

# **Interface délkových a hmotnostních měřidel do informačního systému pro podporu kvality**

Interface gauge (length and weight) to information system  
for quality support

Martin Švec

---

Bakalářská práce  
2010

 Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta aplikované informatiky

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta aplikované informatiky

akademický rok: 2009/2010

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Martin ŠVEC**  
Osobní číslo: **A06569**  
Studijní program: **B 3902 Inženýrská informatika**  
Studijní obor: **Informační a řídicí technologie**

Téma práce: **Interface délkových a hmotnostních měřidel do  
informačního systému pro podporu kvality**

Zásady pro vypracování:

1. Rešerše informačních systémů pro podporu jakosti.
2. Popis funkce měřidel, jejich výstupy a návrh interface.
3. Analýza cílů a přínosů online načítání.
4. Implementace konkrétního měřidla – návrh a realizace interface.
5. Analýza chyby měření ve vztahu ručního měření a chyby měření při načítání dat pomocí interface.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

1. CHUDÝ,V. a kol.Meranie technických veličin. Bratislava: STU, 1999. ISBN 80-227-1275-2
2. DYER, S., A. Survey of instrumentation and measurement. John Wiley and Sons, 2001, s. 1096. ISBN 0-471-39484-X
3. HRUŠKA,F. Technické prostředky informatiky a automatizace. Učební texty. 1.vyd. Zlín: UTB ve Zlíně, duben 2007, s.193. ISBN 978-80-7318-535-0
4. Altmann W. Practical Process Control for Engineers and Technicians. ELSEVIER, 2006, s. 290, ISBN 978-0-7506-6400-4
5. Tumanski, S. Principles of electrical measurement. Taylor &Francis, Boca Raton, s. 472, ISBN 0-7503-1038-3

Vedoucí bakalářské práce:

doc. Ing. František Hruška, Ph.D.  
Ústav elektroniky a měření

Datum zadání bakalářské práce:

5. března 2010

Termín odevzdání bakalářské práce:

1. června 2010

Ve Zlíně dne 5. března 2010

  
prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.  
děkan



  
doc. Ing. Ivan Zelinka, Ph.D.  
ředitel ústavu

## **ABSTRAKT**

Tato práce se zabývá seznámením s počítačovým systémem podpory kvality a jeho implementací. Následně seznámení s měřidly hmotnosti a délky a realizací interface online přenosu naměřených hodnot z těchto měřidel do systému počítačové podpory kvality.

Klíčová slova:

Jakost, Interface, Měřidla

## **ABSTRACT**

The aim of this publication is introduce software CAQ (Computer aided quality) and his implementation. Consequently introduction by gauge of weight and length and implementation on-line interface measuring result to CAQ software.

Keywords:

Jakost, Interface, Gauges

Poděkování:

Předem bych chtěl poděkovat společnosti Kovárně VIVA a.s. za přístupy do všech prostor společnosti a poskytnutí dokumentace a technických zařízení pro zpracování této bakalářské práce. Děkuji všem pracovníkům Kovárny VIVA, kteří mě ve svém volném čase pomáhali s měřením produktů jako zdroj pro tuto analýzu a samozřejmě nemůžu opomenout poděkovat panu doc. Ing. Františku Hruškovi, Ph.D za jeho pomoc a vedení mé práce.

**Prohlašuji, že**

- beru na vědomí, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

**Prohlašuji,**

- že jsem na bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně

.....  
podpis diplomanta

**OBSAH**

<b>ÚVOD</b> .....	<b>9</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>10</b>
<b>1 REŠERŠE INFORMAČNÍCH SYSTÉMŮ PRO PODPORU JAKOSTI</b> .....	<b>11</b>
1.1 JAKOST.....	11
1.2 CÍL ZAVÁDĚNÍ POČÍTAČOVÉ PODPORY JAKOSTI.....	12
1.3 VARIANTY ŘEŠENÍ POČÍTAČOVÉ PODPORY JAKOSTI.....	13
1.4 DŮVOD ZAVÁDĚNÍ POČÍTAČOVÉ PODPORY JAKOSTI VE SPOLEČNOSTI KOVÁRNA VIVA A. S. ....	14
1.5 KOVÁRNA VIVA A VÝBĚR ŘEŠENÍ POČÍTAČOVÉ PODPORY JAKOSTI.....	15
1.6 POPIS SYSTÉMU RQM OD PICKERT AND PARTNER.....	16
1.6.1 Společnost Pickert and partner.....	16
1.6.2 Kontrola, hardware a mobilní řešení Standardní PC:.....	17
1.7 ROZHRANÍ NA ERP SYSTÉMY.....	18
1.8 MODULY RQM.....	18
1.9 PŘÍNOSY A ZHODNOCENÍ ZAVEDENÍ RQM V KOVÁRNĚ VIVA.....	20
<b>2 POPIS A FUNKCE MĚŘIDEL, JEJICH VÝSTUPY A NÁVRH INTERFACE</b> .....	<b>21</b>
2.1 POPIS A FUNKCE MĚŘIDEL.....	21
2.1.1 Měření a měřidla délky.....	21
2.1.2 Měření a měřidla hmotnosti.....	23
2.1.2.1 Tenzometrické snímače.....	23
2.1.2.2 Indukční snímače.....	24
2.1.2.3 Magnetoizotropní snímače.....	25
2.2 VÝSTUPY MĚŘIDEL.....	25
2.3 NÁVRH INTERFACE MĚŘENÍ HMOTNOSTI.....	26
<b>II PRAKTICKÁ ČÁST</b> .....	<b>27</b>
<b>3 ANALÝZA CÍLŮ A PŘÍNOSŮ ONLINE NAČÍTÁNÍ</b> .....	<b>28</b>
<b>4 IMPLEMENTACE MĚŘIDLA PRO MĚŘENÍ HMOTNOSTI</b> .....	<b>30</b>
4.1 POPIS SOUČÁSTÍ INTERFACE.....	30
4.2 NÁVRH INTERFACE.....	32
4.3 REALIZACE PRACOVÍŠTĚ PRO ONLINE NAČÍTÁNÍ.....	32
<b>5 ANALÝZA CHYBY MĚŘENÍ VE VZTAHU RUČNÍHO MĚŘENÍ A CHYBY MĚŘENÍ PŘI NAČÍTÁNÍ DAT POMOCÍ INTERFACE</b> .....	<b>34</b>
5.1 SYSTÉM MĚŘENÍ.....	34
5.2 VARIABILITA.....	34
5.3 PŘESNOST MĚŘIDLA NEBO STRANNOST, PŘÍPADNĚ ÚCHYLKA MĚŘIDLA.....	35
5.4 OPAKOVATELNOST.....	35
5.5 REPRODUKOVATELNOST.....	36
5.6 OPAKOVATELNOST A REPRODUKOVATELNOST.....	36
<b>ZÁVĚR</b> .....	<b>38</b>
<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY</b> .....	<b>39</b>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK .....	40
SEZNAM OBRÁZKŮ .....	41
SEZNAM PŘÍLOH.....	42



## Úvod

Pojem jakost lze vyjádřit mnoha různými definicemi. Někdo chápe jakost jako vyhovění všem požadavkům a přáním zákazníka, jiný zase jako výrobek nebo službu bez vady, další člověk jako moderní výrobek s mnoha novými funkcemi a atraktivním designem. Vaše definice by byla jistě také jiná. O jakost byl zájem již v dobách dávno minulých a dokonce již Aristotelovi je přisuzována nejstarší definice tohoto pojmu.

Snad asi nejužívanější definice byly a jsou podle norem ISO řady 9000. Podle v současné době platné normy ČSN EN ISO 9000:2000 je jakost, jejímž synonymem v českém jazyce je slovo kvalita, definována jako je stupeň splnění požadavků souborem inherentních znaků. K této definici jsou v uvedené normě i dvě poznámky. První vysvětluje možnost rozvoje tohoto pojmu s přívlastky, jako například špatná, dobrá nebo vynikající, a v druhé poznámce je vysvětleno slovo "inherentní" jako protiklad slova "přirazený" znamenající existující v něčem, zejména jako trvalý znak.

S pojmem jakosti je velmi úzce svázán pojem systém jakosti, který pojem jakosti dále rozvíjí a je velmi výstižně definován již zmíněnou normou ČSN EN ISO 9000:2001 jako systém managementu pro nasměrování organizace s ohledem na jakost.<sup>1</sup>

Zákaznické požadavky na udržování a rozvíjení systému jakosti se stává podstatně nákladnou a složitou záležitostí, proto se objevují na trhu i informačními systémy zabývající se počítačovou podporou jakosti tzv. CAQ. Tyto systémy se snaží řešit systém jakosti jako celek a zabývat se vlastním získáváním parametrů o produktu, ale také např. analýzou možných vad, správou dokumentace až třeba vlastní řízení personalistiky.

