



SIGNÁLY A LINEÁRNÍ SYSTEMY



prof. Ing. Jiří Holčík, CSc.

holcik@iba.muni.cz

© Institut biostatistiky a analýz

KDE A KDY SE BUDEME VÍDAT?

KDE A KDY SE BUDEME VÍDAT?

**přednášky: Kamenice 3, IBA, 6.p, učebna PC
časem zřejmě budova A29, 2NP, učebna RCX1**

cvičení: Kamenice 3, IBA, 6.p, učebna PC

Mgr. Terézia Hodášová

LITERATURA

- ☑ Holčík, J.: Signály, časové řady a lineární systémy. CERM, Brno, 2012, 136s.
<http://www.iba.muni.cz/res/file/ucebnice/holcik-signaly-casove-rady-linearni-systemy.pdf>
<http://www.iba.muni.cz/index.php?pg=vyuka--ucebnice>
- ☑ 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

- ✓ Jan, J.: Číslicová filtrace, analýza a restaurace signálů. VUTIUM, Brno 2002.
- ✓ Šebesta, V., Smékal, Z.: Signály a soustavy (Elektronické studijní texty FEKT VUT v Brně), Brno 2003.

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

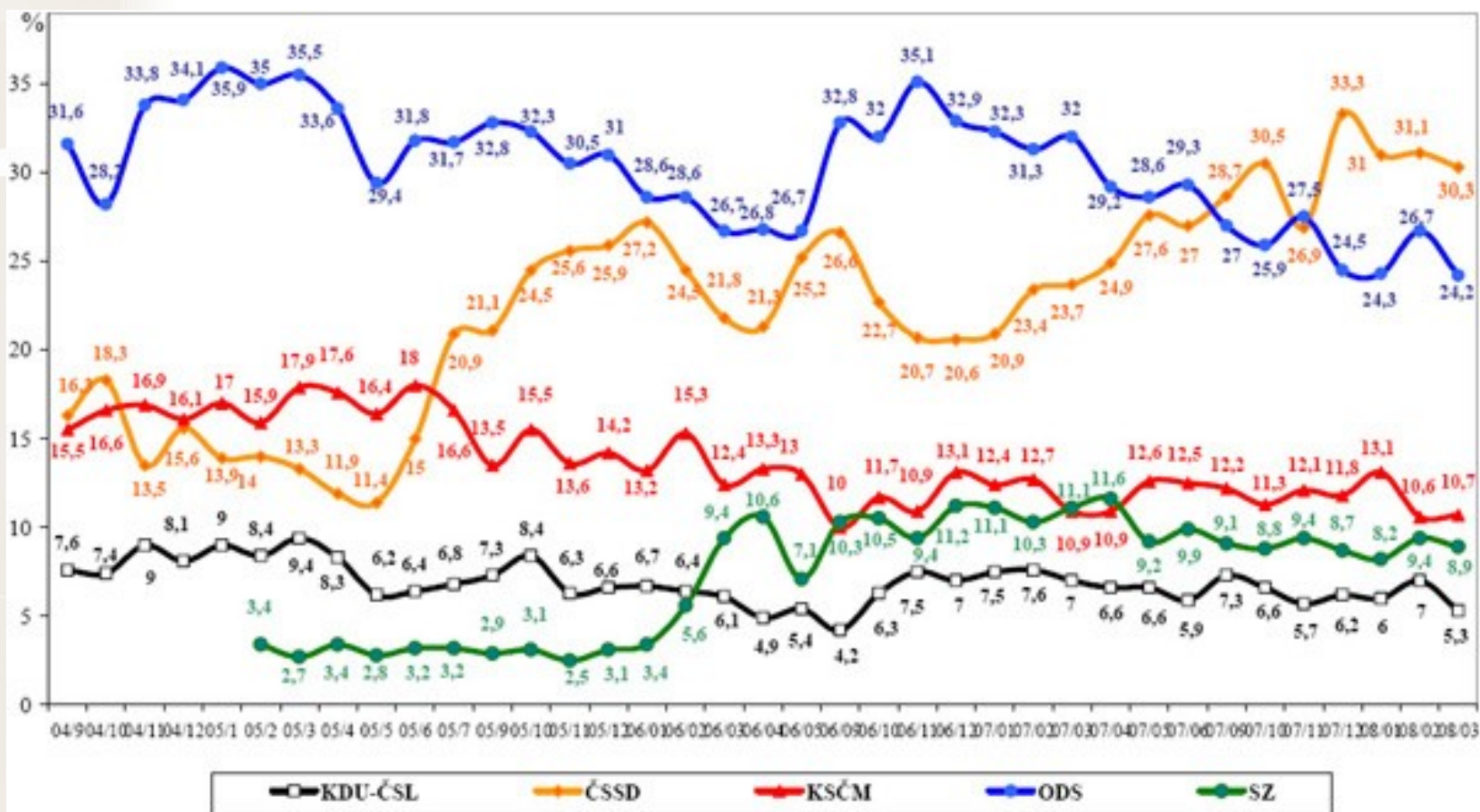
→ učená rozprava o dvou z témat, která budou naplní předmětu



I. ZAČÍNÁME



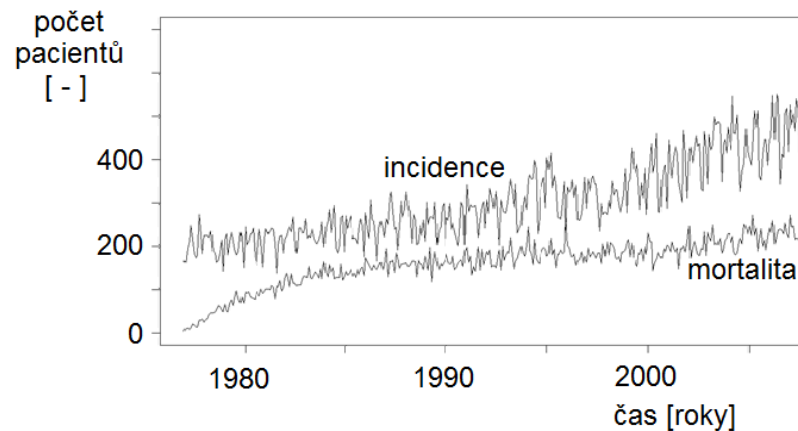
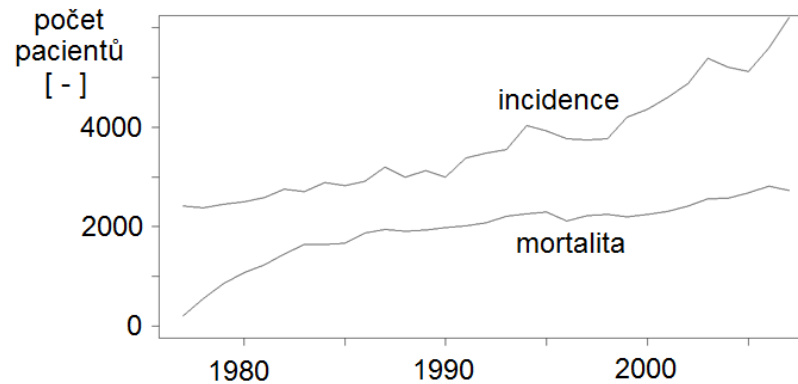
NĚKOLIK PŘÍKLADŮ NA ÚVOD



