



Tento materiál vznikl jako součást projektu EduCom, který je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem ČR.

JAKOST STROJÍRENSKÝCH VÝROBKŮ

doc. Dr. Ing. Elias TOMEH
e-mail: elias.tomeh@tul.cz
Technická univerzita v Liberci



Úvod do strojírenství

**Technické univerzity v Liberci a partneři
Preciosa, a.s. a TOS Varnsdorf a.s.**

12.12.2012



Obsah přednášky

- 1. Definice jakosti**
- 2. Znak jakosti**
- 3. Systémy řízení jakosti od 19. století**
- 4. Základní metody hodnocení jakost**
- 5. Současné přístupy ve strojírenství k zabezpečování jakosti**
 - a) Systém Uplatňování norem řady ISO 9000, 29000**
 - b) Systémy TQM**
 - c) Metrologie ve strojírenství**
 - d) Zákonné předpisy v oblasti jakosti výrobků**
 - e) Jakost výrobků a legislativa České republiky**
 - f) Kvalita a spolehlivost strojů a strojních zařízení z hlediska provozních vibrací**

JAKOST STROJÍRENSKÝCH VÝROBKŮ

JAKOST - souhrnný stav výrobku, jeho vlastnosti, vhodně navržené tvary a parametry, při kterých je výrobek způsobilý zajistit funkci, pro kterou byl zhotoven.

- souhrn a úroveň funkcí výrobku, které jsou nutné k zajištění činnosti výrobku (odborná funkce)
- stálost těchto funkcí v čase (spolehlivost a životnost výrobku)
- ekonomickou náročnost (náklady na zhotovení a provozování výrobku).

Součástí jakosti je:

souhrn předpokladů, které vytváří výrobce a uživatel pro zajištění používání výrobku (náročnost na obsluhu, skladovatelnost, opravitelnost a údržba výrobku, zajištění servisu, náhradní díly, úroveň průvodní technické dokumentace a příp.další kritéria).

JAKOST STROJÍRENSKÝCH VÝROBKŮ

Znak jakosti: dílčí vlastnost výrobku, která se podílí na celkové jakosti výrobku. Znaky jakosti se zařazují zpravidla podle charakteru vlastností do následujících skupin:

- **znaky technické:** základní technické parametry a vlastnosti výrobku podle jeho specifického určení, geometrické rozměry a způsob jejich provedení, fyzikálně-chemické, biologické vlastnosti apod..
- **znaky působící při užívání výrobku:** vlastnosti, které se uplatňují až při používání výrobku (spolehlivost, životnost, údržba a opravy, náročnost obsluhy, bezpečnost při manipulaci a provozu apod.).
- **znaky estetické, ekologické a ergonomické:** vnější vzhled výrobku, módnost, pečlivost provedení, vliv výrobku na životní prostředí, přizpůsobení tvarů, velikosti a ovládacích prvků možnostem člověka.
- **znaky ekonomické:** výrobní náklady, provozní náklady, náklady na konzervaci výrobku, preventivní údržbu. opravy apod.

Znaky jakosti mohou vyjadřovat popisované vlastnosti kvantitativně, tj. číselně, nebo v případě nemetrologických vlastností nečíselně, kvalitativně.

JAKOST STROJÍRENSKÝCH VÝROBKŮ

Řízení jakosti: soubor povinností, opatření, činností a nástrojů, které se využívají v podniku k dosažení a zajištění požadované jakosti výrobků.

Systémy řízení jakosti od 19. století

1. etapa - období do roku 1890: řemeslná výroba (za jakost odpovídá bezprostřední výrobce, motivací je přímý prodej zhotoveného výrobku).

2. etapa – období 1890 – 1920, rozvoj průmyslové výroby (za postup výroby a jakost zodpovídá mistr).

3. etapa – období 1920 – 1940, zvyšování sériovosti (vznik organizace technické kontroly OTK, srovnávání vlastností výrobků s technickou normou, předpisem apod., OTK vydává rozhodnutí o jakosti výrobku).