Nejdůležitější částí systému CAQ je vlastní práce s měřidly a převod naměřených hodnot do tohoto systému, praktická část bakalářské práce se zabývá vlastním interfacem mezi měřidly a systémem CAQ a následně analýzu systému měření při současném „ručním“ měření a novému systému s online měřidly.

---

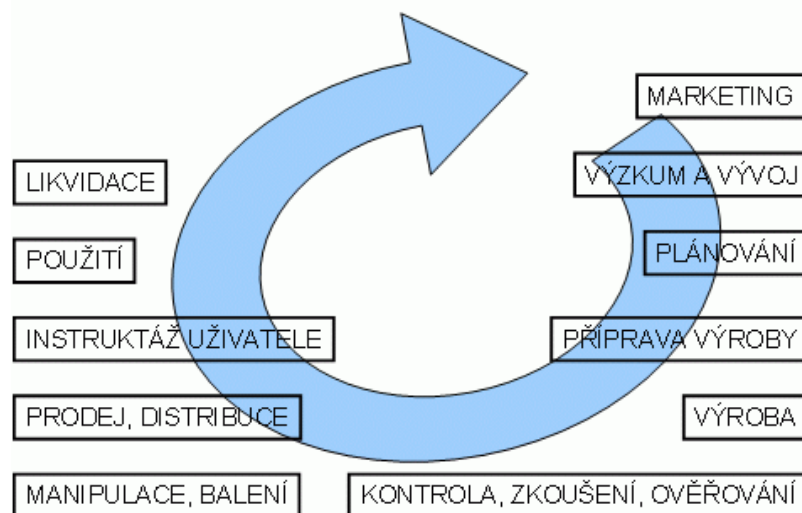
<sup>1</sup> LÉVAY, R. IKVALITA.CZ. [on line]. Dostupné z: < <http://www.ikvalita.cz/tools.php?ID=76> > [cit. 31.5.2010].

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

# 1 REŠERŠE INFORMAČNÍCH SYSTÉMŮ PRO PODPORU JAKOSTI

## 1.1 Jakost

Kvalita nebo novější pojem „jakost“ je základní kategorie filosofie, které popisuje již v dávném Řecku filosof Aristoteles. Filosofové rozdělují kvalitu na podstatné „týkající se určité věci“ a nahodilé „vznikající teprve „při vnímání“. Věda se snaží domnělé kvality nahradit měřitelnými veličinami. Jedna z prvních kde se to podařilo, byl hmotnost (váha), vyjadřující se pomocí váhových jednotek a závaží. V průběhu vývoje se přidali teplota, tvrdost, výška tonu. Tyto parametry se dají měřit a vyjádřit čísly a stávají se kvantitami. Pojem kvality se pak přenesl do života především v oblasti obchodu a marketingu.



Obrázek 1-Spirála jakosti

V současné době to znamená ocenění výrobku, produktu nebo služby s tím, že se začal používat pojem „kvalitní“ produkt. V moderním řízení výroby je aplikován stále častěji systém řízení jakosti. Tímto systémem je míněno nejen průběžná kontrola výrobků, ale především analýza a zjišťování nedostatků a vylepšování výrobků a procesů. Určitě dnes již každý zná certifikace jakosti dle ISO 9001 eventuelně TS 16949. Certifikace jakosti dnes již dávno není výsadou firem dodávajícím do automobilového průmyslu. Dnes má certifikát ISO 9001 stále více firem od stavebnictví po soukromé lékařské kliniky a bohužel mnohdy není tento certifikát zárukou kvalitního zboží. Ale spousta technických

ředitelů jsou si v dnešní době vědomy, že tyto certifikáty jsou často vstupními vrátky pro budoucí možný obchod. Nicméně Pro větší firmu už rostou náklady na udržování systému jakosti. Zatěžující je udržování dokumentů, vytváření záznamů o měření jejich vyhodnocování. Proto se v dnešní době začínají objevovat ucelené informační systémy pro podporu jakosti.

## 1.2 Cíl zavádění počítačové podpory jakosti

System pokrývá všechny oblasti řízení kvality a to od sběru dat a provázanosti s měřicími přístroji, až po vyhodnocování dat a analýzy možných problémů. System musí bezezbytku pokrývat následující oblasti:

- ✓ Plánování jakosti
  - kontrolní plány, FMEA (analýza rizik)
  - metodiky vzorkování dílů (PPAP, možnost zadání zák. požadavků)
  - hodnocení způsobilosti zařízení
  - analýzy systému měření
  - katalog vad - „Rodný list výrobku“ - záznamy o historii dílu, předchozích problémech, řešení předchozích neshod,
- ✓ Vstupní kontrola
  - předpisy pro vstupní kontrolu (materiálů + kooperací),
  - záznamy, regulace procesů,
  - automatická vazba na hodnocení dodavatelů,
  - automatická vazba na „Rodný list výrobku“ resp. katalog vad.
- ✓ Provozní kontrola
  - kontrolní postupy pro mezioperační kontrolu
  - statistická regulace procesu (automatické vyhodnocení procesu výroby)
  - automatický sběr dat z procesu výroby - vazba na uvolnění náradí do opakované výroby
  - informace při nedodržení parametrů nebo regulace procesu do IS
- ✓ Výstupní kontrola
  - vyhodnocení vad
  - automatické vystavení dokumentace - kontrolní protokoly, atesty, certifikáty... na základě informací ze systému

- ✓ Řešení neshod
  - Vnitřní neshody - forma pro řešení neshod - tzn. vizualizace, stanovení příčiny, nápravné opatření, odpovědnosti, termíny
  - Externí neshody - reklamace - 8D reporty pro řešení reklamací
  - Propojení softwaru s IS a automatické blokáce výrobní dávky do vyřešení problému
  - Na základě zjištění neshody automatické vystavení „STOP“ karty, resp. paletové průvodky
  - Automatické „Chybové hlášení“ při nedodržení parametru
  - Vyhodnocení zmetkovitosti + nákladů na neshody
- ✓ Hodnocení + výběr dodavatelů
- ✓ Evidence měřidel + kalibrace
- ✓ Evidence + řešení „ZMĚN“

Všeobecně je nutné, aby systém byl uživatelsky přívětivý jak z pohledu snadného a rychlého přístupu k informacím, tak z pohledu přehlednosti a srozumitelnosti pro obsluhu. Nejlépe pokud je ovládání a uživatelské rozhraní kompatibilní s MS Windows a plně provázatelné s kancelářskými aplikacemi MS Office. Z hlediska minimalizace roztříštěnosti dat je nutné, aby všechny data byla získávána ze systému. - minimalizace tabulek vytvořených v MS Excel.

Z hlediska technologického je podmínkou, aby systém využíval databázové aplikace MS SQL 2005 a vyšší.

### 1.3 Varianty řešení počítačové podpory jakosti

Počítačové systémy podpory kvality se vyskytují na trhu v několika variantách. Většinou je to z důvodu finančních a funkčních. Jako nejčastější je software ve formě balíku, který se snaží řešit všechny části systému řízení jakosti a zajistit maximální komfort a funkčnost všech zákaznických požadavků. Mimo tyto tzv. balíkové programy se prodávají konkrétné moduly řešící určitou oblast řízení jakosti. Jsou to například funkční systému pro vyhodnocování a regulaci procesu, řešení reklamací, auditů personální politiky nebo pro různé analýzy např. analýza možná vad vzniklých v procesu výroby. Na trhu ve střední Evropě se těchto systém nevyskytuje příliš mnoho, Určitě v České republice je největší dodavatel společnost PALSTAT, který řadí svůj produkt PALSTAT CAQ mezi balíkové verze počítačové podpory jakosti. Svůj systém postavili na požadavcích norma

ČSN EN ISO 9001 a požadavků automobilového průmyslu VDA a ISO/TS 16949. Jedním z hlavních uživatelů je Škoda – Auto a.s. Mladá Boleslav. Dalším přímým konkurentem je německá společnost Pickert and Partner, která má spoustu aplikací po celém světě mimo jiné jsou to automobilky Mercedes a v dnešní době se snaží uchytit na českém trhu s česky lokalizovanou verzí. Mimo tyto balíkové se na českém trhu vyskytují např. systémy STATISTIKA od společnosti StatSoft s produkty řešící: analýzu procesů, navrhování experimentů a statistické řízení procesů. Nebo např. produkt Q-das zabývající se již jenom statistickou způsobilostí procesu. Tyto nebalíkové systémy jsou vhodné pro menší firmy, které zvládnou samotný systém uřídit bez počítačové podpory a potřebují jen např. online zaznamenávat naměřené hodnoty a vyhodnocovat z nich způsobilosti. Eventuelně tyto hodnoty prezentovat zákazníkům při auditech.

