

# Ako riešiť otvorený problém?

*alebo*

ako na experiment a  
porovnanie s teóriou

*Úvodné sústreďenie TMF, Október 2025*

*Natália Ružičková*

*Typické TMF zadanie:*

.....

**Preskúmajte jav a jeho závislosť od relevantných parametrov.**

*Otvorený problém:*

- nemám jasne danú úlohu ani parametre
- odpoveďou nie je jedno číslo/vzorec, ale komplexná práca
  - (projekt, článok, prezentácia, protokol,...)
- neexistuje jediná správna odpoveď, každé riešenie je originálne

***Ako na riešenie otvoreného problému?***

# Dobrý experiment = dobrý začiatok

- experiment = najsilnejší nástroj, najpresvedčivejší argument
- teória sa snaží *popísať experimentálne výsledky*
- základ TMF vedeckej práce = kvalitný, zmysluplný a dôsledný experiment

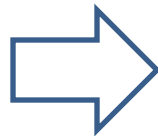
*...ako na to (nielen) pri TMF?*

1. Ako systematicky experimentovať?

2. Čo mi hovoria moje dáta?

3. Ako výsledky odprezentovať?

.....  
**Preskúmajte** jav a jeho závislosť od **relevantných parametrov**.



**BRAINSTORMING**  
všetky možné parametre, ktoré by mohli mať vplyv



**NÁVRH EXPERIMENTU**  
k jednotlivým parametrom

*MÁ VPLYV*

*NEMÁ VPLYV*

*Systematické skúmanie*

*Viem to fyzikálne vysvetliť?*

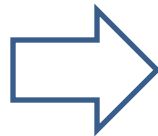
*NIE*

*ÁNO*

*Robím to správne?*



.....  
**Preskúmajte** jav a jeho závislosť od **relevantných parametrov**.



**BRAINSTORMING**  
všetky možné parametre, ktoré by mohli mať vplyv



**NÁVRH EXPERIMENTU**  
k jednotlivým parametrom

*MÁ VPLYV*

*NEMÁ VPLYV*

***Systematické skúmanie***

*Viem to fyzikálne vysvetliť?*

*NIE*

*ÁNO*

*Robím to správne?*



# Ako *systematicky* experimentovať?

## 1. **one parameter at a time**

uistiť sa, že nemením naraz viac dôležitých parametrov,  
*inak výsledky veľa nepovedia*

## 2. **dvakrát premýšľaj, raz meraj**

poriadne si premyslieť aparatúru a stabilizáciu vonkajších podmienok

*cieľ = vedieť reprodukovať meranie*

## 3. **poriadne a prehľadne zaznamenávať VŠETKO**

*veľkosti, vzdialenosti, materiály, teplotu, čas merania*

...nikdy neviete, ktorý údaj budete potrebovať a kto bude chcieť ďalej vaše údaje využiť

# Ako *systematicky* experimentovať?

## 4. **Nepodceňovať chyby merania**

zaznamenávať nepresnosti prístroja, odhadovať vplyvy zmeny iných parametrov

*errorbar-y nie sú klišé* – užitočné pri analýze dát

## 5. **Minimalizovať nepresnosti**

ideálne *zmerať to isté viackrát*

a) získame predstavu o spoľahlivosti výsledku a spresníme meranie

b) vyzerá to v prezentácii profesionálne a dôsledne

## 6. **Neprispôsobovať výsledky teórii**

*funguje to opačne!* chceme prísť na koreň javu, nie silou mocou dokázať nejakú teóriu

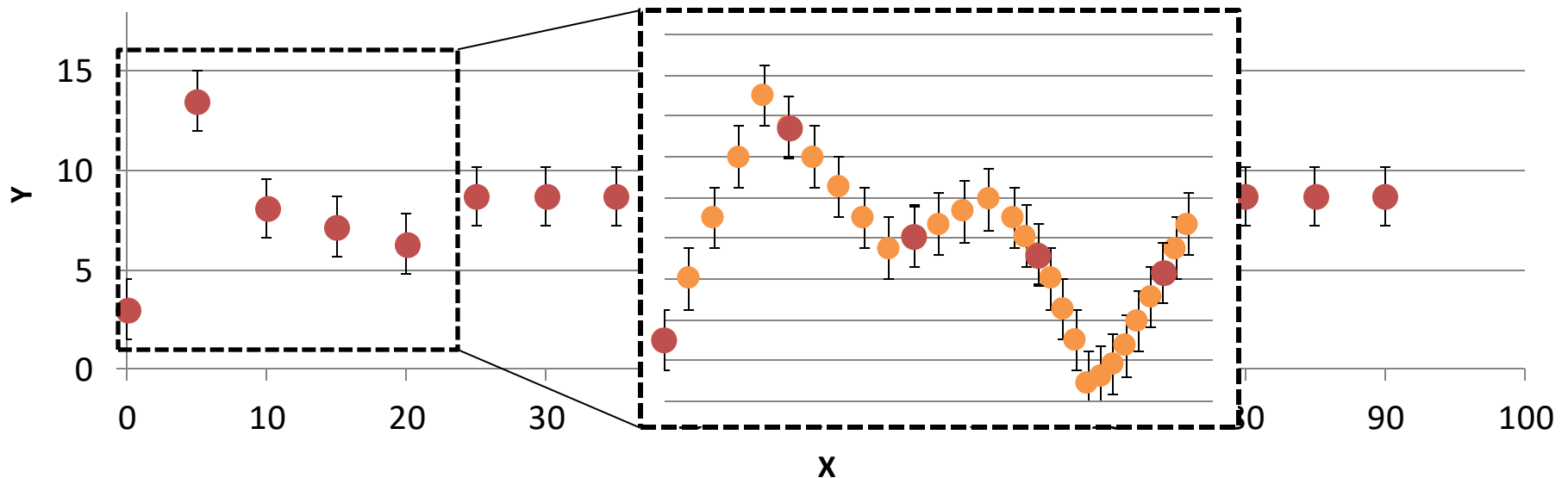
*be open – minded*: ľahšie nájdeme krajšie vysvetlenie

# Ako systematicky experimentovať?

## 7. Rozumné množstvo experimentov

meniť parameter v takých intervaloch, aby nám nič neušlo  
*detailnejšie skúmanie zaujímavých oblastí*

Zaujímavá oblasť  Podrobnejšie skúmanie



# *Ako systematicky experimentovať?*

## **NENECHAŤ SA ODRADIŤ!**

poctivé experimenty chcú veľa času a veci nevychádzajú na prvýkrát, tak už to chodí...

ale nakoniec sa dôslednosť sa vyplatí :)

