

# **METRO 2003**

**Užívateľská príručka.**

*Copyright 2006, P.Baričič, M.Mackov*

Email: [baricic@nexta.sk](mailto:baricic@nexta.sk), [mackov@nexta.sk](mailto:mackov@nexta.sk)

# Obsah

## Úvod

### Tréningový kurz - Ako vytvoriť Ishikawov diagram

Cieľ kurzu

- Lekcia 1: Nový vzor pre Ishikawov diagram
- Lekcia 2: Nahradenie veličiny rovnicou
- Lekcia 3: Pridanie ďalšieho zdroja neistoty
- Lekcia 4: Výpočet neistoty molekulovej hmotnosti
- Lekcia 5: Napĺňanie diagramu
- Lekcia 6: Zablokovanie zdroja neistoty
- Lekcia 7: Vytvorenie novej položky
- Lekcia 8: Vymazanie položky
- Lekcia 9: Presun diagramu z položky do položky

### Tréningový kurz - Ako vybrať a naplniť Ishikawov diagram

Cieľ kurzu

- Lekcia 1: Výber diagramu z databázy vzorov
- Lekcia 2: Napĺňanie vybraného vzorového diagramu dátami
- Lekcia 3: Zobrazenie výsledkov

## Kapitola 1 - Všeobecné funkcie

- 1.1 Štart programu
- 1.2 Ukončenie programu
- 1.3 Všeobecné nastavenia
- 1.4 Nastavenie vlastností buniek
- 1.5 Prihlasovanie/odhlasovanie sa
- 1.6 Jazykové verzie
- 1.7 Lišta nástrojov
- 1.8 Použité knižnice a súbory

## Kapitola 2 - Ishikawov diagram

- 2.1 Všeobecne o diagrame
- 2.2 Bunka s rovnicou
- 2.3 Bunka s veličinou
- 2.4 Bunka s konštantou
- 2.5 Bunka s molekulovou hmotnosťou
- 2.6 Bunka so zdrojom neistoty
- 2.7 Neistota typu A
- 2.8 Neistota typu B
- 2.9 Editovanie komentárov v diagrame
- 2.10 Nastavenie expiračnej doby
- 2.11 Odhad počtu stupňov voľnosti
- 2.12 Pravidlá pre písanie modelových rovníc
- 2.13 Úprava tabuľky v bunke s rovnicou
- 2.14 Zadanie matice korelačných koeficientov
- 2.15 Zadávanie neistoty cez funkčnú závislosť
- 2.16 Zadávanie neistoty v %
- 2.17 Generovanie vzorec pre výpočet neistoty v Exceli

## Kapitola 3 - Práca s diagramami

- 3.1 Pridanie vzorového diagramu
- 3.2 Vymazanie diagramu z databázy meraní
- 3.3 Výber vzorového diagramu
- 3.4 Napĺňanie diagramu
- 3.5 Načítanie diagramu zo súboru
- 3.6 Zápis diagramu do súboru

- 3.7 Vytvorenie kópie diagramu
- 3.8 Vymazanie vzorového diagramu

#### **Kapitola 4 - Funkcia administrátora**

- 4.1 Práva administrátora
- 4.2 Administrácia užívateľov
- 4.3 Zálohovanie databázy
- 4.4 Obnova databázy zo zálohy
- 4.5 Sledovanie histórie zmien
- 4.6 Evidencia prihlasovania do systému
- 4.7 Obnovenie vymazaného diagramu
- 4.8 Definitívne vymazanie diagramu
- 4.9 Zobrazenie všetkých diagramov

## Úvod

Program METRO je určený na výpočet neistôt veličín získavaných vo fyzikálnych a chemických meraniach a kalibráciach. Použitý postup sleduje doporučená uvedená v literatúre

GUM - Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement. First edition 1993. ISO Technical Directive. Podporovaný BIPM, IEC, IFCC, IUPAC, IUPAP, OIML.

- 1) EA-4/02 – Expression of the Uncertainty of Measurement in Calibration., December 1999. Podporovaný 17 Európskymi národnými akreditačnými inštitúciami.
- 2) SNAS, Smernica MSA 0104-97 a dodatok MSA 0104/D1-98, ktoré sú prekladom dokumentu EA 4/02 „Expression of the Uncertainty of Measurement in Calibration“
- 3) EURACHEM document Quantifying Uncertainty in Analytical Measurement 2000.

Vo všeobecnosti kvantifikácia neistoty v procese merania pozostava zo štyroch krokov:

- 1.) špecifikácia matematických vzťahov medzi meranou veličinou a ostatnými parametrami,
- 2.) identifikácia zdrojov neistoty
- 3.) kvantifikácia týchto zdrojov neistoty
- 4.) výpočet kombinovanej štandardnej neistoty meranej veličiny

Hlavným cieľom programu METRO je uľahčiť tento proces, tým že program umožňuje vizualizovať zdroje neistôt v podobe tzv. Ishikawových diagramov, ktoré priamo reprezentujú matematické rovnice určené pri špecifikácii. Ishikawove diagramy prehľadným spôsobom vizualizujú väzby a súvis medzi jednotlivými zdrojmi neistoty a meranou veličinou. Týmto umožňujú rýchlu elimináciu duplicitných zdrojov neistoty resp. pridanie nových dôležitých zdrojov neistoty. V záverečnom kroku po naplnení diagramu sú kombinovaná štandardná neistota a ostatné atribúty meranej veličiny automaticky vypočítané. Výsledok sa objaví v koreňovej bunke celého Ishikawovho diagramu.

Program METRO vytvára Ishikawove diagramy zo zadanej rovnice, ktorá špecifikuje vzťah medzi meranou veličinou a ostatnými parametrami prispievajúcimi svojimi neistotami do neistoty tejto meranej veličiny. V procese identifikácie zdrojov neistoty užívateľ môže meniť tento diagram pridávaním ďalších zdrojov neistoty, blokovaním alebo vymazaním irelevantných zdrojov neistoty, môže substituovať, ktorúkoľvek veličinu ďalšou rovnicou, čo sa prejaví ďalším vetvením na vytváranom diagrame. Tieto operácie sú uskutočňované zabudovaným editorom Ishikawových diagramov. Po vytvorení diagramu užívateľ jednoducho naplní všetky bunky diagramu požadovanými hodnotami parametrov definovaných v rovniciach a ich príslušnými neistotami a program automaticky vypočíta štandardnú kombinovanú neistotu meranej veličiny  $y$  a jej ostatné metrologické charakteristiky: expanzný koeficient na základe počtu stupňov voľnosti, rozšírenú neistotu atď. Program vygeneruje protokol, ktorý obsahuje všetky detaily z analýzy kvantifikácie neistôt daného merania.

### ***Hlavné funkcie programu:***

- *Vytváranie a editovanie Ishikawových diagramov.*
- *Automatický výpočet hodnoty meranej veličiny a jej kombinovanej štandardnej neistoty na základe vygenerovaného a naplneného diagramu.*
- *Výstupný protokol obsahujúci bilanciu neistôt v zmysle pokynov smernice MSA 0104-97 vydané Slovenskou národnou akreditačnou službou (SNAS)*
- *Databáza vzorových diagramov – obsahuje vzory predpripravených diagramov vyjadrujúcich kvantifikáciu neistôt podľa štandardných operačných postupov.*
- *Databáza meraní: Možnosť databázového spracovania diagramov naplnených už konkrétnymi nameranými dátami.*

- *Administrácia dát spôsobom, v ktorom užívateľ môže modifikovať svoje vlastné dáta, ale nemôže zasahovať do diagramov naplnených niekým iným.*
- *Sledovanie expirácie zdrojov neistoty, program automaticky upozorňuje užívateľa na preexpirované zdroje neistôt.*
- *Program umožňuje prístup k dátam na dvoch úrovniach:  
Na úrovni administrátora, ktorý prideluje a eviduje prístupové práva ostatných užívateľov a má neobmedzený prístup ku všetkým dátam a predovšetkým môže modifikovať diagramy v databáze vzorov.  
Na úrovni užívateľa, ktorý môže z databázy vzorov vyberať predpripravené diagramy pre jednotlivé analytické metódy, naplňať ich a naplnené vkladať do hlavnej databázy*

## Technické požiadavky

**Metro** vyžaduje minimálne procesor Pentium, 16MB operačnej pamäte, 9MB voľného priestoru na pevnom disku, CDROM. **Metro** beží pod operačnými systémami Windows NT (verzia 4.0 alebo vyššie), Windows 95, Windows 98, Windows 2000 Windows XP. . Súčasťou inštalácie Metro je aj inštalácia Borland Database Engine (BDE). Licencia na použitie BDE je zahrnutá v licencii na Metro.

**Window95™, Windows98™, WindowNT™, Windows 2000™, Windows XP** sú registrované obchodné značky pre **Microsoft Corporation**.

**Borland Database Engine (BDE)** ) je databázový systém, ktorý podporuje Delphi®, Delphi Client/Server®, IntraBuilder®, Paradox® pre Windows a Visual dBASE® pre Windows. BDE poskytuje výkonné a spoľahlivé funkcie pre databázové client-server aplikácie.

## Úvod ku kurzom

Funkcie programu METRO su prístupné na dvoch úrovniach:

- úroveň administrátora,
- úroveň štandardného užívateľa.

Z tohto rozdelenia sa potom odvíja aj spôsob práce s programom. Zatiaľ čo administrátor má k dispozícii grafický aparát na budovanie vzorových Ishikawových diagramov, funkcie na riadenie a kontrolu ostatných užívateľov, štandardný užívateľ má právo používať už hotové vzorové diagramy na svoje merania, ktoré sú potom ukladané do databázy meraní, ale nemôže napríklad vygenerovať vzorový diagram pre novú analytickú metódu.

Program METRO predpokladá nasledovný systém pri kvatifikovaní neistôt meraní:

1. V prvej fáze administrátor, alebo ním poverený expert generuje tzv. Ishikawove diagramy pre jednotlivé analytické metódy. Tieto môžu byť zčasti už naplnené dátami, ktoré sú spoločné pre sadu pripravovaných meraní. Väčšinou to budú zdroje neistôt, ktoré sa nemenia vôbec resp. menia s určitou expiračnou dobou.
2. V druhej fáze štandardný užívateľ vyberá z databázy vzorových diagramov diagram, ktorý korešponduje s jeho meraním. Naplňa tento diagram nameranými dátami a získava výsledky zahrňujúce hodnotu meranej vlastnosti a hodnotu jej štandardnej neistoty. Naplnené diagramy sú archívované v databáze meraní.

Prvej fáze bol venovaný kurz Úvodný tréningový kurz - Ako vytvoriť Ishikawov diagram.

Druhej fáze je venovaný kurz Úvodný tréningový kurz - Ako vybrať a naplniť Ishikawov diagram .

## Tréningový kurz - Ako vytvoriť Ishikawov diagram

### Cieľ

Príklad na ktorom budeme demonštrovať program **Metro** je prebratý z prílohy príručky *EURACHEM document Quantifying Uncertainty in Analytical Measurement 2000*, kde je označený ako *A2 Standardising a sodium hydroxide solution (Štandardizácia roztoku hydroxidu sodného)*.

### Popis metódy:

Titrimetrická štandardizácia roztoku hydroxidu sodného štandardným roztokom hydroftalátu draselného (KHP). Koncentrácia roztoku NaOH má byť približne 0.1 mol/l. Bod ekvivalencie je identifikovaný automatickým titračným zariadením s kombinovanou pH-elektrodou na meranie tvaru pH-krivky.

Koncentrácia roztoku NaOH je počítaná zo vzťahu

$$c = 1000 \cdot m \cdot P / (F \cdot V)$$

kde

|             |  |
|-------------|--|
| <b>c</b>    | : koncentrácia roztoku NaOH [mol/l]                |
| <b>1000</b> | : konverzný faktor [mL] na [L]                     |
| <b>m</b>    | : hmotnosť titračného štandardu KHP [g]            |
| <b>P</b>    | : čistota titračného štandardu KHP []              |
| <b>F</b>    | : molekulová váha titračného štandardu KHP [g/mol] |
| <b>V</b>    | : titračný objem roztoku NaOH [mL]                 |

Hmotnosť **m** je určená diferenčným vážením  $m = m_1 - m_2$

kde

|                      |                                  |
|----------------------|----------------------------------|
| <b>m<sub>1</sub></b> | : hmotnosť KHP + navažovačka [g] |
| <b>m<sub>2</sub></b> | : hmotnosť navažovačky [g]       |

### Postup

i.) Štandard KHP je sušený podľa certifikátu poskytnutého dodávateľom. Certifikát súčasne obsahuje aj čistotu látky a neistotu. Predpokladaný titračný objem NaOH o koncentrácii cca 0.1 mol/l je približne 19 ml. Odhadnutá hmotnosť štandardu je

$$m = (F \cdot V) / (1000 \cdot P) = (294.2212 \cdot 0,1 \cdot 19) / (1000 \cdot 1,0) = 0.388 \text{ g}$$

ii.) Príprava 1L roztoku NaOH s koncentráciou 0.1 mol/l. Aby bolo pripravené takéto množstvo roztoku o danej koncentrácii je treba použiť cca 4g NaOH. Pretože koncentrácia roztoku NaOH je určená titráciou primárneho štandardu KHP, nie je potrebná žiadna informácia o neistote spojenej s molekulovou váhou a hmotnosťou NaOH.

iii.) Odvážené množstvo titračného štandardu KHP je rozpustené v cca 50 mL vody bez iónov. Potom je tento roztok titrovaný roztokom NaOH. Na identifikáciu bodu ekvivalencie je použitý automatický titračný systém, ktorý zaznamenáva pH krivku pri pridávaní roztoku NaOH. Tento systém určuje bod ekvivalencie z tvaru zaznamenatej krivky.

Cieľom tohto tréningového kurzu je naučiť Vás používať základné operácie pri generovaní a napíňaní diagramu, ktorý bude reprezentovať kvantifikáciu neistôt pre danú analytickú metódu. Kurz je určený predovšetkým pre tých, ktorí budú samostatne vytvárať vzorové Ishikawove diagramy pre rôzne analytické postupy Vášho pracoviska a budú naplňovať a organizovať databázu týchto predpripravených diagramov. Tento kurz predpokladá, že budete mať prístupové práva administrátora. Všetky kroky

použité v kurze budú aplikované na vyššie špecifikovaný analytický postup A2 *Štandardizácia roztoku hydroxidú sodného*. Paralelne s výkladom poskytnutým nasledovnými lekciami, môžete popisované operácie priamo vykonávať v programe a tým si krok po kroku odskúšať ich efekt.

## Lekcia 1: Nový vzor pre Ishikawov diagram

Koncentrácia roztoku NaOH je počítaná zo vzťahu

$$c = 1000 \cdot m \cdot P / (F \cdot V) \quad [1a]$$

kde

- c** : koncentrácia roztoku NaOH [mol/l]
- 1000** : konverzný faktor [mL] na [L]
- m** : hmotnosť titračného štandardu KHP [g]
- P** : čistota titračného štandardu KHP []
- F** : molekulová váha titračného štandardu KHP [g/mol]
- V** : titračný objem roztoku NaOH [mL]

Validácia metódy poskytla opakovateľnosť 0.05%. Táto hodnota môže byť priamo použitá ako štandardná neistota. Opakovateľnosť metodiky zahŕňa:

- opakovateľnosť pri vypúšťaní objemu z byrety
- opakovateľnosť pri vážení

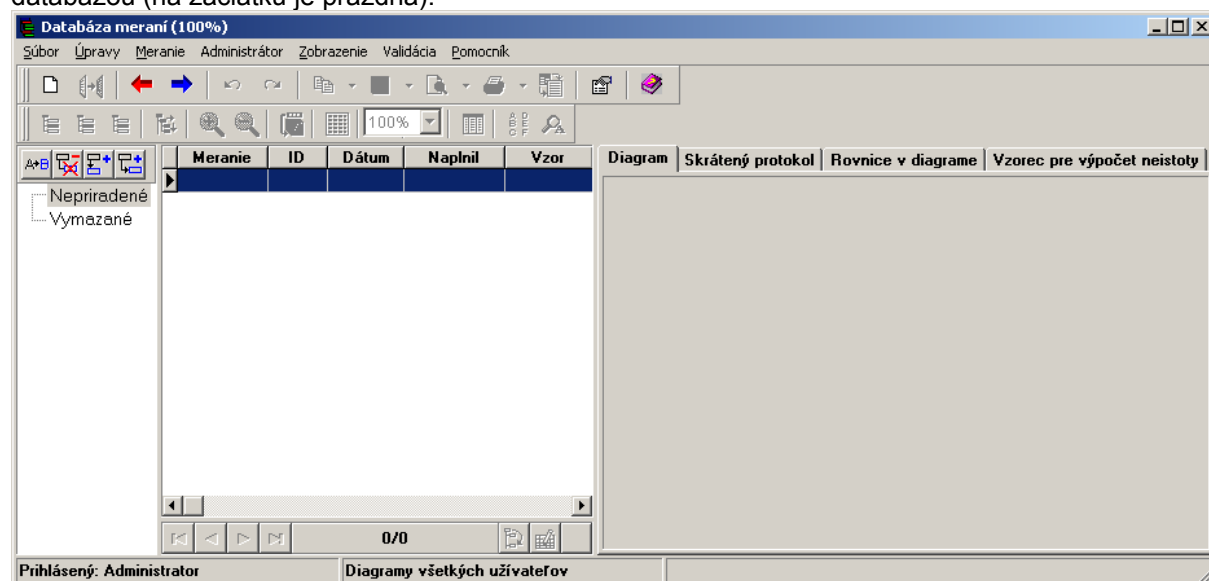
Keďže opakovateľnosť je udaná ako relatívna štandardná odchýlka v %, je výhodne zaviesť do rovnice [1a] novú formálnu bezrozmernú veličinu tzv. opakovateľnosť, ktorá bude mať hodnotu 1 a neistotu vypočítanú s relatívnej št. neistoty. Modelová rovnica nadobudne potom tvar


$$c = 1000 \cdot m \cdot P \cdot \text{rep} / (F \cdot V) \quad [1b]$$

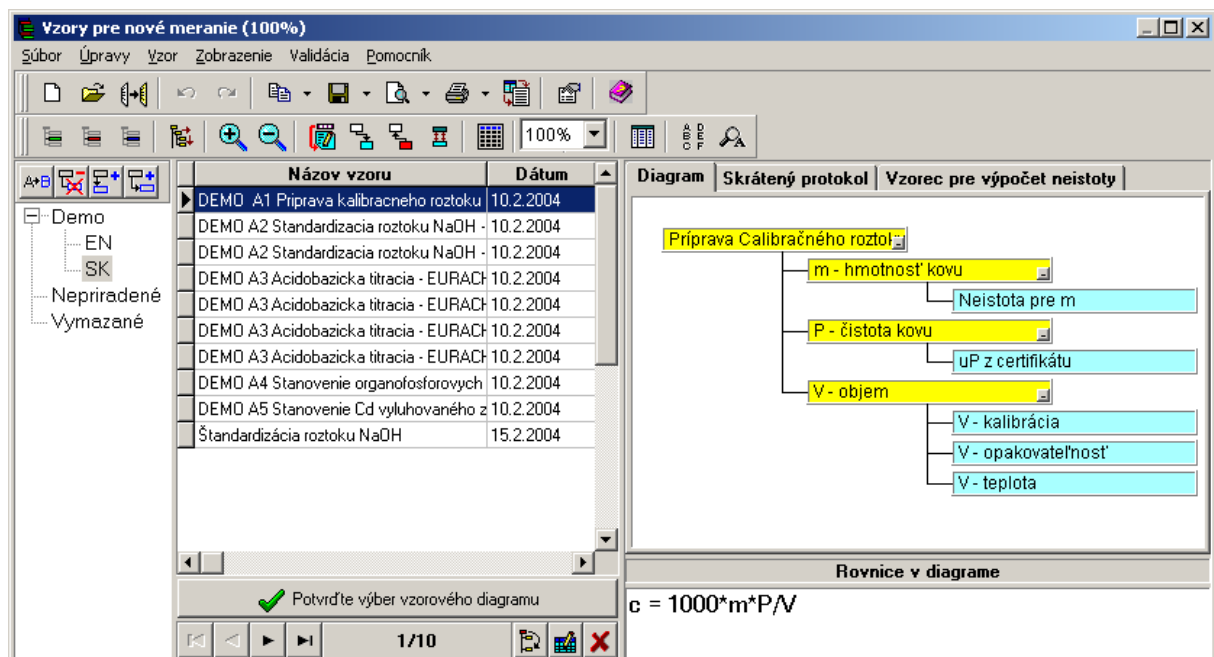
kde

**rep** : opakovateľnosť

Po prvom uvedení programu do činnosti máte otvorené základné okno "Databáza meraní" s hlavnou databázou (na začiatku je prázdna).



V hlavnom menu kliknite tlačítko  a otvoríte okno "Vzory pre nové meranie" so zoznamom vzorov pre nové meranie. V počiatočnom stave obsahuje len príklady vzorových diagramov dodaných spolu s programom.



**Vzory pre nové meranie (100%)**

Súbor Úpravy Vzor Zobrazenie Validácia Pomocník

Názov vzoru Dátum

| Názov vzoru                            | Dátum     |
|--|-----------|
| DEMO A1 Príprava kalibračného roztoku  | 10.2.2004 |
| DEMO A2 Standardizácia roztoku NaOH    | 10.2.2004 |
| DEMO A2 Standardizácia roztoku NaOH    | 10.2.2004 |
| DEMO A3 Acidobazická titrácia - EURACH | 10.2.2004 |
| DEMO A3 Acidobazická titrácia - EURACH | 10.2.2004 |
| DEMO A3 Acidobazická titrácia - EURACH | 10.2.2004 |
| DEMO A3 Acidobazická titrácia - EURACH | 10.2.2004 |
| DEMO A4 Stanovenie organofosforových   | 10.2.2004 |
| DEMO A5 Stanovenie Cd vyluhovaného z   | 10.2.2004 |
| Štandardizácia roztoku NaOH            | 15.2.2004 |

Diagram | Skrátенý protokol | Vzorec pre výpočet neistoty

Príprava Calibračného roztoku

- m - hmotnosť kovu
  - Neistota pre m
- P - čistota kovu
  - uP z certifikátu
- V - objem
  - V - kalibrácia
  - V - opakovateľnosť
  - V - teplota

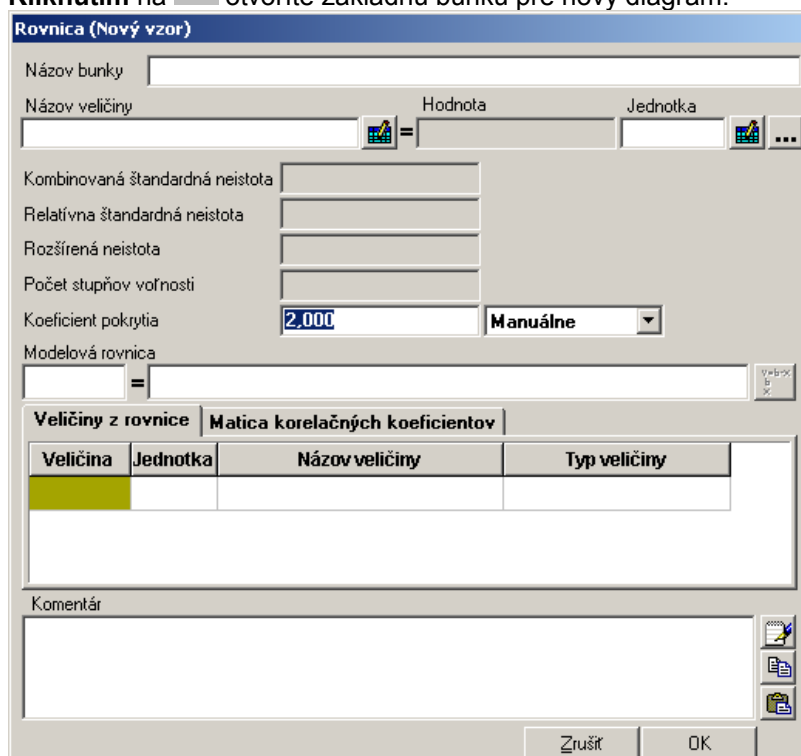
Rovnice v diagrame

$$c = 1000 \cdot m \cdot P / V$$

Potvrďte výber vzorového diagramu

1/10

Kliknutím na  otvoríte základnú bunku pre nový diagram.



Rovnica (Nový vzor)

Názov bunky

Názov veličiny Hodnota Jednotka

Kombinovaná štandardná neistota

Relatívna štandardná neistota

Rozšírená neistota

Počet stupňov voľnosti

Koeficient pokrytia 2.000 Manuálne

Modelová rovnica

Veličiny z rovnice Matica korelačných koeficientov

| Veličina | Jednotka | Názov veličiny | Typ veličiny |
|----------|----------|----------------|--------------|
|          |          |                |              |

Komentár

Zrušiť OK


Okno obsahuje niekoľko dialogových riadkov, ktoré je potrebné naplniť príslušnými informáciami. Na dialogový riadok sa nastavíte kliknutím na tento riadok. Text vkladáte obdobným spôsobom ako pri ľubovoľnom textovom editore. Text môžete importovať aj cez schránku z ľubovoľného textového editora, napr. z Wordu.



Do dialógového riadku "Názov bunky" **zadajte** text: Štandardizácia roztoku NaOH.  
*Tento text by mal stručne charakterizovať cieľ použitej analytickej metódy. Názov bunky bude použitý aj ako názov celého diagramu pri jeho archivácii.*

Do dialógového riadku "Názov veličiny" **zadajte** text: koncentrácia NaOH  
*Charakterizuje názov meranej veličiny. Tento názov bude potom použitý vo všetkých výstupných protokoloch.*


Do dialógového riadku "Názov jednotky" **zadajte** jednotku pre meranú veličinu: mol/l

*Existuje aj ďalšia možnosť ako jednoducho zadať názov veličiny. Kliknite tlačítko  nachádzajúce sa vpravo od dialógového riadku, otvorí sa menu, v ktorom môžete vybrať názvy veličín a ich jednotiek.*

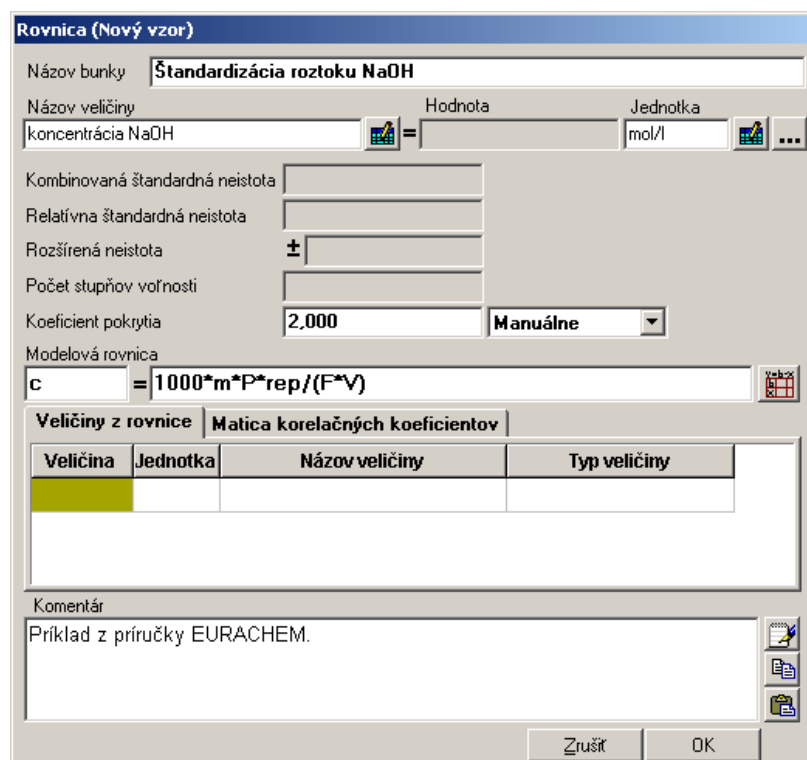
Do dialógového riadku "Modelová rovnica" zadajte rovnicu [1b], ktorá definuje výpočet meranej veličiny:

$$c = 1000 \cdot m \cdot P \cdot \text{rep} / (F \cdot V) \quad [1b]$$

*Tento dialógový riadok je rozdelený na dve časti oddelené znamienkom "=". Do ľavej časti zapíšete symbol meranej veličiny napr. "c" a do pravej časti zapíšete celú pravú stranu rovnice. Pravidlá pre písanie rovníc sú uvedené v Kapitole 2.12.*

Okno "Komentár" je rezervované pre popis použitej metódy, prípadne ďalšie relevantné informácie týkajúce sa merania. Text je možno vpisovať priamo do tohto okienka, alebo **kliknutím** na  naštartujete zabudovaný textový editor, ktorý poskytuje ďalšie užitočné funkcie pre písanie a úpravu textu v komentári.

Naplnené okno vyzerá nasledovne



| Veličina | Jednotka | Názov veličiny | Typ veličiny |
|----------|----------|----------------|--------------|
|          |          |                |              |

Ak ste si istý, že rovnica je správne zadaná, **kliknite** na  čím naštartujete analýzu modelovej rovnice. Po analýze je vytvorená tabuľka s veličinami, ktoré analyzátor identifikoval v rovnici.

**Rovnica (Nový vzor)**

Názov bunky

Názov veličiny  Hodnota  Jednotka

Kombinovaná štandardná neistota

Relatívna štandardná neistota

Rozšírená neistota

Počet stupňov voľnosti

Koeficient pokrytia

Modelová rovnica

**Veličiny z rovnice** **Matica korelačných koeficientov**

| Veličina | Jednotka | Názov veličiny | Typ veličiny |
|----------|----------|----------------|--------------|
| F        |          | F              | Veličina     |
| m        |          | m              | Veličina     |
| P        |          | P              | Veličina     |

Komentár

Zrušiť OK

V tejto tabuľke môžete robiť ďalšie úpravy. Priamo do tabuľky môžete vložiť jednotky pre veličiny v modelovej rovnici. V tomto konkrétnom prípade treba zapísať do stĺpca "Jednotka" pre veličiny **F**, **m** a **V** v príslušnom poradí jednotky g/mol, g a ml. Na príslušné okienko tabuľky v stĺpci s jednotkami sa nastavíte **kliknutím**, čím sa dané okienko vysvieti. Ďalším kliknutím na okienko sa dostanete do editovacieho režimu zobrazeného textu.

**Rovnica (Nový vzor)**

Názov bunky

Názov veličiny  Hodnota  Jednotka

Kombinovaná štandardná neistota

Relatívna štandardná neistota

Rozšírená neistota

Počet stupňov voľnosti

Koeficient pokrytia

Modelová rovnica

**Veličiny z rovnice** **Matica korelačných koeficientov**

| Veličina | Jednotka | Názov veličiny | Typ veličiny |
|----------|----------|----------------|--------------|
| F        | g/mol    | F              | Veličina     |
| m        | g        | m              | Veličina     |
| P        |          | P              | Veličina     |

Komentár

Zrušiť OK

**Kliknutím** tlačítka OK uzatvoríte toto okno a inicializujete vytvorenie Ishikawovho diagramu modelovej rovnice a zapis vzorového diagramu do databázy. V diagrame je každej veličine z modelovej rovnice priradená bunka s veličinou a ku každej bunke s veličinou je pripojená jedna bunka so zdrojom neistoty.

Okrem diagramu sú do databázy zapísané tieto položky:

**Dátum** (presný dátum vzniku alebo poslednej klorekcie vzoru)

**Názov vzoru** (ako názov je automaticky použitý názov hlavnej bunky diagramu). Tento je editovateľný a môže byť zmenený neskôr podľa potreby

**Hlavná rovnica** (základný vzťah podľa ktorej vypočítaná hodnota meranej veličiny)

**Vzor vytvoril** (obsahuje meno autora vzoru)

| Názov vzoru                            | Dátum     | Hlavná rovnica   | Vzor vytvoril |
|--|-----------|--|---------------|
| DEMO A1 Priprava kalibračneho roztoku  | 10.2.2004 | $c = 1000 \cdot m \cdot P \cdot V$   | Administrator |
| DEMO A2 Standardizácia roztoku NaOH    | 10.2.2004 | $c = 1000 \cdot m \cdot P \cdot \text{rep} / (F \cdot V)$                        | Administrator |
| DEMO A3 Standardizácia roztoku NaOH    | 10.2.2004 | $c = 1000 \cdot m \cdot P \cdot \text{rep} / (MKHP)$                             | Administrator |
| DEMO A3 Acidobazická titrácia - EURACH | 10.2.2004 | $c = 1000 \cdot m \cdot P \cdot VT2 / (VT1 \cdot M)$                             | Administrator |
| DEMO A3 Acidobazická titrácia - EURACH | 10.2.2004 | $c = 1000 \cdot m \cdot P \cdot VT2 / (VT1 \cdot M)$                             | Administrator |
| DEMO A3 Acidobazická titrácia - EURACH | 10.2.2004 | $c = 1000 \cdot m \cdot P \cdot VT2 / (VT1 \cdot M)$                             | Administrator |
| DEMO A3 Acidobazická titrácia - EURACH | 10.2.2004 | $c = (1000 \cdot m \cdot P / MKHP) \cdot VT$                                     | Administrator |
| DEMO A4 Stanovenie organofosforových   | 10.2.2004 | $P = 1000000 \cdot (l \cdot \text{op} \cdot \text{ref} \cdot V \cdot \text{op})$ | Administrator |
| DEMO A5 Stanovenie Cd vyluhovaného z   | 10.2.2004 | $m_{Cd} = c \cdot V / a \cdot d \cdot \text{acid} \cdot \text{time}$             | Administrator |
| Standardizácia roztoku NaOH            | 23.2.2004 | $c = 1000 \cdot m \cdot P \cdot \text{rep} / (F \cdot V)$                        | Administrator |

Diagram: Standardizácia roztoku NaOH

- F: Neistota pre F
- m: Neistota pre m
- P: Neistota pre P
- rep: Neistota pre rep
- V: Neistota pre V

Rovnice v diagrame

$$c = 1000 \cdot m \cdot P \cdot \text{rep} / (F \cdot V)$$

## Lekcia 2: Nahradenie veličiny rovnicou

Hmotnosť čistého štandardu KHP  $m$  v rovnici  $c = 1000 \cdot m \cdot P / (F \cdot V)$  je vypočítaná z rozdielu

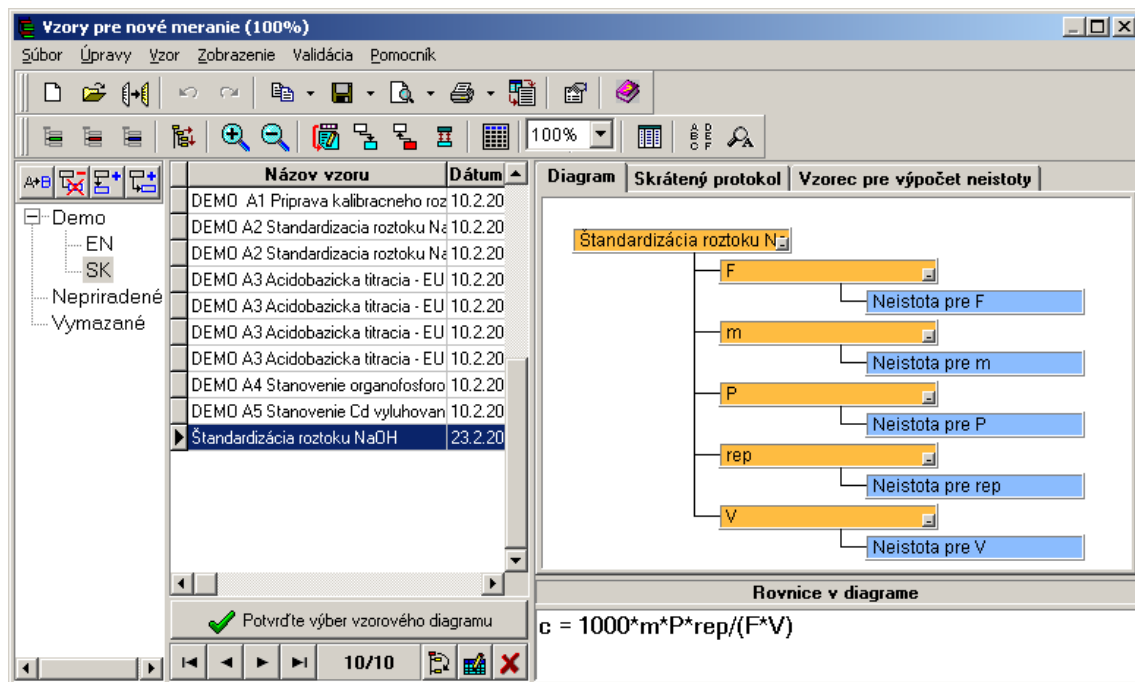
$$m = m_1 - m_2 \quad [2]$$

kde

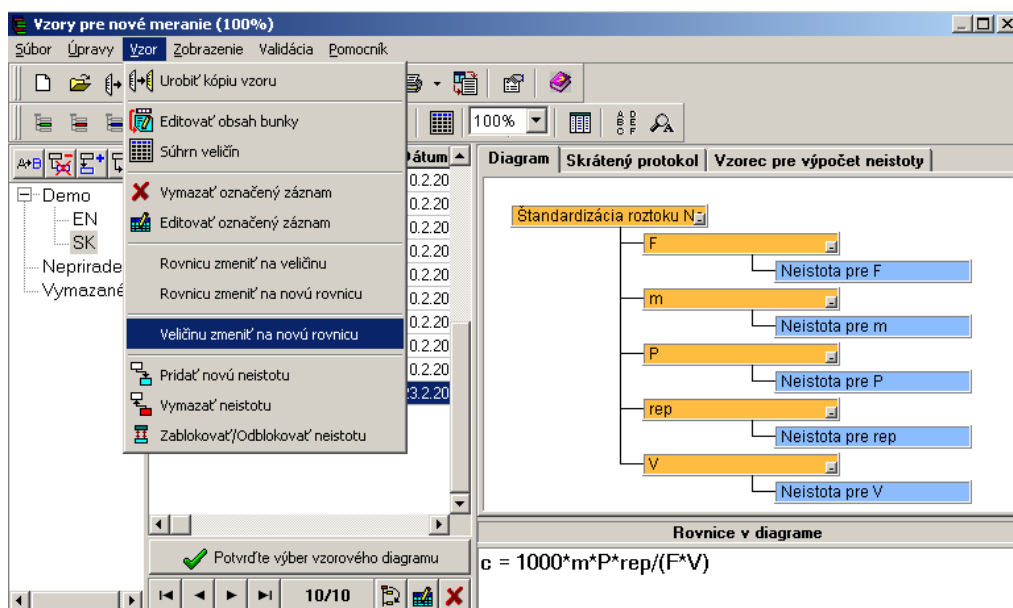
$m_1$  : hmotnosť KHP s navažovačkou [g]

$m_2$  : hmotnosť navažovačky [g]

Prakticky to znamená, že premenná  $m$  musí byť substituovaná rozdielom  $m_1 - m_2$ .



**Kliknite** v hlavnom menu Vzor, v otvorenom menu **presuňte kurzor** na voľbu Veličinu zmeniť na novú rovnicu



**Kliknite** "Veličinu zmeniť na novú rovnicu", zmení sa tvar kurzora, ktorý je aktívny na bunky s veličinou. **Kliknite** bunku s názvom "m" obsahujúcu veličinu m, ktorá má byť substituovaná rovnicou  $m = m_1 - m_2$ . Otvori sa okno pre zadanie novej rovnice.

**Rovnica**

Názov bunky

Názov veličiny  Hodnota  Jednotka

Kombinovaná štandardná neistota

Relatívna štandardná neistota

Rozšírená neistota

Počet stupňov voľnosti

Koeficient pokrytia


Modelová rovnica  =

**Veličiny z rovnice** **Matica korelačných koeficientov**

| Veličina | Jednotka | Názov veličiny | Typ veličiny |
|----------|----------|----------------|--------------|
|          |          |                |              |

Komentár

Zrušiť OK

Zadajte text "m1-m2" do dialógového riadku pre modelovú rovnicu a **kliknite** tlačítko . V stĺpci "Jednotka" tabuľky, ktorá sa objavila, vložte pre veličiny **m1** a **m2** jednotku "g".