#### **1.4 Důvod zavádění počítačové podpory jakosti ve společnosti Kovárna VIVA a. s.**

Ve společnosti jsou v současné době používány různorodé aplikace pro zpracování dat vyplývajících z řízení procesu:

- ✓ Ke správě dat slouží souborový systém.
- ✓ Pro plánování jakosti slouží tabulky MS Excel navzájem provázané
- ✓ Neexistuje žádná provázanost s měřicími zařízeními
- ✓ Veškerá vyhodnocení se provádí na základě složitě definovaných provázaností dat v tabulkách MS Excel.
- ✓ Neexistuje sofistikovaný systém workflow a řízení přístupu k jednotlivým dokumentům
- ✓ Neexistují přesně definované postupy pro evidenci a řízení neshod (vystavování „stop karet“, nápravná opatření, apod.)
- ✓ Pro správu měřidel se taktéž používá tabulka MS Excel

Stávající systémy jsou zastaralé a práce s daty vede k chybovosti uživatelů. V současné době máme jen omezené možnosti vyhodnocování získaných dat a práce s nimi. Rovněž chybí jakékoli propojení na současné aplikace jako je ERP systém Abas.

## 1.5 Kovárna VIVA a výběr řešení počítačové podpory jakosti

Historie společnosti jako kovárny sahají do roku 1932, kde kovárna patřila do firmy Baťa. Při privatizaci v 90 letech bylo v roce 1992 založeno společnost Kovárna VIVA spol s.r.o. Společnost měla asi 20 zaměstnanců a postupně se během 15 let vyvinula v moderní fungující kovárnu o počtu asi 200 zaměstnanců. O této velikosti byla společnost postavena před otázkou, jak uřídit výrobu při tak velkém počtu vyráběných produktů a zvládnou požadovanou kvalitu těch největších automobilek na světě. V roce 2008 bylo učiněno rozhodnutí implementovat počítačový systém pro podporu kvality. Bylo realizováno výběrové řízení, kterého se účastnili společnosti Pickert and Partner a společnost Palstat. Bohužel jsou to jediné dodavatele systému s českou lokalizací, který byl podmínkou výběrového řízení. Bylo to z důvodu nutnosti obsluhovat systém přímo výrobními dělníky bez jazykového vzdělání. Vítězem výběrového řízení se stala společnost Pickert and partner z následujících důvodů:

Systém PALSTAT neumožňoval žádnou standardizaci na podmínky VIVA, byl to tzv. „krabicový“ systém, jehož úprava byla možná jednou za rok a musela vyhovovat všem uživatelům. Což bylo pro kovárenský provoz těžce přijatelné, poněvadž kovárenské procesy jsou svým způsobem odlišné.



Obrázek 2 – Logo Pickert and Partner

Kovárna VIVA se má ve svých provozech následující oblasti v kterých se má aplikovat počítačové řízení jakosti. Vstupní přejímka materiálu, následuje operace dělení vstupního materiálu, vlastní operace kování a následující dokončovací operace jako jsou tepelné zpracování, tryskání, kalibrace a výstupní kontrola. V těchto výrobních procesech má být řešeno uvolňování a průběžná kontrola produktu, probíhající těmito procesy.

V implementaci celého systému jsou zvažované následující kroky:

**Vstupní přejímka:**

- Atributní měření průměru a délky vstupního polotovaru
- Variabilní měření: kontrola koroze, povrchové vady, kompletnost dokumentace

**Dělení materiálu:**

- Atributní měření: hmotnost, průměr, délka, úhel řezu
- Variabilní: jakost řezných ploch, kompletnost dokumentace

**Kování:**

- Atributivní: Rozměry dle výkresu
- Variabilní: povrchové vady, přeložky, kompletnost dokumentace

**Tepelné zpracování:**

- Atributní: tvrdost, pevnost
- Variabilní: kompletnost dokumentace

**Kalibrace:**

- Atributní: kalibrovaný rozměr dle specifikace
- Variabilní: kompletnost dokumentace

**Výstupní kontrola:**

- Atributní: měřený rozměr dle specifikace
- Variabilní: kompletnost dokumentace, kontrola vizuálních vad

## **1.6 Popis systému RQM od Pickert and partner**

### **1.6.1 Společnost Pickert and partner**

Společnost Pickert and Partner byla založena v roce 1981, vývojem počítačového systému se dnes zabývá přes 17 vývojových pracovníků. Software je aplikován na ve společnostech disponující sériovou i zakázkovou výrobou a mnohdy jen servisem a montáží. Expanze RQM je ve více než 20 zemích s více 250 zákaznických instalací. Jako největšími zákazníky jsou Mercedes, SKF, Autokabel a Westfalia.



### 1.6.2 Kontrola, hardware a mobilní řešení Standardní PC:

Může být použito standardní PC, u kterého odpadá nutnost použití klávesnice při využití „touchscreen“ řešení. Pro případ mastného prostředí je možnost použití speciální industriální PC.



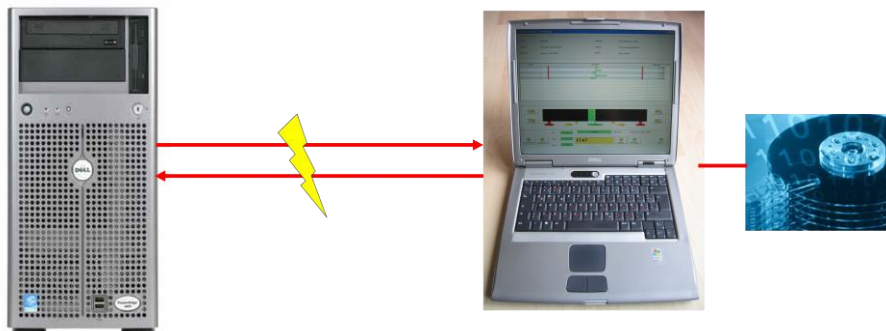
Obrázek 3 - Industriální PC

### Tablet – PC

Pro mobilní řešení a komfort celé obrazovky je možnost použít tzv. Tablet pc. Rozhraní je standardní Windows, připojení k systému je realizováno pomocí WLAN. Připojení měřidel přes obvyklý multiplexor nebo USB/sériové rozhraní. Cena konfigurace se pohybuje okolo 45 000 Kč.

### Autonomní volba

Ideální pro mobilní kontrolu, požadavky na kontrolu se nahrají na zařízení Laptop, PDA atd., vykonají se příslušné kontroly, jakmile je síťové připojení dostupné nahrají se data zpátky na server. Ideální řešení kontroly u dodavatele. Nevýhoda tohoto systému je především investice navíc do licence autonomní volby a nutnost lokální databáze.



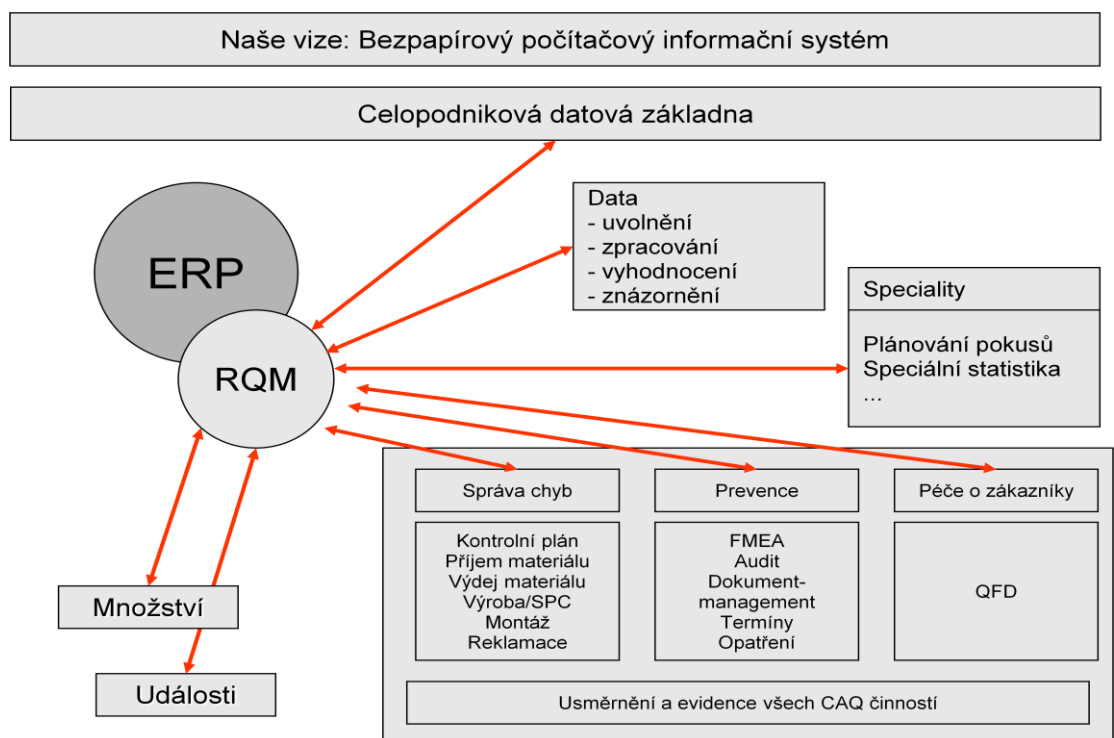
Obrázek 4 – Autonomní volba

## PDA

Jendo z dalších možných mobilních řešení měření v procesu výroby. Pracuje na operačním systému Windows CE, který zajišťuje plnou kompatibilitu. Řešení s PDA, bohužel přináší zredukování rozsahu funkcí. Připojení měřidel pomocí technologie Bluetooth.

