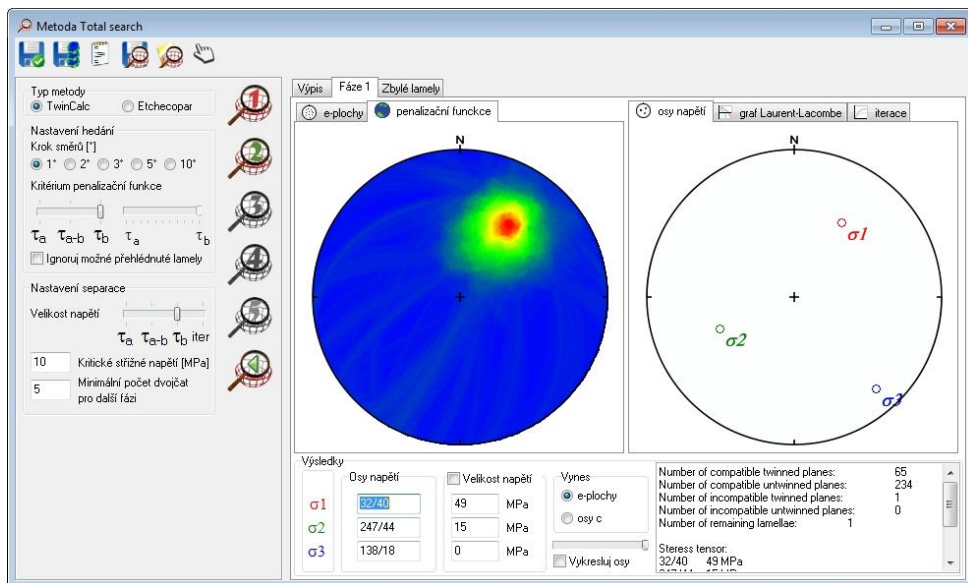
Metoda total-search

Metoda total-search je hlavní metodou napjatostní analýzy, kterou TwinCalc nabízí (před analýzou doporučuji se pořádně seznámit s metodikou a terminologií, např. [zde](#)). Tato procedura využívá až 20 jader/vláken procesoru, ale i tak může být časově poměrně náročná (podle nastavení kroku prohledávání). Vřele se doporučuje vyzkoušet metodu a výkonnost počítače nejdříve s hrubým krokem a teprve pak krok zmenšit pro dosažení přesnějších výsledků.

Podformulář metody má tři části: panel nástrojů (hlavně pro správu výsledků analýzy), panel s nastavením parametrů analýzy a tlačítka jednotlivých fází, a záložky s výsledky. Analýza se spouští postupně po fázích tlačítka 1-5. Tlačítka fází 2-5 jsou implicitně neaktivní, dané tlačítko se zaktivní teprve po provedení analýzy předcházející fáze. Tlačítka jsou



neaktivní i během výpočtu, aby uživatel omylem nespustil analýzu dvakrát. Průběh analýzy je indikován, jako u ostatních procedur, černým progressbarem v dolní části hlavního formuláře. Uživatel může analýzu použít po jednotlivých fázích, aby mohl výsledky zkontrolovat, případně testovat jiné tenzory, anebo spustit analýzu automatickou tlačítkem . V tomto případě TwinCalc spustí analýzu následující fáze, pokud zbylé zdvojitě lamely přesáhnou množství zadané v políčku **Minimální počet dvojčat pro další fázi** ve spodní části panelu s nastavením. Analýzu lze kdykoliv zastavit tlačítkem (kvůli rychlosti výpočtu program kontroluje, jestli nebyl zastaven pouze 360x, takže občas chvilku trvá, než se procedura zastaví).

