



Fakulta elektrotechnická *Katedra technologií a měření*

# KET/MET

4. přednáška

**Metrologie a řízení kvality  
ve výrobním procesu a službách (pokračování),  
Veličiny a jednotky**

4. © Tůmová 1

## 6.5 Důležité pojmy v podnikovém řízení kvality

### Autorizace

je zvláštní pověření, kterým je organizace státem pověřena pro výkon určitých služeb pro státní správu.

AUTORIZACE - pověření zkušební laboratoře státním orgánem pro činnost v regulované oblasti. Je "Nadstavba" akreditace.

4. © Tůmová 2

### Akreditace

je postup, na jehož základě vystavuje oprávněný orgán oficiální uznání, že organizace nebo osoba jsou způsobilé k vykonávání určitých činností (ISO Guide 2:1996).

Používá se v souvislosti s pojmem **akreditace laboratoře**.

**AKREDITACE** je oficiálním uznáním, že zkušební laboratoř je způsobilá provádět určité zkoušky nebo určité druhy zkoušek

Národním akreditačním orgánem je Český institut pro akreditaci (ČIA).

4. © Tůmová 3

### Certifikace

je postup, při kterém obvykle **třetí strana** poskytuje písemné ujištění, že výrobek, postup nebo služba je ve shodě se stanovenými požadavky.

Používá se ve spojitosti s **certifikací způsobilosti pracovníků v metrologii** - tj. objektivní posuzování jejich schopností plnit požadované úkoly. Posuzuje se teoretická a odborná připravenost i schopnost praktické metrologické činnosti.

4. © Tůmová 4

Obecně platí:

**CERTIFIKACE** - činnost třetí strany prokazující shodu vlastností certifikovaného výrobku (služby, ...) s určenými normami, technickými dokumenty, právními předpisy.

Postup, kterým poskytuje třetí strana písemné ujištění ...

- certifikace výrobků
- certifikace systému kvality
- certifikace osob

4.

© Tůmová

5

## 6.6 Metrologická pracoviště

- mezi tato pracoviště patří zejména
- autorizovaná metrologická střediska (AMS) a akreditované kalibrační laboratoře (AKL)
- při akreditaci se posuzuje nestrannost a nezávislost, věrohodnost, technická způsobilost (vybavení pracoviště a prostor) a spolupráce se zákazníky (legislativní činnost)

4.

© Tůmová

6

### 6.6.1 Stavební podmínky metrologických laboratoří

- při výstavbě metrologických laboratoří je třeba přihlédnout k řadě požadavků:
- způsob umístění laboratoře
- vhodnost prostorů pro kalibrování
- vhodné zdroje energie
- vhodné osvětlení, vytápění, klimatizace (referenční podmínky)
- vhodné vnější prostředí a vlivy, které by neměly ohrozit pravdivost měření

4.

© Tůmová

7

- pokud nejsou některé kalibrační činnosti slučitelné, nutné je oddělit do různých prostorů
- vyloučení prostorů, kde jsou otřesy a chvění
- orientace místnosti na sever (+/- 30°)
- vhodné umístění parkoviště (min 200 m od budovy)
- výška laboratoře (alespoň 3 m)
- alespoň 2 h denně sluneční osvětlení místnosti
- umělé osvětlení mezi 1000 – 5000 lx
- vlastní napájení ze sítě nebo přes oddělovací transformátory

4.

© Tůmová

8

- vyvedení „pracovní země“ pro uzemnění pracovních stolů
- vlastní jištění laboratorních stolů
- v laboratoři do objemu 100 m<sup>3</sup> je nutná výměna vzduchu minimálně 40 m<sup>3</sup> / 1 pracovníka
- etalony, kalibrační zařízení musí být chráněny před mimořádnými vlivy (sálavé teplo, prach, vlhkost, pára, vyšší elmg. pole)
- doporučená teplota 23°C +/- 1 °C, vlhkost 45 – 55 % (tj. referenční podmínky pro laboratoře elektrických veličin, pro neelektrické veličiny je referenční teplota laboratoře 20 °C)

4.

© Tůmová

9

#### • Eliminovat:

- termoelektrické napětí,
- přechodové a svodové odpory,
- rušivá el. a mag. pole,
- kapacitní vazby,
- nežádoucí smyčkové proudy,
- přístroje citlivé na otřesy musí být uloženy podle pokynů

4.