4. etapa – období 1940 – 1960, hromadná výroba (v rámci OTK se uplatňuje statistická kontrola k zajištění kvality expedovaných výrobků, odpovědnost za jakost složitějších výrobků s velkou mírou kooperace se přenáší i do subdodavatelských vztahů, rozvoj servisních služeb, vznik teorií spolehlivosti složitých výrobků a systémů).

JAKOST STROJÍRENSKÝCH VÝROBKŮ

Systemy řízení jakosti od 19. století

5. etapa – období 1960 – 70: velkosériová výroba s převahou nabídky nad poptávkou, kooperace i konkurence na zahraničních trzích, systematické řízení jakosti koordinací v tzv. okruhu jakosti, přenos odpovědnosti za jakost na místa, která vytváří jakost výrobku.

6. etapa – období 1970 – 85: hromadná a velkosériová výroba se orientuje na vysokou jakost výrobku, rozvíjení motivačních prvků v řízení jakosti, zavádění komplexních systémů řízení jakosti ve výrobním procesu i v oblasti managementu všech činností.

7. etapa – období po roce 1985: rozvoj výroby přispěl k vytvoření přebytku výrobků na trhu ve značné části světa, stav na trhu mění pohled na význam jakosti, jakost se stává regulátorem ve výrobě a určuje konkurenceschopnost výrobku, uplatňování ucelených předpisových systémů v systému řízení jakosti.

JAKOST STROJÍRENSKÝCH VÝROBKŮ

Základní metody hodnocení jakosti

- Problematikou kvantitativního vyjádření jakosti výrobku se zabývá kvalimetrie.
- Základy oboru byly uvedeny na 15. konferenci Evropské organizace pro jakost (EOQ) v roce 1972.
- Z obecných zásad pro posuzování jakosti výrobku plyne, že nedokážeme absolutním způsobem vyjádřit jakost výrobku. Musíme proto většinou relativně porovnávat úroveň jakosti výrobku s výrobky, které mají obdobné funkční určení.
- Při hodnocení je důležitá volba porovnávacího etalonu, která závisí na účelu hodnocení jakosti.