**Rovnica**

Názov bunky

Názov veličiny  Hodnota  Jednotka

Kombinovaná štandardná neistota

Relatívna štandardná neistota

Rozšírená neistota

Počet stupňov voľnosti

Koeficient pokrytia

Modelová rovnica  =

**Veličiny z rovnice** **Matica korelačných koeficientov**

| Veličina  | Jednotka | Názov veličiny | Typ veličiny |
|-----------|----------|----------------|--------------|
| <b>m1</b> |          | m1             | Veličina     |
| <b>m2</b> |          | m2             | Veličina     |

Komentár

Zrušiť OK

**Kliknutím "OK"** sa zobrazí modifikovaný diagram, v ktorom je veličina **m** už počítaná z rozdielu veličín **m1** a **m2**. Táto zmena je tiež zaznamenaná aj v sekcii "Rovnice v diagrame". V diagrame má každá bunka s veličinou k sebe pripojenú jednu bunku s neistotou. Vychádza sa z predpokladu, že každá

veľičina má minimálne jeden zdroj neistoty. Ako sa dá rozšíriť tento diagram o ďalšie zdroje neistôt bude vysvetlené v nasledujúcej lekcii.

The screenshot shows the METRO software interface. On the left, a table lists samples with columns for 'Názov vzoru' and 'Dátum'. The selected sample is 'Štandardizácia roztoku NaOH' dated '23.2.20'. The main area displays an Ishikawa diagram for this sample, with the title 'Standardizácia roztoku NaOH'. The diagram branches into several categories, each with a corresponding uncertainty label: 'F' (Neistota pre F), 'm' (Neistota pre m), 'm1' (Neistota pre m1), 'm2' (Neistota pre m2), 'P' (Neistota pre P), 'rep' (Neistota pre rep), and 'V' (Neistota pre V). At the bottom, the formula  $c = 1000 * m * P * rep / (F * V)$  and  $m = m1 - m2$  are shown.

### Lekcia 3: Pridanie ďalšieho zdroja neistoty

V tejto lekcii uvidíte ako jednoducho program METRO umožňuje rozšíriť Ishikawov diagram o ďalšie bunky obsahujúce zdroje neistôt.

Pri analýze zdrojov neistôt pre daný príklad boli identifikované pre jednotlivé veličiny nasledovné zdroje neistôt:

**m1, m2** - hmotnosti použité na výpočet hmotnosti čistého KHP

- **opakovateľnosť** (je zahrnutá v celkovej opakovateľnosti stanovenia)
- **linearita** (z kalibrácie váh, toto je jediný zdroj, ktorý bude zahrnutý do diagramu)
- **citlivosť** (z kalibrácie váh) Ak je váženie uskutočnené na tých istých váhach v malom rozsahu hmotností potom príspevok tohto zdroja neistoty možno zanedbať.

**P** - čistota hydroftalátu draselného KHP.

Čistota látky KHP uvedená v katalógu dodávateľa sa nachádza v **intervale 99.95% - 100.05%**. P je teda  $1.0000 \pm 0.0005$ . Ak sušenie látky bolo urobené podľa návodu, tak nie je už žiaden iný významný zdroj neistoty pre čistotu.

**F** - molekulová hmotnosť KHP

Hydroftalát draselný má sumárny vzorec  $C_8H_5O_4K$ . Neistota molekulovej hmotnosti je určená kombinovaním neistôt jednotlivých atómových hmotností prispievajúcich do molekulovej hmotnosti. Ako zdroj neistôt atómových hmotností sú použité tabuľky IUPAC publikované v časopise Journal of Pure and Applied Chemistry.

**V** - titračný objem NaOH

Titračia je uskutočnená 20 ml piestovou byretou v inertnom prostredí argónovej atmosféry s automatickou identifikáciou bodu ekvivalencie pomocou pH-elektrody.


- **opakovateľnosť** vypúšťaného objemu (je zahrnutá v celkovej opakovateľnosti stanovenia)
- **kalibrácia** objemu byrety
- **teplota**, neistota spôsobená rozdielom medzi teplotou kalibrácie byrety a teplotou v laboratóriu
- **opakovateľnosť bodu ekvivalencie** (je zahrnutá v celkovej opakovateľnosti stanovenia)
- **systematická chyba** pri určení bodu ekvivalencie v dôsledku absorpcie oxidu uhličitého a nepresnosti pri matematickom vyhodnotení bodu ekvivalencie z titračnej krivky. V tomto prípade je však titračia robená v inertnom prostredí, takže tento zdroj neistoty možno zanedbať.

Sumarizácia všetkých zdrojov neistoty. Je potrebné zohľadniť jeden zdroj neistoty (linearitu), pre každú z hmotností **m1** a **m2**, dva zdroje neistôt (kalibrácia, teplota) pre objem **V** a jednu neistotu pre čistotu štandardu **P**. Na výpočet neistoty molekulovej hmotnosti má program METRO špeciálnu funkciu, ktorá bude ukázaná v lekcii 4.

The screenshot shows the METRO software interface. On the left, there is a tree view of samples under 'Demo'. The main window displays a diagram titled 'Standardizácia roztoku N'. The diagram is a tree structure with the following nodes and branches:

- Standardizácia roztoku N
  - F (Neistota pre F)
  - m
    - m1 (Neistota pre m1)
    - m2 (Neistota pre m2)
  - P (Neistota pre P)
  - rep (Neistota pre rep)
  - V (Neistota pre V)

Below the diagram, the formula  $c = 1000 \cdot m \cdot P \cdot \text{rep} / (F \cdot V)$  and  $m = m1 - m2$  are shown.

V ďalšom ukážeme akým spôsobom sa dajú pridať do diagramu ďalšie zdroje neistôt, tak aby diagram korešpondoval s analýzou zdrojov neistôt. **Kliknite** na  potom **kliknite** bunku s veličinou ku ktorej chcete pripojiť ďalší zdroj neistoty. Konkrétne v tomto prípade kliknite na bunku s názvom **V**. Otvorí sa okno s prázdnu bunkou pre neistotu.

**Nová bunka so štandardnou neistotou**

Názov bunky:

Štandardná neistota:  Platnosť do:

Spôsob odhadu:

Rozdelenie pravdepodob.

Pološírka distribúcie:

Počet stupňov voľnosti:

Popis zdroja neistoty

Bunka je aktívna

Help Prepočítať Zrušiť OK

Kliknite "OK" a nová bunka s neistotou je pripojená k diagramu.

**Vzory pre nové meranie (100%)**

Súbor Úpravy Vzor Zobrazenie Validácia Pomocník

| Názov vzoru                        | Dátum   |
|------------------------------------|---------|
| DEMO A1 Príprava kalibračného roz  | 10.2.20 |
| DEMO A2 Standardizácia roztoku N   | 10.2.20 |
| DEMO A2 Standardizácia roztoku N   | 10.2.20 |
| DEMO A3 Acidobazická titrácia - EU | 10.2.20 |
| DEMO A3 Acidobazická titrácia - EU | 10.2.20 |
| DEMO A3 Acidobazická titrácia - EU | 10.2.20 |
| DEMO A3 Acidobazická titrácia - EU | 10.2.20 |
| DEMO A4 Stanovenie organofosforo   | 10.2.20 |
| DEMO A5 Stanovenie Cd vyluhovan    | 10.2.20 |
| Štandardizácia roztoku NaOH        | 23.2.20 |

Diagram

Standardizácia roztoku N


- F
  - Neistota pre F
- m
  - m1
    - Neistota pre m1
  - m2
    - Neistota pre m2
- P
  - Neistota pre P
- rep
  - Neistota pre rep
- V
  - Neistota pre V
  - Neistota pre V

Rovnice v diagrame



$$c = 1000 \cdot m \cdot P \cdot \text{rep} / (F \cdot V)$$

$$m = m1 - m2$$

10/10


V prípade ak chcete odstrániť pridanú bunku s neistotou **kliknite** na tlačítko  a potom **kliknite** na bunku s neistotou, ktorú chcete z diagramu odstrániť. Diagram sa po tejto operácii zobrazí bez bunky.

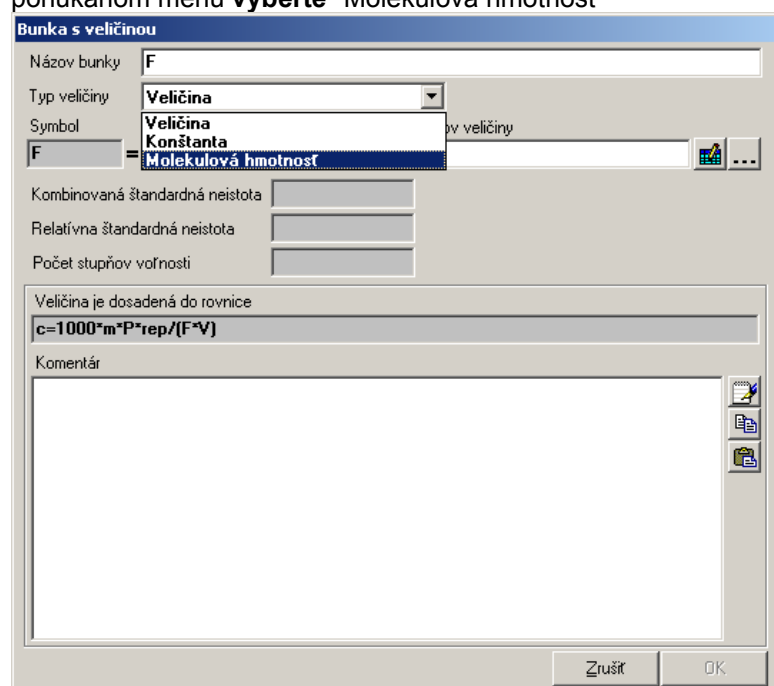


Ak sa chcete vrátiť k predchádzajúcim stavu diagramu, dosiahnete to **kliknutím**  ak sa naopak chcete dostať k nasledujúcemu stavu diagramu **kliknite** .

## Lekcia 4: Výpočet neistoty molekulovej hmotnosti

Pre výpočet molekulovej hmotnosti a jej štandardnej neistoty je v METRE k dispozícii špeciálna funkcia. Táto funkcia počíta automaticky zo sumárneho vzorca ľubovoľnej chemickej látky jej molekulovú hmotnosť a kombinovanú štandardnú neistotu na základe atómových hmotností uvažovaných prvkov a ich neistôt uvedených v tabuľkách IUPAC, ktoré sú dostupné na web stránke <http://www.chem.qmul.ac.uk/iupac/AtWt/>. V riešenom príklade máme veličinu **F**, ktorá predstavuje molekulovú hmotnosť štandardu KHP, ktorý má sumárny vzorec C<sub>8</sub>H<sub>5</sub>O<sub>4</sub>K.

**Dvojklikom** otvorte bunku názvom **F**, v dialógovom riadku "Typ veličiny" **kliknite** na tlačítko  a v ponúkanom menu **vyberte** "Molekulová hmotnosť"



**Kliknite** na vybranú voľbu "Molekulová hmotnosť"

Teraz už stačí len zadať sumárny vzorec do dialógového riadku "Sumárny vzorec". **Zadajte** C<sub>8</sub>H<sub>5</sub>O<sub>4</sub>K do tohto dialógového riadku a **kliknite** tlačítko "Výpočet". Objaví sa vypočítaná hodnota molekulovej hmotnosti a jej kombinovaná štandardná neistota. Okrem toho v tabuľke sú uvedené atómové hmotnosti jednotlivých prvkov a ich neistoty uvedené v tabuľke IUPAC. Ak vznikne potreba meniť atómové hmotnosti, alebo ich neistoty z pôvodných IUPAC tabuliek, tak sú tieto data editovateľné priamo v tabuľke. Jednotka g/mol je v dialógovom riadku uvedená automaticky. V prípade potreby je ju možné zmeniť editovaním tohto riadku.

**Bunka s veličinou**

Názov bunky:

Typ veličiny: **Molekulová hmotnosť**

Symbol:  =

Kombinovaná štandardná neistota:  Sumárny vzorec:

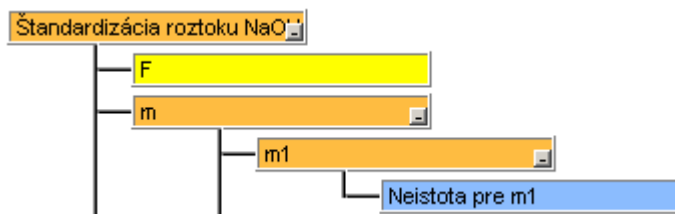
Relatívna štandardná neistota:

|    | Prvok | Počet | Atómová hmotnosť | Hmotnosť celkom | Udaná neistota | Štandardná neistota | Štandardná neistota celkom |
|----|-------|-------|------------------|-----------------|----------------|---------------------|----------------------------|
| 1. | H     | 5     | 1,00794          | 5,03970         | 0,00007        | 0,000040            | 0,00020                    |
| 2. | C     | 8     | 12,0107          | 96,0856         | 0,0008         | 0,00046             | 0,0037                     |
| 3. | O     | 4     | 15,9994          | 63,9976         | 0,0003         | 0,00017             | 0,00069                    |
| 4. | K     | 1     | 39,0983          | 39,0983         | 0,0001         | 0,000058            | 0,000058                   |

Veličina je dosadená do rovnice:

Komentár:

Kliknutím tlačítka OK je výpočet aplikovaný v diagrame. Na zobrazenom diagrame môžete zaregistrovať farebnú zmenu bunky s molekulovou hmotnosťou, ktorej farba sa zmenila na žltú. Táto farebná zmena je indikátorom toho, že bunka je už hotová a pripravená pre výpočet kombinovanej štandardnej neistoty meranej veličiny.



## Lekcia 5: Napĺňanie diagramu

V tomto štádiu je diagram pripravený na napĺňanie. Autor vzorového diagramu musí rozhodnúť, ktoré bunky vzorového diagramu je výhodne naplniť a ktoré ponechať nenaplnené. Treba zvážiť či bude vzorový diagram viackrát použitý. Ak áno, je výhodné najprv naplniť tie veličiny, ktoré sa nebudú od merania k meraniu meniť.

V tomto príklade k takýmto veličinám patria: **P - čistota látky**, možno predpokladať, že KHP ako štandard môže byť použitý s nezmenenou hodnotou čistoty až do expirácie uvedenej v katalógu, **F - molekulová hmotnosť KHP**, ostáva nemenná pokiaľ je použitý ten istý štandard KHP. Expirácia hodnoty molekulovej hmotnosti a jej kombinovanej štandardnej neistoty nastáva vydaním nových tabuliek IUPAC. **rep – pomocná veličina pre opakovateľnosť**, ktorá nadobúda formálnu hodnotu 1. Zadanie týchto veličín je vysvetlené ďalej v sekcii 5.1

Predpokladá sa, že zdroje neistôt sa nebudú meniť od merania k meraniu nakoľko meranie sa bude uskutočňovať v tom istom laboratóriu a stále s tými istými meracími zariadeniami (váhy, byreta a titrátor). Zadané neistôt je vysvetlené v sekcii 5.2

Po zadaní veličín, ktoré sa nemenia od merania k meraniu a neistôt merania môže byť diagram ponechaný v databáze vzorov ako vzor pripravený na meranie. Použitie takéhoto diagramu je predmetom kurzu **Úvodný tréningový kurz - Ako vybrať a naplniť Ishikawov diagram**.

Hodnoty hmotností **m1**, **m2** a titračný objem **V** sa budú meniť pri každom meraní. Po ich naplnení bude diagram schopný vypočítať hodnotu veličiny počítanej z modelovej rovnice, jej kombinovanú neistotu a koeficient pokrytia pre danú konfidenčnú pravdepodobnosť. Zadané týchto veličín je vysvetlené v sekcii 5.3.

## 5.1 Zadané veličín, ktoré ostávajú nemenné

V tomto štádiu je diagram pripravený na napĺňanie. Autor vzorového diagramu musí rozhodnúť, ktoré bunky vzorového diagramu je výhodne naplniť a ktoré ponechať nenaplnené. Treba zvážiť či bude vzorový diagram viackrát použitý. Ak áno, je výhodné najprv naplniť tie veličiny, ktoré sa nebudú od merania k meraniu meniť.

### Čistota štandardnej látky P

Možno predpokladať, že KHP ako štandard môže byť použitý s nezmenenou hodnotou čistoty až do expirácie uvedenej v katalógu.

**Dvojklik** na bunku **P** vo vzorovom diagrame. Zadať do dialogových riadkov nasledovné informácie:

Hodnota: 1

Jednotka: (nie je definovaná)

Názov veličiny: P - čistota KHP

Komentár: Z katalógu Merck

Naplnená bunka s veličinou potom nadobúda formu

**Bunka s veličinou**

Názov bunky: P

Typ veličiny: Veličina

| Symbol | Hodnota | Jednotka | Názov veličiny  |
|--------|---------|----------|-----------------|
| P      | 1.0     |          | P - čistota KHP |

Kombinovaná štandardná neistota:

Relatívna štandardná neistota:

Počet stupňov voľnosti:

Veličina je dosadená do rovnice

$$c=1000 \cdot m \cdot P \cdot \text{rep} / (F \cdot V)$$

Komentár

Z katalógu Merck

Zrušiť OK

**Kliknutím** na OK potvrdíte tieto zmeny.

## Opakovateľnosť stanovenia Rep

Opakovateľnosť je do modelovej rovnice zahrnutá cez premennú **rep**, ktorá bude mať hodnotu 1.0. Ak sa opakovateľnosť v % vzťahuje na hodnotu veličiny **rep**, tak štandardná neistota nadobudne hodnotu 0.0005.

Hodnotu pre veličinu **rep** zadajte nasledovným spôsobom: **Dvojklik** na bunku rep, otvorí sa okno s obsahom bunky

**Bunka s veličinou**

Název bunky: rep

Typ veličiny: Veličina

Symbol: rep =    Hodnota:    Jednotka:    Název veličiny: rep

Kombinovaná štandardná neistota:   

Relatívna štandardná neistota:   

Počet stupňov voľnosti:   

Veličina je dosadená do rovnice

$c=1000 \cdot m \cdot P \cdot \text{rep} / (F \cdot V)$

Komentár

Zrušiť    OK

**Zadajte** do dialogových riadkov nasledovné informácie:

Hodnota: 1.0

Název veličiny: rep – opakovateľnosť

Komentár: Pomocná veličina vyjadrujúca opakovateľnosť.

**Bunka s veličinou**

Název bunky: rep

Typ veličiny: Veličina

Symbol: rep =    Hodnota: 1.0    Jednotka:    Název veličiny: rep - opakovateľnosť

Kombinovaná štandardná neistota:   

Relatívna štandardná neistota:   

Počet stupňov voľnosti:   

Veličina je dosadená do rovnice

$c=1000 \cdot m \cdot P \cdot \text{rep} / (F \cdot V)$

Komentár

Pomocná veličina vyjadrujúca opakovateľnosť.

Zrušiť    OK

**Kliknite** OK tlačítko.

**F - molekulová hmotnosť KHP**, ostáva nemenná pokiaľ je použitý ten istý štandard KHP. Expirácia hodnoty molekulovej hmotnosti a jej kombinovanej štandardnej neistoty nastáva vydaním nových tabuliek IUPAC.

## 5.2 Zadanie neistot

### Opakovateľnosť stanovenia

Validácia metódy poskytla pre titračný experiment opakovateľnosť 0.05%. Táto hodnota môže byť priamo použitá vo výpočte kombinovanej štandardnej neistoty. Opakovateľnosť je do modelovej rovnice zahrnutá cez premennú **rep**, ktorá bude mať hodnotu 1.0. Ak sa opakovateľnosť v % vzťahuje na hodnotu veličiny rep, tak štandardná neistota nadobudne hodnotu 0.0005.

Neistotu pre opakovateľnosť zadajte nasledovným spôsobom: **Dvojklik** na bunku Neistota pre rep, otvorí sa okno s obsahom bunky

Predpokladá sa, že opakovateľnosť bola vypočítaná štatisticky ako štandardná odchýlka sady opakovaných meraní, preto je opodstatnené chápať ju ako neistotu typu A. Keďže nie sú zadane hodnoty z ktorých bola opakovateľnosť vypočítaná a ani počet stupňov voľnosti, je výhodné použiť pre výpočet a zadanie štandardnej neistoty spôsob odhadu **Vlastné meranie III (Typ A)**, kde sa použije pre počet stupňov voľnosti štandardná hodnota 50.

**Kliknutím** na riadok Spôsob odhadu otvorte menu a nastavte v ňom **Vlastné meranie III (Typ A)**

**Kliknutím** na **Vlastné meranie III (Typ A)** otvoríte okno pre zadanie neistoty

**Bunka so štandardnou neistotou**

Názov bunky

Štandardná neistota   Platnosť do **Bez obmedzenia**

Spôsob odhadu **Vlastné meranie III (Typ A)**

Štandardná odchýlka

Počet stupňov voľnosti

Popis zdroja neistoty

Bunka je aktívna    Help    Prepočítať    Zrušiť    OK

**Zadajte** do dialogových riadkov nasledovné informácie:

Štandardná odchýlka: 0.0005

Počet stupňov voľnosti: 50

Popis zdroja neistoty: Z validačných meraní.

**Kliknite** prepočítať.

**Bunka so štandardnou neistotou**

Názov bunky

Štandardná neistota   Platnosť do **Bez obmedzenia**

Spôsob odhadu **Vlastné meranie III (Typ A)**

Štandardná odchýlka

Počet stupňov voľnosti

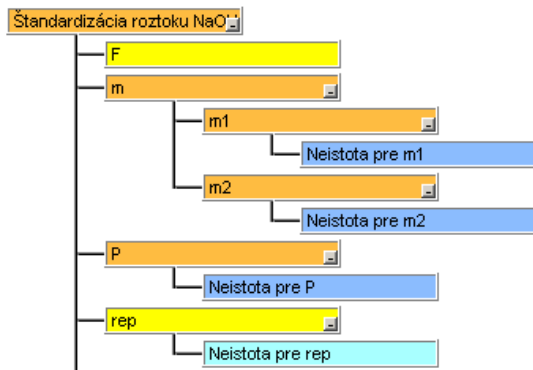
Popis zdroja neistoty

Z validačných meraní.

Bunka je aktívna    Help    Prepočítať    Zrušiť    OK

**Kliknite** OK tlačítko.

Dostanete diagram v nasledovnom tvare:



### Neistota pre m1, m2 (linearita)

Kalibračný certifikát použitých váh udáva hodnotu  $\pm 0.15$  mg pre linearitu. Táto hodnota je maximálny rozdiel medzi aktuálnou váhou na miske váh a odčítanou hodnotou na stupnici. Výrobca doporučuje rovnomerné rozdelenie pre konverziu linearitu na štandardnú neistotu.

**Dvojklik** na zatiaľ prázdnu bunku s neistotou pripojenú k bunke **m1**.

Názov bunky: **Neistota pre m1**

Štandardná neistota: [ ] Platnosť do: **Bez obmedzenia**

Spôsob odhadu: **Z tabuliek, noriem a dokumentov (Typ B)**

Rozdelenie pravdepodob.: **Rovnomerné**

Pološírka distribúcie: [ ]

Počet stupňov voľnosti: **∞** Štandardný

Popis zdroja neistoty: [ ]

Bunka je aktívna Help Prepočítať Zrušiť OK

Pretože v tomto prípade je pre linearitu doporučené rovnomerné rozdelenie pravdepodobnosti, je možné neistotu priamo zadať do práve otvoreného okna.

Do dialógových riadkov postupne zadajte:


Názov bunky: m1 - linearita

Pološírka distribúcie: 0.00015

Popis zdroja neistoty: zadajte potrebný text popisujúci zdroj neistoty

Predpokladajme, neistota-linearita má časové obmedzenie, to značí, že po určitej dobe treba znova váhy otestovať či je opakovateľnosť zachovaná. Nech interval skúšania opakovateľnosti je 6

mesiacov. Expiračný čas platnosti neistoty možno nastaviť pomocou dialógového riadku "Platnosť do:".

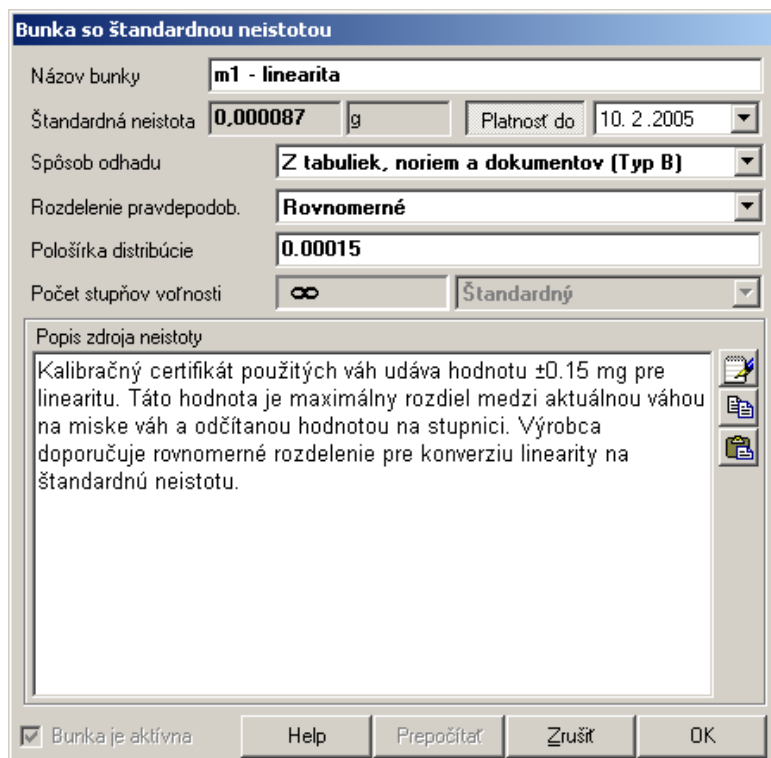
**Kliknite** "Platnosť do", v dialógovom riadku sa objaví dnešný dátum. Tento dátum môžete zmeniť priamo v tomto riadku, alebo **kliknite** na  a objaví sa menu s dátumami



**Kliknutím** na jednotlivé dátumy v tomto okne meníte dátum expirácie v rámci mesiaca, **kliknutím** na tlačítka v pravom hornom rohu a v ľavom hornom rohu sa pohybujete o mesiac dopredu respektíve dozadu. V tomto prípade treba nastaviť dobu expirácie na šesť mesiacov od dneška, čo dosiahnete postupným kliknutím pravého horného tlačítka.



Po **kliknutí** OK sa zmeny aplikujú na diagram. Prejaví sa to aj zmenou farby príslušnej bunky.



**Bunka so štandardnou neistotou**

Názov bunky:

Štandardná neistota:   Platnosť do:

Spôsob odhadu:

Rozdelenie pravdepodob.:

Pološírka distribúcie:

Počet stupňov voľnosti:

Popis zdroja neistoty

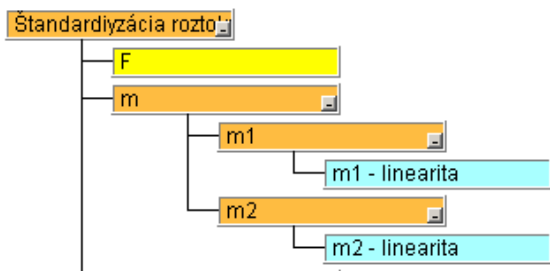
Kalibračný certifikát použitých váh udáva hodnotu  $\pm 0.15$  mg pre linearitu. Táto hodnota je maximálny rozdiel medzi aktuálnou váhou na miske váh a odčítanou hodnotou na stupnici. Výrobca doporučuje rovnomerné rozdelenie pre konverziu linearitu na štandardnú neistotu.

Bunka je aktívna

Help Prepočítať Zrušiť OK

Analogicky zadajte neistotu-linearita aj pre veličinu **m2**. Zmeny v diagrame:





## Neistota pre P

Čistota látky KHP je uvedená v katalógu, nachádza sa v intervale 99.95% - 100.05%. P je teda  $1.0000 \pm 0.0005$ . Dodávateľ neudáva žiaden ďalší zdroj neistoty. Pre túto neistotu je doporučené rovnomerné rozdelenie.

**Dvojklik** na prázdnu bunku s neistotou pripojenú k bunke P.

### Zadajte:

Do dialógového riadku 'Pološírka distribúcie' zadajte hodnotu 0.0005.

Do Popisu zdroja neistoty potrebny text popisujúci zdroj neistoty.

V certifikáte látky je uvedený dátum expirácie tejto referenčnej látky. Podľa certifikátu pomocou tlačítka "Platnosť do" zadajte príslušnú dobu expirácie tejto neistoty.

**Bunka so štandardnou neistotou**

Názov bunky: **Neistota pre P**

Štandardná neistota: [ ] [ ] Platnosť do: **Bez obmedzenia**

Spôsob odhadu: **Z tabuliek, noriem a dokumentov (Typ B)**

Rozdelenie pravdepodob.: **Rovnomerné**

Pološírka distribúcie: **0.0005**

Počet stupňov voľnosti: **∞** Štandardný

Popis zdroja neistoty

Čistota P je  $1.0000 \pm 0.0005$ . Dodávateľ neudáva žiaden ďalší zdroj neistoty. Pre túto neistotu je doporučené rovnomerné rozdelenie.

Bunka je aktívna    Help    Prepočítať    Zrušiť    OK

P

Neistota pre P

### Neistota pre V (kalibrácia byrety)

Medzné hodnoty vypúšťaného objemu sú uvedené výrobcom a táto informácia má formu  $\pm$ hodnota. Pre 20 mL piestovú byretu je to väčšinou  $\pm 0.03$  mL. Pri konverzii tejto hodnoty na štandardnú neistotu je doporučené trojuholníkové rozdelenie. **Dvojklik** na najbližšiu prázdnu bunku s neistotou pripojenú k bunke **V**.

**Bunka so štandardnou neistotou**

Názov bunky: **Neistota pre V**

Štandardná neistota: [ ] ml Platnosť do: **Bez obmedzenia**

Spôsob odhadu: **Z tabuliek, noriem a dokumentov (Typ B)**

Rozdelenie pravdepodob.: **Rovnomerné**

Pološírka distribúcie: [ ]

Počet stupňov voľnosti: **∞** Štandardný

Popis zdroja neistoty

Bunka je aktívna    Help    Prepočítať    Zrušiť    OK

**Kliknite** ▼ v dialógovom riadku "Rozdelenie pravdepodobnosti" a v tomto menu pomocou tlačítka ▼ nastavte "Trojuholníkové".

Do dialógových riadkov postupne zadajte:

Názov bunky: V - kalibrácia

Zdroj neistoty: ponechajte nastavenú voľbu "Z tabuliek, noriem a dokumentov (Typ B)"

Pološírka distribúcie: 0.03

Komentár: text popisujúci zdroj neistoty

Predpokladajme, neistota-kalibrácia má časové obmedzenie, to značí, že po určitej dobe treba znova byretu okalibrovať. Nech interval kalibrácie byrety je 12 mesiacov. Expiračný čas platnosti neistoty možno nastaviť pomocou dialógového riadku "Platnosť do:".

**Kliknite** "Platnosť do", v dialógovom riadku sa objaví dnešný dátum. Tento dátum môžete zmeniť priamo v tomto riadku, alebo kliknite tlačítka ▼ a objaví sa menu s dátumami

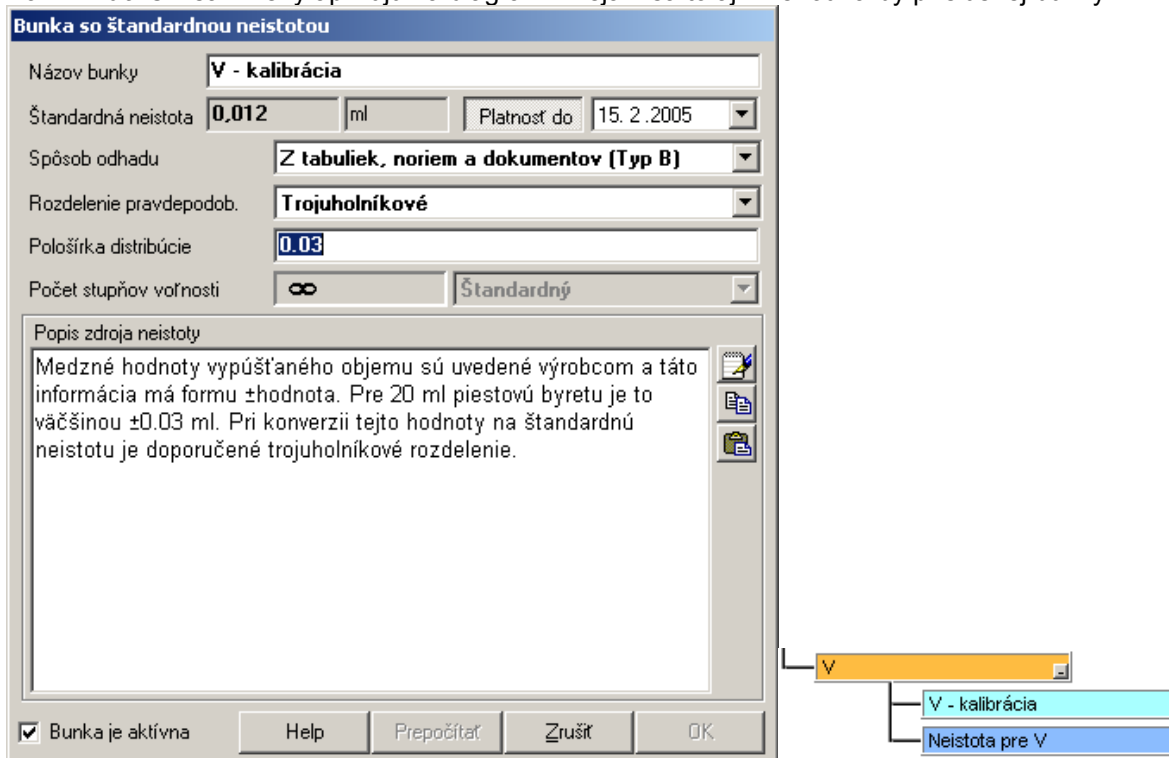
| po | ut | st | št | pi | so | ne |
|----|----|----|----|----|----|----|
| 26 | 27 | 28 | 1  | 2  | 3  | 4  |
| 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 | 11 |
| 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 |
| 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 1  |
| 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  |

**Dnes: 3.3.2001**

**Kliknutím** na jednotlivé dátumy v tomto okne meníte dátum expirácie v rámci mesiaca, **kliknutím** na tlačítka v pravom hornom rohu a v ľavom hornom rohu sa pohybujete o mesiac dopredu respektíve dozadu. V tomto prípade treba nastaviť dobu expirácie na 12 mesiacov od dneška, čo dosiahnete postupným kliknutím pravého horného tlačítka.



Po kliknutí OK sa zmeny aplikujú na diagram. Prejaví sa to aj zmenou farby príslušnej bunky.



### Neistota pre V (teplota)

Podľa výrobcu byreta bola kalibrovaná pri teplote 20°C, zatiaľ čo teplota v laboratóriu kolíše v intervale  $\pm 3^\circ\text{C}$  s 95% hladinou významnosti. Odhad rozšírenej štandardnej neistoty poskytuje hodnotu 0.012 ml.

*Neistota spôsobená efektom zmeny teploty môže byť vypočítaná z odhadu teplotného rozsahu v laboratóriu a koeficienta objemovej rozťažnosti vody. Teplota v laboratóriu kolíše v rozsahu  $\pm 3^\circ\text{C}$  s 95% hladinou významnosti, koeficient teplotnej rozťažnosti vody je  $0.00021\ 1/^\circ\text{C}$ . Ak predpokladáme objem pri titracii 19 mL, tak tento objem bude v intervale spoľahlivosti  $19 \pm (19\ \text{mL} \cdot 0.00021\ 1/^\circ\text{C} \cdot 3^\circ\text{C})$  t.j.  $19 \pm 0.012\ \text{mL}$  s 95% hladinou významnosti. Ak predpokladáme normálne rozdelenie, tak štandardnú odchýlku môžeme vypočítať zo vzťahu  $0.012/1.96$  kde 1.96 je 95% percentil normálneho rozdelenia. Predpokladá sa normálne rozdelenie.*

**Dvojklik** na najbližšiu prázdnu bunku s neistotou pripojenú k bunke V.

**Bunka so štandardnou neistotou**

Názov bunky:

Štandardná neistota:  ml Platnosť do:

Spôsob odhadu:

Rozdelenie pravdepodob.

Pološírka distribúcie:

Počet stupňov voľnosti:

Popis zdroja neistoty

Bunka je aktívna    Help    Prepočítať    Zrušiť    OK

Kliknite  v dialógovom riadku "Rozdelenie pravdepodobnosti" a v tomto menu pomocou tlačítka  nastavte "Normálne".

**Bunka so štandardnou neistotou**

Názov bunky:

Štandardná neistota:  ml Platnosť do:

Spôsob odhadu:

Rozdelenie pravdepodob.

Pološírka distribúcie:

Počet stupňov voľnosti:

Popis zdroja neistoty

Bunka je aktívna    Help    Prepočítať    Zrušiť    OK

Do dialógových riadkov postupne zadajte:

Názov bunky: V - teplota

Rozšírená neistota: 0.012

Počet stupňov voľnosti: 9

Zadanie počtu stupňov v.: ponechajte nastavenú voľbu "Štandardný"

Komentár: text popisujúci zdroj neistoty

Nepredpokladáme, že kolísanie teploty  $\pm 3^{\circ}\text{C}$  v laboratóriu sa bude meniť, preto je akceptovateľný predpoklad, že ani tento zdroj neistoty sa nebude meniť s časom. Preto je ponechaný v dialógovom riadku "Platnosť do" neobmedzený expiračný čas.

Po **kliknutí** OK sa zmeny aplikujú na diagram. Prejaví sa to aj zmenou farby príslušnej bunky.

**Bunka so štandardnou neistotou**

Názov bunky: **V - teplota**

Štandardná neistota: **0.0061** ml Platnosť do: **Bez obmedzenia**

Spôsob odhadu: **Z tabuliek, noriem a dokumentov (Typ B)**

Rozdelenie pravdepodob.: **Normálne**

Rozšírená neistota: **0.012**

Konfidenčná pravdepodobnosť: **95 %**

Počet stupňov voľnosti: **50** Štandardný

Popis zdroja neistoty

Neistota spôsobená efektom zmeny teploty môže byť vypočítaná z odhadu teplotného rozsahu v laboratóriu a koeficienta objemovej rozťažnosti vody. Teplota v laboratóriu kolíše v rozsahu  $\pm 3^{\circ}\text{C}$  s 95% hladinou významnosti, koeficient teplotnej rozťažnosti vody je  $0.00021\ 1/^{\circ}\text{C}$ . Ak predpokladáme objem pri titrácii 19 mL, tak tento objem bude v intervale spoľahlivosti  $19 \pm (19\ \text{mL} \cdot 0.00021\ 1/^{\circ}\text{C} \cdot 3\ ^{\circ}\text{C})$  t.j.  $19 \pm 0.012\ \text{mL}$  s 95% hladinou významnosti. Ak predpokladáme normálne rozdelenie, tak štandardnú odchýlku môžeme vypočítať zo vzťahu  $0.012/1.96$  kde 1.96 je 95% percentil normálneho rozdelenia.

Bunka je aktívna Help Prepočítať Zrušiť OK

V

V - kalibrácia

V - teplota

### 5.3 Zadanie veličín, ktoré sa menia pri každom meraní

#### Hmotnosti

Pri vážení boli zistené tieto hmotnosti:

m1: 60.5450 g (hmotnosť KHP s navažovačkou)

m2: 60.1562 g (hmotnosť navažovačky)

**Kliknite** bunku m1 a zadajte do okienka Hodnota nameranú hodnotu 60.5450 g.

**Bunka s veličinou**

Název bunky: **m1 - navažovačka + KHP**

Typ veličiny: **Veličina**

| Symbol    | Hodnota        | Jednotka | Název veličiny           |
|-----------|----------------|----------|--------------------------|
| <b>m1</b> | <b>60.5450</b> | <b>g</b> | <b>navážovačka + KHP</b> |

Kombinovaná štandardná neistota:

Relatívna štandardná neistota:

Počet stupňov voľnosti:

Veličina je dosadená do rovnice: **m=m1-m2**

Komentár: Hmotnosť navažovačka + KHP.

Zrušit OK

**Kliknite** bunku m2 a zadajte do okienka Hodnota nameranú hodnotu 60.1562 g.

**Bunka s veličinou**

Název bunky: **m2 - navažovačka**

Typ veličiny: **Veličina**

| Symbol    | Hodnota        | Jednotka | Název veličiny               |
|-----------|----------------|----------|------------------------------|
| <b>m2</b> | <b>60.1562</b> | <b>g</b> | <b>Hmotnosť navažovačky.</b> |

Kombinovaná štandardná neistota:

Relatívna štandardná neistota:

Počet stupňov voľnosti:

Veličina je dosadená do rovnice: **m=m1-m2**

Komentár: Hmotnosť navažovačky.

Zrušit OK

### Titračný objem

Spotreba pri titracii roztokom NaOH bola:

V: 18.64 ml

Kliknite bunku V a zadajte titračný objem 18.64 ml.

