

Použitá literatura

- BEDNÁŘOVÁ, D. Řízení kvality. 1. vydání. České Budějovice : Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 2013. 99 s. ISBN 978-80-7394-404-9.
- TESÁŘÍK, O. Řízení jakosti a metrologie , část „Strojírenská metrologie“. Brno : VUT Brno, 1981. 102 s.
- ČECH, J., PERNIKÁŘ, J., PODANÝ, K. Strojírenská metrologie I. 5. vydání. Brno : Akademické nakladatelství CERM, 2009. 183 s. ISBN 978-80-214-4010-4.

PRINCIPY PRO ŘÍZENÍ A ZLEPŠOVÁNÍ JAKOSTI

A) Zlepšování jakosti

- Princip regulace výrobních činitelů:
 - Pracovní síla,
 - Výrobní prostředky,
 - Materiál,
 - Postupy (nejen technologické),
 - Měření a kontrola,
 - Různé (např. prostředí);

V základních dokumentech musí být jednoznačně stanoveno – jaký je správný stav jednotlivých činitelů, způsob kontroly tohoto stavu, postup pro odstranění případných nedostatků vypracování protokolu o výsledné zkoušce.

Jakost, neboli kvalita je stupeň splnění požadavků souborem inherentních znaků (inherentní znak produktu, procesu nebo systému je znak týkající s požadavku).

- Princip dokumentace:
 - Pod pojem dokumentace patří všechny předpisy, normy konstrukční, technologická plánovací dokumentace, záznamy o jakosti a další;
 - Základní pravidlo:
 - Vše, co se dělá musí být uvedeno v jednoznačném předpise,
 - O všem, co se udělalo, musí být vedeny přesné záznamy.
 - Požadavky na výkresech, případně v jiné dokumentaci musí být provedeny kvalifikovaně. Záznamy o tom, co se udělalo, jsou důležité pro hledání zdrojů chyb ve výrobním procesu za účelem jejich odstranění.
 - Příručka jakosti (vytváří organizace):
 - Předmět systému managementu jakosti,
 - Dokumentované postupy vytvořené pro systém managementu jakosti nebo odkazy na tyto postupy,
 - Popis vzájemného působení mezi procesy systému managementu jakosti.
- Princip samoopravnosti:
 - Je nutné plánovat čas a postup pro ověření provedených činností.
 - Při zjištění jakýchkoliv nedostatků je nejrychlejší a nejlevnější, když se tyto odstraní přímo u zdroje (např. chyba konstruktéra v konstrukční kanceláři atd.).
- Princip sledovatelnosti:
 - Jakémukoliv výrobku, polotovaru musí být výrobce schopen přiřadit příslušné výrobní činitele.

B) Zlepšování řízení jakosti

- Odpovědnost vedení:
 - Vrcholové vedení je odpovědno osobně především za: koncepci jakosti, cíle jakosti, systém jakosti.
 - Vrcholové vedení musí být schopno poskytnout důkaz o svém závazku: sděluje v organizaci, jak je důležité plnit požadavky zákazníka a také zákonné požadavky a požadavky předpisů, vytváří politiku jakosti, zajišťuje stanovení cílů jakosti, provádí přezkoumání vedením, zajišťuje dostupnost zdrojů.
- Jakost při zpracování návrhů a specifikací:
 - Rozhodující etapa pro řízení jakosti. Velký důraz je kladen na průběžnou kontrolu.
 - Základní zásady: rozdělit práci do etap, výsledek každé etapy přesně definovat, navrhnout přesná kritéria pro hodnocení, navrhnout způsob kontroly (co bylo provedeno, jak to bylo provedeno).
 - Hlavní metody kontroly: analýza způsobu a závažnosti poruch, analýza stromu poruch.
- Jakost v zásobování:
 - Vymezení kompetencí;
 - Kartotéka dodavatelů, hodnocení dodavatelů;
 - Hodnocení dodávek.
- Jakost marketingu:
 - Marketing musí mít zejména co nejlepší informace o konkurenci, informovat včas příslušná místa v podniku (výrobu, výzkum), spolupracovat při transformaci požadavku zákazníků do technických specifikací;
- **Jakost ve výrobě:**
 - Vyjasnění kompetencí mezi výrobou a technickou kontrolou;
 - Jednoznačné a srozumitelné technologické postupy;
 - Po každé operaci musí být zařazena kontrola;
 - Zabezpečení údržby výrobních strojů;
 - Požadavky na kvalifikaci;
 - Požadavky na provádění samokontrol;
 - Požadavky na metrologické zabezpečení výroby;
- Ekonomika:
- Lidské zdroje:
 - Způsobilost, povědomí a výcvik;
 - Infrastruktura (budovy, pracovní prostor a odpovídající technické vybavení);
 - Pracovní prostředí;

KONCEPCE MANAGEMENTU KVALITY

- Koncepce norem ISO řady 9000, které jsou věnovány požadavkům na systémy managementu kvality; doporučovány Radou EU od 1. 1. 1993;
- Koncepce TQM:
 - Neustálé zlepšování za účasti všech pracovníků firmy;
 - Podnik musí k dosažení tohoto cíle využívat znalostí a dovedností všech svých pracovníků;
 - Prvotní jsou potřeby a požadavky na trhu a požadavky zákazníka;

- Bezpodmínečně nutná angažovanost vrcholového vedení.
- Koncepce podnikových standardů.

EFQM MODEL EXCELENCE

- Nástroj sebehodnocení;
- Společný slovník a způsob myšlení organizaci;
- Příručka pro identifikaci příležitostí pro zlepšování;
- Struktura pro systém managementu organizace.

