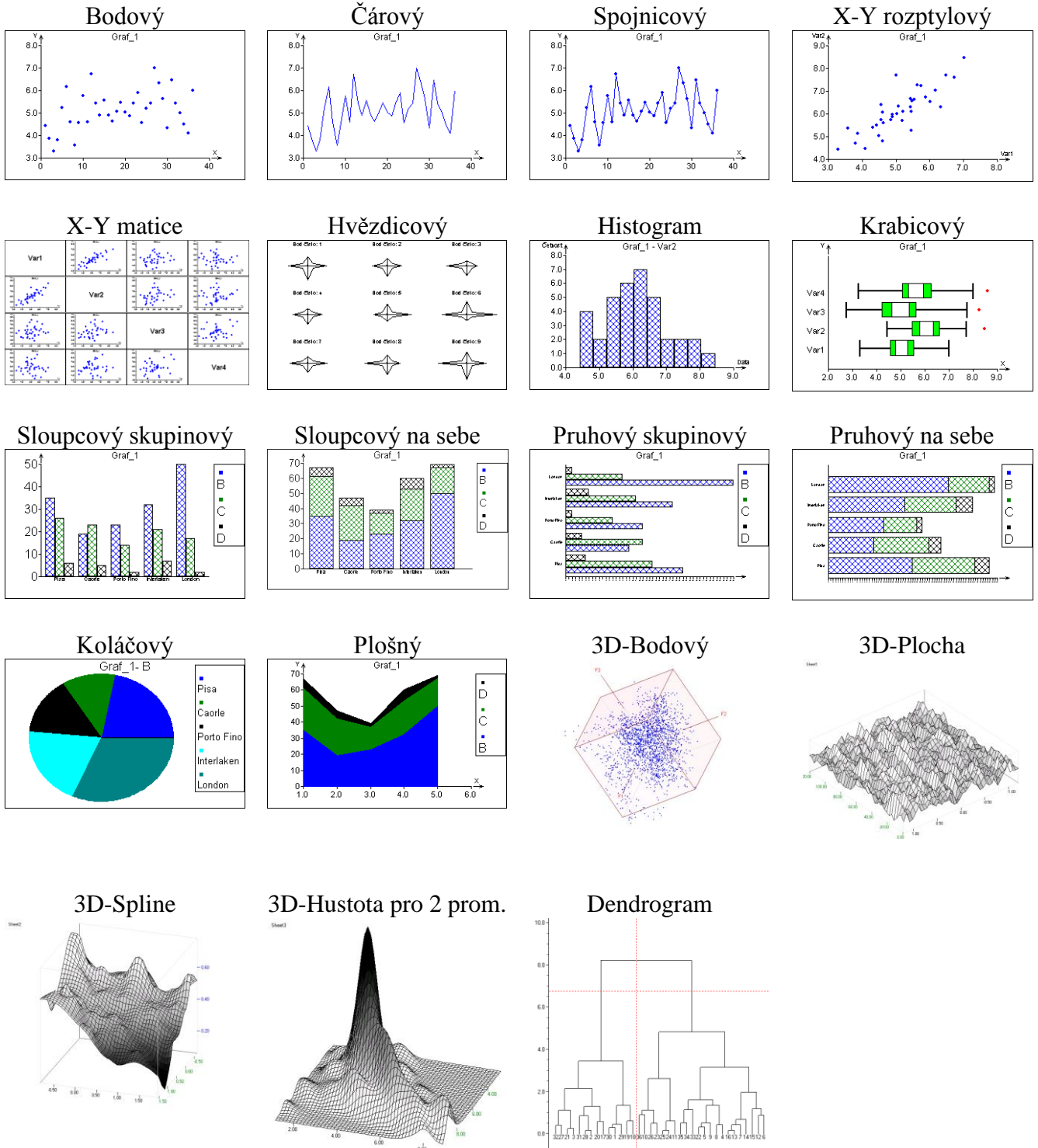


# Grafy

Menu: QCExpert Grafy

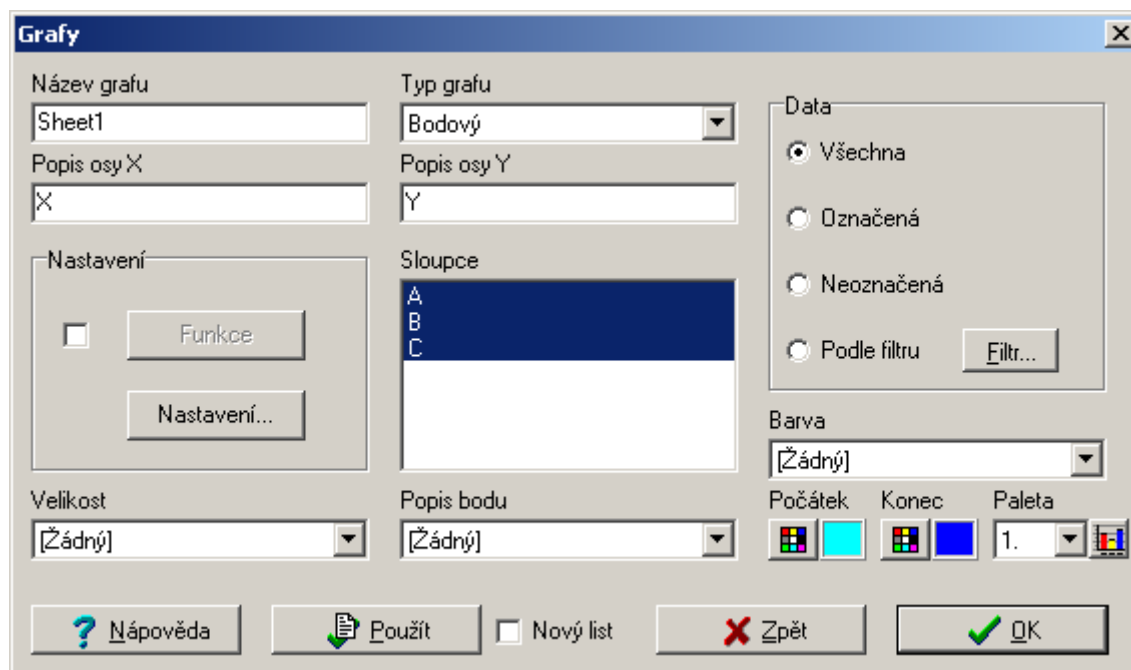
Modul grafy poskytuje řadu metod grafického znázornění jednorozměrných a vícerozměrných dat. Nastavení a volby v grafech umožňují různé modifikace grafů, v následující orientační tabulce uvádíme jen přehled základních forem jednotlivých grafů.



## Data a parametry

Vstupní data pro grafy jsou očekávána ve formě jednoho, případně více sloupců v datovém listu. V poli *Název grafu* lze zadat záhlaví grafu, implicitní hodnota je název listu s daty. V polích

Popis osy X a Y se zadá text pro osy. Ze seznamu *Typ grafu* se vybere požadovaný graf. Nastavení a výběr sloupců závisí na vybraném typu grafu a bude popsáno v jednotlivých odstavcích níže. V poli *Data* lze vybrat, zda se má graf vytvořit pro všechna data, či jen pro data označená nebo neoznačená. Označit data je možné v datovém listu, případně i z interaktivního grafu. V poli *Popis bodu* je možno vybrat sloupec, jehož obsah se pak použije při identifikaci bodů v grafu. Je-li zaškrtnuta položka *Nový list*, každý graf, po stisknutí tlačítka *Použít* se nakreslí do nového grafického okna. Jinak se po stisku *Použít* graf vždy překreslí. Tato položka nemá vliv na vytvoření grafu tlačítkem *OK*. Tlačítkem *Použít* se vytvoří graf a dialogové okno *Grafy* zůstane otevřené. Stiskem tlačítka *OK* se vytvoří graf podle aktuálního nastavení a dialogové okno *Grafy* se zavře.



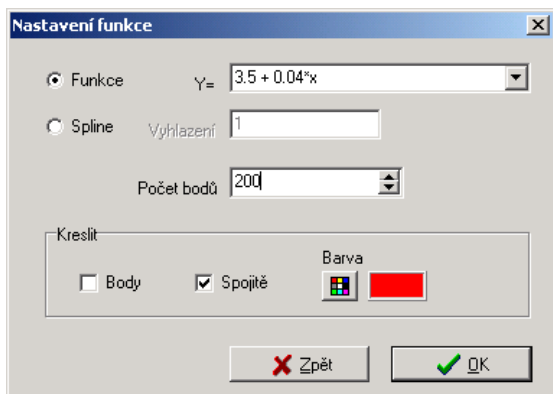
Obrázek 1 Dialogové okno modulu Grafy

Podrobnější popis použití jednotlivých typů grafů je uveden v následujících odstavcích. Modul Grafy nevytváří žádný výstup do protokolu s výjimkou dendrogramu.

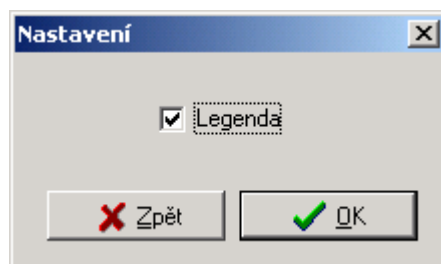
## Grafy

### Bodový graf

Zobrazí jeden nebo více sloupců pomocí izolovaných bodů tak, že na ose y je hodnota a na ose x je index (pořadové číslo), viz ilustrace A. Po stisku tlačítka *Funkce* lze nastavit funkci, která se zobrazí v grafu. Tato funkce může být buď zadána uživatelem v poli  $Y=$  ve tvaru  $f(x)$  s použitím běžných matematických funkcí bez parametrů, například  $0.5+3*\sin(x/6) + 0.05*x$ , ilustrace D. Graf funkce se zobrazuje vždy jen jednou nezávisle na tom, kolik sloupců s daty bylo vybráno. Alternativně lze použít neparametrické jádrové vyhlazení volbou *Spline*, ilustrace B. Hladkost křivky se zde volí parametrem *Vyhlazení* (čím větší hodnota, tím hladší křivka). V políčku *Počet bodů* lze zadat počet bodů, ve kterých se počítá funkce, resp. spline. Ve skupině *Kreslit* v dialogovém okně *Nastavení funkce* lze zvolit, zda se má kreslit křivka průběhu funkce (volba *Spojité*) a zda se mají zobrazit funkční hodnoty v jednotlivých bodech (volba *Body*). Barva bodů i křivek v případě zobrazení více sloupců se pro jednotlivé sloupce volí automaticky, barva v okně *Nastavení funkce* se ignoruje. Barvy příslušející k jednotlivým sloupcům lze zobrazit zaškrtnutím položky *Legenda* po stisku tlačítka *Nastavení*, ilustrace C.

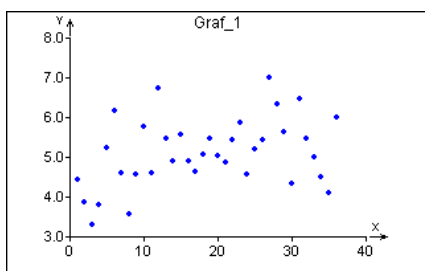


Obrázek 2 Nastavení funkce v modulu Grafy

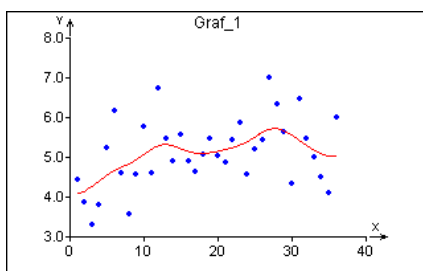


Obrázek 3 Nastavení legendy

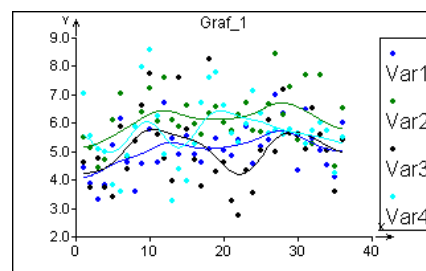
V bodovém grafu lze použít další dva sloupce k určení velikosti a barvy jednotlivých bodů. Použijí se k tomu pole *Velikost* a *Barva* v dialogovém panelu Grafy. Velikost je určena lineárně rozpětím dat v příslušném sloupci, barvy leží na úsečce v barevném prostoru se zvolenými koncovými body. Tato možnost dovoluje názornou vizualizaci tří až čtyř sloupců dat v jednom grafu, zvláště v kombinaci s grafem *X-Y rozptylový*, viz dále. Pro správnou funkci barvy a velikosti je třeba, aby byl počet dat ve vybraných sloupcích stejný. Graf lze kombinovat i s funkcí nebo vyhlazením, ilustrace D. Obsahují-li data i sloupec s identifikací řádků, lze jej použít v poli *Popis bodu*. Tento popis je pak zobrazen při označení bodu v interaktivním grafu (po dvojitém kliknutí na graf v listu), ilustrace E. V interaktivním modu po dvojitém kliknutí je možné zvětšit detail na obrázku (zoom).



