



SIGNÁLY A LINEÁRNÍ SYSTEMY



prof. Ing. Jiří Holčík, CSc.

holcik@iba.muni.cz, Kamenice 3, 4. patro, dv.č.424



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

KDE A KDY SE BUDEME VÍDAT?

O ČEM TO BUDE?

- ☑ Princip zpracování dat
- ☑ Signál vs. časová řada (deterministická x náhodná data – stacionarita, ergodicita, spojitý x diskrétní čas, vzorkování, kvantování – vztah k charakteru, typu dat)
- ☑ Základní typy „signálů“ spojitých i diskrétních, periodických a jednorázových, kauzalita – harmonický, jednotkový impuls, skok, funkce Sinc, obdélníková funkce. Základní operace se signály (násobení konstantou, posun v čase, transformace času, inverze časové osy)
- ☑ Korelace (periodické funkce, stacionární a ergodické funkce) – korelační funkce x korelační koeficient – aplikace; křížová korelace, autokorelace, kovariance, korelační matice
- ☑ Konvoluce

O ČEM TO BUDE?

- ☑ Frekvenční spektrum – Fourierova řada, Fourierova transformace
- ☑ Frekvenční spektrum – DTFT, DFT, FFT;
- ☑ Vzorkování - vzorkovací teorém, překrývání spekter
- ☑ Systémy – základní pojmy, linearita, stabilita, časová invariantnost, dynamika, kauzalita
- ☑ Popis spojitých lineárních systémů v obrazové a frekvenční oblasti (Laplacova transformace), popis lin. systémů v časové oblasti, stavová reprezentace, aplikace konvoluce
- ☑ Popis diskrétních lineárních systémů v obrazové (z transformace), frekvenční a časové oblasti, stavová reprezentace
- ☑ Spojování systémů – sériové, paralelní, zpětnovazební zapojení

LITERATURA

- ☑ Holčík, J.: přednáškové prezentace
webová stránka předmětu
- ☑ Holčík, J.: Úvod do systémů a signálů
(Elektronické studijní texty)
webová stránka předmětu
- ☑ Jiřina, M., Holčík, J.: Úvod do systémů a
signálů (Elektronické studijní texty)
webová stránka předmětu

LITERATURA

- ☑ Proakis J. G. Manolakis D. K. Digital Signal Processing (4th Edition), CRC; 2006
- ☑ Kamen, E.W., Heck, B.S. Fundamentals of Signals and Systems Using the Web and Matlab (3rd Edition), Prentice Hall (2006)
- ☑ Lathi, B.P. Signal Processing and Linear Systems, Oxford Univ. Press, Oxford 1998
- ☑ Carlson G.E. Signal and Linear System Analysis: with MATLAB, 2e, John Wiley & Sons, Inc., 1998,
- ☑ Oppenheim, A.V., Willsky, A.S., Hamid, S. Signals and Systems (2nd Edition) Prentice-Hall Signal Processing Series, Prentice Hall; 1996
- ☑ Kalouptsidis N. Signal Processing Systems: Theory and Design. John Wiley & Sons, Inc., 1997

LITERATURA

- ☑ Chen C.T. Linear System Theory and Design (Oxford Series in Electrical and Computer Engineering) Oxford University Press, USA; 3rd ed. 1998
- ☑ Oppenheim A V., Schaffer R W., Buck J R. Discrete-Time Signal Processing (2nd Edition) (Prentice-Hall Signal Processing Series), Prentice Hall; 1999
- ☑ Brockwell, P.J., Davis, R.A.: Introduction to Time Series and Forecasting, 2nd edition, Springer; 2003
- ☑ Engelberg, S. Random Signals and Noise: A Mathematical Introduction, CRC Press, Inc., 2007
- ☑ Box, G.E.P., Jenkins, G.M., Reinsel, G.C. Time Series Analysis. Forecasting and Control. 4th Ed., Wiley Series in Probability and Statistics., Wiley Publ; 2008

UKONČENÍ PŘEDMĚTU

Požadavky:

ústní zkouška

→ učená rozprava o některém z témat, která budou (byla) náplní předmětu



I. ZAČÍNÁME



ZÁKLADNÍ KONCEPT

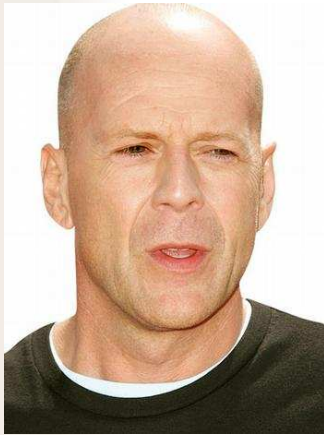
ZÁKLADNÍ KONCEPT

reálný objekt

ZÁKLADNÍ KONCEPT

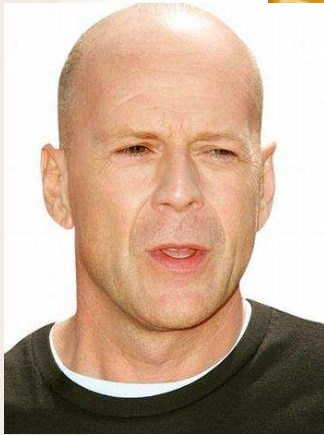
reálný objekt
(zdroj informace)

ZÁKLADNÍ KONCEPT



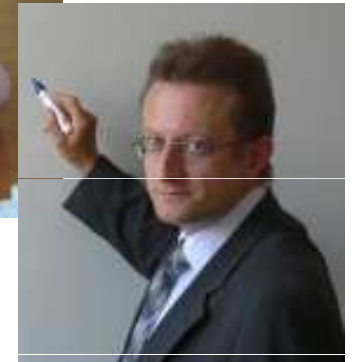
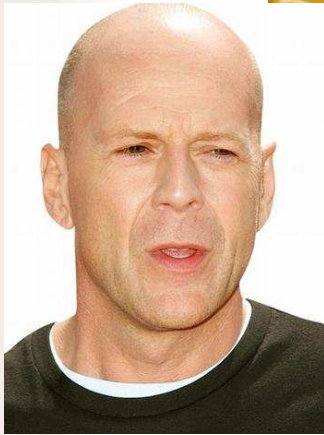
reálný objekt
(zdroj informace)

ZÁKLADNÍ KONCEPT



reálný objekt
(zdroj informace)

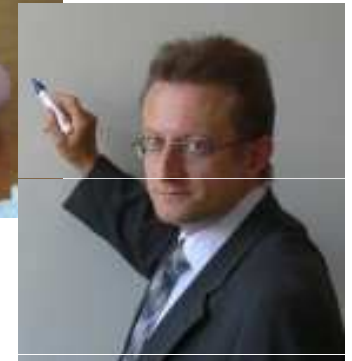
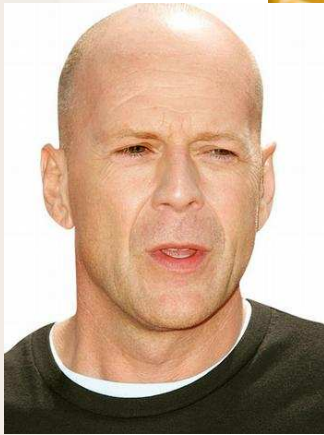
ZÁKLADNÍ KONCEPT



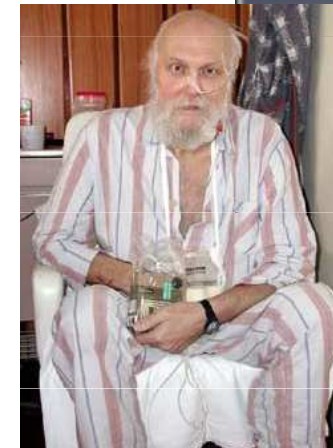
reálný objekt
(zdroj informace)



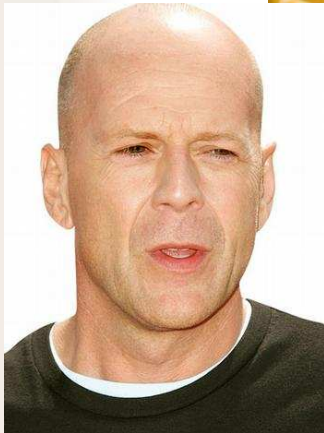
ZÁKLADNÍ KONCEPT



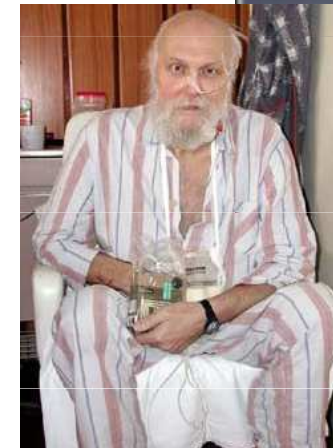
reálný objekt
(zdroj informace)



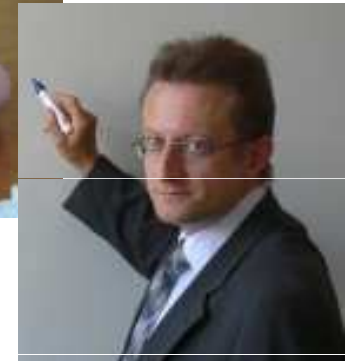
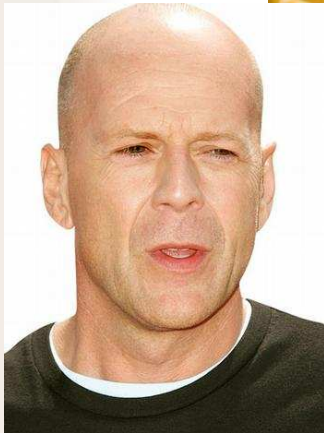
ZÁKLADNÍ KONCEPT



reálný objekt
(zdroj informace)



ZÁKLADNÍ KONCEPT



reálný objekt
(zdroj informace)



ZÁKLADNÍ KONCEPT

K čemu ta informace bude?

ZÁKLADNÍ KONCEPT

- ☑ abychom dokázali říct, co to je za objekt (rozpoznání, klasifikace,...);
- ☑ abychom dokázali posoudit jeho stav (O.K., hypertenze, epilepsie, exitus, úroveň chemického zamoření dané lokality, ...);
- ☑ abychom dokázali předpovědět jeho budoucnost (Ize léčit a vyléčit, ocenit finanční nároky léčení po dobu přežití, les do 20 let odumře, sociální složení obyvatelstva v daném časovém rozpětí, ...);

ZÁKLADNÍ KONCEPT

**REÁLNÝ
OBJEKT**

ZÁKLADNÍ KONCEPT

**REÁLNÝ
OBJEKT**



**HODNOTÍCÍ
VÝROK**

ZÁKLADNÍ KONCEPT

REÁLNÝ
OBJEKT

PŘÍČINNÝ
DETERMINISTICKÝ VZTAH

HODNOTÍCÍ
VÝROK

ZÁKLADNÍ KONCEPT



PŘÍČINNÝ
DETERMINISTICKÝ VZTAH

HODNOTÍCÍ
VÝROK

ZÁKLADNÍ KONCEPT



PŘÍČINNÝ
DETERMINISTICKÝ VZTAH

ZAMILOVANÝ
GARFIELD

CÍL VŠECH MOŽNÝCH ANALÝZ

ODHALIT TEN PŘÍČINNÝ
DETERMINISTICKÝ VZTAH
NAVZDORY VŠEMU TOMU, CO
NÁM TO ODHALENÍ KAZÍ

ZÁKLADNÍ KONCEPT

REÁLNÝ
OBJEKT



HODNOTÍCÍ
VÝROK

ZÁKLADNÍ KONCEPT

Jak tu informaci zjistíme?

ZÁKLADNÍ KONCEPT

Musíme něco „změřit“.

ZÁKLADNÍ KONCEPT

Musíme něco „změřit“.
A co?

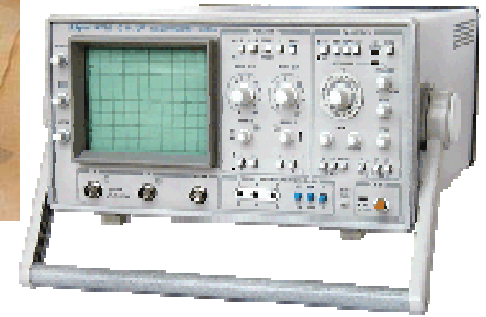
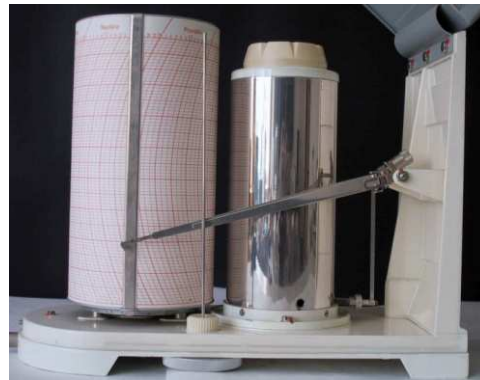
ZÁKLADNÍ KONCEPT

Musíme něco „změřit“.

A co?

To na začátku bohužel moc nevíme.

ZÁKLADNÍ KONCEPT



Musíme něco „změřit“.

A co?

To bohužel moc nevíme.



ZÁKLADNÍ KONCEPT

Musíme něco „změřit“.
Za jakých podmínek?

ZÁKLADNÍ KONCEPT

Musíme něco „změřit“.
Za jakých podmínek?
Pozorování × experiment

POZOROVÁNÍ

je založeno na *pasivním* sledování procesů a souvisejících skutečností, pokud možno v jejich přirozeném stavu, co nejméně ovlivněným pozorovatelem. Pozorování poskytuje informace o vnějších projevech a vztazích systému (tvar, rozměry, podobnost, fyzikální či chemické vlastnosti, časová následnost, ...). Význam pozorování klesá v situacích, kdy nabývají na důležitosti příčiny pozorovaných jevů, příp. charakter a podstata uvnitř zkoumaného objektu.

EXPERIMENT

vychází z *aktivního* přístupu ke zkoumání objektu. Spočívá na záměrně vyvolaných změnách podmínek existence a funkce daného objektu, které mají přimět zkoumaný objekt projevit se za různých, uměle navozených situací. Výchozím předpokladem pro uspořádání experimentu je formulace *hypotézy* o analyzovaném objektu.

EXPERIMENT

Hypotézy a pak i následné experimenty, jsou dvojího typu:

- **vyhledávací (heuristické)** - „co se stane, uděláme-li toto?“
- **ověřovací (verifikační)** - stane se toto, když uděláme toto?“

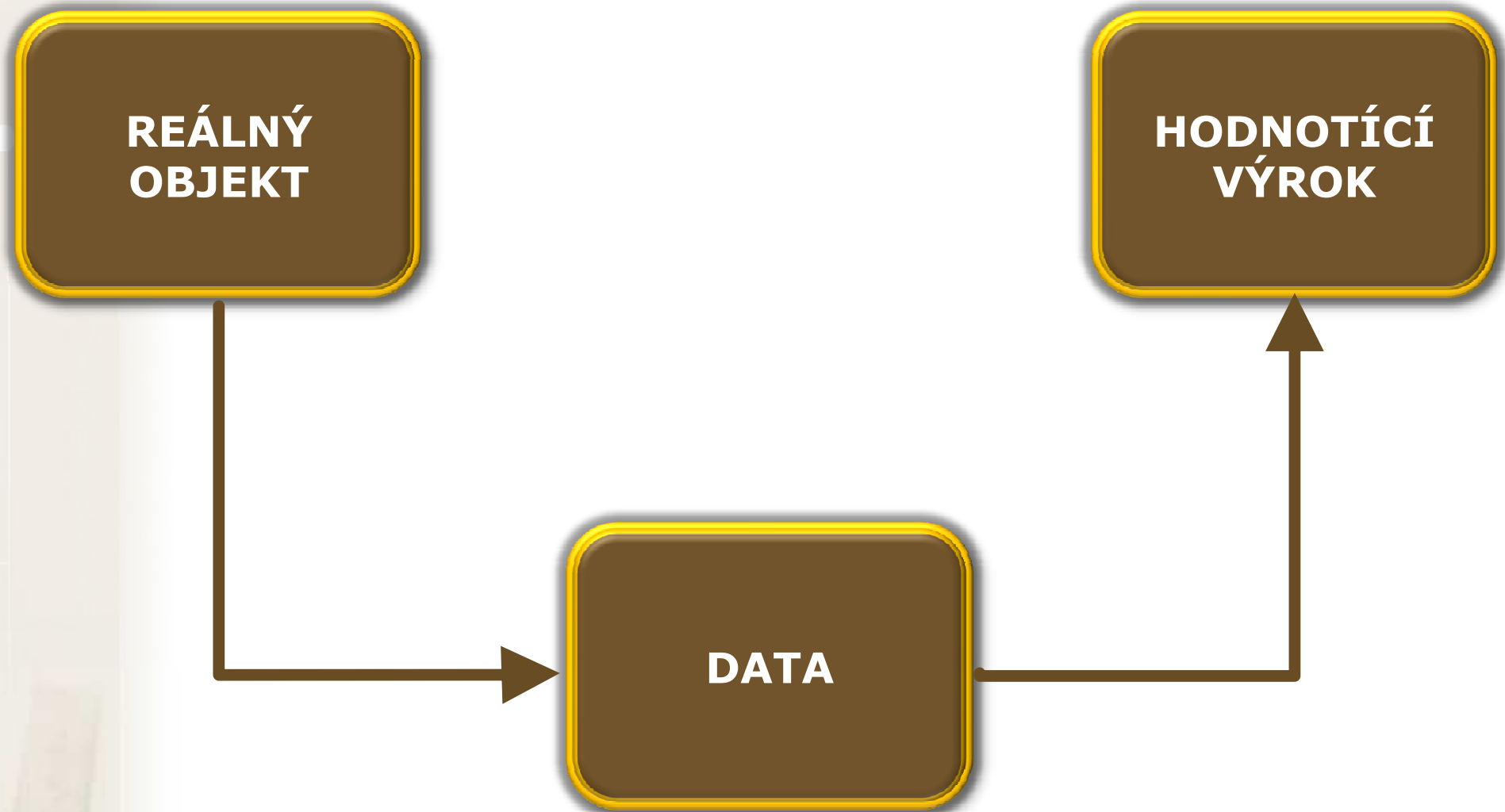
ZÁKLADNÍ KONCEPT

Musíme něco „změřit“.
A když něco změříme, co dostaneme?