**Bunka s veličinou**

Názov bunky: **V - objem NaOH pre titráciu KHP**

Typ veličiny: **Veličina**

| Symbol   | Hodnota      | Jednotka | Názov veličiny                 |
|----------|--------------|----------|--------------------------------|
| <b>V</b> | <b>18.64</b> | ml       | V- objem NaOH pre titráciu KHP |

Kombinovaná štandardná neistota:

Relatívna štandardná neistota:

Počet stupňov voľnosti:

Veličina je dosadená do rovnice

$$c = 1000 \cdot m \cdot P \cdot \text{rep} / (F \cdot V)$$

Komentár

Objem roztoku NaOH použitý na dosiahnutie bodu ekvivalencie pri titrácii KHP.

Zrušiť OK

Po naplnení týchto troch buniek s veličinami je diagram skompletovaný a koreňovej bunke diagramu je vypočítaná kombinovaná neistota a ostatné parametre.

**Rovnica**

Názov bunky: **Štandardizácia roztoku NaOH**

| Názov veličiny    | Hodnota        | Jednotka |
|-------------------|----------------|----------|
| koncentrácia NaOH | <b>0,10214</b> | mol/l    |

Kombinovaná štandardná neistota: **0,000087**

Relatívna štandardná neistota: **0,00085**

Rozšírená neistota: **± 0,00017**

Počet stupňov voľnosti: **2256**

Koeficient pokrytia: **2,000** **Manuálne**

Modelová rovnica

$$c = 1000 \cdot m \cdot P \cdot \text{rep} / (F \cdot V)$$

Veličiny z rovnice | Matica korelačných koeficientov

| Veličina | Jednotka | Názov veličiny      | Typ veličiny        |
|----------|----------|---------------------|---------------------|
| <b>F</b> | g/mol    | Molekulová hmotnosť | Molekulová hmotnosť |
| <b>m</b> | g        | m                   | Veličina            |
| <b>P</b> |          | P                   | Veličina            |

Komentár


Príklad z príručky EURACHEM.

Zrušiť OK

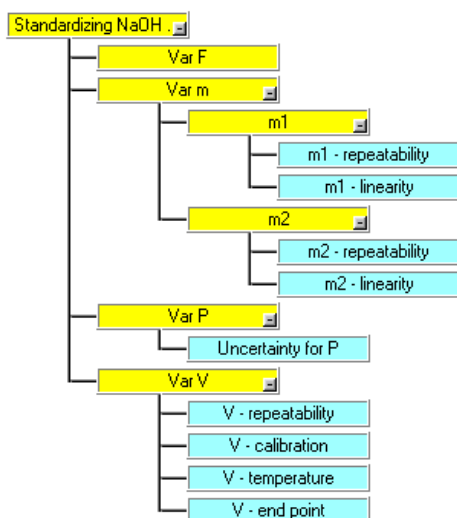


## Lekcia 6: Zablokovanie zdroja neistoty

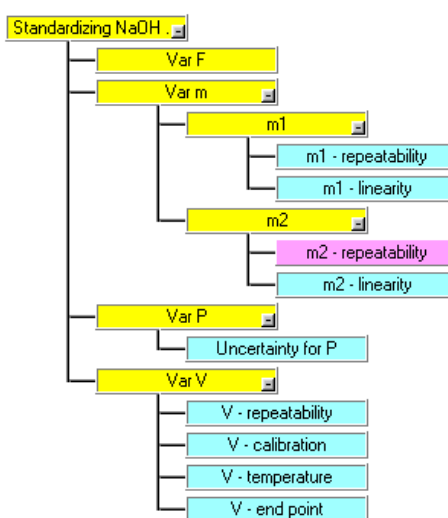
V niektorých prípadoch je potrebné odstrániť z diagramu duplicitu v zdrojoch neistoty. V príklade použitom v tomto kurze je použitý zdroj neistoty opakovateľnosť dvakrát, a to pre veličinu **m1** a **m2**. Pretože štandardná odchýlka rozdielu **m1-m2** bola priamo určená experimentom musí byť opakovateľnosť ako zdroj neistoty pre hmotnosť **m** uvažovaná iba raz, preto jedna bunka so zdrojom neistoty, opakovateľnosťou musí byť zablokovaná alebo odstránená. Program METRO má k dispozícii funkcie, ktorými je možné tieto úpravy v diagrame urobiť. Zablokovať zdroj neistoty je možné nasledovným postupom.


**Kliknite** tlačítko  v hlavnom menu a potom **kliknite** na bunku v diagrame, ktorú chcete zablokovať. Bunka bude zablokovaná, čo sa prejaví farebnou zmenou bunky.

Pôvodný diagram:



Po zablokovaní bunky:



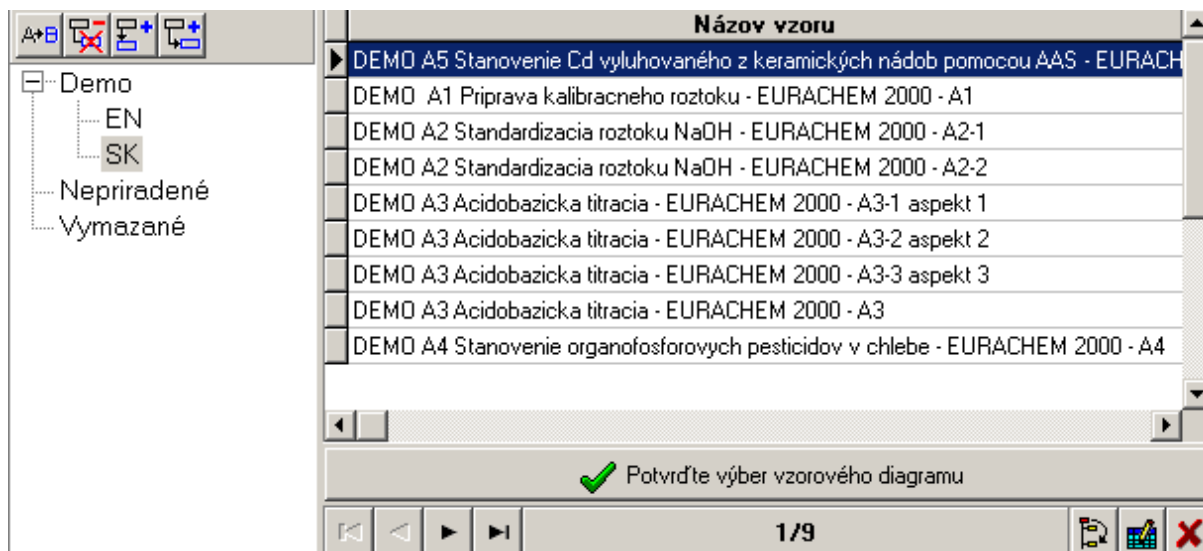
Ak túto operáciu zopakujeme na tej istej bunke, tak ju odblokujeme. To značí, že tlačítko  umožňuje aj spätné odblokovanie bunky. Zablokovaná bunka je editovateľná, môže obsahovať všetky parametre zdroja neistoty, ale príspevok neistoty z tejto bunky je v diagrame ignorovaný.

## Lekcia 7: Vytvorenie novej položky (podpoložky)

Program METRO umožňuje organizovať vzorové diagramy a diagramy použité v databáze meraní do položiek. Toto zefektívňuje prehľadávanie databázy vzorov a aj databázy meraní.

Pridávanie novej položky je vysvetlené pre okno "Vzory pre nové meranie". Pre pridávanie položiek v okne "Databáza meraní" je použitý presne ten istý postup.

Po prvom štarte programu sú k dispozícii dve štandardné položky s názvami: Nepripravené, Vymazané a položku DEMO.




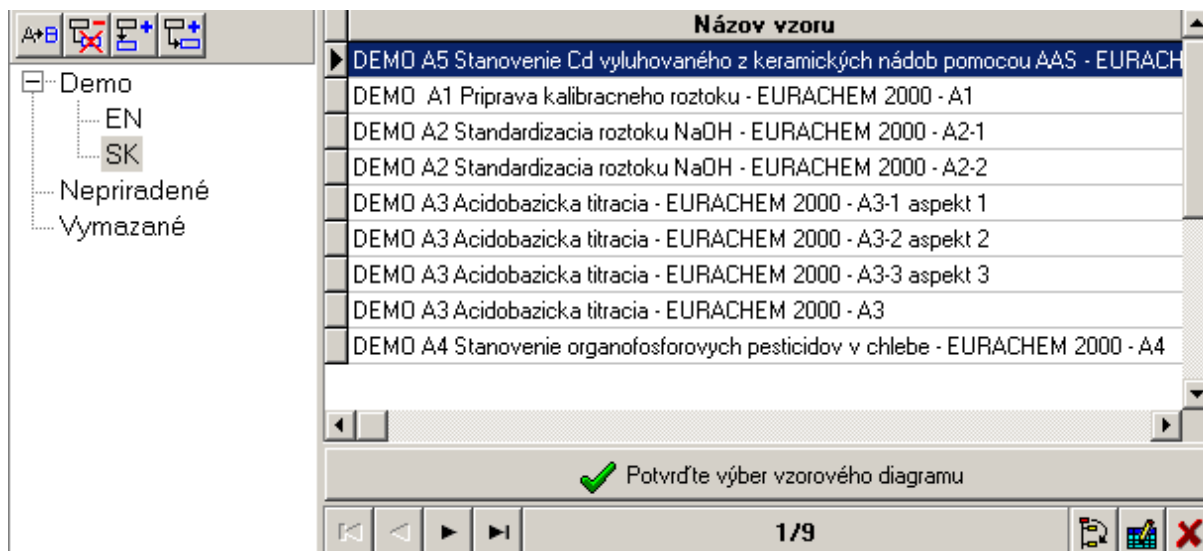
Položky Nepripravené a Vymazané majú špeciálnu úlohu a preto nie sú vymazateľné. V položke Nepripravené sú umiestnené diagramy, ktoré boli vytvorené nižšou verziou programu METRO. Táto položka sa automaticky naplní pri inštalácii verzie METRO 2003. Ak je táto verzia vašou prvou verziou, tak položka Nepripravené je pri prvom štarte programu prázdna.

Položka Vymazané je po štarte programu prázdna. Je určená na uchovávanie diagramov, ktoré sú vymazané z iných položiek. Vymazaním diagramu z položky Vymazané je diagram definitívne odstránený z databázy.

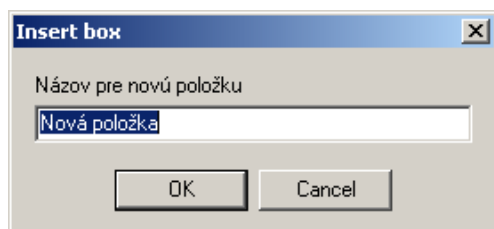
Okrem týchto položiek sa vám pri prvom štarte objaví v strome položiek aj položka DEMO obsahujúca dve podpoložky \EN a \SK obsahujúce demonštračné diagramy v anglickom resp. slovenskom jazyku. Tieto diagramy boli vytvorené pre príklady A1 až A5 uvedené v príručke *EURACHEM, Quantifying Uncertainty in Analytical Measurement 2000*. Táto položka je vymazateľná štandardným postupom.

## 7.1 Vytvorenie novej položky

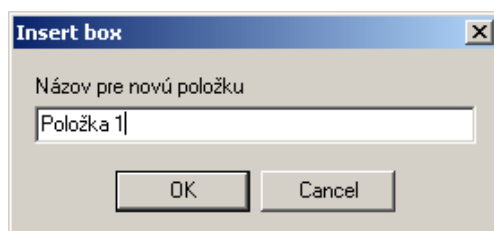
Najprv v strome položiek **kliknite** na položku, ktorá zadefinuje úroveň na ktorej bude umiestnená nová položka. Pri prvom štarte programu strom obsahuje len dve položky rovnakej úrovne. Novú položku vytvoríte kliknutím na tlačítko .



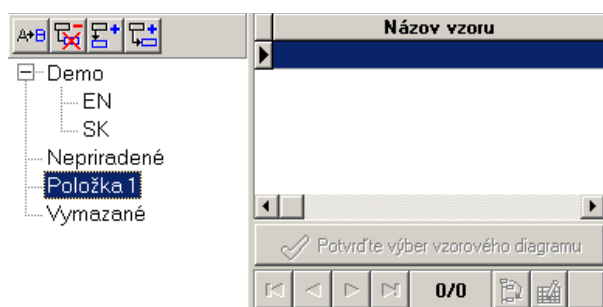
Otvorí sa okno v ktorom môžete pomenovať novú položku



Text v dialógovom riadku možno editovať.

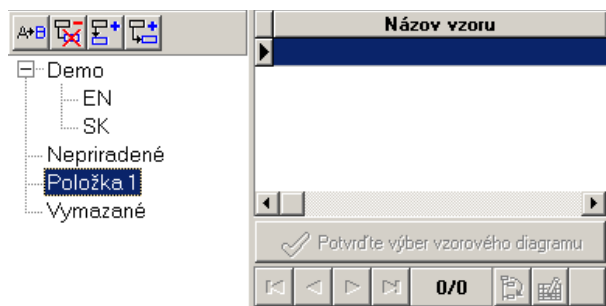


Po kliknutí tlačítka OK je nová položka vsunutá do stromu z položkami. Položky sú usporiadané podľa abecedy.



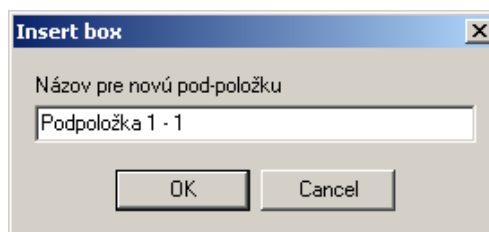
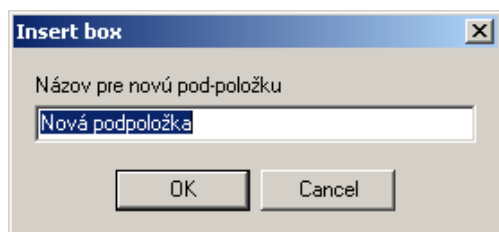
## 7.2 Vytvorenie novej podpoložky

Najprv v strome položiek **kliknite** na položku, pre ktorú sa má vytvoriť nová podpoložka.

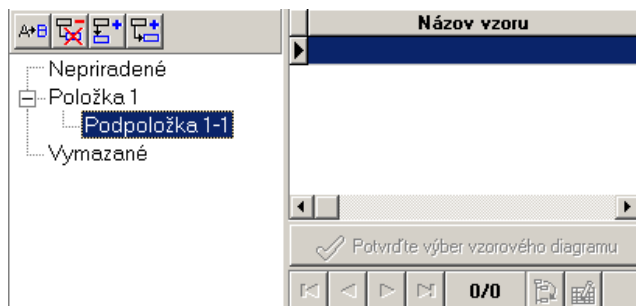




Klikněte na tlačítko . Otvorí sa okno v ktorom môžete pomenovať novú podpoložku.

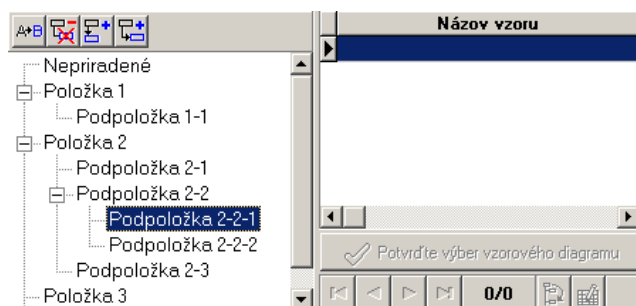
Text v dialógovom riadku možno editovať.




Po kliknutí tlačítka OK je nová podpoložka vsunutá do stromu s položkami. Podpoložka je o úroveň nižšie ako položka ku ktorej je pripojená. Podpoložky pre danú položku su v strome usporiadané podľa abecedy.



Pomocou tlačítkov  ,  je možné vytvárať rôzne štruktúry stromu z položkami napríklad



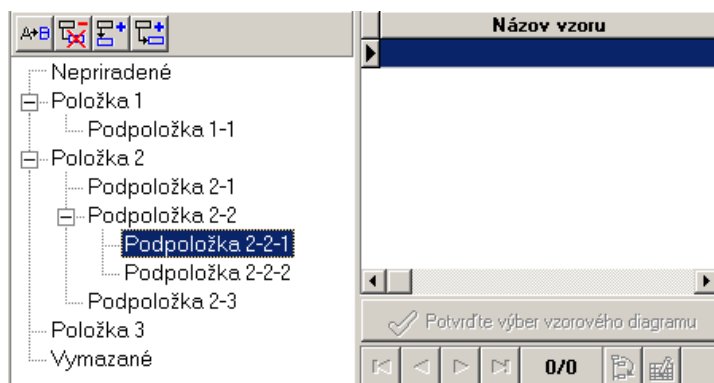
## 7.3 Premenovanie položky (podpoložky)

Názvy položiek resp. podpoložiek v strome možno meniť kliknutím tlačítka . Otvorí sa okno s dialógový riadkom v ktorom môžete editovať názov položky alebo podpoložky

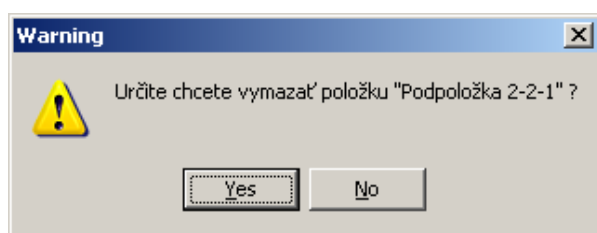
## Lekcia 8: Vymazanie položky

### 8.1 Vymazanie prázdnej položky

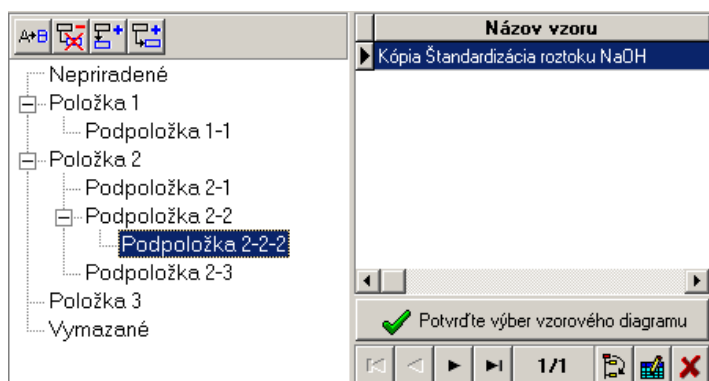
V strome položiek **kliknutím** vyberte položku alebo podpoložku, ktorú chcete odstrániť zo stromu.



Po **kliknutí** na tlačítka  sa objaví okno s hláškou.

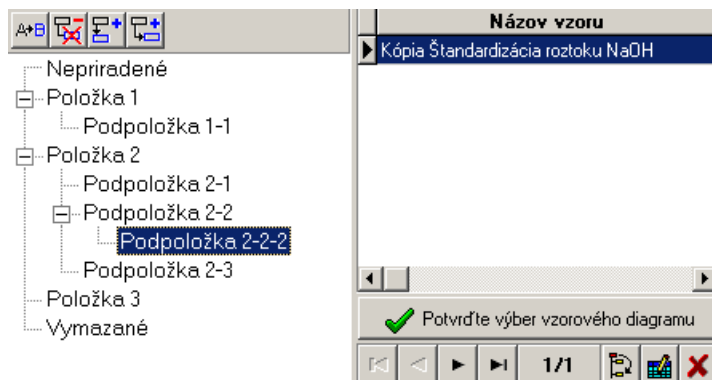


Ak **kliknete** Yes, označená položka bude zo stromu odstránená.

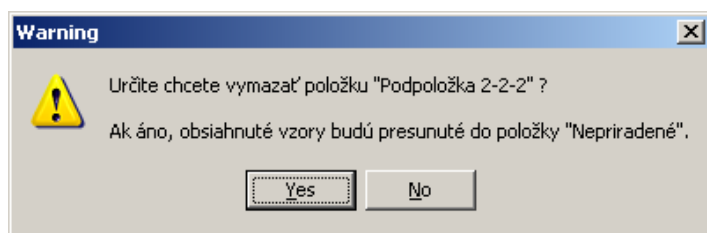


## 8.2 Vymazanie naplnenej položky

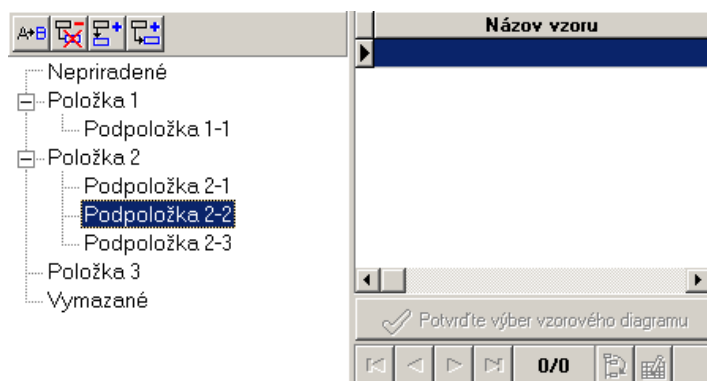
V strome položiek **kliknutím** vyberte položku alebo podpoložku, ktorú chcete odstrániť zo stromu.



Po **kliknutí** na tlačítko  sa objaví okno s hláškou.



**Kliknite** Yes, označená položka bude zo stromu odstránená a obsah vymazanej položky sa presunie do položky Nepriradené.

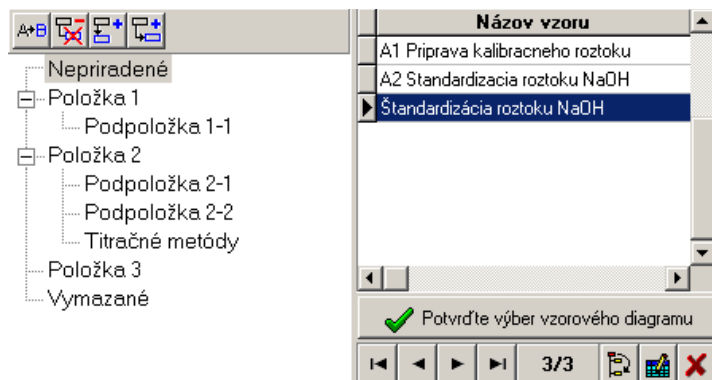



Je možné vymazať aj celú vetvu stromu pozostávajúcu z viacerých podpoložiek. Postup je taký istý ako pri vymazaní jednej položky. Ak niekterá podpoložka vo vymazávanej časti stromu obsahuje nejaké diagramy, tak tieto budú automaticky presunuté do položky Vymazané. Vymazávaním položiek alebo podpoložiek nie je možné vymazať žiaden diagram obsiahnutý v databáze.

## Lekcia 9: Presun diagramu z položky do položky

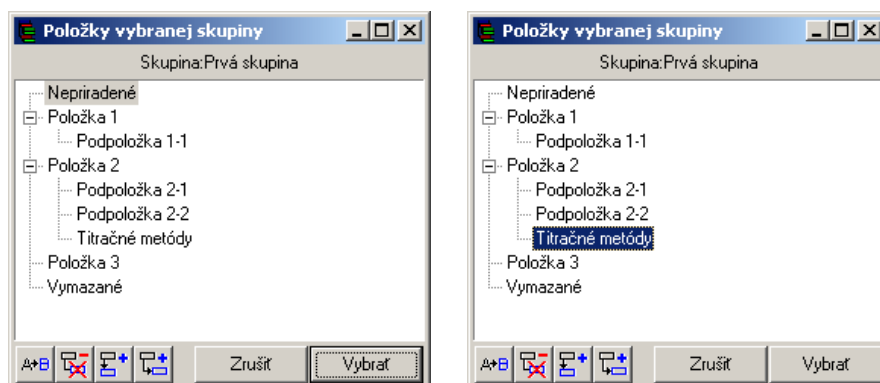
## 9.1 Presun jedného diagramu

Potrebujete premiestniť diagram s názvom "Štandardizácia roztoku NaOH" z položky "Nepripravené" do položky "Titračné metódy". **Kliknite** na položku "Nepripravené" a v zobrazenom zozname **kliknutím** označte diagram s názvom "Štandardizácia roztoku NaOH".



**Kliknite** na tlačítko . Objaví sa okno so stromom položiek.

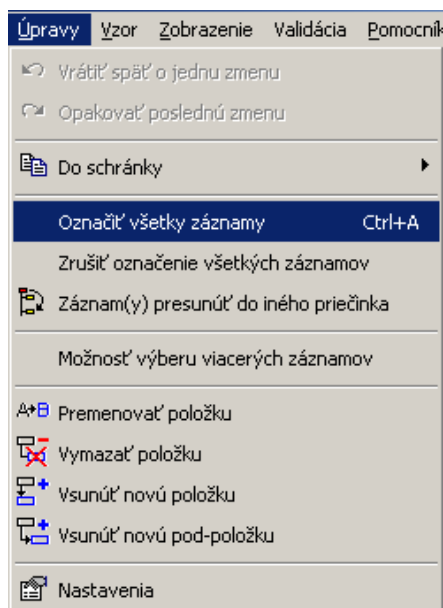
V tomto strome **kliknite** na položku "Titračné metódy", čím vyberiete požadovanú cieľovú položku



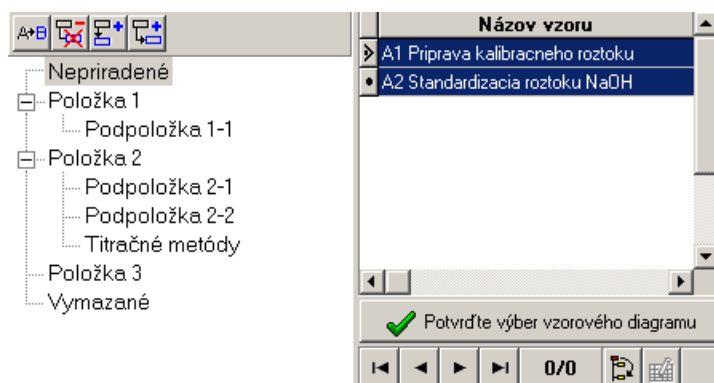
**Kliknite** na tlačítko Vybrať, diagram s názvom "Štandardizácia roztoku NaOH" sa presunie do vybranej cieľovej položky. Ak **kliknete** na položku "Titračné metódy", v zozname tejto položky sa objaví práve prenesený diagram.


## 9.2 Presun celého obsahu položky

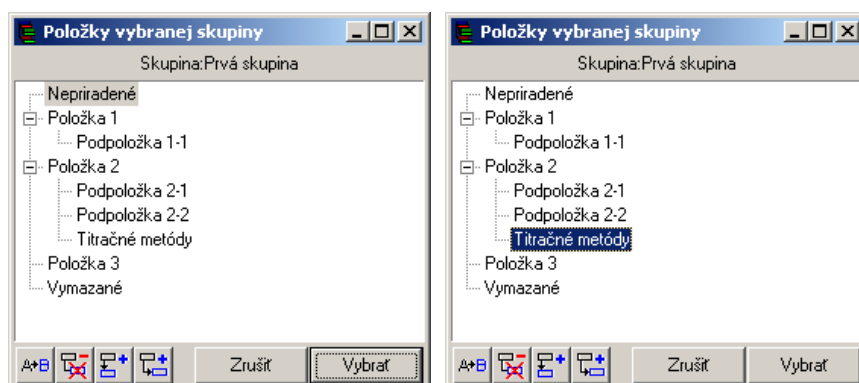
Potrebujete premiestniť obsah položky "Nepripravené" do položky "Titračné metódy". **Kliknite** na položku "Nepripravené". **Kliknite** na hlavnej lište na "Úpravy/Označiť všetky záznamy"



Po kliknutí ostanu všetky diagramy vo vybranom zozname vysvietené.

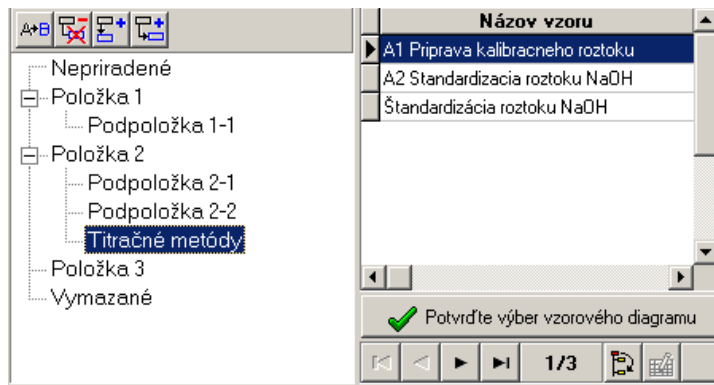


Kliknite na tlačítko . Objaví sa okno so stromom položiek. V tomto strome **kliknite** na položku "Titračné metódy", čím vyberiete požadovanú cieľovú položku.



**Kliknite** na tlačítko Vybrať, obsah položky "Nepripravené" sa presunie do vybranej cieľovej položky. Ak kliknete na položku "Titračné metódy", v zozname tejto položky sa objavia aj všetky diagramy prenesené z položky „Nepripravené“.





# Tréningový kurz - Ako vybrať a naplniť Ishikawov diagram

## Cieľ

Cieľom tohto kurzu je vysvetliť štandardnému užívateľovi postup, ako vybrať vzorové diagramy a aplikovať ich na konkrétne namerané hodnoty.

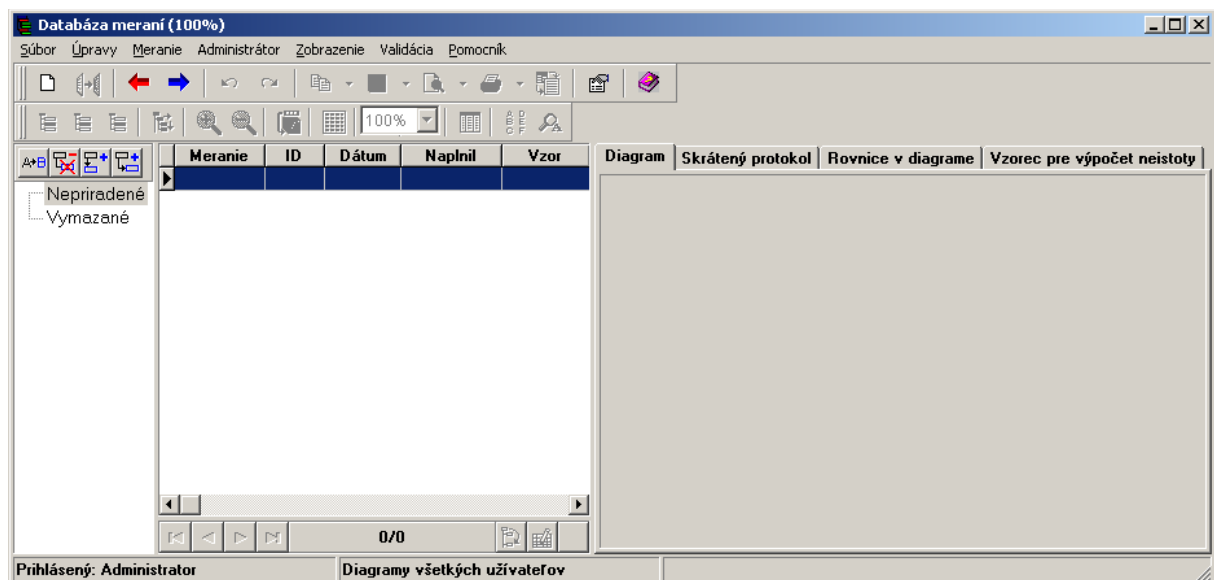
Predpokladajme, že potrebujete štandardizovať roztok hydroxidu sodného pomocou štandardnej látky hydroftalátu draselného (KHP) pričom bude použitá metóda popísaná v kurze pre administrátora.

## Lekcia 1: Výber diagramu z databázy vzorov

Pripomeňme si, že meraná vlastnosť, koncentrácia NaOH, je vyjadrená rovnicou

$$c = 1000 * (m1 - m2) * P / (F * V)$$

kde meranými veličinami sú hmotnosti  $m1$ ,  $m2$  a titračný objem  $V$ . Preto potrebujete ako užívateľ vybrať z databázy vzorov taký diagram, ktorý korešponduje tejto rovnici.




V hlavnom menu kliknite tlačítko  a otvoríte okno databázy vzorov.

V ľavej časti vyberte medzi položkami požadovanú položku, v ktorej sa nachádza diagram, ktorý potrebujete. **Kliknutím** na položky sa v strednej časti okna zobrazuje zoznam všetkých diagramov v práve označenej položke.

V zozname vzorov **kliknite** na záznam s diagramom, ktorý bol vytvorený pre štandardizáciu roztoku NaOH, s názvom "Štandardizácia roztoku NaOH", ktorý bol vytvorený pre účel štandardizácie roztoku.

**Kliknite** tlačítko

 Potvrďte výber vzorového diagramu

(dvojklik na záznam v tabuľke

má ten istý efekt), a otvorí sa dialógové okno pre popis merania.

Do tohto okna sa automaticky zapisuje dátum merania a kto vytvoril použitý vzorový diagram. **Zadajte:**

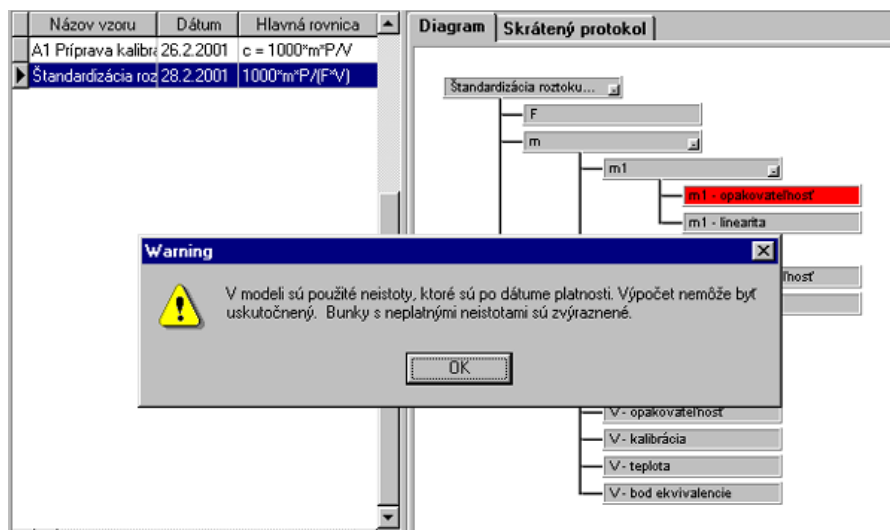
Názov merania: Štandardizácia NaOH roztoku  
 Identifikačné číslo: 0001

*Poznámka: Názov merania a identifikačné číslo pomáhajú lepšie identifikovať a štrukturalizovať databázu meraní. Možno ich meniť aj neskôr.*

**Kliknite** tlačítko OK a otvorí sa okno, do ktorého môžete vložiť požadované namerané hodnoty veličín, ktoré skompletujú diagram tak, aby program mohol vypočítať kombinovanú štandardnú neistotu.

| Symbol | Jednotka | Hodnota veličiny | Kombinovaná štandardná neistota | Názov bunky |
|--------|----------|------------------|---------------------------------|-------------|
| F      | g/mol    | 204,2212         | 0,0038                          | F           |
| m1     | g        |                  | 0,000087                        | m1          |
| m2     | g        |                  | 0,000087                        | m2          |
| P      |          | 1,00000          | 0,00029                         | P           |
| rep    |          | 1,00000          | 0,00050                         | rep         |
| V      | ml       |                  | 0,014                           | V           |

Poznámka: Ak **kliknete** na vzor, ktorý má expirovanú jednu alebo viac buniek s neistotami, tak budete na to upozornení. V princípe nie je možné použiť takýto diagram na meranie. Ak je diagram preexpirovaný, t.j. jedna alebo viac neistôt už nie je aktuálnych, tak sa diagram zobrazí vo forme



## Lekcia 2: Napĺňanie vybraného vzorového diagramu dátami

### Postup A – cez pomocnú tabuľku

Meraním bolo zistené:

$m_1 = 60.5450$  g (hmotnosť KHP + navažovačka)

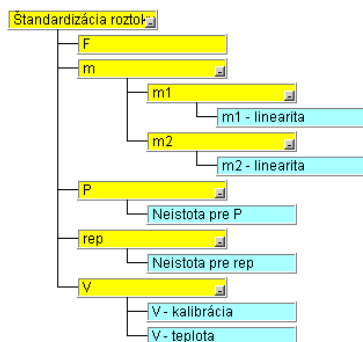
$m_2 = 60.1562$  g (hmotnosť navažovačky)

$V = 18.64$  ml (titračný objem).

Vložte do prázdnych miest tabuľky príslušné hodnoty.

| Symbol | Jednotka | Hodnota veličiny | Kombinovaná štandardná neistota | Názov bunky                     |
|--------|----------|------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| F      | g/mol    | 204,2212         | 0,0038                          | Molekulová hmotnosť KHP         |
| m1     | g        | 60,54500         | 0,00010                         | m1                              |
| m2     | g        | 60,156200        | 0,000087                        | m2                              |
| P      |          | 1,00000          | 0,00029                         | P - čistota KHP                 |
| V      | mL       | 18.64            | 0,015                           | V - titračný objem roztoku NaOH |

Po naplnení tabuľky **kliknite** tlačidlo Aplikovať. Ak sú všetky bunky tabuľky správne naplnené, program vypočíta kombinovanú štandardnú neistotu, ktorej hodnota spolu s ďalšími parametrami sa objaví vo výstupnej tabuľke. Súčasne farebná zmena buniek diagramu indikuje, že diagram je naplnený. Po tejto operácii je vami naplnený alebo upravený diagram uložený do databázy meraní.




| Šandardizácia roztoku NaOH      |                   |
|---------------------------------|-------------------|
| Názov veličiny                  | koncentrácia NaOH |
| Hodnota                         | 0,10214 mol/l     |
| Kombinovaná štandardná neistota | 0,00010 mol/l     |
| Relatívna štandardná neistota   | 0,00098 mol/l     |
| Rozšírená štandardná neistota   | 0,00020 mol/l     |
| Počet stupňov voľnosti          | ∞                 |
| Expanzný koeficient             | 2,000             |

## Postup B – priamo do diagramu

Priamy vstup hodnôt do diagramu je ďalší spôsob ako naplniť diagram a pripraviť ho na výpočet. V tabuľke **kliknite** na tlačidlo Zrušiť, tabuľka sa uzavrie a tento spôsob vstupu sa preruší.

| Symbol | Jednotka | Hodnota veličiny | Kombinovaná štandardná neistota | Názov bunky |
|--------|----------|------------------|---------------------------------|-------------|
| F      | g/mol    | 204,2212         | 0,0038                          | F           |
| m1     | g        |                  | 0,000087                        | m1          |
| m2     | g        |                  | 0,000087                        | m2          |
| P      |          | 1,00000          | 0,00029                         | P           |
| rep    |          | 1,00000          | 0,00050                         | rep         |
| V      | ml       |                  | 0,014                           | V           |

Vstup cez tabuľku je ho možné kedykoľvek opäť vyvolať **kliknutím** tlačidla  na hlavnej lište.

Na vzorovom diagrame prenesenom z databázy podľa farby jednotlivých buniek sa dá jednoducho identifikovať, ktoré bunky treba ešte naplniť a ktoré sú už pripravené pre výstupný protokol.

Databáza meraní (100%)

Súbor Úpravy Meranie Administrátor Zobrazenie Pomocník

| Meranie                     | ID    | Dátum     | Naplnil  |
|-----------------------------|-------|-----------|----------|
| Příklad A1 Eurachem 2000    | ID001 | 3.5.2001  | Administ |
| Příklad A2 Eurachem         | ID002 | 3.5.2001  | Administ |
| Štandardizácia NaOH roztoku | 0001  | 3.11.2002 | Administ |

3/3

Rovnice v diagrame

$$c = 1000 \cdot m \cdot P \cdot \text{rep} / (F \cdot V)$$

$$m = m1 - m2$$

Diagram

Prihlásený: Administrator      Diagramy všetkých užívateľov      Aktívne diagramy

Pri použití prednastavených štandardných farieb, majú jednotlivé farby tento význam:

|                      |
|----------------------|
| Zadaná veličina      |
| Nezadaná veličina    |
| Zadaná neistota      |
| Nezadaná neistota    |
| Zablokovaná neistota |

V tomto prípade treba naplniť bunky s veličinami **m1**, **m2** a **V**.