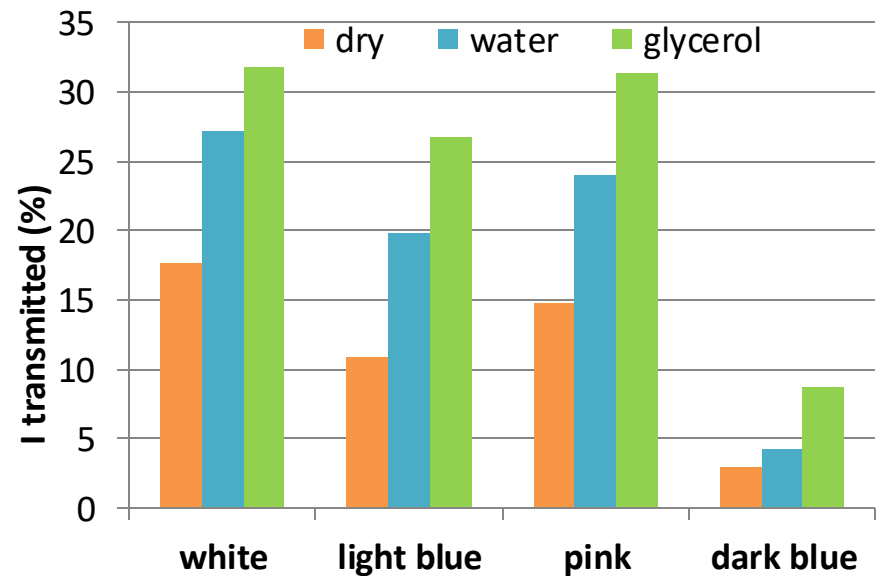
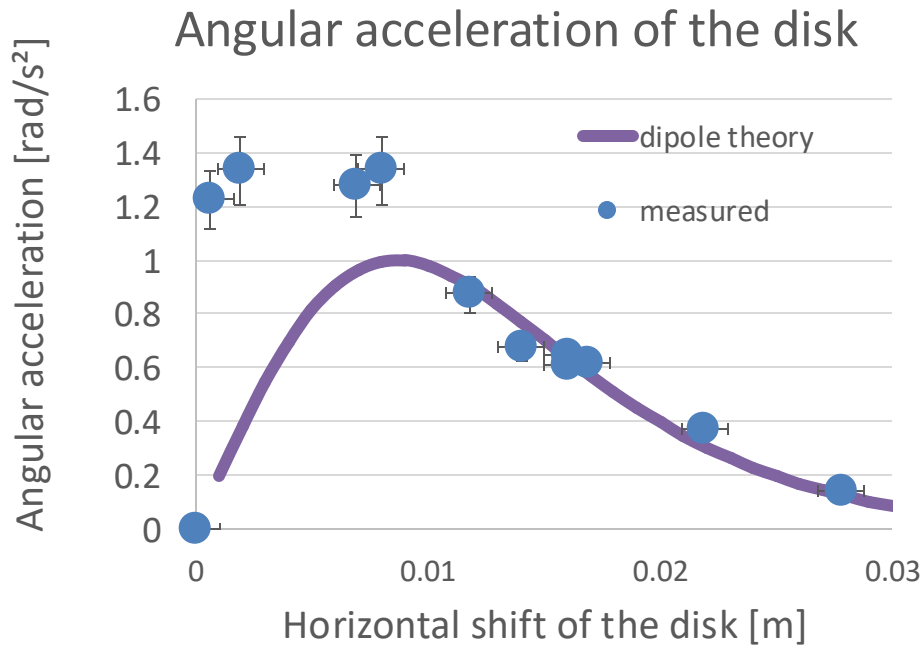
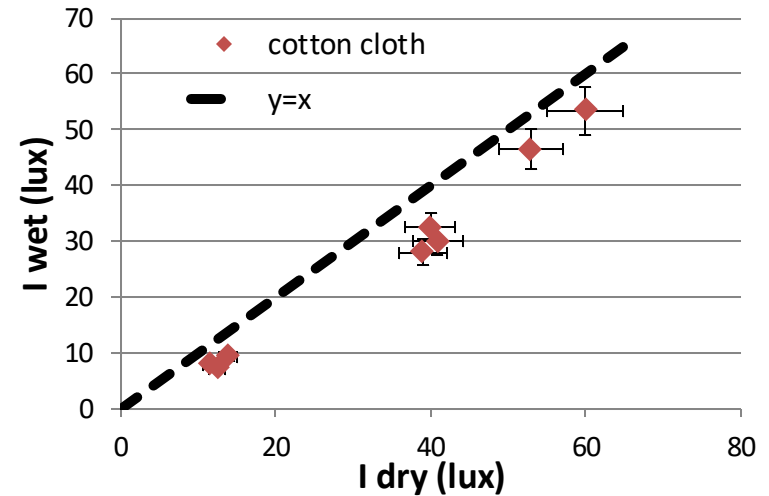
1. Ako systematicky experimentovať?

2. Čo mi hovoria moje dáta?