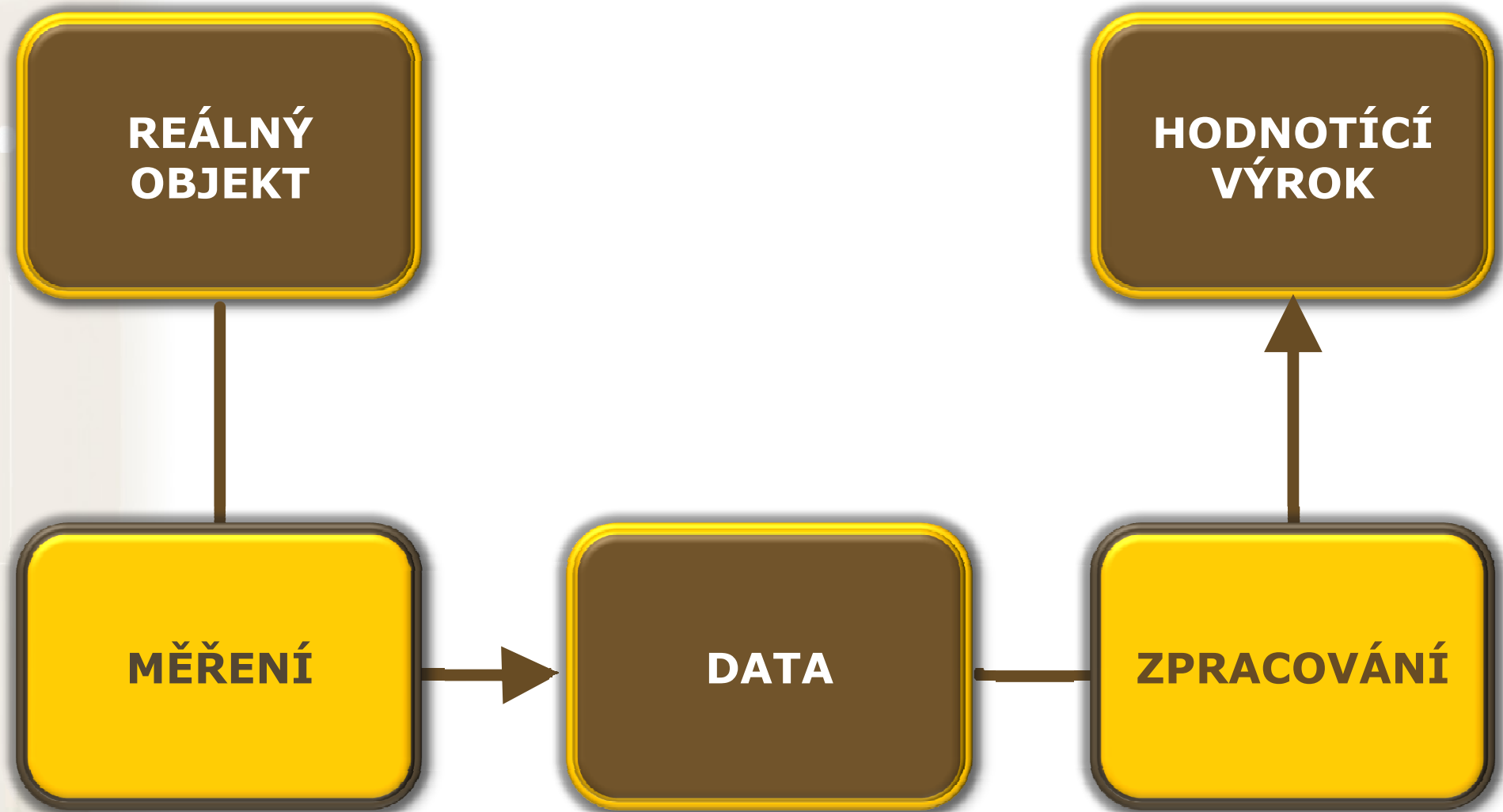
ZÁKLADNÍ KONCEPT

Musíme něco „změřit“.
A když něco změříme, co dostaneme?
Nějaká data, údaje,

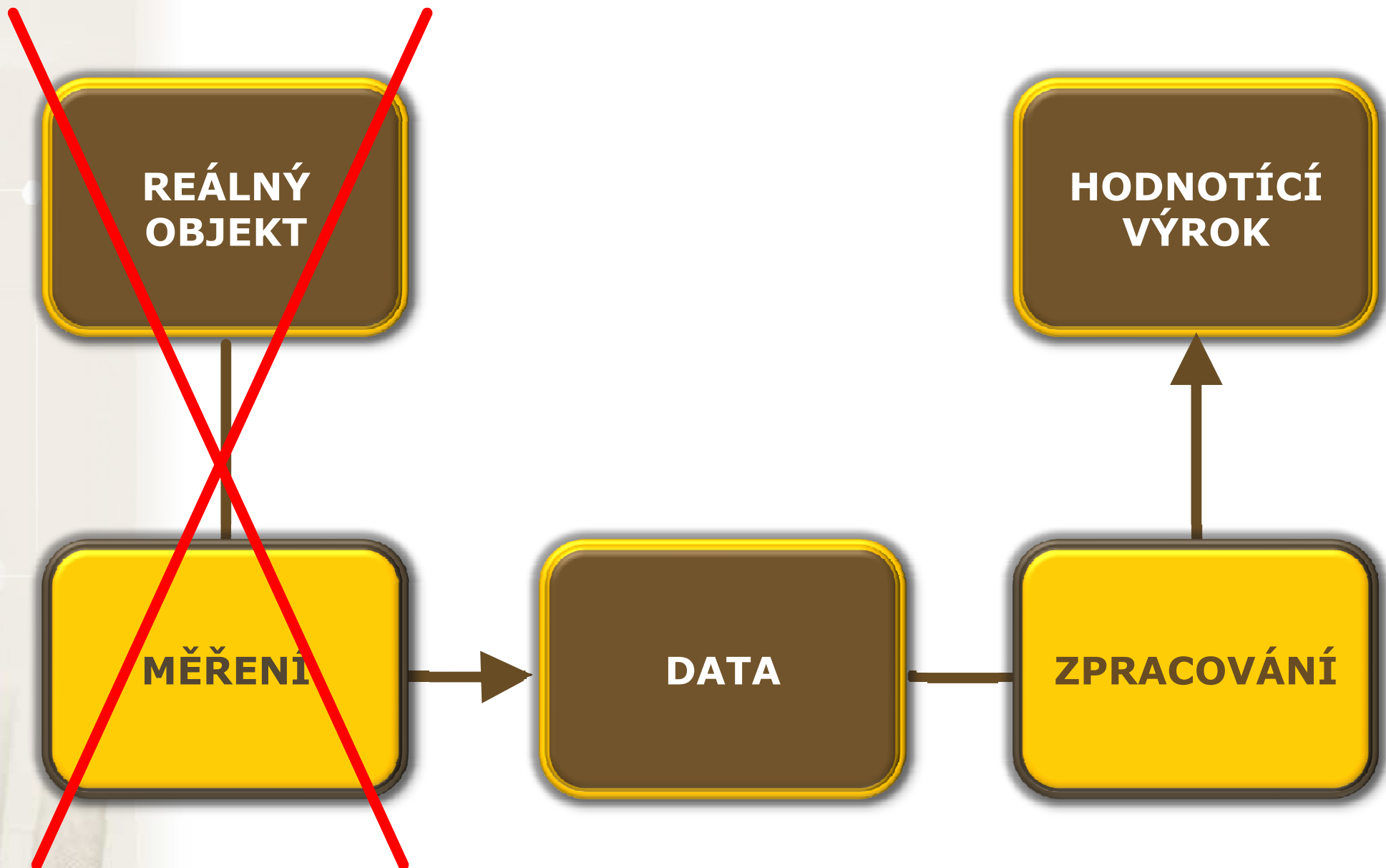
ZÁKLADNÍ KONCEPT



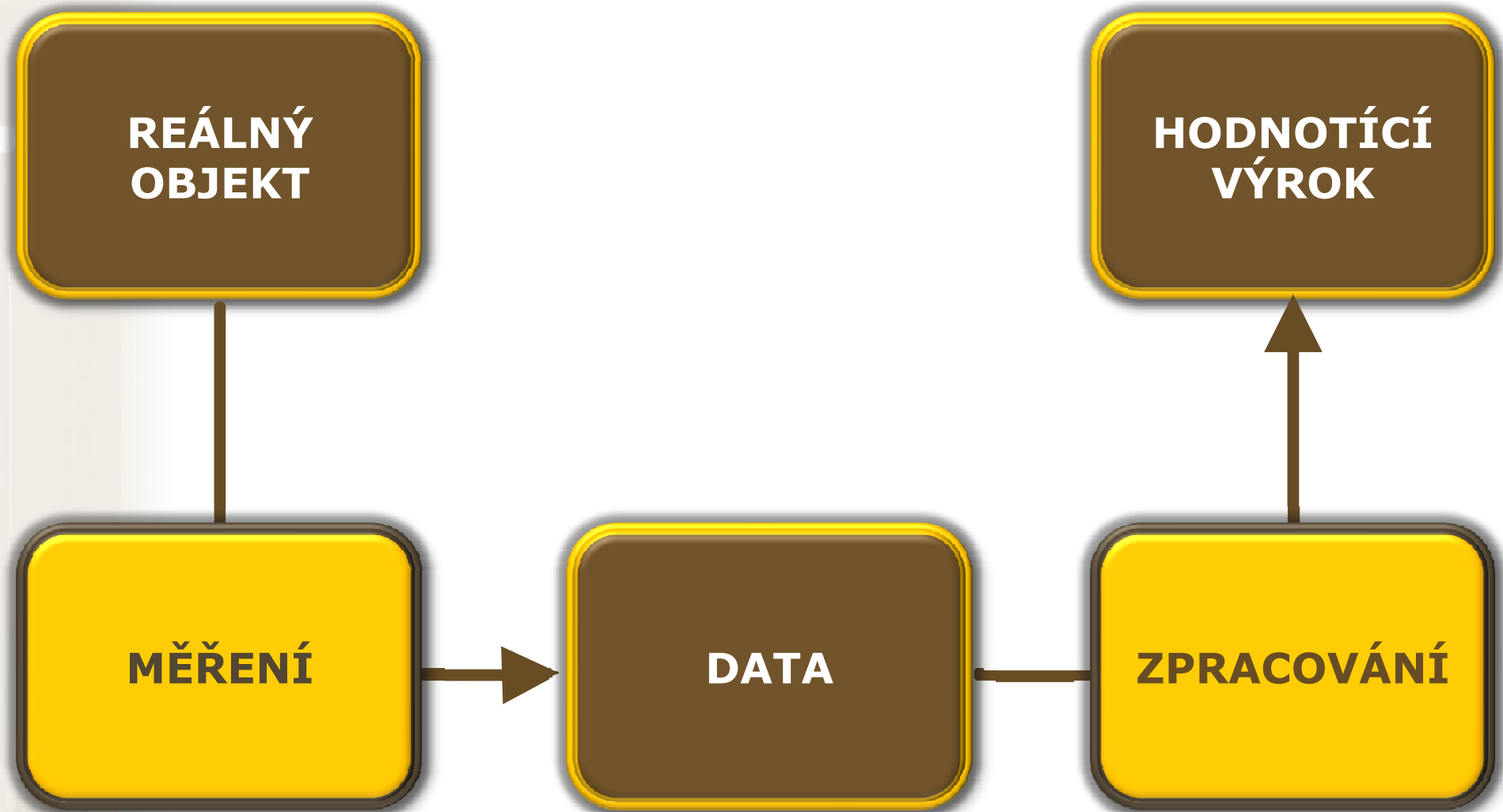
ZÁKLADNÍ KONCEPT



ZÁKLADNÍ KONCEPT



ZÁKLADNÍ KONCEPT



A Z ČEHO SE TA DATA SKLÁDAJÍ?

- ☑ nesou **informaci** o tom měřeném objektu (informace je nehmotná) na nějakém **nosiči** (hmotném – to bývá nějaká hmotná – fyzikální, chemická, biologická, ... veličina);

INFORMACE

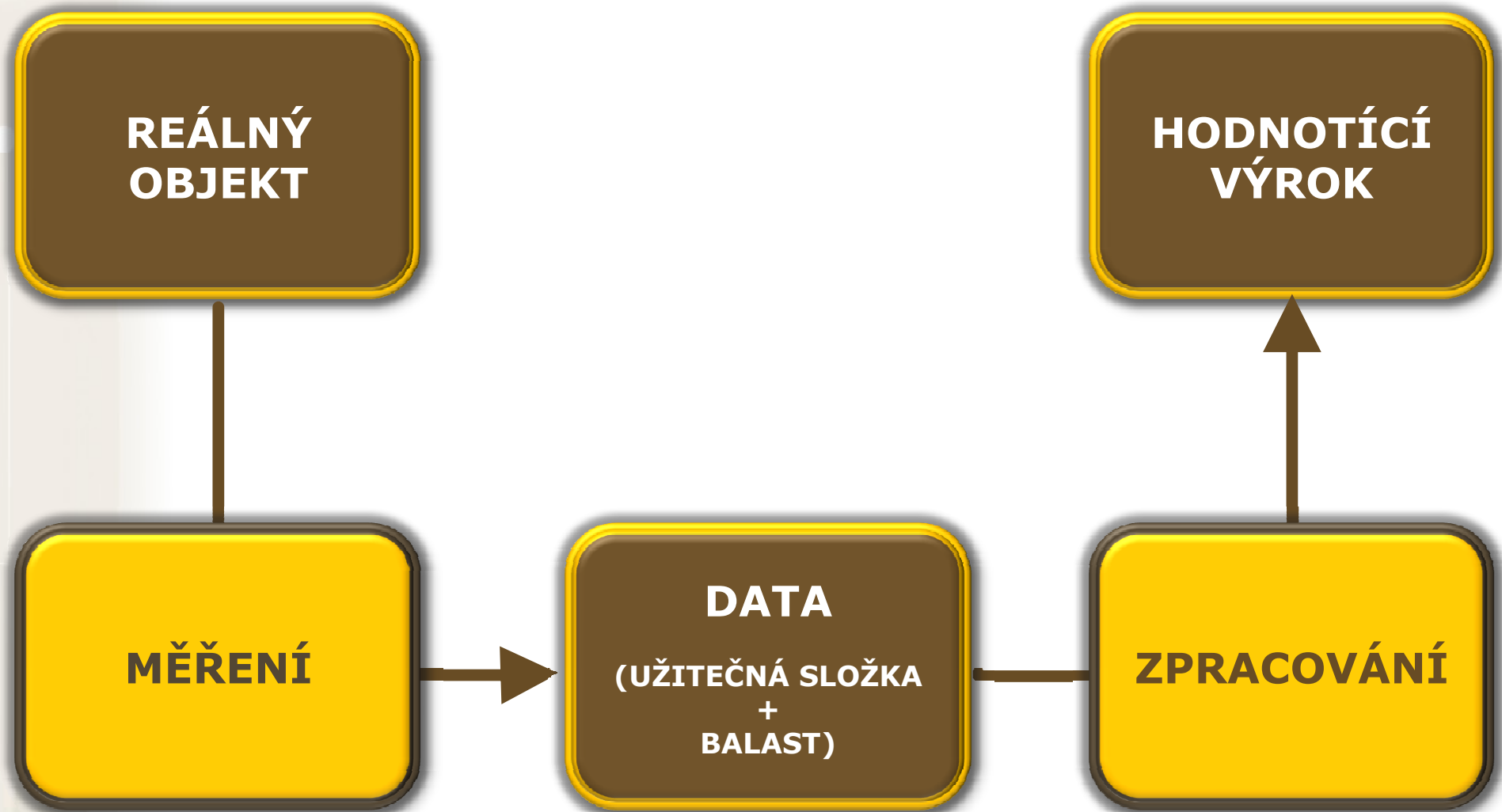
- ☑ poznatek (znalost) týkající se jakýchkoliv objektů, např. faktů, událostí, věcí, procesů nebo myšlenek včetně pojmů, které mají v daném kontextu specifický význam (ISO/IEC 2382-1:1993 „Informační technologie – část I: Základní pojmy“)
- ☑ název pro obsah toho, co se vymění s vnějším světem, když se mu přizpůsobujeme a působíme na něj svým přizpůsobováním. Proces přijímání a využívání informace je procesem našeho přizpůsobování k nahodilostem vnějšího prostředí a aktivního života v tomto prostředí (**WIENER**);
- ☑ poznatek, který omezuje nebo odstraňuje nejistotu týkající se výskytu určitého jevu z dané množiny možných jevů;

!!! NEHMOTNÁ !!!