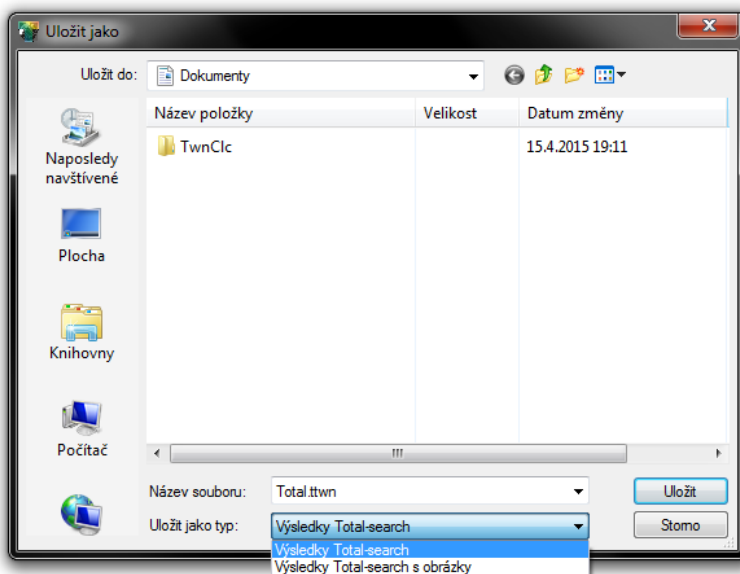


TwinCalc implicitně nepočítá s možnými přehlédnutými lamelami, označenými při měření v předešlých krocích. Pokud by ovšem uživatel chtěl tato data zahrnout do výpočtu, může tak učinit zaškrtnutím políčka ☐ **Ignoruj možné přehlédnuté lamely**.

Tlačítkem lze uložit separovaný homogenní soubor aktivní napjatostní fáze (fáze, jejíž záložka je aktivní) ve formátu TwinCalc *.twn. Tlačítko uloží do naposledy otevřeného adresáře (tedy adresáře, ve kterém je uložen hlavní soubor dat) diagramy penalizační funkce aktivní



fáze jako bitmapy (všechny tvarové parametry, tedy 11 diagramů). Pomocí tlačítka lze do textového okna v záložce Výpis vypsat celou penalizační funkci aktivní fáze (orientace σ_1 a σ_3 , velikosti penalizační funkce pro jednotlivé velikosti tvarového parametru – 0 až 1 a maximum/minimum). Tlačítko slouží pro uložení výsledků napjatostní analýzy pro pozdější použití pro všechny nalezené napjatostní fáze. V dialogovém okně lze vybrat, jestli se mají uložit pouze výsledky (tenzory a penalizační funkce) nebo výsledky i s obrázky. TwinCalc uloží do vybraného adresáře soubor *.ttwn a vytvoří podadresář se soubory výsledků grafických výstupů. Pozor, při kopírování výsledků na jiné místo, je třeba zkopírovat jak soubor *.ttwn, tak i celý adresář s výsledky, jinak není možné uložené výsledky znovu nahrát do TwinCalcu! Tlačítkem lze nahrát dříve uložené výsledky napjatostní analýzy pro další práci. Tlačítko („ruční režim“) slouží k reseparaci homogenního souboru aktivní fáze, pokud se

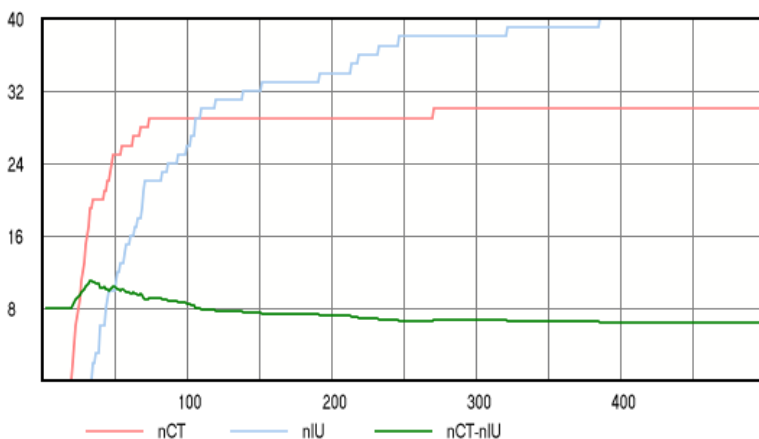


uživatel rozhodne změnit parametry tenzoru napjatosti nebo vybrat zcela jiný tenzor, ať již pomocí diagramu penalizační funkce (viz dále), anebo zcela manuálně. Pozor, použití ručního režimu pro modifikaci tenzoru napjatosti aktivní fáze nenávratně zruší výsledky následujících fází!



