

Zpracování fyzikálních měření

podrobné zadání

Všechny soubory naleznete ve složce Z_ZADANI umístěné na ploše počítače.

Soubory ukládejte do složky Z_ZPRACOVANI.

Při práci použijte nápovědu.

1. Zpracování výsledku měření jediné veličiny

- Otevřete Excel a soubor uložte do složky Z_ZPRACOVANI pod názvem **Z_Prijmeni_RRMMDD** (poslední část názvu označuje datum řešení úlohy). Soubor po celou dobu práce průběžně ukládejte!
- Každý list vašeho souboru podepište v levé horní buňce, do vedlejší buňky napište číslo počítače, na kterém pracujete. Toto zkopírujte i do ostatních listů.
- Vložte data ze souboru data_1.txt.
- Určete počet měření (dat v souboru) a určete odhad střední hodnoty měřené veličiny a standardní odchylku.
- Určete standardní odchylku aritmetického průměru.
- Stanovte chybu měření odpovídající standardní odchylce (pravděpodobnost $P = 0,68$), pravděpodobnou chybu (pravděpodobnost $P = 0,5$) a mezní chybu ($P = 0,95$). Tabulka s hodnotami Studentova součinitele t je k dispozici v souboru Studentovo_rozdeleni.xls.
- Zapište výsledek ve s uvedením standardní odchylky aritmetického průměru, doplňte informaci, z které bude případnému čtenáři jasné, jakou chybu uvádíte.
- (*Tento úkol udělejte, až budete mít vše ostatní hotovo.*) Označte hodnoty, které nesplňují 3s kritérium, tyto vyřaďte z dalšího zpracování. Zopakujte výpočet aritmetického průměru a standardní odchylky. Stanovte požadované chyby měření.
- Vytiskněte tabulku s chybami a zápis výsledku.

2. Zpracování výsledku nepřímých měření

- Do dalšího listu vložte data ze souboru data_2.txt.
- Sestavte tabulku měřených veličin a nejistot jejich měření. Určete relativní chyby měření jednotlivých veličin.
- Tabulku zformátujte.
- Vypočítejte hustotu a určete její chybu, uveďte relativní chybu.
- Výsledky vytiskněte.

3. Lineární závislost, graf

- Pokračujte v novém listu, použijte data_3.
- Sestrojte **graf** této závislosti.
- Graf řádně popište a zformátujte.

- V grafu znázorněte **chybové úsečky**.
- Grafem proložte **lineární závislost** s pomocí Excelu, v grafu zobrazte rovnici regrese.
- Určete **chyby** koeficientů regrese (pomocí funkce linregrese).
- Nafitujte lineární závislost s pomocí nástroje **Řešitel**.
- Nafitujte závislost s vážením chybami s pomocí nástroje **Řešitel**. V případě vážení chybou minimalizujeme funkci

$$\chi^2 = \sum \frac{(f(x_i) - y_i)^2}{\sigma_i^2}$$

- (*Volitelné*) Vyzkoušejte si vliv velikosti chyby (změňte hodnotu některé chyby), posunutí jednoho bodu apod.
- **Vytiskněte** výsledky fitu a graf.

4. Nelineární závislost

- Do dalšího listu vložte data ze souboru data_4.txt.
- Sestrojte **graf** závislosti.
- Proložte exponenciální závislost pomocí předdefinované funkce v Excelu (spojnice trendu).
- **Nafitujte** exponenciální průběh s použitím nástroje řešitel. Použijte rovnici $U_{vyp} = A \exp(-Bt) + C$. Uveďte rozměry parametrů A , B , C .
- Graf a výsledek fitování **vytiskněte**.
- (*Volitelné*) Data pro pracovní úkol 5 naleznete v souboru RLC_*.txt. Jako vhodnou závislost lze použít funkci $U_{vyp} = a \exp(-bt) \sin(ct + d) + e$.

Nápověda – Excel

Vložení dat: existuje několik možností vkládání dat

- zkopírování: *otevřete soubor s daty (např. v poznámkovém bloku), data vyberte a zkopírujte do Excelu (pokud se nerozdělí do jednotlivých sloupců, použijte Vložit jinak)*
- import: Data – Načíst externí data – Z textu *V průvodci importem nastavte vhodný oddělovač dat (tabulátor, mezera, pevná šířka apod.) případně v nabídce Formát dat – upřesnit – nastavte použitý desetinný oddělovat.*

Funkce užitečné k výpočtům: PRŮMĚR, SMODCH.VÝBĚR, SUMA, POČET (počet buněk obsahující čísla).

Při výpočtech ve vzorcích používejte podle potřeby **absolutní nebo smíšené adresy**. Rychlý zápis absolutní adresy – po vložení odkazu na buňku do vzorce stiskneme F4 na klávesnici, případně při dalším stisknutí se adresa změní na smíšenou. Fixovaná poloha je označena symbolem \$.