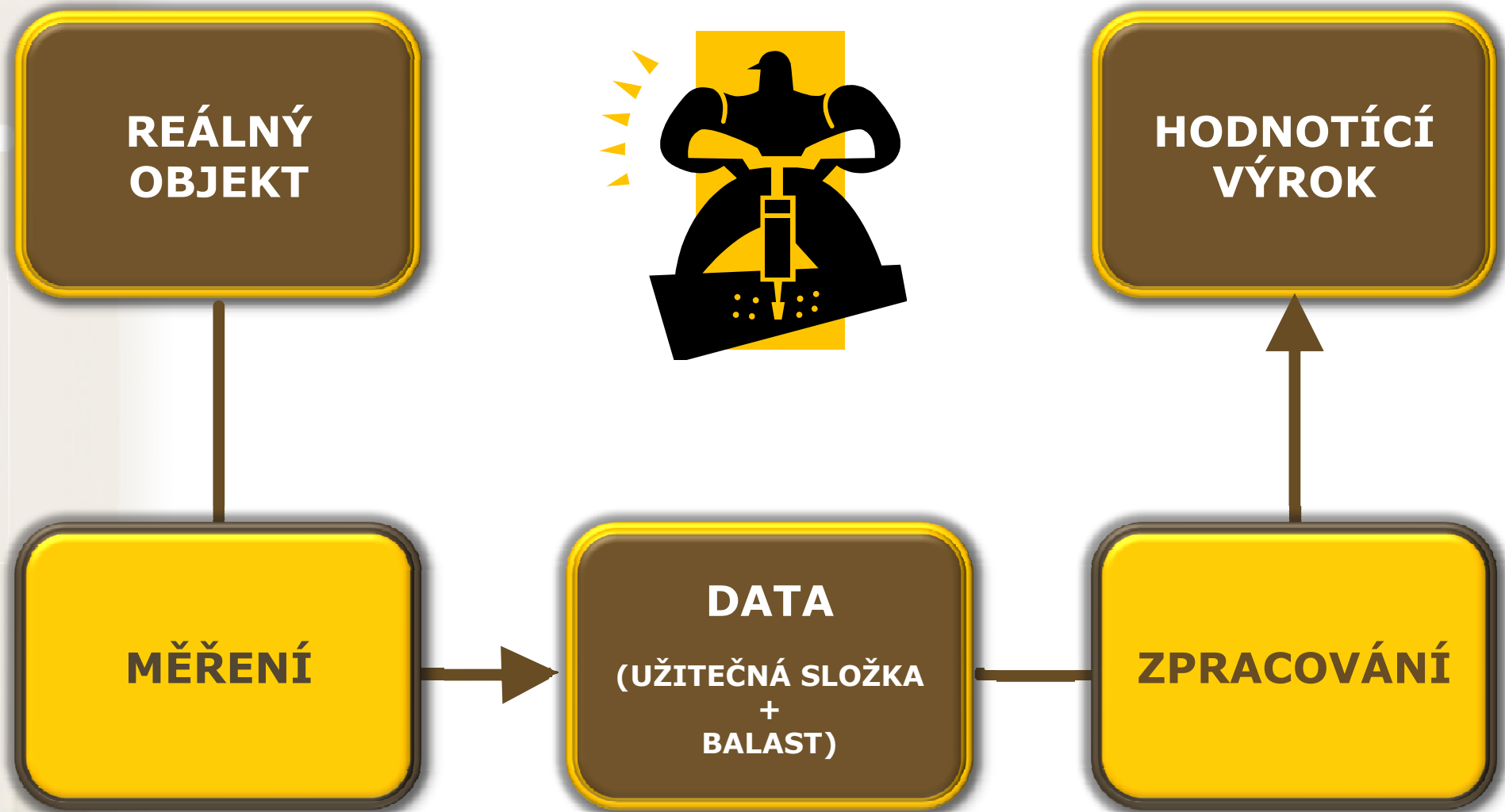
A Z ČEHO SE TA DATA SKLÁDAJÍ?

- ☑ nesou **informaci** o měřeném objektu (informace je nehmotná) na nějakém **nosiči** (hmotném – to bývá nějaká hmotná – fyzikální, chemická, biologická, ... veličina);
- ☑ nesou jednak **užitečnou informaci**, která se příčinně (deterministicky) váže k měřenému reálnému objektu (!!!!), jednak **balast**, který se na tu informaci připojil někde po cestě od objektu k měřicímu zařízení

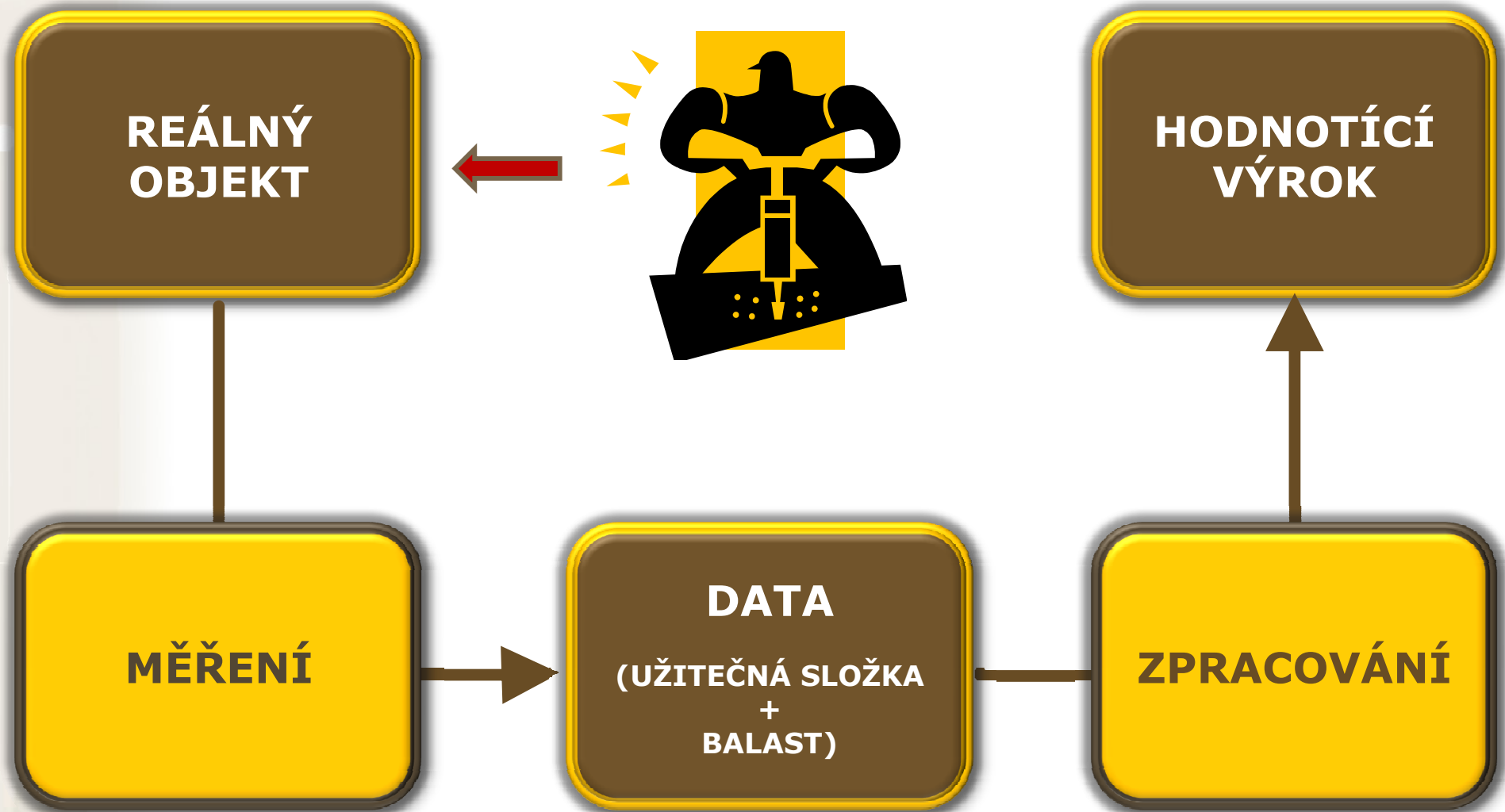
ZÁKLADNÍ KONCEPT



ZÁKLADNÍ KONCEPT



ZÁKLADNÍ KONCEPT



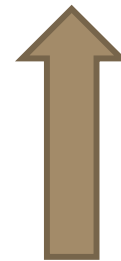
A Z ČEHO SE TA DATA SKLÁDAJÍ?



☑ chyby (rušení, poruchy) zdroje

- pacient má i jiné orgány a ty se pletou do výsledku vyšetření;
- měříme něco, co vůbec měřit nechceme, nebo o čem nevíme, že pro nás nemá informační hodnotu
- špatně si uspořádáme měření (vyšetření, experiment);
- na různých pacientech v ekvivalentním stavu změříme nějaké jiné hodnoty – **interindividuální variabilita**
- z jednoho pacienta v různých časech či za různých podmínek získáme různé výsledky - **intraindividuální variabilita**

A Z ČEHO SE TA DATA SKLÁDAJÍ?



☑ rušení v přenosové cestě

- špatně upevníme (umístíme, ...) snímací senzor/elektrodu;
- do kabelu mezi pacientem a přístrojem se naindukuje rušení z vnějšího prostředí – rušení v prostoru;
- při skladování dat dojde ke ztrátě údajů – rušení v čase;

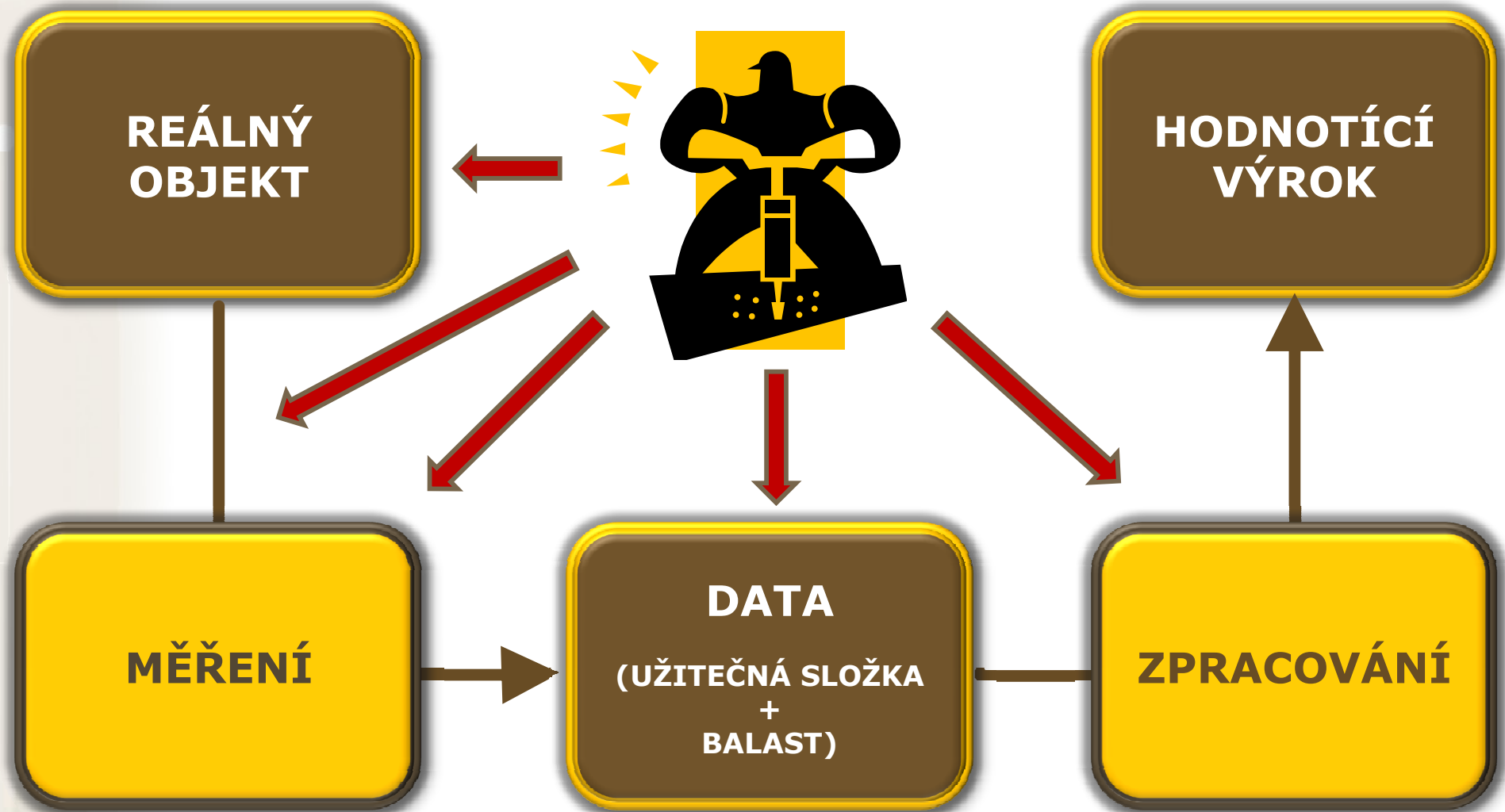
A Z ČEHO SE TA DATA SKLÁDAJÍ?



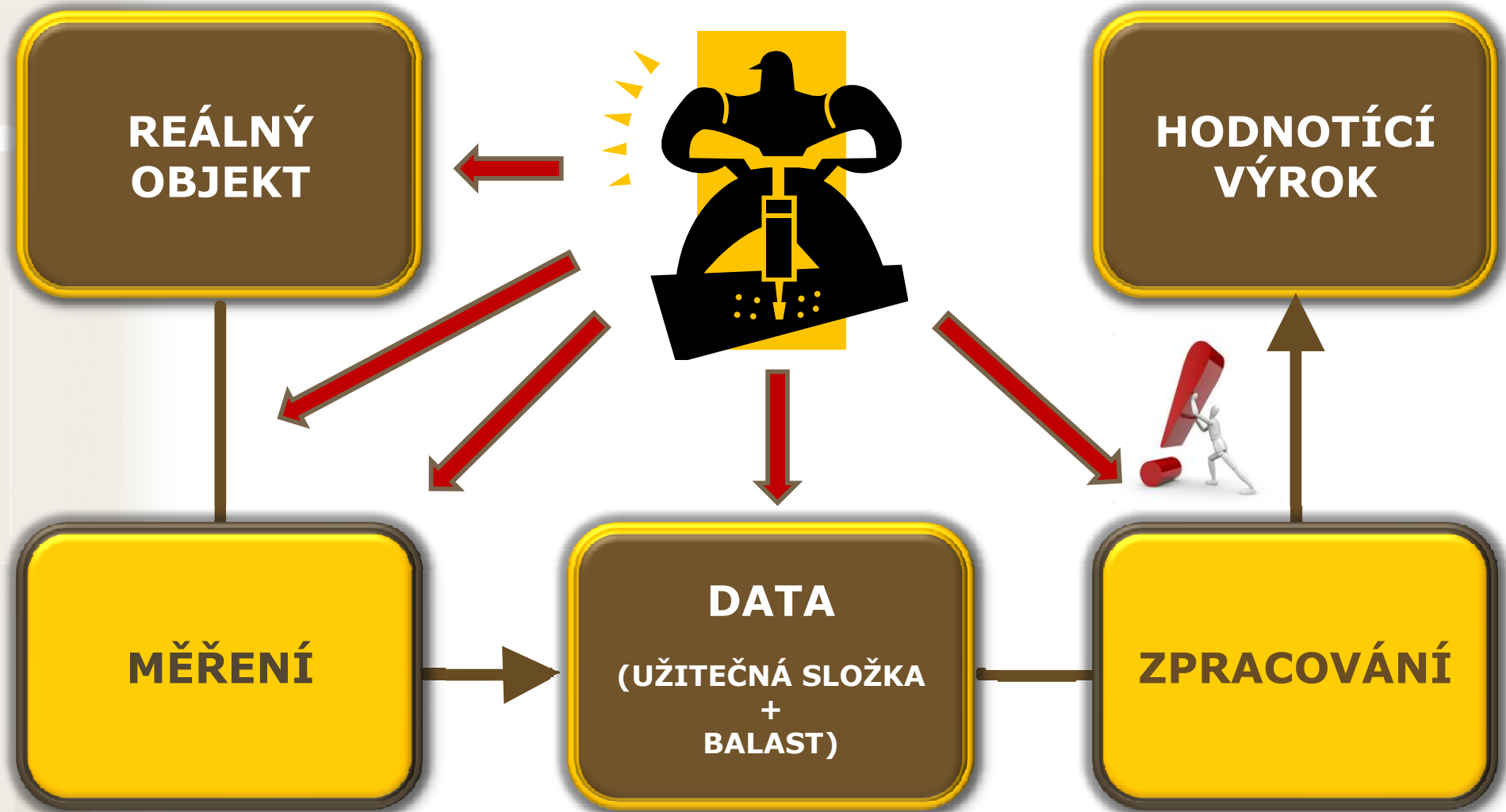
☑ chyby měřicího zařízení

- přístroj používá nevhodnou metodu měření
- přístroj používá nevhodný algoritmus zpracování změřených dat;
- je použit nevhodný přístroj;
- ...