Pri vážení boli zistené tieto hmotnosti:

m1: 60.5450 g (hmotnosť KHP s navažovačkou)

m2: 60.1562 g (hmotnosť navažovačky)

Spotreba pri titracii roztokom NaOH bola:

V: 18.64 ml

**Kliknite** bunku m1 a zadajte nameranú hodnotu 60545.0 mg.

Bunka s veličinou

Názov bunky: m1

Typ veličiny: Veličina

| Symbol | Hodnota   | Jednotka | Názov veličiny |
|--------|-----------|----------|----------------|
| m1     | = 60.5450 | g        | m1             |

Kombinovaná štandardná neistota: 0,00051

Relatívna štandardná neistota:

Počet stupňov voľnosti: 10

Veličina je dosadená do rovnice: m=m1-m2

Komentár:

Zrušiť      OK

**Kliknite** bunku m2 a zadajte nameranú hodnotu 60156.2 mg.

**Bunka s veličinou**

Název bunky: m2

Typ veličiny: Veličina

| Symbol | Hodnota | Jednotka | Název veličiny |
|--------|---------|----------|----------------|
| m2     | 60.1562 | g        | m2             |

Kombinovaná štandardná neistota: 0,00051

Relatívna štandardná neistota: 8,42348666281

Počet stupňov voľnosti: 10

Veličina je dosadená do rovnice:  $m = m1 - m2$

Komentár:

Zrušiť OK

Kliknite bunku V a zadajte titračný objem 18.64 ml.

**Bunka s veličinou**

Název bunky: V

Typ veličiny: Veličina

| Symbol | Hodnota | Jednotka | Název veličiny |
|--------|---------|----------|----------------|
| V      | 18.64   | ml       | V              |

Kombinovaná štandardná neistota: 0,015

Relatívna štandardná neistota: 8,47792912451

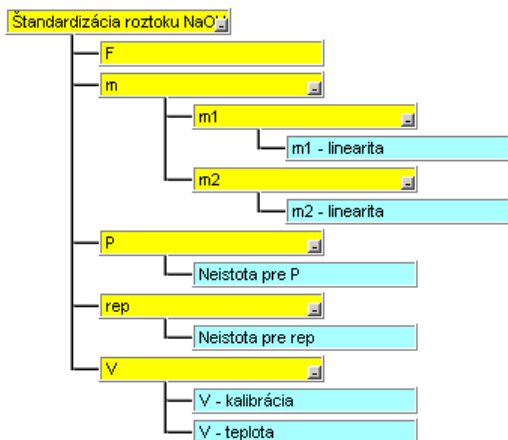
Počet stupňov voľnosti: 9282

Veličina je dosadená do rovnice:  $c = 1000 * m * P / (F * V)$

Komentár:

Zrušiť OK

Po naplnení týchto troch buniek s veličinami je diagram skompletovaný a môže sa uskutočniť výpočet kombinovanej štandardnej neistoty meranej vlastnosti, v tomto prípade koncentrácie hydroxidu sodného. **Dvojklik** na základnú bunku a objaví sa okno s výsledkami.



**Rovnica**

Název bunky: Štandardizácia roztoku NaOH

Název veličiny: koncentrácia NaOH

| Hodnota  | Jednotka |
|----------|----------|
| 0,102136 | mol/L    |

Kombinovaná štandardná neistota: 0,000097

Relatívna štandardná neistota: 0,00095

Rozšírená štandardná neistota: 0,00019

Počet stupňov voľnosti: ∞

Expanzný koeficient: 1,960 (t-tabuľka 95%)

Modelová rovnica:  $c = 1000 * m * P_{rep} / (F * V)$

| Veličina | Jednotka | Název veličiny      | Typ veličiny        |
|----------|----------|---------------------|---------------------|
| F        | g/mol    | Molekulová hmotnosť | Molekulová hmotnosť |
| m        | g        | m                   | Veličina            |
| P        | P        | P                   | Veličina            |

Komentár: Príklad A2 s príručky EURACHEM.

Zrušiť OK



## Lekcia 3: Zobrazenie výsledkov

Naplnený diagram poskytuje tieto možnosti výpisu výsledkov:

- **dvojklik** na základnú bunku naplneného diagramu otvára okno s výsledkami

**Základná bunka**

**Rovnica**

Názov bunky: **Standardizácia roztoku NaOH**

Názov veličiny: koncentrácia NaOH    Hodnota: **0,102136**    Jednotka: mol/L

Kombinovaná štandardná neistota: **0,000097**

Relatívna štandardná neistota: **0,00095**

Rozšírená štandardná neistota: **0,00019**

Počet stupňov voľnosti: **∞**

Expanzný koeficient: **1,960**    t-tabuľka 95%

Modelová rovnica: **c = 1000 \* m \* P \* rep / (F \* V)**

| Veličina | Jednotka | Názov veličiny      | Typ veličiny        |
|----------|----------|---------------------|---------------------|
| F        | g/mol    | Molekulová hmotnosť | Molekulová hmotnosť |
| m        | g        | m                   | Veličina            |
| P        | P        | P                   | Veličina            |

Komentár: Príklad A2 s príručky EURACHEM.

Kliknutie na záložku "Skrátený protokol" poskytuje výsledky v skrátenej forme

**Skrátený protokol**

File Edit Format Help

Zoznam veličín:

| Veličina | Hodnota   | Jednotka | Názov veličiny      |
|----------|-----------|----------|---------------------|
| c        | 0,102136  | mol/l    | koncentrácia NaOH   |
| F        | 204,2212  | g/mol    | Molekulová hmotnosť |
| m        | 0,38880   | g        | m                   |
| m1       | 60,545000 | g        | m1                  |
| m2       | 60,156200 | g        | m2                  |
| P        | 1,00000   |          | P                   |
| rep      | 1,000000  |          | rep                 |
| V        | 18,640    | ml       | V                   |

Bilancia neistôt:

| Názov neistoty   | Veličina | Štandardná neistota | Príspevok neistoty | Koeficient citlivosti | Počet stupňov voľnosti | Rozdelenie pravdepodob. |
|------------------|----------|---------------------|--------------------|-----------------------|------------------------|-------------------------|
| F                | c        | 0,0038 g/mol        | -0,00000188        | -0,000500             | ∞                      | Normálne                |
| Neistota pre m1  | m1       | 0,000087 g          | 0,0000228          | 0,263                 | ∞                      | Rovnomerné              |
| Neistota pre m2  | m2       | 0,000087 g          | -0,0000228         | -0,263                | ∞                      | Rovnomerné              |
| Neistota pre P   | P        | 0,00029             | 0,0000295          | 0,102                 | ∞                      | Rovnomerné              |
| Neistota pre rep | rep      | 0,000050            | 0,00000511         | 0,102                 | 50                     | Normálne                |
| V - kalibrácia   | V        | 0,012 ml            | -0,0000671         | -0,00548              | ∞                      | Trojuholníkové          |
| V - teplota      | V        | 0,0061 ml           | -0,0000335         | -0,00548              | 50                     | Normálne                |

Výsledok:

|                                 |                |
|---------------------------------|----------------|
| Veličina                        | c              |
| Hodnota                         | 0,10214 mol/l  |
| Kombinovaná štandardná neistota | 0,000087 mol/l |
| Relatívna štandardná neistota   | 0,085 %        |
| Rozšírená neistota              | ±0,00017 mol/l |
| Koeficient pokrytia             | 2,000          |
| Konfidencná pravdepodobnosť     | 95,45%         |
| Počet stupňov voľnosti          | 2256           |

Kliknutie "Súbor/Pred tlačou/Skrátený protokol ukázať pred tlačou" poskytuje predbežný pohľad na skratený výstupný protokol.

**Kliknutie** "Súbor/Pred tlačou/Vlastný protokol ukázať pred tlačou" poskytuje predbežný pohľad na pripravený výstupný protokol obsahujúci všetky detaily o neistotách.

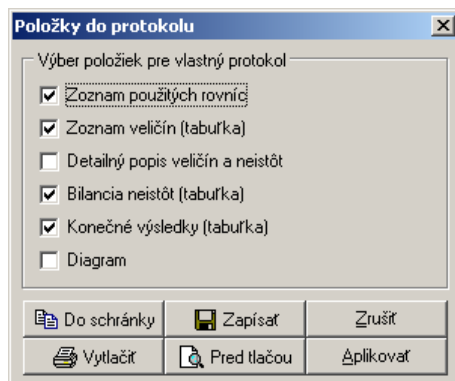
**Kliknutie** "Súbor/Pred tlačou/Diagram ukázať pred tlačou" poskytuje predbežný pohľad na diagram pripravený pre tlač alebo export do schránky.

**Kliknutie** "Súbor/Vytlačiť/Skrátený protokol vytlačiť" definitívne posielajú skrútený protokol na tlačiareň.

**Kliknutie** "Súbor/Vytlačiť/Vlastný protokol vytlačiť" definitívne posielajú vlastný protokol na tlačiareň.

**Kliknutie** "Súbor/Vytlačiť/Vytlačiť diagram" definitívne posielajú diagram na tlačiareň.

**Kliknutie** "Súbor/Výber položiek pre vlastný protokol" otvára okno, v ktorom je možné modifikovať obsah vlastného výstupného protokolu a definovať operáciu, ktorá sa má s protokolom vykonať.



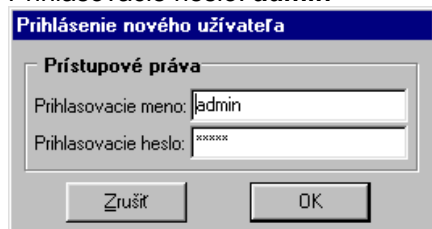
# Kapitola 1. Všeobecné funkcie

## 1.1 Štart programu

**Dvojklikom** na aplikačnú ikonu programu. Pri prvom štarte programu zadajte

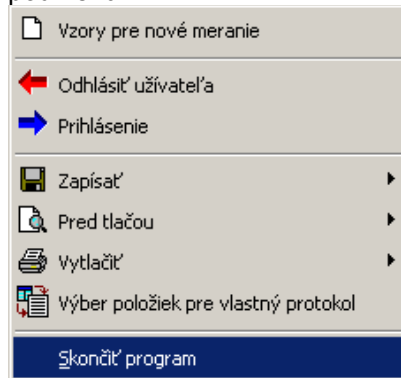
Prihlasovacie meno: **admin**

Prihlasovacie heslo: **admin**




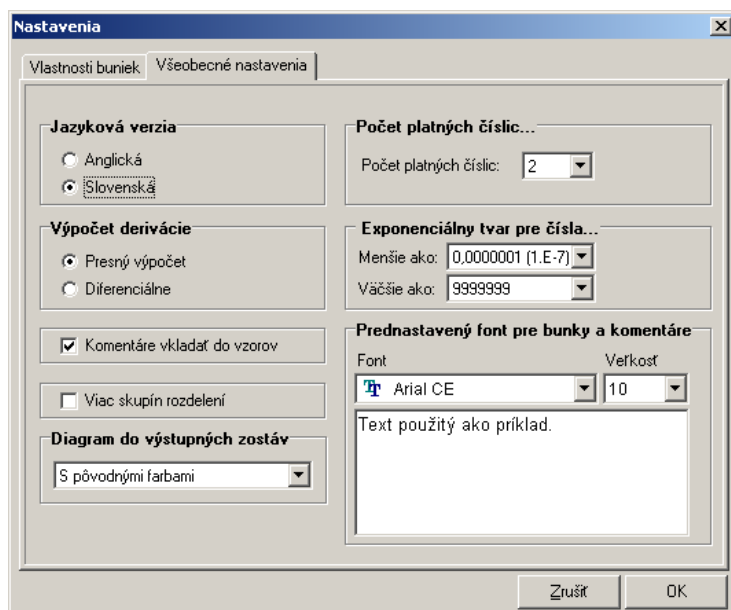
## 1.2 Ukončenie programu

V okne "Databáza meraní" **kliknite** na hlavnej lište na "Súbor", potom **kliknite** "Skončiť program" v podmenu.



## 1.3 Všeobecné nastavenia

**Kliknutím** tlačítka  , alebo **kliknutím** "Úpravy" v hlavnom menu a následným kliknutím "Nastavenia" v podmenu otvoríte okno z dvoma záložkami. **Kliknite** záložku "Všeobecné nastavenia".



**Jazyková verzia** zabezpečuje prepínanie jazykových verzií. Jazykovú verziu prepnete jednoduchým kliknutím na názov jazyka. Pri prepnutí do anglického jazyka pomocník ostáva naďalej v slovenskom jazyku.

**Výpočet derivácie** umožňuje prepínanie numerického spôsobu výpočtu parciálnych derivácií vo vzorci pre výpočet kombinovanej štandardnej neistoty.

Výber "Presný výpočet", ktorý je štandardne nastavený, poskytuje numerický výpočet derivácií s krokom 10E-6.

Výber "Diferenciálne" poskytuje numerický výpočet derivácií s krokom, ktorý sa rovná hodnote štandardnej neistoty veličiny podľa, ktorej je derivované.

**Počet platných číslic** – zabezpečuje nastavenie počtu platných číslic. V menu kliknite počet platných číslic pre štandardnú neistotu.



Hodnoty veličín sú potom zaokrúhlené tak, aby boli konzistentné so svojimi rozšírenými neistotami. Kombinované štandardné neistoty sú zobrazované s nastaveným počtom platných číslic.

Príklad:

Ak je počet platných číslic nastavený na "3" potom rozšírená neistota môže mať tvar 0.0XXX.. Tomuto je prispôbena hodnota veličiny, ktorá bude mať tvar Y.YYYY. Výsledok bude potom prezentovaný ako Y.YYYY ± 0.0XXX .

Ak je počet platných číslic zmenený na "2" potom rozšírená neistota bude mať tvar 0.0XX a hodnota veličiny Y.YYY a výsledok nadobudne tvar Y.YYY ± 0.0XX.

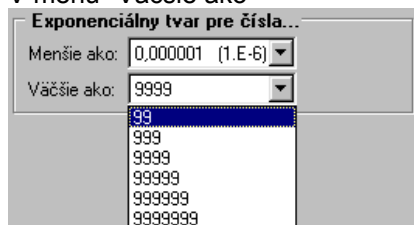
**Exponenciálny tvar pre čísla** umožňuje zdefinovať interval, mimo ktorého keď sa nachádza nejaká hodnota, tak bude zobrazená v exponenciálnom tvare X.XXXE±-Y.

V menu "Menšie ako"



možete nastaviť dolnú hranicu. Ak je hodnota menšia ako táto hranica, tak bude zobrazovaná v exponenciálnom tvare.

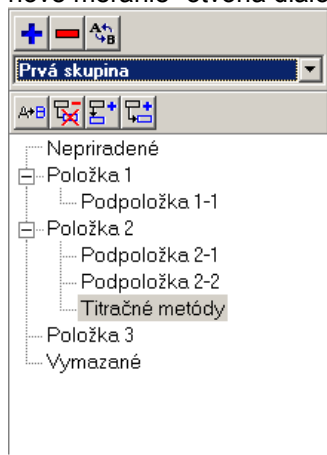
V menu "Väčšie ako"



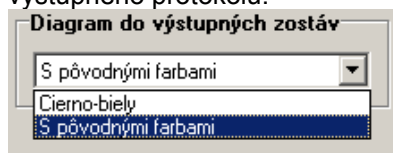
možete nastaviť hornú hranicu. Ak je hodnota väčšia ako táto hranica, tak bude zobrazovaná v exponenciálnom tvare.

**Komentáre vkladat' do súborov.** Ak nie je zaškrtnutá táto funkcia, tak pri zapisovaní diagramov na pevný disk nebudú do diagramov vkladané aj komentáre prítomné vo všetkých bunkách uchovávaného diagramu. Táto funkcia umožňuje uchovať na disku diagramy bez vnútorných komentárov, čo má význam napríklad pri vytváraní iných diagramov, keď je potreba vložiť do diagramu úplne iné komentáre. Štandardne je táto funkcia zaškrtnutá.

**Viac skupín rozdelení.** Ak je táto funkcia zaškrtnutá, tak sa v oknách "Databáza meraní" a "Vzory pre nové meranie" otvoria dialógové okná umožňujúce zdefinovať ďalšie stromy s položkami.



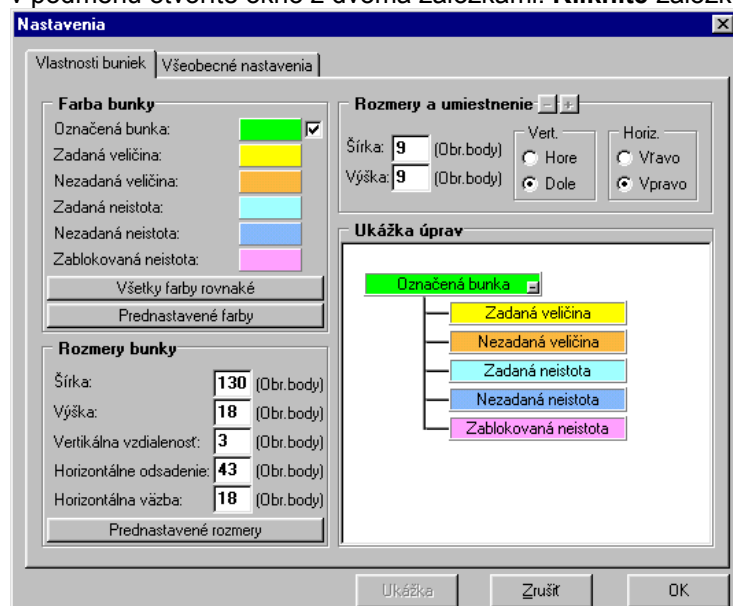
**Diagram do výstupných zostáv.** Umožňuje zdefinovať farbu diagramu exportovaného do výstupného protokolu.



**Prednastavený font pre bunky a komentáre.** Umožňuje upraviť font a veľkosť písma použitého v popise diagramov.

## 1.4 Nastavenie vlastností buniek

Kliknutím tlačítka  alebo kliknutím "Úpravy" v hlavnom menu a následným kliknutím "Nastavenia" v podmenu otvoríte okno z dvoma záložkami. **Kliknite** záložku "Vlastnosti buniek".



**Ukážka úprav.** V tomto okne sa zobrazuje aktuálne nastavenie farby buniek, farby pozadia, rozmerov buniek a vzajomnej polohy buniek. Po **kliknutí** na tlačítko "Ukážka" sa každá zmena v nastaveniach prejaví v tomto okne na zobrazených bunkách.

**Rozmery bunky.** V tejto časti je možné zmeniť rozmery buniek v diagrame. Číselné hodnoty rozmerov sa wpisujú priamo do editovateľných okienok. Po **kliknutí** tlačítka "Ukažka" uvidíte okamžite ako sa zadaná zmena niektorého rozmeru prejaví na tvare diagramu. Ak kliknete tlačítko "Prednastavené rozmery" vrátite diagramu prednastavené rozmery, ktoré su štandardne nastavené pri prvom štarte. Nastavované rozmery (všetky hodnoty sú v zobrazených bodoch):

Šírka: šírka bunky

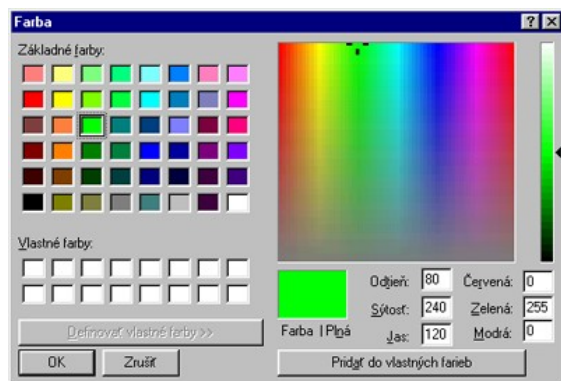
Výška: výška bunky

Vertikálna vzdialenosť: vertikálna vzdialenosť medzi bunkami v diagrame

Horizontálne odsadenie: nastavuje posun celého poddiagramu smerom doprava vzhľadom na bunku, ku ktorej je pripojený

Horizontálna väzba: nastavuje dĺžku horizontálnej väzby v diagrame

**Farba bunky.** Nastavenie farieb pre jednotlivé typy buniek. **Kliknutím** na jednotlivé farebné polia naštartujete menu, kde môžete zdefinovať farbu pre daný typ bunky.



**Kliknutie** na tlačítko "Prednastavené farby" vracia bunkam štandardné farby. Štandardné farby sú použité aj pri všetkých komentároch v pomocníku.



**Kliknutím** na tlačítko "Všetky farby rovnaké" možno docieľiť aby všetky bunky mali rovnakú farbu, ktorá sa dá zdefinovať pomocou menu na nastavenie farby.

## 1.5 Prihlasovanie/odhlasovanie sa

S programom METRO môžete pracovať na dvoch úrovniach: ako administrator, ktorý má k dispozícii výkonné prostriedky na tvorbu diagramov a práva ovládať celý systém, alebo ako bežný užívateľ, s právami obmedzenými na napĺňanie vzorových diagramov experimentálnymi dátami.


Po každý raz, keď naštartujete program METRO, budete požiadaní zadať vaše Prihlasovacie meno a Prihlasovacie heslo. Ak ste administrátorom, tak pri prvom štarte programu zadávate štandardné Prihlasovacie meno: **admin** a štandardné Prihlasovacie heslo: **admin**. Ako administrátor môžete tento kód zmeniť podľa svojich potrieb. Predpokladá sa, že systém METRO bude inštalovať administrator, teda osoba, ktorá v budúcnosti bude mať práva pridelať heslá iným užívateľom.

Ak ste užívateľom, tak pri prihlasovaní sa bude systém vyžadovať vaše Prihlasovacie meno a Prihlasovacie heslo, ktoré vám pridelil administrátor. Jedine správny kód vám umožní vstup do systému a prácu s ním. Súčasne môže byť do systému prihlásený len jedne užívateľ alebo administrátor.

Odhlasenie sa zo systému alebo prirhlásenie sa ďalšieho užívateľ je veľmi jednoduché. Robí sa to kliknutím na prihlasovacie  a odhlasovacie tlačítko  na hlavnej lište v hlavnom okne, ktoré ostávajú aktívne počas práce s programom.

**Kliknite** na tlačítko  alebo **vyberte** Odhlásiť užívateľa v menu Súbor a potvrdte vaše rozhodnutie.

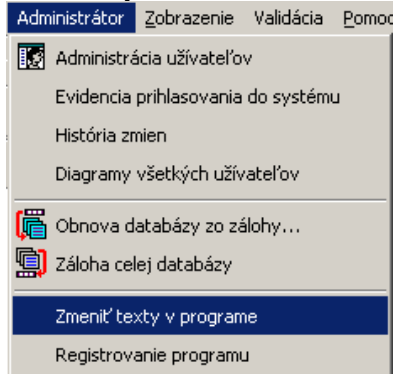
Vaše spojenie s databázou systému sa preruší a ostane aktívne jediné tlačítko .

Kliknite na tlačítko  alebo vyberte Prihlásenie nového užívateľa v menu Súbor. Vaše spojenie s databázou systému sa preruší a nový užívateľ bude požiadaby zadať svoje Prihlasovacie meno a Prihlasovacie heslo.

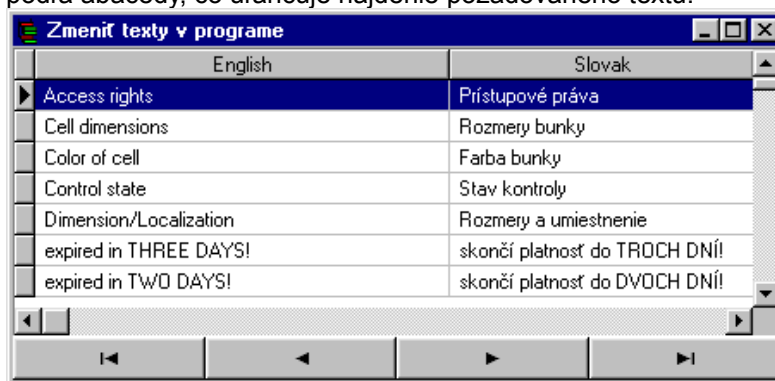
## 1.6 Jazykové verzie

METRO obsahuje funkciu, ktorá vám umožňuje modifikovať popisy použité v programe a tým prispôbovať program lepšie vašim potrebám. Program METRO obsahuje dve jazykové verzie, slovenskú a anglickú, v oboch verziách môžete meniť použité texty ďalej popísaným postupom.

Na hlavnej lište v hlavnom okne **kliknite** "Administrátor/Zmeniť texty v programe..."



Zobrazí sa vám zoznam všetkých textov použitých v popisoch programu METRO. Zoznam sa skladá z dvoch stĺpcov, v ktorých sú slovenské a anglické verzie textov. Výrazy v ľavom stĺpci sú usporiadané podľa abecedy, čo uľahčuje nájdenie požadovaného textu.



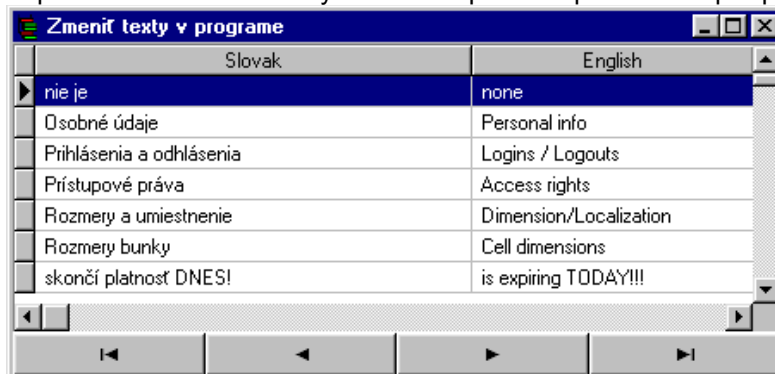
Stĺpce možno ľahko vymeniť a tým zabezpečiť abecedné usporiadanie textov v druhom jazyku.

**Kliknite** na záhlavie jedného zo stĺpcov.

**Držte** tlačítko na myši stlačené a presuňte kurzor do priestoru záhlavia druhého stĺpca.

**Pustite** tlačítko na myši.

Stĺpce sú zamenené a texty v ľavom stĺpci sú usporiadané opäť podľa abecedy.





**Dvojklikom** na, ktorúkoľvek bunku v tabuľke otvoríte okno "Upraviť text", v ktorom môžete modifikovať text vo vybranej bunke. Ak je modifikovaný text v poriadku, **kliknite** tlačítko Aplikovať a zmena bude zabudovaná do programu. Po modifikácii textov sa doporučuje reštartovať program.

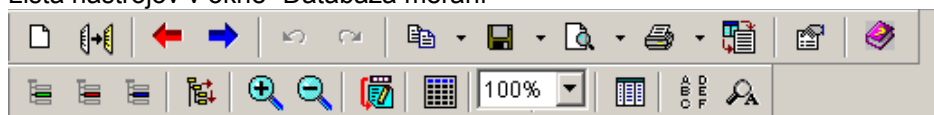


**Upozornenie: Modifikácie urobené v tomto zozname sa týkajú len textov použitých v programe. Nie sú prenášané do Pomocníka. To značí, že neuvážená zmena textu môže viesť k strate súvisu medzi popismi v Pomocníkovi a popismi v programe.**

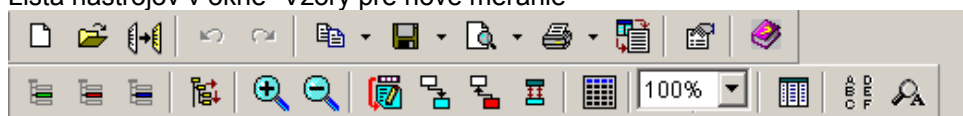
## 1.7 Lišta nástrojov

Tlačítka na obrázku sú aktívne na kliknutie.

Lišta nástrojov v okne "Databáza meraní"




Lišta nástrojov v okne "Vzory pre nové meranie"





 Odhlásenie sa.

 Prihlásenie sa.


 Kliknutím tohto tlačítka otvoríte databázu so vzorovými diagramami.


 Kliknutím tohto tlačítka vrátite späť poslednú zmenu (v zadanej hodnote alebo texte).


 Kliknutím tohto tlačítka obnovíte zmenu, ktorú ste predtým urobili (v zadanej hodnote alebo texte).

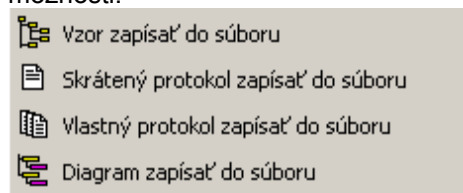
 Kopírovanie protokolu do schránky. Otvára sa submenu, kde je možné špecifikovať čo sa bude kopírovať do schránky.

 Skrátený protokol kopírovať

 Vlastný protokol kopírovať

 Kopírovať diagram

 Otvára sa submenu, kde je možné špecifikovať čo sa bude zapisovať do súboru. Sú tieto možnosti:





**Vzor zapísať do súboru** – do súboru s príponou .STM je zapísaný vytvorený vzor vo vnútornom formate programu METRO.


**Skrátený protokol zapísať do súboru** - do súboru .RTF je zapísaný skrútený protokol o výpočte neistoty.

**Vlastný protokol zapísať do súboru** - do súboru .RTF je zapísaný protokol obsahujúci všetky položky zadefinované užívateľom napríklad cez menu na hornej lište Súbor/Výber položiek pre vlastný protokol.

**Diagram zapísať do súboru** – obrázok s diagramom je zapísaný ako bitová mapa do súboru s príponou .BMP.

 Nahliadnutie na protokol pre vytlačenie.


 Tlač protokolu.


 Výber položiek do konečného protokolu.


 Nastavenia.


 Pomocník.


 Zvýraznenie prázdnych buniek v danom grafe.

 Kliknutím tohto tlačítka sa zvýrazia v danom grafe expirované bunky. Expirované bunky sú zvýraznené červenou farbou, pokiaľ ostatné bunky majú šedú farbu. Vo všeobecnosti, diagram, ktorý má expirovanú bunku, by nemal byť použitý na meranie.

 Ak je diagram alebo niektorá jeho časť zbalená, tak kliknutím na toto tlačítko sa zobrazia všetky vetvy daného diagramu.

 Klikaním na toto tlačítko môžete postupne zväčšovať zobrazený diagram. Maximálne zväčšenie je 200%. Aktuálna hodnota veľkosti v % sa zobrazuje v dialogovom okienku na konci tejto lišty vpravo.

 Klikaním na toto tlačítko môžete postupne zmenšovať zobrazený diagram. Maximálne zmenšenie je 10%. Aktuálna hodnota veľkosti v % sa zobrazuje v dialogovom okienku na konci tejto lišty vpravo.

 Kliknutím na toto tlačítko sa dostávate do editovacieho režimu, keď kliknete na bunku v diagrame tak táto sa otvorí. Ten istý efekt má dvojklik na danú bunku v diagrame.

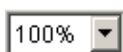


Kliknutím na toto tlačítko otvoríte špeciálne okno, v ktorom je zoznam všetkých veličín, ktoré možno zadať vo vybranom diagrame. Toto okno umožňuje vkladať hodnoty veličín na jednom mieste.

Dáta možno vložiť alebo obmeniť jedine v bunkách zvýraznených bielou farbou. Kliknite na bunku, ktorej obsah chcete zmeniť. Kurzor v bunke indikuje, že bunka je pripravená pre vstup textu. Zadajte požadovanú hodnotu veličiny. Ak sú všetky hodnoty zadane, kliknite tlačítko Aplikovať, zmeny budú definitívne vložené do databázy. Ak kliknete tlačítko Zrušiť, zmeny nebudú uchované, veličiny si zachovávajú pôvodné hodnoty, aké mali pred otvorením tohto okna.

| Symbol | Jednotka | Hodnota veličiny | Kombinovaná štandardná neistota | Názov bunky            |
|--------|----------|------------------|---------------------------------|------------------------|
| m1     | mg       |                  | 0,044                           | m1 - hmotnosť (brutto) |
| m2     | mg       |                  | 0,017                           | m2 - hmotnosť(tare)    |
| P      |          | 0.999900         | 0,000058                        | P - čistota Cd         |
| V      | ml       | 100.000          | 0,066                           | V - (100mL - banka)    |

Aplikovať      Zrušiť



Dialógové okienko v ktorom sa zobrazuje aktuálna veľkosť zobrazenia diagramu v %. Kliknutím na šípku v tomto okienku otvoríte menu, kde môžete priamo vybrať veľkosť pre daný diagram.



Potvrďte výber vzorového diagramu

Kliknutím na toto tlačítko vyberiete daný

vzorový diagram pre meranie.



Kliknite na toto tlačítko keď chcete vytvoriť nový diagram.



Otvorenie .STM súboru so vzorovým diagramom.



Vytvorenie kópie vybraného vzorového diagramu. Táto funkcia je veľmi dôležitá, keď potrebujete vytvoriť z jedného vzorového diagramu viac modifikácií.



Pridanie ďalšej bunky s neistotou do generovaného diagramu. Kliknite na toto tlačítko a potom na bunku, ku ktorej chcete pripojiť ďalšiu bunku s neistotou.



Odstránenie bunky s neistotou z daného diagramu. Kliknite na toto tlačítko a potom na bunku s neistotou, ktorú chcete odstrániť.


Upozornenie: Minimálne jedna bunka s neistotou musí ostať pripojená k bunke s veličinou, preto nie je možné odstrániť bunku s neistotou, ktorá je jedinou bunkou pripojenou k danej bunke s veličinou.

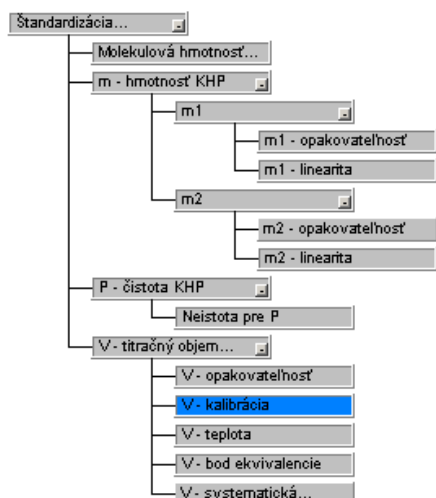



Zablokovanie bunky s neistotou. Niekedy je výhodnejšie bunku s neistotou nevymázať, ale len zablokovať, t.j. dosiahnuť stav keď bunka ostáva v diagrame, ale neprispieva svojou neistotou do celkovej neistoty merania.

Kliknite na toto tlačítko a potom kliknite na bunku s neistotou, ktorú potrebujete zablokovať, bunka bude zablokovaná.


Upozornenie: Minimálne jedna nezablokovaná bunka s neistotou musí ostať pripojená k bunke s veličinou, preto nie je možné zablokovať bunku s neistotou, ktorá je jedinou bunkou prispievajúcou neistotou.

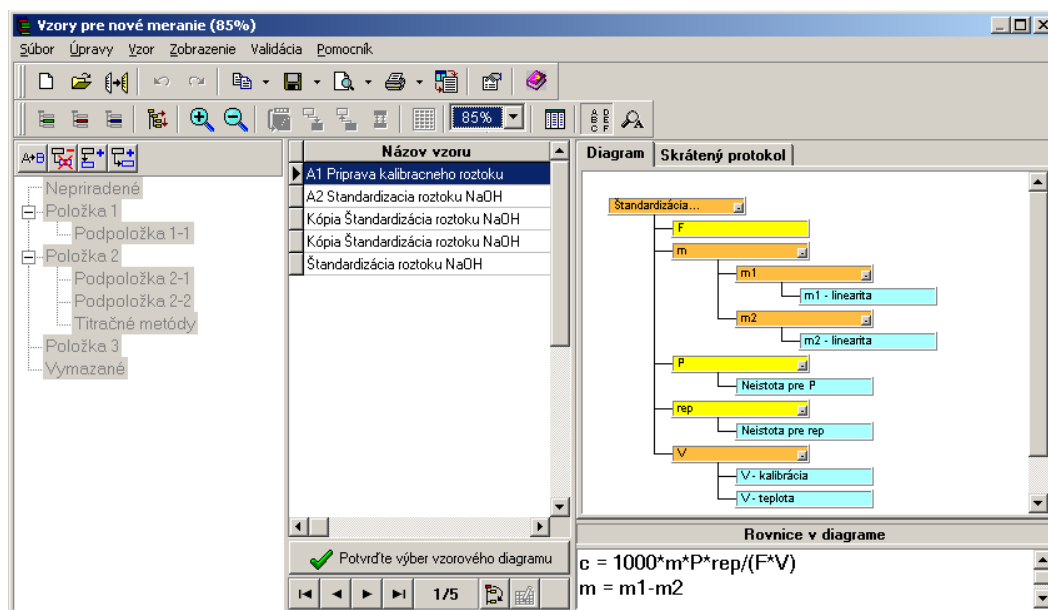
 Kliknutím na toto tlačítko zvýrazníte bunku s najväčšou neistotou v práve označenom diagrame. Opätovným kliknutím na toto tlačítko sa vráti pôvodné zobrazenie.




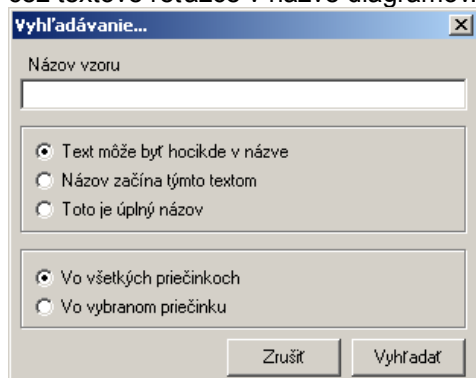
 Kliknutím na toto tlačítko zobrazíte tabuľku s výsledkami pre práve označený diagram. Ak kliknete na ďalší záznam s diagramom, tak tabuľka sa aktualizuje. Toto umožňuje veľmi rýchle prezranie výsledných kombinovaných štandardných neistôt a ostatných parametrov. Opätovným kliknutím na toto tlačítko sa tabuľka vypne.

| Štandardizácia roztoku NaOH     |                |
|---------------------------------|----------------|
| Názov veličiny                  | c(NaOH)        |
| Hodnota                         | 0,102136 mol/L |
| Kombinovaná štandardná neistota | 0,000093 mol/L |
| Relatívna štandardná neistota   | 0,00091 mol/L  |
| Rozšírená štandardná neistota   | 0,00018 mol/L  |
| Počet stupňov voľnosti          | 22498          |
| Expanzný koeficient             | 1,960          |

 Kliknutím na toto tlačítko sa zobrazí zoznam všetkých diagramov uložených v databáze meraní alebo v databáze vzorov. Strom položiek sa stáva inaktívnym. Opätovné kliknutie tohto tlačítka vráti zobrazenie do pôvodnej formy.



 Kliknutím tohoto tlačítka otvoríte dialógové okno umožňujúce prehľadávanie databázy diagramov cez textové reťazce v názve diagramov.



## 1.8 Použité knižnice a súbory

Nasledovné podknižnice sa vytvárajú počas inštalácie alebo počas práce s programom.

\\EmptyDatabase – vytvorená pri inštalácii. Obsahuje prázdnu databázu, z ktorej sa po prvom štarte vytvorí normálna databáza. Ak sa aktualizuje databáza vytvorená nižšou verziou programu METRO, tak chýbajúce súbory sú brané z tejto knižnice.

\\Database - vytvorená po prvom štarte programu. Obsahuje databázu meraní a databázu vzorových diagramov.

Databázové súbory majú prípony: .db, .fam, .mb, .px, .tv, .val, .xg0, .xg1, .xg2, yg0, .yg1, .yg2.

Zoznam všetkých názvov súborov:

Administration

Firma

History

Jednotky

Licence  
Logs  
MeasureID1  
MeasureNameList  
RefMaterial  
TemplateDB  
TemplateID1  
TemplateNameList  
TreeDb  
Veliciny  
ValidationHistory  
MeasureNameList  
TemplateNameList  
MeasureIDX  
TemplateIDX

\Strings - vytvára sa počas inštalácie. Obsahuje databázu všetkých textových reťazcov použitých v popise programu v dvoch jazykových verziách, anglickej a slovenskej. Táto databáza pozostáva zo súborov: Strings.db, Strings.fam, Strings.px and Strings.tv.

dočasná knižnica Metro v štandardnej knižnici %WINDOWS%\Temp\Metro\

\DemoExamples\EN – obsahuje demonštračné diagramy s anglickými komentármi

\DemoExamples\SK – obsahuje demonštračné diagramy so slovenskými komentármi

\Examples - vytvára sa počas inštalácie. Táto knižnica je automaticky dostupná pre zápis vzorových diagramov a meraní do .STM súborov a načítanie obsahu týchto súborov. STM is špeciálny formát programu METRO určený pre zápis diagramov do súboru.

\Validation\SK – obsahuje validacné subory so slovenským komentárom. Sú to súbory s príponami .stm (internal format of Metro), .pdf obsahujúce príklady validačných diagramov a validačné protokoly.

\Validation\EN – obsahuje validacné subory s anglickým komentárom. Sú to súbory s príponami .stm (internal format of Metro), .pdf obsahujúce príklady validačných diagramov a validačné protokoly.

\Help – obsahuje helpove subory v slovenčine Glossary\_SK.hlp, Metro\_SK.hlp a v angličtine Glossary\_EN.hlp, Metro\_EN.hlp.

\Reports - vytvára sa pri naštartovaní programu METRO. Táto knižnica je automaticky dostupná pre zápis výstupných protokolov do súborov v RTF formáte. RTF formát je všeobecne používaný formát čitateľný inými textovými procesormi.