© Tůmová

10

## 6.6.2 Povinnosti pracovníků a odborných útvarů

### hlavní (podnikový) metrolog

- zabezpečuje plnění všech metrologických úkonů podle Zákona č. 505/1990 Sb. a jeho novelizací
- řídí metrolog. činnost na podřízených pracovištích
- odpovídá za provádění všech opatření vyplývajících z právních a interních předpisů a opatření k zajištění potřeb metrologie
- zastupuje podnik při jednání v oblasti metrologie se státními orgány

4.

© Tůmová

11

- se souhlasem vedení podniku může přebírat některé úkoly státní metrologie (např. pomoc při zabezpečování etalonáže určitých veličin, ověřování a kalibrování měřidel)
- zabezpečuje evidenci hlavních etalonů a měřidel a jejich kalibraci
- předkládá požadavky na schválení nových typů měřidel
- zabezpečuje kalibraci pracovních měřidel

4.

© Tůmová

12

- schvaluje návrh rekalisačních lhůt pracovních měřidel a etalonů
- zabezpečuje uchování etalonů
- zabezpečuje vypracovávání schémat návaznosti měřidel aplikovaných měřidel
- dohlíží na údržbu a opravy měřidel, jejich optimální využívání
- zpracovává návrh metrologického řádu
- podílí se na příručce kvality (část o metrologii)

4.

© Tůmová

13

### vlastník měřidla (útvár; výdejna; pracovník, kterému je měřidlo přiděleno)

- stará se o měřidlo, vede k jeho evidenci, předkládá k ověření a kalibraci

### technická konstrukce

- stanoví metrologické a technické podmínky na součástech

### technická normalizace

- zabezpečuje informace o systému fyzikálních veličin, jednotek, o jejich změnách
- zavádí národní technické normy
- zpracovává podnik. normy v oblasti metrologie

4.

© Tůmová

14

## 6.6.3 Matice odpovědnosti metrologických činností

- je součástí některých podnikových norem (není samostatným předpisem organizace)
- **Grafická organizační pomůcka:**  
vyjadřuje přehlednou formou odpovědnost odborných útvarů i výrobních jednotek, ukazuje, jak se příslušný útvar do uvedené činnosti zapojuje
- řádky matice tvoří jednotlivé pracovní činnosti
- sloupce tvoří pracovní útvar
- v průsečíku řádky a sloupce je odpovědnost

4.

© Tůmová

15

## 6.6.4 Kvalifikace pracovníků

- pro AMS a AKL jsou z důvodu certifikace určité kategorie kvalifikačních úrovní:
- 1) **skupina A** – pracovník s předpoklady pro vedení laboratoře (požadavky: SŠ nebo VŠ, 3 – 5 let praxe v oboru)
  - 2) **skupina B** – pracovník pro samostatný výkon činnosti (požadavky: SŠ, zaškolení, 2 – 3 roky praxe v oboru)

4.

© Tůmová

16

- **Česká metrologická společnost (ČMS)**  
**a certifikáty způsobilosti**

- skupina I** – požadavky: VŠ technického nebo přírodovědného zaměření a 3 roky praxe v oboru nebo SŠ a 8 let praxe na úrovni 2
- skupina II** – požadavky: VŠ technického nebo přírodovědného zaměření nebo SŠ a 1 rok praxe v oboru nebo střední odborné vzdělání a 3 roky praxe v oboru
- skupina III** – požadavky: odborné vzdělání, odborná příprava, zaškolení (ZŠ a praxe min 1 rok nebo SŠ a odborná dvouměsíční stáž)

4.

© Tůmová

17

## 7 Veličiny a jednotky

### 7.1 Fyzikální veličiny

- fyzikální veličiny -> rovnice fyzikální zákony nebo definují nové veličiny
- pro definování soustavy jednotek a zavedení pojmu rozměr se považují některé veličiny za nezávislé, jejich volba je „náhodná“ (**základní veličiny**);
- ostatní veličiny se definují podle rovnic **odvozené veličiny**
- **mezinárodní soustava veličin ISQ**

4.

© Tůmová

19

- **základní a odvozené jednotky spolu tvoří koherentní soustavu SI**
- koncepce **Mezinárodní soustavy SI**, která vznikla v roce 1960, vychází z předchozí **soustavy MKSA** (metr, kilogram, sekunda, ampér) a doplněna 3 dalšími
- soubor fyzikálních veličin soustavy - **sedm základních veličin** (délka, hmotnost, čas, elektrický proud, termodynamická teplota, látkové množství, svítivost),
- jejichž **rozměry se značí: L, M, T, I,  $\Theta$ , N, J**
- (důležité pro vyjádření rozměrů některé odvozené veličiny)

4.