ZÁKLADNÍ KONCEPT



ZÁKLADNÍ KONCEPT



ZÁKLADNÍ SCHÉMA ZPRACOVÁNÍ DAT

ZPRACOVÁNÍ



ZÁKLADNÍ SCHÉMA ZPRACOVÁNÍ DAT

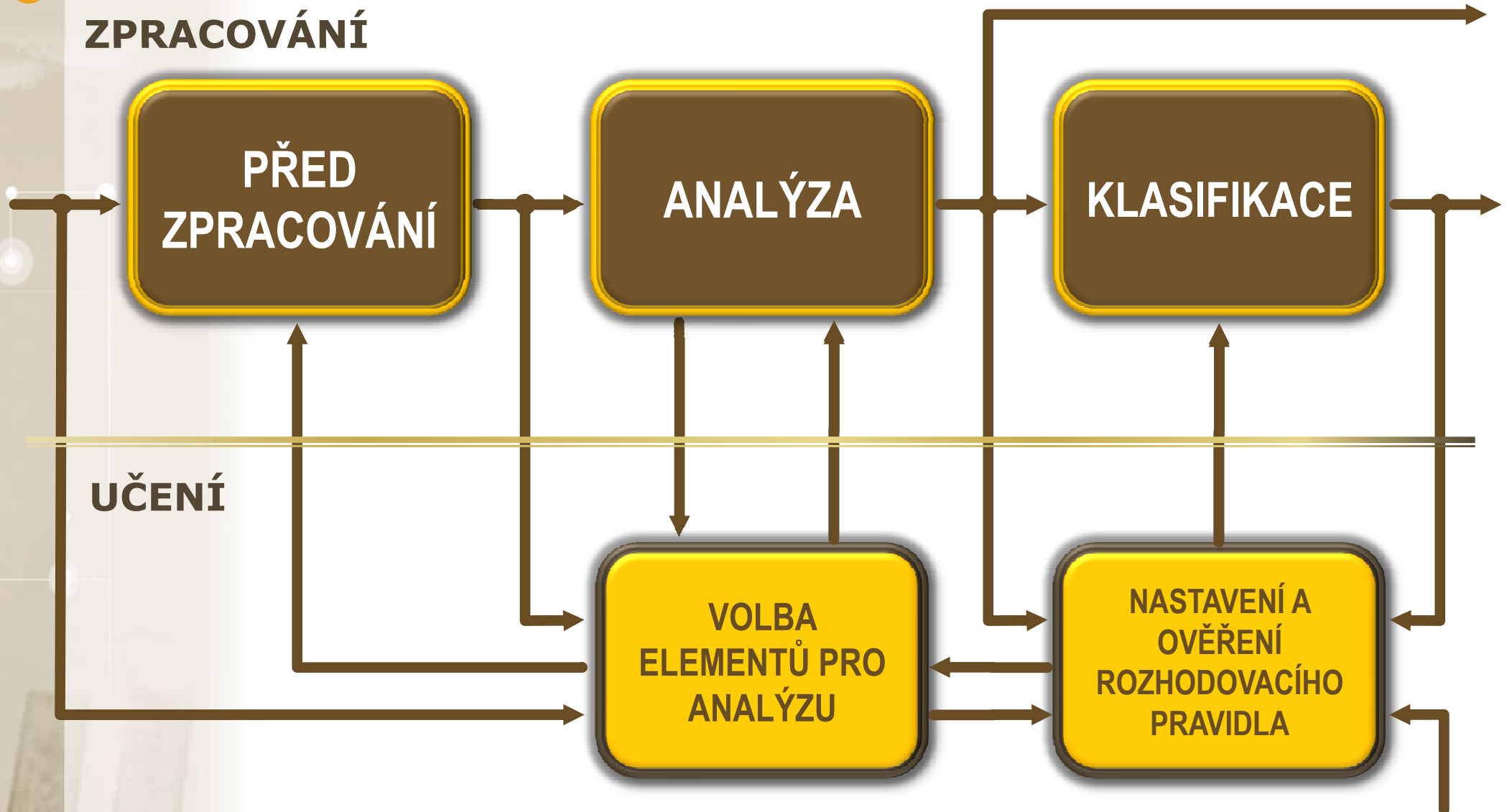
ZPRACOVÁNÍ



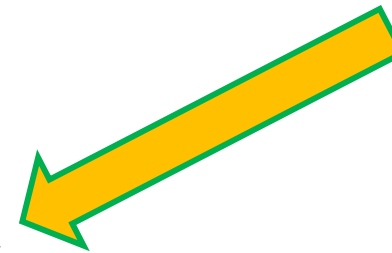
UČENÍ



ZÁKLADNÍ SCHÉMA ZPRACOVÁNÍ DAT



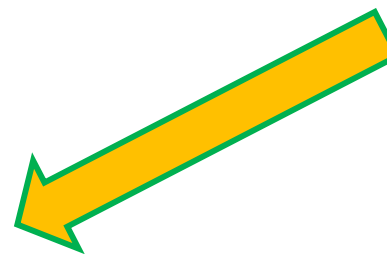
A Z ČEHO SE TA DATA SKLÁDAJÍ?



LOVĚČE ODPOVĚZ
PROČ JE TI TAK ZLE
BUDE HŮŘ TO MI VĚZ
ROZVAŽ U Z L E
V Z P O M E Ň
N Ā C H V Ī L E
K R Á S N Ě
Č A S Y
Ů Ž A S N Ě
T A K P R O Č
Z A Č , N A Č

J E S L Y Š E T
T V Ů S P L Á Č

A Z ČEHO SE TA DATA SKLÁDAJÍ?



Matematický biolog

CHARAKTER DAT

Anamnéza + výsledky základního vyšetření

52 letá pacientka:

RA: matka kardiačka, zemřela v 78 letech na IM.

AA: alergie na Ketazon a náplast.

OA: obezita, 3 roky má hypertenzi, před 19 roky hluboká flebotromboza dolní končetiny po úraze Achillovy šlachy.

GA: porody 0, interrupce 0, antikoncepce 0, menses pravidelné.

FA: Tenormin 100 1x1, Rhefluin 1x1, Enap 10 2x1, Lipanthyl 100 mg 1x1.

NO: Pacientka je 14 dní dušná s progresí poslední tři dny. Je bez zvýšených teplot, nekašle. Má pálivé bolesti na hrudníku po styku s chladným vzduchem trvající asi 20 minut. Nyní je bez bolestí. Občas má křeče v lýtkách.

Pro dušnost byla hospitalizována na int. oddělení.

Obj. nález: pacientka obezní, TK 150/80..140/80, TF 120/min..80/min reg. Nález na hrudníku, břichu i DK bez patol.nálezů. TT 36,6 oC. **RTG** srdce a plic: nález v normě. KO: leukocyty: 9,7..5,0..5,7, jinak KO v normě. FW 3..10/1 hod. **EKG**: negat. TIII, V1-4.

D-dimery: hladiny zvýšené. Antitrombin III 82,5%. Hraniční hodnoty proteinu C a proteinu S, rezistence na aktiv. protein C., antifosfolipidové protilátky neprokázány. Saturace HbO₂: 0,912..0,942..0,867..0,869, pH 7,386..7,436..7,301..7,369.

Biochem. vyš.: triacylglyceroly 2,5 mmol/l (zvýšená hladina), troponin I do 0,22 ug/ml (v normě).

Sonografie venozního systému dolních končetin: bez známek flebotrombozy hlubokého žilního systému DKK.

Echokardiografie: LK nezvětšená, EF asi 60%, lehká trikuspidální insuficience, nadhraniční velikost PK, známky lehké plicní hypertenze, bez průkazu trombů.



CHARAKTER DAT

Po zakódování lze vyjádřit stav pacientky v určitém čase vektorem (strukturovaným záznamem) hodnot různých veličin a různého charakteru (číselná hodnota, výčtová hodnota, kód, logická hodnota, ...)



CHARAKTER DAT

Po zakódování lze vyjádřit stav pacientky v určitém čase vektorem (strukturovaným záznamem) hodnot různých veličin a různého charakteru (číselná hodnota, výčtová hodnota, kód, logická hodnota, ...)



CHARAKTER DAT

Po zakódování lze vyjádřit stav pacientky v určitém čase vektorem (strukturovaným záznamem) hodnot různých veličin a různého charakteru (číselná hodnota, výčtová hodnota, kód, logická hodnota, ...)



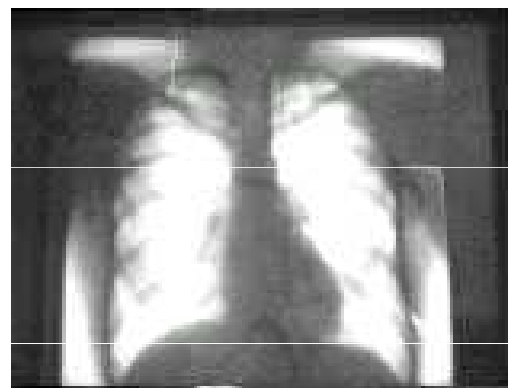
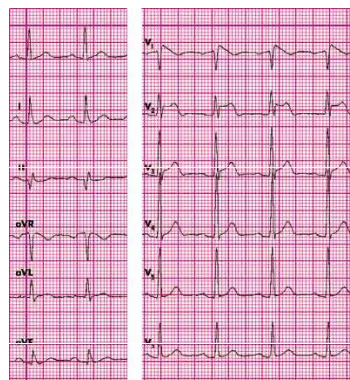
CHARAKTER DAT

Po zakódování lze vyjádřit stav pacientky v určitém čase vektorem (strukturovaným záznamem) hodnot různých veličin a různého charakteru (číselná hodnota, výčtová hodnota, kód, logická hodnota, ...)



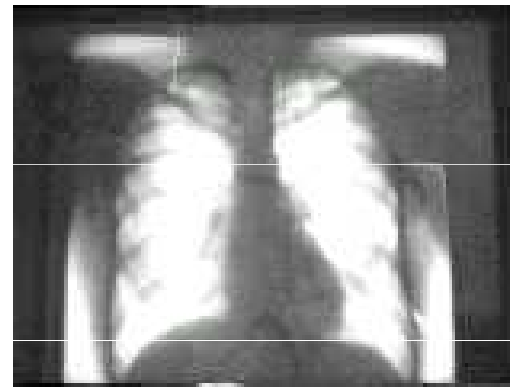
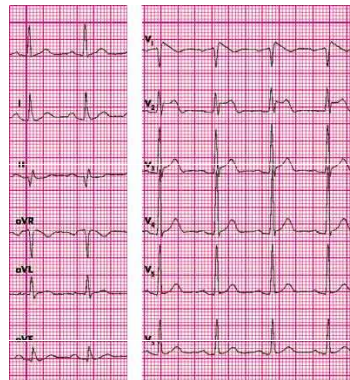
CHARAKTER DAT

- ☑ a co s daty jako je elektrokardiogram, resp. RTG snímek?



CHARAKTER DAT

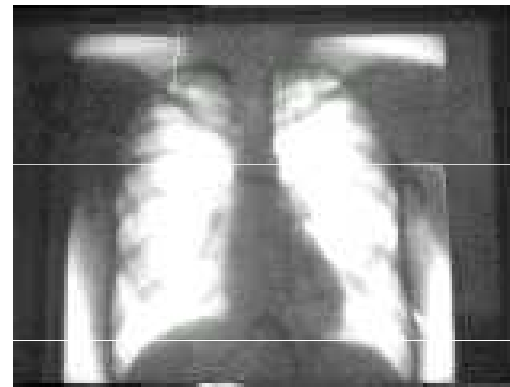
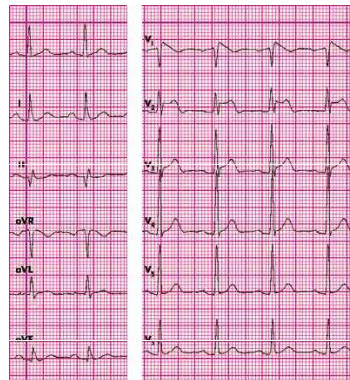
- ☑ a co s daty jako je elektrokardiogram, resp. RTG snímek?



V ČEM SE LIŠÍ?

CHARAKTER DAT

- ☑ a co s daty jako je elektrokardiogram, resp. RTG snímek?

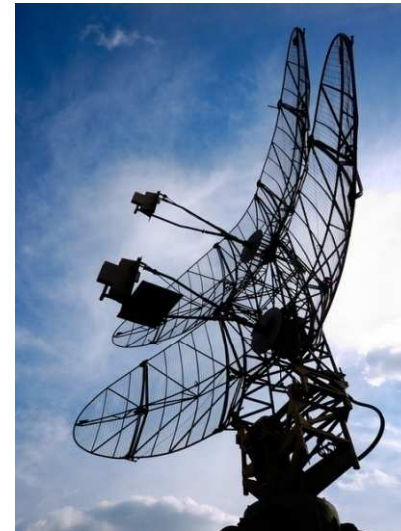


V ČEM SE LIŠÍ?

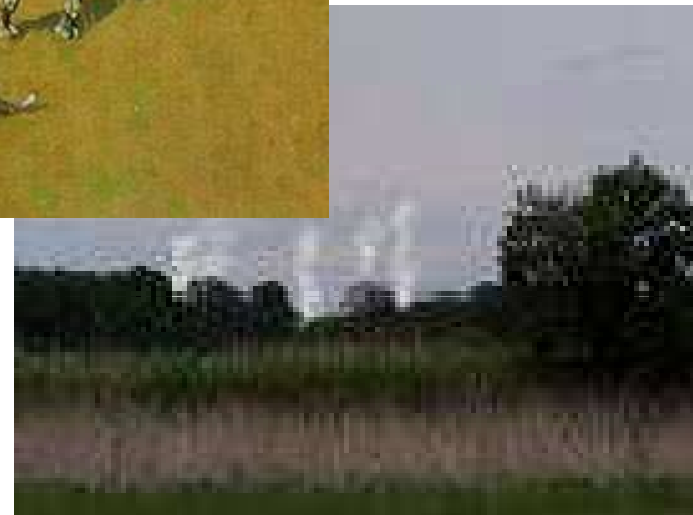
vyjadřují změny stavu sledovaného objektu (jeho dynamiku) - v čase, prostoru

SIGNÁL - DEFINICE

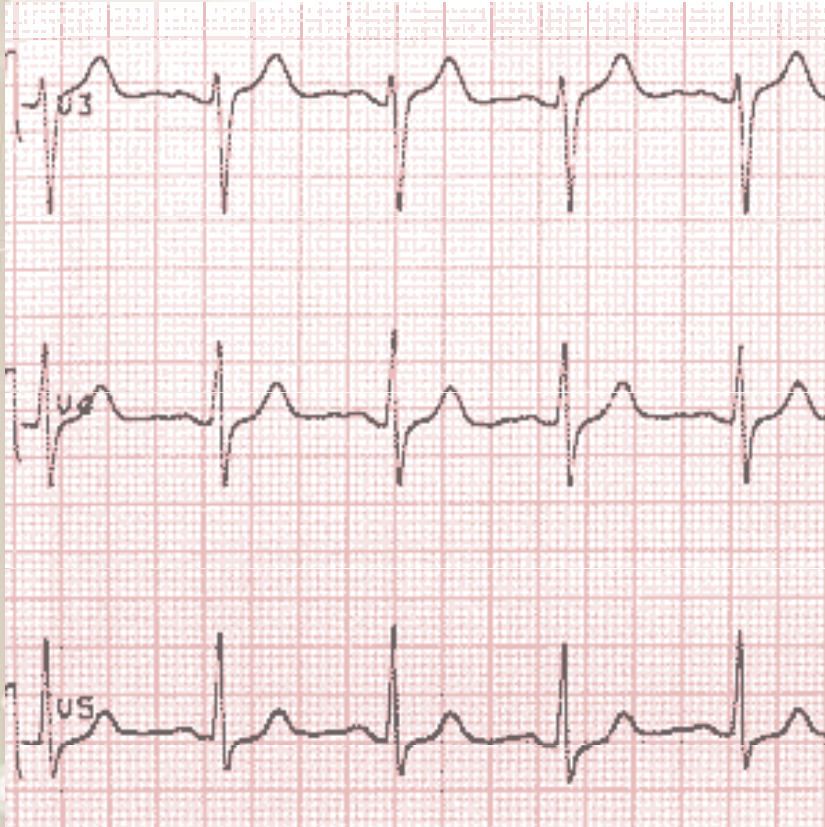
CO JE TO SIGNÁL ?



