

**Mendelova univerzita v Brně**  
**Agronomická fakulta**  
**Ústav techniky a automobilové dopravy**

---



## **TECHNICKÁ MĚŘENÍ, SBĚR A ANALÝZA DAT**

Průvodce studiem předmětu

URČENO PRO VZDĚLÁVÁNÍ  
V AKREDITOVANÝCH STUDIJNÍCH PROGRAMECH

JIŘÍ ČUPERA

---

BRNO 2021

## **OBSAH**

<b>1</b>	<b>ANOTACE .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>SIGNÁL A INFORMAČNÍ HODNOTA .....</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>ANALOGOVÉ A DIGITÁLNÍ SIGNÁLY.....</b>	<b>8</b>
<b>4</b>	<b>MĚŘICÍ SYSTÉMY .....</b>	<b>10</b>
<b>5</b>	<b>ZPRACOVÁNÍ DAT.....</b>	<b>12</b>
<b>6</b>	<b>LITERATURA .....</b>	<b>14</b>

## 1 ANOTACE

Název předmětu:	Technická měření, sběr a analýza dat
Vyučovací jazyk:	český
Garant předmětu:	doc. Ing. Jiří Čupera, Ph.D.
Vyučující (přednášející):	doc. Ing. Jiří Čupera, Ph.D.
Vyučující (cvičící):	doc. Ing. Jiří Čupera, Ph.D.
Rozsah (přednášky/cvičení):	8/4
Organizace výuky:	přednášky, cvičení, konzultace, samostudium, práce na samostatných úkolech
Cíle předmětu (výstupy z učení):	Cílem předmětu "Technická měření, sběr a analýza dat" je seznámit studenty se základy měření za podpory technických prostředků a instrumentace s integrovanými elektronickými prvky, které umožňují pokročilejší signálové operace.
Výstupy z učení:	Po úspěšném absolvování předmětu student: <ul style="list-style-type: none"><li>- rozumí a rozlišuje analogové a digitální signály,</li><li>- zná základy teorie informace,</li><li>- ovládá základy komunikace v informatice,</li><li>- je schopen tvorby jednoduchých měřicích aplikací,</li><li>- dokáže analyzovat naměřená data,</li><li>- umí interpretovat výsledky měření.</li></ul>
Osnova předmětu:	Tutoriál pokrývá následující témata: <ul style="list-style-type: none"><li>• Konzultace 1<ul style="list-style-type: none"><li>○ Úvod do teorie měření – fyzikální praktika.</li><li>○ Teorie informace.</li><li>○ Konverze signálů.</li></ul></li></ul>

- Konzultace 2
  - Měření analogových veličin.
  - Zpracování analogových signálů, filtrace.
  - Měření diskrétních veličin.
  - Zpracování digitálních signálů.
- Konzultace 3
  - Měřicí systémy a řetězce.
  - Embedded systémy na bázi PC.
  - Virtuální instrumentace.
  - Programování v LabVIEW.
- Konzultace 4
  - Základy zpracování dat.
  - Třídění a archivace dat.
  - Prezentace dat.
  - Seznámení s Big data.

Dodatek k osnově předmětu:      Jednotlivé lekce zpravidla obsahují:

- formulaci cílů lekce (tedy toho, co by měl student po jejím prostudování umět, znát, pochopit, aplikovat),
- odkazy na základní informační zdroje, které se podrobně věnují příslušné problematice,
- kontrolní otázky k procvičení učiva,
- úkoly k zamyšlení,
- korespondenční úkol(y).

Ukončení předmětu:                      zápočet, zkouška

Podmínky pro ukončení:                Zařazené korespondenční úkoly mají charakter samostatné práce, která je určena k ověření schopností aplikovat získané teoretické znalosti z měření, vyhodnocení a prezentaci dat pro reálné soustavy. Povinnou součástí studijních povinností pro splnění podmínek zápočtu je vypracování semestrální práce, která bude prezentována formou konceptu měřicí aplikace se záznamem dat a jejich vyhodnocení.

Zkouška se skládá ze dvou částí. První část ústní formou prověří teoretické znalosti studenta v oblastech teorie signálu, měřicích systémů, zpracování dat. Druhá část bude sestávat z hodnocení studentem realizované měřicí úlohy.

Doplňující informace učitele: Konzultace mohou probíhat v předem určený čas osobně nebo on-line v prostředí MS Teams.

## **2 SIGNÁL A INFORMAČNÍ HODNOTA**

Úvodní téma konzultace se soustředí na základní vymezení pojmů měření. Studentům je přednášena oblast základů fyzikálních měření, jsou probrány extenzivní a intenzivní fyzikální veličiny, způsoby jejich měření a teorie chyb měření. Subkapitolou této úvodní konzultace je definice signálů, jejich konverze, základy jejich úpravy a teorie informace. Jsou probírány standardizované vedení signálů, jejich transformace v souladu s průmyslovou automatizací, pozornost je také věnována zdrojům rušení a možnosti eliminace deformace informace nesené signálem.