Kritéria EFQM Modelu excelence:

- Vedení – excelentní vůdčí osobnosti rozvíjejí a usnadňují dosažení poslání a vize;
- Politika a strategie;
- Pracovníci – organizace řídí, rozvíjí a využívají celkový potenciál svých pracovníků na úrovni jednotlivce, týmu a organizace; pečují o zaměstnance, komunikují a oceňují je takovým způsobem, který motivuje kolektiv pracovníků;
- Partnerství a zdroje – podpora dodavatele, externí partnerství a vnitřní zdroje;
- Procesy – organizace navrhuje, řídí a zlepšuje procesy, aby v plném rozsahu vyhovovaly zákazníkům a jiným zainteresovaným stranám;
- Zákazníci – výsledky;
- Pracovníci – výsledky;
- Společnost – výsledky;
- Klíčové výsledky výkonnosti.

Novinky EFQM 2010 – kreativita a inovace, trvale udržovaný rozvoj, propagace produktů, dodavatelské vztahy; pozornost je zaměřena na budoucnost – trvale udržitelná excelence; rozdělení váhy jednotlivých kritérií bylo upraveno a zjednodušeno;

Srovnání

EFQM

- Orientace na výsledky;
- Zaměření na zákazníka;
- Vedení a stálost závěrů/cílů;
- Management na základě procesů a faktů;
- Rozvoj pracovníků a jejich angažovanost;
- Neustálé učení se, inovace a zlepšování;
- Rozvoj partnerství;
- Sociální odpovědnost.

ISO 9000

- Zaměření na zákazníka;
- Vedení;
- Zapojení zaměstnanců;
- Procesní přístup;
- Systémový přístup k řízení;
- Neustálé zlepšování;
- Přístup k rozhodování zakládajícího se na faktech;
- Vzájemně prospěšné dodavatelské vztahy.

Metody zvyšování jakosti

- Pro zvyšování jakosti výrobního procesu existuje řada nástrojů a metod často s využitím metod matematické statistiky.
- Tzv. Paretová analýza – na základě sledování závad, které se vyskytují ve výrobním procesu se pomocí analýzy stanoví pořadí jejich odstraňování a to podle počtu a podle závažnosti. Samotná analýza jakost výrobního procesu nezvyšuje. Pouze určuje pořadí důležitosti pro odstraňování jednotlivých závad.

Postup analýzy – sledování procesu po dobu minimálně dvou týdnů, při kterém se zapisují všechny vzniklé vady při výrobě dílů dle kusovníku. Pracovník kontroly pověřený sledováním zaznamenává všechny vady, které se v daném období vyskytly.

Vypracování bodovací tabulky pro stupně závažnosti vad podle zkušeností (snadno odstranitelná vada, která nemá vliv na smontování; vada znesnadňující smontování výrobku; vada znemožňující smontování výrobku; vada, která může být příčinou havárie výrobku). Následuje grafické znázornění kumulativního počtu vad a kumulativního počtu bodů v %. A potom vyhodnocení.

- Metoda Quality Journal – se používá v případě zvyšování jakosti výrobního procesu odstraňováním jedné konkrétní závady zjištěné například na základě Paretovy analýzy.

MANAGEMENT KVALITY

Principy managementu kvality

- Princip zaměření na zákazníka;
- Princip vůdcovství;
- Princip zapojení zaměstnanců;
- Princip učení se;
- Princip flexibility;
- Princip procesního přístupu;
- Princip systémového přístupu k managementu;
- Princip neustálého zlepšování;
- Princip managementu na základě faktů;
- Princip vzájemně prospěšných vztahů s dodavateli;
- Princip společné odpovědnosti;
- Princip prevence a priorit.

Přínosy zavedení systému managementu kvality pro zainteresované strany

- Přínos pro zákazníky (včasnost dodávek, snížení nákladů na životní cyklus, snížení objemu stížností a reklamací atd.);
- Přínos pro vrcholové vedení (lepší perspektivy na trzích, vyšší spokojenost s dosahovanou výkonností organizace atd.);
- Přínos pro zaměstnance (zlepšení pracovního prostředí, vyšší sociální jistoty a rozsáhlejší sociální programy atd.);
- Přínos pro dodavatele (zlepšení komunikace o požadavcích odběratelů, dlouhodobé partnerské vztahy s odběrateli atd.);
- Přínos pro společnost (snížení nezaměstnanosti, snazší orientace při výběrových řízeních atd.).

LIDSKÉ ZDROJE V SYSTÉMU MANAGEMENTU KVALITY

- Spokojenost zaměstnanců;
- Udržení zaměstnanců;
- Produktivita zaměstnanců (čím jsou zaměstnanci a podniky efektivnější v prodeji většího množství výrobků a služeb s vyšší přidanou hodnotou, tím by se měl obrát na zaměstnance zvyšovat; velmi důležitou oblastí je motivace zaměstnanců).

Výchova zaměstnanců

- Efektivní vzdělávací programy – zahrnují všechny zaměstnance bez výjimky (musí jít o trvalou součást personálního managementu organizace; programy musí být koncipovány rozdílně pro různé skupiny zaměstnanců; musí motivovat zaměstnance atd.); významným faktorem je měření efektivnosti vzdělávání;
- Praktický výcvik (úvodní školení, specializovaný výcvik, další výcvik);

Týmová práce – efektivnější manažer, spokojenější a více motivovaní členové týmu; jasně definovaná pravidla práce; vzájemná pomoc, různé úhly pohledu na problém; rychlá eliminace rušivých prvků přímo v týmu; detailní znalost procesu, za který tým zodpovídá a pravomoci k okamžité reakci na vzniklý problém.