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

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

NĚKOLIK PŘÍKLADŮ NA ÚVOD



**Vývoj incidence a mortality zhoubného nádoru prsu v ČR –
a) roční vzorkování; b) měsíční vzorkování**

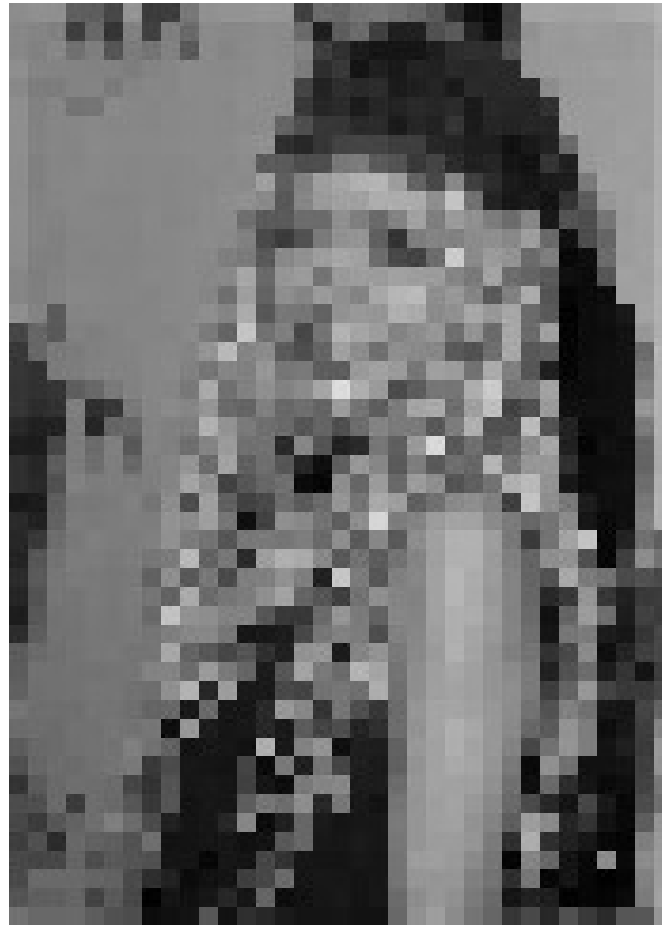
NĚKOLIK PŘÍKLADŮ NA ÚVOD



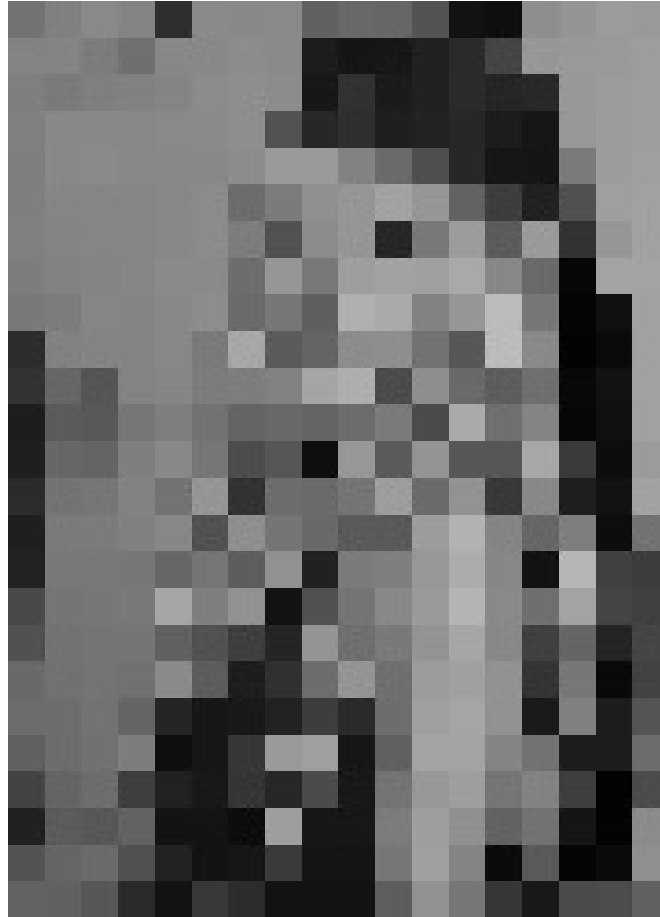
NĚKOLIK PŘÍKLADŮ NA ÚVOD



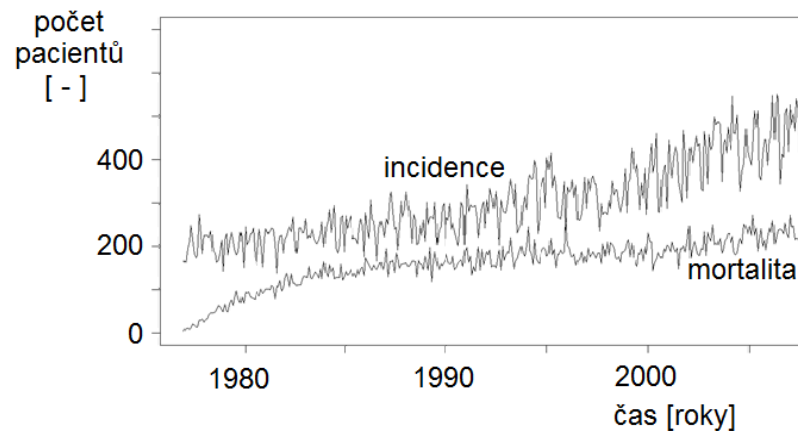
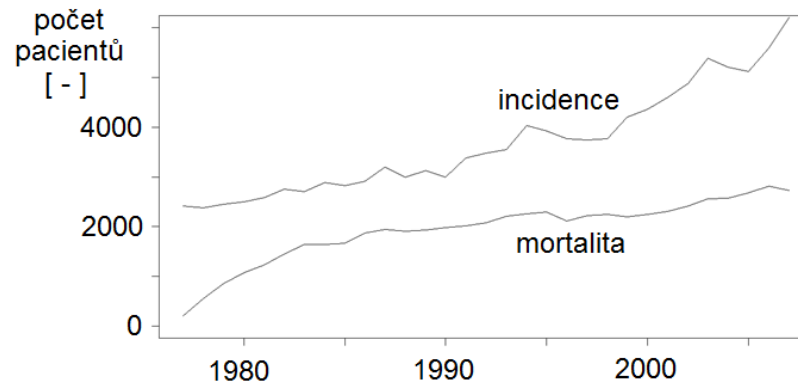
NĚKOLIK PŘÍKLADŮ NA ÚVOD



NĚKOLIK PŘÍKLADŮ NA ÚVOD

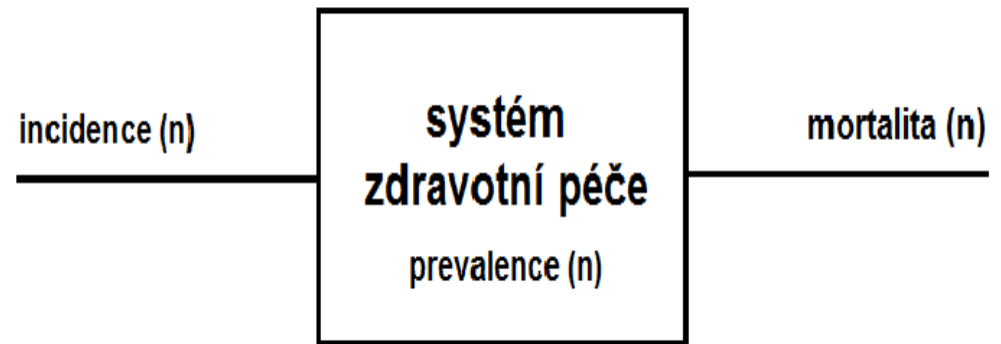


NĚKOLIK PŘÍKLADŮ NA ÚVOD



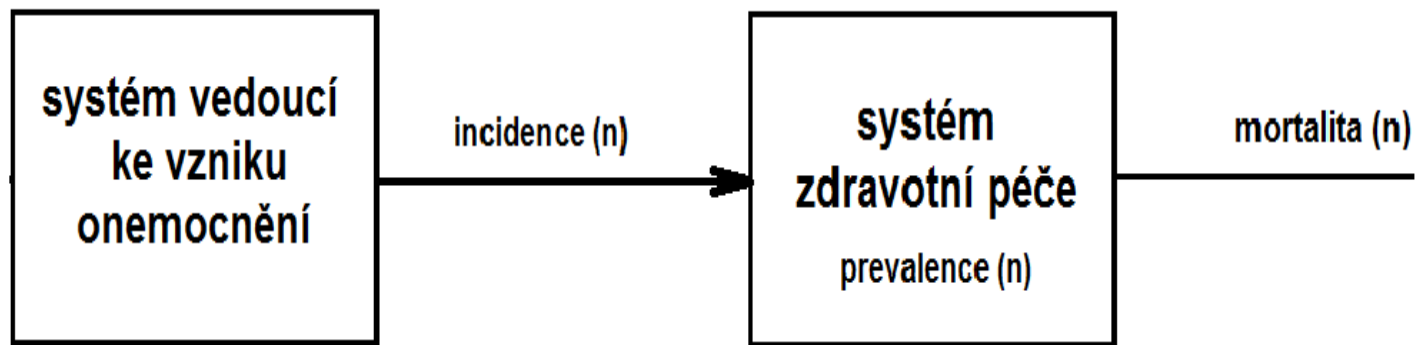
**Vývoj incidence a mortality zhoubného nádoru prsu v ČR –
a) roční vzorkování; b) měsíční vzorkování**

NĚKOLIK PŘÍKLADŮ NA ÚVOD



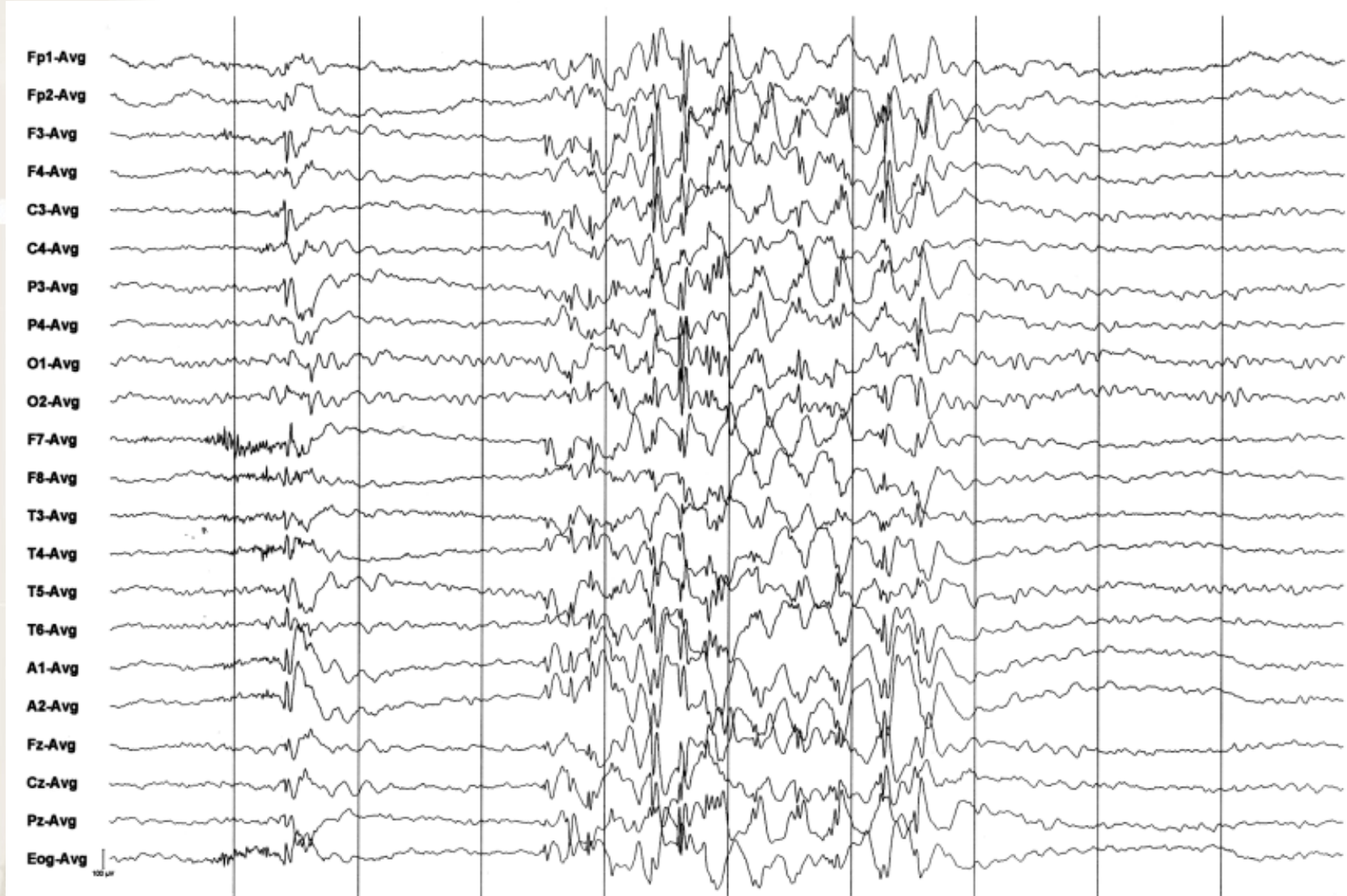
- ✓ vstupní veličina(y)
- ✓ výstupní veličina(y)
- ✓ stavová(é) veličina(y)