3. Ako výsledky odprezentovať?

# Čo s dátami

- najprehľadnejšia forma:  
**GRAF**
  - trend, závislosť, korelácie



# GRAF

MÁM TEÓRIU

NEMÁM TEÓRIU

KVANTITATÍVNY  
MODEL

KVALITATÍVNY  
PREDPOKLAD

zamýšľam sa  
hľadám fyzikálne  
príčiny, kvalitatívne  
vysvetlenie

sústredím sa na **trend:**  
**súhlasia výsledky?**  
potvrdenie/ vyvrátenie

# voľných parametrov

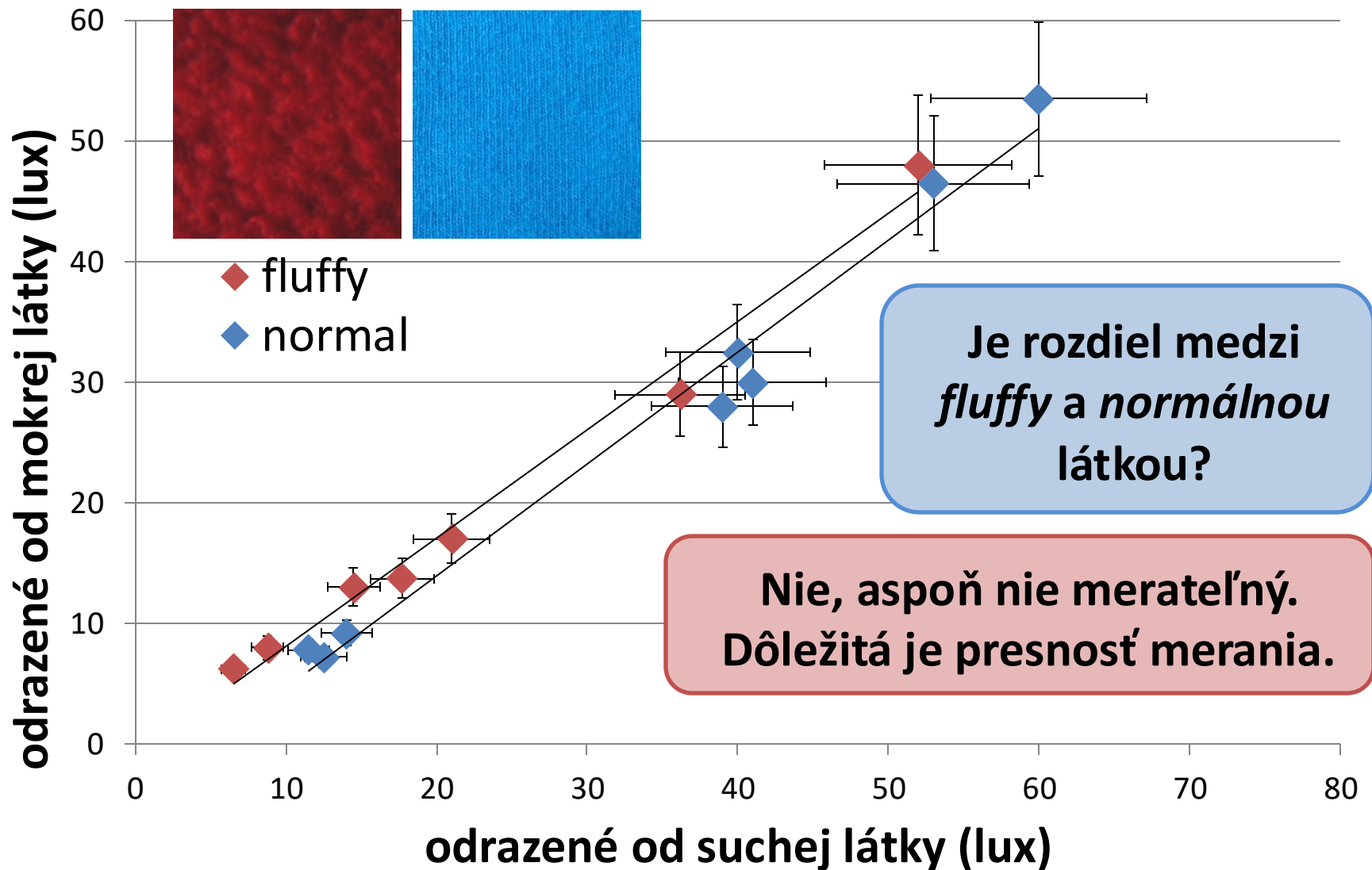
0

1 a viac

dokazujem  
teóriu,  
koreláciu

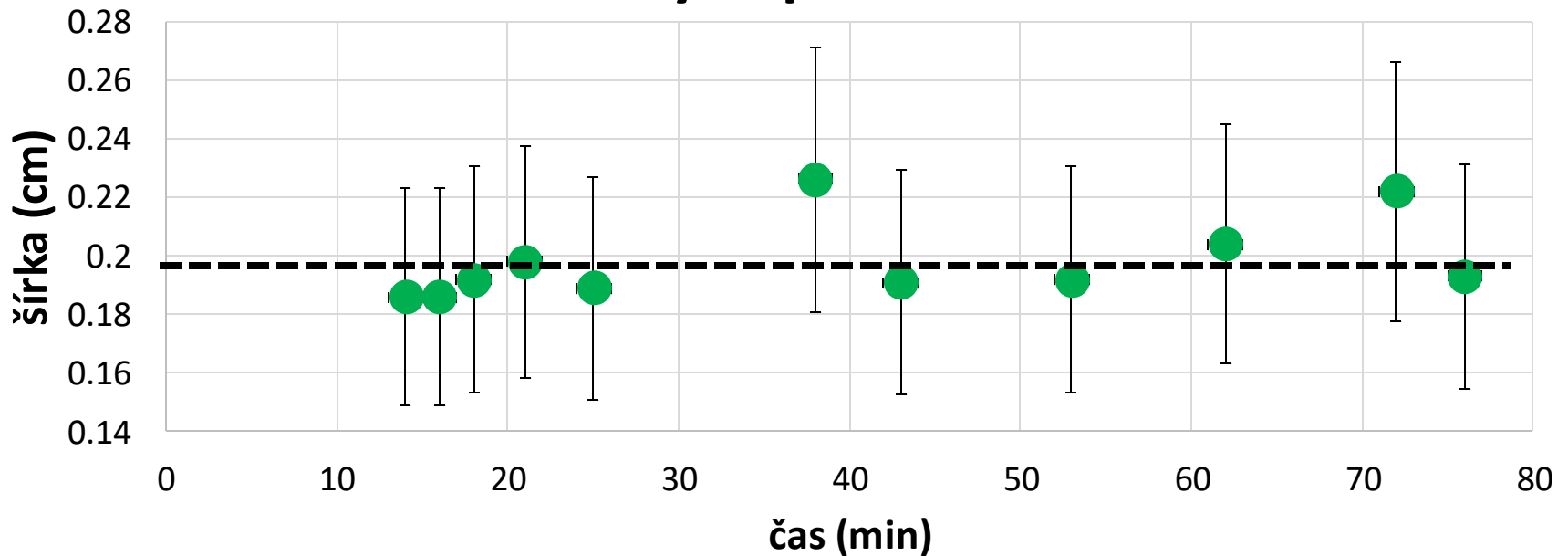
Fitujem  
voľné  
parametre

# Čo viem vyčítať z grafu?



# Čo viem vyčítať z grafu?

## Šírka slaných prstov v čase



**výsledok: šírka sa viac menej nemení**

*nevadí, že body neležia presne na priamke!*

*v rámci presnosti merania oscilujú okolo strednej hodnoty*

+

**žiaden jasný trend**

# GRAF

MÁM TEÓRIU

NEMÁM TEÓRIU

KVANTITATÍVNY  
MODEL

KVALITATÍVNY  
PREDPOKLAD

zamýšľam sa  
hľadám fyzikálne  
príčiny, kvalitatívne  
vysvetlenie

# voľných parametrov

0

1 a viac

dokazujem  
teóriu,  
koreláciu

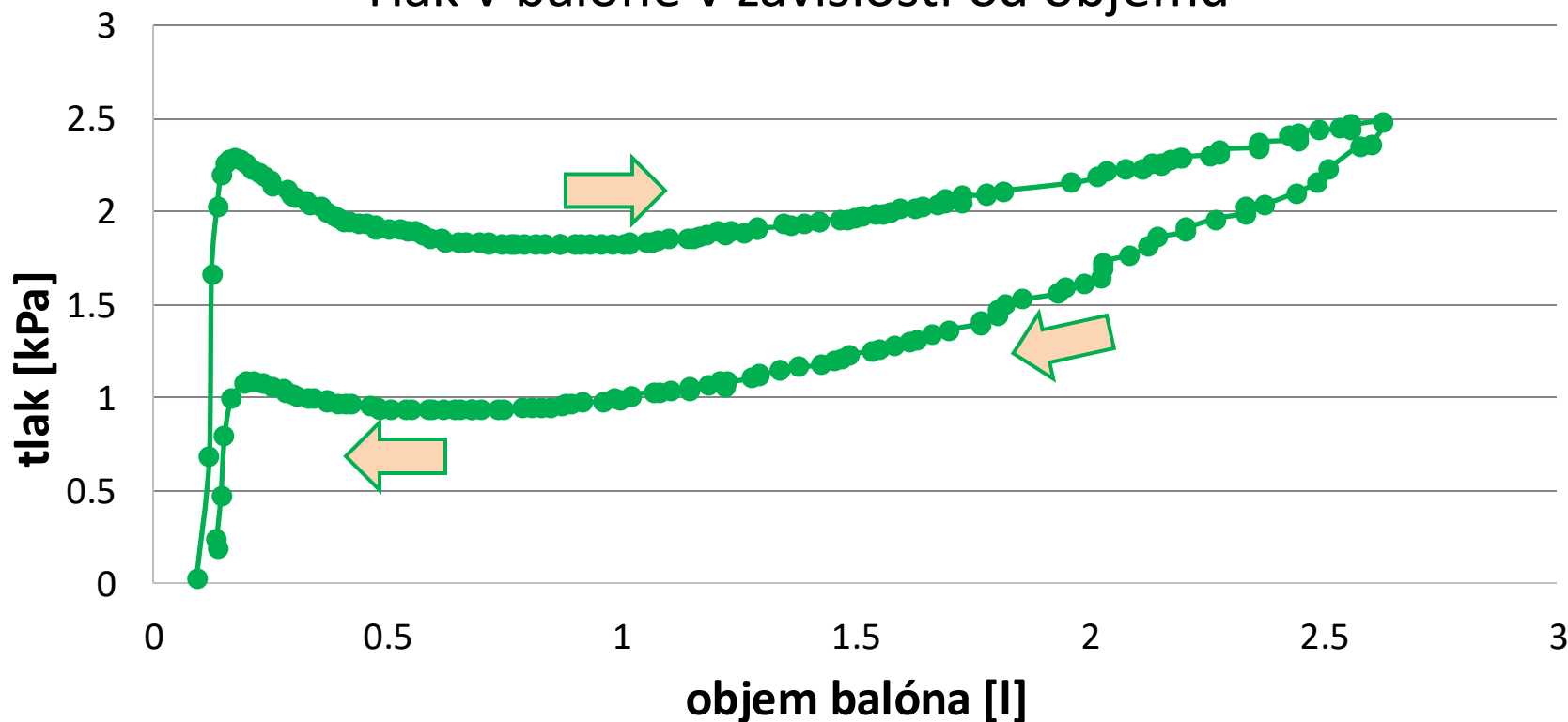
Fitujem  
voľné  
parametre

sústredím sa na **trend:**  
**súhlasia výsledky?**  
potvrdenie/ vyvrátenie

*KVALITATÍVNY PREDPOKLAD: **hysteréza** - pri vyfukovaní je krivka tlaku iná ako pri nafukovaní*