Význam týmové práce

- Stanovuje se výsledek, kterého je třeba dosáhnout;
- Obsahuje kritéria hodnocení a omezení;
- Zadavatel pomáhá na požádání a hodnotí v dohodnutých termínech;
- Ze začátku velké investování času a úsilí manažera, později osvobození manažera od operativy;
- Umožňuje řídit větší počet podřízených (200 až 300);
- Vysoká efektivita práce manažera, vysoká motivace a výkon týmu, přirozená autorita manažera u pracovníků.

Druhy týmů

- Procesní týmy – řídicí týmy, výrobní týmy;
- Projektové týmy – týmy změn, inovační týmy.

KVALITA V PŘEDVÝROBNÍCH ETAPÁCH

Plánování a plány kvality

- Stanovení cílů kvality a jejich rozpracování v organizaci;
- Plánování systému managementu kvality;
- Zpracování plánů kvality;
- Plánování znaků kvality produktu;
- Plánování vhodných metod zabezpečení jejich způsobilosti;
- Plánování preventivních opatření s cílem minimalizovat riziko vzniku neshod;
- Plánování kontrol kvality;
- Plánování sběru dat a potřebných záznamů o kvalitě;
- Plánování systémů měření a ověřování jejich způsobilosti;
- Plánování aktivit zlepšování kvality atd.

Metody plánování kvality

Metoda FMEA

- Základní preventivní metoda managementu kvality a je důležitou součástí přezkoumání

návrhu. Je založena na týmové analýze možností vzniku vad u posuzovaného návrhu, ohodnocení jejich rizik a návrhu a realizaci opatření vedoucích ke zmírnění těchto rizik.

- Princip metody je založen na kvalifikaci četnosti poruch, jejich závažnosti a snadnosti jejich detekce.
- Metoda se využívá:
 - FMEA návrhu produktu – analyzuje rizika možných vad u navrhovaného produktu.
 - FMEA procesu – analyzuje rizika možných vad průběhu navrhovaného procesu. Provádí se obvykle při změnách technologického postupu.
- Hlavní přínosy metody:
 - Systémový přístup k prevenci nízké kvality;
 - Možnost ohodnotit riziko možných vad a na jeho základě stanovit priority opatření ke zlepšení;
 - Vytváření cenné databáze o produktu či procesu;
 - Minimální náklady na její provedení v porovnání s náklady, které by mohly vzniknout při výskytu vad atd.

KVALITA VZTAHŮ S DODAVATELI

Definování požadavků na dodávky

Odběratel má právo stanovit si své požadavky na budoucí dodavatele i dodávky. Všechny požadavky odběratelských organizací lze vázat na:

- Vlastní nakupované výrobky, nebo služby (úplná nomenklatura a hodnoty znaků kvality; časové období platnosti hodnot znaků kvality; volba vhodného modulu posuzování shody; termíny dodání, dodávané množství atd.);
- Procesy a systémy managementu u dodavatelů (požadavky na systémy managementu kvality, environmentálního managementu, managementu bezpečnosti a ochrany zdraví při práci; požadavky na způsobilost procesů u dodavatelů; způsoby komunikace s dodavateli; požadavky na rozsah spolupráce v průběhu plnění obchodní smlouvy atd.);
- Další služby a činnosti spojené s dodáním (odkazy na nadřazenou legislativu; požadavky na obaly, způsob přepravy a skladování; požadavky na certifikáty třetí stranou atd.).

Výběr a hodnocení dodavatelů

- Odběratelé průběžně hodnotí výkonnost svých dodavatelů. Výkonnost dodavatelů je dána jejich okamžitou schopností plnit požadavky na dodávky specifikované ve smlouvě o dodávkách, uzavřené mezi odběratelem a dodavatelem.
- Význam hodnocení:
 - Odhaluje příležitosti ke zlepšení u dodavatelů;
 - Napomáhá výběru dodavatelů pro nové dodávky a podává objektivní informace;
 - Vhodně nastavený systém vede k účinné integraci zájmů, aktivit i komunikaci různých organizačních útvarů odběratele atd.;
 - Objektivní měření okamžité výkonnosti dodavatelů eliminuje riziko unáhlených rozhodnutí odběratele při náhodném selhání dodavatelů.

Komunikace s dodavateli

- Komunikace před zahájením projektu partnerství s dodavateli;
- Komunikace po zahájení projektu partnerství dodavateli:
 - Pravidelná komunikace;
 - Komunikace běžná;

- Komunikace vyvolaná jednorázovými potřebami.

Motivování dodavatelů

- Hmotná motivace pozitivní (ochota přistoupit na vyšší ceny dodávek za předem dohodnutých podmínek; přímý prodej produktů zaměstnancům vybraných dodavatelů za příznivější ceny než na trhu atd.);
- Hmotná motivace negativní (vypovězení obchodní smlouvy atd.);
- Nehmotná motivace pozitivní (informování dodavatelů o strategii a cílech odběratele, společné plánování s dodavatelem; vtahování dodavatelů už do etap návrhu u odběratele a jejich zahrnutí do týmů aplikujících metody a nástroje plánování; oceňování nejlepších dodavatelů atd.);
- Nehmotná motivace negativní (časté audity na produkty, procesy systému managementu u dodavatele atd.).

KVALITA VE VÝROBĚ

Cíle operativního managementu kvality

- Zajištění tvorby podmínek pro splnění požadavků na kvalitu stanovených v předvýrobních etapách;
- Vytváření stabilních podmínek pro plynulý průběh výrobního procesu;
- Minimalizace ztrát spojených s výskytem neshodných výrobků v procesu i u zákazníka;
- Udržování úrovně kvality dosažené během výroby;
- Vytvoření podmínek pro neustálé zlepšování procesu.

