



SIGNÁLY A SOUSTAVY V MATEMATICKÉ BIOLOGII



prof. Ing. Jiří Holčík, CSc.

holcik@iba.muni.cz

© Institut biostatistiky a analýz

KDE A KDY SE BUDEME VÍDAT?

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; 1 edition, 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

LITERATURA

- ☑ Kalouptsidis N. Signal Processing Systems: Theory and Design. John Wiley & Sons, Inc., 1997
- ☑ 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., Schafer 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, Springer; 2 edition (2003),
- ☑ Engelberg, S. Random Signals and Noise: A Mathematical Introduction, CRC Press, Inc., 2007

UKONČENÍ PŘEDMĚTU

Požadavky:

ústní zkouška

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



I. ZAČÍNÁME



ZÁKLADNÍ KONCEPT

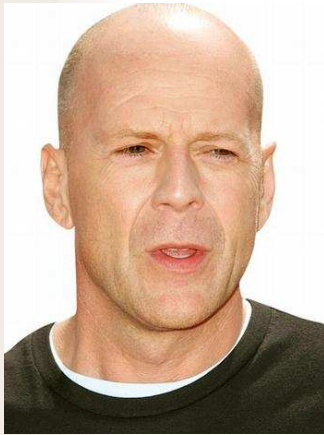
ZÁKLADNÍ KONCEPT

reálný objekt

ZÁKLADNÍ KONCEPT

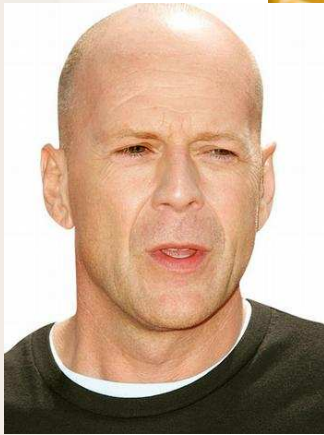
reálný objekt
(zdroj informace)

ZÁKLADNÍ KONCEPT



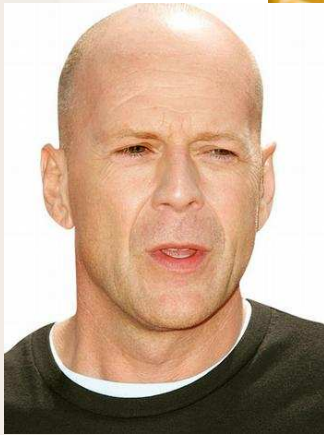
reálný objekt
(zdroj informace)

ZÁKLADNÍ KONCEPT



reálný objekt
(zdroj informace)

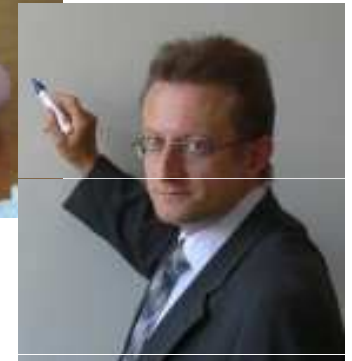
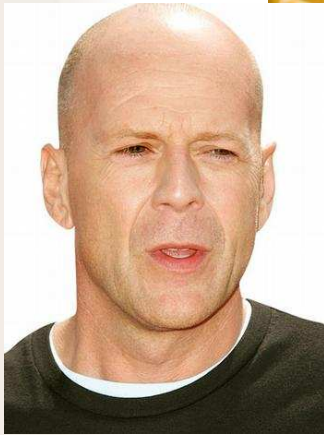
ZÁKLADNÍ KONCEPT



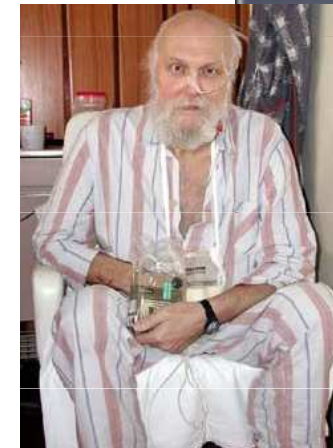
reálný objekt
(zdroj informace)