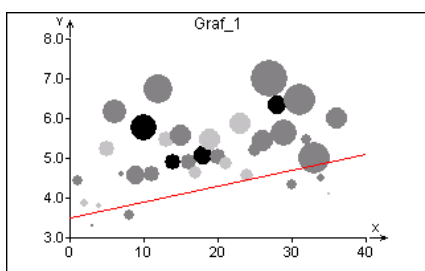
A



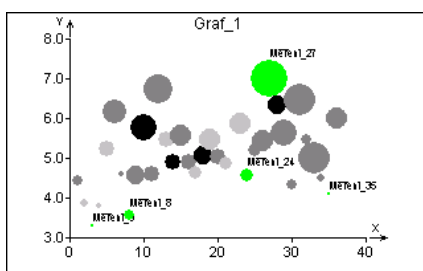
B



C



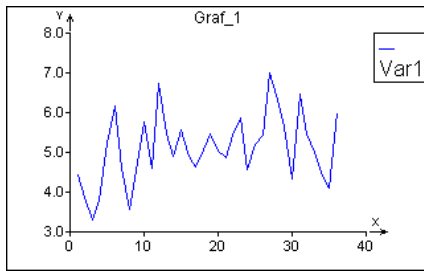
D



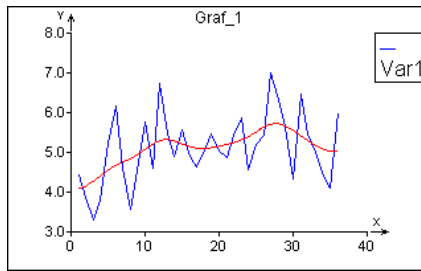
E

## Čárový graf

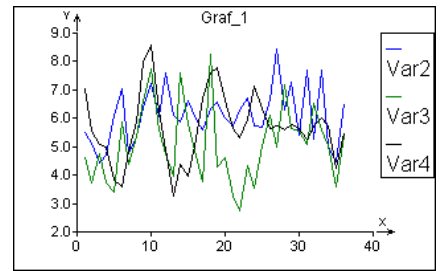
Zobrazí jeden nebo více sloupců pomocí lomené čáry tak, že na ose *y* je hodnota a na ose *x* je index (pořadové číslo), viz ilustrace A. Ostatní nastavení a možnosti jsou analogické jako u bodového grafu v předchozím odstavci. Ilustrace A představuje základní zobrazení jednoho sloupce dat s legendou. Ilustrace B představuje zobrazení jednoho sloupce dat s proloženou křivkou jádrového vyhlazení. Na ilustraci C jsou zobrazeny tři sloupce dat s legendou. Ilustrace D je kombinací dat a funkce se zobrazením bodů. Na body funkčních nebo vyhlazených hodnot se vztahuje nastavení *Velikost* a *Barva* v dialogovém okně *Grafy*. V interaktivním modu po dvojitém kliknutí je možné zvětšit detail na obrázku (zoom).



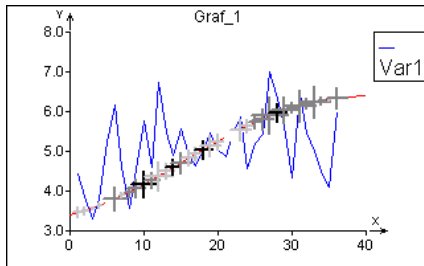
A



B



C



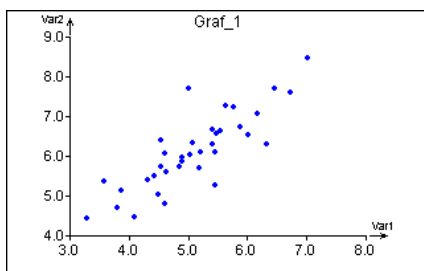
D

## Spojnicový graf

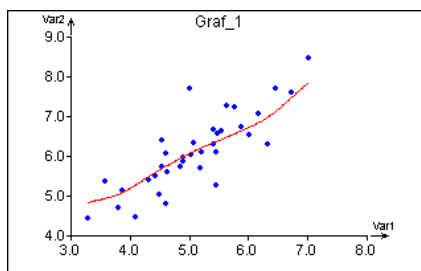
Spojnicový graf je kombinací předchozích dvou grafů a má analogické možnosti a ovládání.

## Graf X-Y rozptylový

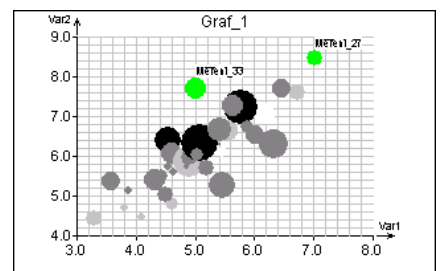
Rozptylový graf zobrazuje dvě proměnné v jednom grafu. V poli *Sloupce* je tedy třeba vybrat vždy dva sloupce. Pořadí proměnných na ose X a Y v grafu je určeno pořadím sloupců v listu, které je shodné s pořadím v poli *Sloupce*. Jinak je ovládání analogické s grafem bodovým. V kombinaci s velikostí a barvou bodu umožňuje tento graf vlastně zobrazení čtyřrozměrných dat v jediném grafu. Na ilustraci A je základní graf, ilustrace B uvádí tentýž graf s jádrovým vyhlazením, na ilustraci C jsou též data, velikost a barva (odstín) jsou určeny dalšími dvěma sloupci. Zřetelná je korelace mezi barvou a velikostí bodu. V interaktivním modu po dvojitém kliknutí je možné zvětšit detail na obrázku (zoom).



A



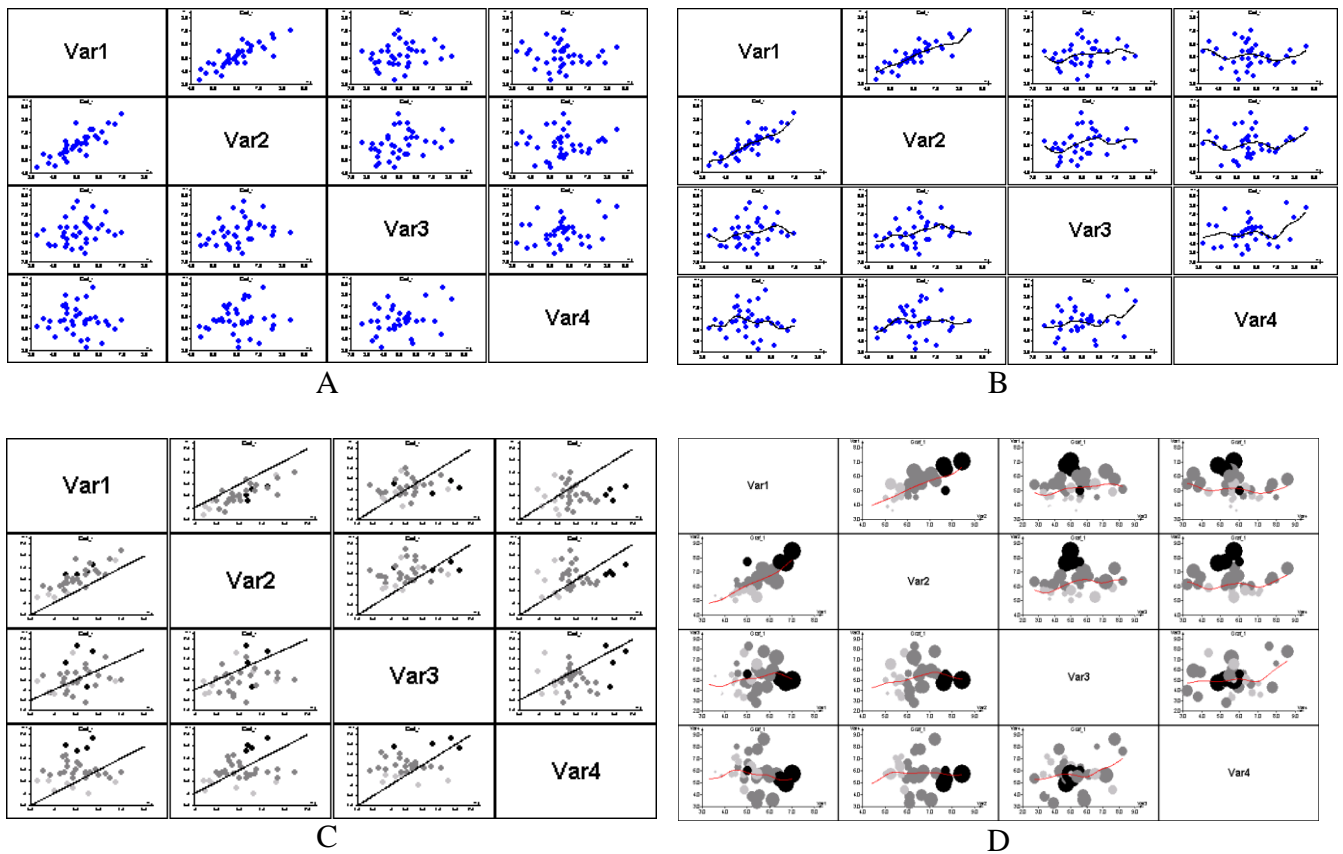
B



C

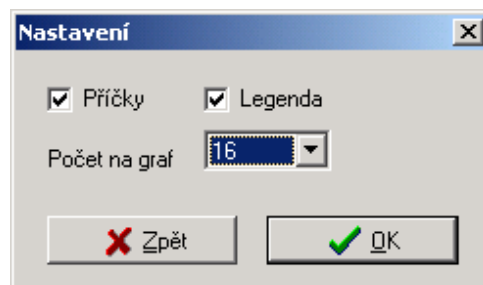
## Graf X-Y matice

Tento graf je zobecněním předchozího grafu X-Y rozptylový a obdoba grafu párových korelací v modulu *Korelace*. Vytvoří rozptylové grafy pro všechny dvojice vybraných sloupců, ilustrace A. Analogicky jako u X-Y rozptylového grafu je i zde možné použít funkci spline pomocí tlačítka *Funkce*. Vyhlazení se provede v každém grafu, ilustrace B. Na ilustraci C je všemi grafy proložena referenční přímka  $y = x$ . Na ilustraci D je použita ještě barva a velikost. V interaktivním modu po dvojitém kliknutí je možné zvětšit detail na obrázku (zoom).