© Tůmová

20

- obecně lze každou veličinu  $Q$  vyjádřit jinými veličinami pomocí rovnice
- v metrologii - **čtyři typy rovnic**
  - a) veličinové (mezi veličinami)
  - b) rozměrové (dimenzionální)
  - c) jednotkové (mezi jednotkami)
  - d) mezi číselnými hodnotami
- formálně lze zapsat vztah pro zpracování jednotek a veličin do tvaru

$$A = \{A\} \times [A]$$

4.

© Tůmová

21

kde  $A$  ... značka pro fyzikální veličinu  
 $\{A\}$  ... značka pro číselnou hodnotu  
 $[A]$  ... značka pro jednotku

- pozn. 1: složky vektorů jsou veličiny (mohou být také vyjádřeny uvedeným způsobem)
- pozn. 2: **ČSN ISO 80000** doporučuje vyjádřit číselnou hodnotu explicitně poměrem veličiny k jednotce (např.  $\lambda/m = 2$ )

4.

© Tůmová

22

- rozměr veličiny  $Q$  se vyjadřuje **rozměrovým součinem** (dimension = rozměr)

$$\dim Q = A^\alpha B^\beta C^\gamma$$

kde  $A, B, C$  ... rozměrové symboly základních veličin  $A, B, C$

$\alpha, \beta, \gamma$  ... rozměrové exponenty

- veličina, jejíž rozměrové exponenty jsou nulové, je **bezrozměrná veličina**, její rozměr je 1

4.

© Tůmová

23

- **závislost každé odvozené veličiny na veličinách základních** je vyjádřena pomocí rozměrů

$$\dim l = L$$

$$\dim m = M$$

$$\dim t = T$$

$$\dim i = I$$

- např. **vyjádření rozměru veličiny výkonu**

$$P = Fv = \frac{m a l}{t}$$

$$\dim P = M \times L \times T^{-2} \times L \times T^{-1} = \dots\dots\dots$$

4.

© Tůmová

24

## 7.2 Mezinárodní soustava SI – definice základních jednotek

- **metr** (jednotka délky) –
- délka dráhy, kterou proběhne světlo ve vakuu za  $1 / 299\,792\,458$  s
- **kilogram** (jednotka hmotnosti) –
- hmotnost mezinárodního prototypu kilogramu uloženého v Mezinárodním úřadě pro míry a váhy v Sèvres v Paříži (BIPM) – *očekává se změna definice*

4.

© Tůmová

25

- **sekunda** (jednotka času) –
- doba rovnající se 9 192 631 770 periodám záření, které odpovídá přechodu mezi dvěma hladinami velmi jemné struktury základního stavu atomu  $^{133}\text{Cs}$
- **ampér** (jednotka proudu) –
- stálý el. proud, který při průtoku dvěma rovnoběžnými přímými a nekonečně dlouhými vodiči zanedbatelného kruhového průřezu umístěnými ve vakuu ve vzájemné vzdálenosti 1 metru, mezi nimi vyvolá stálou sílu  $F = 2 \cdot 10^{-7}$  N na 1 metr délky

4.

© Tůmová

26

- **kelvin** (jednotka termodynamické teploty) –
- $1 / 273,16$  termodyn. teploty trojného bodu vody
- **mol** (jednotka látkového množství) –
- látkové množství soustavy, která obsahuje právě tolik elementárních jedinců, kolik je atomů v 0,012 kg uhlíku  $^{12}\text{C}$  (elementárními entitami mohou být atomy, molekuly, apod.)
- **candela** (jednotka svítivosti) –
- svítivost zdroje, který v daném směru vysílá monochromatické záření o kmitočtu  $f = 540 \cdot 10^{12}$  Hz a jehož zářivost v tomto směru je  $1/683$  W na steradián

4.

© Tůmová

27

## 7.3 Psaní názvů a značek jednotek a veličin

- značky jednotek se nepíší velkými písmeny,
- první písmeno značky se píše velkým písmenem, pokud pojmenovávají jednotky pocházející od jména osoby (např. kelvin – K)
- značky zůstávají beze změny i v množném čísle, koncovka množného čísla se neuvádí
- po značkách se nikdy nedělá tečka, pouze pokud končí věta (*špatně je h. nebo hod. !!*)

4.

© Tůmová

28

### • kombinované jednotky:

- vzniklé násobením několika jednotek lze psát se zvýšenou tečkou nebo mezerou (např.  $N \cdot m$  nebo  $N\ m$ )
- vzniklé dělením jedné jednotky je nutno psát s lomítkem nebo se záporným exponentem (např.  $m/s$  nebo  $m \cdot s^{-1}$ )
- mohou obsahovat pouze jedno lomítko, je dovoleno používat závorku nebo záporné exponenty  
(např.  $m/s^2$  nebo  $m \cdot s^{-2}$ ,
- ale nelze:  $m/s/s$ ;  $m \cdot kg/(s^3 A)$  nebo  $m \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-1}$ )
- Krát se značí tečkou uprostřed řádky nebo x (ne \*)

4.