\AdminBackup - vytvára sa pri naštartovaní programu METRO. Táto knižnica je automaticky dostupná pre vaše zálohy databázy. Pri prvom štarte programu sa automaticky databáza z knižnice \Database zálohuje do tejto knižnice. Administrátor môže do tejto knižnice ukladať následné zálohy. Vytvorenie tejto knižnice neznamena, že administrátor povinne zapisuje zálohy len do tejto knižnice. Program umožňuje ukladať zálohy do ktorejkoľvek knižnice na disku.

\WorkingBackup - vytvára sa pri naštartovaní programu METRO. Vždy keď program METRO je naštartovaný, tak sa automaticky kontroluje hlavná databáza v knižnici \Database. Ak sú všetky súbory v poriadku, tak sa vytvorí záloha databázy do tejto knižnice. Táto záloha predstavuje rezervu pre prípady, ak by došlo k náhlemu prerušeniu programu. V tomto prípade môže administrátor obnoviť databázu z tejto knižnice.

## Kapitola 2. Ishikawov diagram

### 2.1 Všeobecne o diagrame

Pod diagramom v kontexte tejto príručky máme na mysli tzv. Ishikawov diagram, ktorý je ideálnym prostriedkom na grafické vyjadrenie zdrojov neistôt a ich vplyvu na meranú veličinu. Takýto diagram je obvykle produktom analýzy zdrojov neistôt v danej analytickej metóde, ktorá spočíva v nasledovných krokoch:


1. *Špecifikácia* - zostavenie modelovej rovnice, ktorá dáva do súvisu meranú veličinu na ľavej strane rovnice s parametrami, konštantami na pravej strane. Program Metro automaticky vyvára diagram z modelovej rovnice, pričom parametre a konštanty tejto rovnice tvoria vetvy diagramu. Napríklad základná rovnica  $c = 1000 \cdot P \cdot (m1 - m2) / (F \cdot V)$  definuje štyri vetvy diagramu pre veličiny **m1**, **m2**, **P**, **F** a **V**. Ku každej vetve je automaticky propojená bunka so zdrojom neistoty.

2. *Identifikácia zdrojov neistôt* - Cieľom tohto kroku je identifikovať všetky významné zdroje neistôt a pochopiť ich vplyv na kombinovanú neistotu meranej veličiny (koncentrácia NaOH v tomto príklade). Toto je najťažší krok pri vyjadrení neistoty merania, pretože na jednej strane je riziko vynechania niektorej dôležitej neistoty a na strane druhej zahrnutie niektorého zdroja neistoty dvakrát. Použitie diagramov umožňuje efektívnym spôsobom zabrániť takejto duplicitě. Postupuje sa cez všetky vetvy diagramu a to od najvýznamnejších zdrojov neistoty smerom k zdrojom, ktoré môžu byť zanedbané. Program METRO umožňuje pridať/odobrať ďalšie bunky s neistotami, tak aby diagram zobrazoval všetky významne zdroje neistôt.

3. *Kvantifikácia neistôt* - v tomto treťom kroku sú kvantifikované všetky zdroje neistôt zahrnuté v diagrame.

### 2.2 Bunka s rovnicou

Je to bunka, ktorá umožňuje zadať do diagramu základnú rovnicu alebo substituovať parameter v rovnici ďalšou rovnicou. Sú tri spôsoby ako pridať do diagramu bunku s rovnicou:

1. Bunka s rovnicou je prvou bunkou generovaného diagramu a otvára sa **kliknutím** na  v okne "Vzory pre nové meranie". Pozri Lekcia 1.

2. Bunka s veličinou je substituovaná bunkou s rovnicou. Pozri Lekcia 2 .

3. Bunka s rovnicou je nahradená novou bunkou s inou rovnicou. Na hlavnej lište **kliknite** "Vzor" a v otvorenom podmenu **kliknite** "Rovnicu zmeniť na novú rovnicu". Kurzor sa zmenil, je aktívny a môžete ním kliknúť na ľubovoľnú bunku s rovnicou. Po **kliknutí** na bunku s rovnicou sa objaví prázdna bunka pre novú rovnicu.

Príklad bunky s rovnicou.

**Rovnica**

Názov bunky **Standardizácia roztoku NaOH**

Názov veličiny Hodnota Jednotka  
koncentrácia NaOH = **0.10214** mol/L

Kombinovaná štandardná neistota **0.00010**

Relatívna štandardná neistota **0.00098**

Rozšírená neistota **± 0.00030**

Počet stupňov voľnosti **749**

Koeficient pokrytia **3.000** **Manuálne**

Modelová rovnica  
**c** = **(1000\*m\*P)/(F\*V)**

**Veličiny z rovnice** **Matica korelačných koeficientov**

| Veličina | Jednotka | Názov veličiny          | Typ veličiny        |
|----------|----------|-------------------------|---------------------|
| <b>F</b> | g/mol    | molekulová hmotnosť KHP | Molekulová hmotnosť |
| <b>m</b> | g        | hmotnosť KHP            | Veličina            |
| <b>P</b> |          | P                       | Veličina            |

Komentár  
Príklad A2: Štandardizácia roztoku NaOH  
Lit.: EURACHEM/CITAC Guide Quantifying Uncertainty in Analytical Measurement 2000


Zrušiť OK

**Názov bunky.** Dialogový riadok rezervovaný pre text popisujúci bunku. Tento text je vypisovaný na obrázku s diagramom.

**Názov veličiny.** Dialogový riadok rezervovaný pre názov meranej vlastnosti.

**Hodnota.** Tu je uvedená hodnota meranej vlastnosti. Tento riadok nie je editovateľný a je naplnený jedine vtedy keď je kompletne naplnený celý diagram.

**Jednotka.** Rezervované pre jednotku meranej vlastnosti.

**Kliknutím** na  otvoríte okno, v ktorom môžete editovať názov s možnosťou vkladať aj špeciálne znaky ako napríklad grécke písmená alebo vkladať do názvov horné a dolné indexy.

**Editovanie**


Jednotka

mg/L

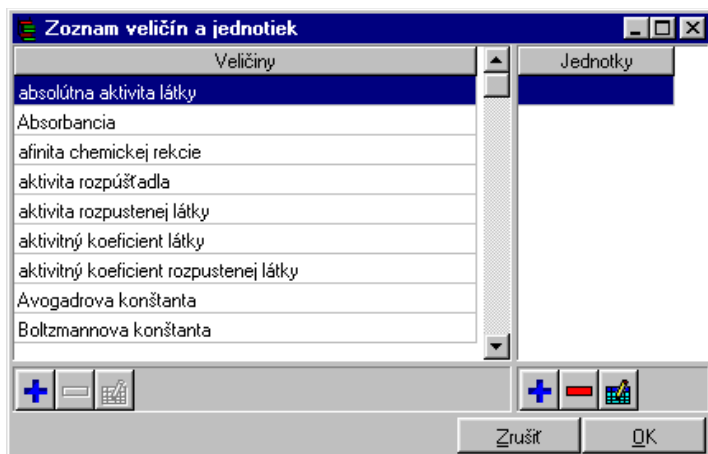
Zrušiť α Špeciál OK

**Formátovanie a grécke písmená**

$x^2$   $x_z$   $\Delta$   $\Phi$   $\Gamma$   $\Theta$   $\Lambda$   $\Pi$   $\Theta$   $\Sigma$   $\varsigma$   $\Omega$   $\Xi$   
 $\alpha$   $\beta$   $\chi$   $\delta$   $\varepsilon$   $\phi$   $\gamma$   $\eta$   $\iota$   $\varphi$   $\kappa$   $\lambda$   $\mu$   
 $\nu$   $\pi$   $\theta$   $\rho$   $\sigma$   $\tau$   $\upsilon$   $\omega$   $\xi$   $\psi$   $\zeta$

 vedľa dialogového riadku s jednotkou. Kliknutím tohto tlačítka otvoríte menu so zoznamom bežne používaných jednotiek





#### Parametre:

**Kombinovaná štandardná neistota,**

**Relatívna štandardná neistota,**

**Rozšírená neistota,**

**Počet stupňov voľnosti,**

**Koeficient pokrytia,**

nie sú editovateľné a napĺňajú sa len vtedy, keď je kompletne naplnený celý diagram a môže zbehnúť výpočet meranej veličiny a jej neistoty.

**Koeficient pokrytia** je vypočítaný na základe počtu stupňov voľnosti a konfidenčnej pravdepodobnosti. Konfidenčná pravdepodobnosť, môže byť nastavená na preddefinované úrovne 90%, 95%, 99% v dialógovom riadku vedľa riadku s vypočítanou hodnotou koeficienta pokrytia. V tomto dialógovom riadku je možné nastaviť aj voľbu "Manuálne", vtedy môžete zadať priamo hodnotu koeficientu pokrytia bez toho, že by bol braný do úvahy počet stupňov voľnosti.

**Modelová rovnica** sa skladá z pravej a ľavej strany. Do dialógového riadku pravej strany sa vkladá symbol pre meranú veličinu a do ľavého dialógového riadku vzťah medzi meranou vlastnosťou a parametrami potrebnými na výpočet tejto vlastnosti.

**Veličiny z rovnice.** Táto tabuľka je výsledkom analýzy modelovej rovnice. V stĺpci "Veličina" sú uvedené symboly pre veličiny použité v modelovej rovnici. Stĺpec "Jednotka" je na vstupe editovateľný a obsahuje názvy použitých jednotiek pre jednotlivé veličiny. Stĺpec "Nazov veličiny" je na vstupe editovateľný a obsahuje názvy veličín definovaných užívateľom. V stĺpci "Typ veličiny" môže byť uvedené jedno z týchto troch kľúčových slov: "Veličina" - znamená, že ide o veličinu s neistotou, "Konštanta" - toto slovo je rezervované pre konštantu (t.j. veličina bez neistoty), "Výpočet molekuleovej hmotnosti" - kľúčové slovo rezervované pre špeciálny typ veličiny.

**Matica korelačných koeficientov.** Táto záložka obsahuje korelačnú maticu zloženú z korelačných koeficientov medzi parametrami v modelovej rovnici. Je zadávaná spolu s modelovou rovnicou.

|   | F   | m   | P   | V   |            |
|---|-----|-----|-----|-----|------------|
| F | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | Prepočítať |
| m | 0.0 | 1.0 | 0.0 | 0.0 |            |
| P | 0.0 | 0.0 | 1.0 | 0.0 |            |

**Komentár.** Ľubovoľný text popisujúci detailne účel bunky.



**Kliknutie** tohto tlačítka štartuje analýzu modelovej rovnice.

## 2.3 Bunka s veličinou

Prítomnosť bunky s veličinou v diagrame je determinovaná použitou modelovou rovnicou a program METRO na základe tvaru modelovej rovnice pridáva automaticky tento typ bunky do diagramu.

Existuje ešte jeden spôsob ako vložiť do diagramu bunku s veličinou. Ak diagram obsahuje okrem bunky so základnou modelovou rovnicou aj bunky s ďalšími rovnicami, tak potom METRO umožňuje zameniť takúto bunku s rovnicou za bunku s veličinou. Na hlavnej lište **kliknite** "Vzor" a v otvorenom podmenu **kliknite** "Rovnicu zmeniť na veličinu". Kurzor sa zmenil, je aktívny a môžete ním kliknúť na ľubovoľnú bunku s rovnicou. Po **kliknutí** na bunku s rovnicou sa objaví prázdna bunka pre veličinu

Príklad bunky s veličinou.

**Bunka s veličinou**

Název bunky: **m1 - navažovačka + KHP**

Typ veličiny: **Veličina**

Symbol: **m1**    Hodnota: **60.545000**    Jednotka: **g**    Název veličiny: **navožovačka + KHP**

Kombinovaná štandardná neistota: **0.000087**

Relatívna štandardná neistota: **0.0000014**

Počet stupňov voľnosti: **∞**

Veličina je dosadená do rovnice:  
**m=m1-m2**

Komentár:  
Hmotnosť navažovačka + KHP.

Zrušiť    OK

Dialógový riadok, ktorý umožňuje zmeniť stav bunky s veličinou na bunku s konštantou, alebo bunku pre výpočet molekulovej hmotnosti.

**Veličina**

**Veličina**

**Konštantá**

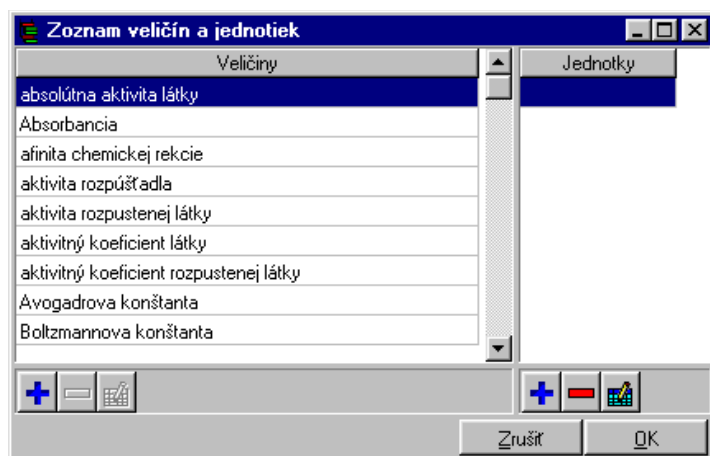
**Výpočet molekulovej hmotnosti**

**Symbol.** V tomto riadku je uvedený symbol veličiny použitý v modelovej rovnici. Nie je editovateľný pretože je jednoznačne definovaný modelovou rovnicou.

**Hodnota.** Vstup hodnoty pre veličinu. Pokiaľ toto pole nie je naplnené nie je možný výpočet meranej veličiny a ani jej štandardnej neistoty v základnej bunke diagramu.

**Jednotka.** Vstup jednotky danej veličiny.

**...** vedľa dialógového riadku s jednotkou. Kliknutím tohto tlačítka otvoríte menu so zoznamom bežne používaných jednotiek



**Názov veličiny.** Vstup textu, ktorý stručne popisuje veličinu, pre ktorú je bunka určená. Je ďalej použitý v tabuľkách výstupného protokolu.

**Parametre:**

**Kombinovaná štandardná neistota,**


**Relatívna štandardná neistota,**

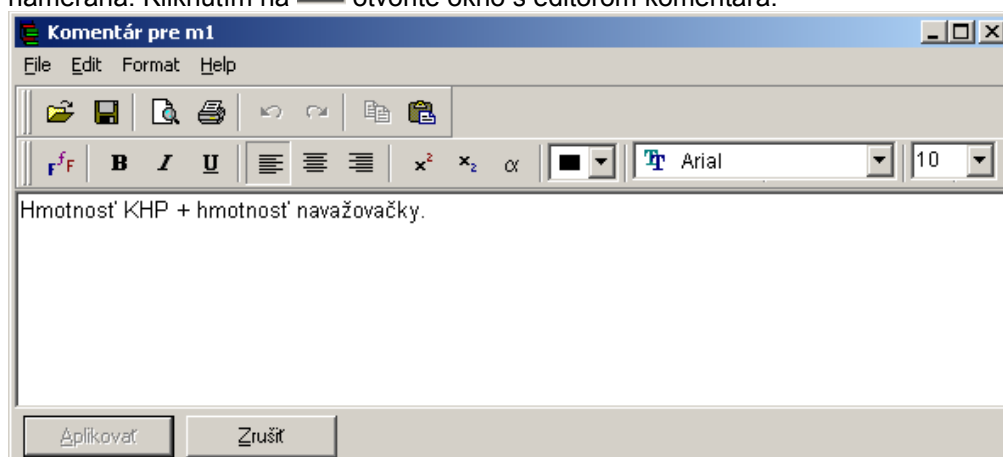
**Počet stupňov voľnosti,**


nie sú editovateľné a napínajú sa len vtedy, keď je kompletne naplnená tá časť diagramu, ktorá zabezpečuje výpočet danej veličiny a jej neistoty. Parametre sú automaticky vypočítané vtedy, keď sú všetky podbunky danej bunky s veličinou naplnené.


**Veličina je dosadená do rovnice.** Zobrazenie rovnice s veličinou, ku ktorej prislúcha táto bunka.


**Komentár.** Ľubovoľný text popisujúci veličinu. Môže tam byť napríklad postup ako bola veličina

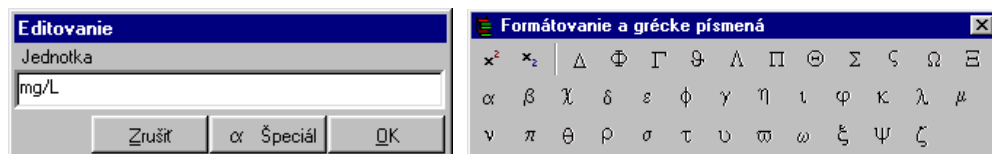
nameraná. Kliknutím na  otvoríte okno s editorom komentára.



 kopirovanie komentára do schránky.

 vloženie textu zo schránky do komentára.

**Kliknutím** na  otvoríte okno, v ktorom môžete editovať názov s možnosťou vkladať aj špeciálne znaky ako napríklad grécke písmená alebo vkladať do názvov horné a dolné indexy.

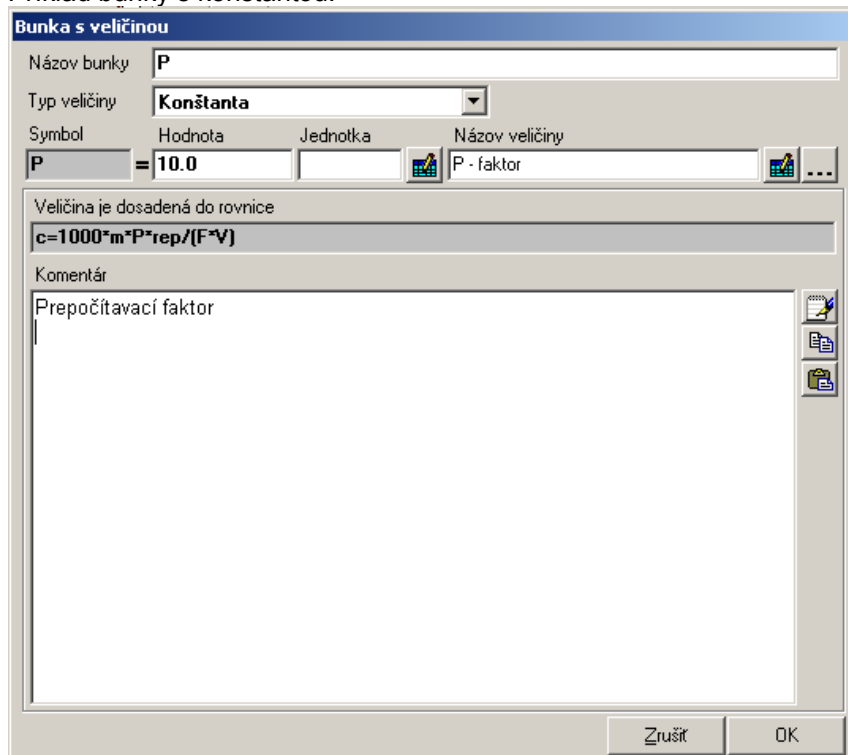


## 2.4 Bunka s konštantou

Tento typ bunky je použitý v prípadoch, keď príspevky zdrojov neistoty danej veličiny sú zanedbateľne malé. Pre tento prípad je rezervovaná bunka s konštantou. Od bunky s veličinou sa odlišuje tým, že nemá žiadne podbunky.

Bunku s konštantou možno vytvoriť z bunky s veličinou nasledovným postupom. **Kliknite** na tlačítko v dialógovom riadku "Typ veličiny" a vyberte z menu voľbu "Konštantu". Tým je bunka s konštantou zadefinovaná. Do riadku "Hodnota" zapíšte hodnotu konštanty.

Príklad bunky s konštantou.




Význam tlačítkov v tomto type okna je ten istý ako pri okne s veličinou, vid'. kapitola 2.3 Bunka s veličinou.

## 2.5 Bunka s molekulovou hmotnosťou

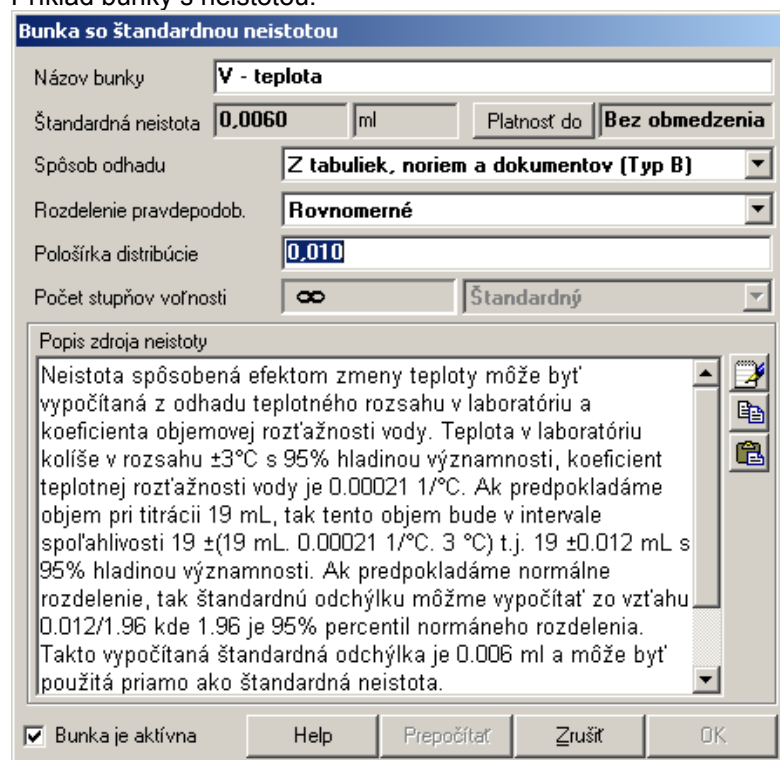
Tento špeciálny typ bunky umožňuje pohodlný výpočet molekulovej hmotnosti a jej štandardnej neistoty priamo zo sumárneho vzorca. Použité hodnoty relatívnych atómových hmotností a ich neistôt sú aktualizované z tabuliek IUPAC spolu s aktualizáciou softvéru.

Tento typ bunky je generovaný z bunky s veličinou. Pozri Lekcia 4.

## 2.6 Bunka so drojom neistoty

Pridávanie buniek s neistotou do diagramu vlastne zodpovedá identifikácii zdrojov neistoty v analytickej metóde. Bunka tohto typu môže byť ľahko pridaná k budovanému diagramu **kliknutím** tlačítka , ktoré aktivuje kurzor a potom nasledným **kliknutím** na bunku, ku ktorej chcete pripojiť bunku s neistotou. Bunka tohto typu môže byť pridaná k bunke s rovnicou, bunke s veličinou alebo k bunke s neistotou. Nemôže byť pridaná k bunke s konštantou alebo bunke s výpočtom molekulovej hmotnosti. Pridávanie buniek s neistotou do diagramu možno sledovať na príkladoch v Lekcii 3.

Príklad bunky s neistotou.



**Bunka so štandardnou neistotou**

Názov bunky: **V - teplota**

Štandardná neistota: **0.0060** ml Platnosť do: **Bez obmedzenia**

Spôsob odhadu: **Z tabuliek, noriem a dokumentov (Typ B)**

Rozdelenie pravdepodob.: **Rovnomerné**

Pološírka distribúcie: **0.010**

Počet stupňov voľnosti: **∞** Štandardný


Popis zdroja neistoty

Neistota spôsobená efektom zmeny teploty môže byť vypočítaná z odhadu teplotného rozsahu v laboratóriu a koeficienta objemovej rozťažnosti vody. Teplota v laboratóriu kolíše v rozsahu  $\pm 3^\circ\text{C}$  s 95% hladinou významnosti, koeficient teplotnej rozťažnosti vody je  $0.00021\ 1/^\circ\text{C}$ . Ak predpokladáme objem pri titracii 19 mL, tak tento objem bude v intervale spoľahlivosti  $19 \pm (19\ \text{mL} \cdot 0.00021\ 1/^\circ\text{C} \cdot 3\ ^\circ\text{C})$  t.j.  $19 \pm 0.012\ \text{mL}$  s 95% hladinou významnosti. Ak predpokladáme normálne rozdelenie, tak štandardnú odchýlku môžeme vypočítať zo vzťahu  $0.012/1.96$  kde 1.96 je 95% percentil normálneho rozdelenia. Takto vypočítaná štandardná odchýlka je 0.006 ml a môže byť použitá priamo ako štandardná neistota.

Bunka je aktívna    Help    Prepočítať    Zrušiť    OK

**Štandardná neistota.** Je vypočítaná na základe zadaných parametrov. Nie je editovateľná.

**Jednotka** štandardnej neistoty. Nie je editovateľná. Je automaticky prebraná z bunky, ku ktorej je táto bunka pripojená.

**Platnosť do** umožňuje nastaviť expiračný čas pre danú neistotu. **Kliknutím** "Platnosť do", v dialógovom riadku sa objaví dnešný dátum. Tento dátum môžete zmeniť priamo v tomto riadku, alebo **kliknite** tlačítko  a objaví sa menu s dátumami

| marec 2001 |    |    |    |    |    |    |
|------------|----|----|----|----|----|----|
| po         | ut | st | št | pi | so | ne |
| 26         | 27 | 28 | 1  | 2  | 3  | 4  |
| 5          | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 | 11 |
| 12         | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| 19         | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 |
| 26         | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 1  |
| 2          | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  |

 Dnes: 3.3.2001


**Kliknutím** na jednotlivé dátumy v tomto okne meníte dátum expirácie v rámci mesiaca, **kliknutím** na tlačítka v pravom hornom rohu a v ľavom hornom rohu sa pohybujete o mesiac dopredu respektíve dozadu.

| september 2001 |    |    |    |    |    |    |
|----------------|----|----|----|----|----|----|
| po             | ut | st | št | pi | so | ne |
| 27             | 28 | 29 | 30 | 31 | 1  | 2  |
| 3              | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  |
| 10             | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| 17             | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 |
| 24             | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |
| 1              | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  |

 Dnes: 3.3.2001

Program testuje expiračné časy a ak je niektorý prekročený tak je na to užívateľ upozornený. Je možné ponechať aj neobmedzený čas expirácie.


**Spôsob odhadu.** METRO ponúka niekoľko spôsobov ako zadať zdroj neistoty. Pri prvom otvorení pridanej bunky s neistotou sa nastavuje **Spôsob odhadu** štandardne "Z tabuliek, noriem a dokumentov (Typ B)". **Kliknutím** na tlačítko 

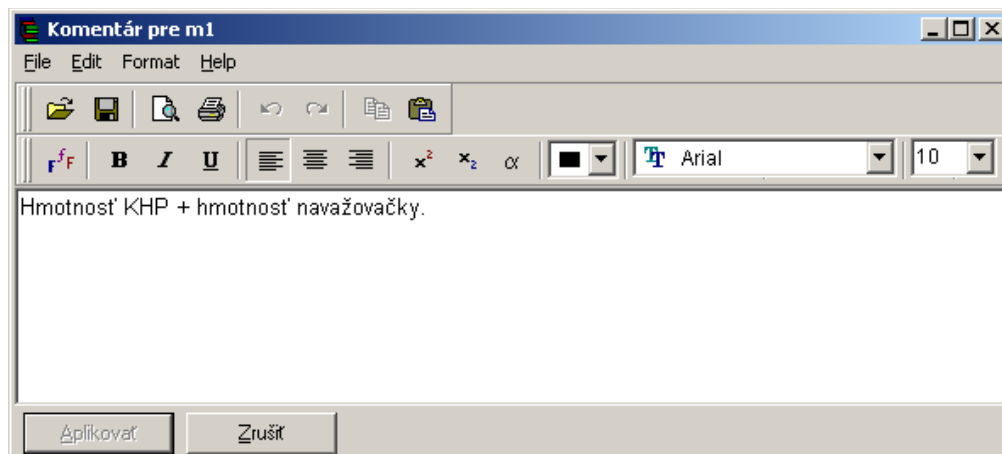
- Z tabuliek, noriem a dokumentov (Typ B) 
- Z tabuliek, noriem a dokumentov (Typ B)
- Vlastné meranie I (Typ A)
- Vlastné meranie II (Typ A)
- Vlastné meranie III (Typ A)
- Vlastné meranie IV (Typ A)

**Rozdelenie pravdepodobnosti.** Ak je v dialógovom riadku **Spôsob odhadu** nastavená voľba "Z tabuliek, noriem a dokumentov (Typ B)" tak v tomto riadku je možné vybrať rozdelenie pravdepodobnosti pre danú neistotu. Výber je možný z nasledovných rozdelení: rovnomerné, trojuholníkové, U-rozdelenie, normálne, t-rozdelenie a lichobežníkové.

**Pološírka distribúcie.** Je charakteristika rozdelenia pravdepodobnost, ktorá vymedzuje interval kde sa nachádza správna hodnota veličiny.

**Počet stupňov voľnosti.** Každá neistota je spojená s počtom stupňov voľnosti. Pre neistoty typu B je počet stupňov voľnosti štandardne nastavený na nekonečno. Výnimku tvoria len normálne a t-rozdelenie pravdepodobnosti. Pre neistoty typu A je počet stupňov voľnosti odhadovaný s počtu meraní.

**Popis zdroja neistoty.** Umožňuje priradiť neistote ľubovoľný text. **Kliknutím** na  otvoríte okno s editorom komentára.



**Bunka je aktívna.** Kliknutím na túto voľbu je možno bunku s neistotou aktivovať alebo inaktivovať. Má to význam vtedy keď potrebujete zistiť vplyv danej neistoty na celkovú kombinovanú neistotu.

**Help.** Kliknutím na toto tlačítko aktivujete help, ktorý je aktuálny pre daný spôsob výpočtu neistoty.

**Zrušiť.** Kliknutím na toto tlačítko zrušíte všetky zmeny, ktoré ste v danej bunke urobili a vrátite sa k pôvodným nastaveniam.

**OK.** Kliknutím na toto tlačítko potvrdíte zmeny, ktoré ste v bunke urobili a bunku uzavriete.

## 2.7 Neistota typu A

Ak hovoríme o type neistoty, hovoríme vlastne o spôsobe akým odhadujeme štandardnú neistotu. Ak je štandardná neistota veličiny reprezentovaná štandardnou odchýlkou alebo štandardnou odchýlkou priemeru vypočítanou zo sady opakovaných meraní, hovoríme o neistote typu A. Inými slovami, ak je štandardná neistota odhadnutá štatistickými metódami, tak sa vždy jedná o neistotu typu A. Všetky ostatné spôsoby odhadu neistoty su označované ako typ neistoty B.

Pre výpočet neistoty typu A má METRO k dispozícii niekoľko postupov, ktoré sú dostupne v menu dialógového riadku "Spôsob odhadu" v bunke pre neistotu.

### 1. "Vlastné meranie I (Typ A)"

Ak máte k dispozícii sadu meraní danej veličiny a aritmetický priemer a štandardná odchýlka priemeru vypočítané z tejto sady sú použité ako odhad veličiny a odhad jej štandardnej neistoty, je vhodné použiť metódu "Vlastné meranie I (Typ A)". Do bunky s neistotou sa pri tejto metóde odhadu neistoty zadáva: **sada experimentálnych meraní** danej veličiny. Ostatné parametre: aritmetický priemer, štandardná odchýlka priemeru a počet stupňov voľnosti sú vypočítané z tejto sady meraní a sú automaticky prenesené do bunky s veličinou.

Príklad okna s typom neistoty "Vlastné meranie I (Typ A)".

**Bunka so štandardnou neistotou**

Názov bunky: **u - Vlastné meranie I (Typ A)**

Štandardná neistota: **0,028** g Platnosť do: **Bez obmedzenia**

Zdroj neistoty: **Vlastné meranie I (Typ A)**

| Číslo merania | Meraná hodnota |
|---------------|----------------|
| 1.            | 10.54          |
| 2.            | 10.46          |
| 3.            | 10.55          |
| 4.            | 10.5           |
| 5.            | 10.65          |
| 6.            | 10.6           |
| 7.            |                |
| 8.            |                |

Počet stupňov voľnosti: **5**

Aritmetický priemer: **10.550**

Štandardná odchýlka: **0,068**

Štandardná odchýlka priemeru: **0,028**

Popis zdroja neistoty:  
 Meranie bolo opakované 6 krát. Aritmetický priemer týchto meraní bol použitý ako odhad hodnoty danej veličiny. Štandardná neistota bola odhadnutá zo štandardnej odchýlky priemeru. Počet stupňov voľnosti bol určený z počtu meraní.

Bunka je aktívna

Prepočítať Zrušiť OK

## 2. "Vlastné meranie II (Typ A)"

Ak máte k dispozícii sadu meraní danej veličiny a aritmetický priemer vypočítaný z tejto sady bude použitý ako odhad veličiny a okrem toho máte k dispozícii štandardnú odchýlku populácie pre meranú veličinu a počet stupňov voľnosti, ktoré sú známe z predchádzajúcich meraní, tak potom je vhodné použiť metódu "Vlastné meranie III (Typ A)". Do bunky s neistotou sa pri tejto metóde odhadu neistoty zadáva: **sada experimentálnych meraní, hodnota odhad štandardnej odchýlky populácie a počet stupňov voľnosti**. Aritmetický priemer je vypočítaný zo sady meraní, štandardná odchýlka priemeru je vypočítaná zo štandardnej odchýlky populácie a počtu meraní. Spolu so zadaným počtom stupňov voľnosti sú prenesené do bunky s veličinou.

**Bunka so štandardnou neistotou**

Názov bunky: **m1 - opakovanosť**

Štandardná neistota: **0,016** g Platnosť do: **Bez obmedzenia**

Spôsob odhadu: **Vlastné meranie II (Typ A)**

| Číslo merania | Meraná hodnota |
|---------------|----------------|
| 1.            | 10.54          |
| 2.            | 10.46          |
| 3.            | 10.55          |
| 4.            | 10.50          |
| 5.            | 10.65          |
| 6.            | 10.6           |
| 7.            |                |
| 8.            |                |

Počet stupňov voľnosti: **29**

Aritmetický priemer: **10.550**

Štandardná odchýlka priemeru: **0,016**

Prierezový odhad štand. odchýlky: **0.04**

Popis zdroja neistoty:  
 Meranie bolo opakované 6 krát. Aritmetický priemer z hodnôt týchto meraní je použitý ako odhad strednej hodnoty meranej veličiny. Prierezový odhad štandardnej odchýlky bol urobený z predchádzajúcich meraní.

Bunka je aktívna

Help Prepočítať Zrušiť OK



### 3. "Vlastné meranie III (Typ A)"

Tento spôsob je použitý vtedy, ak pri vyhodnotení neistoty nie sú známe konkrétne hodnoty meraní použité pri výpočte štandardnej odchýlky, ale priamo je známa štandardná odchýlka a počet meraní. V bunke pre tento typ neistoty sú zadávané: **štandardná neistota** a **počet stupňov voľnosti**. Do bunky s veličinou je zadaná nameraná hodnota veličiny.

**Bunka so štandardnou neistotou**

Názov bunky:

Štandardná neistota:  g Platnosť do:

Spôsob odhadu:

Štandardná odchýlka:

Počet stupňov voľnosti:

Popis zdroja neistoty

Kontrolné záznamy o vážení na použitých váhach udávajú štandardnú odchýlku 0.05 mg pri váženíach do 100 g. Táto hodnota pre opakovateľnosť bola určená z 10 meraní a je interpretovaná priamo ako štandardná neistota.

Bunka je aktívna

Help Prepočítať Zrušiť OK

### 4. "Vlastné meranie IV (Typ A)"

Ak máte k dispozícii sadu meraní, z ktorej bola vypočítaná štandardná odchýlka merania, pričom tieto merania boli robené len za účelom výpočtu štandardnej odchýlky, teda aritmetický priemer nebude použitý ako odhad strednej hodnoty merania. Pre tento prípad je vhodné použiť metódu "Vlastné meranie IV (Typ A)". Do bunky s neistotou sa pri tejto metóde odhadu neistoty zadáva: **sada experimentálnych meraní** danej veličiny použitých na odhad štandardnej odchýlky a **počet stupňov voľnosti**. Zo sady meraní je vypočítaná štandardná odchýlka merania, ktoré je ako štandardná neistota prenesená spolu s počtom stupňov voľnosti do bunky s veličinou.

**Bunka so štandardnou neistotou**

Názov bunky: **u - Vlastné meranie IV (Typ A)**

Štandardná neistota: **0,068** g Platnosť do: **Bez obmedzenia**

Zdroj neistoty: **Vlastné meranie IV (Typ A)**

| Číslo merania | Meraná hodnota |
|---------------|----------------|
| 1.            | 10.54          |
| 2.            | 10.46          |
| 3.            | 10.55          |
| 4.            | 10.5           |
| 5.            | 10.65          |
| 6.            | 10.6           |
| 7.            |                |
| 8.            |                |

Počet stupňov voľnosti: **5**

Aritmetický priemer: **10.550**

Štandardná odchýlka: **0,068**

Popis zdroja neistoty:  
 Štandardná odchýlka bola zisťovaná na sade 6 opakovaných meraní. Tieto merania boli robené výlučne za účelom výpočtu štandardnej odchýlky.

Bunka je aktívna

Prepočítať Zrušiť OK

## 2.8 Neistota typu B

Tento spôsob odhadu neistoty je vhodný predovšetkým pre veličiny, kde nie je možné urobiť opakované merania, ktoré sa dajú spracovať štatistickými metódami, alebo nie je možné predpokladať, že merania majú normálne rozdelenie. Pri tomto postupe sa vyberá pre veličinu vhodná distribúcia, pričom sa vychádza z roznych informačných zdrojov: manuály prístrojov, kalibračné listy, certifikáty referenčných materiálov, všeobecné odporúčania z literatúry, normy a pod.. Vo všeobecnosti, ak nie je istota, akú pravdepodobnostné rozdelenie použiť pre danú veličinu, treba sa prikloniť k "horšej" alternative, t.j. k takému rozdeleniu, ktoré poskytuje väčšiu štandardnú neistotu. Obvykle to je rovnomerné (rovnomerné) rozdelenie.

Pre výpočet neistoty typu B má METRO k dispozícii niekoľko postupov, ktoré sú dostupné v menu dialógového riadku "Spôsob odhadu" v bunke pre neistotu.

### 1. "Z tabuliek, noriem a dokumentov (Typ B)"

Ak poznáte alebo predpokladáte distribúciu pre danú veličinu, kliknite na "Z tabuliek, noriem a dokumentov (Typ B)" v menu "Spôsob odhadu". Menu s možnými distribúciami otvoríte **kliknutím** na šípku v dialógovom okienku "Rozdelenie pravdepodob."

Z tabuliek, noriem a dokumentov (Typ B)

Rovnomerné

Rovnomerné  
 Trojuholníkové  
 t-Rozdelenie  
 Normálne  
 U-Rozdelenie  
 Lichobežníkové

V tomto menu kliknite na pravdepodobnostné rozdelenie, ktorú chcete použiť. Pri výbere jednotlivých rozdelení treba zadávať tieto parametre:

Pre rozdelenia: rovnomerné, trojuholníkové a U-rozdelenie  
 Položírku distribúcie

Počet stupňov voľnosti je štandardne nekonečno.

#### Pre lichobežníkové

Pološírku distribúcie

Tvarový faktor (je to pomer hornej a dolnej základne lichobežníka)

Počet stupňov voľnosti je štandardne nekonečno.

#### Pre t-rozdelenie

Štandardnú neistotu

Počet stupňov voľnosti (štandardne je 50)

#### Pre normálne rozdelenie

Rozšírenú neistotu

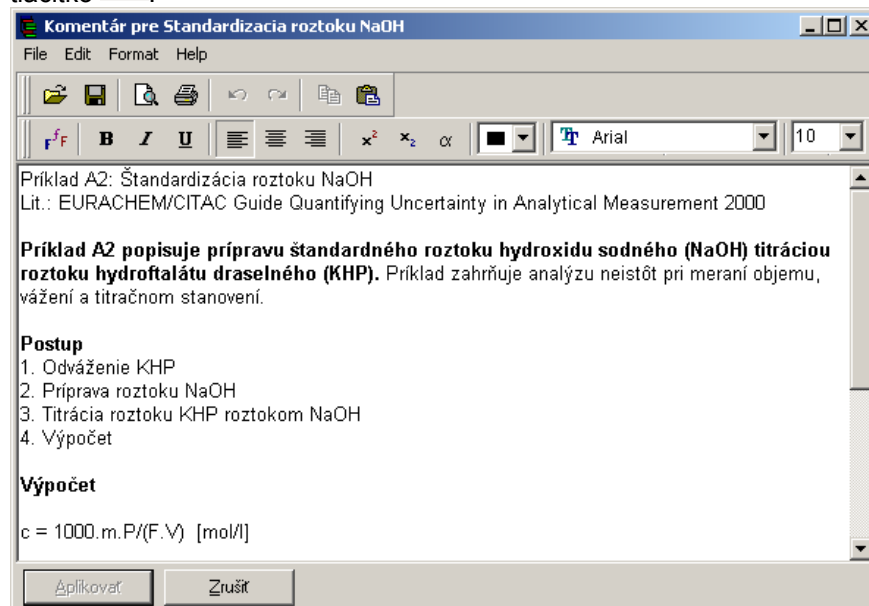
Hladinu významnosti (výber z možností 68.27%, 90%, 95%, 95.45%, 99%, 99.73% čo zodpovedá expanznému koeficientu 1.0, 1.645, 1.960, 2.0, 2.576 a 3.0)

Počet stupňov voľnosti (štandardne je 50)

## 2.9 Editovanie komentárov v diagrame

METRO má zabudovaný vlastný textový editor. Význam príkazových tlačítok v tomto editore je veľmi podobný príkazovým tlačítkam použitým v textovom procesore Microsoft Word. Otvára sa kliknutím na

tlačítko .