NĚKOLIK PŘÍKLADŮ NA ÚVOD

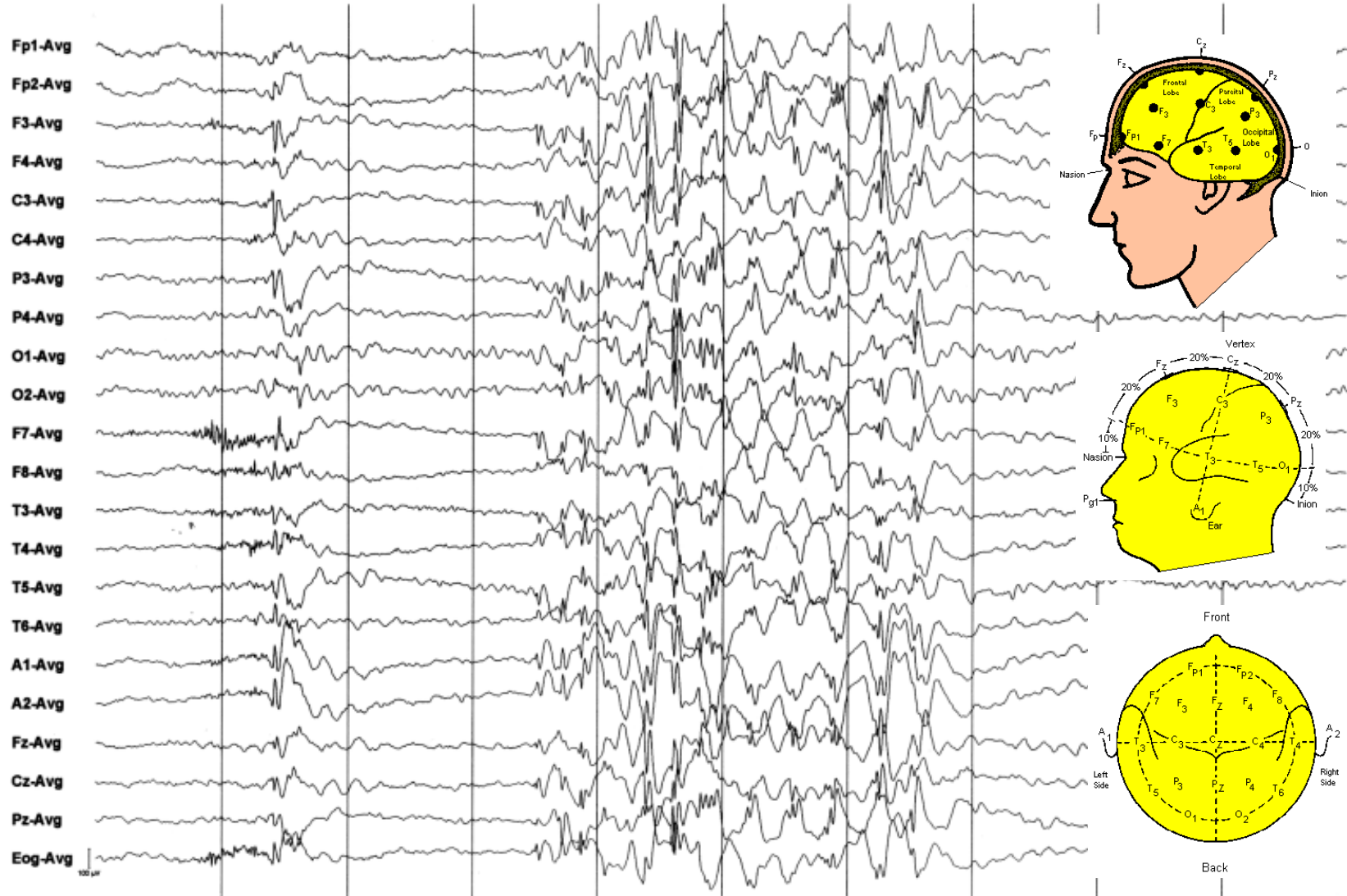


- ☑ parametry popisující vlastnosti systému
- ☑ vstupní veličina(y)
- ☑ výstupní veličina(y)
- ☑ stavová(é) veličina(y)

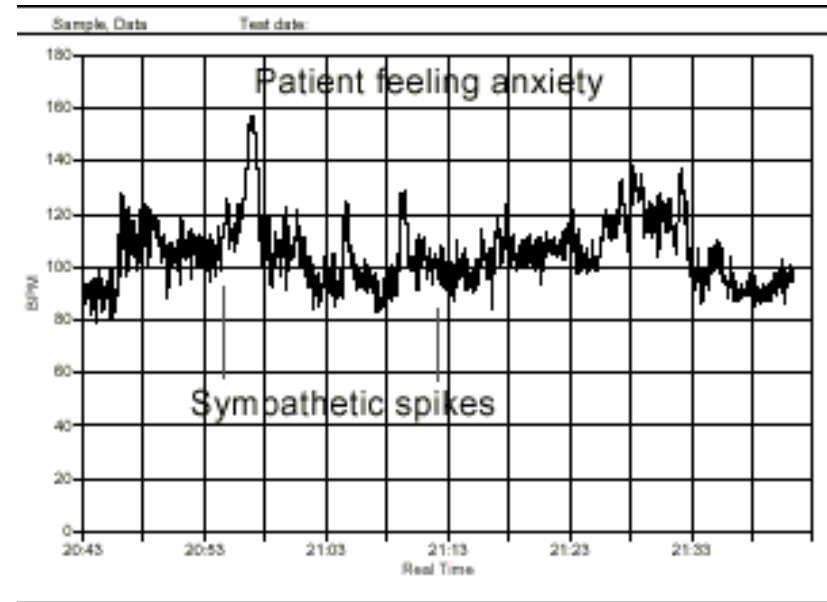
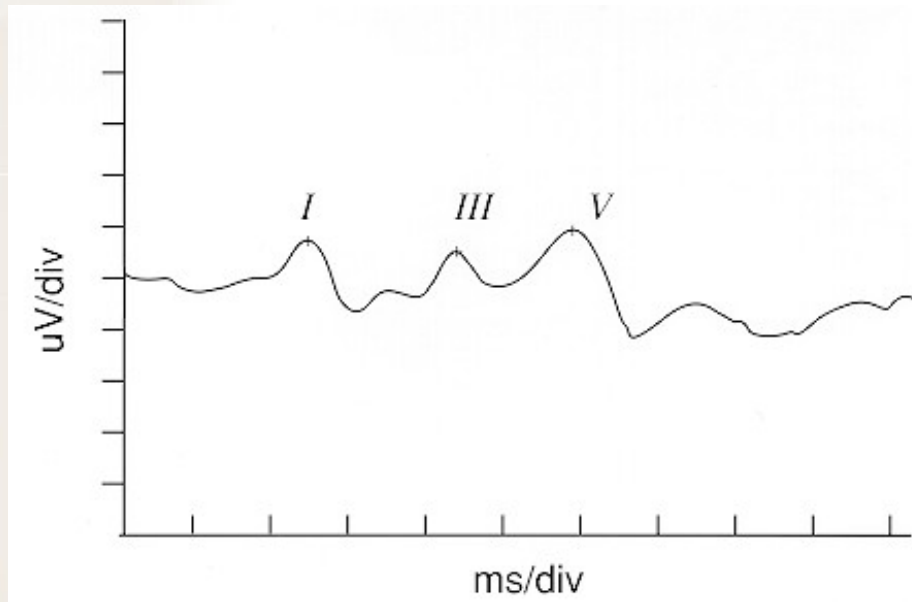
NĚKOLIK PŘÍKLADŮ NA ÚVOD