## 1.7 Rozhraní na ERP systémy

RQM nabízí připojení ke všem známým ERP systémům. Data se vyměňují přes Java-program, který může běžet na serveru. Proto není zapotřebí žádný dodatečný hardware nebo PC pro výměnu dat. Systém komunikuje přes transparentní databázové tabulky. Z tohoto důvodu je uvolnění dat bezpečné. Změna datové struktury na některém ze zúčastněných systémů proto taky nezpůsobí žádný problém.



Obrázek 5 – Rozhraní RQM

## 1.8 Moduly RQM

Systém se skládá ze 17 modulů, z toho Kovárna VIVA využívá asi 10 modulů, hlavní důvodů využívání tohoto počtu modulů je finanční náročnost projektu a nepotřebnost určitých modulů, poněvadž jsou některé procesy implementovány v současných software Kovárny VIVA.

WE – Vstupní přejímka materiálu: specifický modul pro kontrolu a uvolňování přichozího materiálu

EMP – Vzorkování (PPAP) – proces kompletní zpracování vzorkovací zprávy od měření a vizualizaci zákazníkovi

SPC – statistická regulace procesu – regulace a záznam způsobilosti procesu

RM – Reklamace - kompletní řízení reklamací – vystavování reportů zákazníkům

PM – Měřidla – kompletní evidence měřidel, sledování kalibrace a jejich užití ve výrobě

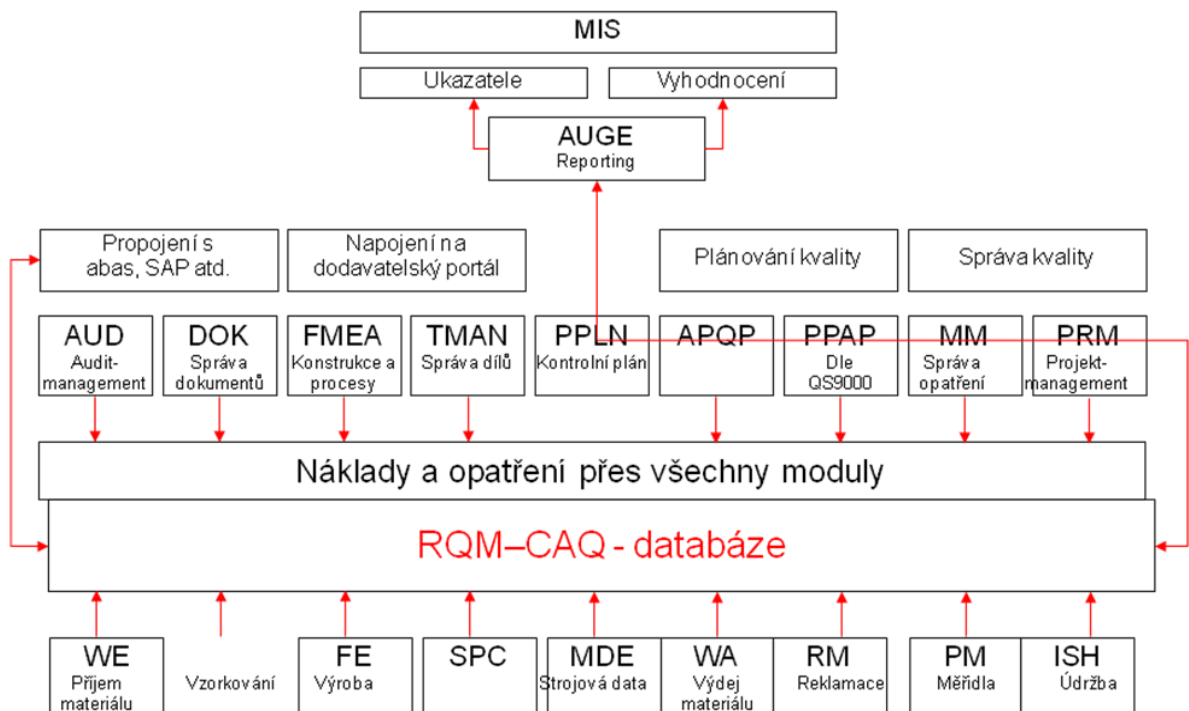
AUD – Audit – plánování reportování auditů procesu a výrobku

FMEA – Analýza možných vad s propojení s úkoly a APQP řízením

PPLN – Kontrolní plánování celého systému

APQP – Řízení projektů metodou APQP

MM – správa opatření



Obrázek 6 – Moduly RQM

## 1.9 Přínosy a zhodnocení zavedení RQM v kovárně VIVA

- Snížení interní zmetkovitosti:
  - o Současný stav je 1,5 %
  - o **Cílový stav 1,2%**
  - o Úspora 0,3% za rok znamená celkovou částku cca **0,9mil.Kč**
- Úspora personálních nákladů
  - o Současný stav je 6 lidí
  - o **Cílový stav jsou 4 lidi**
  - o Úspora 2 lidí ročně je cca **480 000,- Kč**
- Snížení externí zmetkovitosti(reklamace)
  - o Současný stav je 1 mil. Kč
  - o **Cílový stav je 800 000,- Kč**
  - o Roční úspora je cca **200 000,- Kč**

Celková předpokládaná roční úspora je cca **1 580 000,- Kč**. Při předpokládané ceně 2 300 000,- by měla být **návratnost projektu cca 2 roky**.

### Výsledné přínosy zavedení systému:

- Sledování a monitoring akcí – všechna opatření jsou přesně definována, jsou kompletní a včas
- Rychlejší rozpoznání zdrojů vad – schopnost rychlé identifikace/rozpoznání vad díky historické databázi již vzniklých dat
- Integrace s ERP ABAS – zajištění provázanosti tak, aby se informace zadávali pouze na jednom místě a systémy se navzájem podporovaly
- Odstranění redundance dat v oblasti řízení kvality – FMEA, kontrolní plány a výsledky měření jsou na jednom místě
- Bezpapírová dokumentace v provozu – odstranění papírových dokladů v provozu
- Zvýšení kvality dat – odstranění „lidové tvořivosti“ v dokumentech a procesech souvisejících s managementem kvality
- Zvýšení spokojenosti zákazníků
- Dohledatelnost veškerých dat – zvýšení schopnosti dohledat veškerá související data
- Odstranění chybovosti při zadávání dat – použitím měřidel napojených do systému zajistit odstranění chybně zadaných dat

## 2 POPIS A FUNKCE MĚŘIDEL, JEJICH VÝSTUPY A NÁVRH INTERFACE

Po seznámení se software počítačové podpory kvality a implementaci ve společnosti Kovárna VIVA, představuji již vlastní možnosti přenosu neměřených údajů do počítačového systému.

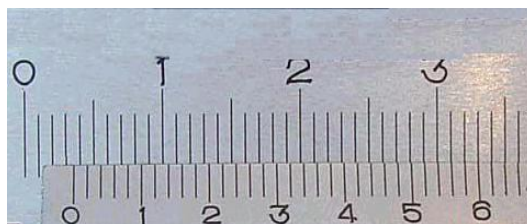
### 2.1 Popis a funkce měřidel

Měřidlo je přístroj nebo nástroj používající ke měření veličin. Rozdělení měřidel:

- a) Nastavitelná: Složí ke změření délky, úhlu využívající nastavitelného pohyblivého zařízení
- b) Pevná: jsou vyráběny s pevnou roztečí rysek např. skládací metr, pásmo
- c) Šablony a kalibry: slouží pro měření porovnáváním, většinou mají tvar měřeného objektu. Nezjišťujeme číselné hodnoty, ale rychlou metodou zjišťujeme rozdíly.