### ***Cíle kapitoly***

- fyzikální veličiny a metody jejich kvantifikace,
- základní definice a terminologie měření,
- teorie informace,
- signály a způsoby konverze signálů,
- úpravy signálů,
- standardizace v oblasti měření signálů,
- rušení a způsoby ochrany informace.

### ***Výstupy z učení***

- znát a definovat fyzikální veličiny a metody jejich měření,
- umět definovat signál a být schopen přiřadit informační hodnotu,
- aplikovat poznatky úpravy a konverze signálu,
- vhodně aplikovat poznatky standardizace v oblasti přenosu signálů.

### ***Studijní zdroje***

- NEVŘIVA, P.: Analýza signálů a soustav. 1. vyd. Praha: BEN - technická literatura, 2000. 671 s. ISBN 80-7300-004-0.
- ZAPLATÍLEK, K., DOŇAR, B. MATLAB: začínáme se signály. 1. vyd. Praha: BEN - technická literatura, 2006. 271 s. ISBN 80-7300-200-0.

Dostupné na Ústavu zemědělské, potravinářské a environmentální techniky

### ***Kontrolní otázky***

1. Jak jsou definovány extenzivní a intenzivní veličiny?
2. Nakreslete schéma procesu měření.
3. Jak signál reprezentuje informaci?
4. Co je systematická chyba měření, jak je definována nejistota měření?
5. Co označuje pojem proudová smyčka a popište způsob konverze u napěťového signálu?
6. Jaké zdroje rušení mohou ovlivnit napěťový signál?

### 3 ANALOGOVÉ A DIGITÁLNÍ SIGNÁLY

Druhá konzultace je věnována analogovým a digitálním signálům. Studenti jsou seznamováni se spojitými signály fyzikálních veličin, přenosem analogových signálů, způsoby zesílení, zobrazením a archivací. V úvodu subkapitoly zabývající se digitálními signály se studenti seznamují se základy číselných soustav, konverzí číselných soustav a Booleovou algebrou. Detailně jsou probírány způsoby kvantizace a diskretizace spojitých signálů, kdy se studenti seznámí s podstatou digitalizace prostřednictvím analogově-digitálních převodníků. Studentům je objasňován princip konverze, a také vlastní fyzické provedení převodníků v reálném prostředí na modelové úloze. Pozornost je soustředěna praktické zvládnutí digitalizace spojitých signálů. V závěru konzultace se studenti obeznámí i s převodem z digitálního na analogový signál.

#### *Cíle kapitoly*

- determinování atributů analogových a digitálních signálů,
- znalost základů Booleovy algebry, hradla,
- znalosti způsobů konverze signálů,
- kvantizace signálu,
- diskretizace signálů,
- aplikace AD a DA převodníků..

#### *Výstupy z učení*

- schopnost matematické interpretace signálu,
- znalost binárních operací – AND, OR, XOR,
- znalost konverze analogového a digitálního signálu,
- schopnost aplikace kritérií teorémů ke konverzi – kvantizace a vzorkování,
- praktické ovládnutí návrhu způsobu AD a DA konverze.

#### *Studijní zdroje*

- NEVŘIVA, P.: Analýza signálů a soustav. 1. vyd. Praha: BEN - technická literatura, 2000. 671 s. ISBN 80-7300-004-0.
- ZAPLATÍLEK, K., DOŇAR, B. MATLAB: začínáme se signály. 1. vyd. Praha: BEN - technická literatura, 2006. 271 s. ISBN 80-7300-200-0.

Dostupné na Ústavu zemědělské, potravinářské a environmentální techniky



### ***Kontrolní otázky***

1. Co označuje Nyquistovo pravidlo a jaké jsou jeho důsledky?
2. Popište základní digitální filtry.
3. Uveďte příklad derivace signálu.
4. Co označuje bitové rozlišení, uveďte příklad na napět'ovém signálu?
5. Co označuje pojem kvantizační chyba?
6. Popište parametry AD převodníků.
7. Co označuje aliasing?
8. Jak je definován kvantizační šum?

## 4 MĚŘICÍ SYSTÉMY

Tématem konzultace „Měřicí systémy“ je detailní průnik do širokého spektra měřicí instrumentace. Studenti jsou seznamováni se statickými i dynamickými vlastnosti přístrojové techniky pro jednotlivé fyzikální veličiny. Tématem konzultace je také vlastní konstrukce zařízení v kontextu rušivých veličin. Studenti jsou seznamováni s progresivními měřicími řetězci, kde významným prvkem jsou embedded počítačová řešení a technologie přenosu informací z měření prostřednictvím IoT. Velký prostor konzultace je dán i virtuální instrumentaci, na kterou navazuje programování v grafickém vývojovém prostředí NI LabVIEW. Studenti v rámci praktických cvičení budou realizovat konkrétní měřicí úlohy s vývojem aplikace pro zpracování signálů, zobrazení a archivaci naměřených hodnot.