NĚKOLIK PŘÍKLADŮ NA ÚVOD

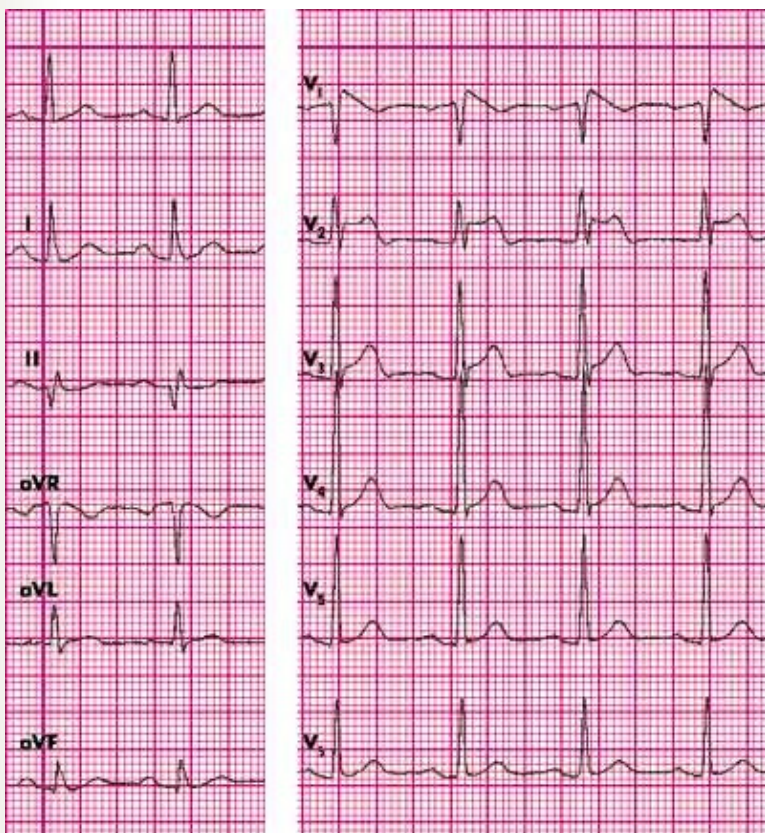


NĚKOLIK PŘÍKLADŮ NA ÚVOD



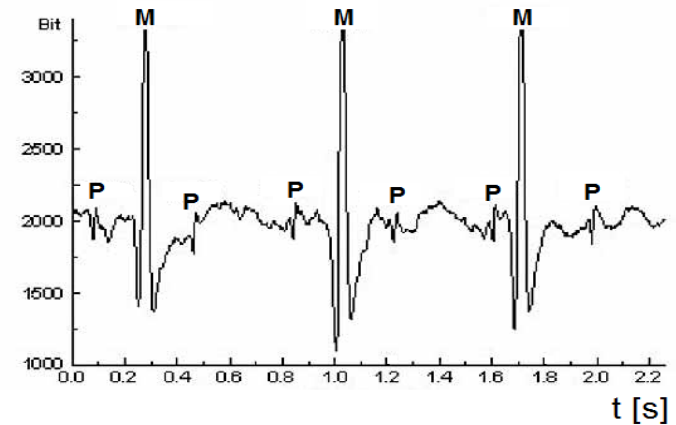
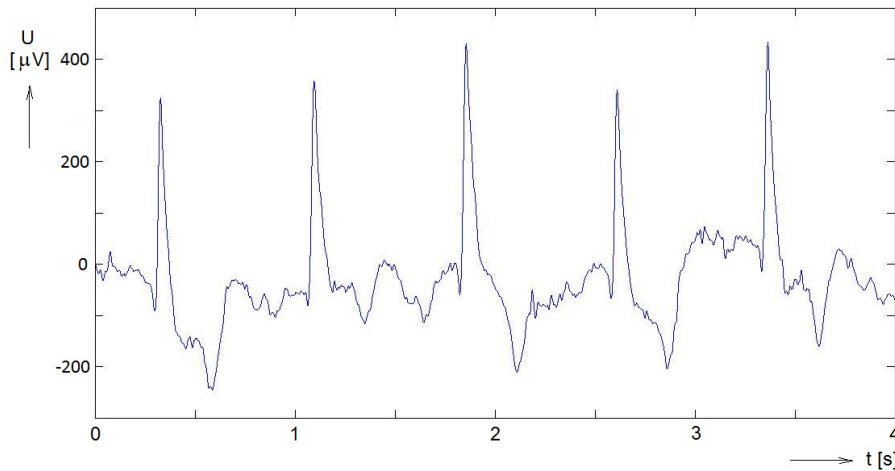
NĚKOLIK PŘÍKLADŮ NA ÚVOD