Přístupy zajišťování kvality ve výrobě:

- **Systém JIT** (moderní koncepce plánování a řízení výroby; prioritou Just-In-Time je minimalizovat zásoby, tj. tlak na velmi nízké zásoby materiálu, nedokončené výroby i hotových výrobků; důležité je široké zapojení pracovníků do procesu řešení problémů a neustálého zlepšování, požadavek vysoké, stabilně dosahované kvality v celém podniku);
- **Ověřování shody ve výrobě** je řízení procesů, ověřování shody formou kontroly a zkoušení;
Hlavní cíle: objektivní posouzení míry shody mezi požadavky a skutečností; identifikace odhalených neshod; zajištění technologické kázně; odhalování neshod ve výrobním procesu, které by mohly vést k výrobě neshodných výrobků atd.);
Účinnost a hospodárnost kontroly kvality, umožní předcházet: příchodu neshodného materiálu a surovin do podniku (přesun plné odpovědnosti za kvalitu na dodavatele); výrobě neshodných výrobků (sebekontrola – kontrolní operace provádí přímo obsluha stroje);
- **Systém totální produktivní údržby a manipulace s materiálem TPM** (přenesení zodpovědnosti za denní a běžnou údržbu a běžné opravy a za čistotu na pracovišti na obsluhu; trénink a motivování obsluhy strojů a pracovníků údržby; vytvoření malých pracovních týmů pro realizaci procesu neustálého zlepšování ..., důraz na systém preventivní údržby);
Cílem je zajistit, aby byl materiál včas na požadovaném místě, v požadovaném množství a kvalitě tj., aby nedošlo ke zhoršení kvality během manipulačních operací;
- **Řízení neshody výrobků** – zjištění neshodného výrobku; označení neshodných výrobků; záznam o neshodě; přezkoumání neshody; kalkulace nákladů a ztrát; řešení škod.

NEUSTÁLÉ ZLEPŠOVÁNÍ

Princip neustálého zlepšování

- Hledání a odstraňování rezerv a plýtvání;
- Měření, analýza a zvyšování efektivity jednotlivých částí realizace produktu;
- Motivace a aktivizace pracovníků a týmu k rozvoji výkonnosti a efektivity;
- Stálé zlepšování produktu (výrobku, služby) a tím i pro dlouhodobý růst spokojenosti zákazníků, posilování jejich věrnosti;
- Aplikace progresivní rozvojové spirály trvalého rozvoje a růstu celé organizace.
- Podpůrné procesy a činnosti
- Řízení rozvoje lidských zdrojů, aktivizace a motivace týmu;
- Řízení finančních, informačních a logistických toků a činností;
- Předvýrobní procesy a činnosti;
- Následné procesy a činnosti;
- Aplikace progresivní rozvojové spirály trvalého rozvoje a růstu celé organizace;
- Rozvoj infrastruktury.

Kaizen – neustálé zlepšování

- Základní principy
 - Zaměřuje se na zlepšení, která vycházejí z lokálních znalostí a zkušeností lidí ve výrobě;
 - Zapojení lidí do zlepšování procesů přináší lidem i seberealizaci a vyšší uspokojení z práce;
 - Konzultanti vycházejí z informací, které jim poskytnou lidé ve výrobě;
 - Lidé ve výrobě by měli odhalovat všechny formy plýtvání, hledat možnosti, jak udělat práci rychleji, lépe a levněji; za tuto činnost je třeba lidi odměňovat;
 - Kaizen je filozofie vnitřní nespokojenosti se současným stavem, která říká: „Zítřka musí být lépe než dnes –v naší práci, v naší rodině i v našem životě“.
- Základní zásady Kaizen
 - Každému zlepšení se musí věnovat pozornost;
 - Kaizen je otevřený pro každého;
 - Dříve než se nějaké zlepšení zavede, musí být přesně analyzováno;
 - Kaizen představuje 50 % práce dobrého manažera;
 - Management má dva hlavní úkoly – vytvoření a udržování standardů a jejich zlepšování;
 - Řešení hledat pomocí pracovních schůzek týmu pod vedením moderátora;
 - Informovanost o aktuálním stavu ve výrobě, problémech a podnikových cílech;
 - Kaizen je postavený na aktivitách zdola, ale vyžaduje silnou podporu shora;
 - Motivace pracovníků.

Metoda „Quality Journal“ – systematický přístup ke zlepšování kvality

- Identifikace problému;
- Sledování problému;
- Analýza příčin problému;
- Návrh a realizace opatření k odstranění příčin;
- Kontrola účinnosti opatření;
- Trvalá eliminace příčin;

- Zpráva o řešení problému a plánování budoucích aktivit.

Metoda Six Sigma

- Orientuje se na prevenci neshod, zkrácení průběžné doby výroby a úsporu nákladů;
- Zlepšování rentability a dále kvality a hospodárnosti;
- Zapojení vrcholového managementu organizací a musí být zaváděna „shora dolů“.
- Audit – je systematický, nezávislý a dokumentovaný proces získávání důkazů z auditu a jeho objektivního hodnocení s cílem stanovit rozsah splnění kritérií auditu;
- ISO 19011, ČSN EN ISO 19011.

Typy auditů

- Interní audit;
- Vnější audit – audit druhou stranou;
- Vnější audit – audit třetí stranou;
- Systémový audit;
- Procesní audit;
- Výrobní audit;
- Audit služeb.