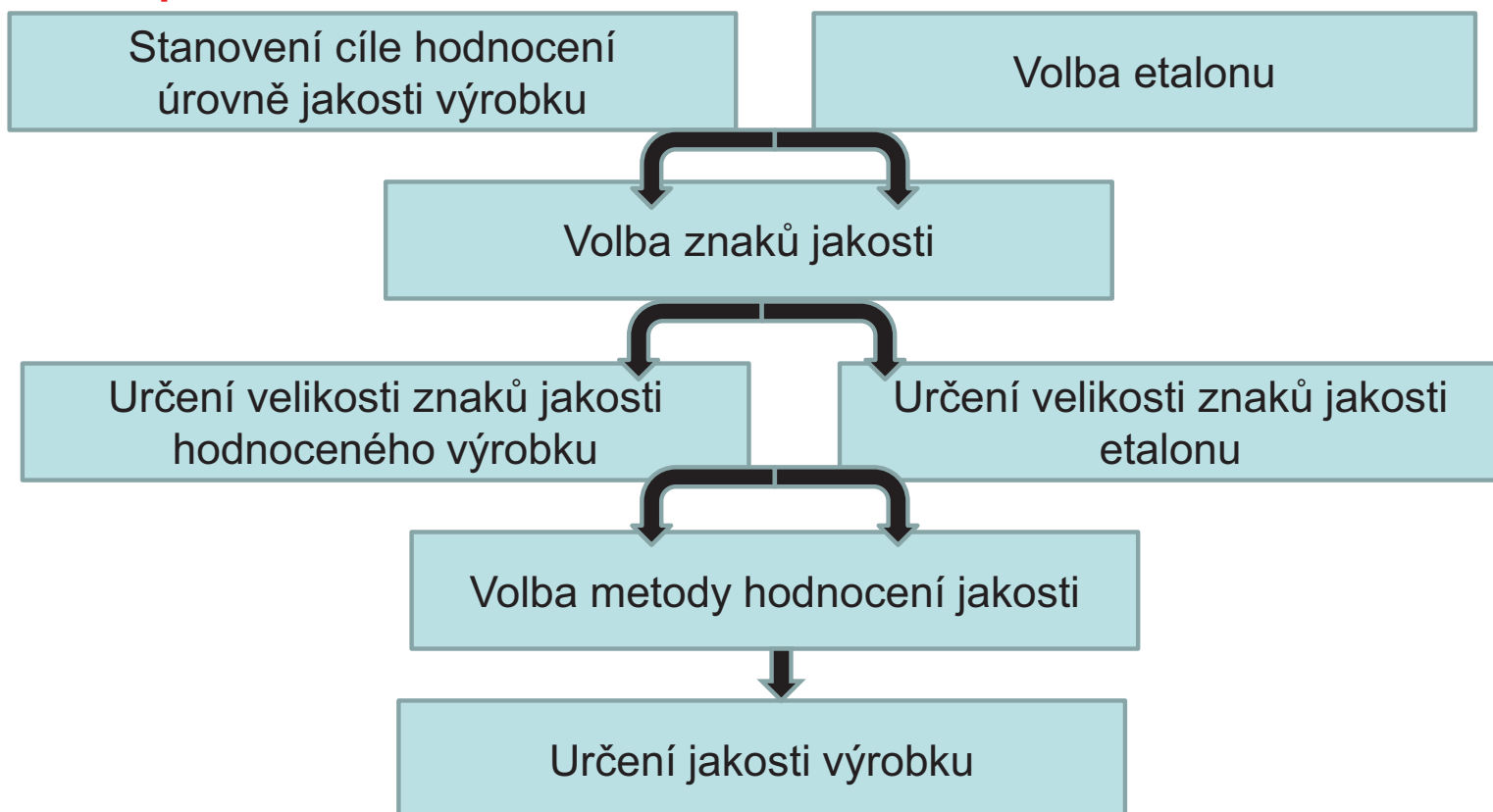
JAKOST STROJÍRENSKÝCH VÝROBKŮ

Přehled etalonů pro různé cíle hodnocení jakosti:

Cíl hodnocení	Etalon
Jakost výrobního provedení	Výrobní technická dokumentace
Volba varianty výrobku	Parametry technických podmínek
Analýza dynamiky jakosti	Parametry výrobku z předchozího období
Jakost výrobku v regulované oblasti	Požadavky nařízení vlády
Jakost hodnocená uživatelem	Uživatelé očekávané parametry výrobku

JAKOST STROJÍRENSKÝCH VÝROBKŮ

Postup hodnocení:



JAKOST STROJÍRENSKÝCH VÝROBKŮ

Metoda nejakosti výrobku

- Uživatel si stanoví ze skupiny všech znaků jakosti určitý soubor, pro něho rozhodující např. vlastností výrobku.
- Některé vlastnosti výrobku může konkrétní uživatel výrobku považovat za nepodstatné pro jeho hodnocení jakosti .
- Každému jakostnímu znaku přiřadí uživatel určitou důležitost nebo-li váhu vlastnosti, což je číslo vyjadřující podíl jednotlivých znaků jakosti na celkové jakosti výrobku.

Takto vytvořenou představu vlastností nyní porovnává s vlastností určitého konkrétního etalonu. Uvedený postup lze vyjádřit vztahem

$$z = \sum_{i=1}^n (p_i - v_i) \cdot w_i$$

v_i ... skutečná hodnota i-té vlastnosti hodnoceného výrobku,
 p_i ... požadavek individuálního uživatele na i-tou vlastnost (znak jakosti),
 w_i ... koeficient důležitosti i-té vlastnosti
 n ... počet vybraných vlastností výrobku pro hodnocení jakosti.

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1$$

Metoda se stanoví číselná hodnota „z“, kterou se vyjadřuje, jak se posuzovaný výrobek odlišuje od jakosti požadované uživatelem. Čím je parametr „z“ menší, tím je výrobek z hlediska uživatele výhodnější, tedy jakostnější.