EKG - elektrokardiogram

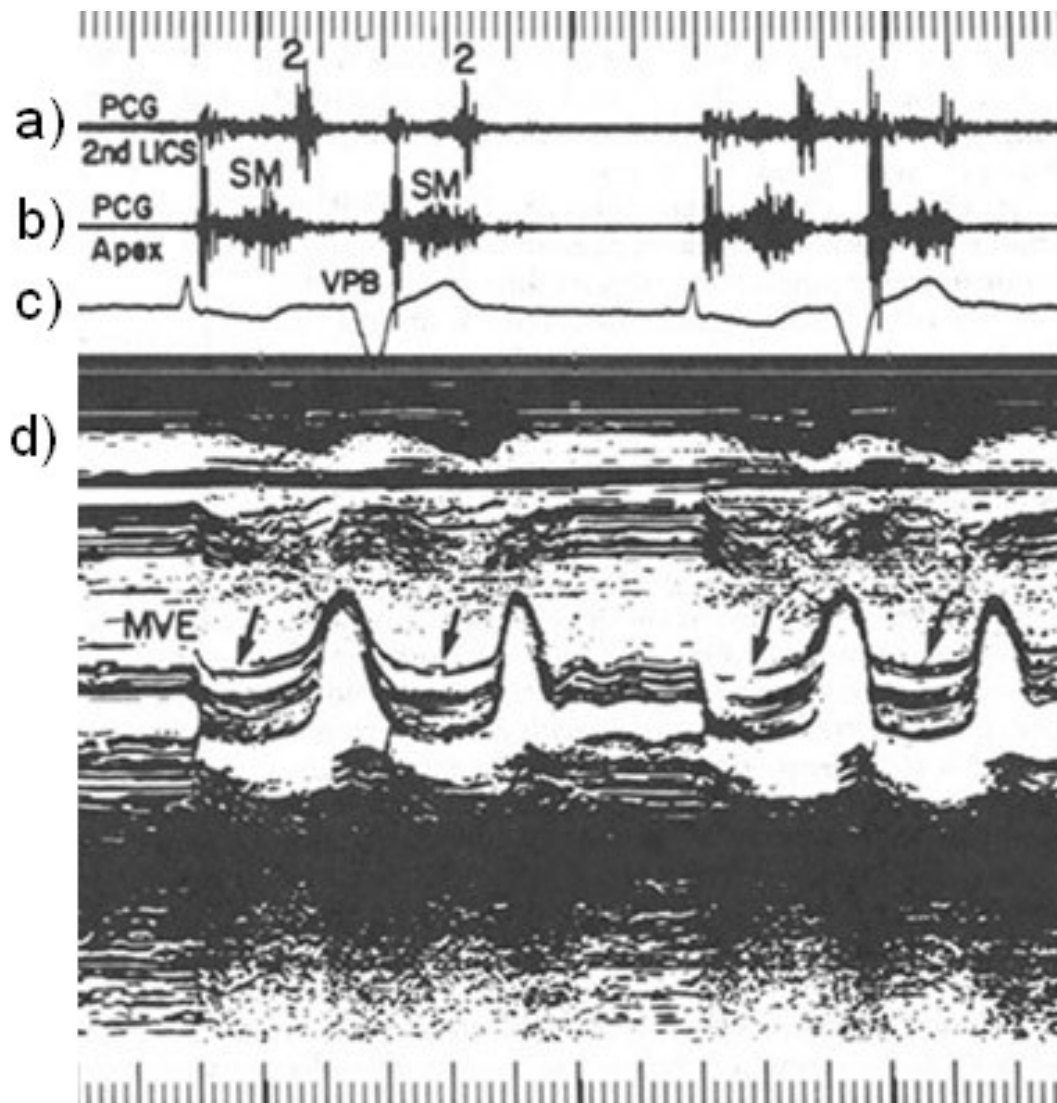


NĚKOLIK PŘÍKLADŮ NA ÚVOD

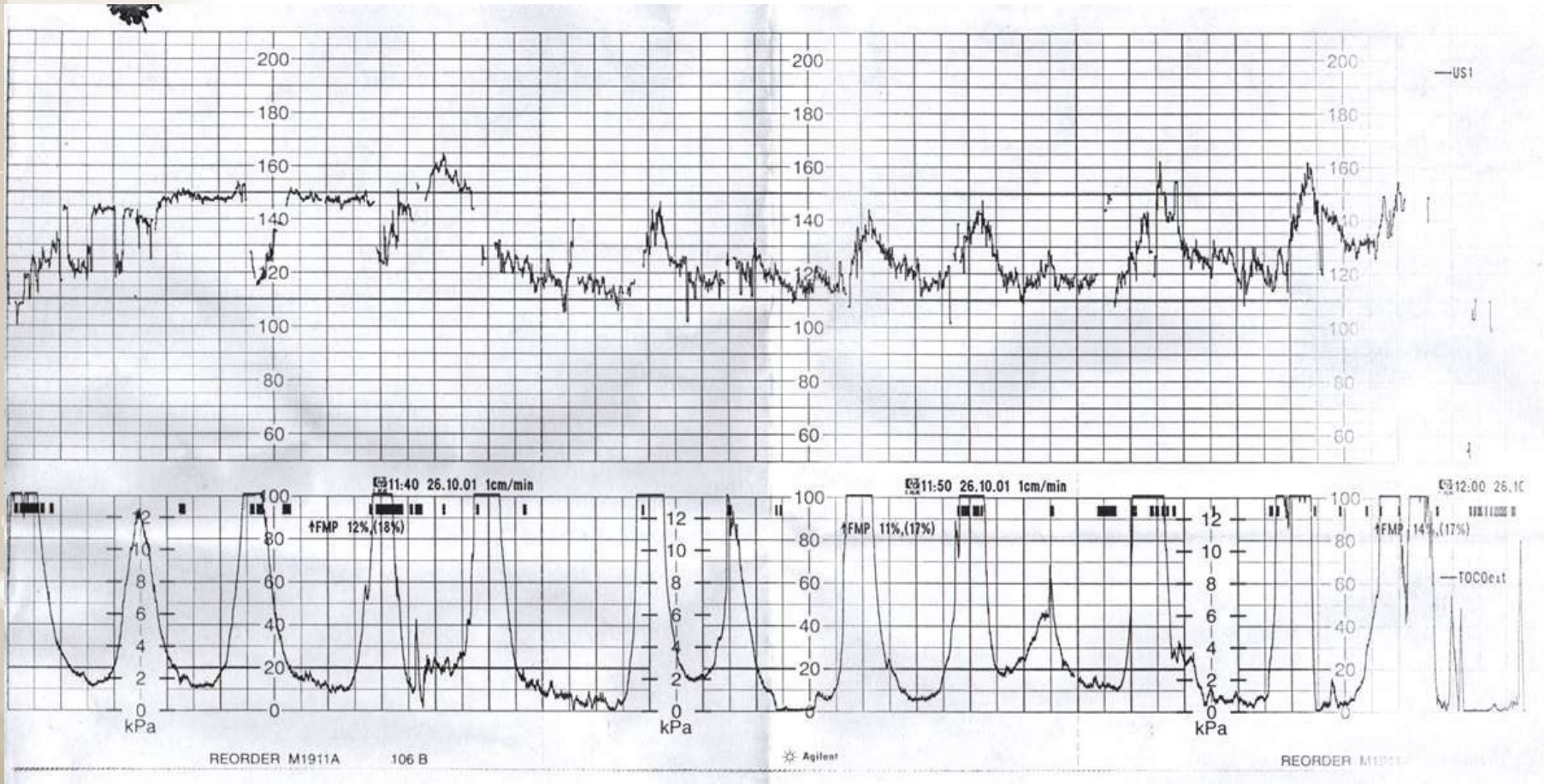
EKG - elektrokardiogram



NĚKOLIK PŘÍKLADŮ NA ÚVOD

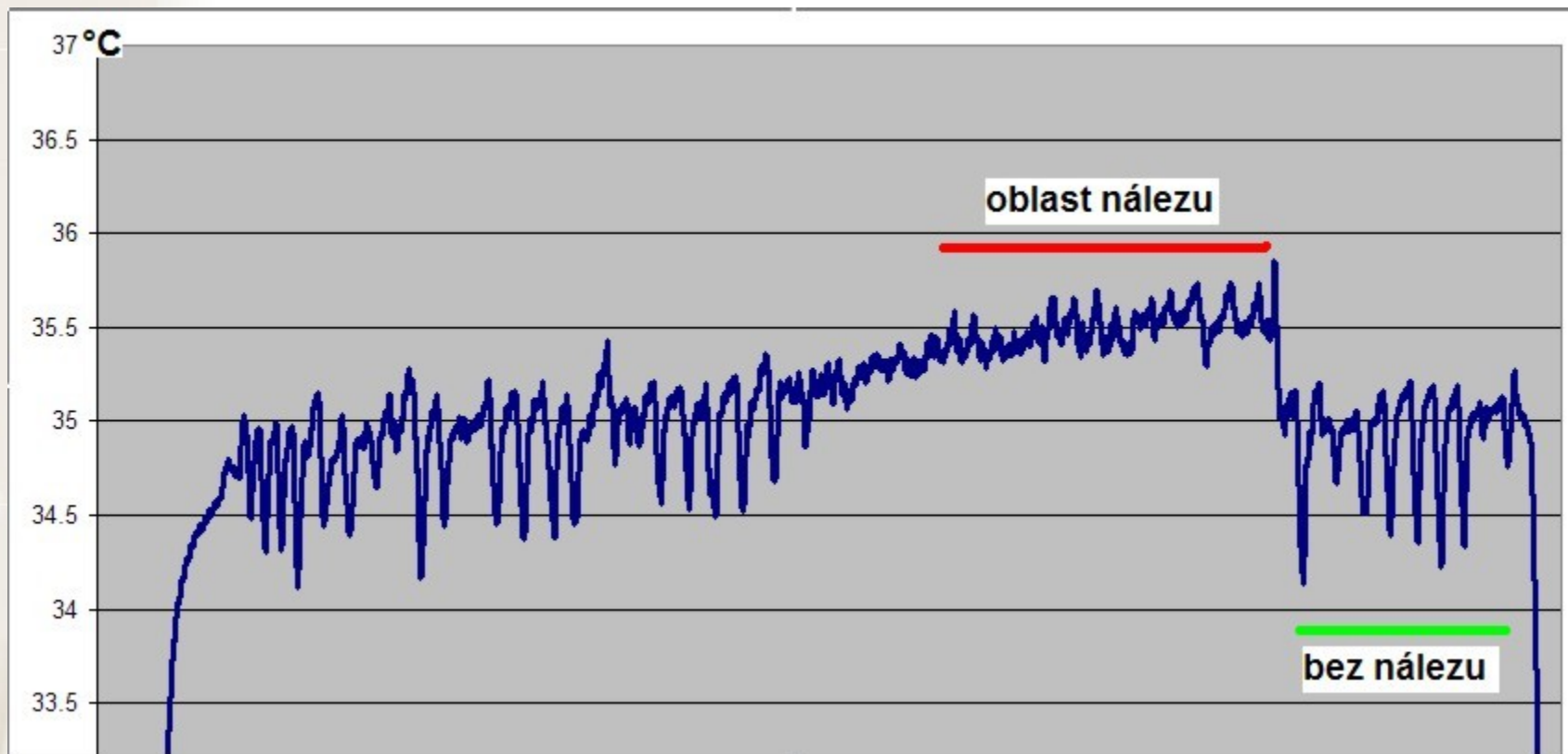


NĚKOLIK PŘÍKLADŮ NA ÚVOD

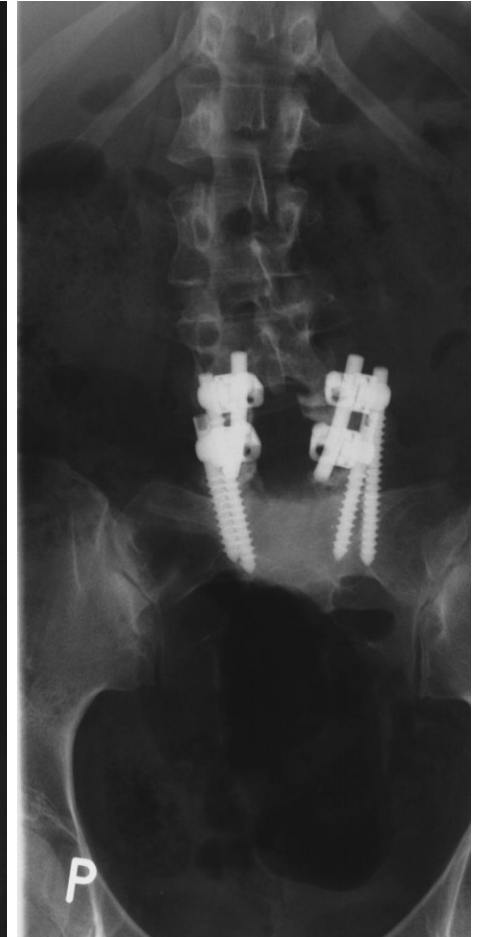


kardiotokogram

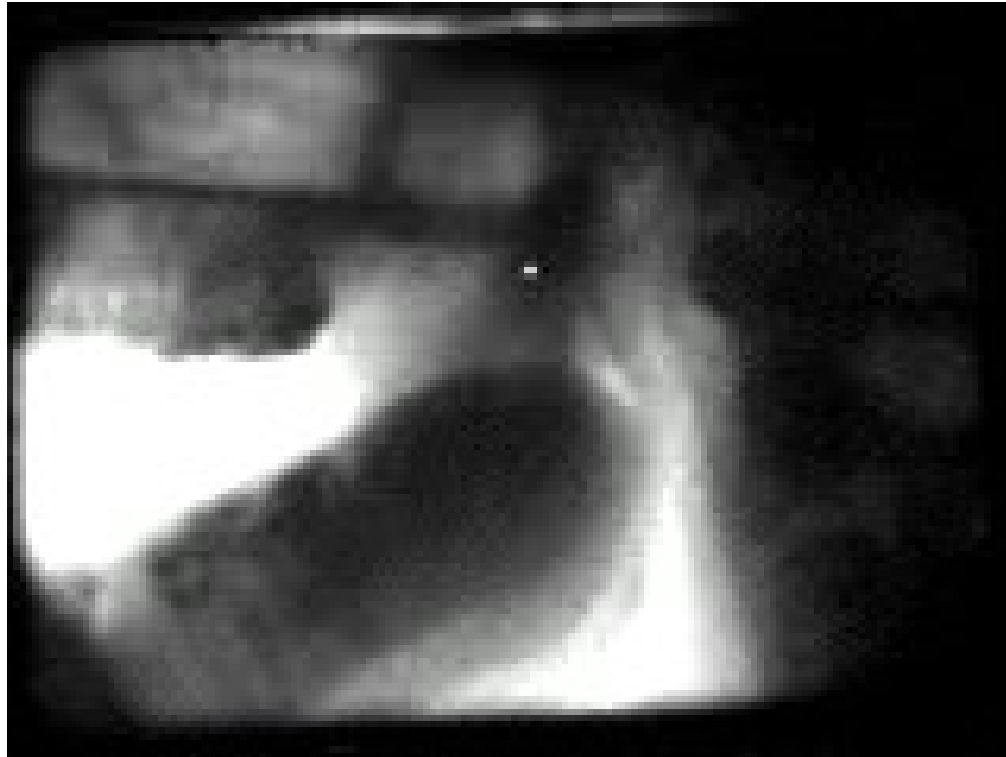
NĚKOLIK PŘÍKLADŮ NA ÚVOD



NĚKOLIK PŘÍKLADŮ NA ÚVOD



NĚKOLIK PŘÍKLADŮ NA ÚVOD





II. SIGNÁLY ZÁKLADNÍ POJMY



CO JE TO SIGNÁL ?