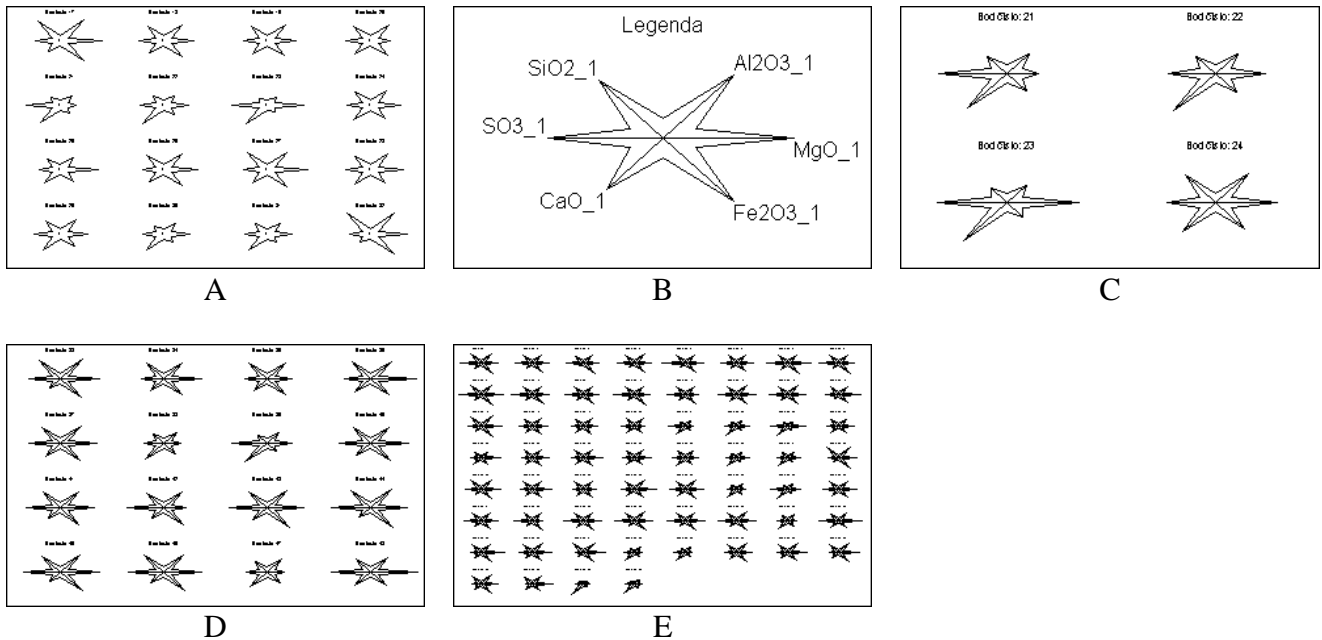


## Hvězdicový graf

Hvězdicový graf je určen ke zobrazení vícerozměrných dat. Vstupem je obdélníková tabulka dat, jednotlivé sloupce se vyberou v dialogovém okně *Grafy*. Graf slouží k vizuální exploratorní analýze jednotlivých měření. Pro každé vícerozměrné měření reprezentované jedním řádkem datové tabulky se konstruuje hvězdice, jejíž ramena odpovídají jednotlivým hodnotám v řádku. Počet hvězdic je tedy stejný jako počet řádků ve vybraných sloupcích. Delší rameno odpovídá vyšší hodnotě. V *Nastavení* lze určit kolik hvězdic se zobrazí v jednom grafu: od 1 do 64 (8x8), viz ilustrace. Zaškrtnutím políčka *Legenda* v dialogovém okně *Nastavení* zobrazíme na prvním grafu názvy sloupců příslušejících jednotlivým ramenům hvězdice, ilustrace B. Zaškrtnutím políčka *Příčky* se zobrazí ve hvězdicích osy ramen, ilustrace C,D,E. Z podobných tvarů jednotlivých hvězdic usuzujeme na podobná vícerozměrná data. Na první pohled lze někdy odhalit vícerozměrné vybočující hodnoty, například zřejmě poslední dvě hvězdice v ilustraci E.

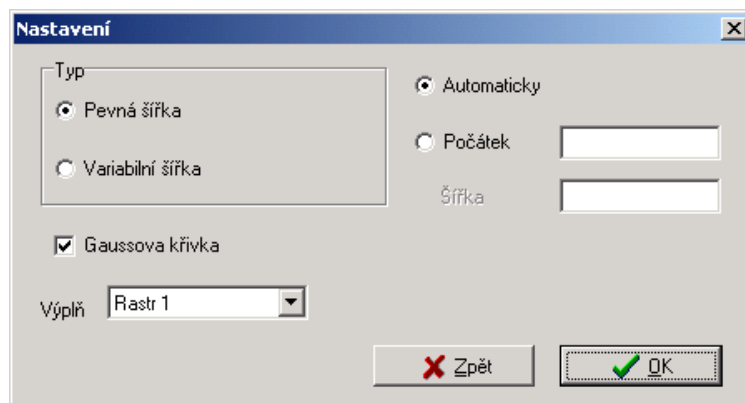


Obrázek 4 Nastavení hvězdnicového grafu



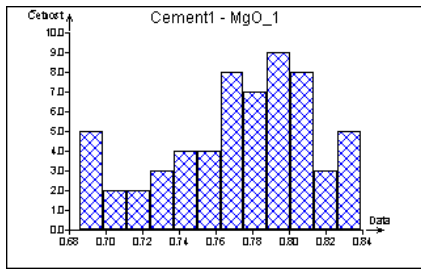
## Histogram

Zobrazí histogramy pro všechny vybrané sloupce. Po stisku tlačítka *Nastavení* lze nastavit vlastnosti společně pro všechny vybrané sloupce. Volba *Pevná šířka* vytvoří histogram s konstantní šířkou třídy, která se bude počítat buď automaticky, nebo se použijí ručně zadané hodnoty počátku a šířky třídy. Ruční zadání je výhodné, chceme-li porovnat několik sloupců s podobnými daty, viz ilustrace F. Zvolíme-li *Variabilní šířku*, konstruuje se histogram tak, že v každé třídě je stejný počet dat, obsahy sloupců jsou konstantní a celková plocha histogramu je 1. Výsledkem je nekonzstantní šířka třídy. Tento typ histogramu má obvykle vyšší vypovídací schopnost, než histogram klasický. Zaškrtně-li se políčko *Gaussova křivka*, dokreslí se do histogramu průběh Gaussovy křivky získané z aritmetického průměru a odhadu směrodatné odchylky. Sloupce histogramu se přitom transformují do měřítka Gaussovy křivky, takže výška sloupců pak neodpovídá četnosti, ale hustotě pravděpodobnosti. V poli *Výplň* je možné vybrat způsob šrafování sloupců histogramu.

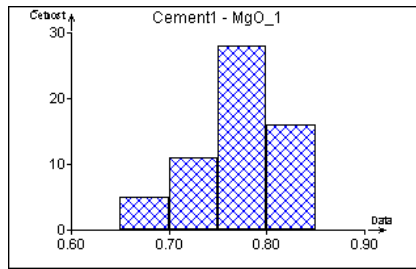


Obrázek 5 Nastavení pro histogram

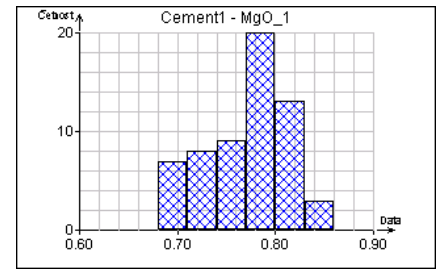
Na ilustracích A-E jsou histogramy pro stejná data s různým nastavením histogramu: automatickým s pevnou šířkou (ilustrace A), ruční s příliš velkou (B) a příliš malou (D) šířkou třídy. Na ilustraci E je histogram s variabilní šířkou třídy, na němž je nejzřetelněji patrná možná bimodalita (dva vrcholy) u 0.77 a 0.79.



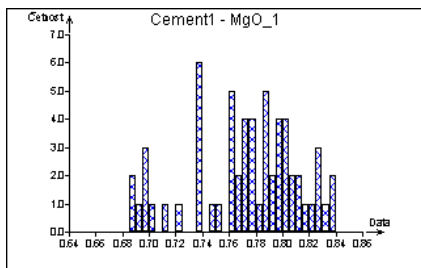
A



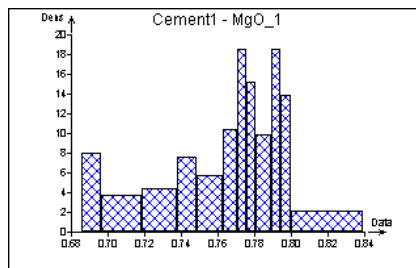
B



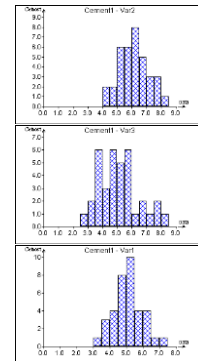
C



D



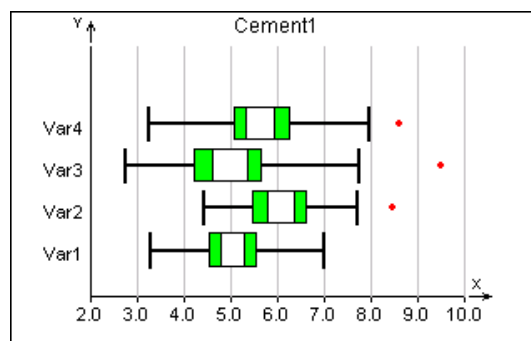
E



F

## Krabicový graf

Zobrazí skupinový krabicový graf pro vybrané sloupce. Krabicový graf (angl. *boxplot*) slouží především k posouzení symetrie rozdělení dat a nalezení vybočujících dat. Tento graf lze s výhodou použít pro porovnání podobných dat v jednotlivých sloupcích. Větší obdélník ohraničuje vnitřních 50% dat, horní okraj zeleného (vyšrafovaného) obdélníku odpovídá 75% kvantilu, spodní okraj zeleného obdélníku odpovídá 25% kvantilu, střed bílého pruhu v zeleném obdélníku odpovídá mediánu, šířka pruhu odpovídá intervalu spolehlivosti mediánu, dvě svislé černé úsečky na koncích jsou tzv. vnitřní hradby. Data mimo vnitřní hradby jsou znázorněna červeným bodem a lze je považovat za vybočující měření za předpokladu symetrického rozdělení.

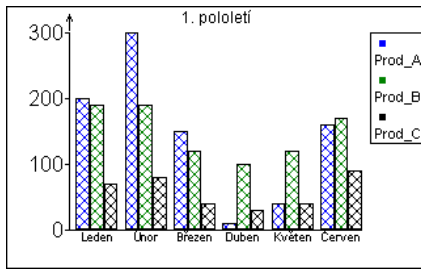


A

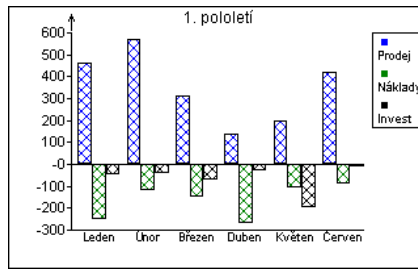
## Sloupcové a pruhové grafy

Grafy pro zobrazení hodnot pro různé třídy. Sloupcové grafy zobrazí hodnoty v jednotlivých řádcích jako svislé sloupce, pruhové grafy zobrazí data jako vodorovné sloupce (pruhy). Data mohou být v jednom nebo více sloupcích, je možné určit sloupec s názvy řádků. Po stisknutí tlačítka *Nastavení* lze nastavit zobrazení legendy. V poli *Výplň* je možné vybrat způsob šrafování sloupců grafu. Skupinové grafy zobrazí každý sloupec dat jako samostatný sloupec či pruh v grafu, ilustrace A, B, E, F. Sloupce začínají vždy od nuly a mohou mít i zápornou hodnotu, ilustrace B a F. Jednotlivé sloupce jsou rozlišeny barvou. Grafy „na sebe“ zobrazí data každého řádku v jediném sloupci, hodnoty se sčítají, ilustrace C, D, G, H. Záporné hodnoty se vynášejí na zápornou poloosu, ilustrace D, H.