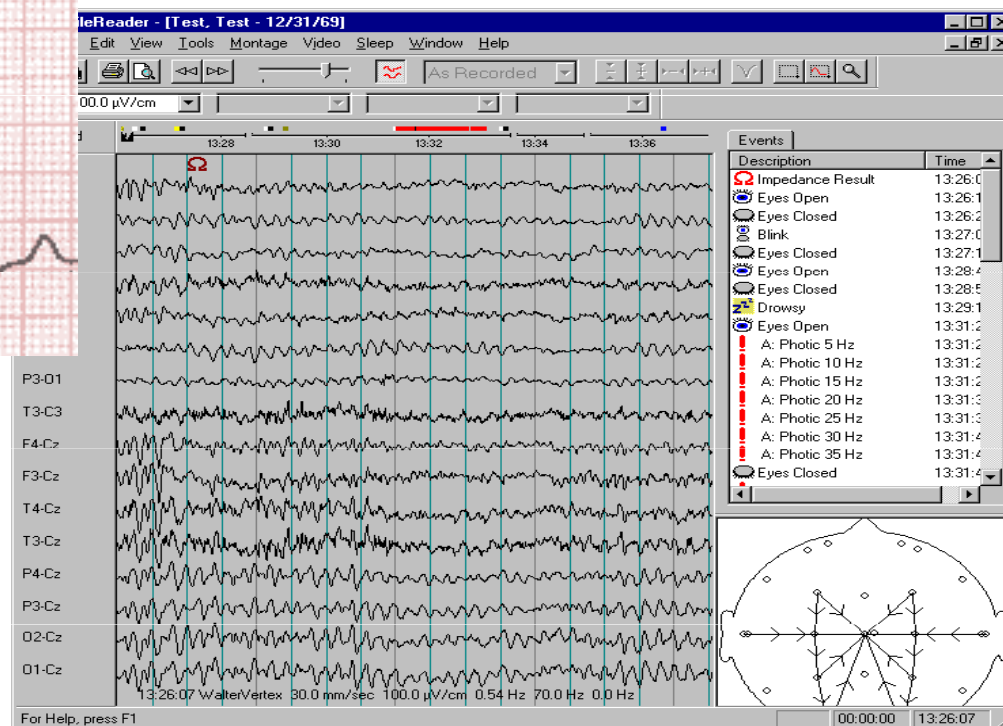
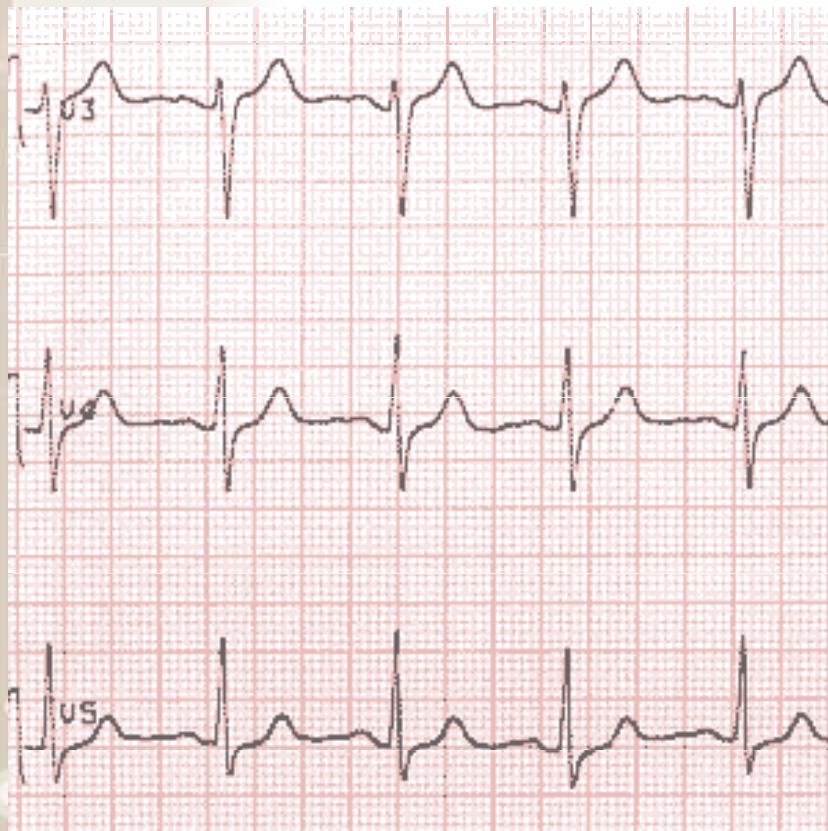
CO JE TO SIGNÁL ?



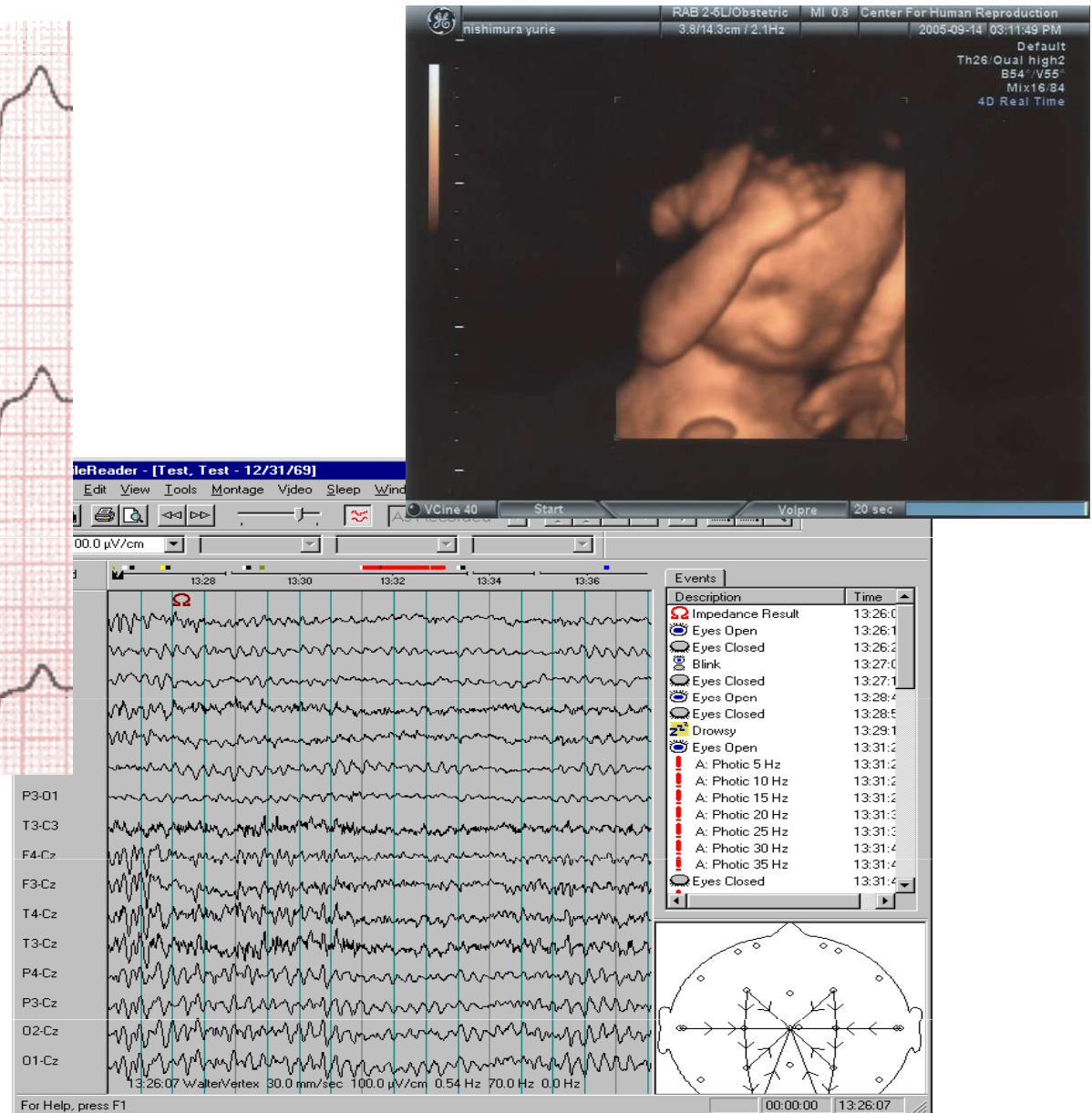
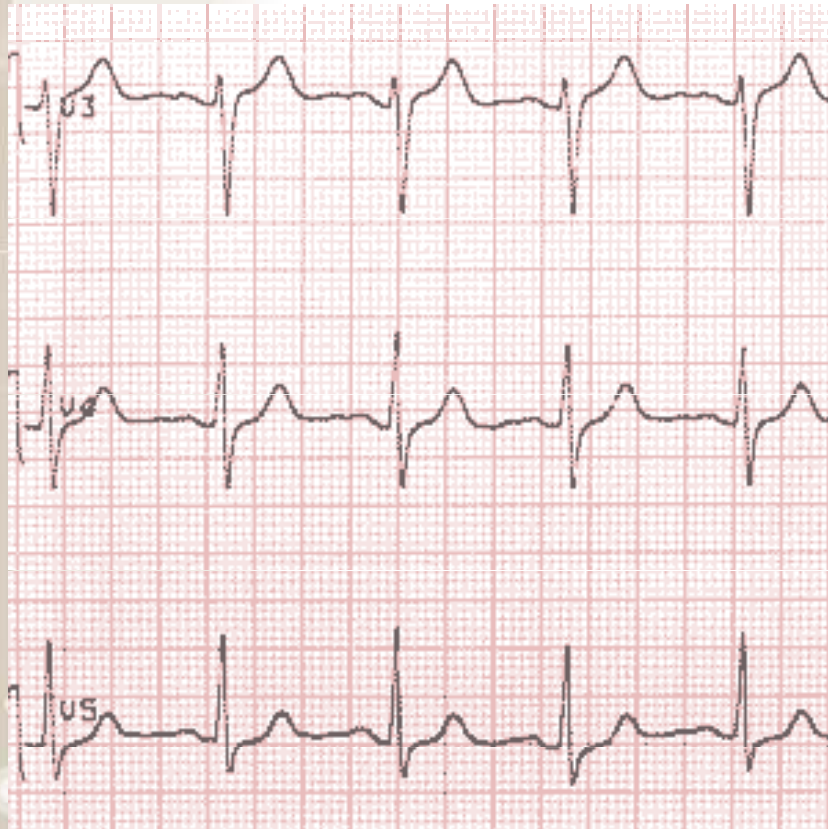
CO JE TO SIGNÁL ?



CO JE TO SIGNÁL ?



CO JE TO SIGNÁL ?



CO JE TO SIGNÁL ?

DEFINICE

Signál je jev fyzikální, chemické, biologické, ekonomické či jiné materiální povahy, nesoucí informaci o stavu systému, který jej generuje.

CO JE TO SIGNÁL ?

DEFINICE

Signál je jev fyzikální, chemické, biologické, ekonomické či jiné materiální povahy, nesoucí informaci o stavu systému, který jej generuje, **a jeho dynamice.**

CO JE TO SIGNÁL ?

DEFINICE

Signál je jev fyzikální, chemické, biologické, ekonomické či jiné materiální povahy, nesoucí informaci o stavu systému, který jej generuje, a jeho dynamice.

Je-li zdrojem informace živý organismus, pak hovoříme o **biosignálech** bez ohledu na **podstatu** nosiče informace.

ZPRACOVÁNÍ SIGNÁLU

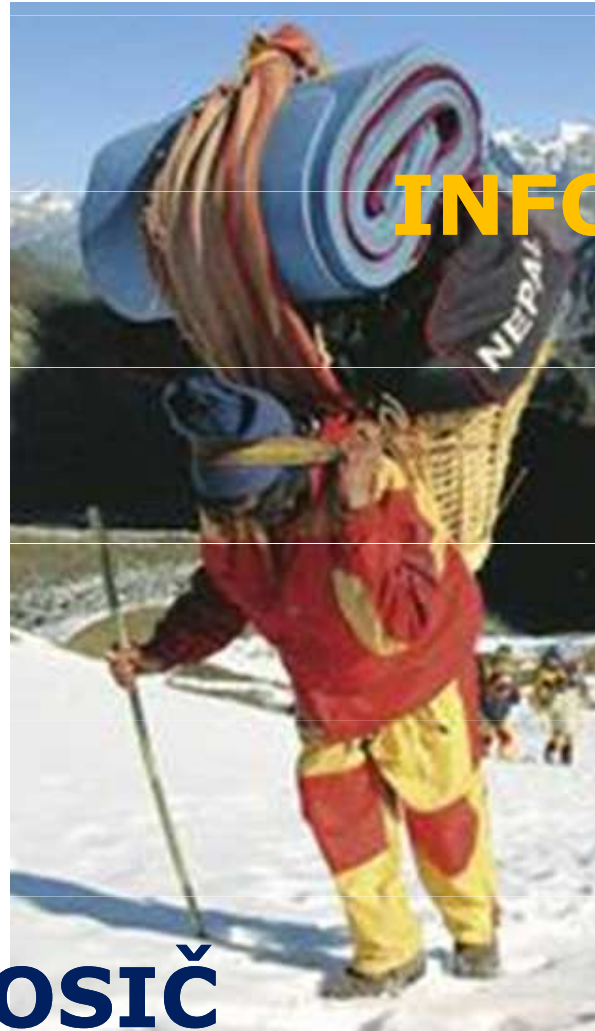


ZPRACOVÁNÍ SIGNÁLU



NOSIČ

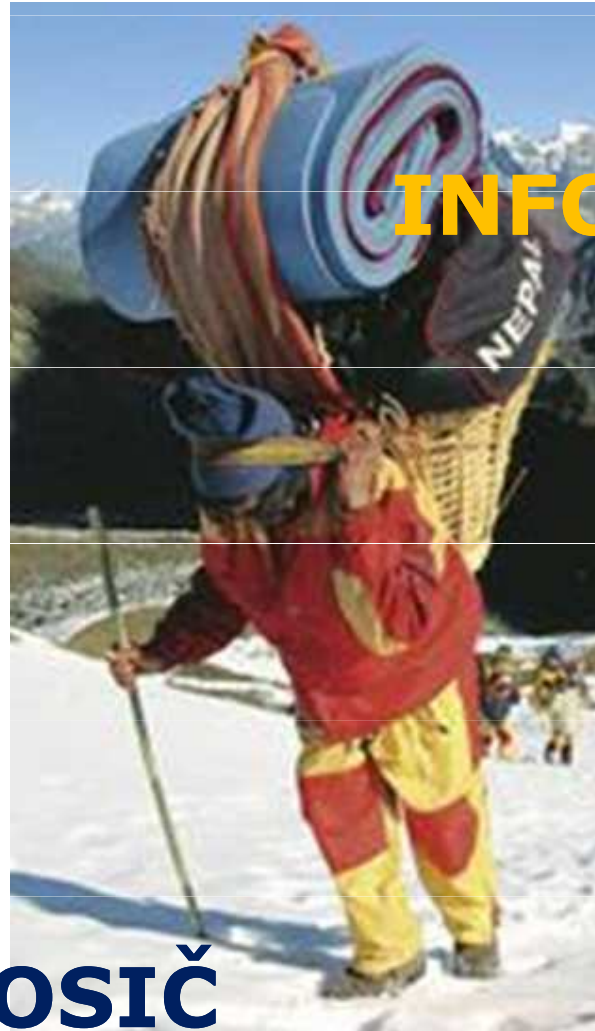
ZPRACOVÁNÍ SIGNÁLU



INFORMACE

NOSIČ

ZPRACOVÁNÍ SIGNÁLU



INFORMACE

NOSIČ

TO NECHME TECHNIKŮM (ELEKTRIKÁŘŮM, ...)

ZPRACOVÁNÍ SIGNÁLU



INFORMACE



**ZPRACOVÁNÍ
INFORMACE**

NOSIČ

TO NECHME TECHNIKŮM (ELEKTRIKÁŘŮM, ...)

ZPRACOVÁNÍ INFORMACE

popis

ZPRACOVÁNÍ INFORMACE

☑ popis –

→ **analyticky** (nějakou funkcí) 🙄

ZPRACOVÁNÍ INFORMACE

☑ popis –

→ **analyticky** (nějakou funkcí)

→ **posloupností hodnot**



ZPRACOVÁNÍ INFORMACE

☑ popis –

→ **analyticky** (nějakou funkcí)

→ **posloupností hodnot**



!!! ČASOVÁ ŘADA !!!

ZPRACOVÁNÍ INFORMACE

☑ popis –

→ **analyticky** (nějakou funkcí)

→ **posloupností hodnot**



!!! ČASOVÁ ŘADA !!!



ČASOVÁ ŘADA

Definice (základní):

Časová řada je uspořádaná množina hodnot $\{y_t : t=1, \dots, n\}$, kde index t určuje čas, kdy byla hodnota y_t určena.

ČASOVÁ ŘADA

Definice (základní):

Časová řada je uspořádaná množina hodnot $\{y_t : t=1, \dots, n\}$, kde index t určuje čas, kdy byla hodnota y_t určena.

Mnohé další modifikace:

- ☑ Časové okamžiky t jednotlivých pozorování nemusí být rovnoměrné $\{y(t_i) : i=1, \dots, n\}$.
- ☑ Každá hodnota může mít akumulární (integrační) charakter za určité období než že by vyjadřovala okamžitý stav

ČASOVÁ ŘADA

Definice (základní):

Časová řada je uspořádaná množina hodnot $\{y_t : t=1, \dots, n\}$, kde index t určuje čas, kdy byla hodnota y_t určena.