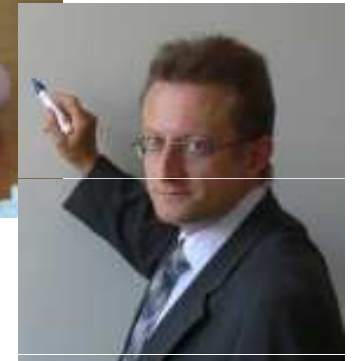
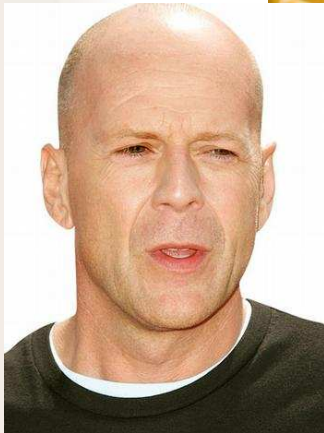
ZÁKLADNÍ KONCEPT



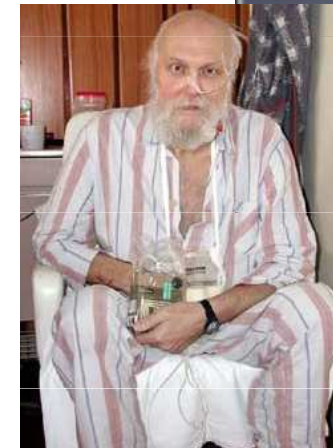
reálný objekt
(zdroj informace)



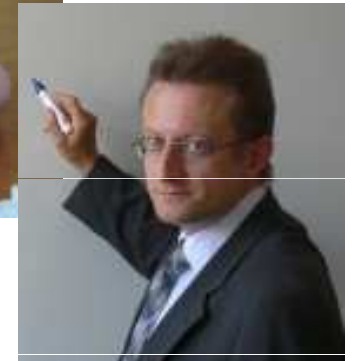
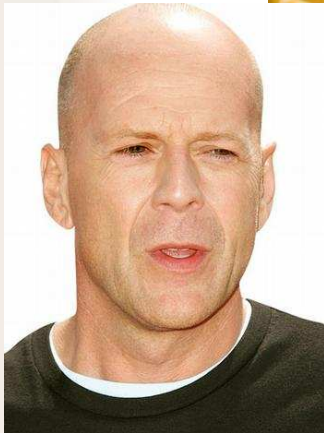
ZÁKLADNÍ KONCEPT



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

Jak tu informaci zjistíme?

ZÁKLADNÍ KONCEPT

Musíme něco „změřit“.

ZÁKLADNÍ KONCEPT

Musíme něco „změřit“.
A co?

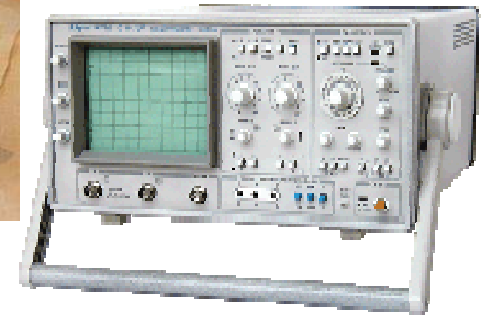
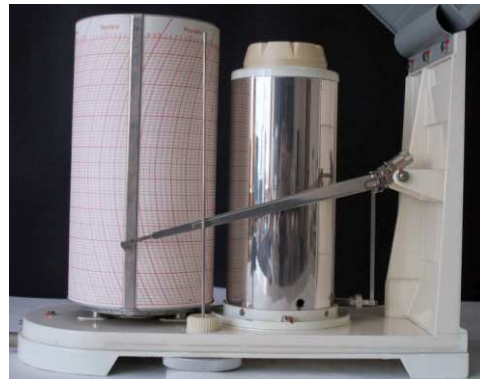
ZÁKLADNÍ KONCEPT

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,

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

CÍL VŠECH MOŽNÝCH ANALÝZ

Odhalit ten příčinný (deterministický) vztah navzdory tomu všemu, co nám to odhalení kazí.

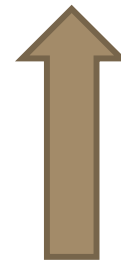
A Z ČEHO SE TA DATA SKLÁDAJÍ?



☑ 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);
- 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;

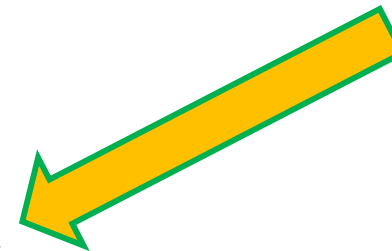
A Z ČEHO SE TA DATA SKLÁDAJÍ?



☑ chyby měřicího zařízení

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

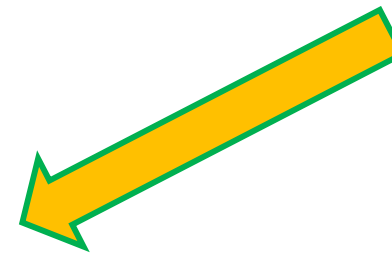
A Z ČEHO SE TA DATA SKLÁDAJÍ?