Panel nastavení obsahuje tři panely. Panel **Typ metody** řídí, jestli se jako penalizační funkce použije f_R (☐ TwinCalc) nebo f_L (☐ Etchecopar). Na panelu **Nastavení hledání** se volí krok generování tenzorů napjatosti ve stupních (krok tvarového parametru je vždy 0,1) a pomocí posuvníku kritérium penalizační funkce – τ_a nebo τ_b , případně jejich kombinace (na pravém posuvníku, pokud je zvoleno τ_{a-b}). Při použití f_L může uživatel jako sekundární kritérium při hledání minima funkce použít nT (zaškrtnutím políčka ☐ **Parlangeau**), což je počet 6D vektorů tenzorů napjatosti vypočtený pro směry s hodnotou funkce nižší než je nastavení v boxu **fl limita** svírající s hodnoceným směrem úhel maximálně úhel nastavený v políčku **Limita úhlu**⁴. Počty nT lze také zobrazit v diagramu penalizační funkce zatržením radiobuttonu ☐ **nT**, případně jejich násobku či podílu s f_L , zbylými radiobuttony.

Na panelu **Nastavení separace** lze nastavit kritérium, které bude použito pro výpočet velikosti diferenciálního napětí. Stejně jako u kritéria penalizační funkce lze použít τ_a nebo τ_b , případně jejich kombinace (k tomu je třeba použít posuvník **Velikost napětí** na panelu **Nastavení hledání**) a dále také optimalizaci velikosti diferenciálního napětí pomocí počtu kompatibilních zdvojitých (nCT) a nekompatibilních nezdvojitých

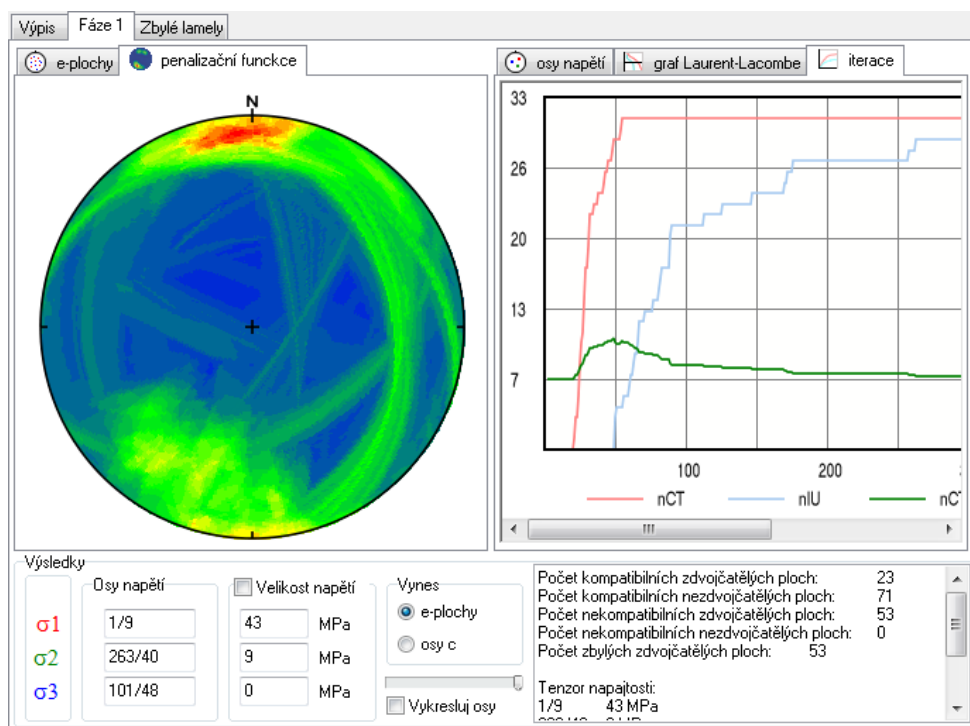


⁴ Parlangeau, C., Lacombe, O., Schueller, S., Daniel, J.M., 2018. Inversion of calcite twin data for paleostress orientations and magnitudes: A new technique tested and calibrated on numerically-generated and natural data. Tectonophysics 722, 462-485.