Mnohé další modifikace:

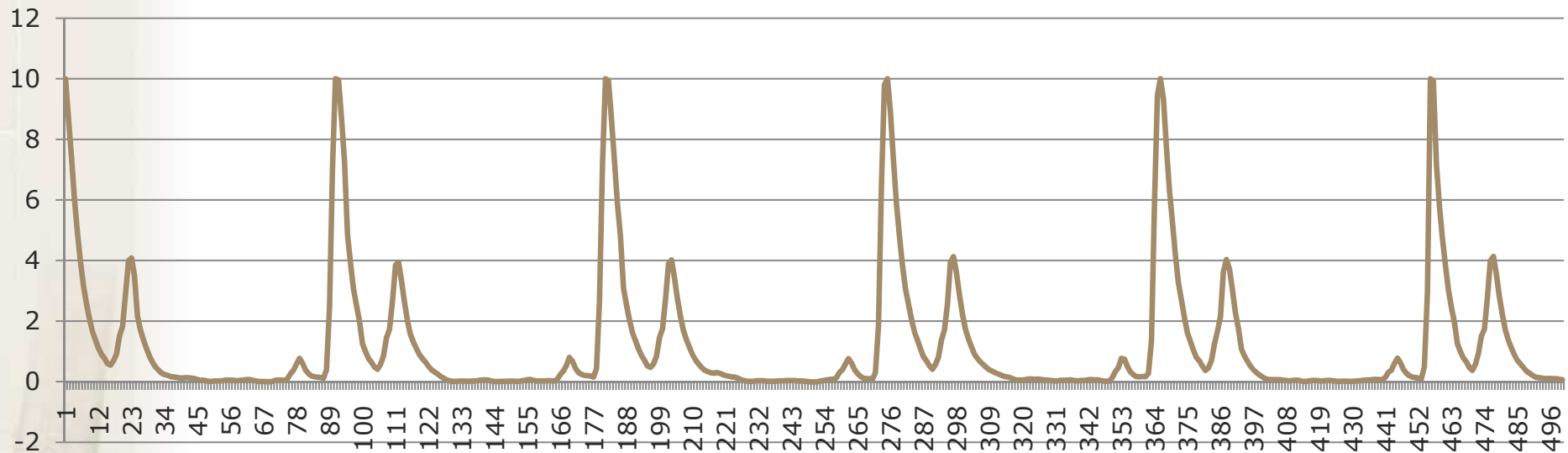
- ☑ Hodnoty mohou být rozšířeny o násobná měření (vývoj hmotnosti každého experimentálního zvířete v dané skupině)
- ☑ Každý skalár y_t může být nahrazen vektorem p hodnot $\mathbf{y}_t = (y_{1t}, \dots, y_{pt})$

ČASOVÁ ŘADA

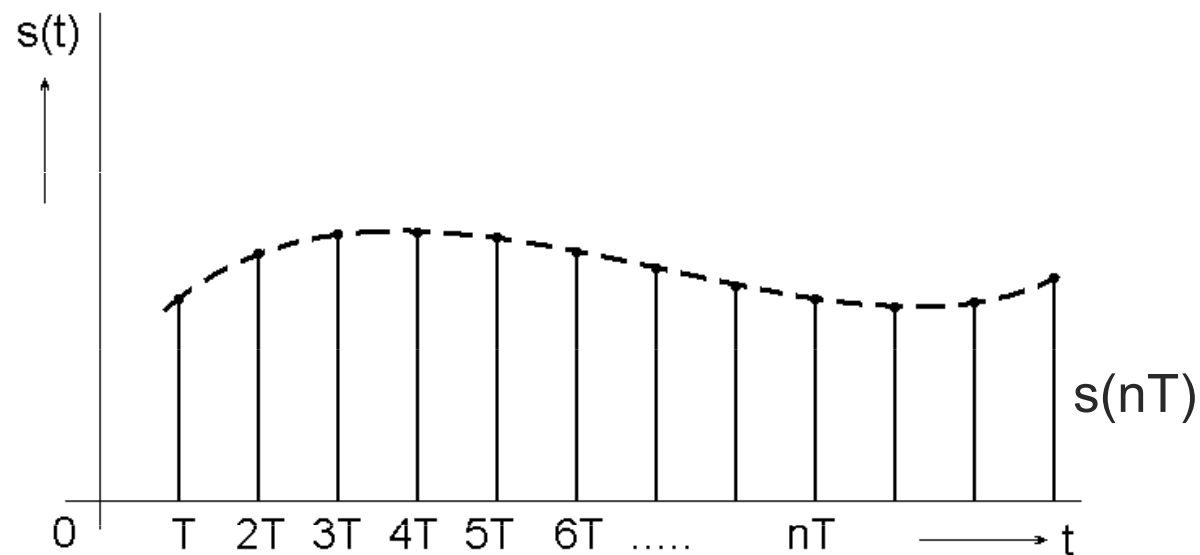
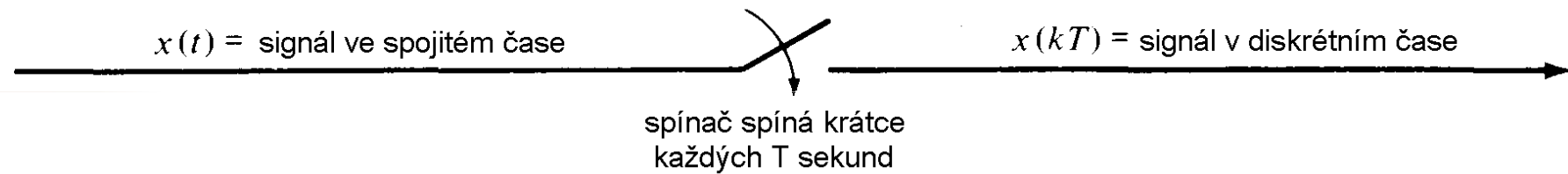
9.99512 8.68195 7.35687 5.98145 4.88892 3.96118 3.14331 2.57416
2.0697 1.64459 1.37085 1.10779 0.895691 0.767517 0.596313
0.546875 0.689392 0.912476 1.52466 1.81915 2.88361 3.99567
4.08142 3.48328 2.7713 2.16492 1.68976 1.37268 1.0968 0.837708
0.635376 0.487366 0.379028 0.286255 0.238647 0.209656 0.171204
0.157166 0.145264 0.122375 0.121155 0.1297 0.128479 0.116577
0.101624 0.0704956 0.0476074 0.0439453 0.0259399 0.00793457
0.0131226 0.0228882 0.0244141 0.0265503 0.0476074 0.055542
0.0488281 0.0442505

ČASOVÁ ŘADA

9.99512 8.68195 7.35687 5.98145 4.88892 3.96118 3.14331 2.57416
2.0697 1.64459 1.37085 1.10779 0.895691 0.767517 0.596313
0.546875 0.689392 0.912476 1.52466 1.81915 2.88361 3.99567
4.08142 3.48328 2.7713 2.16492 1.68976 1.37268 1.0968 0.837708
0.635376 0.487366 0.379028 0.286255 0.238647 0.209656 0.171204
0.157166 0.145264 0.122375 0.121155 0.1297 0.128479 0.116577
0.101624 0.0704956 0.0476074 0.0439453 0.0259399 0.00793457
0.0131226 0.0228882 0.0244141 0.0265503 0.0476074 0.055542
0.0488281 0.0442505

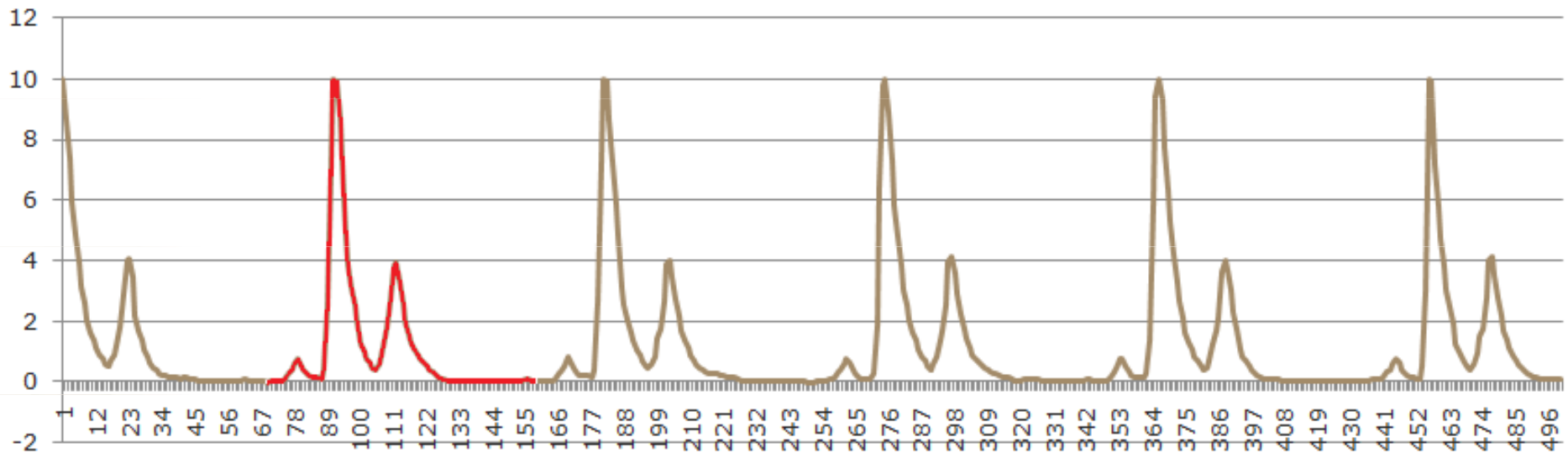


VZORKOVÁNÍ SIGNÁLŮ

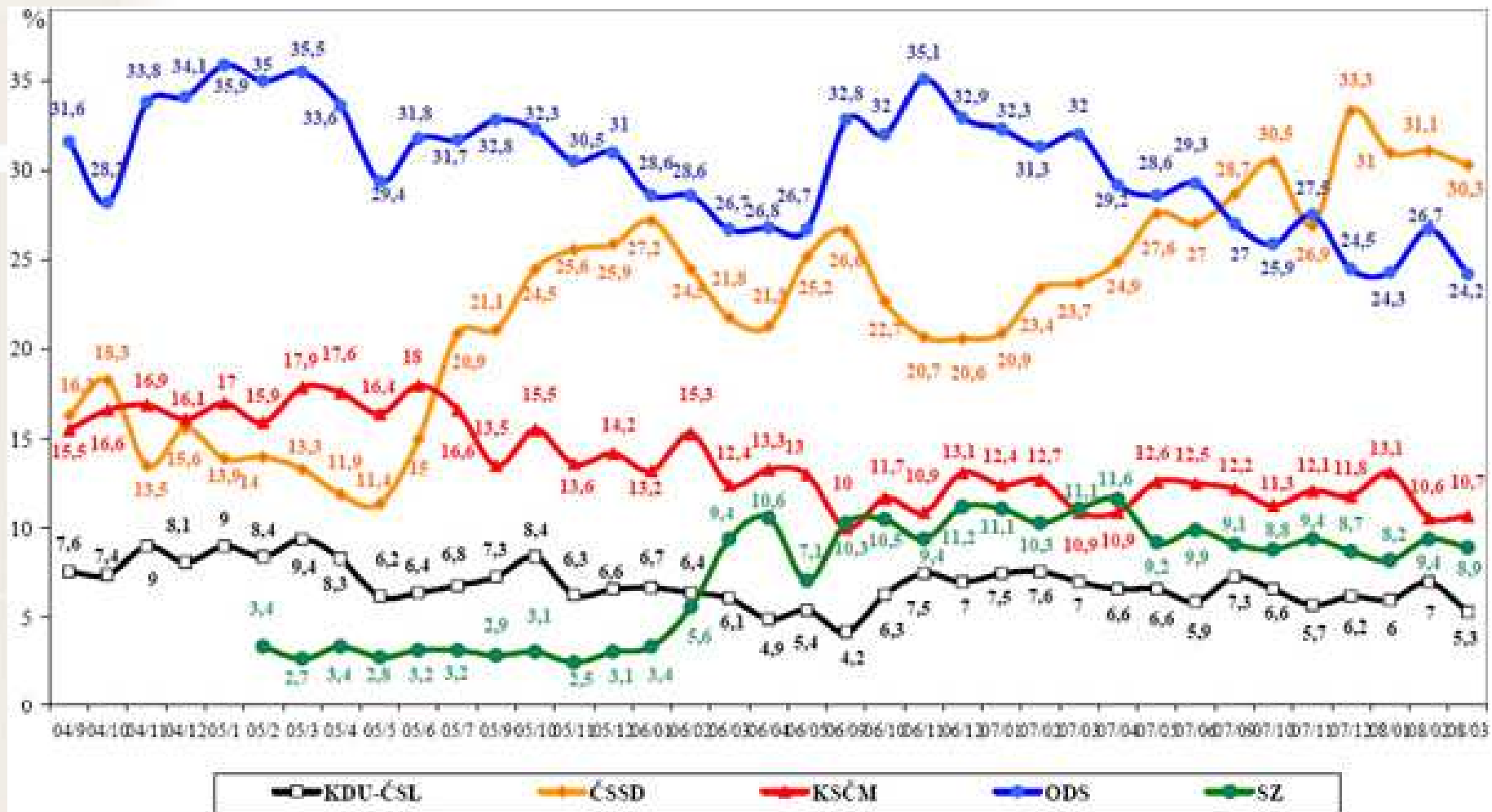


ČASOVÁ ŘADA ?

9.99512 8.68195 7.35687 5.98145 4.88892 3.96118 3.14331 2.57416
2.0697 1.64459 1.37085 1.10779 0.895691 0.767517 0.596313
0.546875 0.689392 0.912476 1.52466 1.81915 2.88361 3.99567
4.08142 3.48328 2.7713 2.16492 1.68976 1.37268 1.0968 0.837708
0.635376 0.487366 0.379028 0.286255 0.238647 0.209656 0.171204
0.157166 0.145264 0.122375 0.121155 0.1297 0.128479 0.116577
0.101624 0.0704956 0.0476074 0.0439453 0.0259399 0.00793457
0.0131226 0.0228882 0.0244141 0.0265503 0.0476074 0.055542
0.0488281 0.0442505