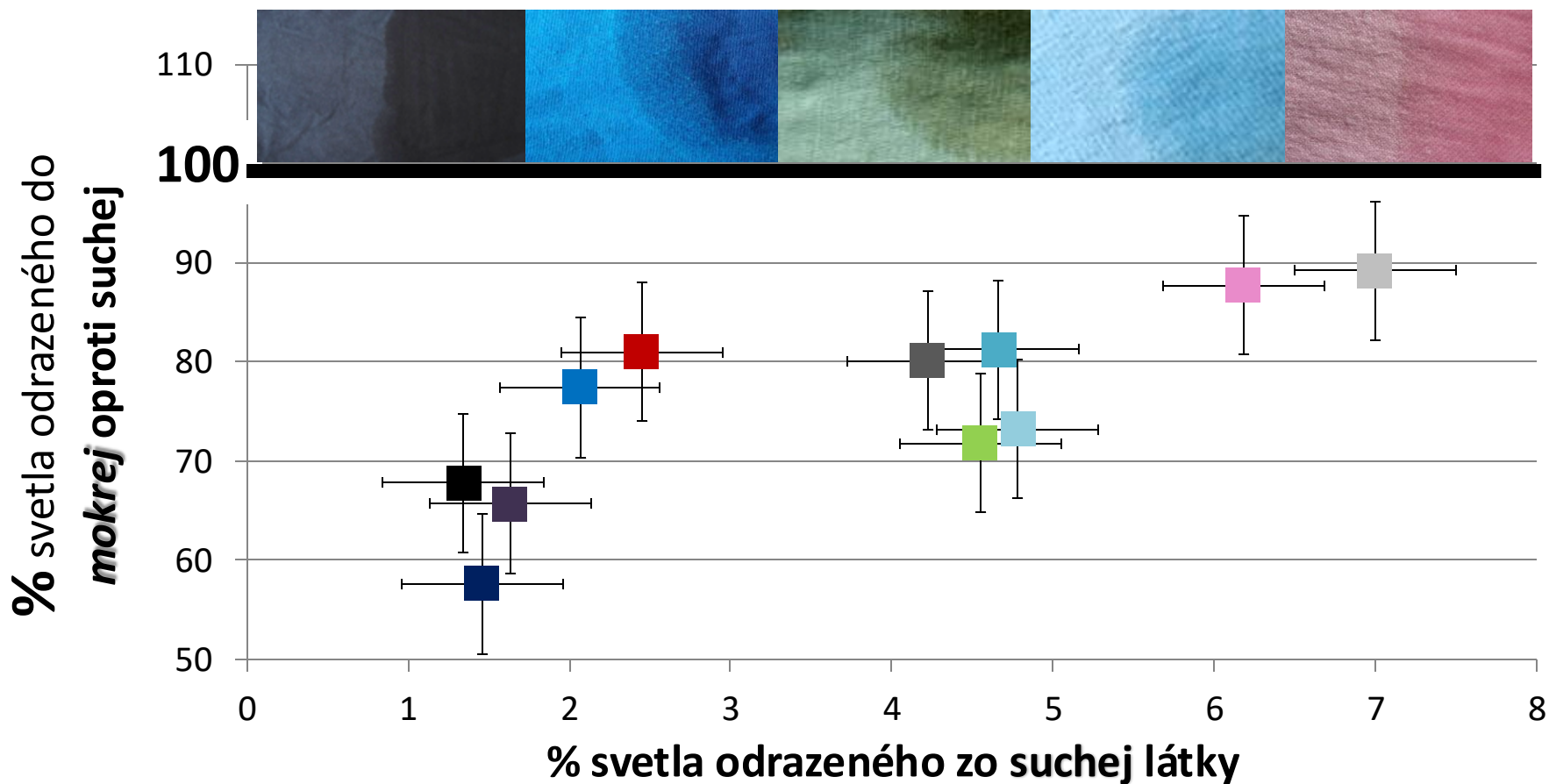
sústredím sa na **trend: súhlasia výsledky?**  
potvrdenie/ vyvrátenie

Tlak v balóne v závislosti od objemu



# KVALITATÍVNY PREDPOKLAD: mokrá látka odráža menej svetla ako suchá, tmavšie látky tmavnú viac

sústredím sa na **trend: súhlasia výsledky?**  
potvrdenie/ vyvrátenie



# GRAF

MÁM TEÓRIU

NEMÁM TEÓRIU

*KVANTITATÍVNY  
MODEL*

# voľných parametrov

0

dokazujem  
teóriu,  
koreláciu

1 a viac

Fitujem  
voľné  
parametre

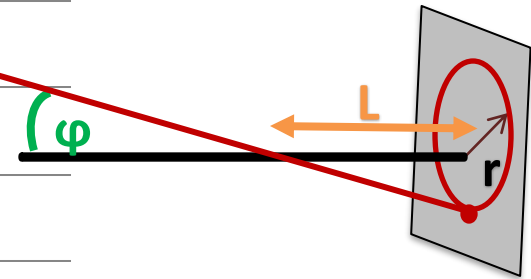
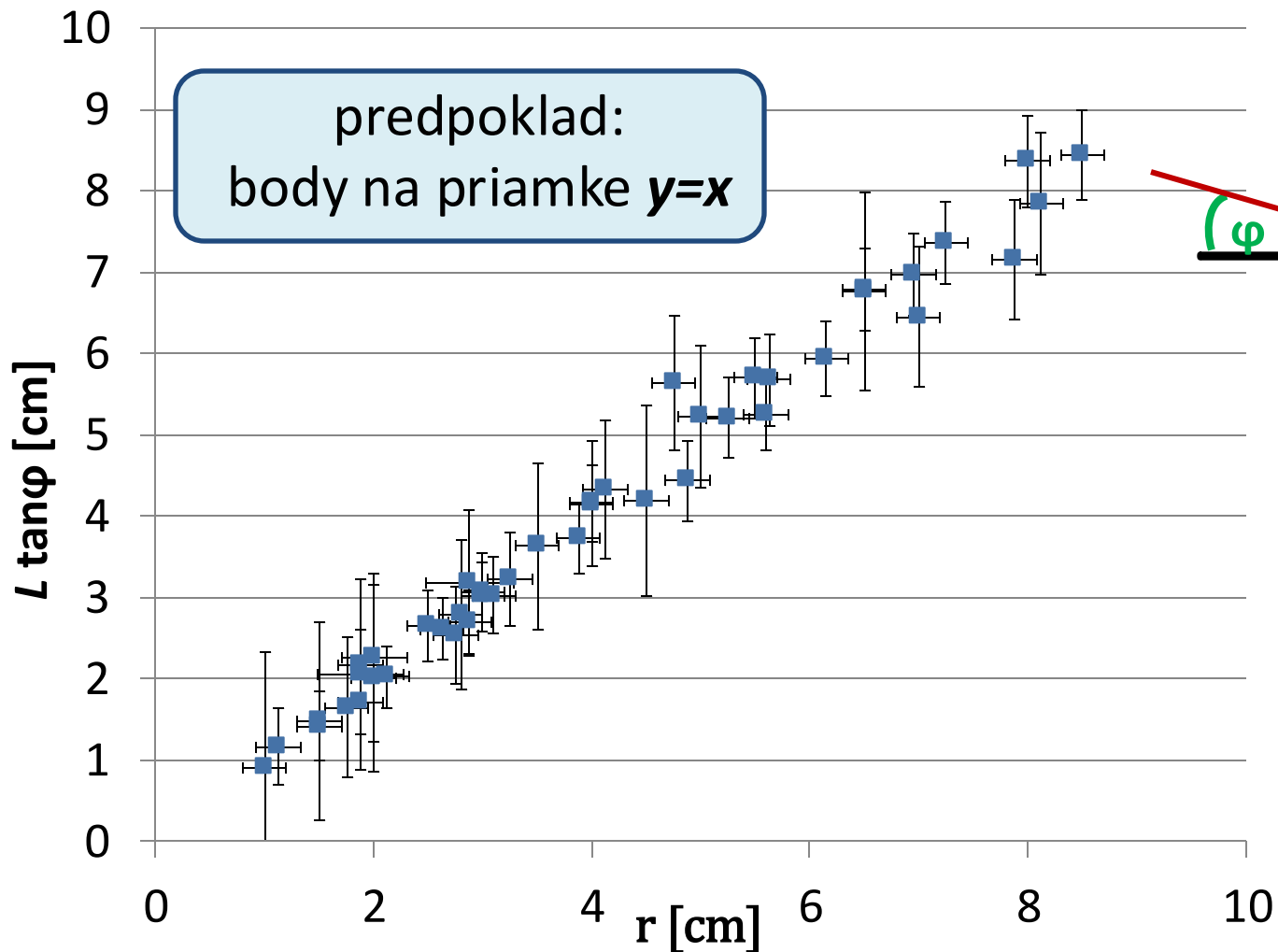
*KVALITATÍVNY  
PREDPOKLAD*