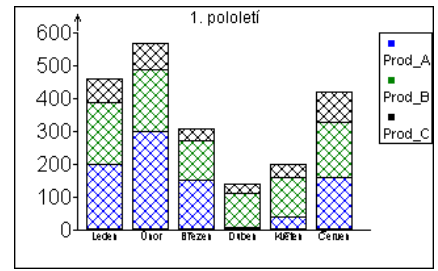




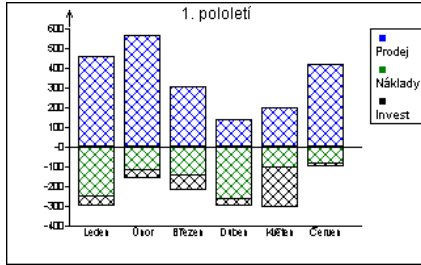
A



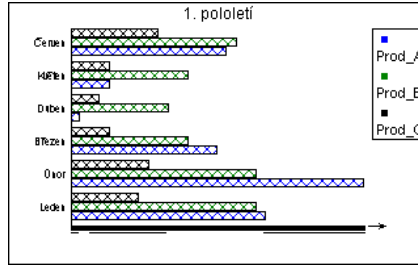
B



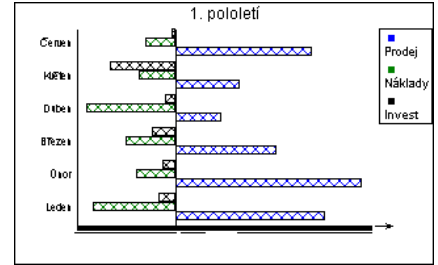
C



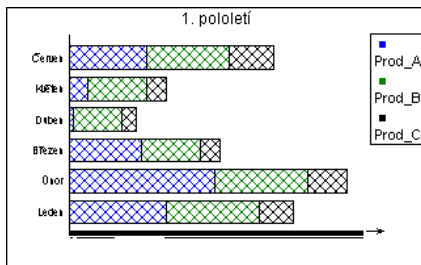
D



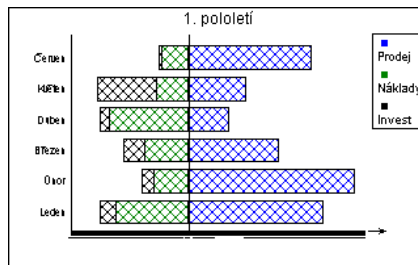
E



F



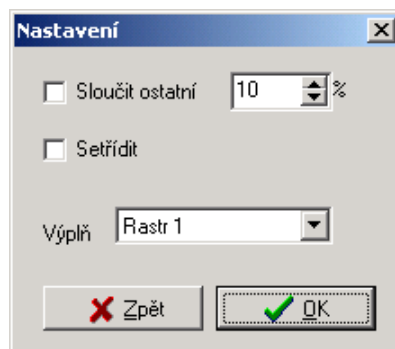
G



H

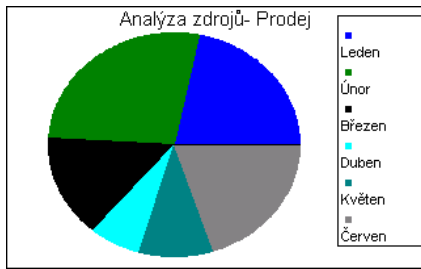
## Koláčový graf

Koláčový graf slouží obvykle ke zobrazení podílu jednotlivých hodnot na celku. Data mohou být v jednom nebo ve více sloupcích a musí být nezáporná (záporná data se považují za nuly). Je-li vybráno více sloupců, vytvoří se příslušný počet grafů. Určí-li se sloupec *Popis bodu*, zobrazí se tento popis jako legenda grafu, ilustrace A, C. Jinak se jako legenda zobrazí samotné hodnoty, ilustrace B. V okně *Nastavení* lze zaškrtnout políčko *Sloučit ostatní*, pak se určené procento nejmenších položek sloučí do jediné položky, která se v legendě označí jako *Ostatní*, ilustrace E. V poli *Výplň* je možné vybrat způsob šrafování plochy výsečí. Je-li zaškrtnuto políčko *Seřadit*, jednotlivé položky v grafu i v legendě se seřadí podle klesající velikosti, ilustrace D.

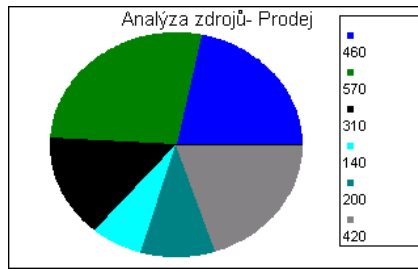


Obrázek 6 Nastavení pro koláčový graf

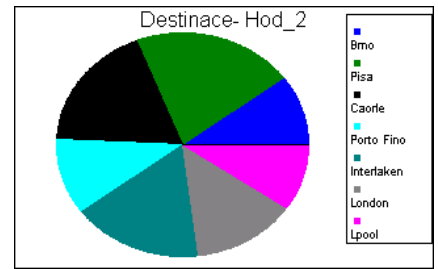




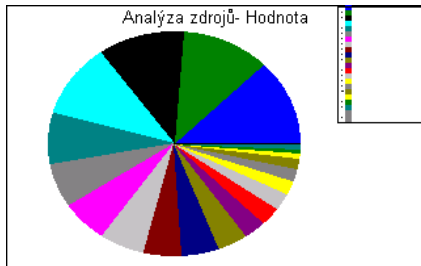
A



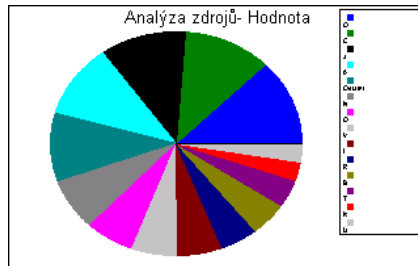
B



C



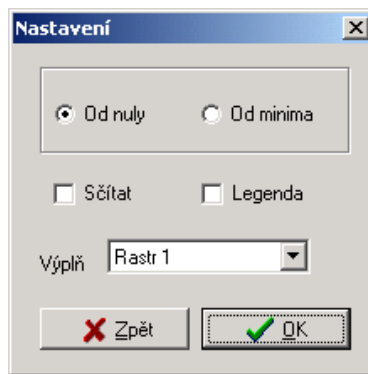
D



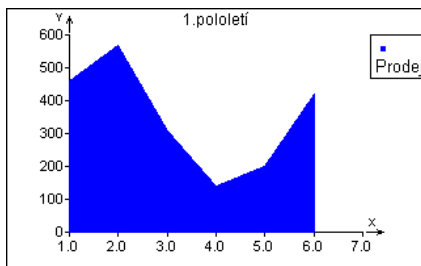
E

## Plošný graf

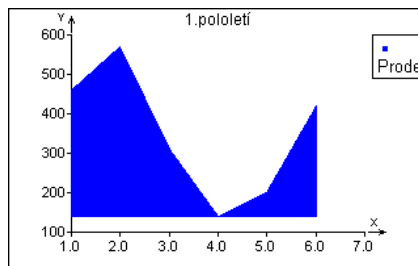
Plošný graf je obdobou grafu sloupcového, na osu Y se vynášejí hodnoty ve vybraných sloupcích. Základní zobrazení jednoho sloupce je na ilustraci A. V případě vysokých hodnot s malou variabilitou je vhodnější použít v *Nastavení* zobrazení *Od minima*, ilustrace B. V dialogovém okně *Nastavení* lze nastavit, zda se mají jednotlivé sloupce sčítat (ilustrace C), nebo vynášet přes sebe (ilustrace D). V poli *Výplň* je možné vybrat způsob šrafování plochy grafu. Záporná data lze zobrazit pouze v nesoučtovém plošném grafu, ilustrace E, F. V součtovém grafu se záporné hodnoty berou jako nuly. V plošném grafu lze zobrazit detail, ilustrace G představuje detail grafu F.



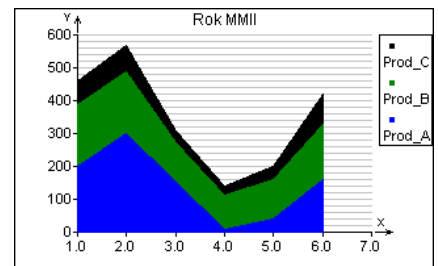
Obrázek 7 Nastavení pro plošný graf



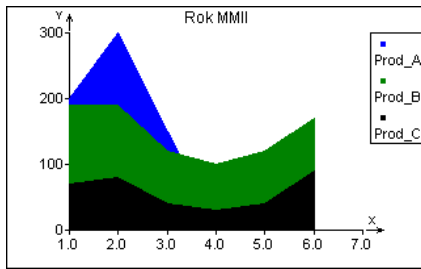
A



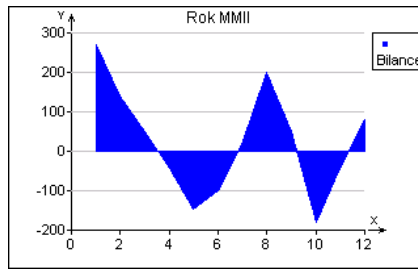
B



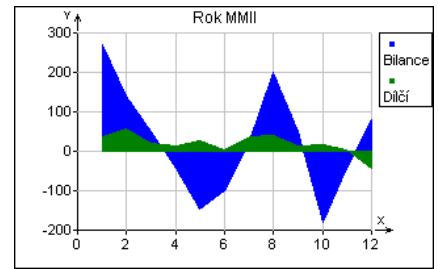
C



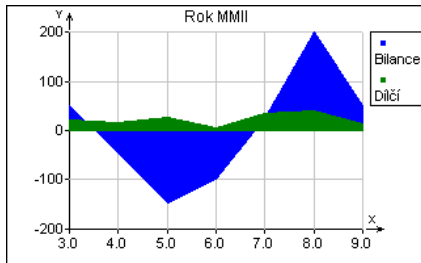
D



E



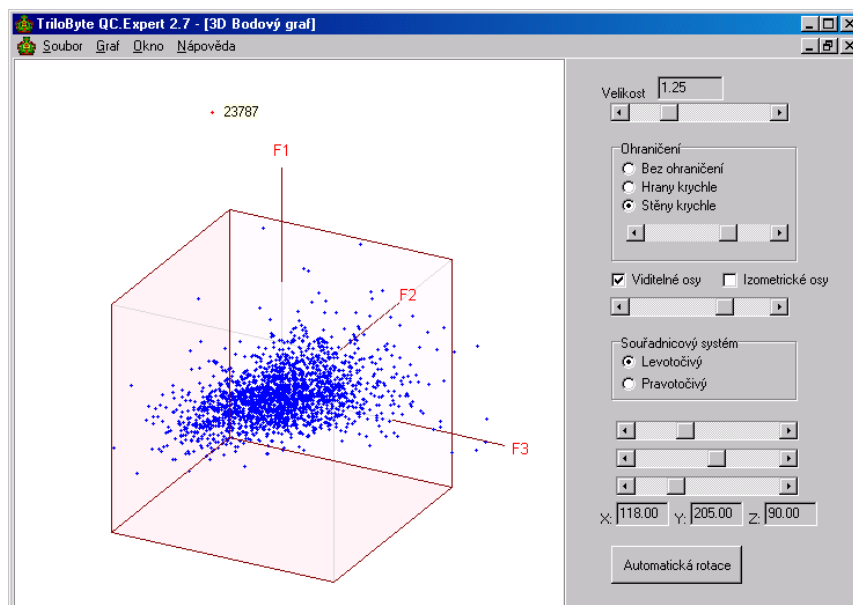
F



G

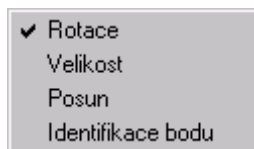
### 3D-bodový graf

Tento graf zobrazí 3 sloupce vybrané v dialogovém okně *Grafy* (Obrázek 1, str. 2) v prostorovém zobrazení. Tento typ grafu je výhodný, chceme-li posuzovat vlastnosti, vzájemné vztahy a homogenitu dat reprezentovaných třemi parametry. Grafem lze pro snadnou orientaci otáčet a myší označovat jednotlivé body popisem, který jsme vybrali v poli *Popis bodu* dialogovém okně *Grafy*. Tak lze někdy nalézt závislosti, nebo charakter, které nejsou patrné z jednotlivých dvourozměrných grafů, např. u párové korelace. Měřítko v jednotlivých osách je nastaveno tak, že ve všech osách jsou hodnoty relativní (normované), aby měly v grafu stejné zdánlivé měřítko. Skutečné měřítko lze nastavit zaškrtnutím políčka *Izometrické osy*.