Koncepce metrologického systému výroby v ČR

- Harmonizace postupů posuzování shody a evropských předpisů pro metrologické a zkušební zabezpečení národního hospodářství.
- Zákon č. 474/1992 Sb. upravuje působnost ministerstva průmyslu a obchodu ČR jako ústředního orgánu státní správy pro technickou normalizaci, metrologii a zkušebnictví.
- Zákon č. 20/1993 Sb. o zabezpečení státní správy v oblasti technické normalizace, metrologie a státního zkušebnictví, ve znění zákona č. 22/1997 Sb. a zákona č. 505/1990 Sb. ve znění zákona č. 119/2000 Sb. určuje působnost orgánů státní správy.
 - Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR,
 - Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví (ÚNMZ),
 - Český metrologický institut (ČMI),
 - Český institut pro akreditaci (ČIA).
- **Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR** mimo jiné zabezpečuje řízení státní politiky v oblasti metrologie a zjišťuje řízení ostatních orgánů státní správy (ÚNMZ, ČMI, ČIA).
- **ÚNMZ** v oblasti metrologie zejména: řídí činnost orgánů státní metrologie; autorizuje organizace pro výkony státní metrologie a pro úřední měření; schvaluje metrologické předpisy tj. metodické pokyny atd.; schvaluje a vyhlašuje státní etalony a české referenční materiály; rozhoduje o uznání schválení typu měřidla nebo o ověření měřidla či referenčního materiálu, provedeného v zahraničí; povoluje výjimky ze státní metrologické kontroly měřidel;
- **ČIA** mimo jiné: buduje a zajišťuje akreditační systém v ČR podle evropských norem; provádí akreditaci zkušebních a kalibračních laboratoří, zastupuje ČR v příslušných mezinárodních organizacích; uděluje, odnímá či mění osvědčení o akreditaci, rozhoduje o jeho neudělení nebo pozastavení atd.; stanovuje kvalifikační požadavky na posuzovatele a na pracovníky akreditovaných míst; zabezpečuje a provádí posuzování žadatelů o akreditaci;
- **ČMI** dle svého statutu zejména zabezpečuje českou státní a primární etalonáž jednotek a stupnic fyzikálních a technických veličin; uchovává, zdokonaluje a mezinárodně porovnává předmětné etalony; provádí výzkum a vývoj v oblasti metrologie; řídí tvorbu referenčních materiálů a jejich osvědčování; provádí registraci výrobců a opravářů měřidel; podílí se na certifikaci výrobků a certifikaci systémů řízení jakosti z hlediska metrologického zabezpečení; poskytuje metrologické expertízy a informace, provádí odborná metrologická školení a vydává osvědčení o odborné způsobilosti; atd.
- **Autorizovaná metrologická střediska (AMS)** jsou organizace, které Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví na základě jejich žádosti autorizoval k ověřování stanovených měřidel nebo certifikaci referenčních materiálů po prověření úrovně jejich metrologického a technického vybavení Českým metrologickým institutem a po prověření kvalifikace odpovědných zaměstnanců, která je doložena certifikátem způsobilosti. Na udělení autorizace není právní nárok.
AMS provádí v rozsahu autorizace zejména státní metrologickou kontrolu měřidel a uchovávání etalonů. ÚNMZ autorizovanému metrologickému středisku přiděluje, popř. odnímá úřední značku pro ověření měřidla.

Základní pojmy

- **Metrologie** – je věda zabývající se měřením. Tři základní části: metrologie vědecká (která ve všech aplikačních vědách pomáhá při studiu základních přírodních zákonů a současně

využívá všech nových poznatků těchto vědních oborů pro zvyšování přesnosti experimentálních činností; dále pojednává o vytváření a uchovávání etalonů); metrologie legální (která shrnuje všechny normy, zákony a vyhlášky, které se touto problematikou zabývají); metrologie praktická (se zabývá praktickou činností při aplikaci měřících postupů v dané oblasti);

- **Např. strojírenská metrologie** – je oblast metrologie, zabývající se otázkami a problémy měření ve strojírenské výrobě);

Mezinárodní soustava jednotek, SI

- Soustava jednotek založená na Mezinárodní soustavě veličin, jejich názvech a značkách, včetně řad předpon a jejich názvů a značek, společně s pravidly pro jejich použití, přijatá Generální konferencí pro váhy a míry (CGPM).

Technická kontrola ve strojírenském podniku

- **Vstupní** – zajišťuje, aby všechny vstupy, tzn. Materiál, polotovary, subdodávky atd. odpovídaly všem požadavkům na jakost;
- **Výrobní** - zajišťuje technickou kontrolu v průběhu výroby; základním předpisem, který určuje, kdy se má jaká kontrola do procesu výroby zařadit, je technologický postup (zejména kontrola polotovarů, kontrola před a po tepelném zpracování, kontrola před a po náročné operaci, konečná kontrola);
- **Výstupní** – kontroluje funkci a úplnost hotových výrobků před expedicí, konečnou úpravu výrobků, konzervace, balení, zpracovává předepsanou kontrolní dokumentaci (tj. zkušební protokoly, atesty atd.), vyřazuje nejakostní výrobky, zajišťuje zmetkové řízení (určí příčiny a viníky vad), zajišťuje typové, ověřovací a dlouhodobé zkoušky;
- **Kontrola pracovních prostředků** – provádí přejímání a kontrolu nářadí, provádí kontrolu ve výrobě speciálních strojů a nářadí, provádí kontrolu přesnosti výrobních strojů a vyhotovuje příslušné protokoly;

U složitějších a náročných kontrolních operací, zvláště v oblasti výrobní kontroly, se zpracovávají na potřebné úrovni tzv. kontrolní návodky, které definují kontrolní technologii.