© Tůmová

29

- Značky jednotek musí být od číselné hodnoty odděleny mezerou (např. 5 kg)

- Značky a názvy jednotek nebo veličin nelze směšovat

- Psaní v textu:

- Značky veličin – kurzivou ( $I, U, P, \dots$ )

- Značky jednotek – antikvou ( $A, V, W, \dots$ )

- Značení jednotek je povinné ( $A, V, W, \dots$ )

- Značení veličin je nepovinné (např.  $I, s$  nebo  $U, V$ )

4.

© Tůmová

30

## 7.4 Číselné zápisy

- vždy po třech číslicích na obou stranách desetinné čárky je třeba umístit mezeru (např. 15 739,012 53), lze ji vypustit jen u čtyřmístných čísel
- k oddělování tisíců nelze použít čárku, zde se čárka používá k oddělení desetinného místa !
- matematické operace lze používat pouze u značek jednotek (např.  $kg/m^3$ ) a nikoli u pojmenování jednotek (kilogram/krychlový metr)
- musí být zřejmé, ke které značce jednotky se číselná hodnota vztahuje a která matematická operace se vztahuje k dané číselné veličině (např. 35 cm x 48 cm; nebo 35 x 48 cm ?)

4.

© Tůmová

31

## 7.5 Doporučení pro tisk značek a čísel

- značky veličin se tisknou skloněným písmem bez ohledu na druh písma v ostatním textu
- pokud index vyjadřuje značku fyzikální veličiny, tiskne se skloněným písmem (kurzívou)
- ostatní indexy se tisknou stojatým písmem (antikvou), i když je značka veličiny psaná kurzívou
- např.  $c_p$  – p ... tlak (index kurzívou)  
 $c_g$  – g ... plyn (index antikvou)

4.

© Tůmová

32



## 7.6 Současné normy (1)

- ČSN ISO 80000 Veličiny a jednotky
- -1: 2011 Obecně
- -2: 2012 Matematická znaménka a značky pro použití ve fyzikálních vědách a technice
- -3: 2007 Prostor a čas
- -4: 2007 Mechanika
- -5: 2011 Termodynamika
- -7: 2012 Světlo
- -8: 2008 Akustika (i EN)
- -9: Fyzikální chemie a molekulová fyzika
- -10: 2013 Atomová a jaderná fyzika (i EN)
- -11: 2013 Podobnostní čísla
- -12: 2012 Fyzika pevných látek

4.

© Tůmová

33

## 7.6 Současné normy (2)

- ČSN EN (z IEC) 80000 Veličiny a jednotky
- -6: 2009 Elektromagnetismus
- -13: 2009 Informatika
- -14: 2010 Biotelemetrie související s lidskou fyziologií

4.

© Tůmová

34

## 7.7 Vyhláška MPO č. 264 / 2000 Sb., ve znění č. 424/2009 Sb.,

**o základních  
měřicích jednotkách a  
ostatních jednotkách a  
o jejich označování**

4.

© Tůmová

35

- tato vyhláška, vydaná MPO je výtahem z ČSN ISO 31-0 Veličiny a jednotky, Část 0:1992 Všeobecné zásady

(nyní ČSN ISO 80000 Veličiny a jednotky,  
Část 1:2011 Obecně)

- informuje o veličinách a jednotkách užívaných na území ČR
- součástí vyhlášky je příloha,

4.

© Tůmová

36

## 1. jednotky a jejich desetinné násobky a díly

### a) základní jednotky SI

viz 4. přednáška

- zvláštní název a značka jednotky teploty soustavy SI pro vyjádření teploty je Celsiův stupeň °C
- Celsiova teplota  $t$  je definována  $t = T - T_0$ , rozdíl mezi dvěma termodynamickými teplotami  $T$  a  $T_0 = 273,15$  K
- interval nebo rozdíl teploty může být vyjádřen v Kelvinech nebo stupních Celsia
- jednotka °C odpovídá jednotce K

4.

© Tůmová

37

### b) další jednotky SI

- **odvozené jednotky** –
- odvozují se ze základních jednotek pomocí definičních fyzikálních vztahů zapsaných obvykle ve formě veličinových rovnic

Veličina	Jednotka	
	Název	Značka
rovinný úhel	radián	rad
prostorový úhel	steradián	sr
kmitočet	hertz	Hz

4.