sústredím sa na **trend:**  
**súhlasia výsledky?**  
potvrdenie/ vyvrátenie

**zamýšľam sa**  
hľadám fyzikálne  
príčiny, kvalitatívne  
vysvetlenie

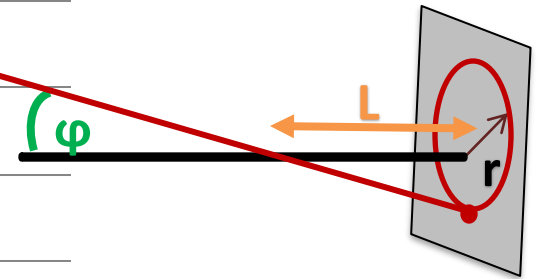
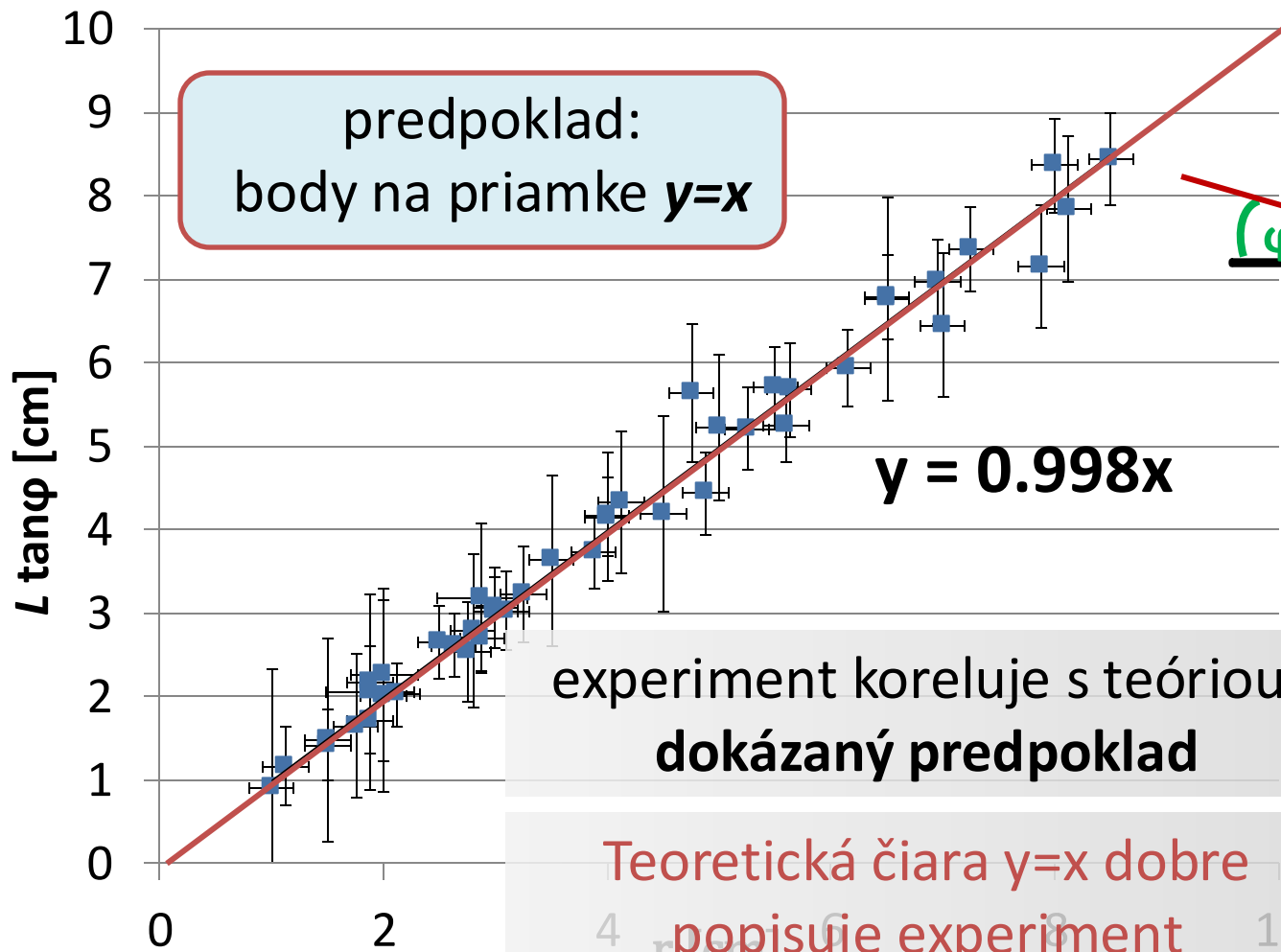
# KVANTITATÍVNY PREDPOKLAD: $r = L \tan \varphi$