#### 2.1.1 Měření a měřidla délky

Měřidlo pro měření délek. Měřidlo se skládá z 2 částí. Jedna část je pevná se znázorněnou stupnicí. Stupnice je většinou znázorněna v milimetrech a palcích. Druhá část je pohyblivá s tzv. **Vernier** odečítáním. Je to zařízení k jemnějšímu odečítání délek, resp. vzájemné polohy dvou stupnic. Na pohyblivé části je místo prosté rysky stupnice v délce 9 mm, rozdělená na 10 dílků. Každý dílek tak má délku 0,9 (0,95, 0,98) mm a n-tý dílek je oproti milimetrovému dělení posunut o  $n \times 0,1$  (0,05, 0,02) mm. Základní údaj se odečte z pevné stupnice pomocí rysky 0 na jezdcí. Pokud se tato ryska s ryskou základní stupnice přesně nekryje, stačí odečíst, kolikátá ryska na jezdcí se kryje s některou ryskou základní stupnice. Výsledek měření na obrázku (vernier s 50 dílky) je 3,58 mm.



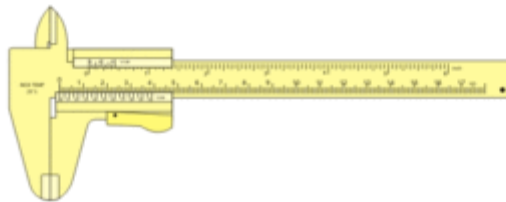
Obrázek 7 – Vernierova stupnice

Měřidlo může mít více druhů čelistí, např.: větší pro měření větších rozměrů, menší s ostrými hroty na měření vnitřních rozměrů na dolním konci bývá výsuvný hloubkoměr pro měření hloubky.

Posuvné měřidla mají většinou přesnost 0,1 mm. Pro přesnější měření se používá mikrometr. U běžných posuvných měřitek lze měřit rozměry 0-150, některé měřidla až 300 mm. Vyrábění se i výrobní měřidla do délky až 3 m.

Pro odečítání naměřených údajů je používají 2 typy měřidel:

- a) Analogové: Analogové měřítka používají **Vernier**



Obrázek 8 – Posuvné analogové měřidlo

- b) Digitální: využívající magnetickou stupnici, pomocí níž znázorňuje naměřenou hodnotu na displej nebo předává informaci na digitální výstup pro další zpracování



Obrázek 9 – Digitální posuvné měřidlo

### 2.1.2 Měření a měřidla hmotnosti

Měřené hmotnosti a síly slouží jednak při vážení a dávkování pevných látek pro technologické procesy, jednak při zjišťování síly působící na předmět nebo působící v materiálu. Požadavky na technické prostředky především při vážení v obchodním styku jsou specifické, protože se jedná o stanovená měření s vysokou třídou přesnosti.<sup>2</sup>

Mimo vyhodnocování hmotnosti lze použít měřidla hmotnosti k mnoha dalším funkcím. Například pro určované ceny nebo stanovení počtu kusů.

Pro vlastní realizaci měřidel se používají měřidla na principu užití:

- a) Tenzometrických snímačů
- b) Indukčních snímačů
- c) Magnetoelastických snímačů

Vlastní elektrické převodníky využívají operační zesilovače a číslicovou mikroelektroniku.

#### 2.1.2.1 *Tenzometrické snímače*

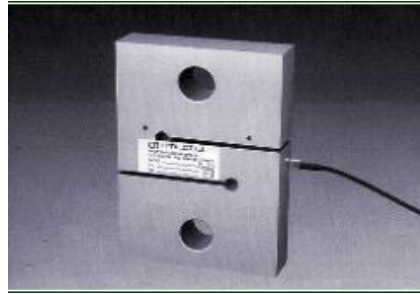
Tenzometr je zařízení sloužící k měření mechanického napětí na povrchu součástky, způsobené jejím mechanickým namáháním. Prakticky jde o měření deformace součástky. Mechanické napětí nelze měnit přímo, ale využívá se přepočtu ze změřené deformace. Původní mechanické tenzometry byly vytlačeny tenzometry elektronickými odporovými a polovodičovými. Jsou to pasivní čidla nalepená na povrchu součástky, která převádějí mechanické prodloužení na změny svého elektrického odporu.

Senzor snímače je tvořen čtveřicí tenzometrů umístěných na deformačním členu. Výrobci měřidel hmotnosti vyrábí tyto tenzometrické snímače dle rozsahu měření a druhu použití. Provedení můžou být např.:

---

<sup>2</sup> HRUŠKA, F. Technické prostředky informatiky a automatizace. Učební texty. 1. vyd. Zlín: UTB ve Zlíně, duben 2007, s.159. ISBN 978-80-7318-535-0

- a) Tenzometr umístěn ve výřezu deformačního členu,



Obrázek 10- Tenzometr

- b) Deformační člen tvořen válcem nebo hranolem s příčným otvorem  
c) Tenzometrický můstek na plášti válcové deformační části  
d) Membránový deformační člen s tenzometrickým snímačem

Tenzometrický snímač většinou obsahuje 4 tenzometry, které tvoří tzv. Wheatsonův můstek. Převodník se skládá z 2 částí, jednak je to napájení snímače a následně vyhodnocovací obvod. Vyhodnocovací obvod se skládá z přesného filtru, usměrňovače a zesilovače.

### **2.1.2.2 Indukční snímače**

Jsou to snímače, které využívají pákový mechanismus, tento mechanismus obsahuje indukční senzor. Senzor se skládá ze dvou sériově zapojených cívek, napájené střídavým napětím. Uprostřed je sekundární cívka, která mění indukčnost podle polohy jádra. Vyhodnocování změn indukčnosti se provádí v zesilovači a usměrňovači napětí.

Příklad použití indukčních snímačů je například pásová váha, která představuje pásový dopravník, na němž je potřeba průběžně vážit zatížení. Tento způsob se využívá např. v dolech.

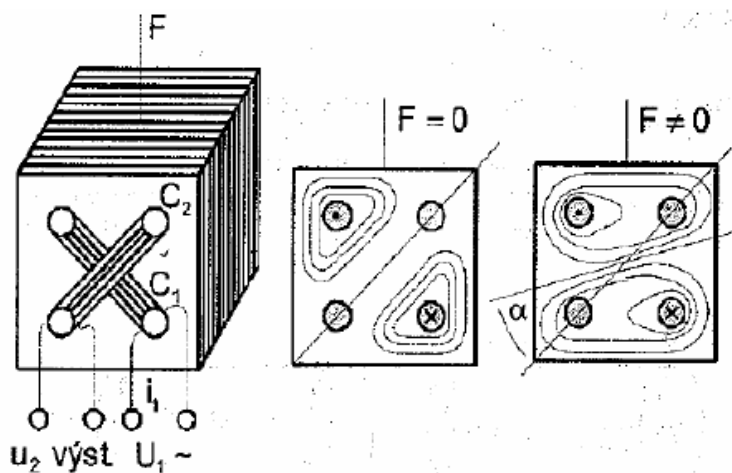


### 2.1.2.3 Magnetoizotropní snímače

Tyto snímače užívají senzor, který při své deformaci mění vlastnosti feromagnetika. Jde o měřicí prvek, který má ve svém jádře navinuty primární a sekundární cívku. Pokud není prvek zatížen, v sekundárním vinutí se indukují minimální napětí. Jakmile zatížíme prvek, změní se vazba mezi cívkami.

Tyto snímače se používají pro měření hmotností velkého rozsahu, uplatňují se především v těžkém průmyslu a ocelárnách.

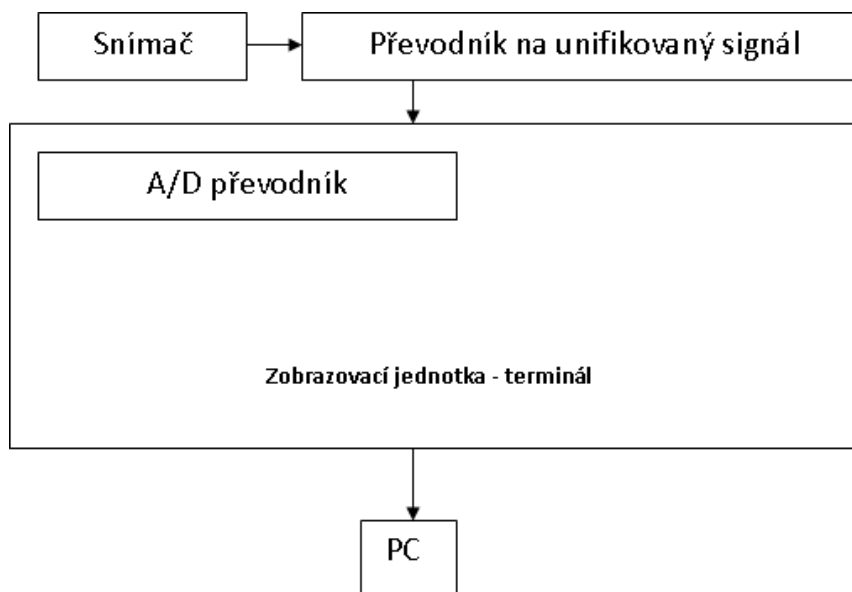
Snímače jsou propojeny s převodníky. Převodník se skládá z napáječe primární cívky a zesilovač změn indukčnosti na unifikovaný signál, který je dále zpracováván.