(nIU) ploch (iter na posuvníku). Graf počtu kompatibilních zdvojitých ploch se pro kontrolu vynáší v záložce aktivní fáze v záložce **iterace**. Do políček ve spodní části panelu lze zadat velikost τ_c v MPa (implicitně 10 MPa) a minimální počet zbylých dvojčatných lamel pro další fázi (slouží hlavně pro automatický režim, ale platí i pro režim manuální).

Výsledky analýzy se vypisují do záložek v pravé části formuláře. Základní parametry každé napjatostní fáze se vypíší do textového okna v záložce **Výpis**: počty kompatibilních, nekompatibilních a zbylých zdvojitých lamel, parametry tenzoru napjatosti, τ_a a τ_b , a redukovaný tenzor napjatosti jako matice 3x3. Výsledky analýzy pro jednotlivé fáze se vykrešlují do záložky příslušné fáze, zbylé lamely se vykrešlují do poslední záložky **Zbylé lamely**.





Každá záložka napjatostní fáze obsahuje dvě skupiny záložek s diagramy a grafy a ve spodní části sekci s parametry tenzoru napjatosti a textovým oknem s počty kompatibilních a nekompatibilních lamel atd., stejně jako v záložce Výpis.

Levá skupina záložek obsahuje záložku **e-plochy** s bodovým diagramem pólů dvojčatných ploch homogenního souboru dat. Nekompatibilní nezdvojčatělé lamely jsou vyznačeny fialovou barvou. Záložka **penalizační funkce** obsahuje diagram penalizační funkce. Diagram zobrazuje maxima (minima) penalizační funkce všech tenzorů napjatosti podle orientace σ_1 . Velikost penalizační funkce daného tenzoru napjatosti je kódována barevně, červená je maximum (minimum pro f_L), modrá je minimum (maximum pro f_L). Hodnota penalizační funkce v místě ukazatele myši se vypisuje vedle kurzoru. TwinCalc také umožňuje zobrazit řezy penalizační funkcí podle tvarového parametru tenzoru napjatosti Φ . Velikost tvarového parametru tenzoru napjatosti lze nastavit posuvníkem v záložce fáze dole uprostřed, a to v kroku 0,1 (0 vlevo 1 vpravo). Aktuální hodnota parametru se vypíše v diagramu, diagram pro všechny tvarové diagramy se vykreslí v pravé krajní poloze posuvníku.

Pravá skupina záložek obsahuje záložku s diagramem hlavních normálových napětí tenzoru napjatosti, záložku s grafem Laurenta a Lacomba a konečně záložku **iterace** (viz výše).

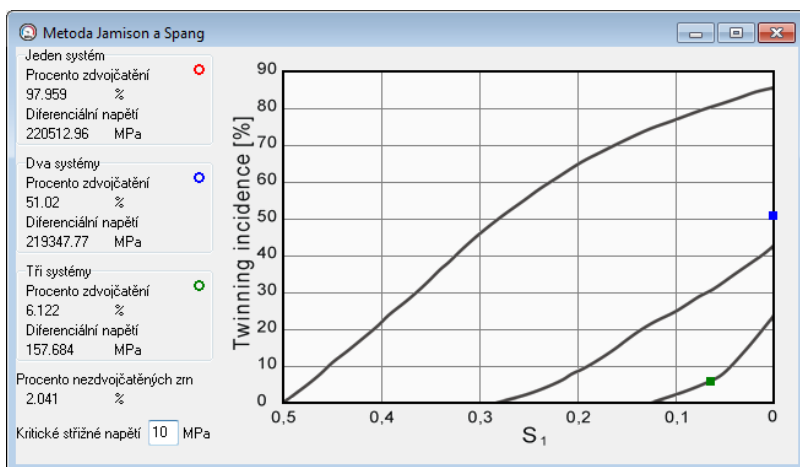
Jak je uvedeno výše, tlačítko  na hlavním toolbaru podformuláře slouží k reseparaci homogenního souboru dat aktivní fáze (všechny následující fáze budou smazány!). Nejjednodušší variantou je změna parametru výpočtu velikosti diferenciálního napětí posuvníkem v panelu **Nastavení separace**. Pro kontrolu má uživatel k dispozici graf Laurenta a Lacomba, graf iterace v pravé skupině záložek a výpis parametrů fáze v textovém okně v pravém dolním rohu záložky aktivní fáze. Druhou možností je změna vybraného tenzoru napjatosti pomocí diagramu penalizační funkce. Pokud uživatel zatrhne políčko ☐ **Vykresluj osy**, začne TwinCalc v diagramu na záložce osy napětí vykreslovat hlavní normálová napětí, která odpovídají danému tenzoru napjatosti. Pokud uživatel klikne levým tlačítkem myši, provede se „nanečisto“ separace s tímto tenzorem a počty kompatibilních a nekompatibilních lamel se vypíší do textového pole v pravém dolním rohu záložky. Pro přijetí takto vybraného tenzoru je třeba