Obrázek 8 Okno 3D-bodového grafu

Po vybrání 3 sloupců (sloupce, které po sobě v seznamu nenásledují, označíme myší se stisknutou klávesou Ctrl) a stisku OK, nebo *Použít* se graf zobrazí v grafickém okně. Graf ovládáme primárně myší. Po zobrazení grafu je myší možno grafem otáčet ve všech třech osách. Další funkce myši je možno nastavit po stisku pravého tlačítka myši a výběru jedné ze čtyř funkcí z menu:



*Rotace* – posunem myši svisle či vodorovně se graf natáčí podle jednotlivých os. Tím je možné důkladně data prohlédnout a posoudit jejich strukturu, vybočující měření, a podobně.

*Velikost* – posunem myši ve svislém směru se graf přibližuje, nebo oddaluje.

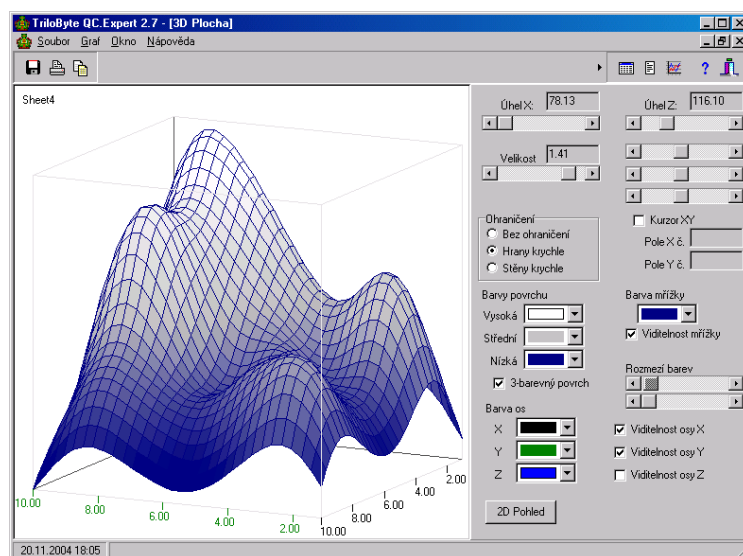
*Posun* – myši lze přesouvat umístěné grafu v okně.

*Identifikace bodu* – po kliknutí v okně grafu se zobrazí popis u bodu, který se nachází nejbližše ukazateli myši, pokud byl v okně *Grafy* vybrán sloupec s popisem.

Pravá část grafického okna slouží k dalšímu nastavení grafu. Lze zde nastavit měřítko grafu (totožné s funkcí *Posun* – viz výše), typ ohraničení grafu, velikost ohraničující krychle, viditelnost os, zapnout izometrii os (data na jednotlivých osách se zobrazí ve skutečném měřítku), levotočivou nebo pravotočivou orientaci souřadného systému a pomocí posuvek lze natáčet graf ve jednotlivých osách. Osy grafu jsou popsány podle pořadí vybraných sloupců. Tlačítkem *Automatická rotace* se spustí automatická spojitá rotace všemi směry. Z hlavního menu lze graf kopírovat do schránky (zkratka: Ctrl+X), vytisknout, nebo uložit do souboru (zkratka: Ctrl+S) ve formátu Windows Meta-File (wmf), nebo Bitmap (bmp).

### 3D-plocha

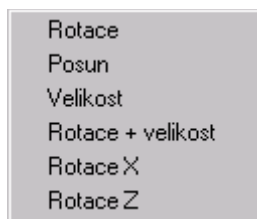
Tento graf umožňuje zobrazení datové matice v datovém editoru. Souřadnicemi X a Y jsou zde sloupce a řádky datové tabulky, souřadnicemi Z v grafu jsou přímo hodnoty v jednotlivých buňkách datové tabulky, každá hodnota je reprezentována uzlem v grafu. To znamená, že tento graf očekává data v tabulce o  $n$  řádcích a  $m$  sloupcích a bude mít  $(n-1)$  políček na délku a  $(m-1)$  políček na šířku. Data mohou představovat vypočítaný průběh funkce dvou proměnných, viz Obrázek 9, nebo může s výhodou sloužit ke zobrazení dvourozměrné časové řady, například měření tloušťky pásu papíru, či plechu několika čidly napříč, sledování mnoha měřicích míst, či linek současně, a podobně, jak znázorňuje Obrázek 10. Popis os X a Y nemá význam. Pomocí funkce *KurzorXY* je možné identifikovat jednotlivá políčka grafu.



**Obrázek 9** Dialogové okno 3D-Plocha s vygenerovaným průběhem funkce

Po vybrání sloupců (sloupce, které po sobě v seznamu nenásledují, označíme myši se stisknutou klávesou Ctrl) a stiskem *OK*, nebo *Použít* se graf zobrazí v grafickém okně. Graf ovládáme

primárně myší. Po zobrazení grafu je myší možno grafem otáčet ve všech třech osách. Další funkce myši je možno nastavit po stisku pravého tlačítka myši a výběru jedné ze čtyř funkcí z menu:



*Rotace* – posunem myši svisle či vodorovně se graf natáčí podle jednotlivých os.

*Velikost* – posunem myši ve svislém směru se graf přibližuje, nebo oddaluje.

*Posun* – myší lze přesouvat umístěné grafu v okně.

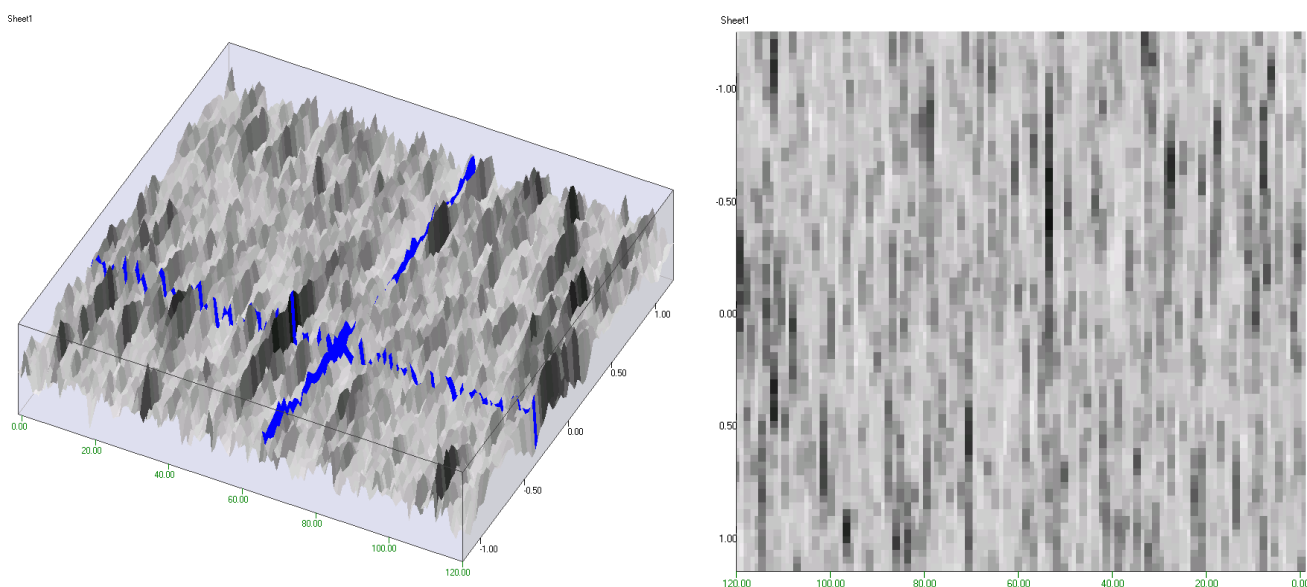
*Rotace+velikost* – se stisknutým levým tlačítkem se posunem myši svisle či vodorovně graf natáčí podle jednotlivých os, se stisknutým pravým tlačítkem se posunem myši graf přibližuje, nebo oddaluje.

*Rotace X* – posunem myši se graf natáčí pouze podle osy X.

*Rotace Z* – posunem myši se graf natáčí pouze podle osy Z.

Pravá část grafického okna slouží k dalšímu nastavení grafu. Pomocí posuvníků zde lze přesně nastavit natočení os s krokem 1 stupeň, velikost grafu a měřítko pro každou osu zvlášť. Ve skupině *Ohraničení* nastavíme typ ohraničení grafu (zobrazení ploch či hran kvádrů jednotlivých ortogonálních rovin). Zaškrtnutím pole *KurzorXY* zapneme zobrazení kříže v místě ukazatele myši v grafu, ve dvou polích pod touto položkou se pak zobrazují souřadnice pole v grafu jako pořadová čísla sloupce a řádku. Nastavení barev umožňuje použití dvoubarevné, nebo trojbarevné škály. Trojbarevná škála se zapíná zaškrtnutím políčka *3-barevný povrch*. Jednotlivé vybrané barvy pak určují barevnou škálu pro vysoké, střední a nízké hodnoty Z. Intervaly pro jednotlivé barevné přechody a strmost barevných přechodů nastavujeme dvěma posuvníky *Rozmezí barev*. Dále můžeme zvolit barvu obdélníkové sítě grafu, případně síť zrušit pomocí políček *Barva mřížky* a *Viditelnost mřížky*. Podobně můžeme nastavit barvu a viditelnost jednotlivých os. Dvourozměrný pohled v souřadnicích XY získáme tlačítkem *2D pohled*. Tento pohled je čitelnější, je-li vypnuta mřížka, viz Obrázek 10 b.

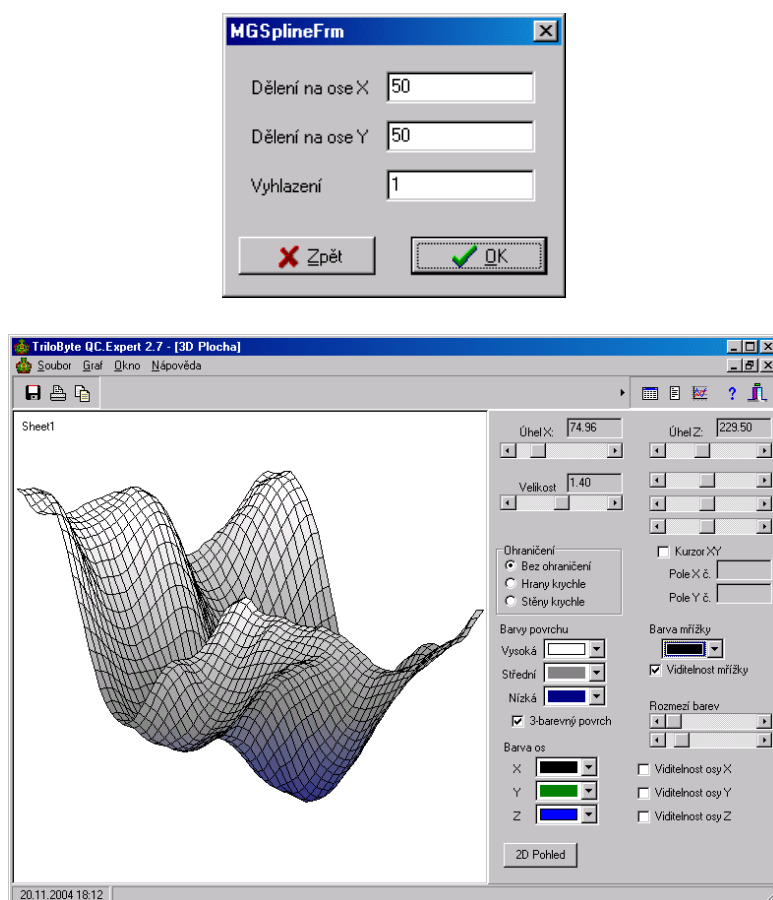
Z hlavního menu lze graf kopírovat do schránky (zkratka: Ctrl+X), vytisknout, nebo uložit do souboru (zkratka: Ctrl+S) ve formátu Windows Meta-File (wmf), nebo Bitmap (bmp).