LOVEČE ODPOVEZ
PROČ JE TI TAK ZLE
BUDE HŮŘ TO MI VĚZ
ROZVAŽ U ZLE
VZPOMEN
NĀ CHVĪLE
KRÁSNĚ
ČASY
ŮŽASNĚ
TAK PROČ
ZÁČ, NĀČ

JE SLYŠET
TVŮS PLÁČ

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.

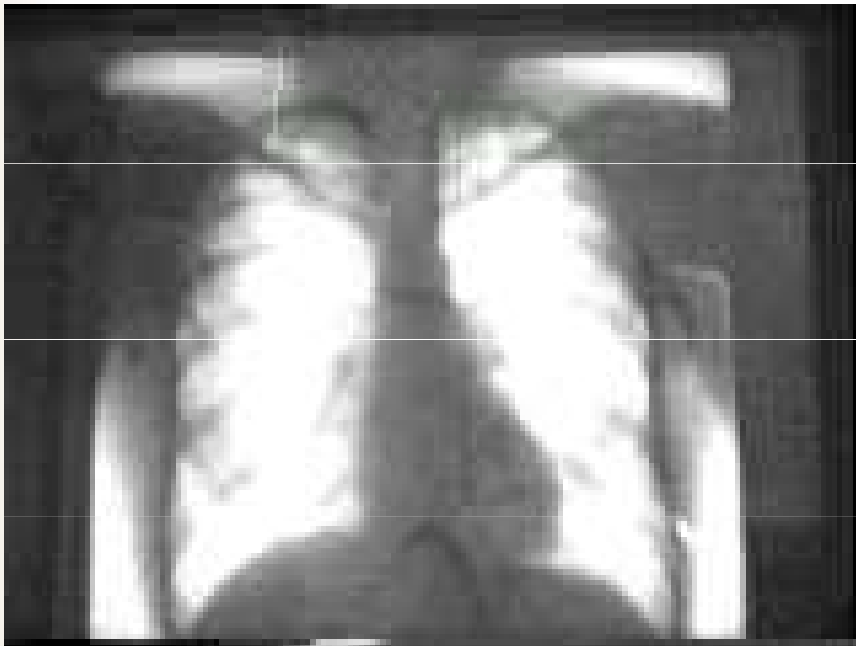
Biochem. vyš.: triacylglyceroly 2,5 mmol/l (zvýšená hladina), troponin I do 0,22 ug/ml (v normě).

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.

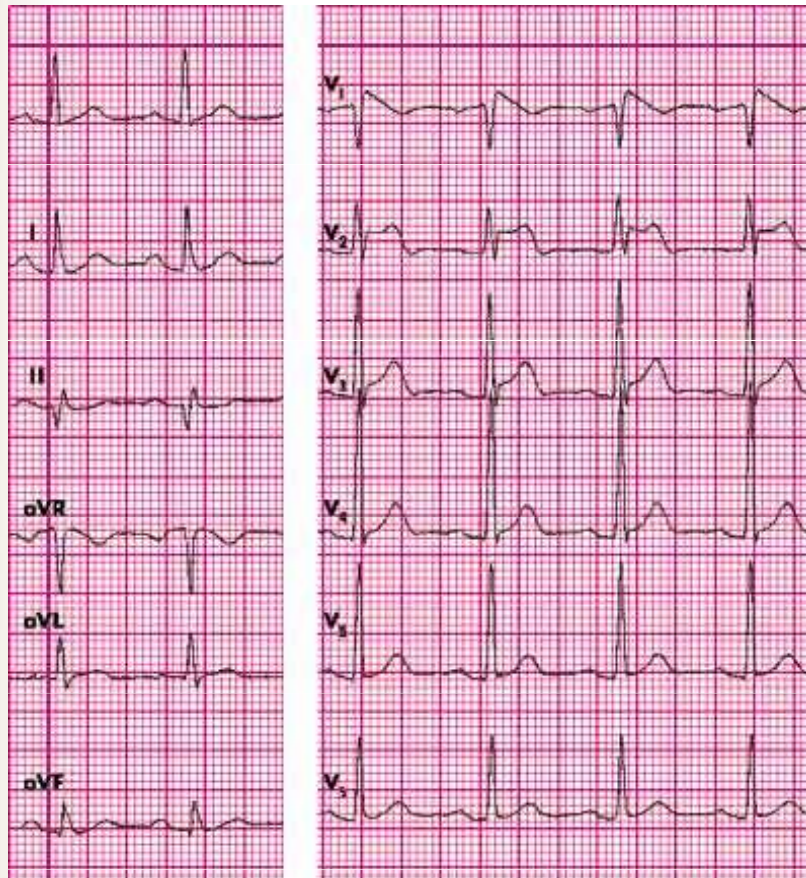
CHARAKTER DAT

RTG srdce a plic



CHARAKTER DAT

EKG - elektrokardiogram



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, ...)