Obrázek 11 – Magnetoizotropní snímač

## 2.2 Výstupy měřidel

Snímače pro měření hmotnosti bývají většinou vybaveny převodníky, které převádí hodnoty na unifikovaný signál. Tyto signály jsou většinou zesíleny a dále zpracovávány v analogově-digitálních převodnících. A následně jsou tyto již číslicové signály zpracovávány v zobrazovacích jednotkách anebo přes sériové rozhraní přímo výpočetní technikou.



Obrázek 12 – Schéma interface

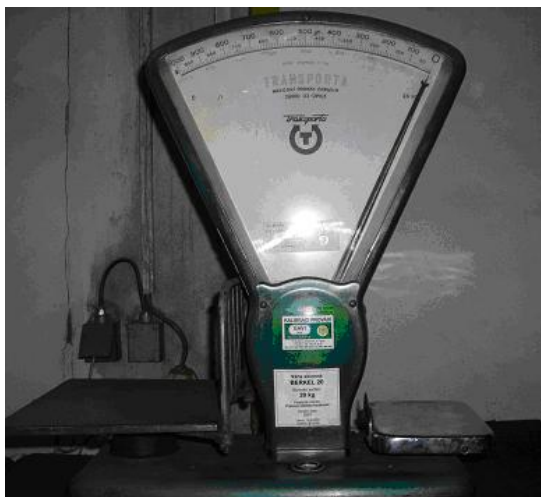
### 2.3 Návrh interface měření hmotnosti

Interface je tvořen váhou s tenzometrickým typem snímačů s rozsahem do 30 kg. Tato váha je vybavena terminálem umožňujícím zobrazovat naměřené hodnoty a možnost výpočtu počtu měřených kusů. Hlavní cíl interface je připojení to počítačového systému a zpracovávání naměřené hodnot v počítačovém systému podpory kvality. Spojení mezi terminálem je realizováno analogovým propojením měřícího můstku, následně je signál převeden v Analogově- digitálnímu převodníku, který je součástí terminálu na číslicovou informaci, která je přes rozhraní převedena na zpracování do PC. Jako rozhraní je možno použít USB nebo přímo ethernet eventuelně bezdrátový přenos.

## **PRAKTICKÁ ČÁST**

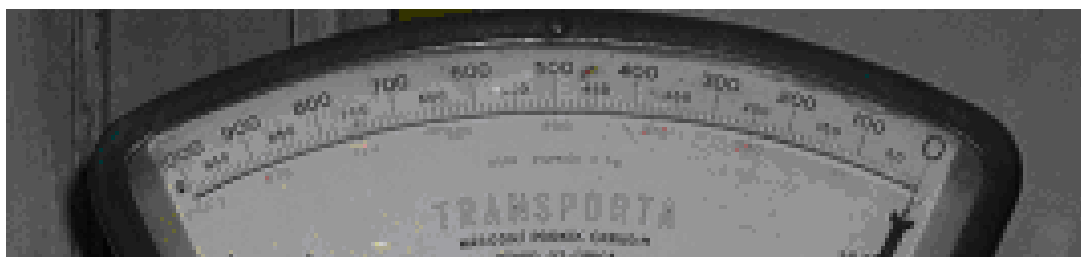
### 3 ANALÝZA CÍLŮ A PŘÍNOSŮ ONLINE NAČÍTÁNÍ

Současný systém vážení polotovarů probíhá na analogových rovnoramenných váhách.



Obrázek 13 – Analogová váha

Postup je takový, že pracovník přijde s měřeným polotovarem, umístí na jednu stranu vah závaží v rozsahu měřeného polotovaru na levou stranu vah měřený polotovar a naměřenou hodnotu získáme součtem použitého závaží a hodnotou, která je odečtena z analogové stupnice rovnoramenné váhy.



Obrázek 14 – Analogová stupnice

Nový systém využívající již elektronický systém s propojením do počítačového systému kvality. Postup měření v novém systému je následující. Nejprve pracovník přijde s měřeným produktem, přiloží výrobní příkaz ke čtečce čárového kódu. Tímto krokem systém načte měřicí zakázku. Pracovník umístí měřený polotovar na váhu a potvrzením klávesy v systému RQM zapíše přímo hodnotu do systému.



Obrázek 15 – Pracoviště pro online měření hmotnosti

Z následujícího postupu pro obě varianty měření vychází následující cíle a přínosy zavedení tohoto nového systému:

- 1) **Odstranění chyby z ručního odečítání naměřené hodnoty z analogové stupnice váhy:** Při analogovém odečtu vstupuje riziko, že pracovník ať už svou chybou nebo možností svého zraku můžou ovlivnit naměřené hodnoty
- 2) Zrychlení vlastní kontroly – efektivní využití času obsluhy zařízení
- 3) Možnost rychleji a efektivněji měřit větší množství polotovarů
- 4) Větší přesnost měřícího zařízení při použití novější elektronické váhy
- 5) Při aplikaci online načítání na posuvné měřítko s mobilním rádiovým modulem možnost měřit přímo u výrobního zařízení a na různých místech výroby
- 6) Hodnoty jsou přenášeny přímo: snížení rizika možné manipulace s hodnotami

## 4 IMPLEMENTACE MĚŘIDLA PRO MĚŘENÍ MOTNOSTI

### 4.1 Popis součástí interface

#### 1) Personální počítač + příslušenství

Personální počítač by měl splňovat základní parametry běžného kancelářského počítače s minimálními požadavky Pentium 4, 500 MB operační paměti 50 GB pevný disk. Nejdůležitější podmínkou je vybavení PC sériovým rozhraním RS232 se kterým komunikuje systém RQM s váhovým terminálem.

#### 2) Váha

Pro interface bude použita váha Mettler toledo PBA430BB. Tato váha je založena na tenzometrickém principu měření.

- Schopnost měřit hodnoty s přesností až 0,001 kg, ale s ověřenou přesností 0,01 kg.
- Minimální hmotnost 0,1 kg
- Maximální hmotnost měřeného předmětu 30 kg
- Analogová data jsou přenášena do terminálu Mettler toledo IND465



Obrázek 16 – Váhový můstek

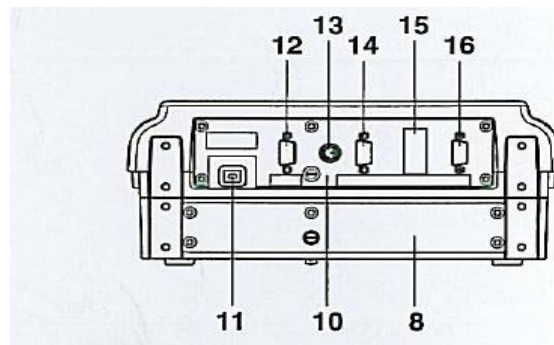
#### 3) Terminál Mettler toledo IND645

Je to terminál dodávaný stejnou společností jako váhy, jsou vyrobeny ze slitiny hliníku a vybaveny konektory pro připojení libovolného vážícího můstku. Doporučená provozní teplota je  $-10^{\circ}\text{C}$  až  $40^{\circ}\text{C}$ . Vlhkost prostředí 15-85%. Terminál je vybaven LC displejem se 7 číslicemi/ 7 segmenty. Je to je plně kompatibilní zařízení umožňující zobrazovat naměřenou hmotnost, přepočítávat danou hmotnost na počet kusů a nejdůležitější je přímý interface přes rozhraní RS232 s jakýmkoli PC vybaveným rozhraním RS 232.

Terminál umožňuje připojit až 3 zařízení komunikující na rozhraní RS 232, a jedno rozhraní pro připojení vážícího můstku, toto spojení je analogové a signál je zpracováván v A/D převodníku obsaženém v terminálu.