## 2.10 Nastavenie expiračnej doby

Expiračná doba neistoty je doba, po ktorú je zdroj pre danú neistotu v platnosti. Typickým príkladom je expiračná doba pre certifikovaný referenčný materiál, ktorá je uvedená na certifikáte alebo platnosť kalibrácie meracieho zariadenia a pod.. Program METRO umožňuje nastaviť pre každý zdroj neistoty jeho expiračný dátum t.j dátum, po ktorom zdroj neistoty stráca svoju platnosť. METRO tieto dátumy automaticky kontroluje a ak vyberiete z databázy vzorových diagramov diagram, ktorý má aspoň jednu preexpirovanú neistotu, budete na to upozornení. Takýto diagram by nemal byť použitý pre meranie. Nastavenie doby expirácie nie je povinné.

Nastavenie expiračnej doby sa robí nasledovným spôsobom:

V bunke pre neistotu **kliknite** tlačítko "Platnosť do", čím zaktivizujete dialógové okienko, v ktorom sa objaví dnešný dátum.

Môžete priamo zapísať do tohto dialógového okienka nový dátum alebo **kliknite** na šípku vpravo v tomto okienku. Otvorí sa menu v ktorom môžete nastaviť ľubovoľný dátum expirácie, jednoduchým **kliknutím** na príslušný deň v mesiaci. V pravom hornom a ľavom hornom rohu sú tlačítka, na ktoré keď kliknete môžete expiračnú dobu zväčšovať/zmenšovať o mesiac. Po kliknutí na konkrétny deň v mesiaci sa toto okno uzatvorí.

Ak ešte raz kliknete na tlačítko "Platnosť do", zrušíte nastavenú expiračnú dobu, ktorá sa zmení na "Bez obmedzenia".

## 2.11 Odhad počtu stupňov voľnosti

Počet stupňov voľnosti je ďalší dôležitý parameter, ktorý má priamy vplyv na hodnotu koeficienta pokrytia pri výpočte rozšírenej neistoty

### Zadanie počtu stupňov voľnosti pre jednotlivé spôsoby odhadu neistoty

| Rozdelenie pravdepodobnosti | Počet stupňov voľnosti       | Typ neistoty | Poznámka   |
|-----------------------------|------------------------------|--------------|--|
| Rovnomerné                  | $\infty$                     | B            | Počet stupňov voľnosti vyjadruje mieru neistoty rozptylu. Preto potom ak je pravdepodobnostne rozdelenie dané <i>a priori</i> tak hodnota neistoty resp. rozptylu je presne známa a počet stupňov voľnosti je nekonečno. |
| Trojuholníkové              | $\infty$                     | B            |  |
| U-distribúcia               | $\infty$                     | B            |  |
| Normálne                    | voliteľné (štandardne je 50) | B            |  |
| t-rozdelenie                | voliteľné (štandardne je 50) | B            |  |
| Vlastné meranie I.          | počet meraní -1              | A            | merania za účelom odhadu štandardnej odchýlky priemeru   |
| Vlastné meranie II.         | počet meraní -1              | A            | odhad štandardnej odchýlky priemeru z prierezovej štandardnej odchýlky   |
| Vlastné meranie III.        | voliteľné                    | A            | štandardná odchýlka a počet stupňov voľnosti sú zadávané   |
| Vlastné meranie IV.         | počet meraní -1              | A            | merania za účelom odhadu štandardnej odchýlky  |

V tých bunkách s neistotou, kde je počet stupňov voľnosti voliteľný, je ho možné zadať cez menu Počet stupňov voľnosti.

|                     |
|---------------------|
| Štandardný          |
| Kvalifikovaný odhad |
| Štandardný          |

V programe METRO je efektívny počet stupňov voľnosti pre meranú veličinu odhadovaný pomocou tzv. Welchovej a Satterwaiteho rovnice (podrobnosti viď. literatúra *Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement, Dodatok G.4.2. str 61*)

$$v_{eff} = \frac{u_c^4(y)}{\sum_{i=1}^N \frac{c_i^4 \times u^4(x_i)}{v_i}}$$

kde

- $u_c(y)$  je kombinovaná štandardná neistota veličiny  $y$
- $v_i$  je odhadnutý efektívny počet stupňov voľnosti pre veličinu  $x_i$
- $u(x_i)$  je neistota veličiny  $x_i$
- $c_i$  je koeficient citlivosti pre veličinu  $x_i$

Na základe centrálného limitného teorému možno predpokladať, že výsledná meraná veličina má t-distribúciu a takto vypočítaný efektívny počet stupňov voľnosti môže byť použitý na odhad koeficienta pokrytia z kritickej hodnoty t-distribúcie pre daný počet stupňov voľnosti a hladinu významnosti (resp. pravdepodobnosť). Kombinovaná štandardná neistota vynásobená expanzným koeficientom poskytuje odhad rozšírenej neistoty meranej veličiny (*Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement, Dodatok G*).

## 2.12 Pravidlá pre písanie modelových rovníc

Modelová rovnica je vpísaná do riadku Modelová rovnica v bunke s rovnicou.

|                  |   |  |    |
|------------------|---|--|----|
| Modelová rovnica |   |  |    |
|                  | = |  | OK |

Symbol pre meranú veličinu je vpisovaný do ľavého okienka a pravá strana rovnice do pravej časti riadku. Zadanie symbolu pre meranú veličinu je nepovinné. Ak nevložíte žiadny názov, tak program sám navrhne symbol "Var1". Syntax písania pravej strany rovnice je podobná písaniu príkazových riadkov ako v programovacích jazykoch PASCAL alebo C.

Pravá strana rovnice reprezentuje algebraický výraz vytvorený vhodnou kombináciou matematických operátorov, funkcií, čísiel a symbolov veličín. Tento algebraický výraz sa potom počíta podľa bežných matematických pravidiel.

### Dovolené operátory

| Priorita | Operátor | Význam    |
|----------|----------|-----------|
| (1)      | +        | sčítanie  |
| (1)      | -        | odčítanie |
| (2)      | *        | násobenie |
| (2)      | /        | delenie   |
| (3)      | ^        | umocnenie |

Matematické operácie s vyššou prioritou sú vykonané skôr ako tie s nižšou prioritou. V prípade rovnosti priorít sú operácie vykonávané zľava doprava. Poradie operácií môže byť usmernené použitím zátvoriek '(', ') na určité časti rovnice, ktoré potom majú vyššiu operácie. Pri použití

viacnásobných zátvoriek majú najvyššiu prioritu operácie v najvnútornejších zátvorkách, pričom sa postupuje pri výpočete smerom k vonkajším zátvorkám.

### Akceptované funkcie

|                                |  |
|--------------------------------|--|
| <b>COS(X)</b>                  | : cosínus uhla X v radiánoch.  |
| <b>SIN(X)</b>                  | : sínus uhla X v radiánoch   |
| <b>SINH(X)</b>                 | : hyperbolický sínus X.  |
| <b>COSH(X)</b>                 | : hyperbolický cosínus X.  |
| <b>TAN(X)</b>                  | : tangens, $\text{Tan}(X) = \text{Sin}(X) / \text{Cos}(X)$   |
| <b>COTAN(X)</b>                | : cotangens, $\text{Cotan}(X) = 1 / \text{Tan}(X)$   |
| <b>ARCTAN(X)</b>               | : arcustangens X.  |
| <b>EXP(X)</b>                  | : e umocnené na X, kde e je základ prirodzeného logaritmu.   |
| <b>LN(X)</b>                   | : prirodzený logritmus ( $\text{Ln}(e) = 1$ ) reálneho čísla X.  |
| <b>LOG10(X)</b>                | : logaritmus X so základom 10.   |
| <b>LOG2(X)</b>                 | : logaritmus X so základom 2.  |
| <b>LOGN(N,X)</b>               | : logaritmus X so základom N   |
| <b>SQRT(X)</b>                 | : druhá odmocnia X.  |
| <b>SQR(X)</b>                  | : druhá mocnina X, ekvivalentné zápisu $X^2$ .   |
| <b>POWER(Základ, Exponent)</b> | : Umocňuje základ na exponent. Pre neceločíselné exponenty alebo exponenty väčšie ako maximálny integer musí byť Základ väčší ako 0. |

Názvy funkcií nie sú citlive na veľké malé písmená, napríklad  $\text{Sin}(x)$ ,  $\text{sin}(x)$  alebo  $\text{SIN}(x)$  sú všetko platné zápisy.

### Čísla

Čísla musia začínať s číslicou a môže byť pred nimi umiestnené znamienko "+" or "-". Dovoľené sú celé čísla (napríklad 15, 321 alebo 1000), desatinné čísla (napríklad 2.38, -0.088 alebo 34000.98). E-formát nie je akceptovaný použitým interpreterom. V desatinných číslach je akceptovaná desatinná bodka "." alebo desatinná čiarka ",".


### Symboly veličín

Symbol veličiny musí začínať písmenom alebo dolnou pomlčkou "\_". Za prvý znakom je dovoľená akákoľvek kombinácia písmen, číslic a dolnej pomlčky "\_". Symboly sú citlivé na veľké a malé písmená. Napríklad "Vol" a "vol" sú dve rozdielne veličiny. Maximálna dĺžka názvu veličiny je 64 znakov. Názov veličiny nemôže byť totožný s názvom zabudovanej funkcie. Výber názvov veličín je na užívateľovi.

Príklady pravých strán rovnice:

$A + B^2 + C \cdot D$   
 $1000 \cdot P^m / (F \cdot V)$   
 $1.55 \cdot \text{SQRT}(A) + 2.56 / \text{SQR}(B)$

## 2.13 Úprava tabuľky v bunke s rovnicou

Po kliknutí  sa v záložke "Veličiny z rovnice" objaví tabuľka, ktorá obsahuje zoznam veličín identifikovaných v modelovej rovnici.

| Veličiny z rovnice |          | Matica korelačných koeficientov |              |
|--------------------|----------|---------------------------------|--------------|
| Veličina           | Jednotka | Názov veličiny                  | Typ veličiny |
| F                  |          |                                 | Veličina     |
| m                  |          |                                 | Veličina     |
| P                  |          |                                 | Veličina     |

Program umožňuje:

### Zmeniť názov veličiny v modelovej rovnici

V stĺpci "Veličina" **nabehnite kurzorom** na okienko s názvom tej veličiny, ktorej názov chcete zmeniť. Objaví sa aktívne tlačítko

| Veličiny z rovnice |          | Matica korelačných koeficientov |              |
|--------------------|----------|---------------------------------|--------------|
| Veličina           | Jednotka | Názov veličiny                  | Typ veličiny |
| F                  | >        |                                 | Veličina     |
| m                  |          |                                 | Veličina     |
| P                  |          |                                 | Veličina     |

Po kliknutí na toto tlačítko sa zobrazí dialógové okno, v ktorom do riadku "Nový symbol" môžete zadať nový symbol pre veličinu v modelovej rovnici.

**Premenovanie symbolu veličiny** [X]

Aktuálny symbol: F

Nový symbol: A

Po kliknutí OK je v modelovej rovnici starý symbol veličiny nahradený novým.

| Veličiny z rovnice |          | Matica korelačných koeficientov |              |
|--------------------|----------|---------------------------------|--------------|
| Veličina           | Jednotka | Názov veličiny                  | Typ veličiny |
| A                  |          |                                 | Veličina     |
| m                  |          |                                 | Veličina     |
| P                  |          |                                 | Veličina     |

### Zmeniť typ veličiny v modelovej rovnici

V stĺpci "Typ veličiny" **kliknite kurzorom** na okienko s typom tej veličiny, ktorej typ chcete zmeniť. Objaví sa aktívne tlačítko.

| Veličiny z rovnice |          | Matica korelačných koeficientov |              |
|--------------------|----------|---------------------------------|--------------|
| Veličina           | Jednotka | Názov veličiny                  | Typ veličiny |
| F                  |          |                                 | Veličina     |
| m                  |          |                                 | Veličina     |
| P                  |          |                                 | Veličina     |

**Kliknutím** na toto tlačítko sa zobrazí menu, v ktorom môžete vybrať nasledovné typy:

- veličina (klasická veličina s neistotami)
- konštanta (je to vlastne veličina, ktorej hodnotu neovplyvňuje žiadna neistota)
- molekulová hmotnosť (špeciálny typ veličiny kde vstupom je sumárny vzorec molekuly)

Typ vyberiete **kliknutím** príslušného riadku v tomto menu.

| Veličiny z rovnice |          | Matica korelačných koeficientov |                     |
|--------------------|----------|---------------------------------|---------------------|
| Veličina           | Jednotka | Názov veličiny                  | Typ veličiny        |
| F                  |          |                                 | Veličina            |
| m                  |          |                                 | Veličina            |
| P                  |          |                                 | Konštanta           |
|                    |          |                                 | Molekulová hmotnosť |

## 2.14 Zadanie matice korelačných koeficientov

Ak sú vstupné veličiny v modelovej rovnici korelované a príslušné korelačné koeficienty sú známe, program METRO umožňuje zahrnúť do výpočtu kombinovanej štandardnej neistoty tieto korelačné koeficienty.

Pre veličinu  $y$ , ktorej závislosť na vstupných veličinách je vyjadrená modelovou rovnicou  $y=f(x_1, \dots, x_N)$  kde  $N$  je počet vstupných veličín, možno kombinovanú štandardnú neistotu odhadnúť z približného vzťahu

$$u_c^2(y) = \sum_{i=1}^N c_i^2 u^2(x_i) + 2 \sum_{i=1}^N \sum_{j=i+1}^N c_i c_j u(x_i) u(x_j) r(x_i, x_j)$$

kde  $c_i$  je koeficient citlivosti veličiny  $x_i$ ,  $u(x_i)$  je štandardná neistota veličiny  $x_i$  a  $r(x_i, x_j)$  je korelačný koeficient vyjadrujúci koreláciu medzi veličinami  $x_i$  a  $x_j$ .

Uvažujme príklad keď pre meranú veličinu platí vzťah  $y = (x_1 \cdot x_2) / x_3$ , pričom veličiny  $x_1$  a  $x_2$  sú vzájomne korelované s korelačným koeficientom  $r(x_1, x_2) = 0.75$ .

Po zadaní rovnice do bunky štandardným spôsobom popísaným v Lekcii 1 dostanete bunku s rovnicou v nasledovnom tvare:



**Rovnica (Nový vzor)**

Názov bunky

Názov veličiny  = Hodnota  Jednotka

Kombinovaná štandardná neistota

Relatívna štandardná neistota

Rozšírená neistota

Počet stupňov voľnosti

Koeficient pokrytia

Modelová rovnica

**Veličiny z rovnice** **Matica korelačných koeficientov**

| Veličina | Jednotka | Názov veličiny | Typ veličiny |
|----------|----------|----------------|--------------|
| x1       |          | x1             | Veličina     |
| x2       |          | x2             | Veličina     |
| x3       |          | x3             | Veličina     |

Komentár

Zrušiť OK

**Kliknite** v tejto bunke na záložku "Matica korelačných koeficientov" a otvorí sa tabuľka v ktorej môžete zadať prvky matice korelačných koeficientov medzi jednotlivými veličinami modelovej rovnice.

**Veličiny z rovnice** **Matica korelačných koeficientov**

|    | x1  | x2  | x3  |
|----|-----|-----|-----|
| x1 | 1.0 | 0.0 | 0.0 |
| x2 | 0.0 | 1.0 | 0.0 |
| x3 | 0.0 | 0.0 | 1.0 |

Prepočítať

Komentár

Zrušiť OK

Zadajte hodnotu korelačného koeficientu medzi veličinami x1 a x2.

**Veličiny z rovnice** **Matica korelačných koeficientov**

|    | x1   | x2   | x3  |
|----|------|------|-----|
| x1 | 1.0  | 0.75 | 0.0 |
| x2 | 0.75 | 1.0  | 0.0 |
| x3 | 0.0  | 0.0  | 1.0 |

Prepočítať

Komentár

Zrušiť OK

**Kliknutím** na tlačidlo OK uzatvoríte bunku, ktorá je pripravená na výpočet kombinovanej štandardnej neistoty so zahrnutím vyššie uvedenej korelácie.

## 2.15 Zadávanie neistoty cez funkčnú závislosť

Keď je v bunke s neistotou nastavený režim zadávania spôsobu odhadu neistoty na “**Z tabuliek, noriem a dokumntov Typ(B)**“, program umožňuje v bunkach s neistotou v dialógových riadkoch pre zadanie parametrov pravdepodobnostného rozdelenia použiť namiesto konkrétnych číselných hodnôt funkčnú závislosť. Táto funkčná závislosť vyjadruje závislosť daného parametra a tým aj štandardnej neistoty na hodnote veličiny k neistote ktorej, daný zdroj prispieva. Parametre ktoré môžu byť vyjadrené cez funkcie:

- **pološírka distribúcie pre pravdepodob. rozdelenia: rovnomerné, trojuholníkové, U-rozdelenie,**
- **štandardná neistota pre t-rozdelenie,**
- **rozšírená neistota pre normálne rozdelenie.**

Ak má byť hodnota neistoty závislá na hodnote veličiny musí byť vo vzorci funkcie použité kľúčové slovo **Var**, kritériá pre písanie funkcií sú tie isté ako pre písanie modelových rovníc, ktoré sa vytvárajú vhodnou kombináciou matematických operátorov, funkcií, čísiel a symbolov veličín vid'. kapitola 2.12..

Príklady správnych funkcií:     **0.1 + Var\*0.05**  
   **Var\*Var/100**  
   **0.02 + 0.001\*Var + 0.0002\*Var^2**

Príklady nesprávnych funkcií:   **0.1 + x\*0.05**   (x – nie je kľúčové slovo)  
   **Var\*A/100**     (A – nie je kľúčové slovo)

Ak je v bunke s veličinou zadaná hodnota veličiny, tak je funkčná závislosť vyhodnotená a vypočítaný parameter je použitý pri odhade štandardnej neistoty.

Je možné zadať výraz aj bez kľúčového slova **Var**. Napríklad: **0.02 + 0.001\*55.5 + 0.0002\*55.5^2**  
 V tomto prípade sa vykonajú príslušné operácie a vypočítaná hodnota bude ďalej použitá.

Príklad naplnenej bunky keď pološírka rovnomernej distribúcie je závislá na veličine:

## 2.16 Zadavanie neistoty v %

Keď je v bunke s neistotou nastavený režim zadavania spôsobu odhadu neistoty na **“Z tabuliek, noriem a dokumntov Typ(B)”** alebo **Vlastné meranie III**, program umožňuje v bunkach s neistotou v dialógových riadkoch pre zadanie parametrov pravdepodobnostného rozdelenia použiť relatívne hodnoty parametrov vyjadrené v %. Parametre ktoré môžu byť vyjadrené v %:

- pološírka distribúcie pre pravdepodob. rozdelenia: rovnomerné, trojuholníkové, U-rozdelenie,
- štandardná neistota pre t-rozdelenie,
- štandardná odchýlka pre Vlastne meranie III,
- rozšírená neistota pre normálne rozdelenie.

Ak je v bunke s veličinou zadaná hodnota veličiny, tak relatívna hodnota v % je automaticky vypočítaná a použitá pri odhade štandardnej neistoty.

Príklad keď štandardná odchýlka je zadaná v %.

**Bunka so štandardnou neistotou**

Názov bunky: **Neistota pre rep**

Štandardná neistota: **0,00050** Platnosť do: **Bez obmedzenia**

Spôsob odhadu: **Vlastné meranie III (Typ A)**

Štandardná odchýlka: **0.05 %**

Počet stupňov voľnosti: **50**

Popis zdroja neistoty  
Opakovateľnosť z validačných meraní.

Bunka je aktívna Help Prepočítať Zrušiť OK

Príklad keď pološírka distribúcie rovnomerného rozdelenia je zadaná %.

**Bunka so štandardnou neistotou**

Názov bunky: **Neistota pre P**

Štandardná neistota: **0,00064** Platnosť do: **Bez obmedzenia**

Spôsob odhadu: **Z tabuliek, noriem a dokumentov (Typ B)**

Rozdelenie pravdepodob.: **Rovnomerné**

Pološírka distribúcie: **0.05 %**

Počet stupňov voľnosti: **∞** Štandardný

Popis zdroja neistoty  
Hodnota veličiny P je 2,22. Potom pološírka distribúcie je vypočítaná zo vľahu  $2,22 \times 0.05/100\% = 0.00111$ .  
Štandardná neistota pre rovnomerné rozdelenie pravdepodob. je  $0.00111/\sqrt{3} = 0.00064$ .

Bunka je aktívna Help Prepočítať Zrušiť OK

## 2.17 Vzorec pre výpočet neistoty v Exceli

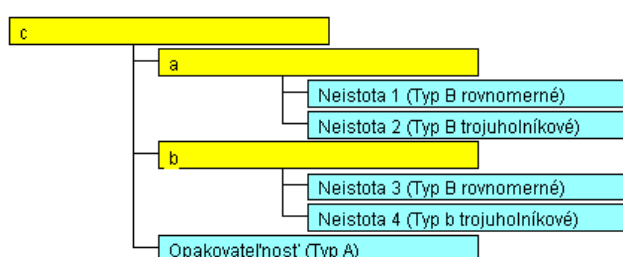
Program METRO umožňuje transformáciu Ishikawovho diagramu na vzorec pre výpočet kombinovanej neistoty a efektívneho počtu stupňov voľnosti, ktoré sú po malej úprave naštartovateľné v prostredí Excelu. Vzorec sa prenáša do buniek Excelu štandardnými príkazmi operačného systému Windows..

Protokol so vzorcami pre Excel sa otvára kliknutím na záložku **Vzorec pre výpočet neistoty**. Pri generovaní vzorcov pre Excel sú uvažované tieto varianty:

### 2.17.1 Varianta – Ishikawov diagram je naplnený

Modelova rovnica:  $c = a \cdot b$

Diagram:



**Protokol vygenerovaný programom METRO** (objaví sa kliknutím na záložku Vzorec pre výpočet neistoty)

\*\*\*\*\* MS Excel \*\*\*\*\*

Rovnica pre výpočet kombinovanej štandardnej neistoty

$$uc = \text{SQRT}(4,4^2 \cdot 0,01^2/3 + 4,4^2 \cdot 0,05^2/6 + 5,3^2 \cdot 0,02^2/3 + 5,3^2 \cdot 0,08^2/2 + 0,3498^2)$$

Rovnica pre výpočet rozšírenej neistoty

$$\begin{aligned} U &= t(\text{eff}) \cdot uc \\ t(\text{eff}) &= \text{TINV}(0,05; \text{eff}) \\ \text{eff} &= \text{ROUNDDOWN}(uc^4 / ((0,3498^2)^2/5); 0) \end{aligned}$$

Popis

**uc** Kombinovaná štandardná neistota  
**U** Rozšírená neistota  
**eff** Efektívny počet stupňov voľnosti  
**t(eff)** Koefficient pokrytia definovaný ako hodnota z t-tabuľky pre dané eff a konfidenčnú pravdepodobnosť 95%

Vzorce parametrov **uc**, **U**, **eff**, **t(eff)** možno priamo v protokole vysvietiť a preniesť do buniek Excelu. Robí sa to nasledovným spôsobom:

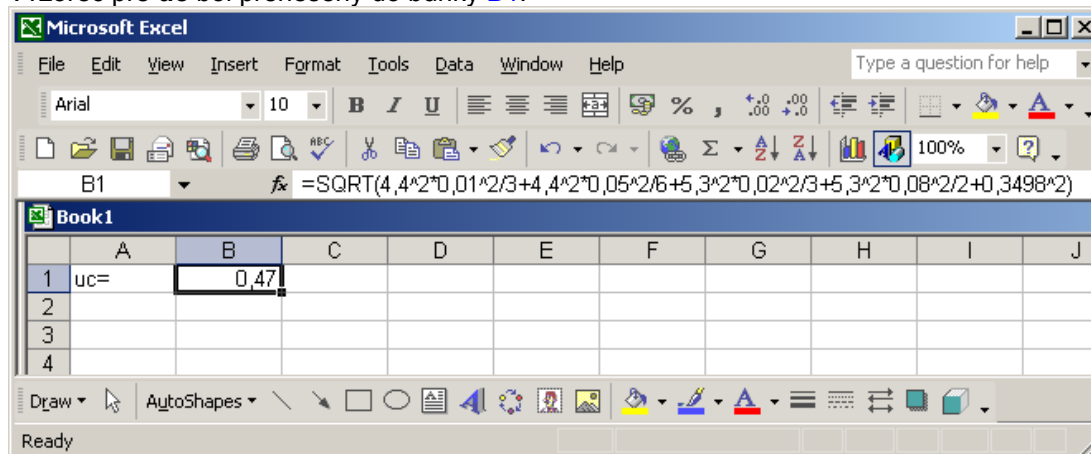
**Vysvietíte kurzorom** príslušný text obsahujúci vzorec, **kliknite** kombináciu tlačítok **Ctrl^ C** alebo **Ctrl Insert**, tým sa preniesie vysvietený text do schránky. Potom v okne s Excelom **kliknite** na bunku v ktorej chcete mať výpočet podľa vzorca v schránke a **kliknite** na ikonku **Paste/Vložiť** alebo použít kombináciu tlačítok **Shift Insert**. Text zo schránky sa preniesie do bunky v Exceli.

Ak boli vzorce vytvorené z naplneného diagramu, tak vzorec pre **uc** je po prenesení do bunky Excelu ihneď spustiteľný a vypočítaná hodnota pre **uc** sa zhoduje s hodnotu vypočítanou pomocou príslušného diagramu v programe METRO. Vo vzorci pre výpočet počtu stupňov voľnosti je premenná **uc**. Aby bol vzorec aktívny, je nutné túto premennú substituovať názvom bunky, ktorá poskytuje výpočet **uc**. Analogicky to platí aj pre vzorce na výpočet koeficientu pokrytia **t(eff)** kde je substituovaná premenná **eff** a vzorec pre výpočet rozšírenej neistoty **U**, kde sú substituované obidve premenné **t(eff)** a **uc**. Postup je ďalej vysvetlený na konkrétnom príklade.

*Príklad vytvárania aplikácie v Exceli:*

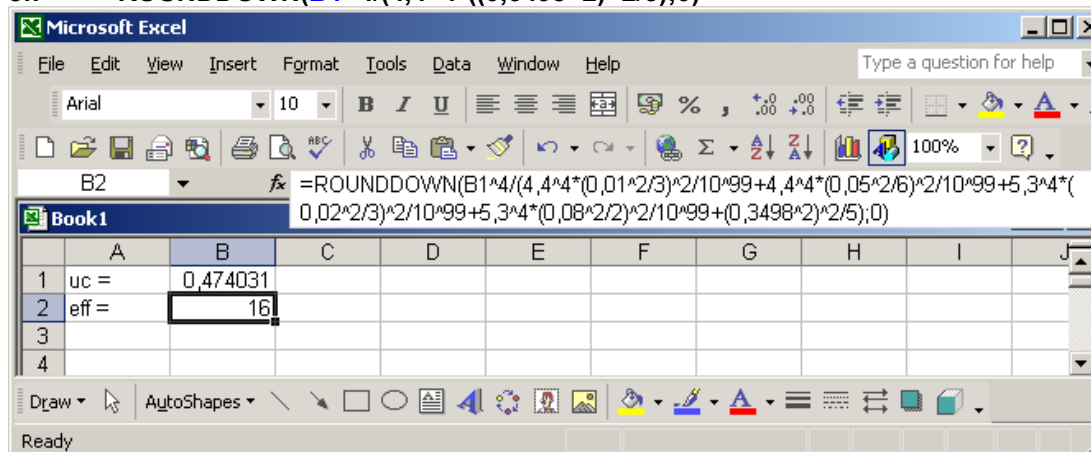
### 1. Výpočet kombinovanej neistoty.

Vzorec pre **uc** bol prenesený do bunky **B1**.



### 2. Výpočet efektívneho počtu stupňov voľnosti **eff**.

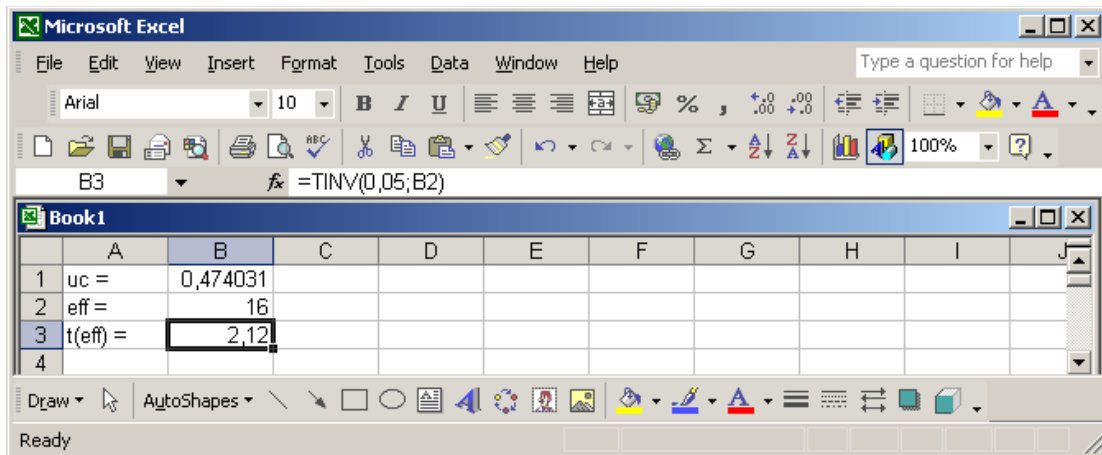
Vzorec pre **eff** je prenesený do bunky **B2** a textový reťazec "uc" v tomto vzorci je nahradený s názvom bunky pre výpočet **uc**, v tomto prípade je to bunka **B1**. Potom vzorec nadobúda pre Excel tvar:  
**eff** =ROUND(DOWN(B1^4/(4,4^4\*((0,3498^2)^2/5);0)



### 3. Výpočet koeficienta pokrytia **t(eff)**.

Vzorec pre **t(eff)** je prenesený do bunky **B3** a textový reťazec "eff" je nahradený názvom bunky pre výpočet **eff**, v tomto prípade **B2**. Potom vzorec nadobúda pre Excel tvar:

**t(eff)** =TINV(0,05;eff) -> **t(eff)** =TINV(0,05;B2)

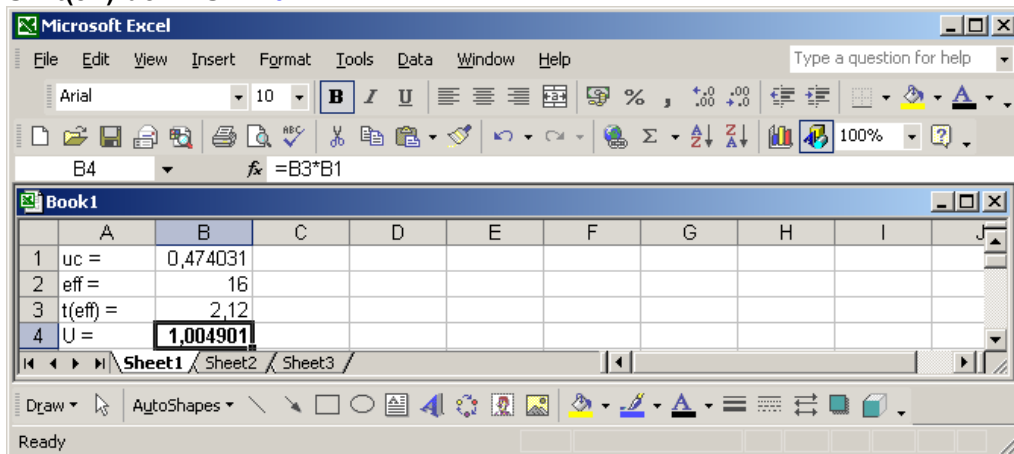


Poznámka: Funkcia TINV v Exceli vypočíta hodnotu kvantilu t-rozdelenia pre daný počet stupňov voľnosti a požadovanú konfidenčnú pravdepodobnosť 95%.

#### 4. Výpočet rozšírenej neistoty **U**.

Rozšírená neistota **U** je vypočítaná podľa vzťahu  $U = t(\text{eff}) * u_c$ . Ak v tomto vzorci nahradíme textové reťazce "t(eff)" a "uc" názvami buniek, kde sa tieto parametre počítajú, vzorec nadobúda pre Excel tvar:

$$U = t(\text{eff}) * u_c \rightarrow U = B3 * B1$$



Poznámka: V zmysle pokynov týkajúcich sa vyjadrovania číselných hodnôt neistoty, doporučuje sa nastaviť vlastnosti buniek pre **uc** a **U** na typ 'Number' s dvoma platnými číslicami.

Ďalšia časť protokolu obsahuje popis ako boli jednotlivé hodnoty neistôt priradené vo vzorci pre výpočet kombinovanej neistoty.

\*\*\*\*\* Metro2003 \*\*\*\*\*

Modelová rovnica

$$c = a * b$$

Rovnica pre výpočet kombinovanej štandardnej neistoty ( všeobecný tvar )

$$u_c = \text{SQRT}((c1^2 * u1^2) + (c2^2 * u2^2) + (c3^2 * u3^2) + (c4^2 * u4^2) + u0\_5^2)$$

Typ B, rovnomerné rozdelenie,  
 názov bunky neistoty: Neistota 1 (Typ B rovnomerné)  
 pre veličinu: a  
 $u1^2 = a1^2/3$   
 a1 - pološírka distribúcie  
 a1 = 0,1  
 c1 = 4,4

Typ B, trojuholníkové rozdelenie,  
 názov bunky neistoty: Neistota 2 (Typ B trojuholníkové)  
 pre veličinu: a  
 $u2^2 = a2^2/6$   
 a2 - pološírka distribúcie  
 a2 = 0,05  
 c2 = 4,4

Typ B, rovnomerné rozdelenie,  
 názov bunky neistoty: Neistota 3 (Typ B rovnomerné)  
 pre veličinu: b  
 $u3^2 = a3^2/3$   
 a3 - pološírka distribúcie  
 a3 = 0,2  
 c3 = 5,3

Typ B, U-rozdelenie,  
 názov bunky neistoty: Neistota 4 (Typ b trojuholníkové)  
 pre veličinu: b  
 $u4^2 = a4^2/2$   
 a4 - pološírka distribúcie  
 a4 = 0,08  
 c4 = 5,3

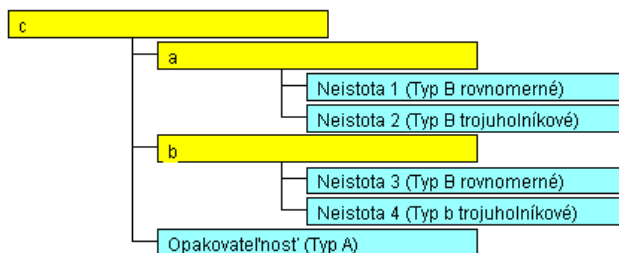
Typ A, vlastné meranie III,  
 názov bunky neistoty: Opakovateľnosť (Typ A)  
 pre veličinu: c  
 $u5^2 = SD^2$  štandardná odchýlka  
 c5 = 5,3

## 2.17.2 Varianta – Ishikawov diagram je naplnený a sú prítomné korelácie

Modelova rovnica:  $c = a \cdot b$

Veličiny **a** a **b** korelujú s korelačným koeficientom 0.7..

Diagram:



**Protokol vygenerovaný programom METRO** (objaví sa kliknutím na záložku Vzorec pre výpočet neistoty)

\*\*\*\*\* MS Excel \*\*\*\*\*

Rovnica pre výpočet kombinovanej štandardnej neistoty

$$\begin{aligned} \text{uc} &= \text{SQRT}(4,4^2 \cdot 0,01^2/3 + 4,4^2 \cdot 0,05^2/6 + 5,3^2 \cdot 0,02^2/3 + 5,3^2 \cdot 0,08^2/2 + 0,3498^2 + \text{Kor}) \\ \text{Kor} &= 4,4 \cdot 5,3 \cdot \text{SQRT}(0,01^2/3 + 0,05^2/6) \cdot \text{SQRT}(0,02^2/3 + 0,08^2/2) \cdot 0,7 \end{aligned}$$

Rovnica pre výpočet rozšírenej neistoty

$$\begin{aligned} \text{U} &= t(\text{eff}) \cdot \text{uc} \\ t(\text{eff}) &= \text{TINV}(0,05; \text{eff}) \\ \text{eff} &= \text{ROUNDDOWN}(\text{uc}^4 / ((0,3498^2)^{2/5}); 0) \end{aligned}$$

Popis

- uc** Kombinovaná štandardná neistota
- U** Rozšírená neistota
- Kor** Príspevok z korelácií premenných
- eff** Efektívny počet stupňov voľnosti
- t(eff)** Koefficient pokrytia definovaný ako hodnota z t-tabuľky pre dané **eff** a konfidenčnú pravdepodobnosť 95%

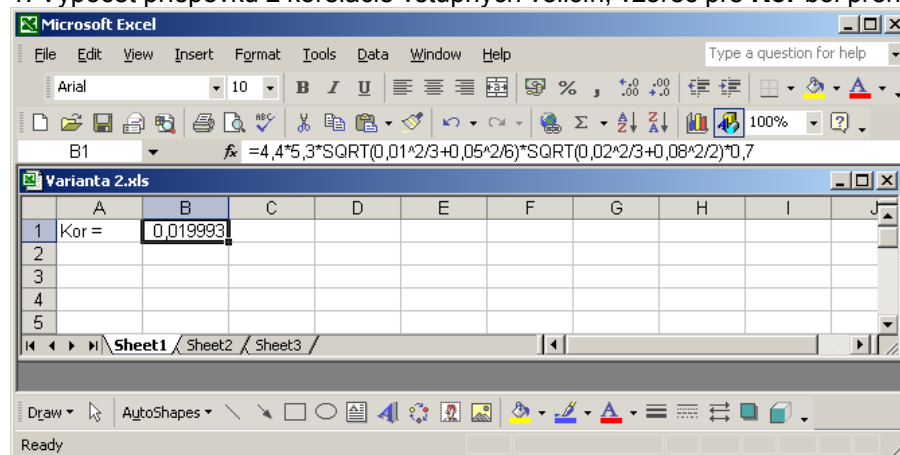
Vzorce parametrov **Kor**, **uc**, **U**, **eff**, **t(eff)** možno priamo v protokole vysvietiť a preniesť do buniek Excelu. Robí sa to nasledovným spôsobom:

**Vysviette kurzorom** príslušný text obsahujúci vzorec, **kliknite** kombináciu tlačítok **Ctrl^ C** alebo **Ctrl Insert**, tým sa preniesie vysvietený text do schránky. Potom v okne s Excelom **kliknite** na bunku v ktorej chcete mať výpočet podľa vzorca zo schránky a **kliknite** na ikonku **Paste/Vložiť** alebo použite kombináciu tlačítok **Shift Insert**. Text zo schránky sa preniesie do bunky v Exceli.

Ak boli vzorce vytvorené z naplneného diagramu, tak vzorec pre **Kor** je po prenesení do bunky Excelu ihneď spustiteľný. Vo vzorci pre výpočet **uc** je premenná **Kor** substituovaná názvom bunky, ktorá poskytuje výpočet **Kor**. Vo vzorci pre výpočet počtu stupňov voľnosti je premenná **uc**. Aby bol vzorec aktívny, je nutné túto premennú substituovať názvom bunky, ktorá poskytuje výpočet **uc**. Analogicky to platí aj pre vzorce na výpočet koeficientu pokrytia **t(eff)** kde je substituovaná premenná **eff** a vzorec pre výpočet rozšírenej neistoty **U**, kde sú substituované obidve premenné **t(eff)** a **uc**. Postup je ďalej vysvetlený na konkrétnom príklade.