použít tlačítko . Uživatel také může zcela manuálně zadat orientace hlavních normálových napětí přímo do políček na panelu **Osy napětí** (pozor, osy musí být ortogonalizovány, TwinCalc jejich ortogonalitu nekontroluje!!). Pokud by chtěl uživatel měnit velikost diferenciálního napětí (např. na základě grafu iterace apod.) nebo tvarový parametr tenzoru napjatosti, může tak učinit ručně pokud odznačí políčko ☐ **Velikost napětí**. Velikost σ_2 si musí ovšem uživatel vypočítat sám podle vzorce $\Phi = \sigma_2 - \sigma_3 / \sigma_1 - \sigma_3$. Pokud je políčko ☐ **Velikost napětí** zatržlé, jsou políčka pro velikost napětí neaktivní a velikost diferenciálního napětí se vypočte podle nastavení posuvníku **Velikost napětí**.

Metoda Jamison a Spang

Podformulář metody obsahuje graf Jamisona a Spanga a tabulku s výsledky – procenta zdvojitých zrn v dané třídě a velikost napětí určená z grafu. U polyfázově deformovaných souborů jsou procenta zdvojitění příliš vysoká a nepadají do grafu (výsledné hodnoty napětí jsou tudíž příliš vysoké a nereálné, viz příklad ↓).





Metoda Rowe a Rutter

Tento podformulář obsahuje čtyři záložky. První záložka obsahuje tabulku dat. Tlačítkem  lze vyvolat histogram velikostí zrna, tlačítkem  lze zkopírovat obsah tabulky do clip-boardu. Ostatní záložky obsahují grafy jednotlivých funkcí Rowa a Ruttera.

Rowe a Rutter (1990)

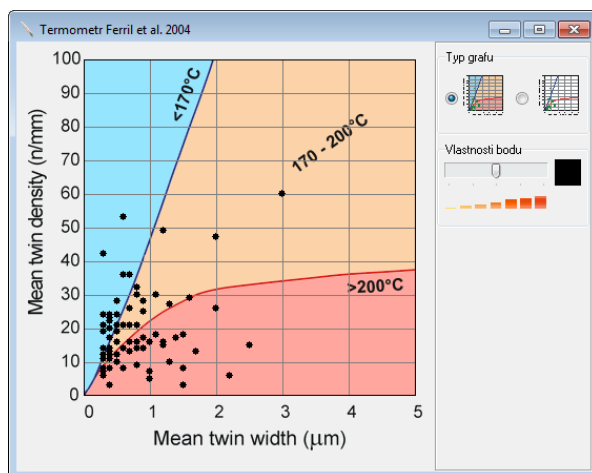
Tabulka Velikost zrna Hustota lamel Procento zdvojení

Velikost tříd (mikrony) 500

	d [mm]	D [#/mm]	V [%]	Sd [MPa]	SD [MPa]	SV [MPa]
1	2,3	47	9,4	50	234	58
		14	0,8		144	22
2	1,6	14	0,4	59	144	19
3	0,42	10	1,3	201	119	52
		16	1,3		154	52
4	0,25	14	1,1	247	144	60
		21	1,3		174	63
5	1,6	24	1,2	59	184	30
		15	1,8		149	35

Metoda Ferrill et al.