© Tůmová

38

síla	newton	N
tlak, napětí	pascal	Pa
energie, práce	joule	J
výkon, zářivý tok	watt	W
elektrický náboj	coulomb	C
elektrický potenciál	volt	V
elektrický odpor	ohm	$\Omega$
vodivost	siemens	S

4.

© Tůmová

39

kapacita	farad	F
magnetický tok	weber	Wb
magnet. indukce	tesla	T
indukčnost	henry	H
světelný tok	lumen	lm
osvětlení	lux	lx
radioaktivita	becquerel	Bq
pohlčená dávka	gray	Gy

4.

© Tůmová

40

- **pozn.** jednotky rovinného a prostorového úhlu (dříve nazývané doplňkové jednotky)
- **rovinný úhel – radián**
- = úhel mezi dvěma poloměry kružnice, které na obvodě vytíná oblouk stejné délky, jakou má poloměr
- **prostorový úhel – steradián**
- = prostorový úhel kužele, který vytíná na povrchu kužele se středem ve vrcholu kužele plochu rovnou ploše čtverce o stranách rovných poloměru koule

4.

© Tůmová

41

c) **předpony a jejich značky používané pro označení dekadických násobků a dílů**

před- pona	značka	faktor	před- pona	značka	faktor
Yotta	Y	$10^{24}$	yocto	y	$10^{-24}$
Zetta	Z	$10^{21}$	zepto	z	$10^{-21}$
Exa	E	$10^{18}$	atto	a	$10^{-18}$
Peta	P	$10^{15}$	femto	f	$10^{-15}$
Tera	T	$10^{12}$	piko	p	$10^{-12}$

4.

© Tůmová

42

Giga	G	$10^9$	nano	n	$10^{-9}$
Mega	M	$10^6$	mikro	$\mu$	$10^{-6}$
kilo	k	$10^3$	mili	m	$10^{-3}$
hekto	h	$10^2$	centi	c	$10^{-2}$
deka	da	$10^1$	deci	d	$10^{-1}$

4.

© Tůmová

43

2. **Jednotky, které jsou definovány na základě jednotek SI, ale nejsou dekadickými násobky nebo díly těchto veličin**

Veličina	Jednotka	
	Název	Značka
rovinný úhel	oběh	—
	grad nebo gon	gon
	stupeň	°
	úhlová minuta	'
	úhlová vteřina	"

4.

© Tůmová

44

čas	minuta	min
	hodina	h
	sekunda	s

4. © Tůmová 45

3. jednotky používané v SI,  
jejichž hodnoty jsou stanoveny experimentálně

Veličina	Jednotka	
	Název	Značka
energie	elektronvolt	eV
hmotnost	unifikovaná atom. hmotnostní jednotka	u

4. © Tůmová 46

4. Jednotky a názvy jednotek povolené pouze  
ve specializovaných oblastech

Veličina	Jednotka	
	Název	Značka
optická mohutnost	dioptrie	—
hmotnost drahých kovů a kamenů	karát	—

4. © Tůmová 47

hmotnost textil. příze a osnovy na jednotku délky	tex	tex
tlak krve a jiných tělních tekutin	milimetr rtuti	mm Hg
plocha účinného průřezu	barn	b

4. © Tůmová 48

## 5. složené jednotky

- kombinací jednotek uvedených v 1. části se tvoří složené jednotky
- V názvu jednotky nesmí být 2 nebo více předpon!

4.

© Tůmová

49

## 7.8 Technické veličiny

- technická veličina
- = název pro kvantitativní a kvalitativní popis jevů, stavů a těles v technické praxi, který má empirický nebo konvenční charakter a není odvozen od fyzikálních principů a zákonů
- **technické veličiny** jsou většinou měřitelné a vyjadřují se obvykle součinem číselné hodnoty a příslušné měřicí jednotky

4.

© Tůmová

50

- vyskytují se v různých oborech, např.

- a) **strojírenství** – tvrdost, hlubokotažnost, odchylky tvaru a plochy, přímost, rovinnost, vlnitost, drsnost povrchu
- b) **dřevařství** – nasákivost dřeva, bobtnání dřeva, koeficient seschnutí
- c) **sklářství** – hranolový účinek, bublinkatost skla, astigmatický rozdíl
- d) **textilní průmysl** – stálobarevnost, prodyšnost, savost, povrchová smáčivost

4.

© Tůmová

51

# Konec 4. přednášky

# DĚKUJI ZA POZORNOST

4.

© Tůmová

52