### *Cíle kapitoly*

- měřicí přístroj, měřicí systém, měřicí řetězec,
- statické a dynamické vlastnosti přístrojů,
- embedded měřicí systémy,
- virtuální instrumentace,
- programování v LabVIEW,

### *Výstupy z učení*

- schopnost rozlišení měřicích systémů a instrumentace,
- komplexně posoudit vlastnosti a parametry přístrojů pro splnění požadavků měření.
- schopnost sestavení složitějších měřicích řetězců,
- znalost virtuální instrumentace a vzdálené správy zařízení,
- základní dovednosti v grafickém vývojovém prostředí LabVIEW.

### *Studijní zdroje*

- NEVŘIVA, P.: Analýza signálů a soustav. 1. vyd. Praha: BEN - technická literatura, 2000. 671 s. ISBN 80-7300-004-0.
- Učební materiály NI na webu <https://www.youtube.com/user/nationalinstruments>

### ***Kontrolní otázky***

1. Definujte měřicí řetězec a determinujte jednotlivé segmenty.
2. Jak je určena dynamická odezva systému a co označuje transportní zpoždění?
3. Diferencujte embedded měřicí systémy podle kritéria času?
4. Jaké RT OS znáte? Vyjmenujte základní atributy OS měřicích systémů.
5. Uveďte příklady aplikace virtuální instrumentace?
6. Jaké protokoly jsou standardizovány pro měřicí aplikace IoT?

### ***Zadání samostatné práce (úkolů)***

Pro získání zápočtu je nutné vypracovat seminární práci (min. 5 normostran) s uvedením konceptu měřicího systému, způsobem zpracování signálu, prezentace výsledků, archivace a generování protokolu.

## 5 ZPRACOVÁNÍ DAT

Stěžejní téma poslední konzultace tkví v seznámení studentů se způsoby zpracování dat, vhodné prezentaci a způsobu archivace digitálních dat. V úvodu jsou studenti seznámeni s konvenčními způsoby za užití základních statistických nástrojů. Studenti musí být schopni ovládat analýzy, které poskytují obecné tabulkové kalkulátory a musí být schopni reprodukovat výsledky statistické analýzy. Následuje subkapitola soustředěná na analýzu měřených signálů, která je opřena o značně heterogenní data. Studenti musí být schopni ovládat nástroje pro interpolaci či extrapolaci, užívat metody 1D a 2D regrese. Dále studenti musí být schopni rozhodnout o vhodném způsobu archivace včetně kompresních algoritmů, přičemž budou aplikovat poznatky z předchozího bloku výuky (NI LabVIEW). V rámci konzultace bude uvedena problematika Big Data. V závěru bloku se budou studenti učit vhodné prezentace naměřených a analyzovaných dat, tvořit přehledně automatizované protokoly a způsoby strojového publikování.

### *Cíle kapitoly*

- metody analýzy dat, statistické nástroje,
- způsoby ukládání dat
- heterogenní data, Big Data,
- prezentace výsledků procesu měření.

### *Výstupy z učení*

- ovládat metody statistických analýz a jejich nástrojů,
- rozhodnout o vhodném archivačním nástroji,
- prakticky aplikovat schémata XML,
- ovládat, resp. realizovat jednoduché aplikace pro prezentaci naměřených dat.

### *Studijní zdroje*

- JAN, H. Přehled statistických metod zpracování dat. Praha: Portál, 2004. 300 s. ISBN 978-80-7367-482-3.  
KUMBÁR, V., BARTOŇ, S., KŘIVÁNEK, I. Fyzikální praktikum. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2015. 110 s. ISBN 978-80-7509-335-6.  
Dostupné z:  
[http://www.utad.cz/wp-content/uploads/2021/09/fyzikalni\\_praktikum.pdf](http://www.utad.cz/wp-content/uploads/2021/09/fyzikalni_praktikum.pdf)

### ***Kontrolní otázky***

1. Jaké znaky popisné statistiky znáte?
2. Jaké parametry hodnotíte při lineární/nelineární regresi?
3. Jaké znáte formáty ukládání dat?
4. Uveďte metody komprese dat.
5. Jak definujete Big Data?
6. Uveďte kritéria pro grafickou prezentaci dat.

## 6 LITERATURA

### *Povinná literatura*

NEVŘIVA, P.: Analýza signálů a soustav. 1. vyd. Praha: BEN - technická literatura, 2000. 671 s. ISBN 80-7300-004-0.

JAN, H. Přehled statistických metod zpracování dat. Praha: Portál, 2004. 300 s. ISBN 978-80-7367-482-3. Doporučená a rozšiřující literatura

KUMBÁR, V., BARTOŇ, S., KŘIVÁNEK, I. Fyzikální praktikum. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2015. 110 s. ISBN 978-80-7509-335-6.

### *Doporučená literatura*

KAŠÍK, V.: Měření na elektronických přístrojích. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 2013. ISBN 978-80-248-3103-9.

RIPKA, P.: Senzory a převodníky. 2. vyd. V Praze: České vysoké učení technické, 2011. ISBN 978-80-01-04696-8.

ZAPLATÍLEK, K., DOŇAR, B. MATLAB: začínáme se signály. 1. vyd. Praha: BEN - technická literatura, 2006. 271 s. ISBN 80-7300-200-0.

Učební materiály NI na webu <https://www.youtube.com/user/nationalinstruments>