**Obrázek 10 a, b** Zobrazení dvourozměrné časové řady v obecném pohledu a kolmé projekci. Tmavé pole odpovídá vysoké hodnotě, světlé pole nízké hodnotě.

## 3D-spline

Tento graf představuje vyhlazenou závislost veličiny  $Z$  na dvou veličinách  $X$  a  $Y$ . Pro vyhlazení se zde používá jádrový odhad střední hodnoty s Gaussovským jádrem. Cílem je nalézt a zobrazit jak se mění  $Z$  v závislosti na  $X$  a  $Y$ , pokud taková závislost existuje. Výhodou tohoto zobrazení je, že nepotřebuje žádný předem známý model závislosti, jako např. v regresi, nevýhodou je, že nemáme k dispozici informaci o významnosti zobrazené závislosti. Je tedy třeba tento graf chápat pouze jako informativní. Tento graf je rovněž velmi vhodná pomůcka při analýze responsních ploch při hledání optimální kombinace dvou nastavitelných parametrů, při níž je odezva  $Z$  minimální. resp. maximální, viz Analýza responsního povrchu. Výhodně lze také využít barevného stínování a 2D-pohledu. Jemnost sítě pro  $X$  a  $Y$  se nastaví po stisku tlačítka *Nastavení* v okně *Grafy*. Zde lze rovněž nastavit míru vyhlazení. Při nižší hodnotě vyhlazení získáme jemnější strukturu závislosti, (tato struktura může ovšem být jen šum), při vyšší hodnotě získáme hladkou závislost bez detailů (zde zase můžeme ztratit informaci o lokálním chování závislosti jako jsou minima, maxima). Ukázkou různého stupně vyhlazení znázorňuje Obrázek 12.



Obrázek 11 Dialogový panel grafu 3D-Spline s responsním povrchem

Vybereme sloupce  $X$ ,  $Y$  a  $Z$  (sloupce, které po sobě v seznamu nenásledují, označíme myší se stisknutou klávesou **Ctrl**) a stiskneme *OK*, nebo *Použít*. Tím se graf zobrazí v grafickém okně. Graf ovládáme primárně myší. Po zobrazení grafu je myší možno grafem otáčet ve všech třech osách. Další funkce myši je možno nastavit po stisku pravého tlačítka myši a výběru jedné ze čtyř funkcí z menu:

*Rotace* – posunem myši svisle či vodorovně se graf natáčí podle jednotlivých os.

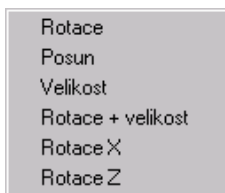
*Velikost* – posunem myši ve svislém směru se graf přibližuje, nebo oddaluje.

*Posun* – myší lze přesouvat umístěné grafu v okně.

*Rotace+velikost* – se stisknutým levým tlačítkem se posunem myši svisle či vodorovně graf natáčí podle jednotlivých os, se stisknutým pravým tlačítkem se posunem myši graf přibližuje, nebo oddaluje.

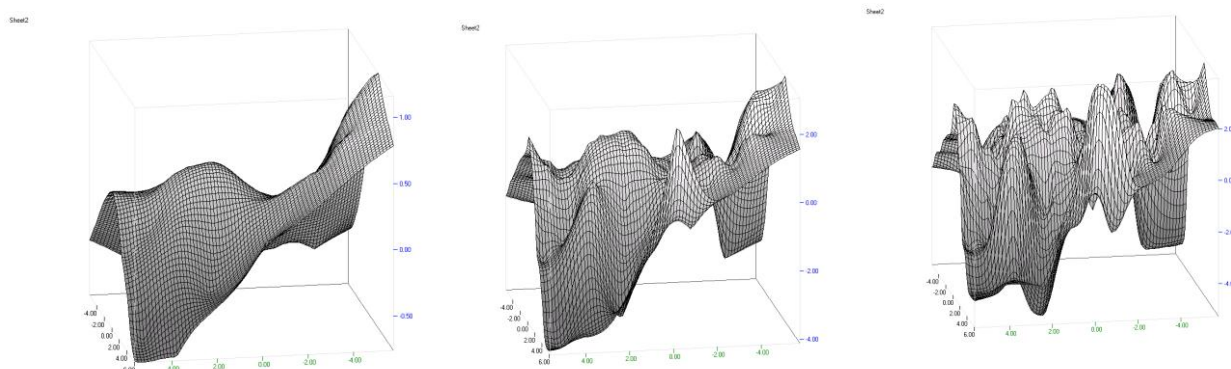
*Rotace X* – posunem myši se graf natáčí pouze podle osy  $X$ .

Rotace Z – posunem myši se graf natáčí pouze podle osy Z.

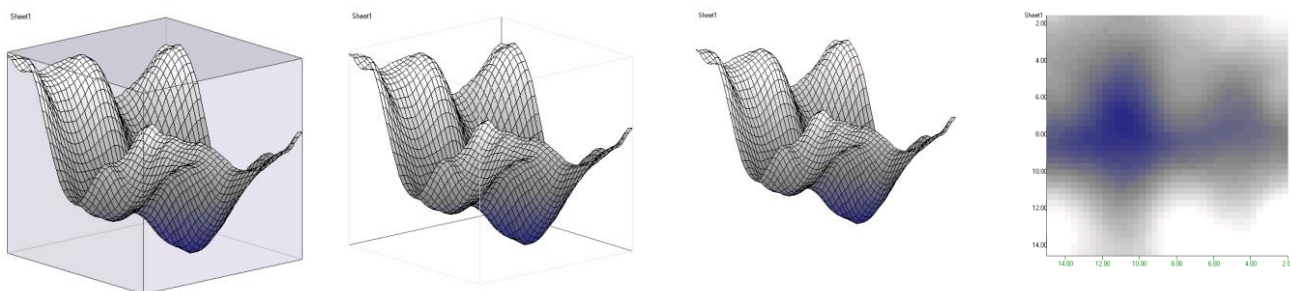


Pravá část grafického okna slouží k dalšímu nastavení grafu. Pomocí posuvníků zde lze přesně nastavit natočení os s krokem 1 stupeň, velikost grafu a měřítko pro každou osu zvlášť. Ve skupině *Ohraničení* nastavíme typ ohraničení grafu (zobrazení ploch či hran kvádrů jednotlivých ortogonálních rovin). Zaškrtnutím pole *KurzorXY* zapneme zobrazení kříže v místě ukazatele myši v grafu, ve dvou polích pod touto položkou se pak zobrazují souřadnice pole v grafu jako pořadová čísla sloupce a řádku. Nastavení barev umožňuje použití dvoubarevné, nebo trojbarevné škály. Trojbarevná škála se zapíná zaškrtnutím políčka *3-barevný povrch*. Jednotlivé vybrané barvy pak určují barevnou škálu pro vysoké, střední a nízké hodnoty Z. Interval pro jednotlivé barevné přechody a strmost barevných přechodů nastavujeme dvěma posuvníky *Rozmezí barev*. Dále můžeme zvolit barvu obdélníkové sítě grafu, případně síť zrušit pomocí políček *Barva mřížky* a *Viditelnost mřížky*. Podobně můžeme nastavit barvu a viditelnost jednotlivých os. Dvourozměrný pohled v souřadnicích XY získáme tlačítkem *2D pohled*. Tento pohled je čitelnější, je-li vypnuta mřížka, viz Obrázek 13 a Obrázek 14.

Z hlavního menu lze graf kopírovat do schránky (zkratka: Ctrl+X), vytisknout, nebo uložit do souboru (zkratka: Ctrl+S) ve formátu Windows Meta-File (wmf), nebo Bitmap (bmp).

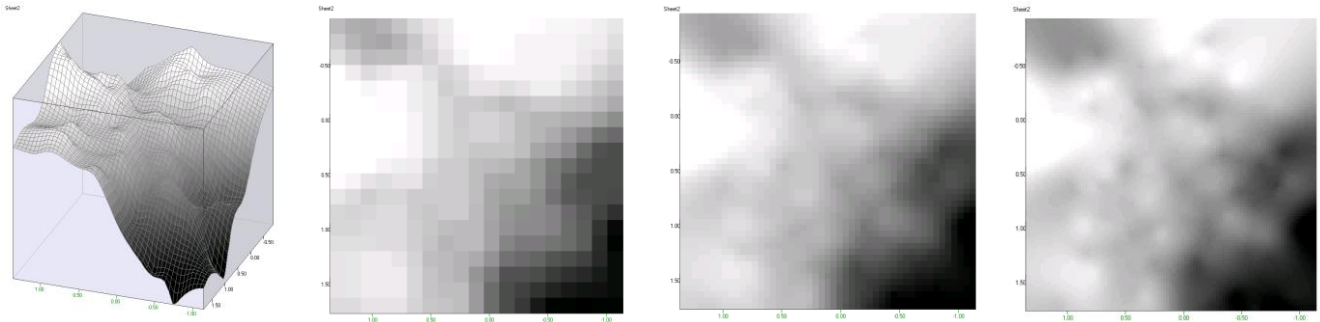


Obrázek 12 a, b, c Stejný pohled na vyhlazený povrch se stupněm vyhlazení 3, 1 a 0.5



Obrázek 13 a,b,c,d Různé typy ohraničení grafu a 2D-pohled

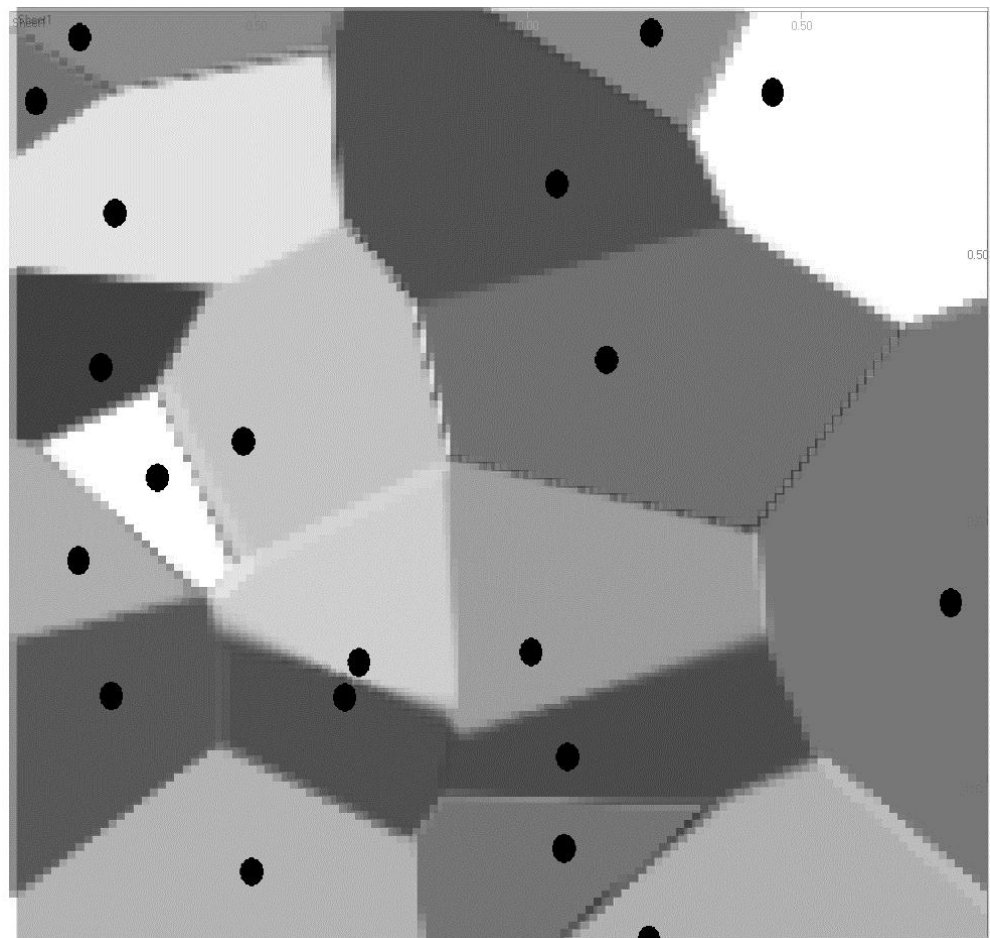




Obrázek 14 a,b,c,d 2D-pohledy na stejný graf (a) při různé jemnosti sítě (20, 50, 100 dílků)