JAKOST STROJÍRENSKÝCH VÝROBKŮ

Metoda relativních ukazatelů

Postup výběru znaků jakosti uvedený v předchozí metodě je obdobný. Výpočet jakosti se provádí dle vztahu

$$Q = \sum_{i=1}^n \frac{v_i}{P_i} \cdot w_i - m \cdot p$$

W_i ... koeficient důležitosti i-té vlastnosti,
 m ... cena výrobku,
 P ... koeficient důležitosti ceny.

$$\frac{v_i}{p} = q_i$$

Podíl „q“ je relativní ukazatel, který porovnává skutečnou a požadovanou hodnotu vlastnosti výrobku.

JAKOST STROJÍRENSKÝCH VÝROBKŮ

Současné přístupy ve strojírenství k zabezpečování jakosti

Kvalitu výrobku vytváří konstruktér, předpokladem vysoké jakosti výrobku jsou potom moderní technologie s vysokou technologickou úrovní (automatizace, robotizace), inovacemi v technologiích a stálá jakost subdodávek (materiálu, polotovarů).

a) Uplatňování norem řady ISO 9000, 29000 a dalších (mezinárodní normy vydávané od r. 1987, v ČR platné od r. 1991)), které vychází ze zkušeností firem, dosahujících významných úspěchů v jakosti svých výrobků. Tyto tzv. normativní systémy řízení jakosti využívají několik charakteristických principů:

- zavádění pořádku a disciplíny do řízení jakosti,
- orientace na stabilitu jakosti,
- zajištění dokumentace všech postupů zabezpečování jakosti,
- dokladování všech prováděných činností,
- zpětná vazba a odstraňování nedostatků v jakosti.

JAKOST STROJÍRENSKÝCH VÝROBKŮ

System Uplatňování norem řady ISO 9000, 29000

je **náročný** z hlediska jeho udržování, provádění auditů, časové i finanční náročnosti. Jednotlivé fáze produkčního cyklu výrobku vytváří uzavřený **okruh jakosti** (marketing, výzkum, vývoj, výroba, dokumentace, kontrolní mechanismy, ...)

Specifické přístupy:

při zajišťování jakosti: platí pro výrobky se specifickým určením, pro které jsou stanoveny požadavky dozoru při výrobě, zkouškách stanovenými dozorovými orgány (výroba letadel, komponentů atomových elektráren, výrobky pro armádu, farmaceutické výrobky a některé potravinářské výrobky).

JAKOST STROJÍRENSKÝCH VÝROBKŮ

Současné přístupy ve strojírenství k zabezpečování jakosti

b) Systémy TQM (Total Quality Management):

- Systém představuje souhrn zkušeností předních japonských a některých amerických firem zaměřených na zajišťování jakosti.
- Účelem systému je identifikace základních problémů ovlivňujících činnosti firmy k zajištění spokojenosti zákazníka.
- Celý systém klade významný důraz na neustálé zlepšování obecně platných principů, které je nutné uplatňovat v procesu řízení, k dosažení optimální jakosti např.:
 - 1) zodpovědnost vrcholového vedení za jakost,
 - 2) jakost je věcí všech,
 - 3) orientace na zákazníka,
 - 4) řízení činností na základě faktů,
 - 5) řízení procesů ne cílů,
 - 6) školení k jakosti a využívání moderních přístupů k jakosti.

JAKOST STROJÍRENSKÝCH VÝROBKŮ

c) Metrologie ve strojírenství

Metrologie je vědním oborem, který se týká teoretických i praktických problémů vztahujících se k postupům, jejichž výsledkem je kvantifikace veličin, parametrů či stavů a je proto prostředkem pro popis jakosti či spolehlivosti výrobků. Metrologie se zabývá problematikou měření z různých pohledů.

Organizace a hlavní úkoly metrologie

Metrologii ve státě zajišťují následující subjekty:

- Ministerstvo průmyslu a obchodu (MPO),
- Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví (ÚNMZ),
- Český metrologický institut (ČMI),
- Kontrolní měrové středisko (KMS).

Strojírenská metrologie: jeden ze základních nástrojů k zajištění kvality (zákon o metrologii, metrologický řád, měrová služba, návaznost měřidel, etalony, provozní měřidla).