Kontrolní návodky musí obsahovat:

- Předmět (objekt) kontroly;
- Prostředky kontroly;
- Způsob kontroly, včetně specifikace metody;
- Subjekt kontroly, tzn. dělníka (samokontrola), mistra, technického kontrolora, pracovníka zkušebny či laboratoře atd.;
- Místo kontroly;
- Zařazení kontroly;
- Četností kontroly (každého kusu, výběr);
- Časové náročnosti kontroly (pouze v případě rozborů nákladů);

Kontrola každého kusu je časově i finančně nejnáročnější a prakticky zamezuje distribuci, případně další zpracování nejakostního výrobku. Sama o sobě však nedokáže předcházet chybám. K tomuto účelu slouží tzv. SPC metoda.

SPC (Statistical Process Control) – statistické řízení a regulace výrobního procesu – posuzuje a řídí výrobní proces pomocí metod matematické statistiky (ručně, případně pomocí plně automatizovaných systémů).

- Ruční vyhodnocení:

- ✓ V pravidelných intervalech (např. 1 h) se proměří výběr (min. 5 ks) po sobě následujících kusů;
 - ✓ S naměřených hodnot sledovaného rozměru se vypočte střední hodnota \bar{x}_i a rozpětí $R = x_{\max} - x_{\min}$; – získané údaje se zanesou do diagramů $\bar{x} - R$;
 - ✓ Vypočítají se tzv. „meze zásahu“ a vynesou se do grafu $\bar{x} - R$ (meze zásahu nekorespondují s tolerančními mezemi);
 - ✓ Podle grafů se provádí vyhodnocení stability výrobního procesu; Proces, který není stabilní – např. vykazuje příliš velký rozptyl rozměrů, nebo střední hodnoty naměřených výběrů – leží mimo meze zásahu, případně mají trend směřující k některé mezi zásahu apod. V tomto případě je třeba výrobní proces zastavit a odstranit vzniklé systematické chyby, které způsobují nestabilitu.
- U automatických systémů řízení výrobního procesu pomocí SPC metody probíhá vyhodnocování často automaticky prováděnými měřeními několika rozměrů současně pomocí počítače.

Výrobní proces je řízen tak, že prakticky nemůže nastat překročení toleranční meze u sledovaného rozměru. Lze kontrolovat současně až 20 parametrů přesnosti.

Metrologická návaznost měřidel

- Návaznost – vlastnost výsledku měření nebo hodnoty etalonu, kterou může být určen vztah k uvedeným referencím zpravidla národním nebo mezinárodním etalonům přes nepřerušovaný řetězec porovnávání (řetězec návaznosti), jejichž nejistoty jsou uvedeny.

Měřidla slouží k určení hodnoty měřené veličiny. Spolu s nezbytnými měřicími zařízeními se podle zákona č. 505/1990 Sb. ve znění č. 119/2000 Sb. člení na:

Etalony – je ztělesněná míra, měřicí přístroj, měřidlo, referenční materiál nebo měřicí systém, které jsou určeny k definování, realizování, uchovávání nebo reprodukování jednotky nebo jedné či více hodnot veličiny pro referenční účely.

- **Mezinárodní etalon** – je etalon uznaný mezinárodní dohodou k tomu, aby sloužil v mezinárodním rozsahu jako základ pro stanovení hodnot jiných etalonů předmětné veličiny.
- **Národní státní etalon** – je etalon uznaný národním rozhodnutím k tomu, aby sloužil v dané zemi jako základ pro stanovení hodnot jiných etalonů předmětné veličiny. Dále je definován **ČSN 01 0115 primární etalon** (nejvyšší metrologickou kvalitou ve stanovené oblasti a jeho hodnota je přijímána bez odkazu na jiné etalony stejné veličiny), **referenční etalon** (etalon nejvyšší metrologické kvality, dostupný v daném místě, nebo v dané organizaci, z něhož se odvozují zde prováděná měření), **etalon přenosu** (je etalon používaný jako prostředek při vzájemném porovnávání etalonů), **cestovní etalon** (je etalon často speciálního provedení, určený pro přenos jednotky mezi jednotlivými lokalitami), **pracovní etalon** (je etalon, většinou kalibrováný vzhledem k referenčnímu etalonu, který běžně používá pro kalibrování nebo kontrolu koncových měrek, měřidel, nebo referenčních materiálů). Pracovní etalony mohou být zároveň také referenčními etalony (pracovní etalon přímo kalibrováný vůči státnímu etalonu).
- **Certifikované referenční materiály** – je referenční materiál vybavený certifikátem, u něhož jedna nebo více hodnot jeho vlastností je certifikována postupem, který zajišťuje návaznost na přesnou realizaci dané jednotky, v níž jsou hodnoty vlastností

vyjádřeny, a pro kterou je ke každé certifikované hodnotě připojený údaj o nejistotě ve stanovené úrovni spolehlivosti.

Podmínky, zajišťující přesnost měření

- **Měření** – srovnávání dané veličiny s jinou veličinou stejného druhu (délky, plochy apod.) o známé velikosti v základních jednotkách. Provádí se buď bezprostředním srovnáním, nebo pomocí jiných veličin, pro něž platí zákonité vztahy (v takovém případě je nutný přepočtení měřených hodnot). Požadavky na přesnost měření rostou se zdokonalováním výroby.
- Pro přímá měření je nutné stanovit – základní jednotky, druh a typ měřícího prostředku, metodu měření.
- Jsou-li při opakujícím se měření výsledky měření stejné – měřidlo nebo metoda měření je příliš hrubá. Potom musíme zvolit citlivější a přesnějšího měřícího prostředku. Výsledky měření se od sebe zákonitě liší.