dokazujem teóriu, robím koreláciu

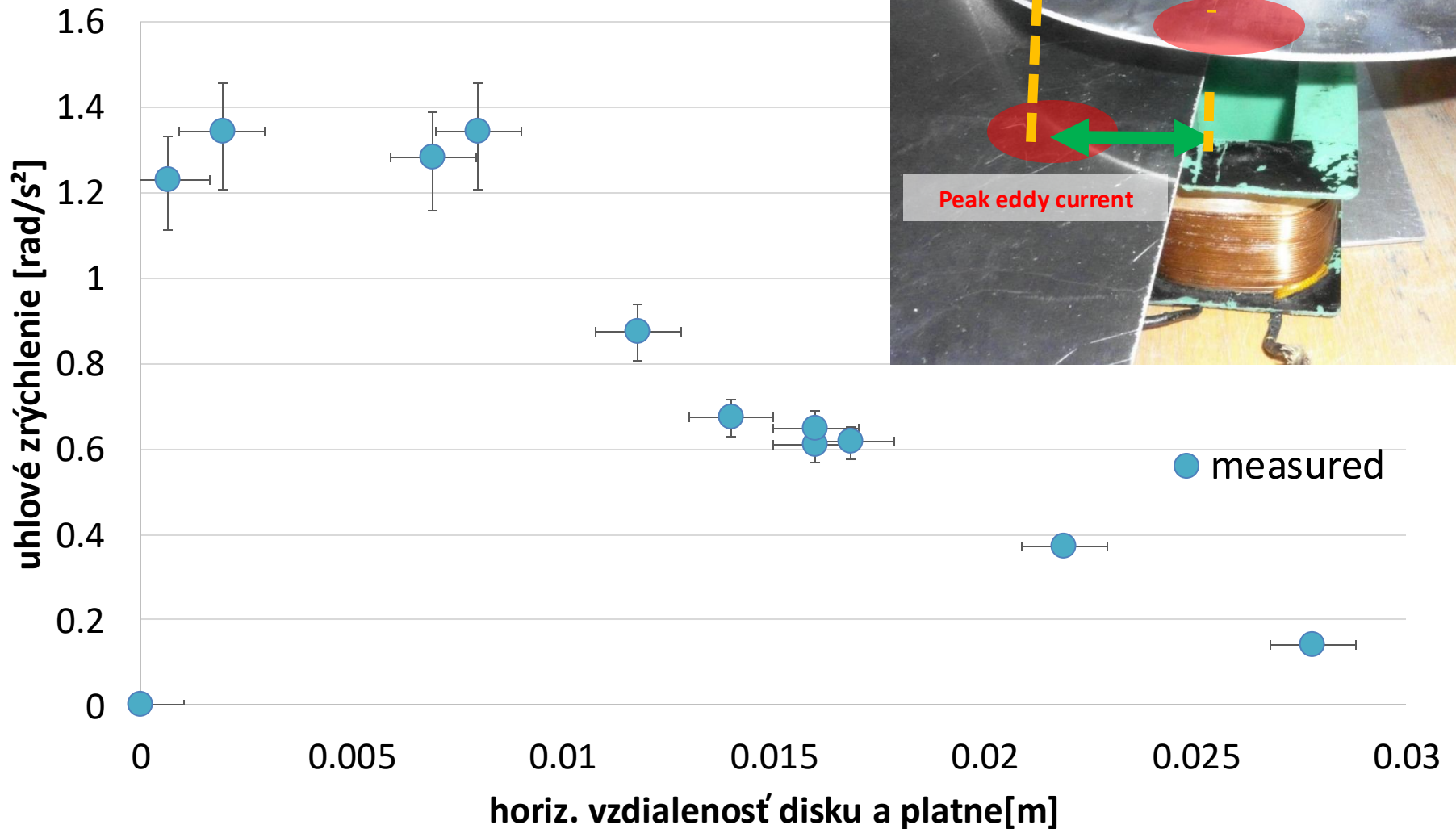


# KVANTITATÍVNY PREDPOKLAD: $r = L \tan \varphi$

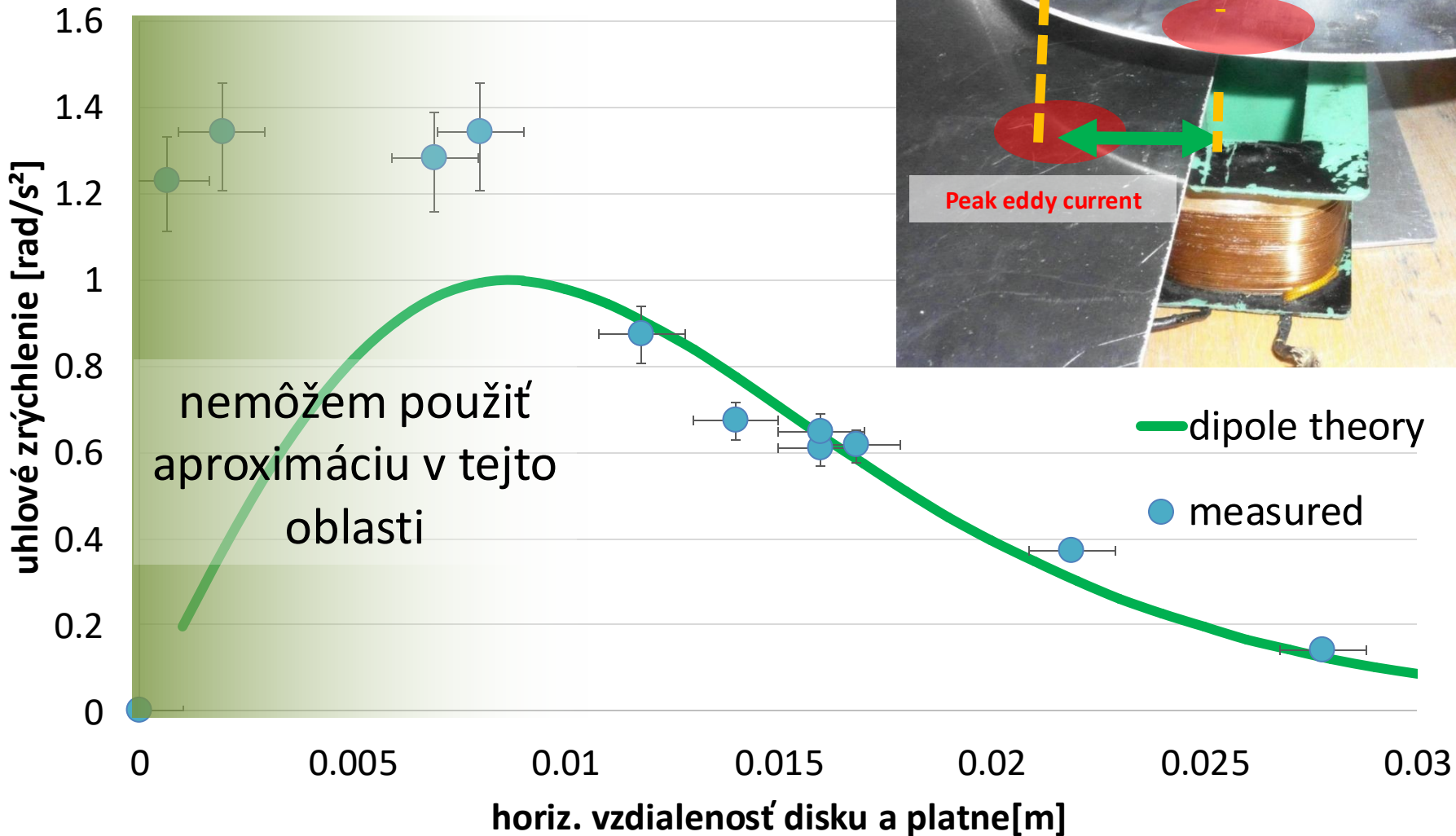
dokazujem teóriu, robím koreláciu



FITUJEM graf,  
overujem, či môžem použiť aproximáciu

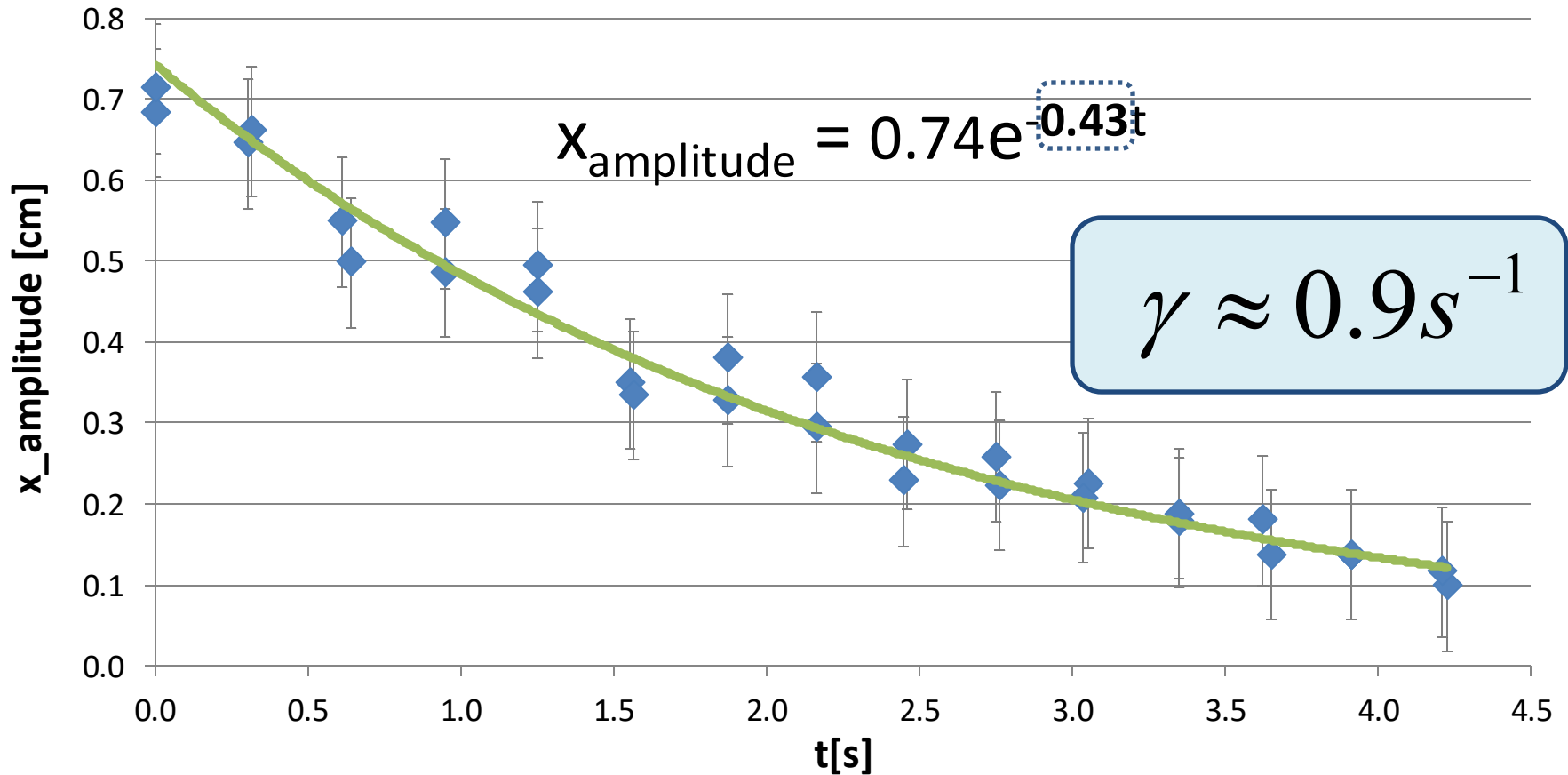


overujem, či môžem použiť aproximáciu



FITUJEM graf,  
hľadám hodnotu parametra

tlmené kmity:  $x_{amplitude} = Ae^{\frac{\gamma}{2}t}$



1. Ako systematicky experimentovať?

2. Čo mi hovoria moje dáta?

3. Ako výsledky odprezentovať?

# Ako výsledky prezentovať

## 1. jasné, prehľadné, intuitívne grafy

čitateľnosť je kľúčová: graf, ktorý nikto nepochopí, je zbytočná práca...