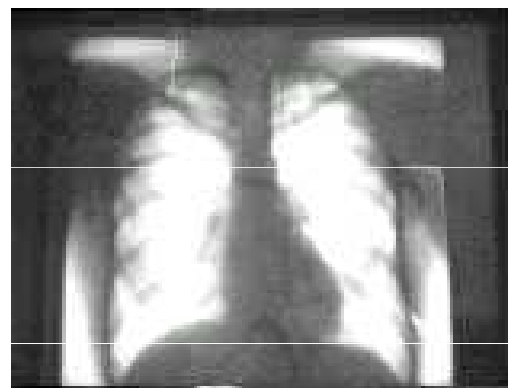
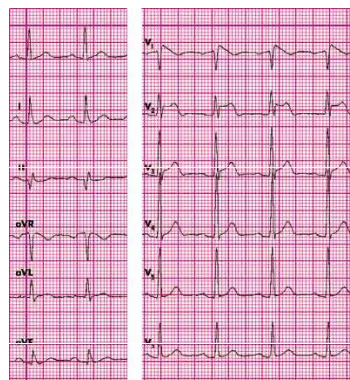
CHARAKTER DAT

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, ...)



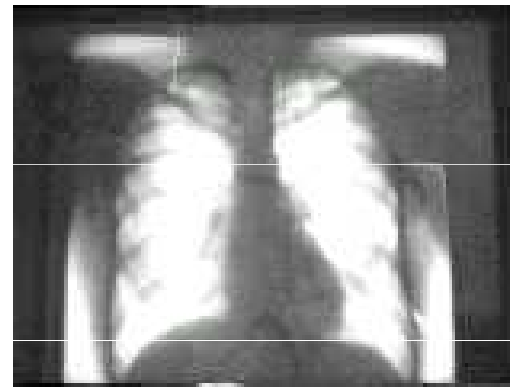
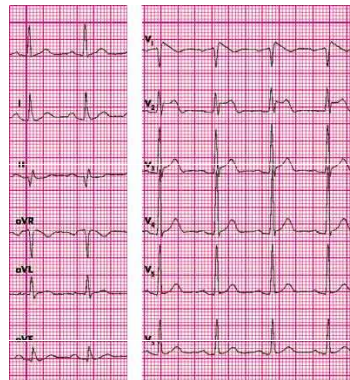
CHARAKTER DAT

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



CHARAKTER DAT

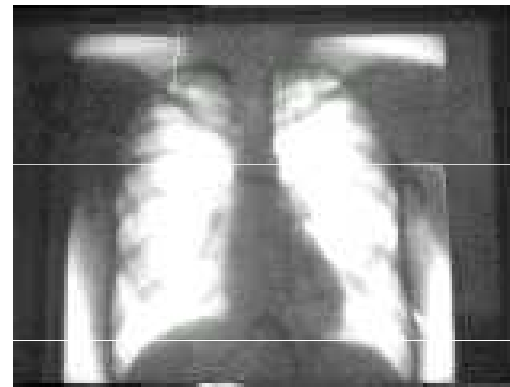
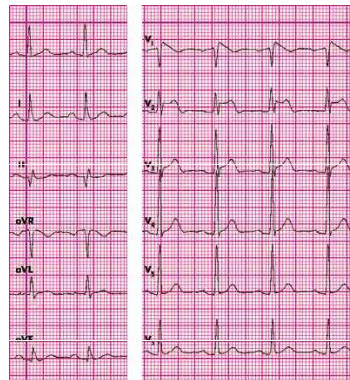
- ☑ a co s daty jako je elektrokardiogram, resp. RTG snímek?



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

SIGNÁL - DEFINICE

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

SIGNÁL - DEFINICE

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

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**.

SIGNÁL - DEFINICE

- ☑ **Signál** je jev fyzikální, chemické, biologické, ekonomické či jiné materiální povahy, nesoucí informaci o stavu **systemu**, který jej generuje, a jeho dynamice.
- ☑ Je-li zdrojem informace živý organismus, pak hovoříme o **biosignálech** bez ohledu na podstatu **nosiče informace**.