JAKOST STROJÍRENSKÝCH VÝROBKŮ

d) Zákonné předpisy v oblasti jakosti výrobků

Liberální ekonomika omezuje zásahy státu do činností výrobních subjektů. Jakost výrobku je u většiny výrobků určována požadavky spotřebitele a mírou splnění těchto požadavků výrobcem (tržními principy) - tato zásada však platí pouze v části trhu označovaném za neregulovaný (volný) trh.

Složitost výrobků způsobuje, že u řady výrobků jsou běžné tržní mechanismy málo účinné a spotřebitel by nemohl poznat rizika výrobků, která by mohla způsobit újmu (na zdraví, životě, životním prostředí, majetku). Takové výrobky musí být předmětem státních zásahů: jde o tzv. regulovaný trh. Formy státních regulací jsou následující:

- stanovení požadavků na výrobky,
- povinnost výrobců předložit doklady o splnění požadavků na výrobky,
- posílení právní odpovědnosti výrobce za výrobek.

JAKOST STROJÍRENSKÝCH VÝROBKŮ

e) Jakost výrobků a legislativa České republiky

Právní rámec v problematice jakosti výrobků v ČR vymezují příslušné legislativní normy (v současné době harmonizovány s obdobnými předpisy EU): zákon o technických požadavcích na výrobky č. 22/1997 Sb., obchodní zákoník, občanský zákoník, zákon o ochraně spotřebitele, zákon o odpovědnosti za škodu způsobenou vadami výrobku.

Základním dokumentem je zákon o technických požadavcích na výrobky č. 22/1997 Sb. Zákon upravuje:

- způsob stanovení technických požadavků na výrobky, které by mohly ohrozit zdraví nebo bezpečnost osob, majetek nebo přírodní prostředí,
- práva a povinnosti osob, které uvádějí na trh nebo distribuují výrobky, které by mohly ohrozit oprávněný zájem,
- práva a povinnosti osob pověřených k činnostem podle zákona (tvorba a uplatňování českých technických norem a státní zkušebnictví) .

JAKOST STROJÍRENSKÝCH VÝROBKŮ

Technické předpisy:

- dokumenty schválené pověřenou právníkou osobou – Úřadem pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví (ÚNMZ) - pro opakované nebo stálé použití s označením ČSN.
- Pokud normy ČSN plně přejímají požadavky stanovené předpisy EU, mají označení ČSN EN (evropská harmonizovaná norma).
- Rozsah regulovaného trhu stanoví v ČR vláda formou **nařízení vlády**. Pro jednotlivé skupiny tzv. stanovených výrobků jsou specifikovány podmínky pro uvádění výrobků na trh včetně postupů a úkonů, které musí být splněny při tzv. posuzování shody. **Postupy pro posuzování shody** jsou v ČR obdobné jako prokazování shody v EU.

JAKOST STROJÍRENSKÝCH VÝROBKŮ

Přehled nařízení vlády (stanovení regulovaného trhu)

Předpis č.	Technické požadavky na	Směrnice (ES,EHK)	EU
168/1997 Sb.	Elektrické zařízení nízkého napětí	73/23	
169/1997 Sb.	Elektromagnetická kompatibilita	89/336	
170/1997 Sb.	Strojní zařízení	89/392	
171/1997 Sb.	Hračky	88/378	
172/1997 Sb.	Osobní ochranné pomůcky	89/686	
173/1997 Sb.	Vybrané výrobky k posuzování shody		
174/1997 Sb.	Střelné zbraně a střelivo		
175/1997 Sb.	Jednoduché tlakové nádoby	87/404	
176/1997 Sb.	Zařízení a systémy pro prostředí s nebezp. výbuchu	94/9	
177/1997 Sb.	Spotřebiče plyných paliv	90/396	
178/1997 Sb.	Stavební výrobky	89/106	
179/1997 Sb.	Provedení české značky shody		
180/1998 Sb.	Prostředky zdravotnické techniky	93/42	
14/1999 Sb.	Výtahy	95/16	
180/1999 Sb.	Účinnost teplovodních kotlů pro kap. a plyn.paliva	94/42	
182/1999 Sb.	Tlaková zařízení	97/23	
198/1999 Sb.	Aktivní implantabilní zdravotnické potřeby	90/385	

JAKOST STROJÍRENSKÝCH VÝROBKŮ

České značky shody na výrobcích podle zákona č. 22/1997 Sb.