Obrázek 17 – Terminál Mettler



Obrázek 18 – vstupy a výstupy terminálu Mettler

Schéma a popis zapojení vstupů a výstupů terminálu:

- 11 – napájecí kabel
- 10 – plombovací šroub pro úřední ověření váhy (volitelný)
- 12 – COM 3 – Sériové rozhraní RS 232
- 14 – COM 2 – Sériové rozhraní RS 232
- 16 – COM 1 – Sériové rozhraní RS 232
- 15 – Analogové připojení váhového můstku
- 13 – Zásuvka PS/2 pro připojení klávesnice nebo čtečky čárového kódu

## 4.2 Návrh interface

Ve společnosti Kovárna VIVA je měřena hmotnost polotovaru v procesu dělení na pilách a nůžkách z kulatin nejčastěji 6 metrové délky. V současné době bylo realizováno toto měření na již zmíněných rovnoramenných váhách, které byly umístěny na běžném pracovním stole v blízkosti všech dělicích zařízení. Zavedením nového systému, vzniká pracoviště vybavené již elektronickými zařízeními. V příloze III je schéma pracoviště pro měření hmotnosti nadělených polotovarů:

Toto pracoviště je vybaveno personálním počítačem s připojením do počítačové sítě a přeinstalovaným systémem RQM a přes sériové rozhraní je přenášena informace o naměřených hodnotách již v digitální podobě z terminálu Mettler toledo IND465. K tomu terminálu je analogově připojena vlastní váha Mettler toledo PBA430BB. Schéma pracoviště viz příloha 3. Na následujícím obrázku je fotografie vlastního připojení terminálu k vážicímu můstku a personálnímu počítači.

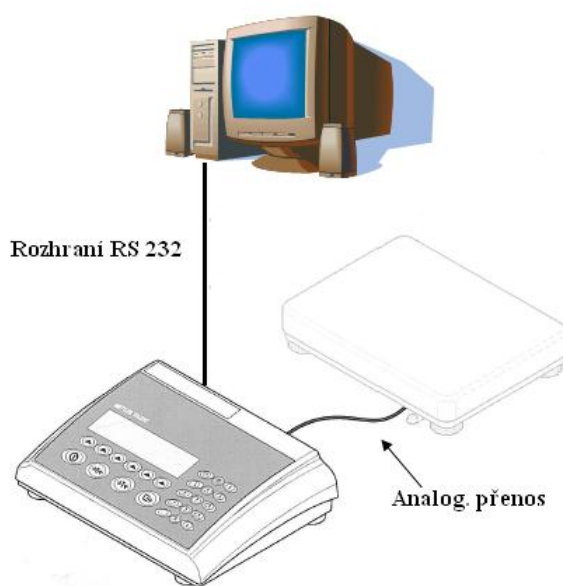


Obrázek 19 – fotografie zapojení terminálu Mettler

## 4.3 Realizace pracoviště pro online načítání

Vzhledem k tomu, že v oblasti výroby dělení polotovaru není připraveno pro přenos signálu do domény VIVA. Musí se nejprve vybudovat spojení kroucenou dvojlínkou z kanceláře mistrů o vzdálenosti 156 metrů. Následně musí být vytvořeno pracovní místo a vybudování měřicího stanoviště s úpravou dle schématu v příloze č. 3.





Obrázek 20 – Schéma zapojení  
měřicího systému

Vzhledem k tomu, že váha a počítač bude umístěn vždy u sebe je použito rozhraní RS232. Hlavní důvody pro toto rozhodnutí byly převážně finanční, terminál je možno doplnit moduly zprostředkující rozhraní USB, RS 485 nebo Ethernet eventuelně bezdrátový přenos. Tyto další rozhraní je možno, kdykoli v budoucnu dokoupit, ale v současné době není potřeba využívat jiné rozhraní jak RS232.

## **5 ANALÝZA CHYBY MĚŘENÍ VE VZTAHU RUČNÍHO MĚŘENÍ A CHYBY MĚŘENÍ PŘI NAČÍTÁNÍ DAT POMOCÍ INTERFACE**

Pro analýzu chyby měření bylo použito metody MSA ( Measurement System Analysis ). Tato metoda, která byla nejprve zavedena v amerických automobilkách Chrysler a Ford. Jedná se o postupy, které hodnotí nejen měřidlo samotné, ale jde o posouzení jakosti celého měřicího systému. Sledované měřidlo se kontroluje v daném časovém okamžiku. Hodnotíme průměry a rozpětí naměřených hodnot. Analýza měřicích systémů se používá k určení zdroje nepřesnosti měřicího systému za účelem jeho vylepšení.

### **5.1 Systém měření**

Skupina měřidel, postupů, operací a dalšího vybavení, pomocí něhož dochází k přiřazení hodnoty požadované měřené charakteristiky. Je to kompletní proces, kterým dochází k získání výsledků měření. V měřicím systému existuje variabilita – to znamená proměnnost, která ovlivňuje jednotlivá měření.

### **5.2 Variabilita**

Zdroje variability jsou:

- Měřidlo
- Operátor
- Výrobek
- Etalon
- Podmínky měření
- Metoda měření

V analýze MSA chceme zjistit vliv měřidla a operátora na výsledky měření.

### 5.3 Přesnost měřidla nebo strannost, případně úchylka měřidla

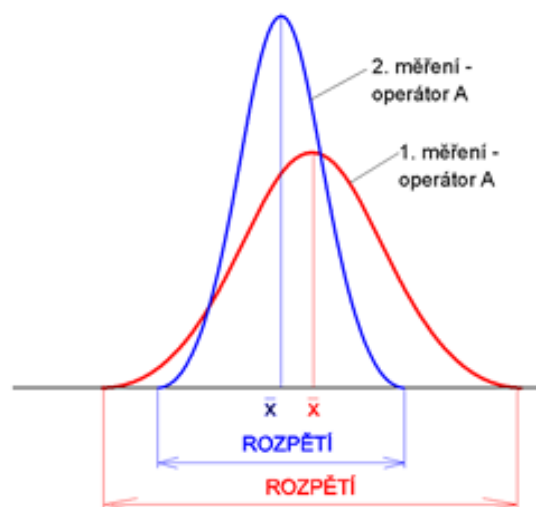
Přesnost měřidla neboli úchylka měřidla je rozdíl mezi referenční hodnotou měřidla a průměrem měření. Referenční hodnotu můžeme zjistit podle průměrné hodnoty naměřené měřidlem na vyšší úrovni.



Obrázek 21 – Přesnost měřidla

### 5.4 Opakovatelnost

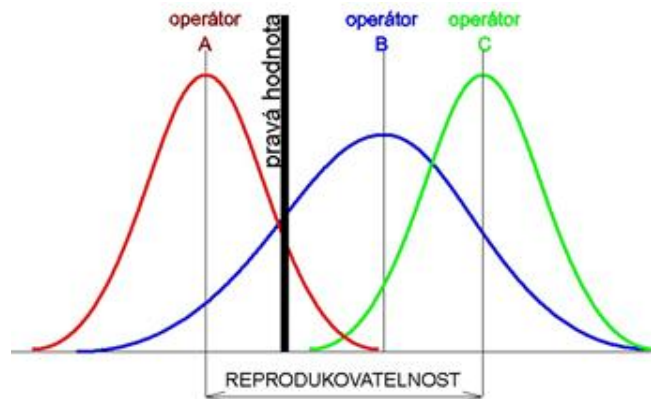
Je to charakteristika měřícího systému hodnotící opakovatelnou variabilitu měření stejných charakteristik na stejném výrobku prováděné jedním pracovníkem stejným měřícím systémem.



Obrázek 22 - Opakovatelnost

## 5.5 Reprodukovatelnost

Prakticky je to parametr měřicího systému prováděného více pracovníky, používající stejné měřidlo a měřící stejnou charakteristiku na stejném výrobku. Jde o variabilitu systému, která je způsobena rozdílností měření pracovníků.