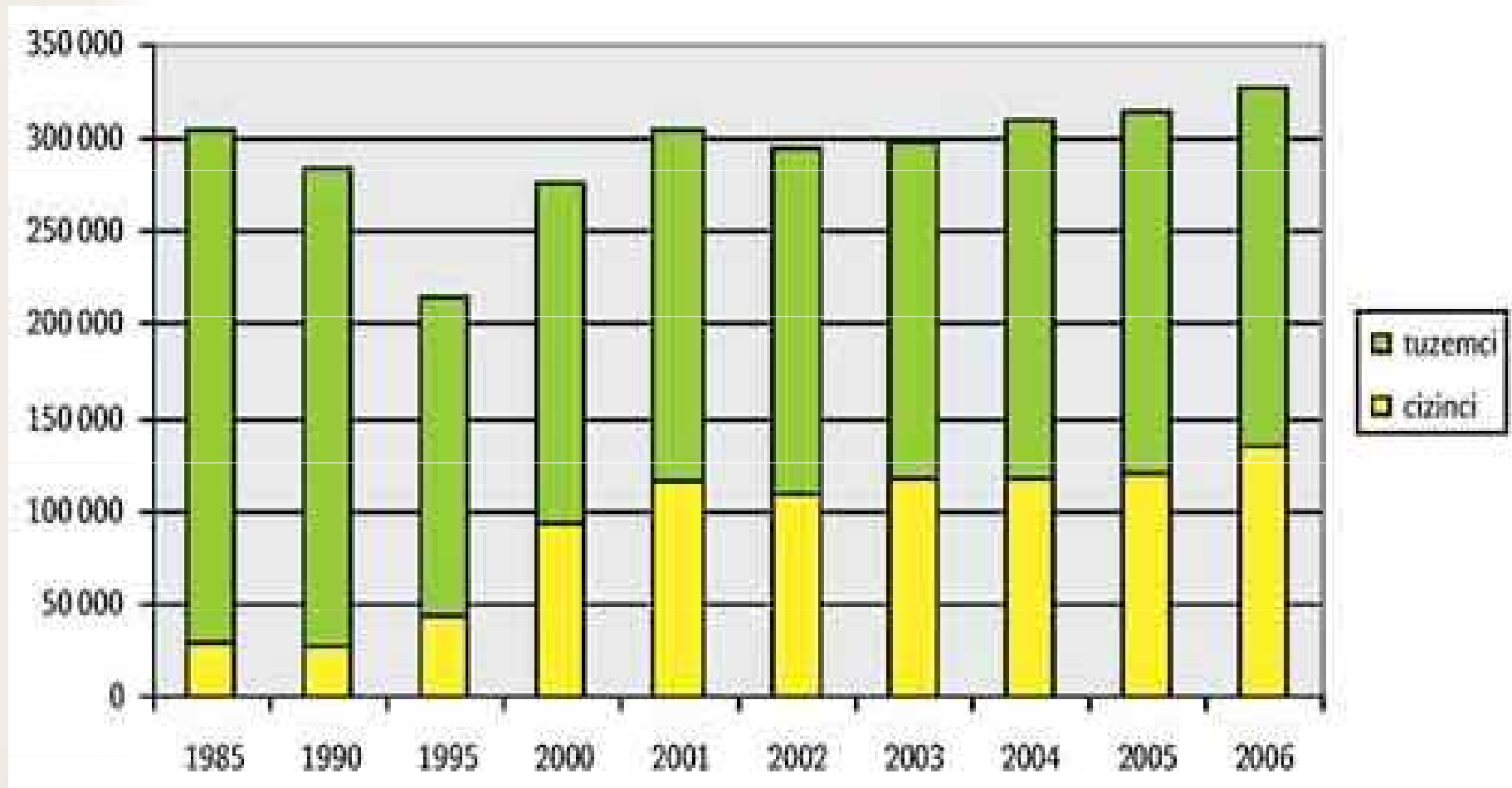
ČASOVÁ ŘADA



Zdroj: STEM, Trendy 2004/9 - 2008/03

Preference politických stran v ČR v období od 8/2004 do 3/2008

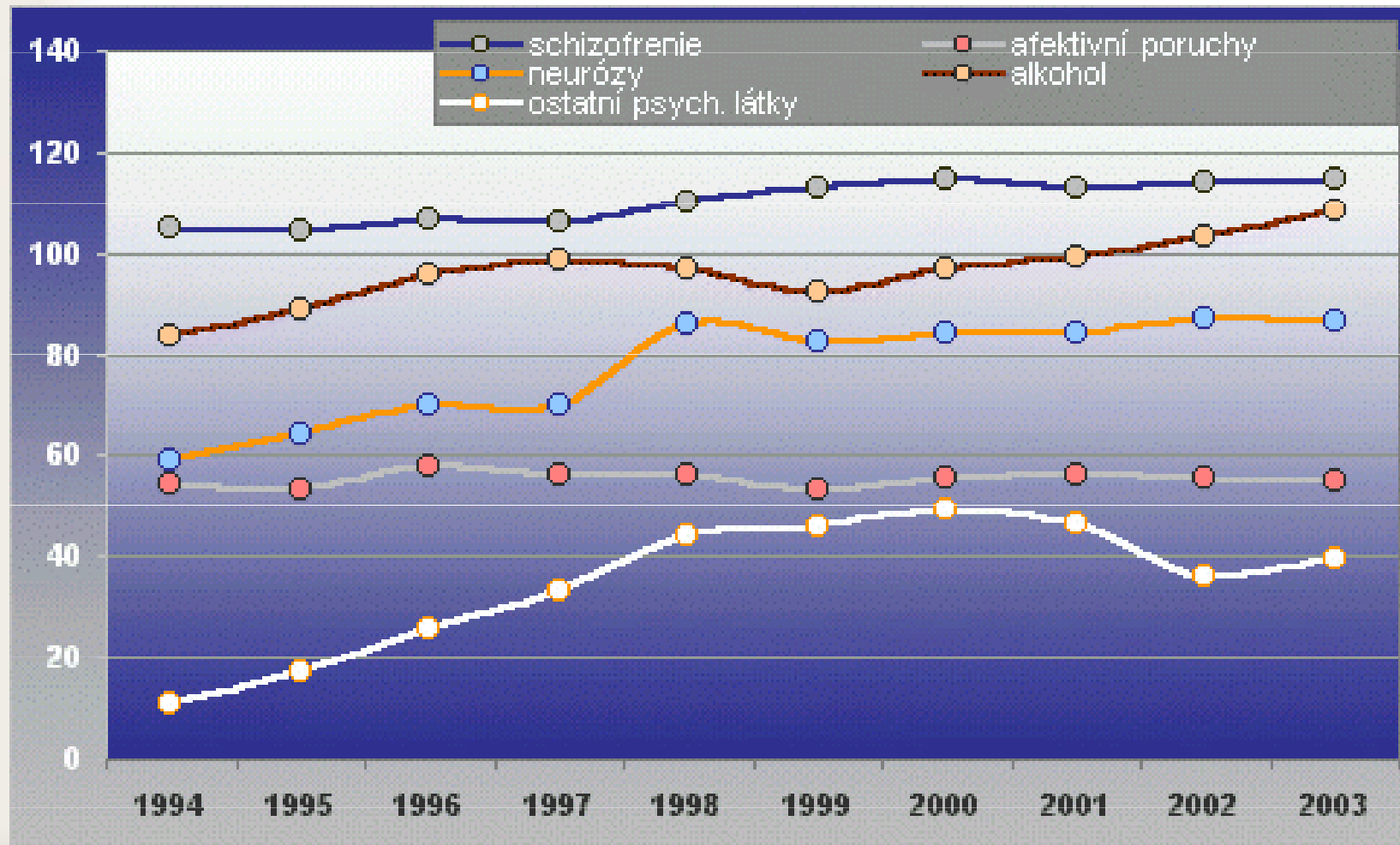
ČASOVÁ ŘADA



Vývoj počtu pacientů v lázeňských zařízeních

Pramen: Ústav zdravotnických informací a statistiky

ČASOVÁ ŘADA



Vývoj počtu hospitalizací v lůžkových psychiatrických zařízeních (na 100 000 osob)

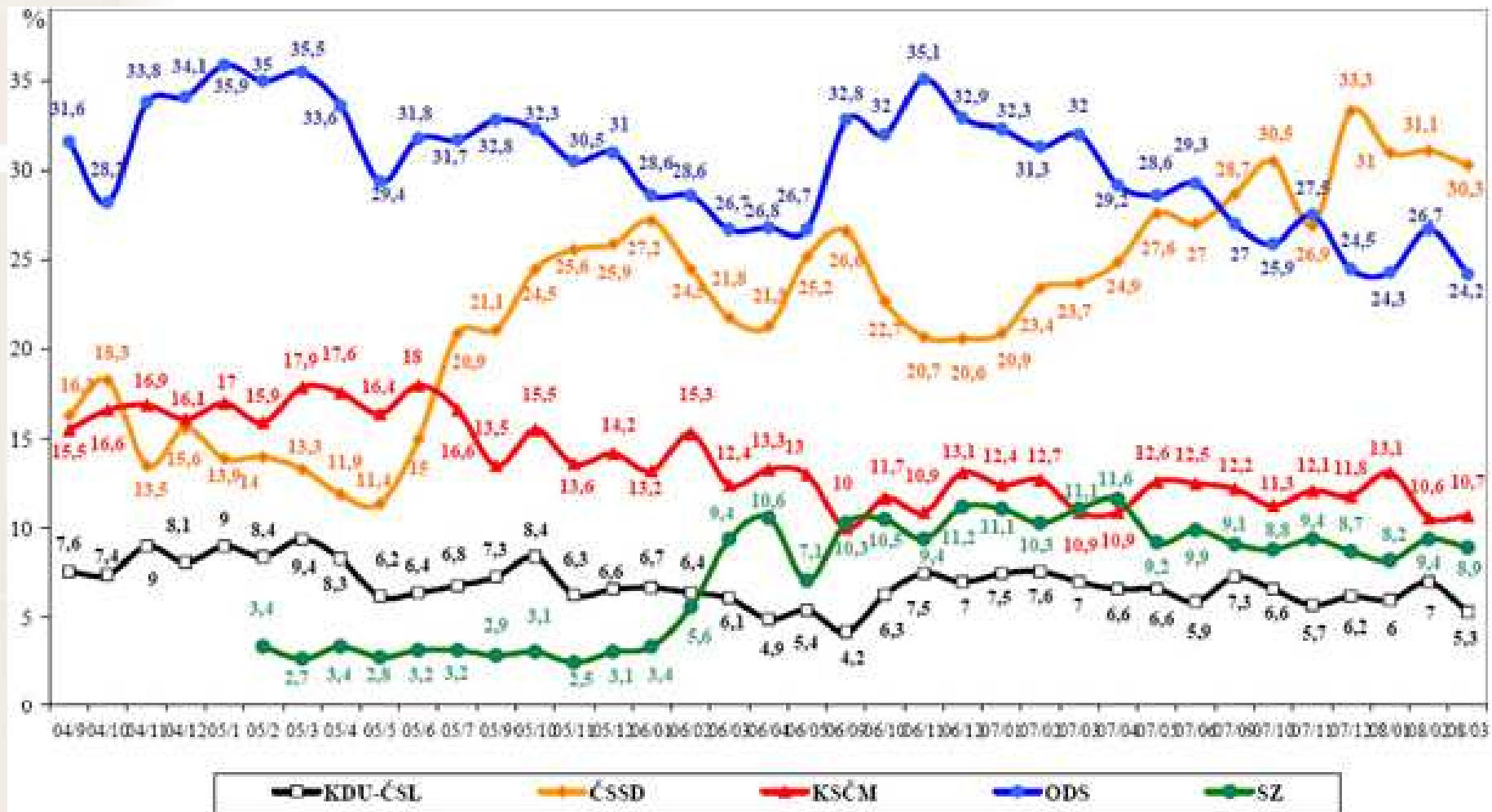
Pramen: Ústav zdravotnických informací a statistiky

ČASOVÁ ŘADA

JAKÉ FENOMÉNY ROZPOZNÁVÁME

V PRŮBĚHU ČASOVÉ ŘADY?

ČASOVÁ ŘADA



Zdroj: STEM, Trendy 2004/9 - 2008/03

Preference politických stran v ČR v období od 8/2004 do 3/2008

ČASOVÁ ŘADA

JAKÉ FENOMÉNY ROZPOZNÁVÁME

V PRŮBĚHU ČASOVÉ ŘADY?

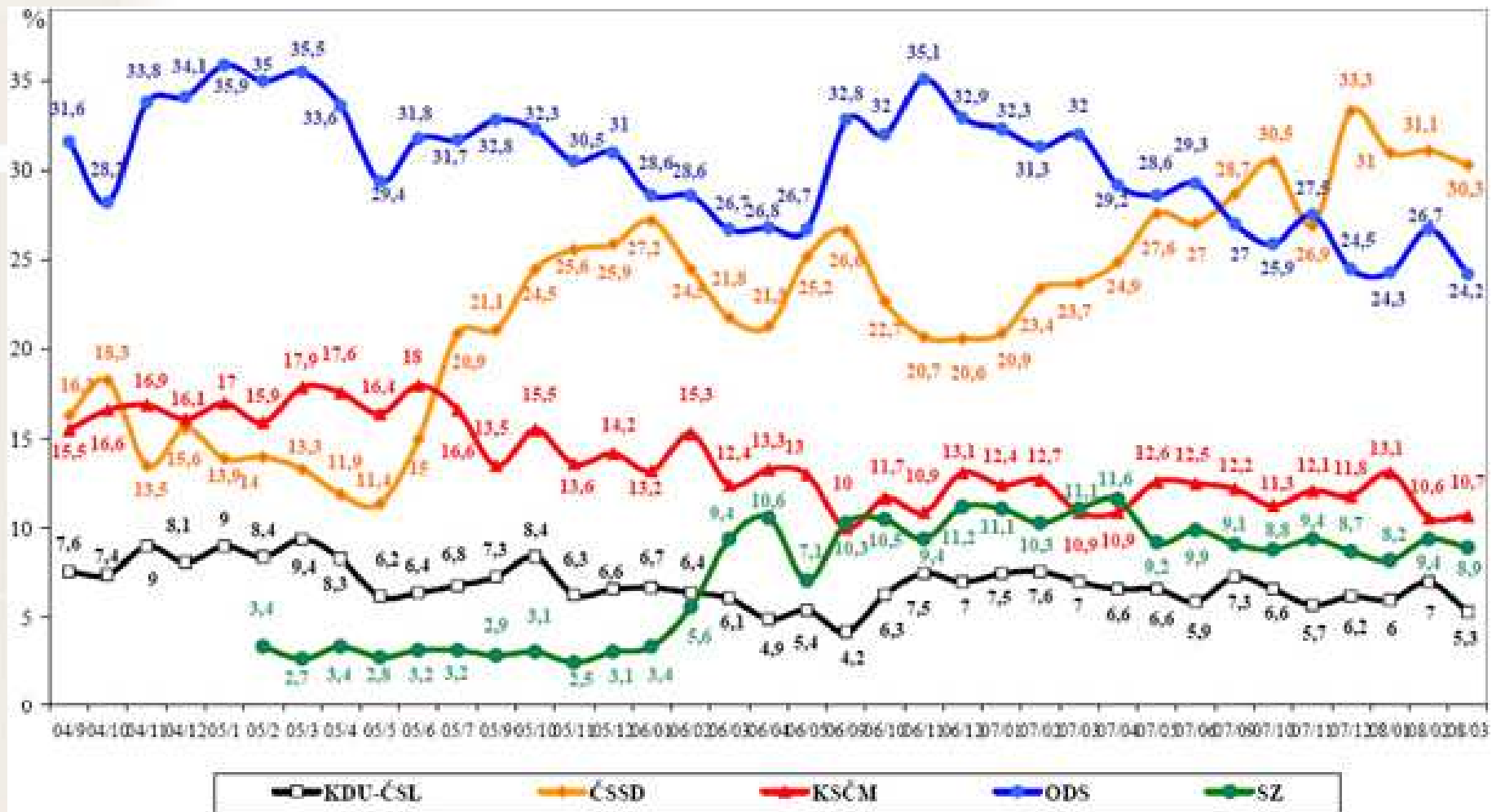
☑ trend

celkový, obecný sklon, směřování, vývojová tendance (ABZ.cz)

... $\{Y(t)\}$ je (nenáhodná, deterministická?) funkce $\mu(t) = E[Y(t)]$, kde $E[.]$ označuje očekávanou, resp. střední hodnotu;

model časové řady $Y(t) = \mu(t) + U(t)$, kde $\mu(t)$ je trend a $U(t)$ je (stacionární) náhodná funkce

ČASOVÁ ŘADA



Zdroj: STEM, Trendy 2004/9 - 2008/03

Preference politických stran v ČR v období od 8/2004 do 3/2008

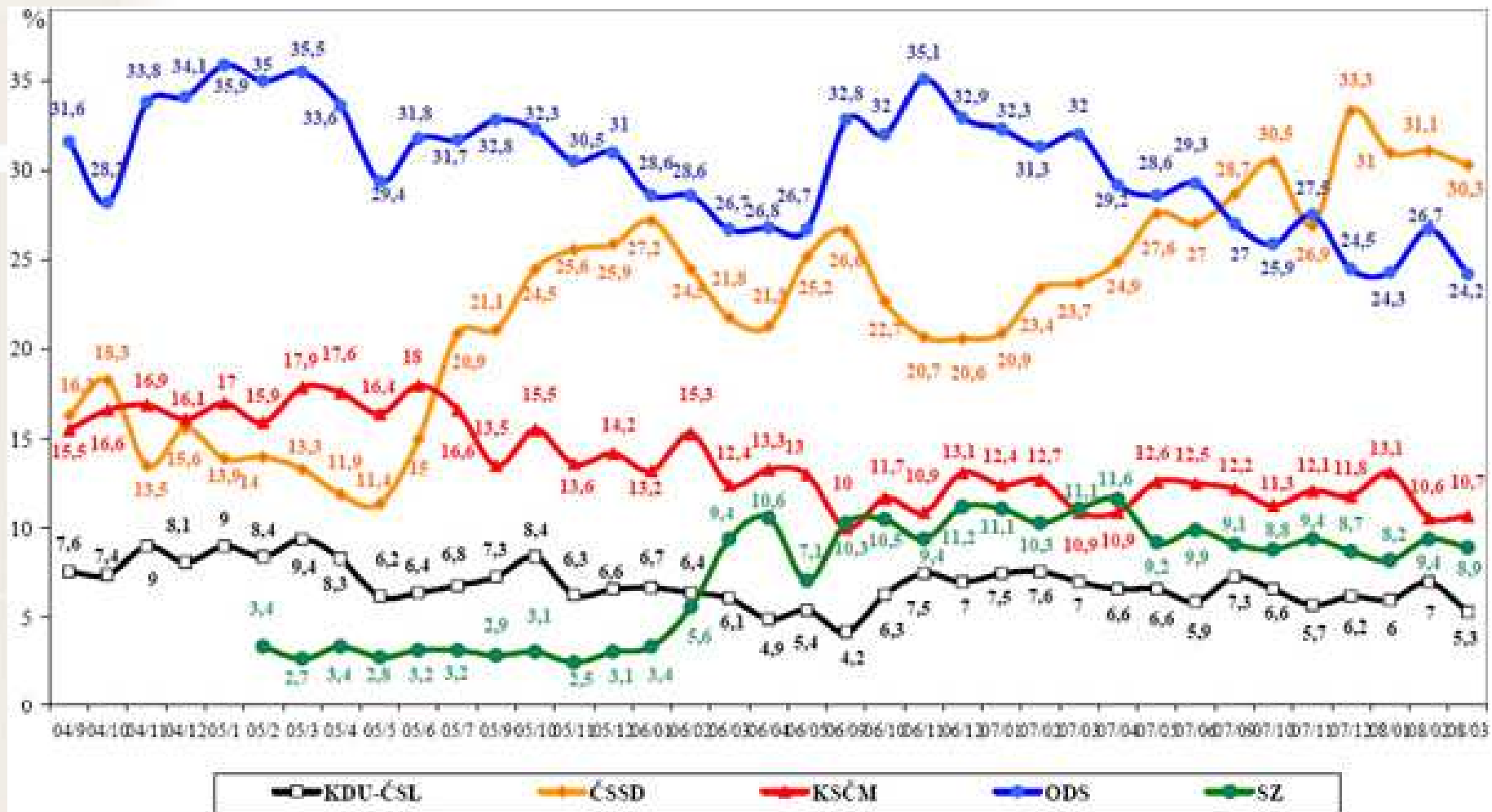
ČASOVÁ ŘADA

JAKÉ FENOMÉNY ROZPOZNÁVÁME

V PRŮBĚHU ČASOVÉ ŘADY?

- ☑ **trend**
- ☑ **oscilace**

ČASOVÁ ŘADA



Zdroj: STEM, Trendy 2004/9 - 2008/03

Preference politických stran v ČR v období od 8/2004 do 3/2008

ČASOVÁ ŘADA

JAKÉ FENOMÉNY ROZPOZNÁVÁME

V PRŮBĚHU ČASOVÉ ŘADY?

✓ **trend**

✓ **oscilace** –

→ kolik oscilačních složek obsahuje a jaké mají kmitočty?