Značka
potvrzující
jakost a původ

Výrobek – českého původu z podstatné části (cca 65%), odpovídá českým předpisům, jeho jakost je srovnatelná s jakostí jiných obdobných zahraničních výrobků dostupných v dané době na českém trhu.

Cíl: přesvědčit spotřebitele o výhodnosti nákupu českého výrobku (stejná jakost- zpravidla nižší cena-podpora domácích výrobců).

Uděluje: Sdružení pro cenu ČR za jakost od roku 1995.

Kritéria: stanovuje odborná komise na základě platných norem a předpisů, výrobce musí prokázat i předpoklady pro trvalé udržení jakosti výrobku.

JAKOST STROJÍRENSKÝCH VÝROBKŮ

Evropská značka shody: Byla zavedena v roce 1989, označuje shodu s předpisy a normami EU při různém stupni ověření (podle tzv. modulů). Účelem je odstranění překážek ve volném pohybu zboží v rámci EU a v současné době je umísťována i na českých výrobcích, pokud byly ověřeny a odpovídají předpisům EU (značka může být součástí výrobku, nebo je umístěna na obalu výrobku).



Značka ekologicky šetrného výrobku



Osvědčuje, že výrobek má minimální nepříznivé vlivy na životní prostředí. Značku uděluje Ministerstvo životního prostředí (od roku 1994).

JAKOST STROJÍRENSKÝCH VÝROBKŮ

Schvalovací značky dle zákona č. 30/1968 Sb. (platné max.do roku 2002).

Značky ze systému schvalování výrobků jsou určeny pro:

- výrobky hromadného rozšíření, které mají nebezpečnou vlastnost,
- uživatel se o nebezpečné vlastnosti nemůže sám přesvědčit (znalosti, technické možnosti),
- osobní ochranné prostředky a pomůcky,
- výrobky se zvláštním zájmem státu (energetická náročnost,...).

Značka zaručuje bezpečnost výrobku – platnost skončí podle vydaného Rozhodnutí o schválení, max. doba platnosti do roku 2002.

Schvalovací
značka obecná



Značka odolnosti
v prostředí se
zatíženými
klimatickými nebo
jinými podmínkami

JAKOST STROJÍRENSKÝCH VÝROBKŮ

Státní zkušebnictví:

soubor činností prováděných ÚNMZ (Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví) a osobami pověřenými podle zákona s cílem zabezpečit u stanovených výrobků posouzení shody s požadavky technických předpisů (pověřenými osobami jsou Autorizované osoby AO).

Autorizované osoby (AO): zajišťují v rozsahu vymezeném v rozhodnutí o autorizaci činnosti při posuzování shody výrobků včetně posuzování činností souvisejících s jejich výrobou a vymezených v technických předpisech. AO musí pracovat postupy, které odpovídají stávajícím poznatkům vědy a techniky. Výsledkem činnosti AO je vydávání certifikátů.

Certifikace: činnost nezávislé autorizované nebo akreditované osoby, která vydáním certifikátu osvědčí, že výrobek nebo činnost je v souladu s technickými požadavky na výrobky. Certifikáty lze využít při prokazování shody podle zákona.

JAKOST STROJÍRENSKÝCH VÝROBKŮ

Akreditace: zkušebnických a kalibračních laboratoří – evropské normy řady EN 45000 – EN 45003 (akreditace k certifikaci výrobků, k certifikaci systémů řízení jakosti, k certifikaci personálu).

Autorizace:

pověření právnické osoby k činnostem při posuzování shody výrobků, včetně posuzování činností souvisejících s jejich výrobou. Autorizaci uděluje ÚNMZ ve věcně vymezeném rozsahu (pro určité výrobky) na základě žádosti právnické osoby, která musí splnit :

- odborná úroveň potřebná pro posuzování shody,
- finanční a jiná nezávislost,
- vybavení zařízením pro technické a administrativní úkony,
- kvalifikace pracovníků a jejich počet,
- způsob zajištění mlčenlivosti o skutečnostech získaných při činnosti.