Podmínky pro přesné měření, zejména laboratorní, jsou:

- Vyhovující prostředí v místnostech měření, orientace polohy laboratoře;
- Vyhovující zařízení laboratoří (přístroje, měřidla, stroje atd.);
- Klimatizace $20\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$, příp. odsávání vzduchu);
- Vyhovující vlhkost vzduchu (pod 50 % relativní vlhkosti);
- Bezprašnost místností a vhodné osvětlení, magnetické rohože u vchodů do laboratoří, vzduchové sprchy u vchodů do laboratoří, izolace proti otřesům;
- vstupní temperovací místnost před vlastními laboratořemi (odkládání výrobků pro vyrovnání rozdílu teplot mezi prostory výrobními a předepsanou teplotou) atd.;
- Strojírenská metrologie v provozech třídí součásti do dvou, resp. tří kategorií a to na výrobky: dobré, zmetky (absolutní, opravitelné. Posuzuje výrobky ze všech hledisek, včetně váhy, počtu kusů, kvality materiálu, tepelného zpracování, vzhledu atd.

Přesnost výrobků a metody měření

- Konstruktor předepíše na výkresové dokumentaci výrobní odchylku (úchylku) dle mezinárodní toleranční soustavy ISO. Důvodem je umožnění a zajištění dokonalé vyměnitelnosti kterékoliv součásti, dílce nebo celku tzn., že konstruktor zajišťuje kvalitu výrobku předpisem zcela určitých vlastností geometrických, mechanických, fyzikálních a dalších.
- Kromě volby materiálu, tepelného zpracování a způsobu výroby je nutné zaručit:
 - přesnost a dodržení rozměrů;
 - přesnost geometrického tvaru povrchu a velikost odchylek (tzv. makrogeometrii povrchu – rovina, válec, kužel);
 - odchylky vzájemné polohy ploch, zejména funkčních, a to jak na jednom výrobku, tak i na několika součástech – zejména těch, které jsou ve vzájemné vazbě;
 - drsnost povrchu, tj. mikrogeometrii ploch (jejich hladkost, pilovitost);

Při kontrole se vychází z tzv. jmenovité plochy, příp. technických ploch, základěn a dalších, ke kterým pak vztahujeme naměřené hodnoty rozměrů a jejich úchylek.

- Metrologie – vědní obor o měření;
- Strojírenská metrologie;
- Měření – soubor experimentálních operací, jejichž cílem je stanovení hodnoty dané fyzikální veličiny v daných jednotkách.
- Kontrola – soubor operací, kterými se zjišťuje, zda kontrolovaný kus odpovídá

- požadavkům na geometrický tvar, definovaný délkami a úhly.
- ❑ Ověřování – soubor operací, prováděných útvary služby legální metrologie, jehož cílem je potvrdit, že ověřený měřicí prostředek vyhovuje podmínkám pro měření.
 - ❑ Rozměr – hodnota, která je předepsaná a kterou musí výroba dodržet.
 - ❑ Jmenovitý rozměr je značen na výkrese, nelze jej však přesně zhotovit.
 - ❑ Skutečný rozměr – je rozměr vyrobený, je zatížen chybami na rozdíl od jmenovitého rozměru, který je požadovaným rozměrem bez chyb.
 - ❑ Měřidlo – technický prostředek, který slouží k zjišťování dané veličiny a jejímu dalšímu zprostředkování za účelem vyhodnocení výsledků výroby. Dle účelu jsou měřidla označována zvláštními jmény nebo obchodními názvy.
 - ❑ Míra – jednoduchý měřicí prostředek, kterým lze přímo a trvale reprodukovat jednu nebo více hodnot měřené veličiny.
 - ❑ Normál – rozměr vzorku – měřidla o známé velikosti (též etalon).
 - ❑ Měřicí přístroj – měřicí prostředek, kterým lze zjišťovat měřenou veličinu ve zvětšené velikosti, případně ji převést transformací na jinou veličinu.
 - ❑ Měřicí souprava – soubor měřících prostředků, seskupených pro daný účel.
 - ❑ Měřicí člen – činná část měřidla se samostatnou funkcí. Soustava měřících členů tvoří měřicí řetězce nebo okruh.
 - ❑ Snímač – samostatný člen, určený ke snímání měřené veličiny (čidlo nebo dotek, převodník, výstupní člen).

Měřidlo

- Přesnost měřícího přístroje – schopnost měřícího prostředku dávat údaje, shodné se skutečnou hodnotou měřené veličiny. Určuje stupeň přiblížení skutečných hodnot k hodnotám požadovaným. Přístroj je tedy charakterizován chybou, která je buď kladná nebo záporná. Obvykle se tato chyba přístroje určuje odchylkou, vyjádřenou v procentech z rozsahu měření nebo z hodnoty měřeného rozměru.
- Přesnost ukazovací části měřidla – rozdíl údajů mezi hodnotou na stupnici a hodnotou skutečnou.
- Spolehlivost měřícího prostředku – je jeho vlastnost, která ukazuje pravděpodobnost správné funkce v mezích dané přesnosti, v daném časovém údobí za stanovených podmínek.
- Stabilita měřícího prostředku – schopnost zachovávat požadované metrologické vlastnosti po určitou dobu jako konstantní.
- Životnost měřícího prostředku – trvanlivost měřícího prostředku.
- Citlivost měřícího prostředku – podíl změny výstupního signálu měřícího přístroje a odpovídající změny vstupního signálu. Fyzikální rozměr citlivosti u výchylkových přístrojů je podíl délky vyjádřené v mm a rozměru měřené veličiny tj.

$[C] = \text{mm}/[A]$ kde, $[C]$ – fyzikální rozměr citlivosti
(podíl posunutí ukazatele na stupnici),
 $[A]$ – fyzikální rozměr měřené veličiny.