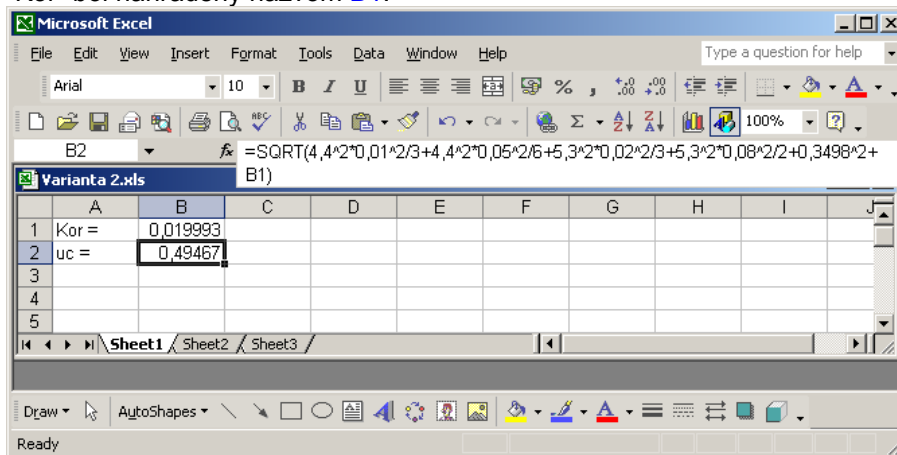
*Príklad vytvárania aplikácie v Exceli:*

1. Výpočet príspevku z korelácie vstupných veličín, vzorec pre **Kor** bol prenesený do bunky **B1**.





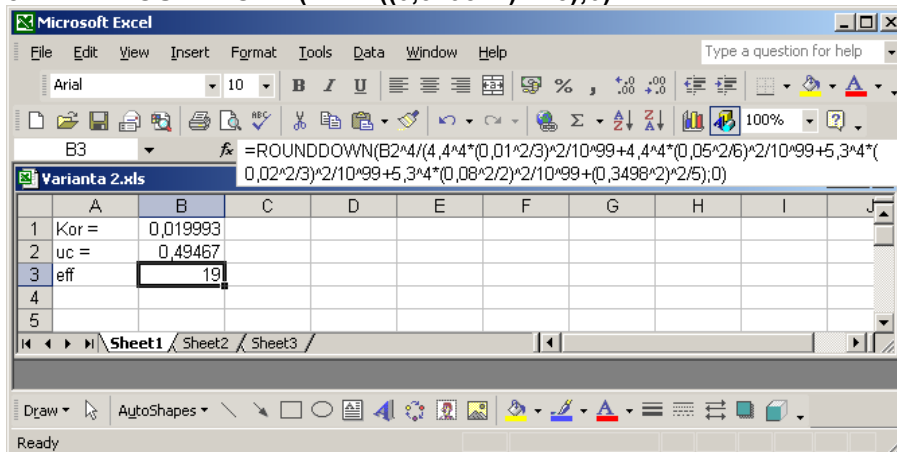
2. Výpočet kombinovanej neistoty, vzorec pre **uc** bol prenesený do bunky **B2**, pričom textový reťazec "Kor" bol nahradený názvom **B1**.



3. Výpočet efektívneho počtu stupňov voľnosti **eff**.

Vzorec pre **eff** je prenesený do bunky **B3** a textový reťazec "uc" v tomto vzorci je nahradený s názvom bunky pre výpočet **uc**, v tomto prípade je to bunka **B2**. Potom vzorec nadobúda pre Excel tvar:

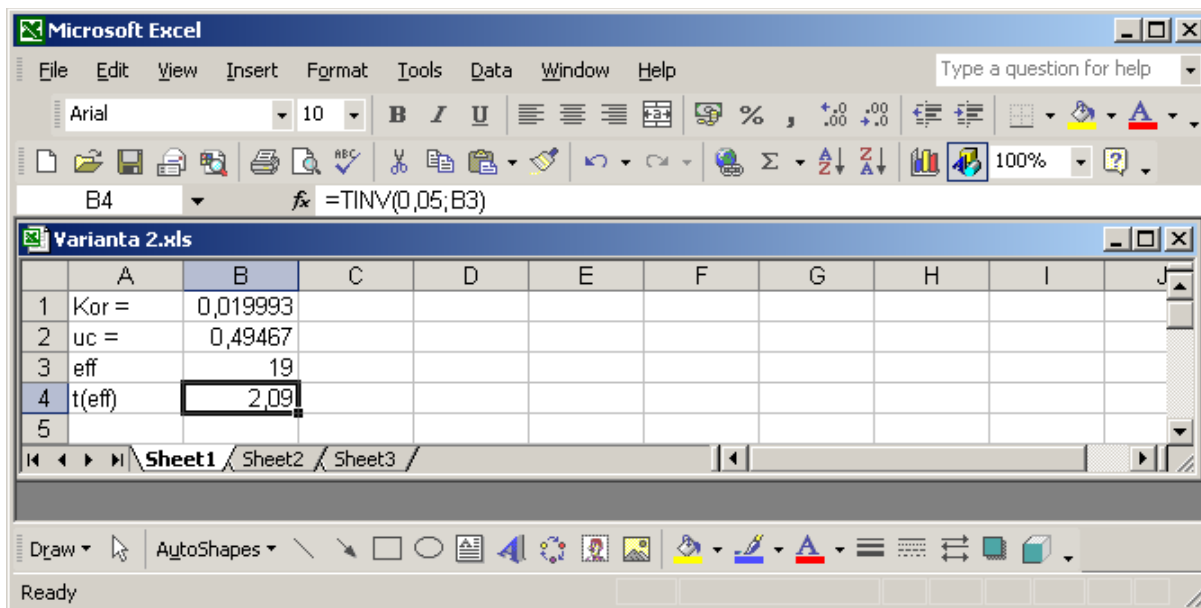
**eff** =**ROUNDDOWN**(**B2**<sup>4</sup>/((0,3498<sup>2</sup>)<sup>2</sup>/5);0)



4. Výpočet koeficientu pokrytia **t(eff)**.

Vzorec pre **t(eff)** je prenesený do bunky **B4** a textový reťazec "eff" je nahradený názvom bunky pre výpočet **eff**, v tomto prípade **B3**. Potom vzorec nadobúda pre Excel tvar:

**t(eff)** =**TINV**(0,05;**eff**) -> **t(eff)** =**TINV**(0,05;**B3**)

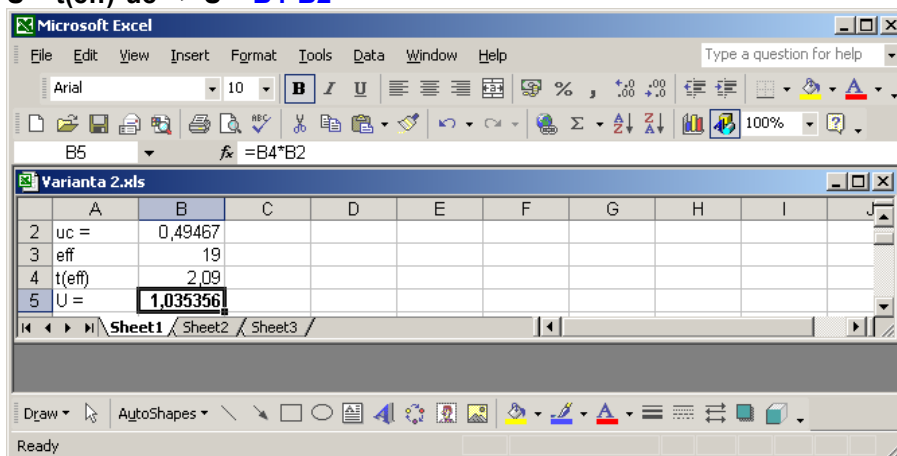


Poznámka: Funkcia TINV v Exceli vypočíta hodnotu kvantilu t-rozdelenia pre daný počet stupňov voľnosti a požadovanú konfidenčnú pravdepodobnosť 95%.

#### 5. Výpočet rozšírenej neistoty **U**.

Rozšírená neistota **U** je vypočítaná podľa vzťahu  $U = t(\text{eff}) \cdot u_c$ . Ak v tomto vzorci nahradíme textové reťazce "t(eff)" a "uc" názvami buniek, kde sa tieto parametre počítajú, vzorec nadobúda pre Excel tvar:

$$U = t(\text{eff}) \cdot u_c \rightarrow U = B4 * B2$$



Poznámka: V zmysle doporuční týkajúcich sa vyjadrovania číselných hodnôt neistoty, doporučuje sa nastaviť vlastnosti buniek pre **uc** a **U** na typ 'Number' s dvoma platnými číslicami.

Ďalšia časť protokolu obsahuje popis ako boli jednotlivé hodnoty neistôt priradené vo vzorci pre výpočet kombinovanej neistoty.

\*\*\*\*\* Metro2003 \*\*\*\*\*

Modelová rovnica

$$c = a \cdot b$$

Rovnica pre výpočet kombinovanej štandardnej neistoty

$$uc = \text{SQRT}((c1^2 * u1^2) + (c2^2 * u2^2) + (c3^2 * u3^2) + (c4^2 * u4^2) + u0_5^2) + Kor$$

$$Kor = 4,4 * 5,3 * \text{SQRT}(0,01^2/3 + 0,05^2/6) * \text{SQRT}(0,02^2/3 + 0,08^2/2) * 0,7$$

Typ B, rovnomerné rozdelenie,  
 názov bunky neistoty: Neistota 1 (Typ B rovnomerné)  
 pre veličinu: a  
 $u1^2 = a1^2/3$   
 a1 - pološírka distribúcie  
 a1 = 0,01  
 c1 = 4,4

Typ B, trojuholníkové rozdelenie,  
 názov bunky neistoty: Neistota 2 (Typ B trojuholníkové)  
 pre veličinu: a  
 $u2^2 = a2^2/6$   
 a2 - pološírka distribúcie  
 a2 = 0,05  
 c2 = 4,4

Typ B, rovnomerné rozdelenie,  
 názov bunky neistoty: Neistota 3 (Typ B rovnomerné)  
 pre veličinu: b  
 $u3^2 = a3^2/3$   
 a3 - pološírka distribúcie  
 a3 = 0,02  
 c3 = 5,3

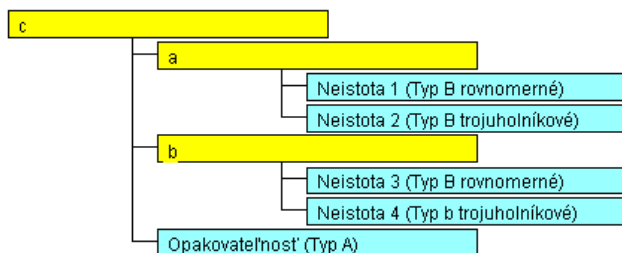
Typ B, U-rozdelenie,  
 názov bunky neistoty: Neistota 4 (Typ b trojuholníkové)  
 pre veličinu: b  
 $u4^2 = a4^2/2$   
 a4 - pološírka distribúcie  
 a4 = 0,08  
 c4 = 5,3

Typ A, vlastné meranie III,  
 názov bunky neistoty: Opakovateľnosť (Typ A)  
 pre veličinu: c  
 $u5^2 = SD^2$  štandardná odchýlka  
 c5 = 1

### 2.17.3. Varianta – Ishikawov diagram je naplnený a sú opakované merania

Modelová rovnica:  $c = a * b$

Diagram:



Hodnoty veličín **a** a **b** boli vypočítané ako priemery z opakovaných meraní a neistota typu A bola odhadnutá ako štandardná odchýlka priemeru.

**Protokol vygenerovaný programom METRO** (objaví sa kliknutím na záložku Vzorec pre výpočet neistoty)

\*\*\*\*\* MS Excel \*\*\*\*\*

Rovnica pre výpočet kombinovanej štandardnej neistoty

$$uc = \text{SQRT}(3,19^2 \cdot 0,01^2/3 + 3,19^2 \cdot 0,05^2/6 + 3,19^2 \cdot \text{DEVSQ}(1:N1)/(N1 \cdot (N1-1)) + 2,425^2 \cdot 0,02^2/3 + 2,425^2 \cdot 0,08^2/2 + 2,425^2 \cdot \text{DEVSQ}(1:N2)/(N2 \cdot (N2-1)))$$

Rovnica pre výpočet rozšírenej neistoty

$$U = t(\text{eff}) \cdot uc$$

$$t(\text{eff}) = \text{TINV}(0,05; \text{eff})$$

$$\text{eff} = \text{ROUNDDOWN}(uc^4 / (3,19^4 \cdot (\text{DEVSQ}(1:N1)/(N1 \cdot (N1-1)))^2 / (N1-1) + 2,425^4 \cdot (\text{DEVSQ}(1:N2)/(N2 \cdot (N2-1)))^2 / (N2-1)); 0)$$

Popis

**uc** Kombinovaná štandardná neistota  
**U** Rozšírená neistota  
**eff** Efektívny počet stupňov voľnosti  
**t(eff)** Koefficient pokrytia definovaný ako hodnota z t-tabuľky pre dané eff a konfidenčnú pravdepodobnosť 95%

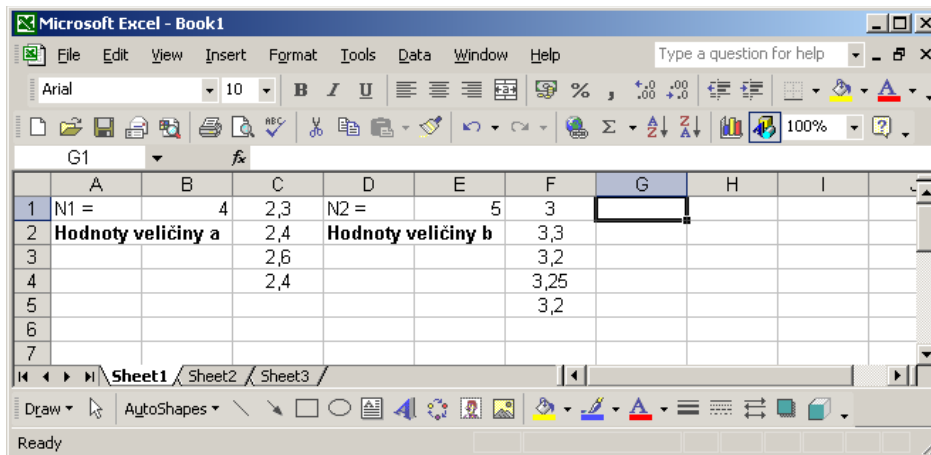
N1 Počet nameraných hodnôt pre výpočet výberového priemeru veličiny "a"  
 N2 Počet nameraných hodnôt pre výpočet výberového priemeru veličiny "b"

Vzorce parametrov **uc**, **U**, **eff**, **t(eff)** možno priamo v protokole vysvietiť a preniesť do buniek Excelu. Robí sa to nasledovným spôsobom:

**Vysviette kurzorom** príslušný text obsahujúci vzorec, **kliknite** kombináciu tlačítok **Ctrl^ C** alebo **Ctrl Insert**, tým sa preniesie vysvietený text do schránky. Potom v okne s Excelom **kliknite** na bunku v ktorej chcete mať výpočet podľa vzorca v schránke a **kliknite** na ikonku **Paste/Vložiť** alebo použite kombináciu tlačítok **Shift Insert**. Text zo schránky sa preniesie do bunky v Exceli.

1. Zadanie nameraných dát v Exceli

Vzorce pre **uc**, **eff** obsahujú viaceré premenné, pre ktoré je potrebné v prostredí Excelu zdefinovať bunky, cez ktoré sa tieto premenné budú zadávať. Konkrétne sa jedná o počty meraní **N1**, **N2** veličín **a** resp. **b** a hodnoty opakovaných meraní, ktoré boli použité na výpočet priemerov veličín **a** a **b**. Predpokladajme, že hodnota **N1** sa bude zadávať cez bunku **B1** a hodnota **N2** cez bunku **E1**, namerané hodnoty veličiny **a** budú v bunkách **C1** až **C4** a hodnoty **b** v bunkách **F1** až **F5**.



## 2. Výpočet kombinovanej neistoty

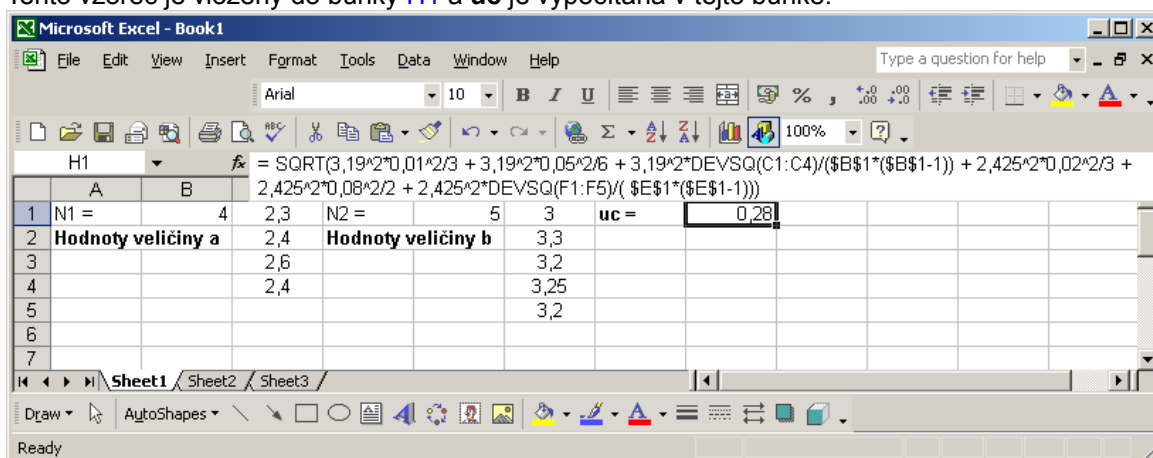
Aby bolo možné naštartovať v Exceli výpočet **uc** je potrebné substituovať premenné názvami buniek, v ktorých sú uložené dáta. Po transformácii bude mať vzorec tvar:

$$uc = \text{SQRT}(3,19^2 \cdot 0,01^2/3 + 3,19^2 \cdot 0,05^2/6 + 3,19^2 \cdot \text{DEVSQ}(1:N1)/(N1 \cdot (N1-1)) + 2,425^2 \cdot 0,02^2/3 + 2,425^2 \cdot 0,08^2/2 + 2,425^2 \cdot \text{DEVSQ}(1:N2)/(N2 \cdot (N2-1)))$$

->

$$uc = \text{SQRT}(3,19^2 \cdot 0,01^2/3 + 3,19^2 \cdot 0,05^2/6 + 3,19^2 \cdot \text{DEVSQ}(C1:C4)/(\$B\$1 \cdot (\$B\$1-1)) + 2,425^2 \cdot 0,02^2/3 + 2,425^2 \cdot 0,08^2/2 + 2,425^2 \cdot \text{DEVSQ}(F1:F5)/(\$E\$1 \cdot (\$E\$1-1)))$$

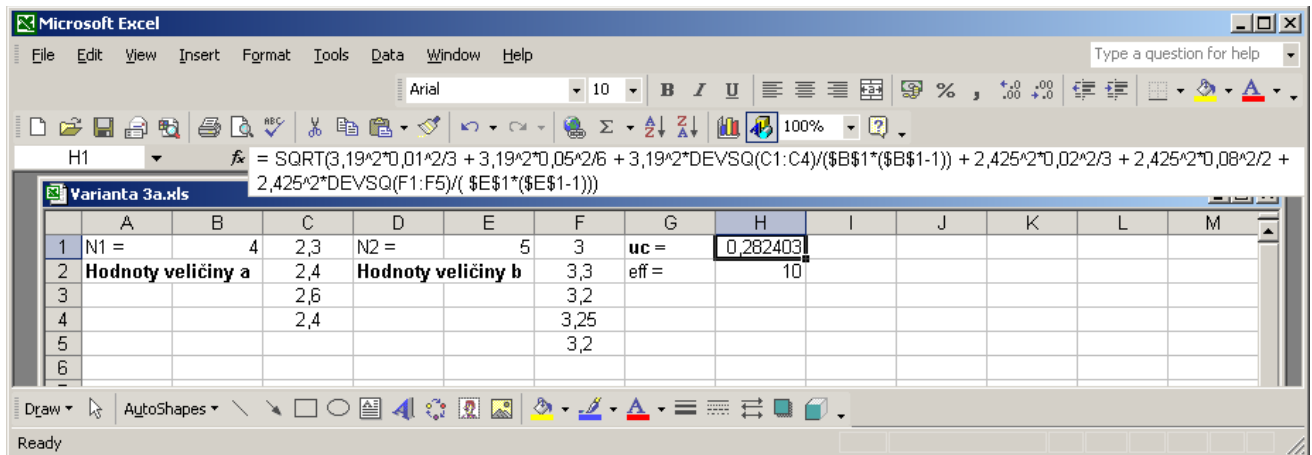
Tento vzorec je vložený do bunky **H1** a **uc** je vypočítaná v tejto bunke.



## 3. Výpočet efektívneho počtu stupňov volnosti **eff**.

Analogická substitúcia je urobená aj pre vzorec na výpočet **eff**, ktorý nadobúda nasledovný tvar, ktorý je vložený do bunky **H2**

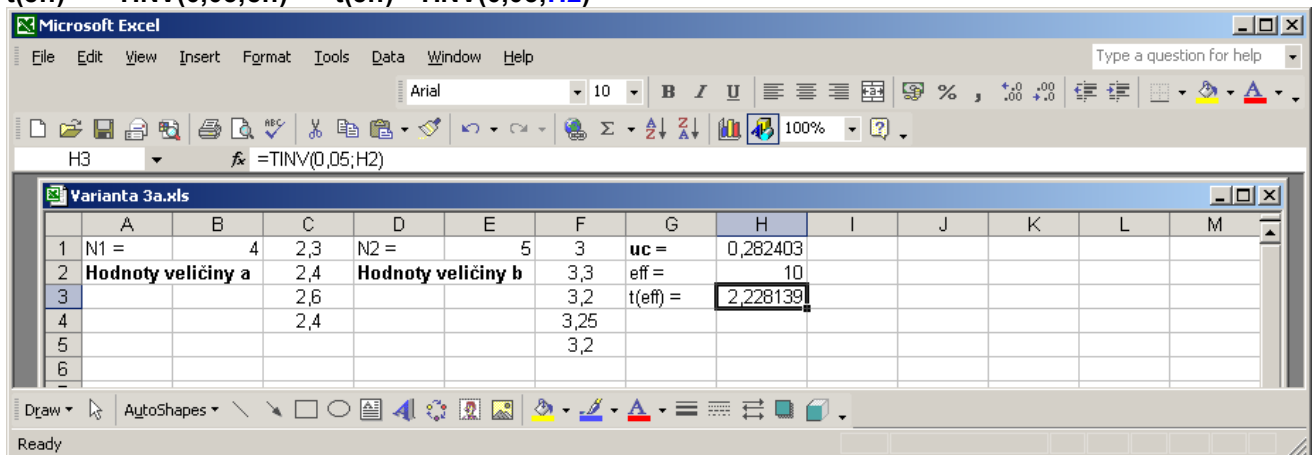
$$eff = \text{ROUNDDOWN}(H1^4 / (3,19^4 \cdot (\text{DEVSQ}(C1:C4)/(\$B\$1 \cdot (\$B\$1-1)))^2 / (\$B\$1-1) + 2,425^4 \cdot (\text{DEVSQ}(F1:F5)/(\$E\$1 \cdot (\$E\$1-1)))^2 / (\$E\$1-1)); 0)$$



#### 4. Výpočet koeficienta pokrytia $t(\text{eff})$ .

Vzorec pre  $t(\text{eff})$  je prenesený do bunky H3 a textový reťazec "eff" je nahradený názvom bunky pre výpočet  $\text{eff}$ , v tomto prípade H2. Potom vzorec nadobúda pre Excel tvar:

$$t(\text{eff}) = \text{TINV}(0,05;\text{eff}) \rightarrow t(\text{eff}) = \text{TINV}(0,05;H2)$$



Poznámka: Funkcia TINV v Exceli vypočíta hodnotu kvantilu t-rozdelenia pre daný počet stupňov voľnosti a požadovanú konfidencnú pravdepodobnosť 95%.

#### 5. Výpočet rozšírenej neistoty $U$ .

Rozšírená neistota  $U$  je vypočítaná podľa vzťahu  $U = t(\text{eff}) * uc$ . Ak v tomto vzorci nahradíme textové reťazce "t(eff)" a "uc" názvami buniek, kde sa tieto parametre počítajú, vzorec nadobúda pre Excel tvar:

$$U = t(\text{eff}) * uc \rightarrow U = H3 * H1$$

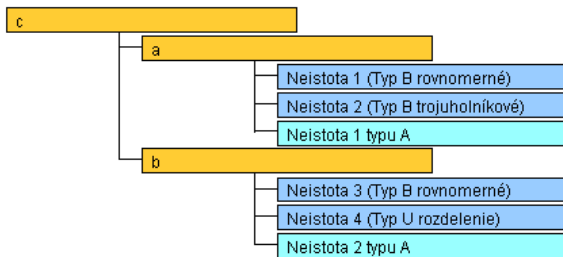
|   | A                  | B   | C                  | D    | E        | F        | G    | H        | I | J | K | L | M |
|---|--------------------|-----|--------------------|------|----------|----------|------|----------|---|---|---|---|---|
| 1 | N1 =               | 4   | 2,3                | N2 = | 5        | 3        | uc = | 0,282403 |   |   |   |   |   |
| 2 | Hodnoty veličiny a | 2,4 | Hodnoty veličiny b | 3,3  | eff =    | 10       |      |          |   |   |   |   |   |
| 3 |                    | 2,6 |                    | 3,2  | t(eff) = | 2,228139 |      |          |   |   |   |   |   |
| 4 |                    | 2,4 |                    | 3,25 | U =      | 0,63     |      |          |   |   |   |   |   |
| 5 |                    |     |                    | 3,2  |          |          |      |          |   |   |   |   |   |
| 6 |                    |     |                    |      |          |          |      |          |   |   |   |   |   |

Poznámka: V zmysle pokynov týkajúcich sa vyjadrovania číselných hodnôt neistoty, doporučuje sa nastaviť vlastnosti buniek pre **uc** a **U** na typ 'Number' s dvoma platnými číslicami.

#### 2.17.4. Varianta – Ishikawov diagram nie je naplnený

Modelová rovnica:  $c = a \cdot b$

Predpokladajme, že diagram nie je kompletne zadaný, t.j. nie su zadané parametre aspoň jedného zdroja neistoty. V uvedenom príklade nie sú zadané hodnoty neistôt typu B, diagram má potom formu:



**Protokol vygenerovaný programom METRO** (objaví sa kliknutím na záložku Vzorec pre výpočet neistoty)

\*\*\*\*\* MS Excel \*\*\*\*\*

Rovnica pre výpočet kombinovanej štandardnej neistoty

$$uc = \text{SQRT}(3,19^2 \cdot a^2/3 + 3,19^2 \cdot a^2/6 + 3,19^2 \cdot \text{DEV SQ}(1:N1)/(N1 \cdot (N1-1)) + 2,425^2 \cdot a^4/3 + 2,425^2 \cdot a^5/2 + 2,425^2 \cdot \text{DEV SQ}(1:N2)/(N2 \cdot (N2-1)))$$

Rovnica pre výpočet rozšírenej neistoty

$$U = t(\text{eff}) \cdot uc$$

$$t(\text{eff}) = \text{TINV}(0,05; \text{eff})$$

$$\text{eff} = \text{ROUNDDOWN}(uc^4 / (3,19^4 \cdot (\text{DEV SQ}(1:N1)/(N1 \cdot (N1-1)))^2 / (N1-1) + 2,425^4 \cdot (\text{DEV SQ}(1:N2)/(N2 \cdot (N2-1)))^2 / (N2-1)); 0)$$

Popis

**uc** Kombinovaná štandardná neistota  
**U** Rozšírená neistota  
**eff** Efektívny počet stupňov voľnosti  
**t(eff)** Koeficient pokrytia definovaný ako hodnota z t-tabuľky pre dané eff a konfidenčnú pravdepodobnosť 95%

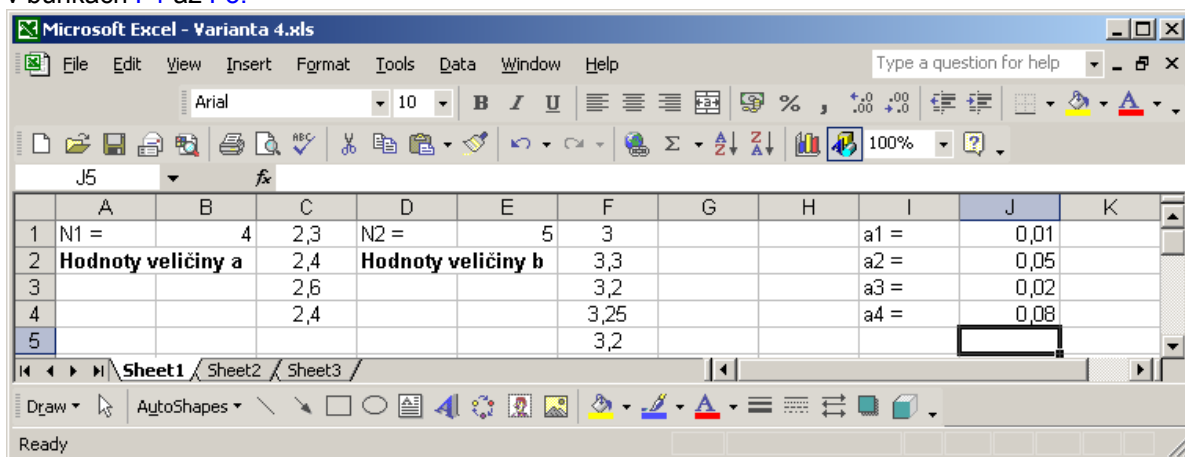
**N1** Počet nameraných hodnôt pre výpočet výberového priemeru veličiny "a"  
**N2** Počet nameraných hodnôt pre výpočet výberového priemeru veličiny "b"

Vzorce parametrov **uc**, **U**, **eff**, **t(eff)** možno priamo v protokole vysvietiť a preniesť do buniek Excelu. Robí sa to nasledovným spôsobom:

**Vysviette kurzorom** príslušný text obsahujúci vzorec, **kliknite** kombináciu tlačítok **Ctrl^ C** alebo **Ctrl Insert**, tým sa preniesie vysvietený text do schránky. Potom v okne s Excelom **kliknite** na bunku v ktorej chcete mať výpočet podľa vzorca zo schránky a **kliknite** na ikonku **Paste/Vložiť** alebo použite kombináciu tlačítok **Shift Insert**. Text zo schránky sa preniesie do bunky v Exceli.

### 1. Zadanie dát v Exceli

Vzorce pre **uc**, **eff** obsahujú viaceré premenné, pre ktoré je potrebné v prostredí Excelu zadefinovať bunky, cez ktoré sa tieto premenné budú zadávať. Konkrétne v tomto príklade sa jedná o počty meraní **N1**, **N2** veličín **a** resp. **b**, pološírky pravdepodobnostných rozdelení **a1**, **a2**, **a4**, **a5** a hodnoty opakovaných meraní, ktoré boli použité na výpočet priemerov veličín **a** a **b**. Predpokladajme, že hodnota **N1** sa bude zadávať cez bunku **B1** a hodnota **N2** cez bunku **E1**, hodnoty pološírok **a1**, **a2**, **a4** a **a5** cez bunky **J1**, **J2**, **J3** a **J4** namerané hodnoty veličiny **a** budú v bunkách **C1** až **C4** a hodnoty **b** v bunkách **F1** až **F5**.



### 2. Výpočet kombinovanej neistoty

Aby bolo možné naštartovať v Exceli výpočet **uc** je potrebné substituovať premenné názvami buniek v ktorých sú uložené dáta. Po transformácii bude mať vzorec tvar:

$$uc = \text{SQRT}(3,19^2 \cdot a1^2/3 + 3,19^2 \cdot a2^2/6 + 3,19^2 \cdot \text{DEVSQ}(1:N1)/(N1 \cdot (N1-1)) + 2,425^2 \cdot a4^2/3 + 2,425^2 \cdot a5^2/2 + 2,425^2 \cdot \text{DEVSQ}(1:N2)/(N2 \cdot (N2-1)))$$

->

$$uc = \text{SQRT}(3,19^2 \cdot \$J\$1^2/3 + 3,19^2 \cdot \$J\$2^2/6 + 3,19^2 \cdot \text{DEVSQ}(C1:C4)/(\$B\$1 \cdot (\$B\$1-1)) + 2,425^2 \cdot \$J\$3^2/3 + 2,425^2 \cdot \$J\$4^2/2 + 2,425^2 \cdot \text{DEVSQ}(F1:F5)/(\$E\$1 \cdot (\$E\$1-1)))$$

Tento vzorec je vložený do bunky **H1** a **uc** je vypočítaná v tejto bunke.



|   | A                  | B   |                    |      |   |   |      |      |      |      |
|---|--------------------|-----|--------------------|------|---|---|------|------|------|------|
| 1 | N1 =               | 4   | 2,3                | N2 = | 5 | 3 | uc = | 0,28 | a1 = | 0,01 |
| 2 | Hodnoty veličiny a | 2,4 | Hodnoty veličiny b | 3,3  |   |   |      |      | a2 = | 0,05 |
| 3 |                    | 2,6 |                    | 3,2  |   |   |      |      | a3 = | 0,02 |
| 4 |                    | 2,4 |                    | 3,25 |   |   |      |      | a4 = | 0,08 |
| 5 |                    |     |                    | 3,2  |   |   |      |      |      |      |

### 3. Výpočet efektívneho počtu stupňov volnosti **eff**.

Analogická substitúcia je urobená aj pre vzorec na výpočet **eff**, ktorý nadobúda nasledovný tvar, ktorý je vložený do bunky **H2**

$$\text{eff} = \text{ROUNDDOWN}(H1^4 / (3,19^4 * (\text{DEVSQ}(C1:C4) / (\$B\$1 * (\$B\$1 - 1)))^2 / (\$B\$1 - 1) + 2,425^4 * (\text{DEVSQ}(F1:F5) / (\$E\$1 * (\$E\$1 - 1)))^2 / (\$E\$1 - 1)); 0)$$

|   | A                  | B   |                    |      |   |   |       |      |      |      |
|---|--------------------|-----|--------------------|------|---|---|-------|------|------|------|
| 1 | N1 =               | 4   | 2,3                | N2 = | 5 | 3 | uc =  | 0,28 | a1 = | 0,01 |
| 2 | Hodnoty veličiny a | 2,4 | Hodnoty veličiny b | 3,3  |   |   | eff = | 10   | a2 = | 0,05 |
| 3 |                    | 2,6 |                    | 3,2  |   |   |       |      | a3 = | 0,02 |
| 4 |                    | 2,4 |                    | 3,25 |   |   |       |      | a4 = | 0,08 |
| 5 |                    |     |                    | 3,2  |   |   |       |      |      |      |

### 4. Výpočet koeficienta pokrytia **t(eff)**.

Vzorec pre **t(eff)** je prenesený do bunky **H3** a textový reťazec "eff" je nahradený názvom bunky pre výpočet **eff**, v tomto prípade **H2**. Potom vzorec nadobúda pre Excel tvar:

$$t(\text{eff}) = \text{TINV}(0,05;\text{eff}) \rightarrow t(\text{eff}) = \text{TINV}(0,05;H2)$$

|   | A                  | B   | C                  | D    | E | F | G        | H    | I    | J    |
|---|--------------------|-----|--------------------|------|---|---|----------|------|------|------|
| 1 | N1 =               | 4   | 2,3                | N2 = | 5 | 3 | uc =     | 0,28 | a1 = | 0,01 |
| 2 | Hodnoty veličiny a | 2,4 | Hodnoty veličiny b | 3,3  |   |   | eff =    | 10   | a2 = | 0,05 |
| 3 |                    | 2,6 |                    | 3,2  |   |   | t(eff) = | 2,23 | a3 = | 0,02 |
| 4 |                    | 2,4 |                    | 3,25 |   |   |          |      | a4 = | 0,08 |
| 5 |                    |     |                    | 3,2  |   |   |          |      |      |      |

Poznámka: Funkcia **TINV** v Exceli vypočíta hodnotu kvantilu t-rozdelenia pre daný počet stupňov volnosti a požadovanú konfidenčnú pravdepodobnosť 95%.

### 5. Výpočet rozšírenej neistoty **U**.

Rozšírená neistota **U** je vypočítaná podľa vzťahu  $U = t(\text{eff}) \cdot uc$ . Ak v tomto vzorci nahradíme textové reťazce "t(eff)" a "uc" názvami buniek, kde sa tieto parametre počítajú, vzorec nadobúda pre Excel tvar:

$$U = t(\text{eff}) \cdot uc \rightarrow U = H3 * H1$$

|   | A                         | B | C   | D                         | E | F    | G        | H        | I    | J    |
|---|---------------------------|---|-----|---------------------------|---|------|----------|----------|------|------|
| 1 | N1 =                      | 4 | 2,3 | N2 =                      | 5 | 3    | uc =     | 0,28     | a1 = | 0,01 |
| 2 | <b>Hodnoty veličiny a</b> |   | 2,4 | <b>Hodnoty veličiny b</b> |   | 3,3  | eff =    | 10       | a2 = | 0,05 |
| 3 |                           |   | 2,6 |                           |   | 3,2  | t(eff) = | 2,228139 | a3 = | 0,02 |
| 4 |                           |   | 2,4 |                           |   | 3,25 | U =      | 0,63     | a4 = | 0,08 |
| 5 |                           |   |     |                           |   | 3,2  |          |          |      |      |

*Poznámka: V zmysle pokynov týkajúcich sa vyjadrovania číselných hodnôt neistoty, doporučuje sa nastaviť vlastnosti buniek pre **uc** a **U** na typ 'Number' s dvoma platnými číslicami.*

## Kapitola 3 - Práca s diagramami

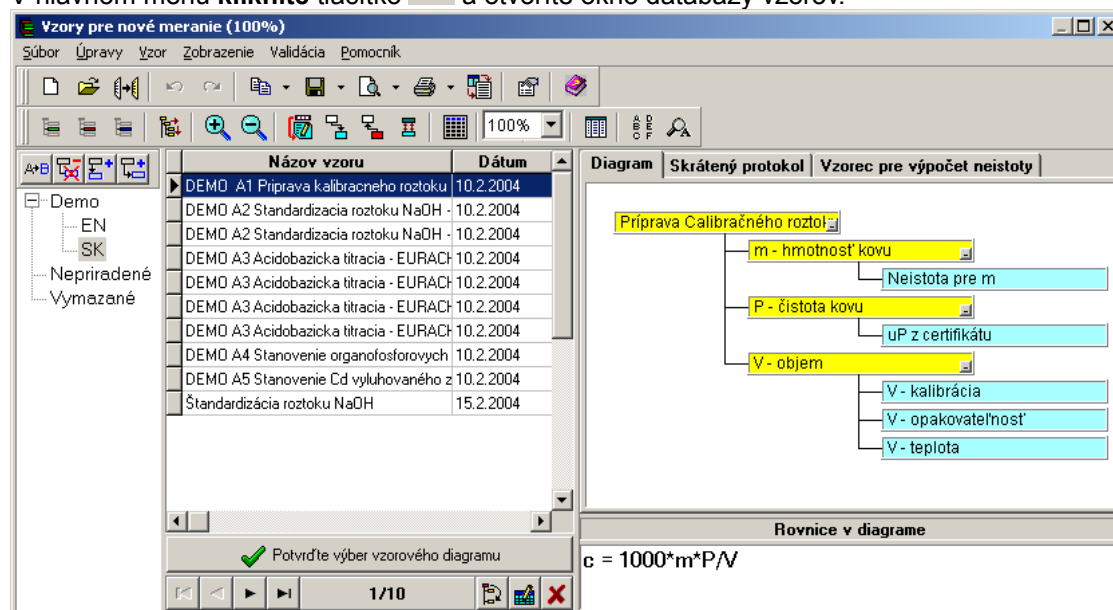
### 3.1 Pridanie vzorového diagramu

Vzorové diagramy môže do databázy vzorov pridávať len administrátor. Administrátor kontroluje obsah databázy vzorov. Sú tieto možnosti ako možno pridať do zoznamu vzorov nový vzor:

1. Vytvoriť nový vzorový diagram
2. Načítať nový vzorový diagram zo súboru
3. Vytvoriť kópiu existujúceho vzoru

#### 3.1.1 Vytvoriť nový vzorový diagram


V hlavnom menu kliknite tlačítko  a otvoríte okno databázy vzorov.



| Názov vzoru                            | Dátum     |
|--|-----------|
| DEMO A1 Priprava kalibračneho roztoku  | 10.2.2004 |
| DEMO A2 Standardizacia roztoku NaOH    | 10.2.2004 |
| DEMO A2 Standardizacia roztoku NaOH    | 10.2.2004 |
| DEMO A3 Acidobazicka titracia - EURACH | 10.2.2004 |
| DEMO A3 Acidobazicka titracia - EURACH | 10.2.2004 |
| DEMO A3 Acidobazicka titracia - EURACH | 10.2.2004 |
| DEMO A3 Acidobazicka titracia - EURACH | 10.2.2004 |
| DEMO A4 Stanovenie organofosforovych   | 10.2.2004 |
| DEMO A5 Stanovenie Cd vyluhovaného z   | 10.2.2004 |
| Štandardizácia roztoku NaOH            | 15.2.2004 |

Rovnice v diagrame

$$c = 1000 \cdot m \cdot P / V$$

Kliknite  čím otvoríte základnú bunku pre nový diagram. Podrobný postup vid' Lekcia 1

### 3.2 Vymazanie diagramu z databázy meraní

Administrátor môže z databázy meraní vymazať, ktorýkoľvek záznam. Ak ste registrovaný ako užívateľ, môžete z databázy meraní vymazať len merania, ktoré ste tam vložili.