*riadne označené osi, legenda, dosť veľké body a čiary...*

## 2. metóda „aby aj hluchý pochopil“

vyznačiť jasne, ktorá časť grafu je zaujímavá

aby bolo na prvý pohľad zrejmé, na čo sa máme zamerať

*zakrúžkované oblasti, šípky, obrázky, fotky...*

## 3. jednotné grafy tam, kde to ide

ušetríte čas pri vysvetľovaní a výrazne uľahčíte orientáciu, prezentácia pôsobí súvislo

# Ako výsledky prezentovať

## 4. menej je niekedy viac

nedávať do prezentácie *všetko* len pre to, že ste to namerali, radšej menej grafov a poriadne vysvetlených

## 5. dôležitý je odkaz

graf má zdôrazniť **myšlienku**: treba sa uistiť, že bola dostatočne zdôraznená

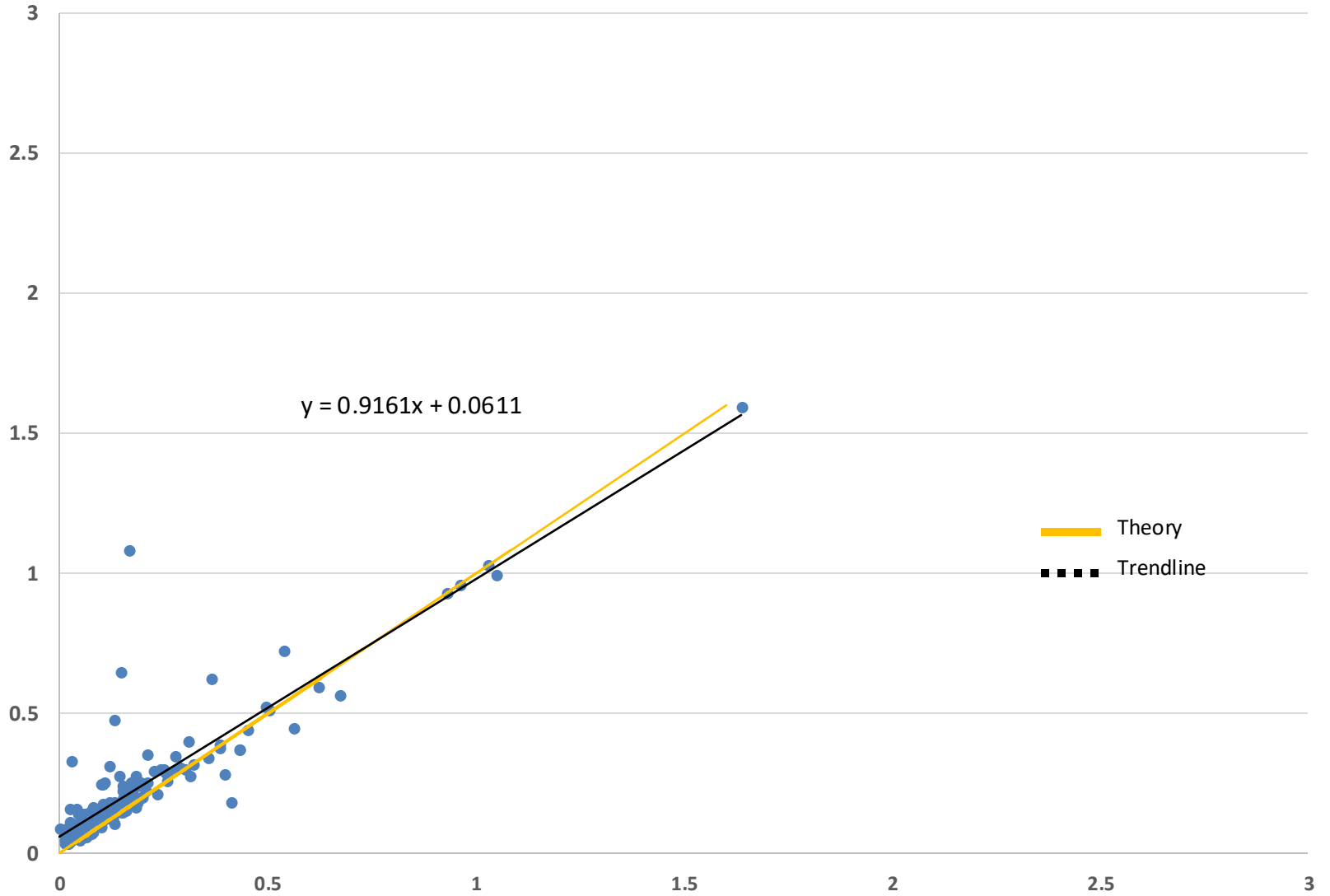
*veľké nápisy, zvýraznená korelácia*

## 6. zapojte fantáziu :)

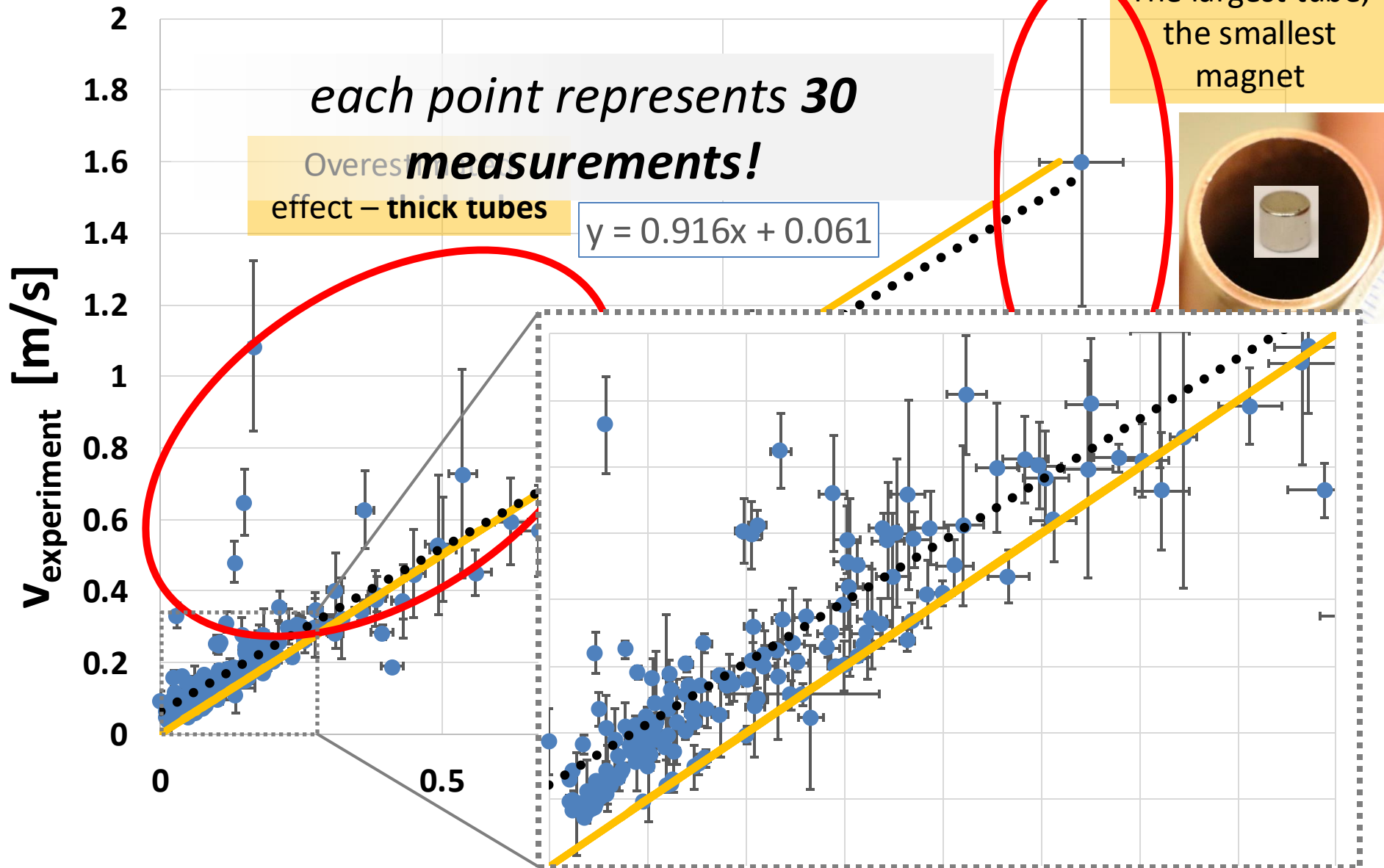
dáta sa dajú použiť ešte veľa rôznymi spôsobmi...