U digitálních přístrojů se vyjadřuje změna údaje vyvolaná požadovanou změnou měřené veličiny počtem číslicových kroků, odpovídajících této změně, tedy číslem bezrozměrným.

$$[C] = 1/[A]$$

Citlivost závisí na: principu měření, konstrukčním a dílenském provedení měřidla, stavu měřidla, zvětšení (je dáno velikostí výchylky ukazatele v důsledku změny polohy doteku přístroje).

Podle způsobu vyjádření měřené veličiny se dělí měřicí přístroje na:

- ❑ **Analogový přístroj** – sleduje měřenou veličinu plynule a průběh jejího údaje v závislosti na čase je obdobný (analogický) průběhu veličiny.
- ❑ **Digitální přístroj** – vytváří signál pomocí stejně velkých jednotek, tzv. digitů, na jaké se dá rozdělit hodnota měřené veličiny. Jeden krok odpovídá nejmenší změně měřené veličiny, kterou je schopen přístroj zaznamenat. Údaj přístroje se nemění plynule, ale vzniká po zmíněných krocích, tj. přetržitě, a to jako součet všech kroků, počínaje nulovou hodnotou, až do počtu odpovídajícího hodnotě měřené veličiny v okamžiku měření. Digitální údaj měřené veličiny se ponejvíce vyjadřuje skupinou číslic. rozlišitelnost přístroje je totožná s hodnotou jednoho digitu.

Měřidlo se posílá k ověřování když: vypršela lhůta ověření, nastala porucha měřidla, byla poškozena značka, případně plomba, nastalo viditelné poškození měřidla, jsou pochybnosti o správnosti údajů měřidla.

Měřicí metody

- Měřicí metoda – stanovený způsob porovnávání hodnot kontrolovaných veličin (výrobku a měřidla).
- Metody statické nebo dynamické, přímé nebo nepřímé, kombinační, komparační, diferenční a to vždy dílčí nebo komplexní.
- Vlastní měření probíhá jako dotykové nebo bezdotykové.

Chyby při měření

- Zjištěné výsledky měření nejsou nikdy absolutně přesné a ani měření opakovaná za stejných podmínek nejsou shodná – naměřené hodnoty se navzájem liší. Nepřesnosti vznikají nedokonalostmi měřicí metody, měřidla, měřící osoby a vlivem prostředí, ve kterém se měření provádí.
- Zjištěný rozdíl mezi hodnotou naměřenou a hodnotou skutečnou je nazýván chybou měření. Tato se udává buď v jednotkách měřené velikosti, nebo jako relativní, příp. procentní chyba.
- Relativní chybu vyjádříme vztahem (je možné vyjádřit v %)

$$\Delta_r = \frac{x_m - x_p}{x_p} \quad x_m - \text{změřená hodnota měřené veličiny,}$$

x_p - je (konvenčně) pravá hodnota měřené veličiny.

- ❑ **Chyby hrubé** – jsou zpravidla velké a velmi rozdílné v naměřených hodnotách. Při zpracování výsledků měření je ihned vylučujeme. Příčiny bývají v omylech práce kontrolora, závadách měřidel i nesprávnostech měřících metod.
- ❑ **Chyby systematické** – jsou vyvolány vlivy, trvale působícími při měření. Mají vždy stejnou velikost a smysl. Pro každý aplikovaný případ lze stanovit jejich hodnotu, jsou tedy chybami ovladatelnými.

Příčiny výskytu chyb: měřidlo a měřicí metoda, osoba kontrolora, prostředí a podmínky měření. Např. chyba v milimetrovém dělení měřítka, změna skutečného rozměru základních měrek vlivem opotřebení, poškození, nebo stárnutí apod. (chyba v osobě kontrolora, chyby prostředí);

Odstranění chyb – důkladná revize celého měření, nebo proměřením dílce jinou metodou, případně výpočtem.

- ❑ **Chyby náhodné** – chyby, jejichž hodnota i smysl (kladný nebo záporný) se mění nepředvídaným způsobem. Opakovaným měřením za stejných podmínek nedostáváme stejné výsledky. Rozdíl je způsobován proměnlivými vlivy, jež se nedají jednoznačně určit nebo vyloučit. Charakter těchto vlivů je kolísavý. Náhodné chyby mění svou velikost i smysl – rozptýl měření (řídí se zákonitostí – normální Gaussův zákon rozdělení).

Úkoly výrobní kontroly

- Provádí se kontrola celého výrobního procesu (tak, jak bylo uvedeno výše) – prvního kusu, mezioperační kontrolu, konečnou kontrolu, kontrola dodržování technologického postupu atd. Přejímají se výrobky, které odpovídají předepsanému technologickému postupu a podmínkám. Kontrola o své činnosti vede předepsanou dokumentaci a obzvlášť pečlivě veškerou evidenci o změnách, výrobcích a zmetcích.
- Vlastní kontrola ve firmě bývá organizována:
 - ❑ Kontrola je oddělena od mechanických provozů a kontroluje práci několika dílen;
 - ❑ Kontrola je oddělena od dílen, jako v prvním případě, ale první kusy přejímá dílenský kontrolor přímo v provozech;
 - ❑ Kontrola je organizována v každé dílně;
Způsob organizace kontroly se vždy přizpůsobuje druhu výroby a jejím možnostem.

Použitá literatura

- TESÁŘÍK, O. Řízení jakosti a metrologie , část „Strojírenská metrologie“. Brno : VUT Brno, 1981. 102 s.
- ČECH, J., PERNIKÁŘ, J., PODANÝ, K. Strojírenská metrologie I. 5. vydání. Brno : Akademické nakladatelství CERM, 2009. 183 s. ISBN 978-80-214-4010-4.