Princíp vymazávania je rovnaký pre administrátora ako aj pre užívateľa. V strome položiek sa nastavte na príslušnú položku, **kliknutím** označte, ktoré meranie chcete vymazať.

Databáza meraní (85%)

Súbor Úpravy Meranie Administrátor Zobrazenie Validácia Pomocník

Meranie ID Dátum

| Meranie             | ID    | Dátum   |
|---------------------|-------|---------|
| Meranie 1           | 0001  | 1.9.200 |
| Príklad A1 Eurachem | ID001 | 3.5.200 |
| Príklad A2 Eurachem | ID002 | 3.5.200 |

Diagram Skrátený protokol Rovnice v diagrame

Standardizácia...

- Molekulová hmotnosť...
- m - hmotnosť KHP
  - m1
    - m1 - opakovateľnosť
    - m1 - linearita
  - m2
    - m2 - opakovateľnosť
    - m2 - linearita
- P - čistota KHP
  - Neistota pre P
- V - titračný objem...
  - V - opakovateľnosť
  - V - kalibrácia
  - V - teplota
  - V - bod ekvivalencie
  - V - systematická...

Prihlásený: Administrator Diagramy všetkých užívateľov

Kliknite tlačítko  pod zoznamom meraní a označené meranie bude vymazané z danej položky.

Databáza meraní (85%)

Súbor Úpravy Meranie Administrátor Zobrazenie Validácia Pomocník

Meranie ID Dátum

| Meranie             | ID    | Dátum   |
|---------------------|-------|---------|
| Príklad A1 Eurachem | ID001 | 3.5.200 |
| Príklad A2 Eurachem | ID002 | 3.5.200 |

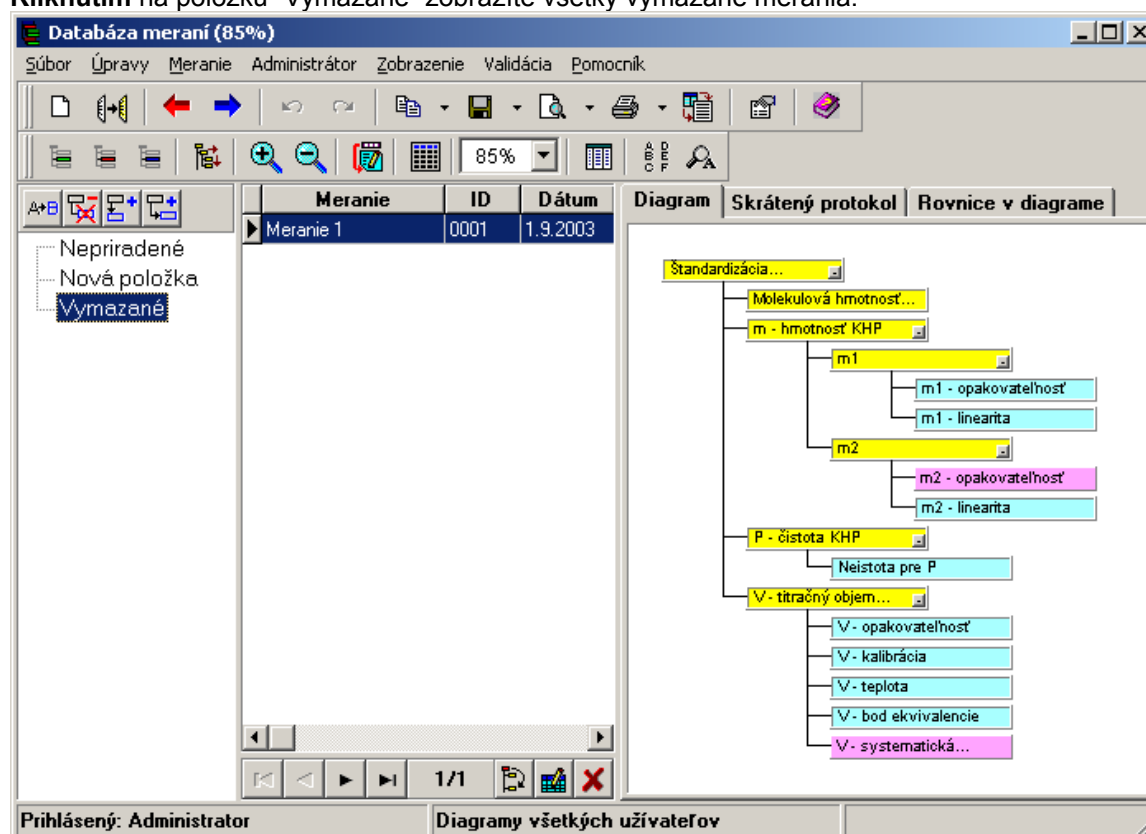
Diagram Skrátený protokol Rovnice v diagrame

Príprava...

- m - hmotnosť Cd
  - m1 - hmotnosť (brutto)
    - m1 - opakovateľnosť
    - m1 - linearita
  - m2 - hmotnosť(tare)
    - m2 - opakovateľnosť
    - m2 - linearita
- P - čistota Cd
  - P - neistota
- V - (100mL - banka)
  - V - kalibrácia
  - V - opakovateľnosť
  - V - teplota

Prihlásený: Administrator Diagramy všetkých užívateľov

Prakticky vymazanie znamená presunutie diagramu s meraním do štandardnej položky "Vymazané". **Kliknutím** na položku "Vymazané" zobrazíte všetky vymazané merania.



Ak chcete meranie znovu obnoviť, tak ho môžete štandardnou operáciou preniesť naspäť do pôvodnej položky. Pozri Lekcia 9. Ak vymažete meranie z tejto položky, tak bude definitívne vymazané z databázy programu a nebude možné ho obnoviť.

### 3.3 Výber vzorového diagramu

Princíp práce s programom METRO spočíva v tom, že užívateľ má k dispozícii hotovú databázu vzorových diagramov z ktorej môže vybrať ten diagram, ktorý vyjadruje výpočet neistoty pre danú analytickú metódu. Táto funkcia umožňuje užívateľovi alebo administrátorovi vybrať zo zoznamu vzorov potrebný vzor pre diagram a tento vložiť do databázy meraní. V tejto databáze je potom vybraný vzor doplnený nameranými veličinami tak, aby mohol byť uskutočnený výpočet hodnoty meranej veličiny a jej neistoty v základnej bunke diagramu.

V okne "Databáza meraní" **kliknutím** vyberte v strome položiek položku do ktorej chcete umiestniť nové

meranie. Potom **kliknite** tlačítko  alebo **kliknite** na hlavnej lište "Súbor" a v otvorenom podmenu **kliknite** "Vzory pre nové meranie", otvorí sa okno "Vzory pre nové meranie". V zozname **kliknutím**

vyberte potrebný vzor a **kliknite** tlačítko  Potvrďte výber vzorového diagramu (dvojklik na záznam v tabuľke má ten istý efekt), a otvorí sa dialógové okno pre popis merania.

**Popis nového merania**

Dátum: 3.11.2002

Meral: Administrator

Názov merania: \_\_\_\_\_

Identifikačné číslo: \_\_\_\_\_

Zrušiť OK

Po vyplnení tohto okna a **kliknutí** OK je diagram zapísaný do databázy meraní a automaticky sa otvorí tabuľka pre vstup dát do vybraného diagramu.



**Súhrn veličín**

| Symbol | Jednotka | Hodnota veličiny | Kombinovaná štandardná neistota | Názov bunky |
|--------|----------|------------------|---------------------------------|-------------|
| F      | g/mol    | 204,2212         | 0,0038                          | F           |
| m1     | g        |                  | 0,000087                        | m1          |
| m2     | g        |                  | 0,000087                        | m2          |
| p      |          | 1,00000          | 0,00029                         | P           |
| rep    |          | 1,00000          | 0,00050                         | rep         |
| v      | ml       |                  | 0,014                           | v           |

Aplikovať Zrušiť

### 3.4 Napĺňanie diagramu

Po vybraní vzoru a jeho vložení do databázy meraní ešte diagram nie je schopný výpočtu, bunky ktoré sú prázdne musia byť naplnené príslušnými dátami. Napĺňanie je možné zrealizovať cez tabuľku, ktorá sa automaticky otvára po vložení nového merania do databázy meraní.

Druhý spôsob spočíva v priamom napĺňaní buniek diagramu s meraním. Prázdne bunky sú farebne odlíšené od naplnených. **Kliknutím** tlačítka nastavenia  zistíte aké farby prislúchajú jednotlivým typom buniek. Okrem toho tlačítkom  môžete zobrazit' diagram v móde keď sú zdôraznené všetky prázdne bunky.


Podrobný postup je uvedený v lekcii tréningového kurzu **Ako vybrať a naplniť Ishikawov diagram, Lekcia 2: Napĺňanie vybraného vzorového diagramu dátami**

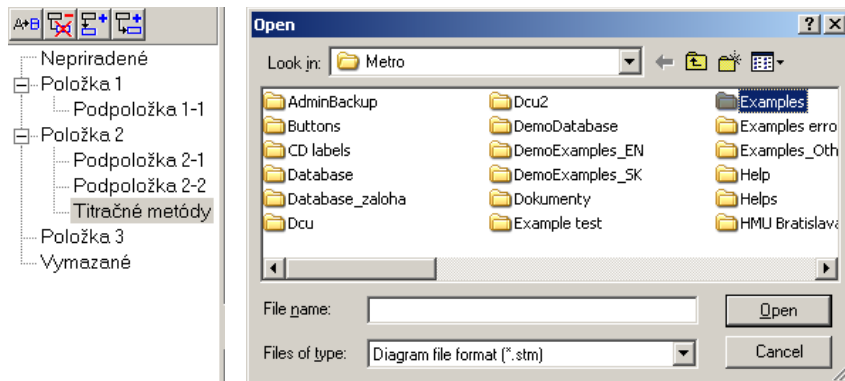
### 3.5 Načítanie diagramu zo súboru

Program METRO okrem toho, že uchováva všetky vzorové a naplnené diagramy v databáze, poskytuje možnosť zápisu diagramu aj do externého diskového súboru so štandardnou príponou .STM a tiež načítavať tieto súbory a používať v ďalšej práci.

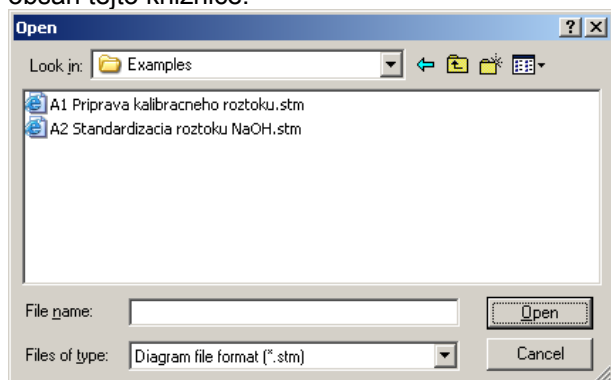
Keď ste registrovaný ako administrátor máte možnosť načítavať diagramy z diskových súborov. Po nainštalovaní programu sa vytvára knižnica \Examples, ktorá obsahuje .STM súbory obsahujúce príklady hotových diagramov. Načítanie diagramu napríklad z tejto knižnice urobíte nasledovným postupom.

Otvorte okno "Vzory pre nové meranie", v strome položiek sa nastavte na položku, do ktorej chcete vložiť diagram z diskového súboru.

Kliknite tlačítko , alebo otvorte menu "Súbor" a v ňom kliknite "Import vzoru zo súboru".



V otvorenom okne kliknite na tlačítko "Open" alebo urobte dvojklik na vybranú knižnicu a zobrazí sa obsah tejto knižnice.



V zozname kliknite na súbor, ktorý chcete otvoriť a potom kliknite tlačítko „Open“ a vybraný diagram sa zapíše do databázy vzorových diagramov. Ten istý efekt má aj dvojklik na vybraný súbor. Kurzor ostane nastavený na tomto diagrame.

**Vzory pre nové meranie (85%)**

Súbor Úpravy Vzor Zobrazenie Validácia Pomocník

**Názov vzoru**

- A1 Priprava kalibracneho roztoku
- A2 Standardizacia roztoku NaOH
- A2 Standardizacia roztoku NaOH
- Kópia Štandardizácia roztoku NaOH
- Štandardizácia roztoku NaOH

**Diagram** | Skrátený protokol

```

graph TD
    A[Štandardizácia...] --- B[Molekulová hmotnosť...]
    A --- C[m - hmotnosť KHP]
    C --- D[m1]
    C --- E[m2]
    D --- F[m1 - opakovateľnosť]
    D --- G[m1 - linearita]
    E --- H[m2 - opakovateľnosť]
  
```

**Rovnice v diagrame**


$$c = \frac{1000 \cdot m \cdot P}{F \cdot V}$$

$$m = m1 - m2$$

### 3.6 Zápís diagramu do súboru


Program METRO okrem toho, že uchováva všetky vzorové a naplnené diagramy v databáze, poskytuje možnosť zápisu diagramu aj do externého diskového súboru. Táto funkcia je pre databázu meraní prístupná tak pre administrátora ako aj pre užívateľa. V okne "Vzory pre nové meranie" môže zapisovať diagramy do súboru len administrátor

#### 3.6.1 Zápís merania do súboru

V okne "Databáza meraní" vyberte meranie, ktorého diagram chcete zapísať do .STM súboru. Na hlavnej lište **kliknite** tlačítko  a v submenu vyberte "Meranie exportovať do súboru". Po kliknutí na túto funkciu sa otvorí dialógové okno, v ktorom môžete vybrať alebo vytvoriť novú knižnicu pre zápis .STM súboru s diagramom a zadať názov zapisovaného súboru.

**Kliknutím** na tlačítko "Save" zapíšete diagram s meraním na do vybranej knižnice.


#### 3.6.2 Zápís vzorového diagramu do súboru

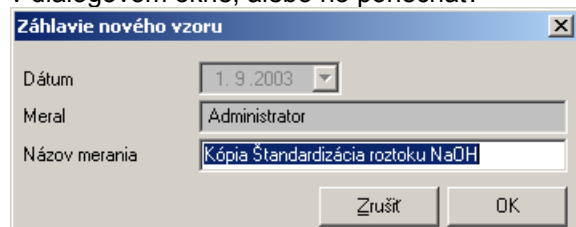
V okne "Vzory pre nové meranie" **kliknutím** vyberte vzorový diagram ktorý chcete zapísať do .STM súboru. Na hlavnej lište **kliknite** tlačítko  a v submenu vyberte "Vzor zapísať do súboru". Po **kliknutí** na túto funkciu sa otvorí dialógové okno, v ktorom môžete vybrať alebo vytvoriť novú knižnicu pre zápis .STM súboru s diagramom a zadať názov zapisovaného súboru. **Kliknutím** na tlačítko "Save" zapíšete vzorový diagram do vybranej knižnice.

### 3.7 Vytvorenie kópie diagramu

Ako administrátor máte možnosť v okne "Vzory pre nové meranie" vytvárať kópie vzorových diagramov. Táto funkcia je veľmi dôležitá napríklad vtedy, keď potrebujete z použitého vzorového diagramu vytvoriť podobný diagram.

V okne "Vzory pre nové merania" sa v strome položiek nastavte na príslušnú položku, **kliknutím**

označte vzorový diagram, ktorého kópiu chcete vytvoriť. Na hlavnej lište **kliknite** tlačítko . Objaví sa dialógové okno kde môžete zadať názov kópie diagramu. Programom navrhnutý názov vždy vsúva pred názov pôvodného diagramu kľúčové slovo "Kópia". Tento názov môžete editovať priamo v dialógovom okne, alebo ho ponechať.




**Kliknite** OK a v zozname diagramov sa objaví nový diagram, ktorý je kópiou vybraného diagramu. Vložený záznam ostáva vysvietený.




### 3.8 Vymazanie vzorového diagramu

Vymazanie vzorového diagramu je v kompetencii len administrátora.

Pri budovaní databázy vzorových diagramov bola prijatá zásada, že je možné vymazať len ten diagram, ktorý nie je ani raz použitý pri meraní. Možnosť vymazať nejaký diagram sa prejaví vysvietením tlačítka . Ak je toto tlačítko neaktívne, tak diagram je použitý pri meraní a príslušné meranie možno nájsť v okne s meraniami. Prakticky to znamená, že ak chcete vymazať nejaký vzorový diagram, musíte najprv vymazať všetky merania na ktoré bol tento diagram použitý, a to aj z položky "Vymazané".

V okne "Vzory pre nové merania" sa v strome položiek nastavte na príslušnú položku, **kliknutím** označte vzorový diagram, ktorý chcete vymazať.

**Kliknite** tlačítko  pod zoznamom diagramov a označený vzorový diagram bude vymazaný z danej položky.

Prakticky vymazanie znamená presunutie vzorového diagramu do štandardnej položky "Vymazané". **Kliknutím** na položku "Vymazané" zobrazíte všetky vymazané vzorové diagramy.

Ak vymažete vzorový diagram z položky "Vymazané", tak bude definitívne vymazaný z databázy programu. Diagram môžete znovu obnoviť, tak že ho štandardnou operáciou prenesiete naspäť do pôvodnej položky vid'. **Lekcia 9: Presun diagramu z položky do položky.**

## Kapitola 4 - Funkcia administrátora

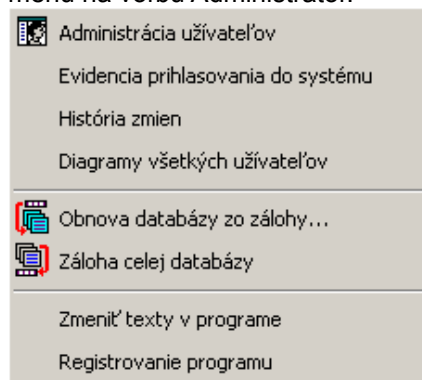
### 4.1 Práva administrátora

Administrátor je osoba poverená administráciou programu METRO, ktorá má právo používať niektoré špeciálne funkcie v programe. Administrátor uvádza program do činnosti podľa pokynov. Kapitola 4.1. až 4.9 je venovaná činnosti administrátora.

Administrator má právo:

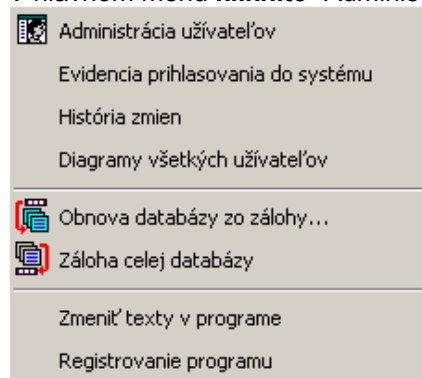
- vytvárať nové vzorové diagramy a zapisovať ich do zoznamu databázy
- prideľovať alebo odnímať ostatným užívateľom prihlasovacie meno a heslo
- zablokovať ľubovoľný diagram v databáze meraní
- úplne vymazať ľubovoľný diagram
- vytvoriť zálohu databázy v ním určenej knižnici
- obnoviť databázu z ním určenej zálohy

Niektoré funkcie realizované administrátorom sú zhrnute v menu, ktoré sa aktivuje kliknutím v hlavnom menu na voľbu Administrator.



### 4.2 Administrácia užívateľov

V hlavnom menu **kliknite** "Administrátor"



v otvorenom menu **kliknite** "Administrácia užívateľov". V nasledovnom obrázku sú jednotlivé tlačítka citlivé na kliknutie.



**Vymazať** plní dve funkcie:

- úplne vymazanie užívateľa zo zoznamu registrovaných užívateľov. Toto je možné len vtedy ak užívateľ nemá v databáze uložený žiaden diagram.
- zablokovať prístup užívateľa k databáze diagramov

Mená užívateľov, ktorí majú zablokovaný prístup sú v zozname zvýraznené červenou farbou.



Administrátor môže prístup odblokovať pomocou funkcie "Zmeniť".

**Zmeniť.** Umožňuje administrátorovi zmeniť prístupové meno, heslo užívateľa a osobné údaje o užívateľovi. **Kliknutím** na "Dočasne zrušiť" môže administrátor zablokovať, alebo sprístupniť už registrovanému užívateľovi prístup k databáze. Užívateľ je vybraný **kliknutím** na riadok s jeho menom v zozname užívateľov.

**Informácie o užívateľovi**

**Osobné údaje**

Meno: Peter

Priezvisko: Baričič

Osobné identifikačné číslo:

**Prístupové práva**

Prihlasovacie meno: peter

Prihlasovacie heslo: peter

Dočasne zrušený

Zrušiť OK

**Pridať** . Umožňuje administrátorovi vložiť do zoznamu užívateľov heslo a ostatné identifikačné dáta ďalšieho užívateľa.

**Informácie o užívateľovi**

**Osobné údaje**

Meno:

Priezvisko:

Osobné identifikačné číslo:

**Prístupové práva**

Prihlasovacie meno:

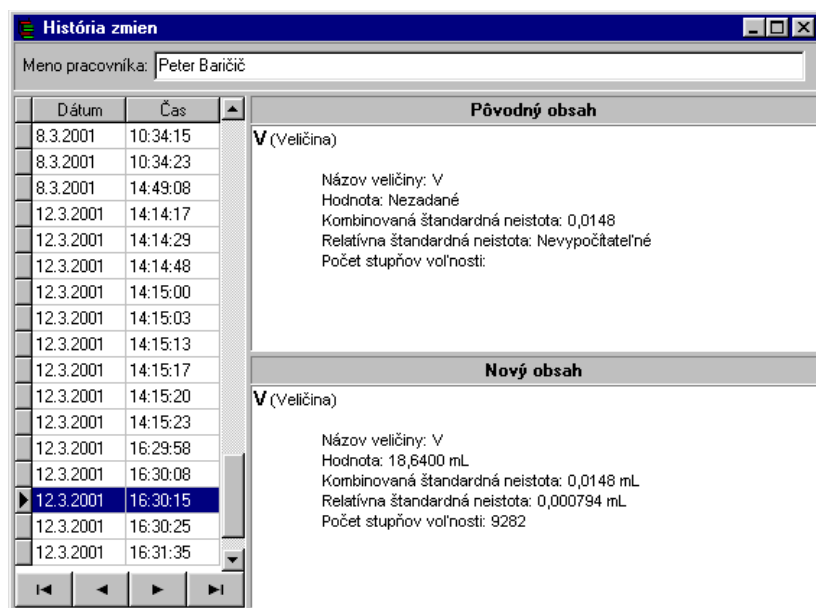
Prihlasovacie heslo:

Dočasne zrušený

Zrušiť OK

**Diagram** umožňuje administrátorovi zobrazíť všetky diagramy vybraného užívateľa. Užívateľ je vybraný kliknutím na riadok s jeho menom v zozname užívateľov.

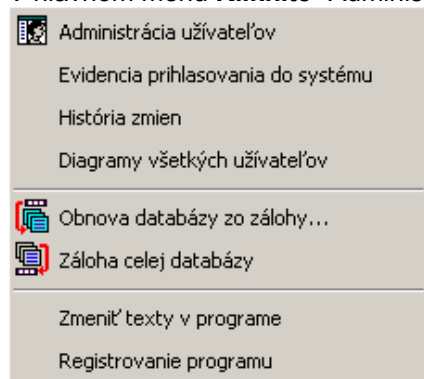
**História** otvára okno so všetkými zmenami, ktoré boli urobené na diagramoch od inštalácie programu. Všetky zmeny sú usporiadané podľa dátum a času kedy boli urobené. **Kliknutím** na príslušný dátum si môže administrátor vybrať korekciu, ktorú chce vidieť. V hornej časti okna je uvedený pôvodný obsah bunky a v dolnej časti je uvedený obsah po korekcii. Okrem toho okno obsahuje meno užívateľa, ktorý urobil práve zobrazenú zmenu.



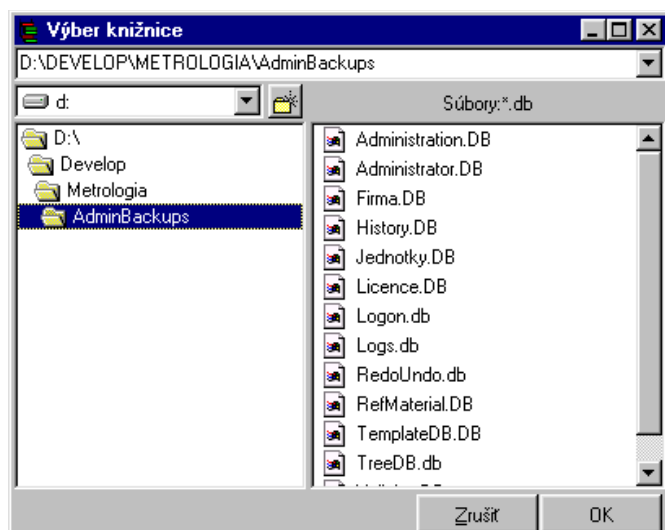
### 4.3 Zálohovanie databázy

Ak je program METRO v knižnici C:\metro tak celá databáza, kde sú uložené všetky diagramy, je uložená v knižnici C:\metro\database. Program automaticky zálohuje databázu po každom uzatvorení okna pre editovanie databázy. Táto automatická záloha je ukladaná do podknižnice C:\calibro\WorkingDBTemp. Okrem tohto zálohovania má administrátor možnosť robiť zálohy do ďalších knižníc na disku. Štandardne má pre tieto účely vytvorenú podknižnicu C:\calibro\AdminBackups.

V hlavnom menu **Kliknite "Administrátor"** a v menu **kliknite "Záloha celej databázy"**



Otvorí sa okno kde môžete špecifikovať cestu pre zálohu. **Kliknutím** na tlačítko OK sa iniciuje vytvorenie zálohy vo vybranej knižnici.

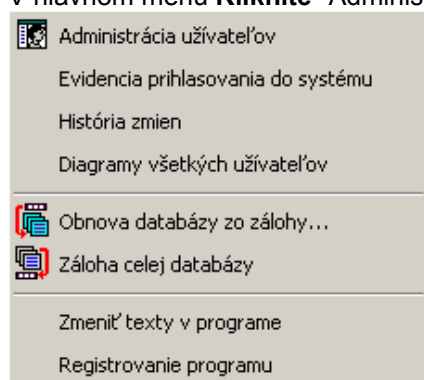


Pri každom zálohovaní je kontrolovaná databáza meraní a až potom je vytvorená záloha.

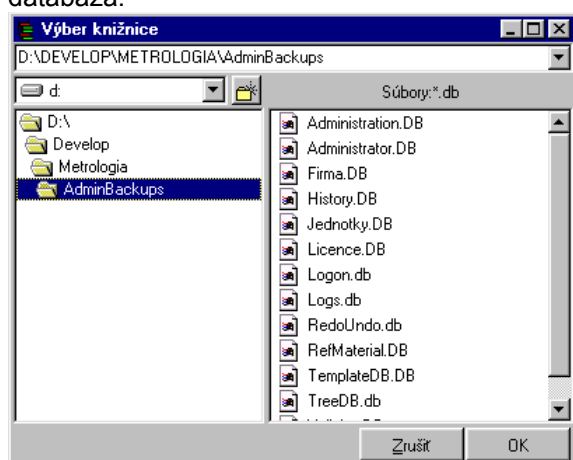
#### 4.4 Obnova databázy zo zálohy

Administrátor má kompetenciu obnoviť hlavnú databázu z niektorej zo záloh, ktorú vyberie.

V hlavnom menu **Kliknite "Administrátor"** a v menu **kliknite "Obnova databázy zo zálohy..."**



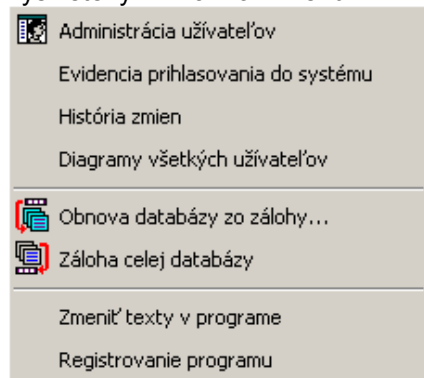
Otvorí sa okno kde môžete špecifikovať cestu pre zálohu, z ktorej sa bude obnovovať hlavná databáza.



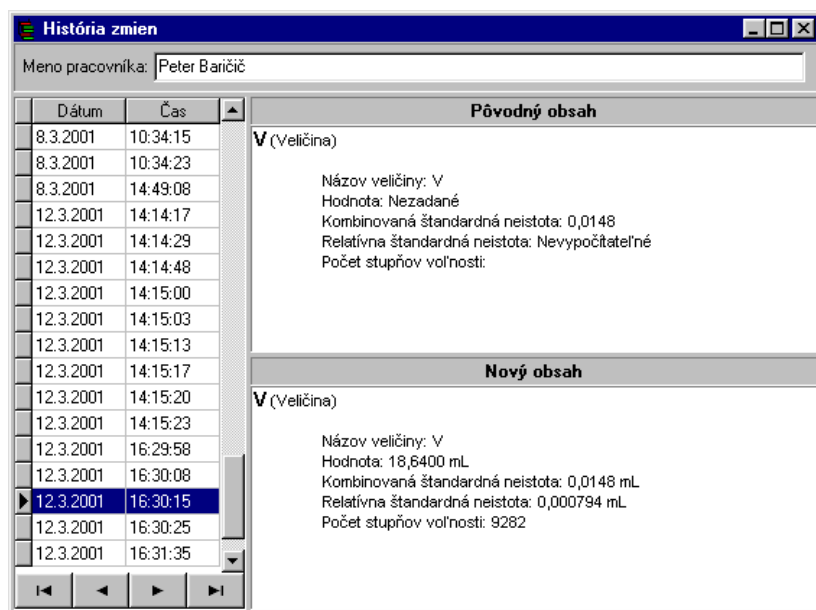
Pri každej obnove hlavnej databázy je záloha najprv kontrolovaná, či je v poriadku a až potom budete vyzvaný k prepísaniu databázy meraní.

## 4.5 História zmien

Táto funkcia umožňuje sledovať históriu každého merania uloženého v databáze. V zozname meraní vyberte kliknutím alebo posúvačom meranie ktorého históriu chcete sledovať. Tento záznam ostane vysvietený. V hlavnom menu **kliknite** "Administrátor"

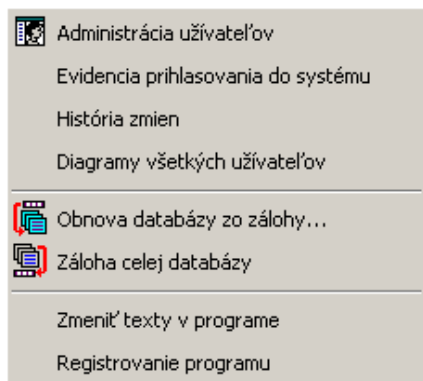


V otvorenom menu **kliknite** "História zmien". V otvorenom okne sa zobrazí zoznam všetkých zmien týkajúcich sa vybraného merania.



## 4.6 Evidencia prihlasovania do systému

Táto funkcia umožňuje zobrazit' všetky prihlásenia sa vybraného užívateľa do systému. V hlavnom menu **kliknite** "Administrátor"



V otvorenom menu **kliknite** "Evidencia prihlasovania do systému". V ľavej časti otvoreného okna sa zobrazí zoznam všetkých užívateľov. Kliknutím alebo posúvaním si v tomto zozname môžete vybrať užívateľa, pre ktorého sa v pravej časti okna zobrazí zoznam dátumov, kedy bol tento užívateľ prihlásený do systému. V tomto zozname sa môžete nastaviť na požadovaný dátum, ktorý potrebujete overiť.



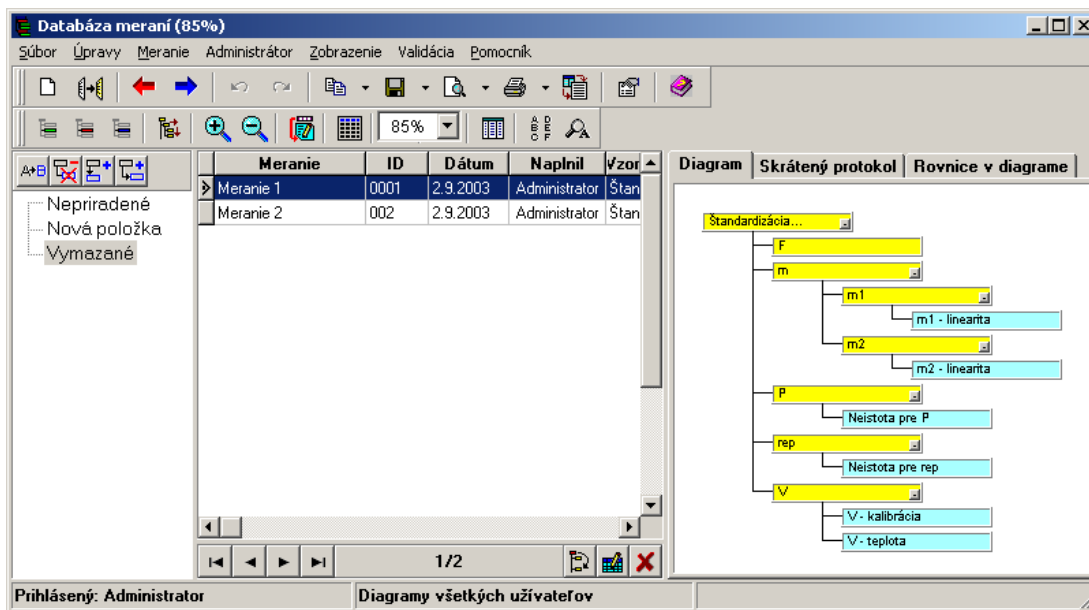
**Kliknutím** na tlačítko "Zobrazíť zmeny" zobrazíte zmeny urobené vo vybranom časovom intervale.


## 4.7 Obnovenie vymazaného diagramu

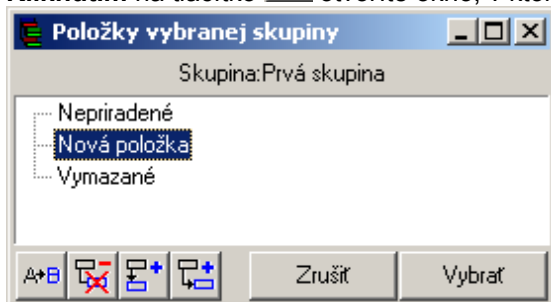
Ako administrátor máte možnosť vymazávať diagramy z databázy a opätovne obnovovať ich prítomnosť v databáze neobmedzene. Ako užívateľ môžete obnovovať len vlastne diagramy. Obnovenie diagramu prakticky znamená presunutie diagramu z položky "Vymazané" do inej položky vybranej v strome položiek. Obnova diagramov funguje rovnako pre "Databázu meraní" ako pre databázu obsahujúcu "Vzory pre nové meranie".

**Kliknutím** na položku "Vymazané" zobrazíte všetky vymazané diagramy





Kliknutím na tlačítko  otvoríte okno, v ktorom môžete definovať cieľovú položku.

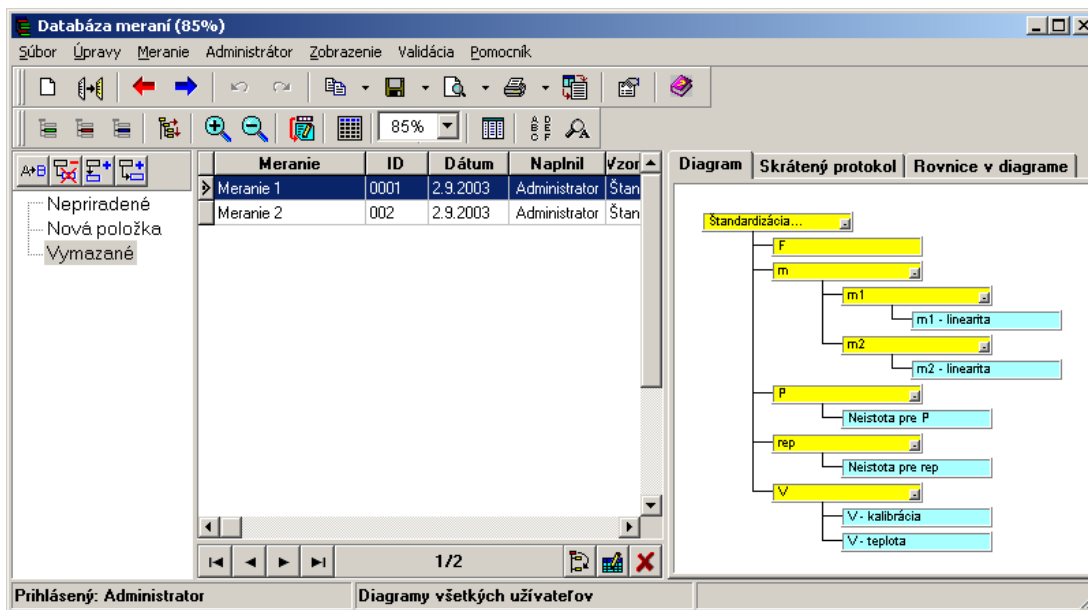


Kliknutím na tlačítko "Vybrať" potvrdíte výber a diagram bude premiestnený do vybranej položky.

## 4.8 Definitívne vymazanie diagramu

Ako administrátor máte možnosť definitívne vymazať ktorýkoľvek diagram v databáze meraní alebo v databáze vzorových diagramov. Ako užívateľ môžete vymazať len vami vytvorené diagramy. Definitívne vymazanie diagramov funguje rovnako pre "Databázu meraní" ako pre databázu obsahujúcu "Vzory pre nové meranie".

Kliknutím na položku "Vymazané" zobrazíte všetky vymazané diagramy



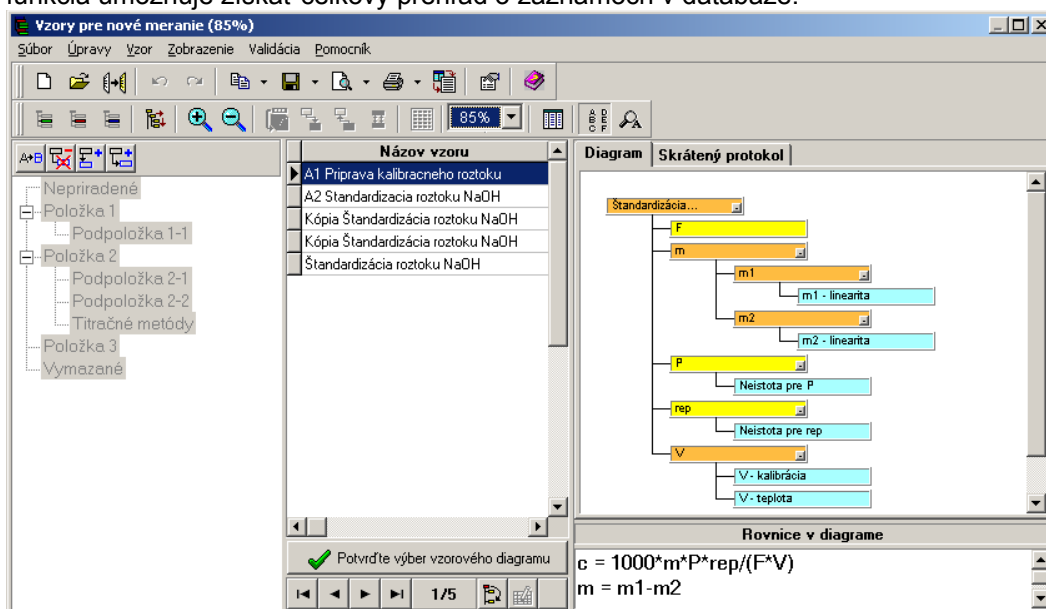
Kliknutím na tlačítko  definitívne odstránite označený diagram z databázy.


## 4.9 Zobrazenie všetkých diagramov

Táto funkcia je dostupná ako pre administrátora tak aj pre užívateľa. Na hlavnej lište kliknite tlačítko



Zobrazí sa abecedný zoznam všetkých diagramov uložených v databáze meraní alebo v databáze so vzorovými diagramami, pričom stromová štruktúra s položkami ostane vyšedená. Táto funkcia umožňuje získať celkový prehľad o záznamoch v databáze.



Po opätovnom kliknutí na  sa obnoví pôvodný spôsob zobrazenia.