*fázové diagramy, kategorizácia (definovanie častí...)*

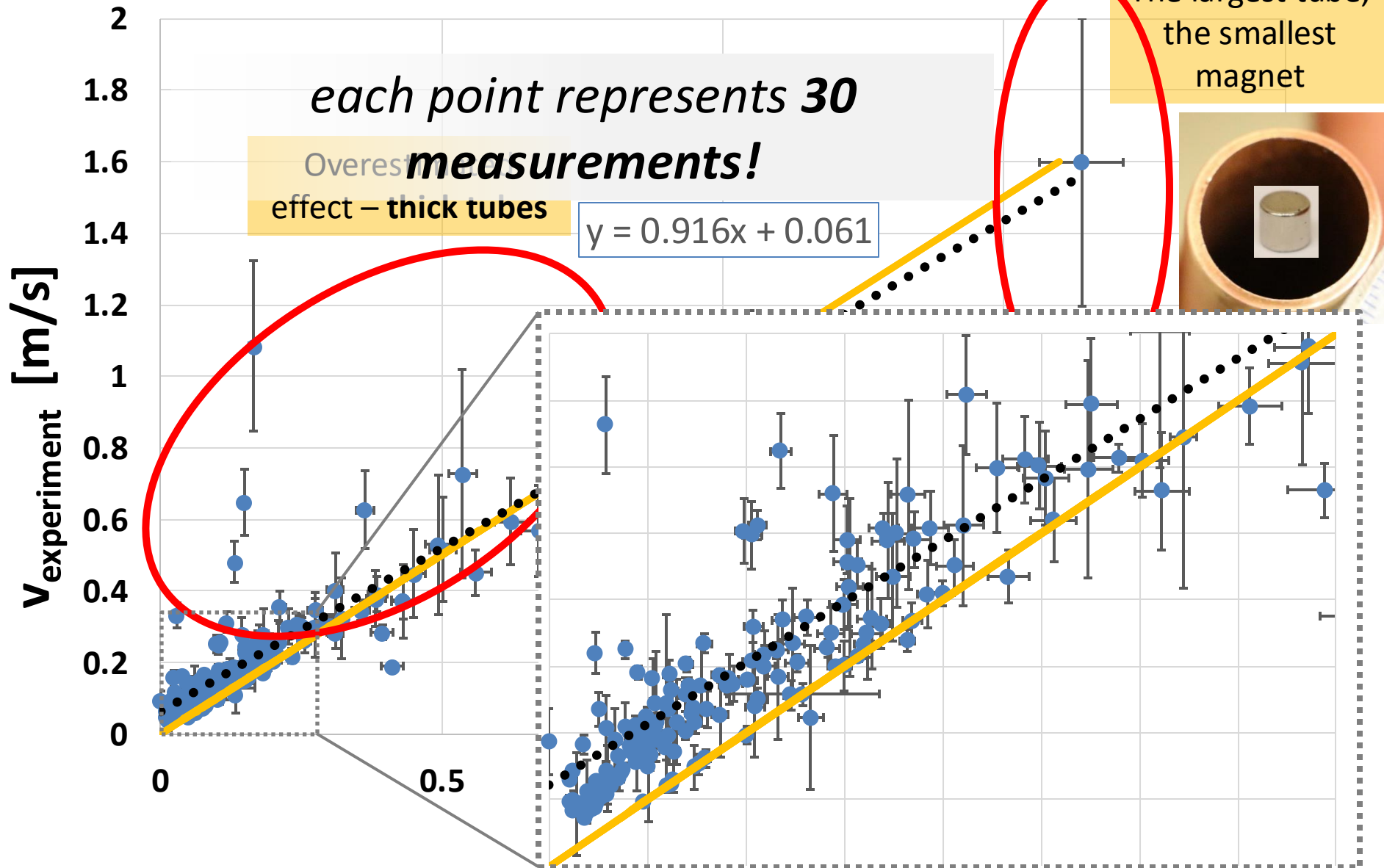
# Experiment vs. Theory



# Experiment vs. Theory



# Experiment vs. Theory

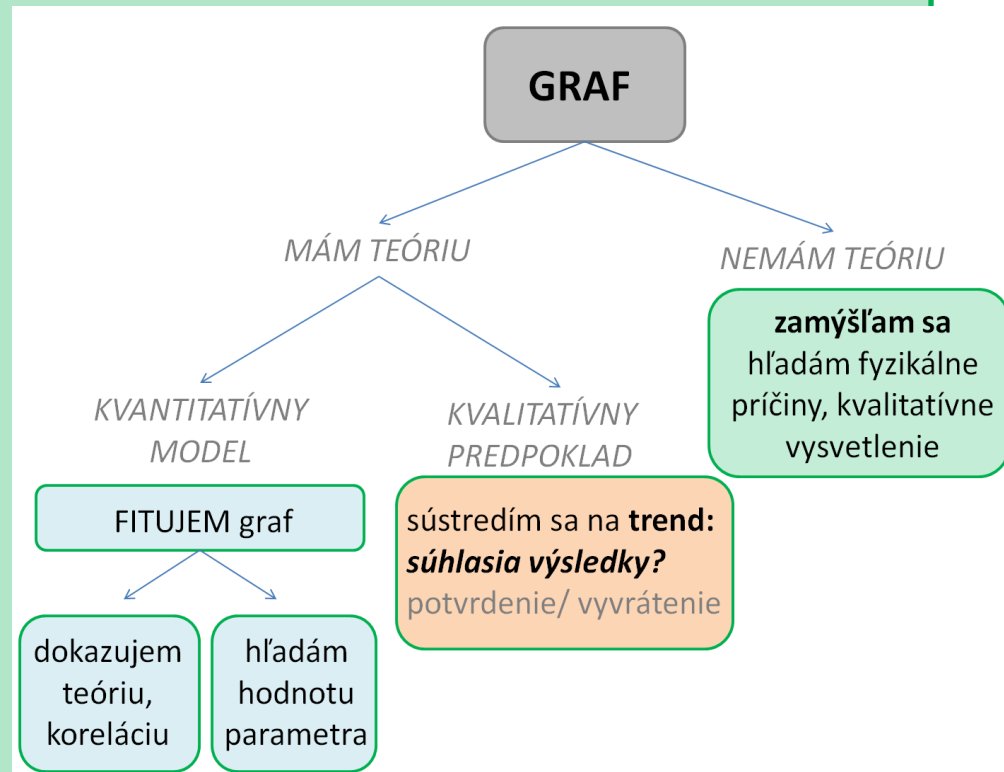


# 1. Ako systematicky experimentovať?

- meniť naraz iba *1 parameter*
- poriadne si *premyslieť* aparatúru
- všetko *zapisovať* a fotiť
- myslieť na *chyby merania*
- merať *presne* a najlepšie viackrát
- veriť nameraným výsledkom

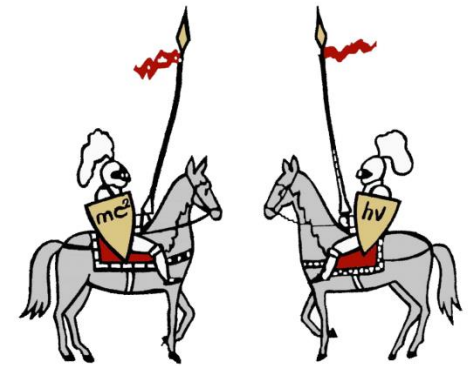
## 2. Čo mi hovoria moje dáta?

- brať do úvahy presnosť meraní
- fitovať, ak mám dosť dát
- nástroj na overenie predpokladov



### 3. Ako dáta prezentovať

- dôkladne vysvetliť, čo nám graf hovorí
- *prehľadný, intuitívny, zmysluplný*
- vyznačiť, na čo sa máme sústrediť
- nie je cieľom ukázať *všetko*
- vžiť sa do role obecnstva



**Ďakujem za pozornosť :)**

*Úvodné sústreďenie TMF, Október 2025*

*Natália Ružičková*