Příklad použití absolutních odkazů (nastaveno zobrazení vzorce)

| | A | B | C |
|----|---|---------------------|---|
| 1 | | | |
| 2 | a | 2,3 | |
| 3 | b | 0,5 | |
| 4 | | | |
| 5 | x | ax+b | |
| 6 | 1 | = \$C\$2*B6+\$C\$3 | |
| 7 | 2 | = \$C\$2*B7+\$C\$3 | |
| 8 | 3 | = \$C\$2*B8+\$C\$3 | |
| 9 | 4 | = \$C\$2*B9+\$C\$3 | |
| 10 | 5 | = \$C\$2*B10+\$C\$3 | |
| 11 | | | |
| 12 | | | |

Vzorec napíšeme pouze do prvního buňky a do dalších rozkopírujeme (buňku táhneme za pravý dolní roh dolů).

Označení sloupce až na konec Ctrl+Shift+↓, výběr na konec dat v řádku Ctrl+Shift+→

Filtrování dat (vyřazení hodnot nesplňující 3s kritérium) – např. pomocí funkce **KDYŽ**(podmínka;[ano];[ne]) – pomocí této funkce vytvořit sloupec dat s odfiltrovanými hodnotami, v jednom vzorci lze použít více podmínek

Studentovo rozdělení najdete v tabulce v souboru Studentovo_rozdeleni.xls

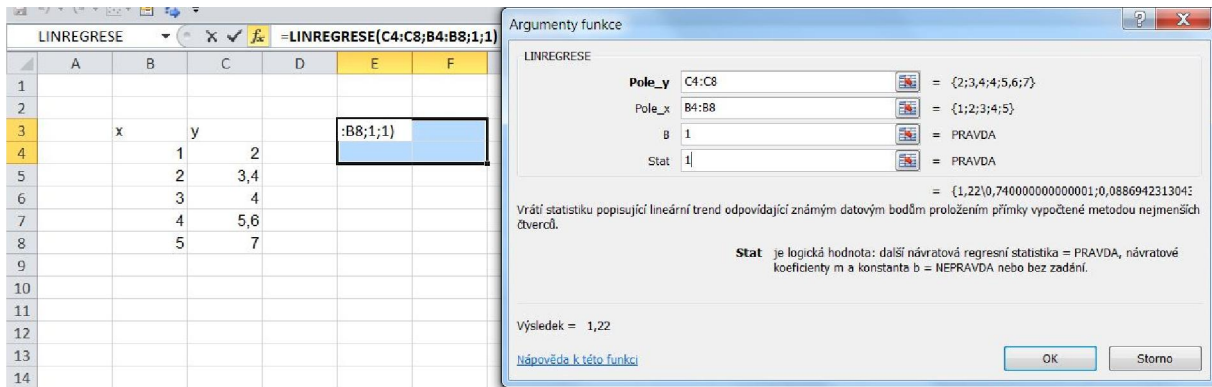
Vytvoření grafu – *označit sloupce dat (x a y)* – Vložení – Graf – Bodový. *Pokud označíte i záhlaví, bude použito v legendě závislé proměnné.*

Vložení dalších dat do grafu – *v tabulce vyberte data* – Ctrl+C - *klikněte do grafu* – Ctrl+V.

Proložení závislosti – *klik pravým tlačítkem myši na bod v grafu* – Přidat spojnicí trendu, v okně formát spojnicí trendu lze upravit název spojnicí trendu (zobrazí se v legendě), zobrazení rovnice v grafu a další.

Chybové úsečky v grafu: *klik na graf* – *v kartě Nástroje grafu* – Rozložení – Chybové úsečky – další možnosti chybových úseček.

Lineární regrese – vložení maticové funkce: *v tabulce označit nejméně 2x2 buňky* – Vložit funkci LINREGRESE – *zadat parametr funkce* stat = 1 (pravda), B=1 pokud absolutní člen je nenulový - stisknout CTRL+SHIFT+ENTER (Pokud stisknete OK, vzorec vrátí pouze směrnici).



Instalace doplňku Řešitel: Soubor – Možnosti – Doplňky (označit) – ve spodní části okna Spravovat – Přejít ... (zaškrtnout)