**Voroniovy mapy.** Pomocí jádrového odhadu s velmi nízkým vyhlazením lze konstruovat tzv. 2D Voroniovy tesalace (dláždění), neboli Voroniovy mapy, či diagramy. Je to mapa konvexních plošných polygonů („území“) kolem daných bodů v rovině, uvnitř kterých platí, že vzdálenost k příslušnému bodu  $j$  menší, než vzdálenost ke kterémukoliv jinému bodu. Takové mapy mají význam například při analýzách mikrofotografií, při územním plánování dostupnosti, a mnoha dalších aplikacích. Voroniovu mapu získáme z dat souřadnic jednotlivých bodů (Coord X a Y) a barevné úrovně polygonu, například vhodně zvolené posloupnosti celých čísel. Pak vytvoříme graf *3D-Spline* s velmi nízkým vyhlazením (např. 0.01) a vysokou jemností sítě (např. 100 dílků) a zobrazíme *2d-pohled*. Pro lepší čitelnost grafu lze vypnout *Viditelnost mřížky*. Rozdíly barev lze doladit posuvkami *Rozmezí barev*.

Coord X	Coord Y	Color Scale
2.38	9.13	1
3.77	6.85	2
0.28	6.48	3
1.55	3.56	4
7.42	9.23	5
5	1.02	6
6.97	1.27	7
0.59	2.79	8
2.46	1.74	9
0.95	2.31	10
4.37	3.53	11
6.37	1.61	12
9.52	2.41	13
7.97	4.29	14
7.69	3.84	15
2.42	7.5	16
4.87	9.55	17
9.87	5.38	18
7.25	3.37	19
8.82	8.27	20

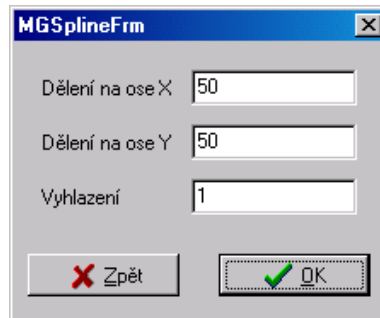


Obrázek 15 Voroniov tesalční diagram pro 20 náhodných bodů získaný při vyhlazení 0.005, jemnosti 120 ve 2d-projekci grafu 3d-Spline (projekce bodů do grafu je realizována v externím grafickém programu, např. Příslušenství Windows – Kreslení)

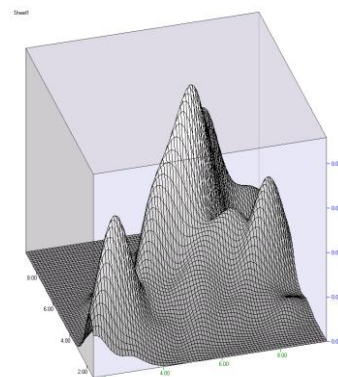
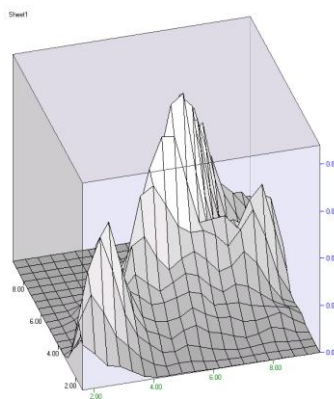
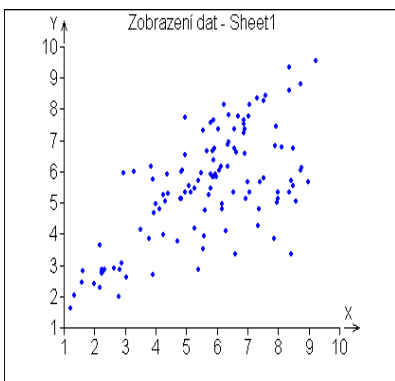


### 3D-hustota pro 2 proměnné

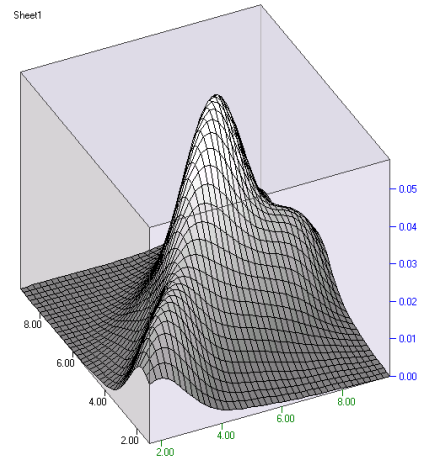
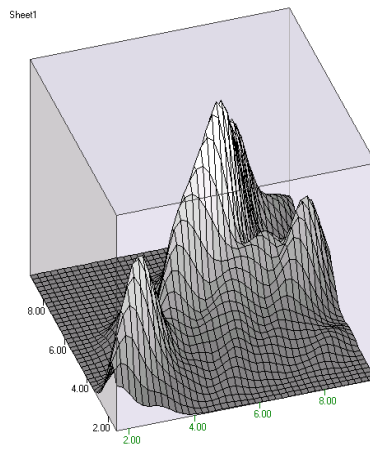
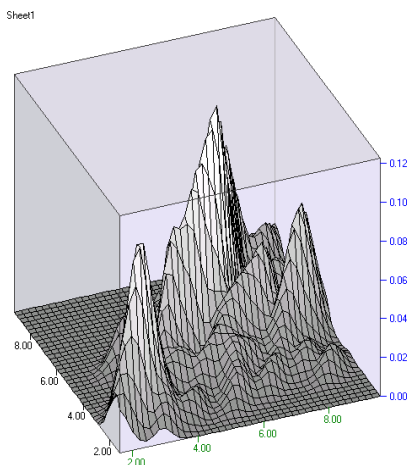
Tento graf je dvojrozměrnou obdodou jádrového odhadu hustoty pravděpodobnosti např. v modulu Základní statistika. Používá se jádrového vyhlazení hustoty s Gaussovským jádrem s výběrovým korelačním koeficientem. Tím se zlepší tvar hustoty pro korelované rozdělení, který je v případě korelovaných dat protáhlejší a lépe vystihuje skutečný tvar hustoty. V okně *Grafy* lze zadat počet dělení osy X a Y a stupeň vyhlazení plochy. Příliš nízká hodnota vyhlazení má za následek komplikovaný tvar plochy, v němž se projevují až jednotlivé body, příliš vysoká hodnota vyhlazení vede k příliš široké Gaussově hustotě bez schopnosti postihnout detailnější tvar. Obecně nelze určit optimální „správnou“ míru vyhlazení, graf je nutno chápat pouze jako pomocný nástroj zobrazení a posuzování dat, nikoli jako průkazný test například homogenity apod. Vliv stupně vyhlazení na tvar hustoty ukazuje Obrázek 17.



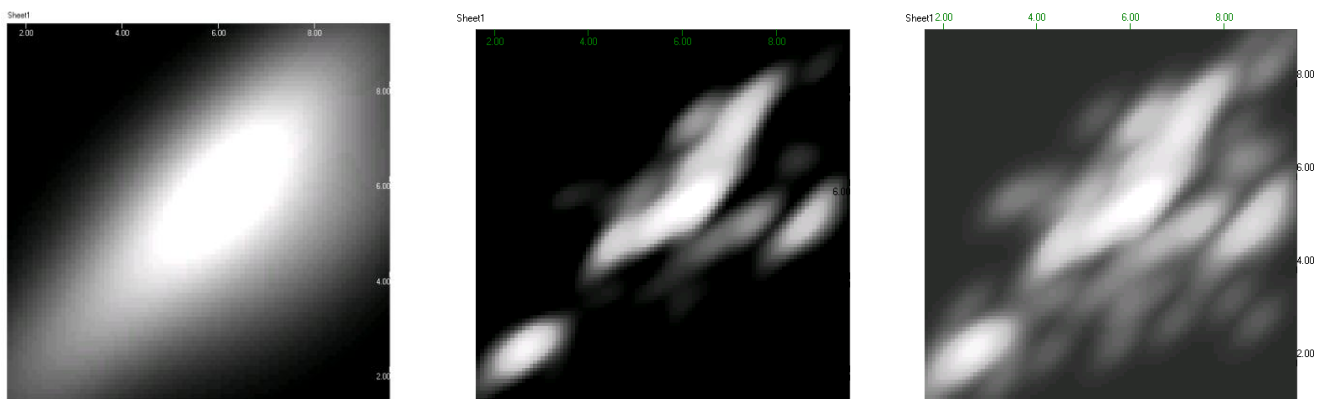
Plocha hustoty 2 proměnných lze porovnat s X-Y rozptylovým grafem (viz např. odst. 0). Graf hustoty dává názornou informaci o pozorované hustotě naměřených dat, jde však pouze o neparametrický odhad, a je třeba jej nepřeceňovat.



**Obrázek 16 2D-graf proměnných X,Y a jejich odpovídající odhady hustoty pravděpodobnosti s různou jemností dělení na osách 20 a 60 a parametrem vyhlazení 1.**



**Obrázek 17 a, b, c Jádrový odhad hustoty pro stejná data s parametrem vyhlazení 0.6, 1 a 2**

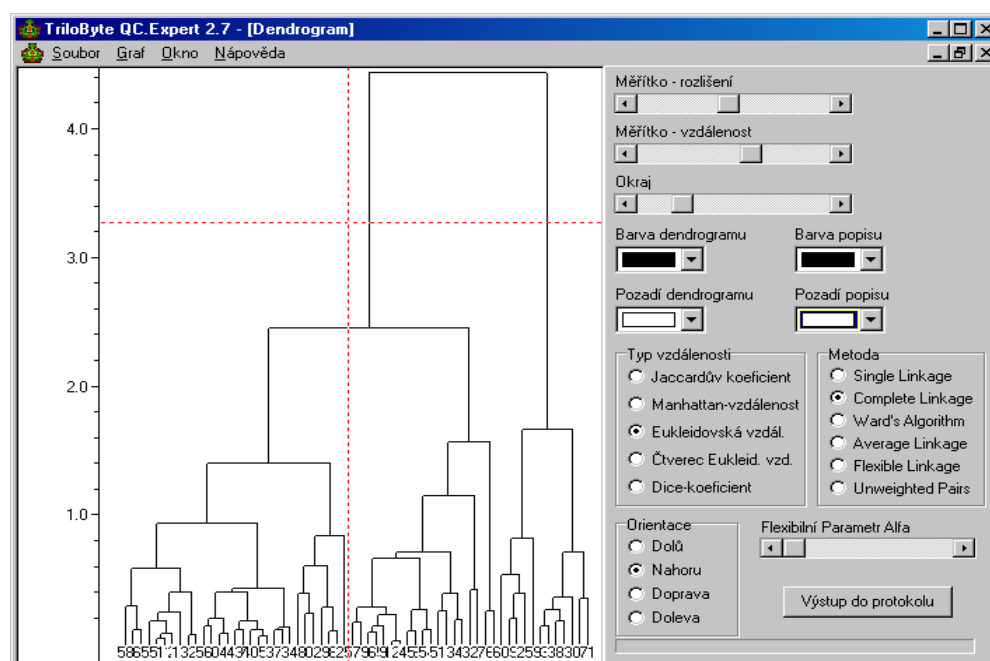


Obrázek 18 a,b,c Projekce stínované plochy z předchozích dvou obrázků do souřadnic X,Y s vyhlazením 2 (a) a vyhlazením 0.7 (b, c); grafy b, c jsou zobrazeny s různým nastavením rozmezí barev