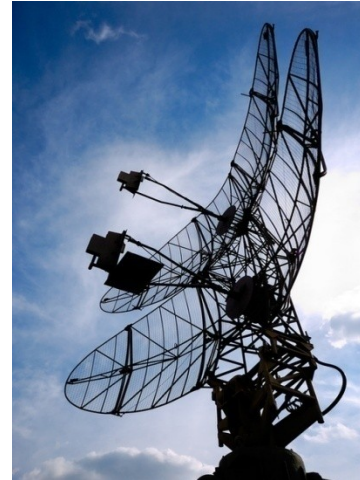
CO JE TO SIGNÁL ?



CO JE TO SIGNÁL ?



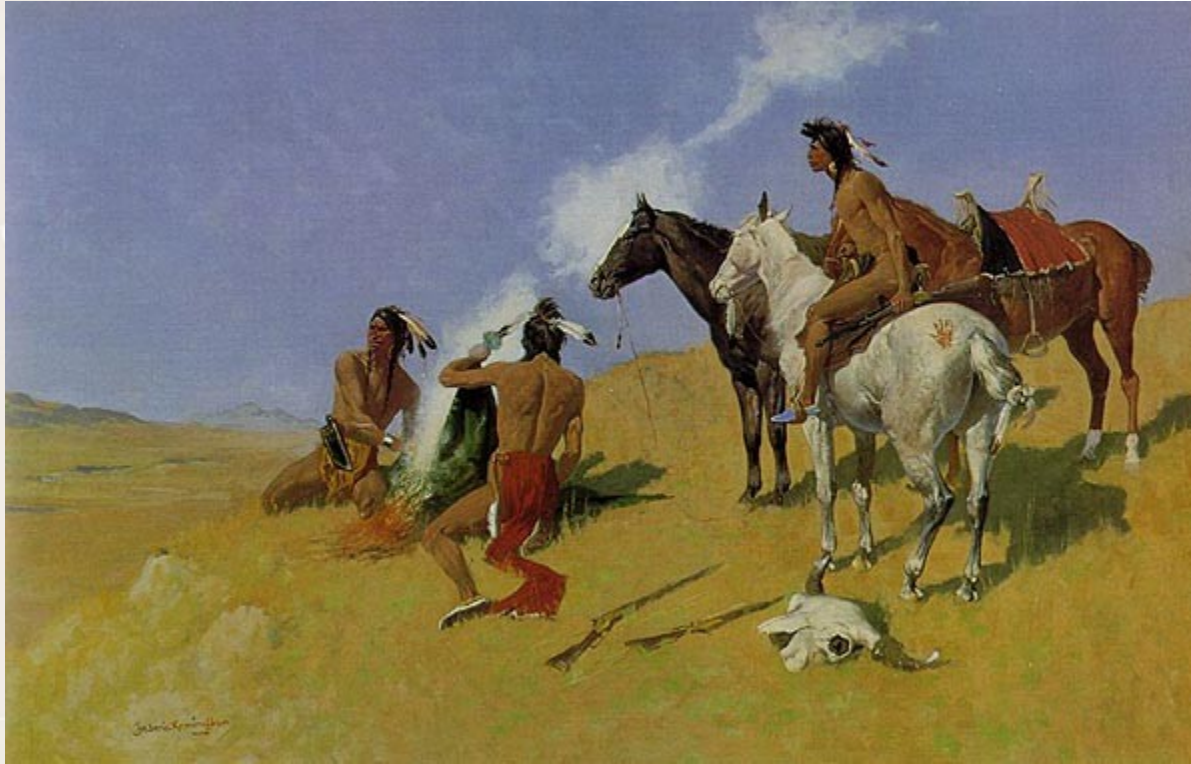
CO JE TO SIGNÁL ?



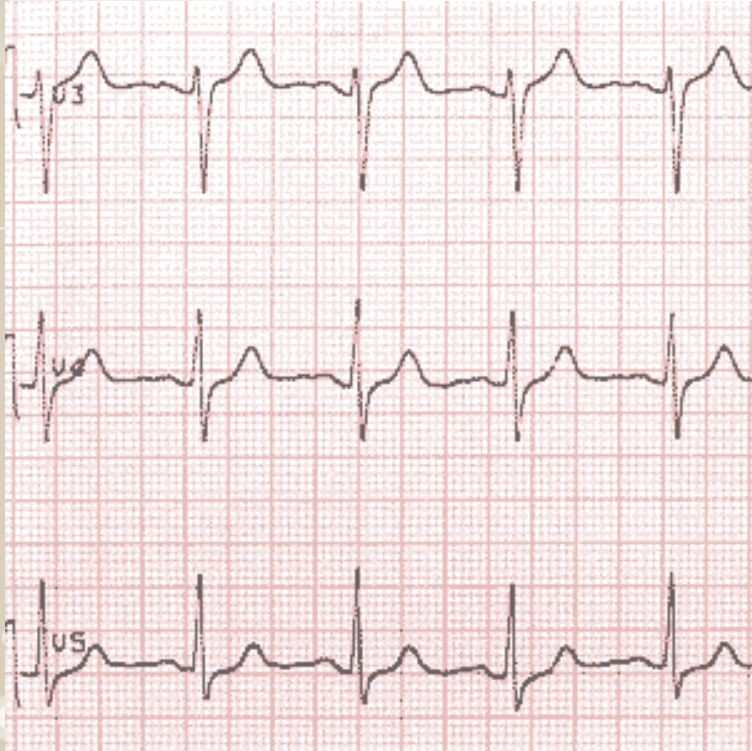
CO JE TO SIGNÁL ?



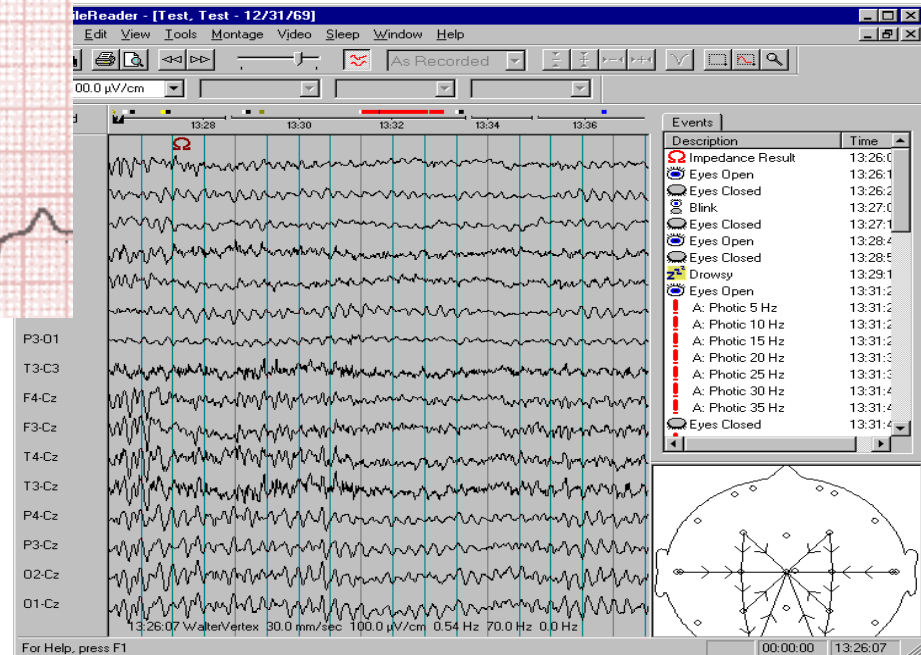
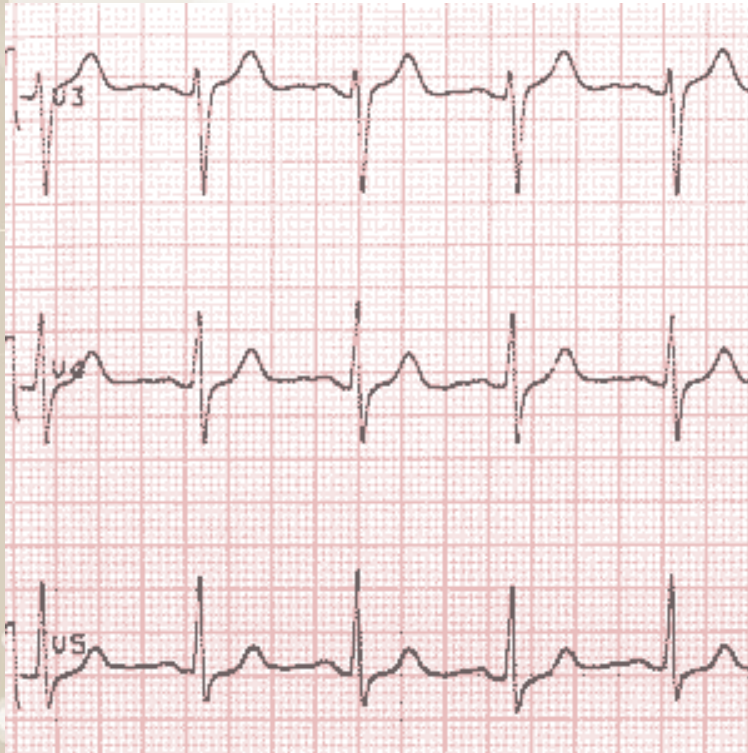
CO JE TO SIGNÁL ?