Použití řešitele pro fitování

- vytvořte sloupec se součty čtverců odchylek a jejich součet

Data – Revize – Řešitel

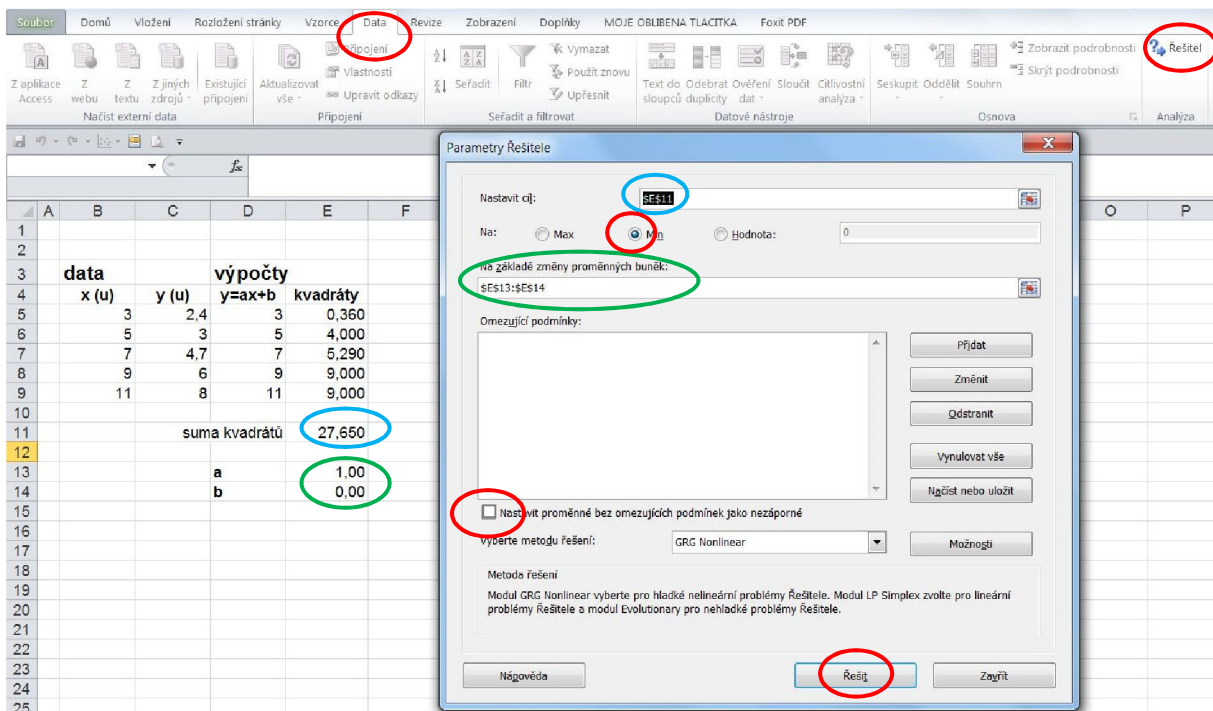
Parametry řešitele: cíl – *co minimalizují, suma kvadrátů*

zatrhnout min (hledáme minimum)

na základě změny proměnných buněk – vybrat fitované parametry

nastavit vhodnou počáteční hodnotu parametrů

nezaškrtnout nastavení omezujících podmínky jako nezáporné



Tisk vybrané oblasti: označit oblast – Tisk – nastavení- vytisknout výběr – přizpůsobit list na 1 stránku

Užitečné klávesové zkratky

| | |
|--------------|--|
| F4 | pro absolutní či smíšené odkazy (vloží \$) |
| Tab | potvrdí zápis v buňce a skočí doprava |
| Enter | potvrdí zápis v buňce a skočí dolů, při používání klávesy Tab skočí na první buňku dalšího řádku |
| Alt+Enter | zalomí řádek v buňce |
| Ctrl+→ | přejde na buňku v posledním sloupci tabulky |
| Ctrl+↓ | přejde na buňku v posledním řádku tabulky |
| Ctrl+Shift+↓ | označení sloupce až na konec |

Tipy a triky

Úprava několika listů najednou – listy označte (klik na ouško dole, pro výběr více držet Ctrl), úpravy na kterémkoli listu se projeví i na ostatních.

Vložení aritmetické posloupnosti – napište první dva členy, buňky rozkopírujte (označte a za pravý spodní roh roztáhněte).

Uložení šablony grafu: *klik na graf* – Nástroje grafu – Návrh- Uložit jako šablonu

použití šablony vložení-grafy (klik do pravého spodního rohu) – šablony

Popis legendy v grafu:

- úprava názvu dat (datové řady) – *P klik na graf* – vybrat data – upravit – název řady
- název fitované křivky (název spojnice trendu) – *P klik na spojnici trendu* – Formát spojnice trendu – Název spojnice trendu – vlastní

Proložení grafu nelineární závislostí

- pokud je známa explicitní závislost a všechny parametry, vypočteme a znázorníme teoretickou závislost
- pokud je známa explicitní závislost a nejsou známy všechny parametry, lze závislost nafitovat a neznámé parametry určit – pomocí Řešitele
- pokud není znám explicitní tvar závislosti – lze spojit body hladkou závislostí nebo pomocí „křivítka“, tedy nakreslit křivku – do grafu vložit - obrazce – čáry - křivka, vloženou křivku lze tvarovat (zadejte jí pomocí několika málo bodů)

Názvy užitečných funkcí v české a anglické verzi Excelu

| CZ | EN | Typ | Popis |
|--------------|---------|-------------|--|
| SMODCH.VÝBĚR | STDEV | statistická | Směrodatná odchylka |
| KDYŽ | IF | logická | Určí, který logický test má proběhnout |
| ODMOCNINA | SQRT | matematická | Druhá odmocnina |
| PRŮMĚR | AVERAGE | statistické | Průměrnou hodnota argumentů |
| POČET | COUNT | statistické | Počet čísel v seznamu argumentů |
| POČET2 | COUNTA | statistické | Počet hodnot v seznamu argumentů |
| PI | PI | matematická | Hodnota čísla pí |
| LINREGRESE | LINEST | statistická | Lineární regrese |