JAKOST STROJÍRENSKÝCH VÝROBKŮ

Prohlášení o shodě: Doklad o posouzení shody za stanovených podmínek výrobcem nebo dovozcem (samokontrola-modul A), vydaný výrobcem nebo dovozcem jako součást dokumentace k výrobku (návodu k použití, záručnímu listu, ...).

Postupy pro posuzování shody (obdobné jako moduly prokazování shody v EU) jsou následující:

- posouzení shody za stanovených podmínek výrobcem nebo dovozcem (samokontrola-modul A)
- posouzení shody vzorku (prototypu) výrobku AO (modul B)
- posouzení shody, při níž AO zkouší specifické vlastnosti sériových výrobků a namátkově kontroluje dodržení požadavků u výrobků (modul C)
- posouzení systému jakosti výroby nebo prvků systému jakosti v podniku a provádění dohledu nad řádnou funkcí systému (modul D)
- posouzení systému jakosti výroby nebo prvků systému jakosti v podniku a provádění dohledu nad řádnou funkcí systému (modul E)
- ověřování shody výrobků s certifikovaným typem výrobku, které provádí výrobce, dovozce nebo AO na každém výrobku či statisticky vybraném vzorku (modul F)
- ověřování shody každého výrobku se stanovenými požadavky AO (modul G)
- dohled nad řádnou funkcí systému jakosti v podniku AO (modul H)

JAKOST STROJÍRENSKÝCH VÝROBKŮ

f) Kvalita a spolehlivost strojů a strojních zařízení z hlediska provozních vibrací

Principy a metody tlumení a izolace vibrací jsou nedílnou součástí složitého procesu projektování, vývoje a konstruování strojů a jiných mechanických zařízení a stejný význam má i potřeba přesného měření a analýzy vibrací.

V praxi je téměř nemožné vyhnout se vibracím. Hlavními příčinami vibrací jsou zejména:

- dynamické síly, vznikající při nerovnoměrném pohybu hmotných dílů,
- vůle pohyblivých součástí, výrobní nepřesnosti,
- styk dílů se třením a odvalováním,
- nevyváženost součástí s rotačním pohybem.

Měřením a analýzou vibrací se zabývá vědní obor vibrodiagnostika, který obsahuje jak vývoj přístrojové techniky pro měření vibrací, tak metodiky měření a zpracování výsledků.

JAKOST STROJÍRENSKÝCH VÝROBKŮ

Evropská unie vydala pro strojírenství směrnici, která se týká prakticky všech strojírenských výrobků. Směrnice určuje, že v dokumentaci stroje musí být vedena:

- změřená úroveň vibrací
- ekvivalentní hladina hluku
- úroveň vibrací přenášená na obsluhu (pily, ruční nářadí, ...)

Změřené hodnoty musí vyhovovat mezinárodním a národním normám.

V České republice platí ČSN ISO 10 816 „Vibrace - Hodnocení vibrací strojů na základě měření na nerotujících částech“.

Např. pro ventilátory norma charakterizuje úroveň vibrací takto:

Mohutnost vibrací U [$\text{mm}\cdot\text{s}^{-1}$]	Hodnocení
$\leq 1,5$	<ul style="list-style-type: none"> ▪ velmi dobrý stav ▪ dlouhá životnost (1000 až 10 000 hod.) ▪ trvalý provoz přípustný
$> 3,2$	<ul style="list-style-type: none"> ▪ provoz přípustný do odstranění příčin ▪ krátká životnost (100 až 1000 hod.) ▪ reklamace
$> 5,6$	<ul style="list-style-type: none"> ▪ dlouhodobý provoz nepřipustný ▪ reklamace
$>10,0$	<ul style="list-style-type: none"> ▪ i krátkodobý provoz může způsobit rozsáhlá poškození

Děkuji za pozornost



Tato přednáška byla inovována v rámci projektu EduCom
CZ.1.07/2.2.00/15.0089

EduCom - Inovace studijních programů s ohledem na
požadavky a potřeby průmyslové praxe zavedením inovativního
vzdělávacího systému "Výukový podnik"