Graf metody Ferrilla et al. lze nastavit v pravé části formuláře. Uživatel si může vybrat jednu ze dvou barevných variant grafu, nastavit velikost (jezdcem) a barvu bodu (kliknutím na barevný čtverec vedle jezdce nastavení velikosti bodu).





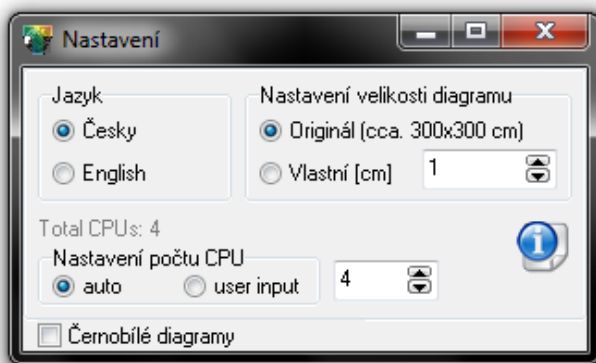
Nastavení

Poslední položkou hlavní nabídky je Nastavení. Jazykem aplikace je implicitně angličtina, po zatržení políčka ☒ **Česky** se všechny texty v TwinCalcu přepíšou česky (různá nastavení se ukládají do souboru twincalc.ini od stejného adresáře, ze kterého uživatel TwinCalc spustil).

Nastavení velikosti diagramu platí pro diagramy ve formátu emf. Implicitní velikost je zhruba 3x3 metry a to proto, že TwinCalc využívá grafickou knihovnu windows GDI, která neumožňuje používat souřadnice s desetinnou čárkou (a tak diagramy musí být velké, aby kružnice byly kružnice ☺). Pokud uživatel zvolí vlastní velikost, zaokrouhlení souřadnic na celá čísla způsobí, že puntíky nebudou kružnice. Doporučuje se tedy exportovat emf tak jak jsou a zmenšovat je ve vhodném grafickém editoru, ve kterém problémy se zaokrouhlením odpadají.

V panelu **Nastavení počtu CPU** lze nastavit, aby TwinCalc používal buď automaticky maximální počet vláken (jejich maximální počet ukazuje label nad panelem), zatržením políčka ☒ **auto**, nebo nějaký nižší počet⁵. Nižší počet vláken se nastaví po zatržení políčka ☐ **user input** ve spin editu vedle něj. Vyšší počet nelze nastavit, TwinCalc uživatele upozorní hláškou a nastaví položku ☒ **auto**.

Políčko ☐ **Černobílé diagramy** slouží k nastavení barevné škály distribučních diagramů na stupně šedé (např. pro černobílé publikace apod.).



⁵ Pokud náhodou vyskočí hláška „stack overflow“ lze problém vyřešit nastavením menšího počtu jader.



Slovo závěrem

TwinCalc umožňuje uživateli provádět napjatostní analýzu založenou na mechanickém dvojčatění kalcitu, a to jak metodami publikovanými v literatuře, tak i metodami původními. Přes všechnu snahu program odladit zcela se nedá vyloučit sem tam nějaký „bug“, za což se uživateli omlouvám a prosím ho tímto o oznámení problému na adresu: jura@eltekto.cz.

strukturní analýze zdar :-)





Obsah:

Úvod	2
Panely nástrojů	3
Nástroje pro tvorbu a správu souborů dat.....	5
Otevření souboru dat	5
Generátor souboru dat	6
Vložit měření z Fjodorovova stolku	7
Analýza napjatostních fází	14
Nástroje pro napjatostní analýzu	17
Turnerova dynamická analýza.....	17
Metoda klínů.....	18
Metoda total-search	18
Metoda Jamison a Spang	24
Metoda Rowe a Rutter	25
Metoda Ferrill et al.	25
Nastavení	26
Slovo závěrem	27