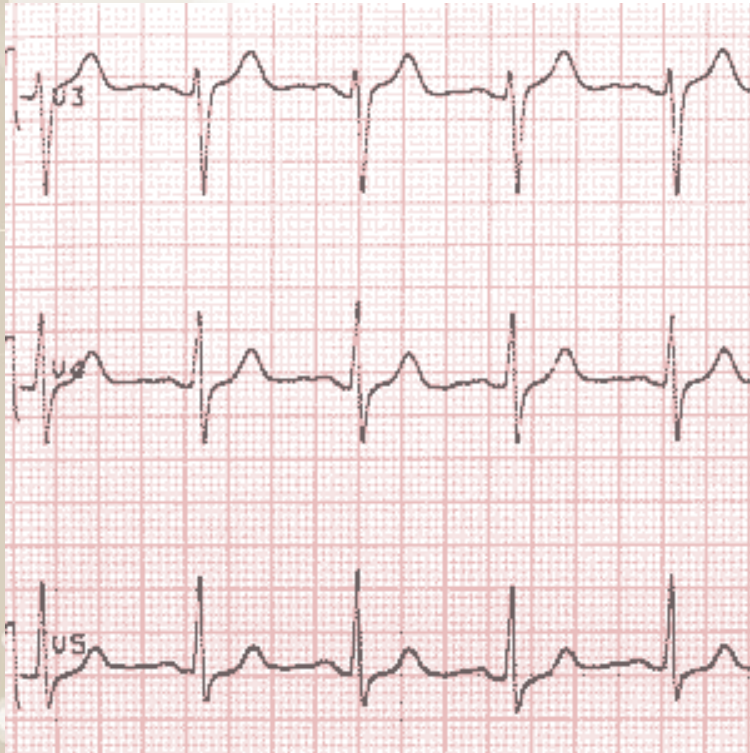
CO JE TO SIGNÁL ?



CO JE TO SIGNÁL ?



CO JE TO SIGNÁL ?



hishimura yurie RAB 2-5L/Obstetric MI 0.8 Center For Human Reproduction
3.8/14.3cm / 2.1Hz 2005-09-14 03:11:49 PM
Default
Th26:Qual high2
B54 / V55
Mix16 84
4D Real Time

FileReader - [Test_Test - 12/31/69]
Edit View Tools Montage Video Sleep Window
VCine 40 Start Volpre 20 sec
00.0 µV/cm

Description	Time
Impedance Result	13:26:0
Eyes Open	13:26:1
Eyes Closed	13:26:2
Blink	13:27:0
Eyes Closed	13:27:1
Eyes Open	13:28:4
Eyes Closed	13:28:5
Drowsy	13:29:1
Eyes Open	13:31:2
A: Photic 5 Hz	13:31:2
A: Photic 10 Hz	13:31:2
A: Photic 15 Hz	13:31:2
A: Photic 20 Hz	13:31:3
A: Photic 25 Hz	13:31:3
A: Photic 30 Hz	13:31:4
A: Photic 35 Hz	13:31:4
Eyes Closed	13:31:4

P3-O1
T3-C3
F4-C2
F3-C2
T4-C2
T3-C2
P4-C2
P3-C2
O2-C2
O1-C2

13:26:07 WaterVertex 30.0 mm/sec 100.0 µV/cm 0.54 Hz 70.0 Hz 0.0 Hz

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.**

A Z ČEHO SE TEDY SIGNÁLY (DATA) SKLÁDAJÍ?

- ☑ nesou **informaci** o 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 záznamovému zařízení

ZÁKLADNÍ KONCEPT

CÍL VŠECH MOŽNÝCH ANALÝZ

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

ZPRACOVÁNÍ SIGNÁLU

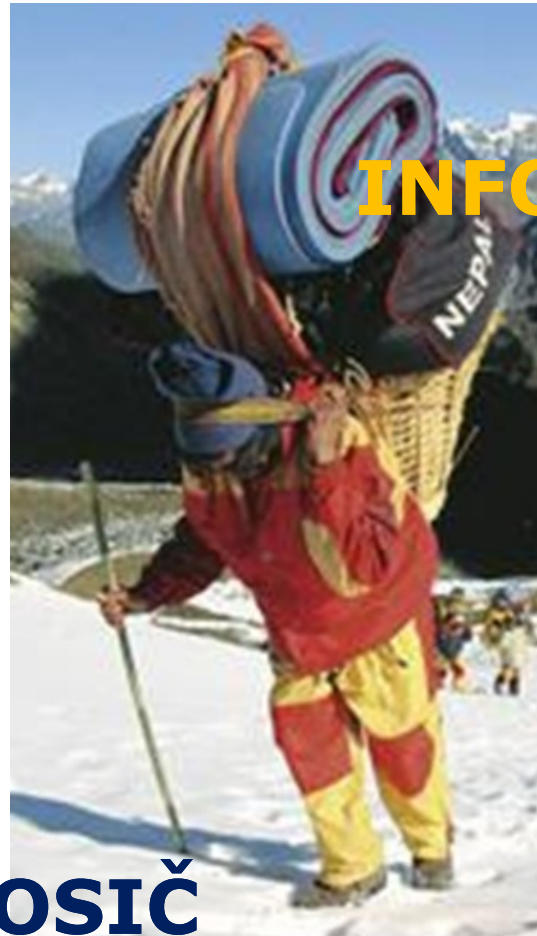


ZPRACOVÁNÍ SIGNÁLU



NOSIČ

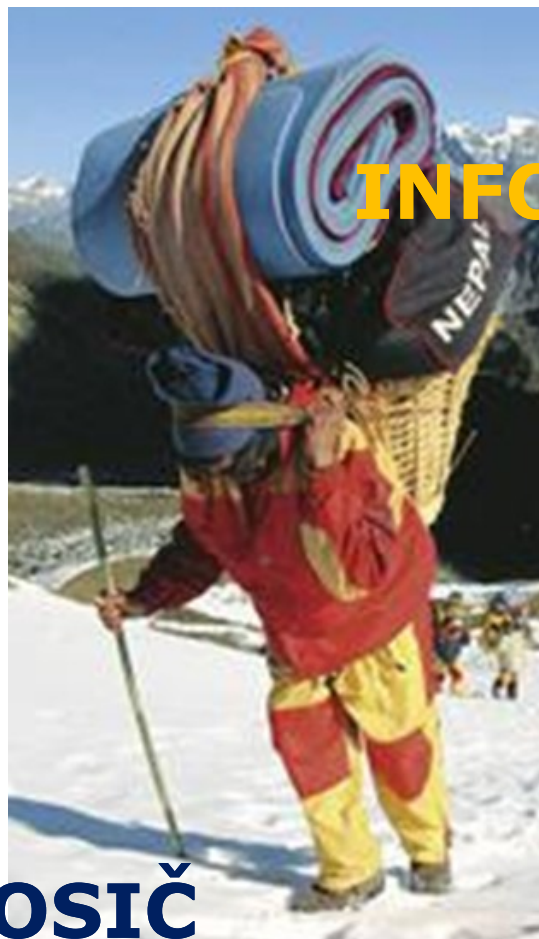
ZPRACOVÁNÍ SIGNÁLU



INFORMACE

NOSIČ

ZPRACOVÁNÍ SIGNÁLU

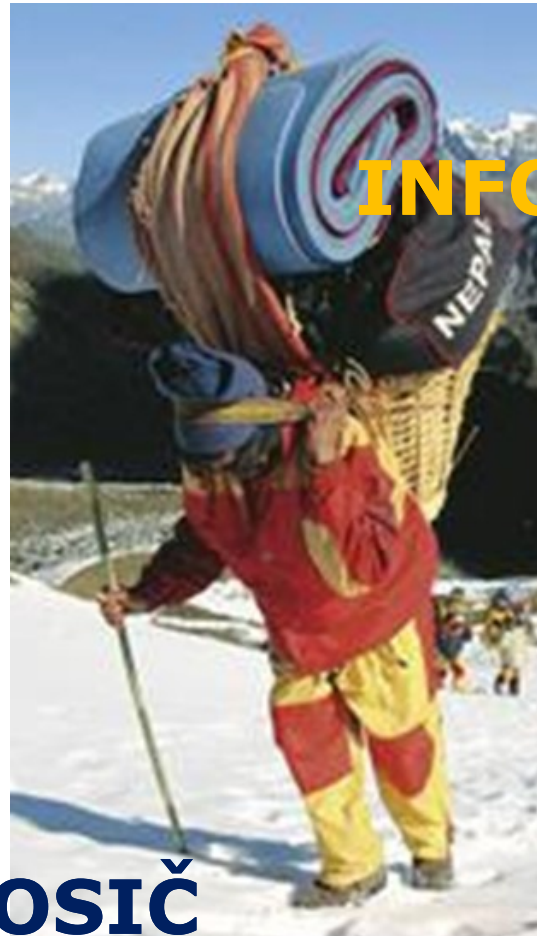


INFORMACE

NOSIČ

TO NECHME TECHNIKŮM (ELEKTRIKÁŘŮM, ...)

ZPRACOVÁNÍ SIGNÁLU



INFORMACE



**ZPRACOVÁNÍ
INFORMACE**

NOSIČ

TO NECHME TECHNIKŮM (ELEKTRIKÁŘŮM, ...)

ZPRACOVÁNÍ INFORMACE

K čemu ta informace bude?

ZPRACOVÁNÍ INFORMACE

- ☑ 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 (lze léčit a vyléčit, ocenit finanční nároky léčení po dobu přežití, les do 20 let odumře, sociální složení obyvatelstva v daném časovém rozpětí, ...);

ZPRACOVÁNÍ INFORMACE

popis

ZPRACOVÁNÍ INFORMACE

- ☑ popis – matematický model

ZPRACOVÁNÍ INFORMACE

☑ popis – matematický model

→ **analyticky** (nějakou funkcí)



ZPRACOVÁNÍ INFORMACE

☑ popis – matematický model

→ **analyticky** (nějakou funkcí)

→ **posloupností hodnot**



ZPRACOVÁNÍ INFORMACE

☑ popis – matematický model

→ **analyticky** (nějakou funkcí)

→ **posloupností hodnot**



!!! ČASOVÁ ŘADA !!!