ČASOVÁ ŘADA

JAKÉ FENOMÉNY ROZPOZNÁVÁME

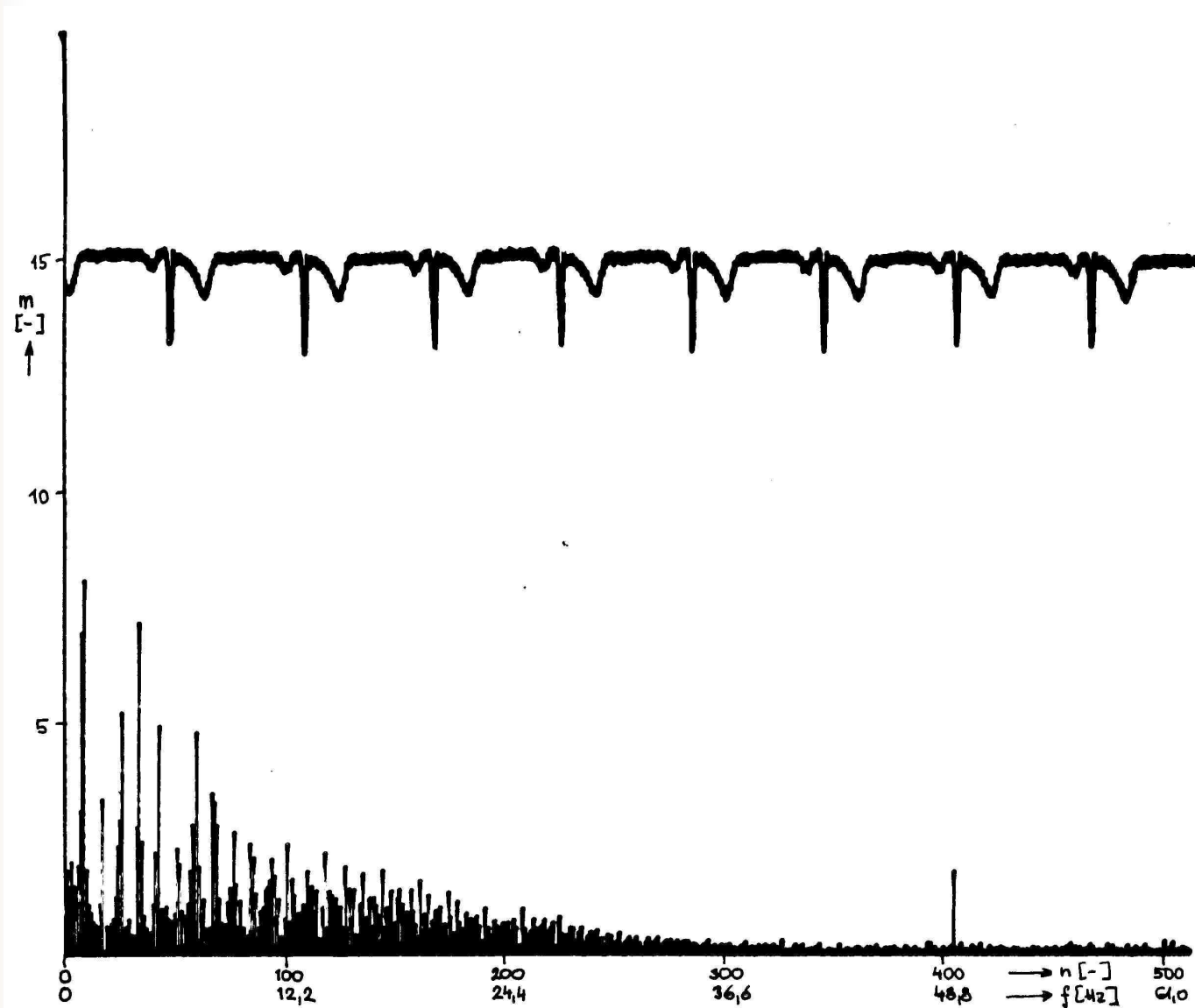
V PRŮBĚHU ČASOVÉ ŘADY?

✓ **trend**

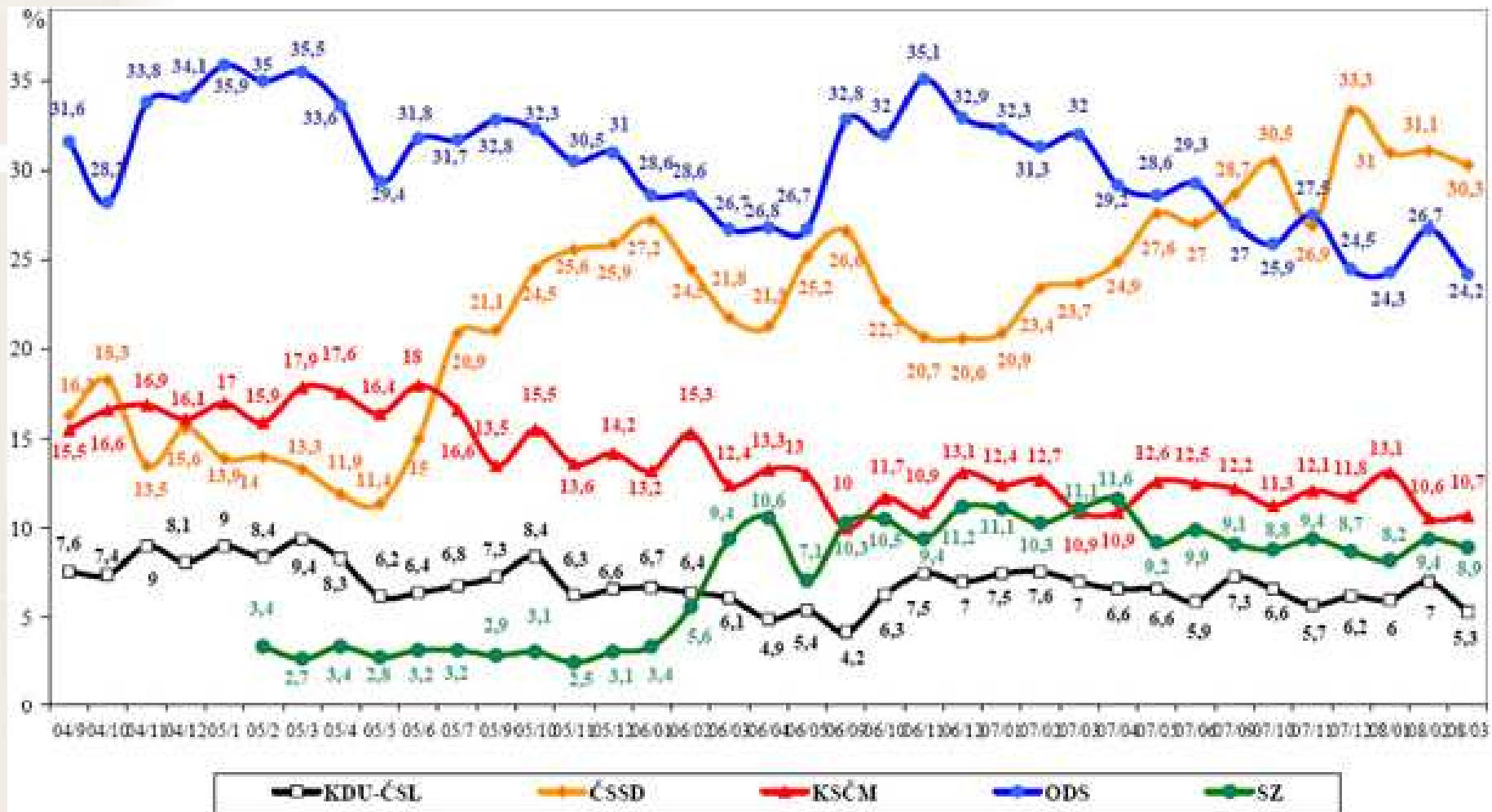
✓ **oscilace** –

- kolik oscilačních složek obsahuje a jaké mají kmitočty?
- jak často budeme odebírat vzorky?

OSCILACE



ČASOVÁ ŘADA



Zdroj: STEM, Trendy 2004/9 - 2008/03

Preference politických stran v ČR v období od 8/2004 do 3/2008

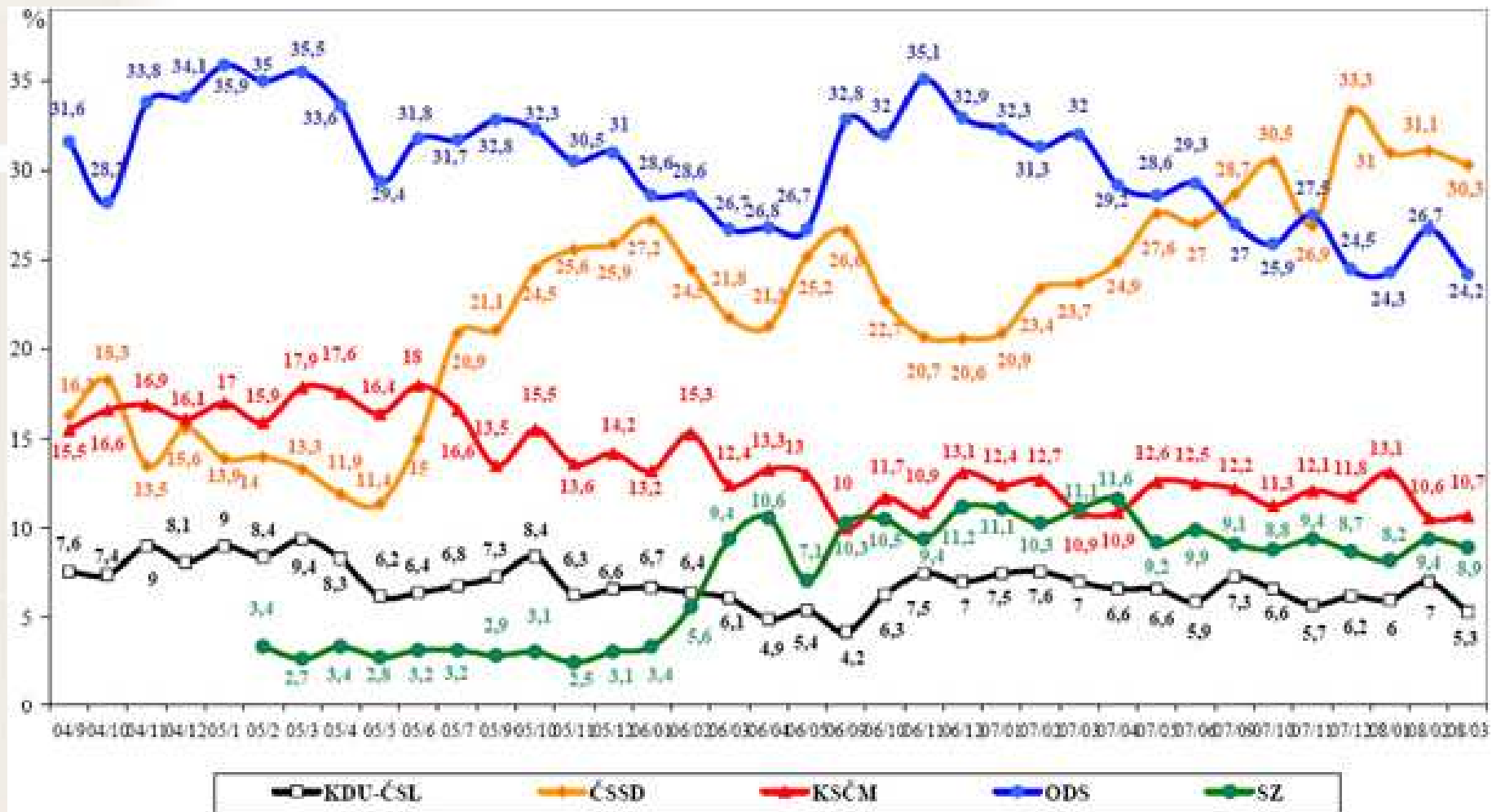
ČASOVÁ ŘADA

JAKÉ FENOMÉNY ROZPOZNÁVÁME

V PRŮBĚHU ČASOVÉ ŘADY?

- ☑ **trend**
- ☑ **oscilace** –
 - kolik oscilačních složek obsahuje a jaké mají kmitočty?
 - jak často budeme odebírat vzorky?
- ☑ **reakce na změnu podmínek**

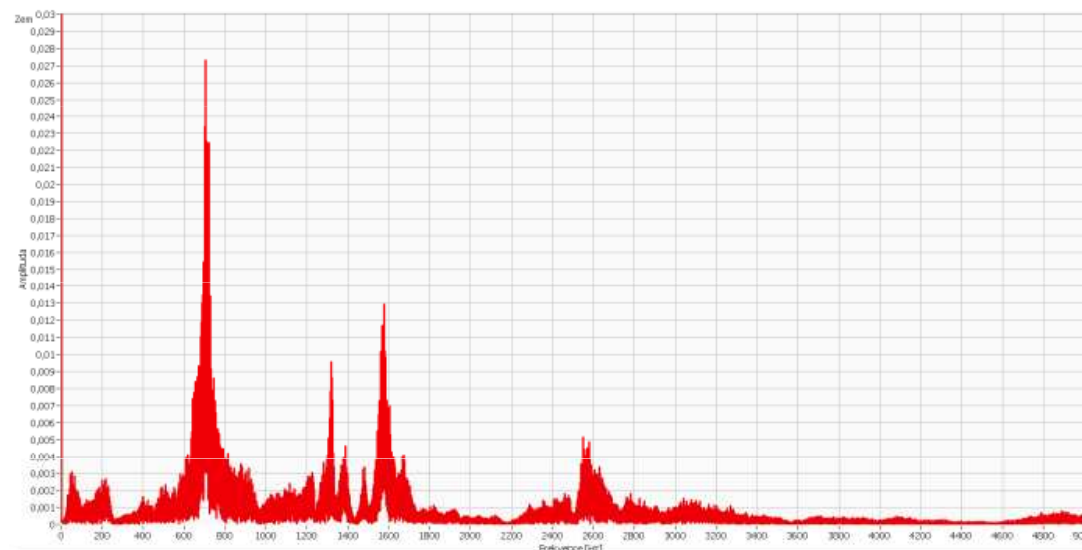
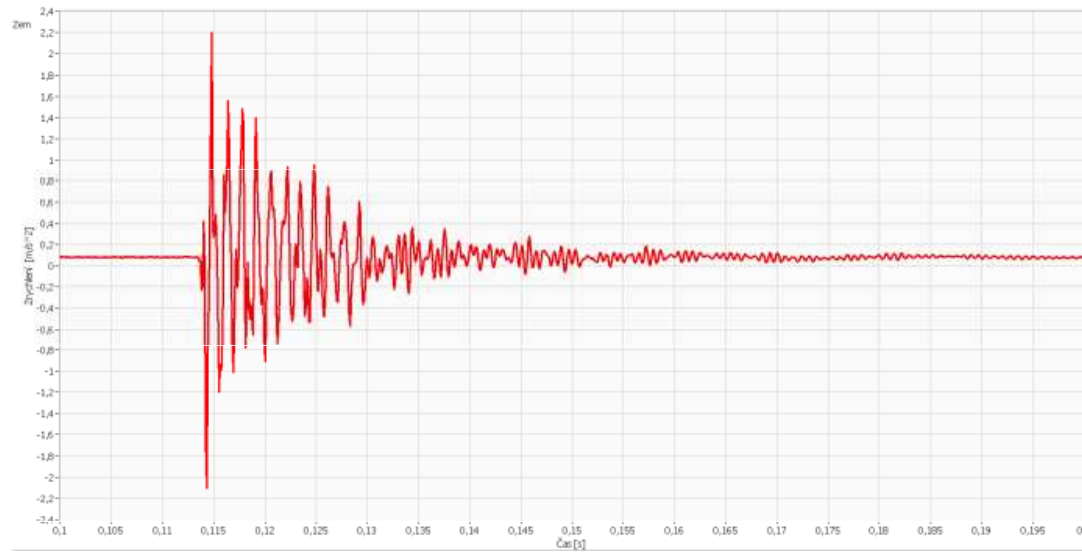
ČASOVÁ ŘADA



Zdroj: STEM, Trendy 2004/9 - 2008/03

Preference politických stran v ČR v období od 8/2004 do 3/2008

OSCILACE



ČASOVÉ ŘADY – CO S NIMI?

- ☑ **stručný popis jejích vlastností** (pomocí několika některých souhrnných parametrů (statistik))



k popisu spíše funkce než jednoduchá hodnota, např.
klouzavý průměr než střední hodnota;
složky řady – trend, sezónní změny, pomalé a rychlé změny,
nepravidelné oscilace – **frekvenční analýza**

- ☑ **modelování průběhu**

- pochopení procesů způsobujících vznik dat;
- pragmatický nástroj pro splnění výše uvedených cílů
např. pomocí lineárních systémů – autoregresivní (AR),
integrační (I), s klouzavým průměrem (moving average –
MA)

ČASOVÉ ŘADY – CO S NIMI?

- ☑ **predikce budoucích hodnot** – velká část analytických metod pro časové řady;
(**Predikce** (z lat. prae-, před, a dicere, říkat) znamená **předpověď** či prognózu, tvrzení o tom, co se stane nebo nestane v budoucnosti. Na rozdíl od věštění nebo hádání se slovo predikce obvykle užívá pro odhady, opřené o vědeckou hypotézu nebo teorii. **srvn. forecasting**)
- ☑ **monitorování průběhu a detekce významných změn** - např. sledování funkce ledvin po transplantaci;

ČASOVÉ ŘADY – ZÁKLADNÍ POJMY

- ☑ všechny časové řady mají prakticky konečný rozsah, ale pro jejich teoretický popis je obvykle užitečné zabývat se jimi jako s důsledkem **nekonečného** procesu



nekonečné (náhodné) posloupnosti $\{Y_i\}$
nebo (náhodné) funkce $\{Y(t)\}$

- z principu diskrétní proces;
- veličina **navzorkovaná** v určitých časových okamžicích - pravidelně; nepravidelně
- akumulace náhodné veličiny v určitém časovém intervalu

$$Y_t = \int_{t-\tau}^t X(s)ds$$

ČASOVÉ ŘADY – ZÁKLADNÍ POJMY

- ✓ **trend** $\{Y(t)\}$ je (nenáhodná, deterministická) funkce $\mu(t) = E[Y(t)]$, kde $E[.]$ označuje očekávanou, resp. střední hodnotu;
- ✓ **vzájemná závislost** odráží skutečnost, že dvě náhodné proměnné $Y(t)$ a $Y(s)$ jsou statisticky závislé, při nejmenší pro některé hodnoty (s,t) pro $s \neq t$

(korelační funkce, kovarianční funkce, autokorelační funkce, autokovarianční funkce)
- ✓ **stacionarita** – pravděpodobnostní struktura $\{Y(t)\}$ nezávisí na počátku časové osy – bílý šum; **ergodicita**

SHRNUTÍ NA ZÁVĚR

- ☑ Co je to signál?
- ☑ Jak tento pojem souvisí s pojmem informace, funkce, časová řada (posloupnost)?
- ☑ Co je to rušení, šum, variabilita. Jak vzniká?
- ☑ Trend, oscilační složky, odezva na specifické buzení