## Dendrogram

Dendrogram slouží k posouzení struktury shluků ve vícerozměrném prostoru, tedy pro několik sloupců. Cílem je posoudit homogenitu souboru dat, případný výskyt shluků a jednotlivých vybočujících měření. Vstupními daty je  $m$  sloupců vybraných v okně *Grafy*. Počet sloupců je libovolný. Algoritmus dendrogramu posuzuje vybraný typ vzájemné vzdálenosti jednotlivých řádků v  $m$ -rozměrném prostoru a tyto vzdálenosti pak zpracuje vybranou metodou do tvaru binárního stromu zvaného dendrogram. Měřítko vzdálenosti (a tedy odlišnosti) je na podélné ose dendrogramu. Obecně zhruba platí, že čím je větev dendrogramu delší, tím odlišnější (vzdálenější) jsou data pod ní od ostatních. Kokrétní tvar dendrogramu závisí na tom, který typ vzdálenosti a kterou metodu jsme zvolili. Povaha dendrogramu určuje jeho použití pro datové soubory s malým počtem řádků, typicky do stovky. Pro větší počty dat je dendrogram obvykle nepřehledný a jeho výpočet může trvat dlouho. Počet sloupců (proměnných) není na druhé straně třeba omezovat. Tento graf je opět pouze nástroj průzkumové analýzy, dendrogram není možno použít jako důkaz, že data obsahují, či neobsahují rozdílné skupiny, apod.

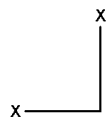
V levé grafické části okna je vlastní dendrogram, na jehož terminálních uzlech jsou příslušná pořadová čísla řádků datové tabulky.



Obrázek 19 Dialogové okno dendrogramu

V pravé části dialogového okna jsou ovládací prvky, kterými lze měnit podélnou a příčnou velikost grafu, barvu čáry, popisu a pozadí. Typ vzdálenosti je možno vybrat z Jaccardova koeficientu a Dice-

koefficient shodnosti, které jsou vhodné pro binární data představované dvěma hodnotami, např., 0 a 1. Pro spojité veličiny jsou určeny Manhattanská, Eukleidovská vzdálenost a její čtverec.



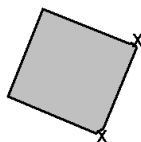
Manhattanská vzdálenost

$$d_{ij} = \sum_{k=1}^m |x_{ik} - x_{jk}|$$



Eukleidovská vzdálenost

$$d_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^m (x_{ik} - x_{jk})^2}$$



Čtverec Eukleidovské vzdálenosti

$$d_{ij} = \sum_{k=1}^m (x_{ik} - x_{jk})^2$$

Jaccardův koeficient pro spojité veličiny

$$d_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^m x_{ik} x_{jk}}{\|x_i\| \cdot \|x_j\| - \sum_{k=1}^m x_{ik} x_{jk}}$$

kde  $\|x\|$  je kvadratická norma  $x$ .

Pro binární diskrétní data (např. nuly a jedničky) se počítají počty shod a neshod ve dvojici řádků a získají 4 čísla  $a, b, c, d$  takto:  $a$  = kolikrát jsou v obou řádcích nuly,  $b$  = kolikrát je v prvním řádku nula a ve druhém jednička,  $c$  = kolikrát je v prvním řádku a ve druhém nula,  $d$  = kolikrát jsou v obou řádcích jedničky. Příklad binárních dat je v následující tabulce.

		1. řádek	
		0	1
2. řádek	0	$a$	$b$
	1	$c$	$d$

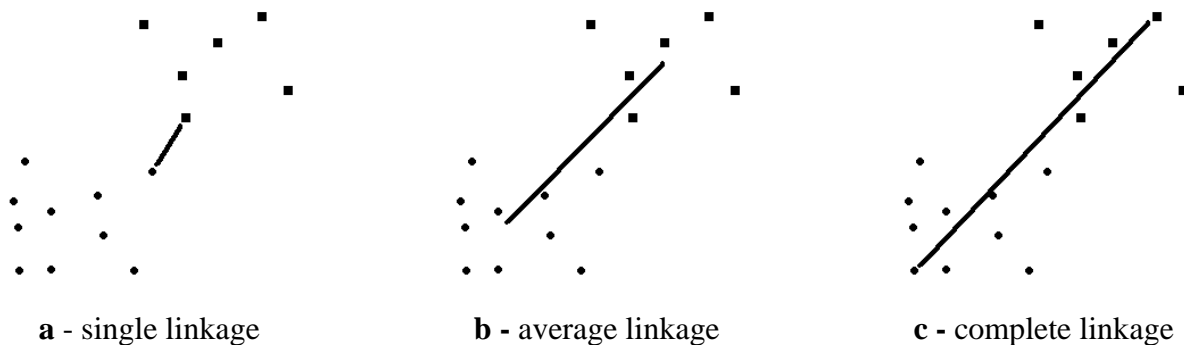
0	0	0	1	0	1	1
0	0	1	1	0	1	1
0	1	1	1	1	1	1
0	0	0	1	0	1	0
0	1	1	0	0	1	0
0	1	0	0	0	0	1
1	1	0	0	1	0	0

V případě uvedené tabulky dat je tedy například pro druhý a pátý řádek  $a=2, b=1, c=2, d=2$ . Z těchto počtů se pak dá vypočítat řada koeficientů, kterými lze hodnotit nepodobnost (vzdálenost) dvou řádků. Zde je možné použít dva koeficienty:

		1. řádek	
		0	1
2. řádek	0	2	1
	1	2	2

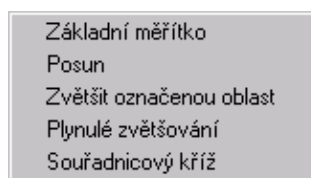
Jaccardův koeficient  $d_{ij} = \frac{a}{a+b+c}$  a dice-koeficient  $d_{ij} = \frac{2a}{2a+b+c}$ .

Metody výpočtu vzdáleností dílčích shluků nabízejí metodu nejbližšího souseda (single linkage), která má někdy tendenci vytvářet řetězové podlouhlé shluky, metodu nejvzdálenějšího souseda (complete linkage), metodu vzdálenosti středů (average linkage), Wardovu metodu, která eliminuje malé shluky a má snahu produkovat shluky přibližně stejných velikostí, váženou metodu s flexibilní vahou (flexibile linkage), kterou lze modifikovat posuvníkem a metodu nevážených párů (unweighted pairs).

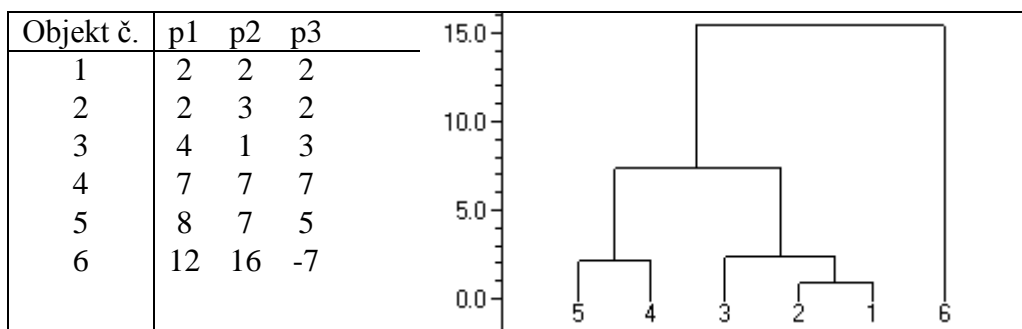


Obrázek 20 a, b, c Ukázka tří metod určení vzdálenosti shluků

Pravým tlačítkem myši se zobrazí pomocné menu, v němž lze vybrat funkci myši: Posun dendrogramu po grafické ploše, zvětšení vybrané obdélníkové části dendrogramu, plynulé nastavení velikosti dendrogramu a zobrazení souřadnicového kříže, který usnadní orientaci v dendrogramu. Volba *Základní měřítko* nastaví výchozí rozlišení dendrogramu.



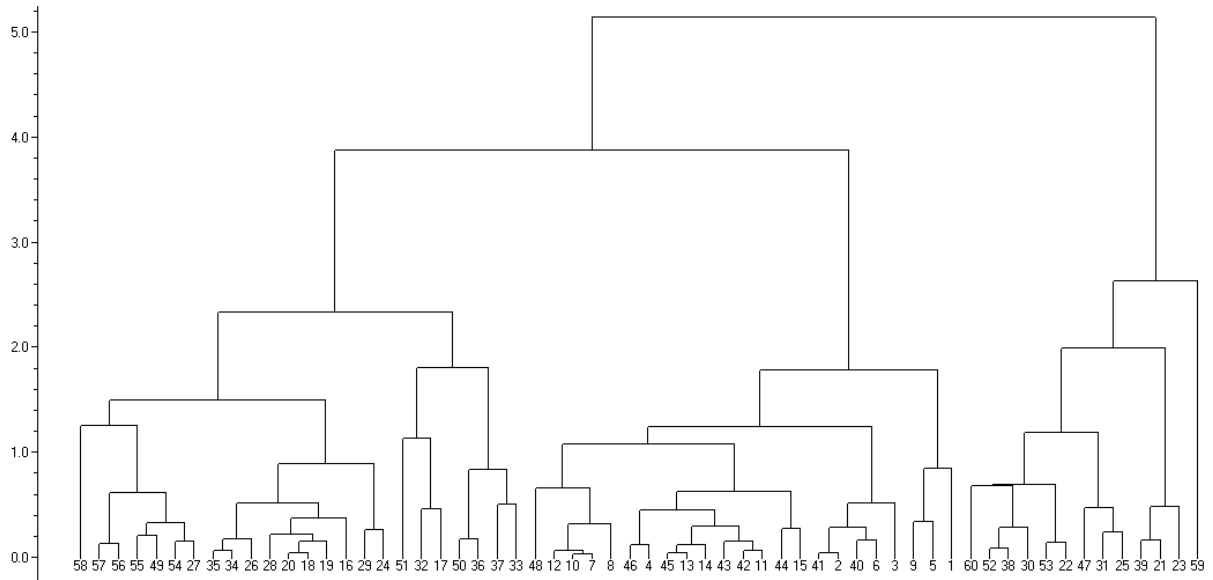
Tento graf může vytvořit tabulku vzdáleností a shluků, která se zapíše do výstupního okna Protokol po stisku tlačítka *Výstup do protokolu*. Tato tabulka obsahuje informace o tvorbě dendrogramu a vzdálenostech, jak ilustrujeme a interpretujeme na následujícím příkladu. Pro data v následující tabulce sestojíme dendrogram. Z něho je patrný odlehlý bod 6 (6. řádek dat) a náznak dvou shluků bodů (řádků) (5; 4) a (3; 2; 1).



Po stisku *Výstup do protokolu* získáme následující tabulku výsledků.

Obj.1	Obj.2	Nový shluk	Vzdálenost
1	2	7	1
4	5	8	2.2361
7	3	9	2.4495
9	8	10	7.4833
10	6	11	15.5242

Podle této tabulky jsou sobě nejbliž body 1 a 2 (jejich vzdálenost je 1, vytvoří shluk č. 7), pak body 4 a 5, z nich vznikne shluk č. 8. Další nejbližší dvojici tvoří bod 3 a shluk č. 7 atd.



**Obrázek 21** Příklad shlukové analýzy šesti sledovaných vlastností 60 vzorků cementu, naznačuje tři dominantní shluky obsahující 24, 23 a 13 bodů.