ZPRACOVÁNÍ INFORMACE

☑ popis – matematický model

→ **analyticky** (nějakou funkcí)

→ **posloupností hodnot**



!!! ČASOVÁ ŘADA !!!



ZPRACOVÁNÍ INFORMACE

☑ popis – matematický model

→ **analytický** (nějakou funkcí)

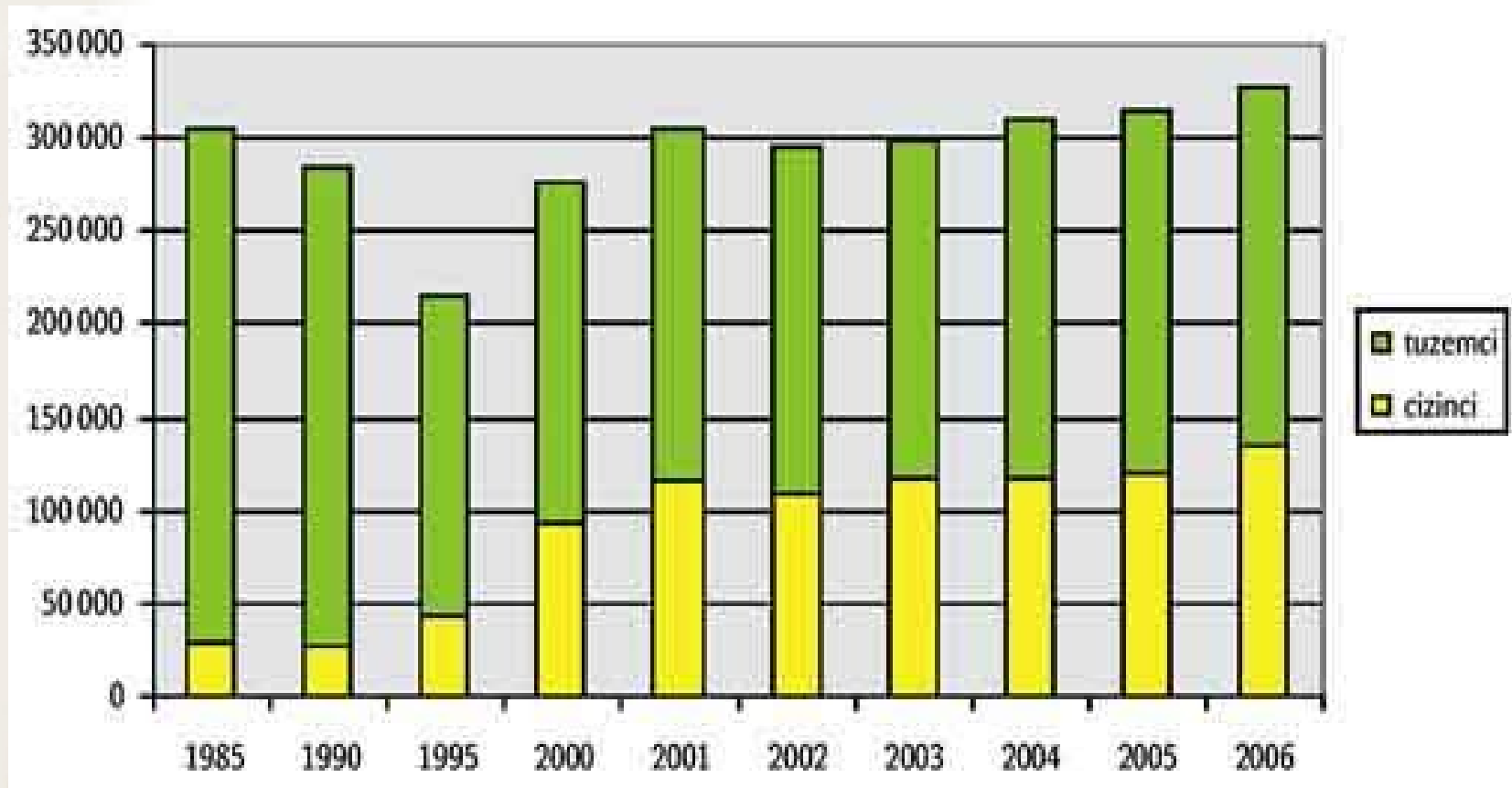
→ **posloupností hodnot**



!!! ČASOVÁ ŘADA !!!

Závislost nějaké hodnoty na jiné nazýváme v případě spojité nezávislé veličiny **funkcí**, v případě diskrétní nezávislé veličiny **posloupností**, resp. **časovou řadou** (obecně je to **zobrazení**). Pojem signál je tedy jakousi technickou náhražkou matematického pojmu zobrazení.

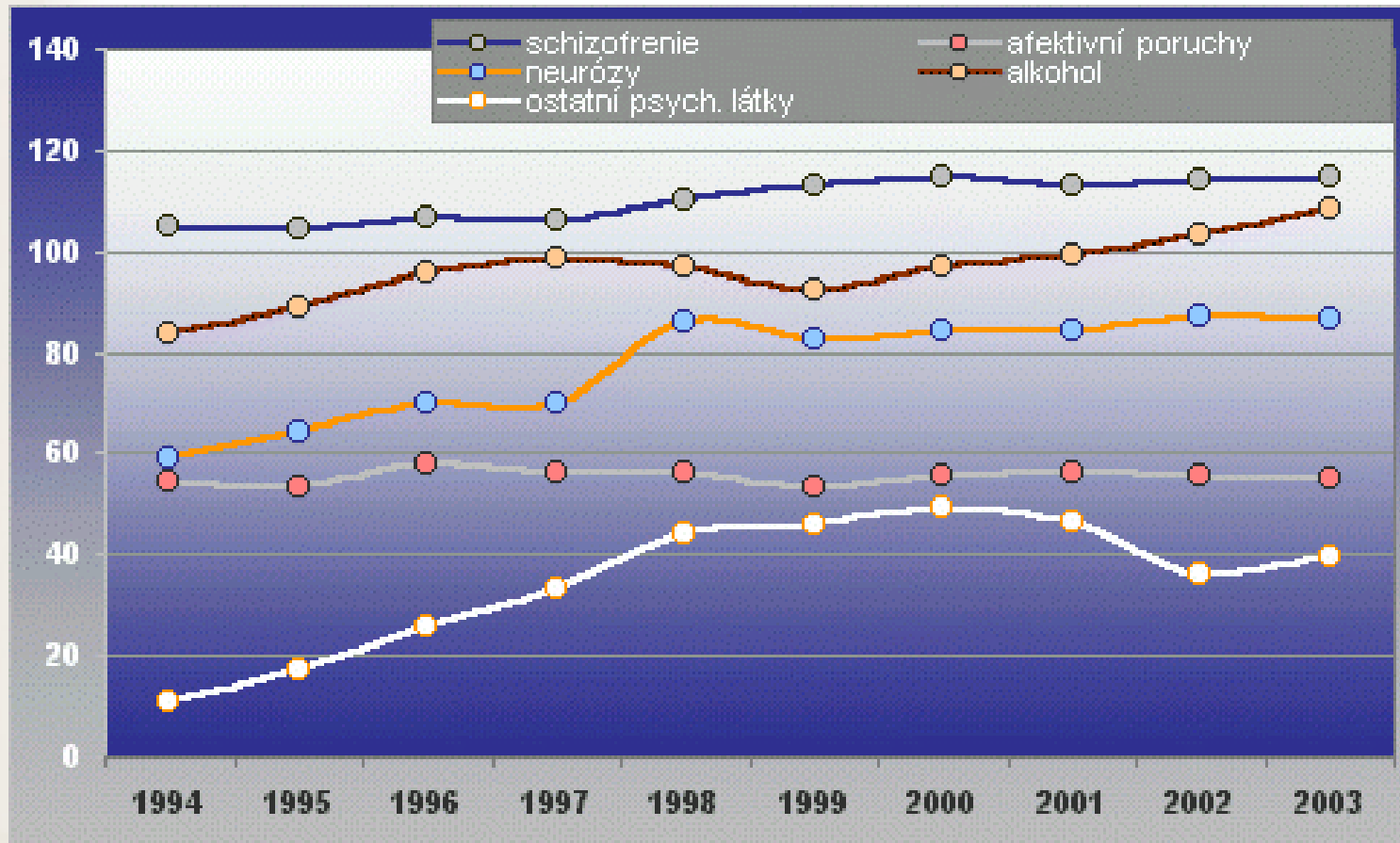
ČASOVÁ ŘADA



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 (SIGNÁL V DISKRÉTNÍM ČASE)

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 (SIGNÁL V DISKRÉTNÍM ČASE)

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 (SIGNÁL V DISKRÉTNÍM ČASE)

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 $\mathbf{y}_t = (y_{1t}, \dots, y_{pt})$

ČASOVÉ ŘADY – CO S NIMI?

- ☑ **stručný popis jejích vlastností** (pomocí několika některých souhrnných statistik) – na jednoduchá data příliš složitý průběh



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**

- ☑ **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](#).)

ČASOVÉ ŘADY – CO S NIMI?

- ✓ **monitorování průběhu a detekce významných změn** - např. sledování funkce ledvin po transplantaci;
- ✓ **modelování průběhu**
 - pochopení procesů způsobujících vznik dat;
 - pragmatický nástroj pro splnění výše uvedených cílů

všechno např. lineárních systémů – autoregresivní (AR), integrační (I), s klouzavým průměrem (moving average – MA)

ZA TÝDEN NASHLEDANOU (NA KOTLÁŘSKÉ)