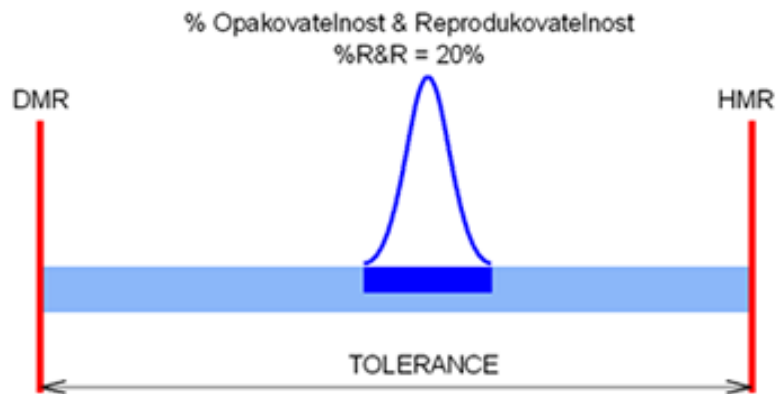


Obrázek 23 - Reprodukovatelnost

## 5.6 Opakovatelnost a reprodukovatelnost

Jde o metodu celkové variability měření R&R, vyjádřené v procentech vzhledem k toleranci výrobku. Opakovatelnost a reprodukovatelnost je možné pomocí této metody posuzovat následovně:

- Pokud je  $R\&R\% < 10$  systém měření vyhovující.
- Pokud je  $R\&R\%$  v rozmezí 10-30, je podmíněčně vyhovující systém měření může být přijatelný podle důležitosti aplikace, nákladů na měřidlo, nákladů na opravy a podobně).
- Pokud je  $R\&R\% > 30$ , je systém měření nevhovující



Obrázek 24 – Reprodukovatelnost a opakovatelnost

Pro analýzu bylo provedeno měření na 10 ks polotovaru pro díl Plate z artiklu kovárny VIVA. Polotovary je prakticky kulatina o průměru 100 mm a délky 234 mm. Jde o polotovary předepsané hmotnosti 15 kg s tolerancí  $15 \pm 0,5$  mm. Tyto polotovary měřili 3 operátoři ve 3 po sobě jdoucích měřeních. Měření provedli nejprve na rovnoramenné analogové váze BERKEL 20 a druhé měření bylo realizováno pomocí online načítání pomocí digitální váhy Mettler Toledo.

Výsledek analýzy je, že při online načítání dochází k vyšší opakovatelnosti a redukovatelnosti neboli hodnota %R&R je u ručního měření 11,62 a při online načítání je tato hodnota 6,95. Hranice jak uvedena výše hodnoty 0 – 10 udávají, zda je systém měření vyhovující. Pokud jsou hodnoty 10-30 je systém podmíněně vyhovující to odpovídá metodice ručního měření na analogové váze.

## ZÁVĚR

První část práce se zabývá tématem počítačových systému podporující jakost, jako jedno z nejdůležitějších odvětví dnešní výrobních společností. Nutnosti implementace těchto systémů nastává z důvodu složitosti udržování a řízení systému jakosti ve větších společnostech. Bohužel v této oblasti jsou ve skutečnosti na českém trhu jen 2 přímí konkurenti: česká společnost Palstat a německá společnost Pickert and Partner. A to z důvodu nutnosti implementace tohoto systému mezi přímo výrobní dělníky je požadována česká lokalizace celého systému. Bohužel většina výrobců tzv. ERP systému, které již jsou hodně rozšířeny ve většině českých firem, bohužel v nich není uvažována oblast kvality. Proto spoustu firem musí realizovat implementace ERP systému a CAQ systému odděleně a většinou komunikace mezi těmito systémy realizovat doplňujícími propojeními systémů. Kovárna VIVA realizovala implementace CAQ systému od společnosti Pickert and Partner a realizovala přímý interface výrobních dat do systému CAQ pro jejich analýzu a řízení.

Další část práce se zabývá vlastní funkcí měřidel hmotnosti a délkových charakteristik a následně návrhu vlastního interface převodu měřicího parametru „hmotnosti“ na elektronickou informaci, již zpracovatelnou v příslušném systému počítačové podpory jakosti. A následně analýzou přínosů systému.

Dle stanovených cílů bylo ověřeno, že při online načítání pomocí elektronické váhy s online přístupem se méně projevuje chyba z odečítání měřidla vyplývající z analýzy chyby měření provedené na obou váhách. Tento systém značně zrychluje vlastní kontrolu. Při užití digitální váhy není potřeba při změně měřeného produktu vyměňovat nové závaží, ale stačí změnit výrobní zakázku v systému počítačové podpory jakosti.

Z důvodu vyšší přesnosti a odhalitelnosti neshodné výroby polotovarů, dochází se snížení neshodných polotovarů v další operaci kování, můžeme říct, že je splněn požadavek na snížení zmetkovitosti procesu dělení polotovarů.

Společnost Kovárna VIVA vyhodnotila jako online interface jako přínosný a v současné době probíhá příprava implementace systému RQM na vlastní proces kování, kde budou realizována interface pro běžná konvenční měřidla pro měření délek a šířek. Pro tyto měřidla již budou aplikované bezdrátové přenosy dat z měřidel rádiovým rozhraním Bluetooth

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] CHUDÝ, V. a kol. Meranie technických veličin. Bratislava: STU, 1999. ISBN 80-227-1275-2
- [2] DYER, S., A. Survey of instrumentation and measurement. John Wiley and Sons, 2001, s. 1096. ISBN 0-471-39484-X
- [3] HRUŠKA, F. Technické prostředky informatiky a automatizace. Učební texty. 1.vyd. Zlín: UTB ve Zlíně, duben 2007, s.159. ISBN 978-80-7318-535-0
- [4] ATMANN W. Practical Process Control for Engineers and Technicians. ELSEVIER, 2006, s. 290, ISBN 978-0-7506-6400-4
- [5] TUMANSKI, S. Principles of electrical measurement. Taylor & Francis, Boca Raton, s. 472, ISBN 0-7503-1038-3

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

RQM	Počítačový systém podpory kvality od společnosti Pickert and partner
PALSTAT CAQ	Počítačový systém podpory kvality od společnosti PALSTAT
CAQ	Počítačový systém podpory kvality



**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obrázek 1-Spirála jakosti.....	11
Obrázek 2 – Logo Pickert and Partner.....	15
Obrázek 3 - Industriální PC .....	17
Obrázek 4 – Autonomní volba.....	17
Obrázek 5 – Rozhraní RQM .....	18
Obrázek 6 – Moduly RQM .....	19
Obrázek 7 – Vernierova stupnice.....	21
Obrázek 8 – Posuvné analogové měřídlo .....	22
Obrázek 9 – Digitální posuvné měřídlo .....	22
Obrázek 10- Tenzometr .....	24
Obrázek 11 – Magnetoizotropní snímač.....	25
Obrázek 12 – Schéma interface .....	26
Obrázek 13 – Analogová váha.....	28
Obrázek 14 – Analogová stupnice .....	28
Obrázek 15 – Pracoviště pro online měření hmotnosti.....	29
Obrázek 16 – Váhový můstek.....	30
Obrázek 17 – Terminál Mettler .....	31
Obrázek 18 – vstupy a výstupy terminálu Mettler.....	31
Obrázek 19 – fotografie zapojení terminálu Mettler .....	32
Obrázek 20 – Schéma zapojení měřicího systému .....	33
Obrázek 21 – Přesnost měřidla .....	35
Obrázek 22 - Opakovatelnost .....	35
Obrázek 23 - Reprodukovatelnost .....	36
Obrázek 24 – Reprodukovatelnost a opakovatelnost.....	37

## SEZNAM PŘÍLOH

Příloha PI: MSA – Analýza systému měření pro měřidlo: Analogová váha Belec

Příloha PII: MSA – Analýza systému měření pro měřidlo: Digitální váha Mettler

Příloha PIII: Schéma návrhu měřícího pracoviště

## PŘÍLOHA PI\_A: MSA – ANALGOVÁ VÁHA BELEC

Part Number <b>00803</b>	Gage Name <b>Analogová váha</b>		Appraiser A <b>Vyoral</b>	
Part Name <b>Plate</b>	Gage Number		Appraiser B <b>Schönvický</b>	
Characteristic <b>15 +0,5/-0,5</b>	Specification <b>14,5 15,5</b>	Gage Type <b>Digitální</b>		Appraiser C <b>Buryánek</b>
Characteristic Classification <b>Hmotnost polotovaru</b>	Trials <b>3</b>	Parts <b>10</b>	Appraisers <b>3</b>	Date Performed <b>15.5.2010</b>

APPRAISER/ TRIAL #	PART										AVERAGE
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1. A 1	15,11	15,13	15,12	15,10	15,13	15,10	15,20	15,10	15,13	15,12	15,124
2, 2	15,11	15,11	15,12	15,12	15,11	15,11	15,12	15,00	15,09	15,12	15,101
3, 3	15,10	15,14	15,11	15,10	15,40	15,14	15,12	15,12	15,12	15,10	15,145
4, AVE	15,11	15,13	15,12	15,11	15,21	15,12	15,15	15,07	15,11	15,11	$X_a =$ 15,123
5, R	0,01	0,03	0,01	0,02	0,29	0,04	0,08	0,12	0,04	0,02	$r_a =$ 0,066
6. B 1	15,10	15,12	15,11	15,11	15,12	15,12	15,12	15,11	15,12	15,13	15,116
7, 2	15,10	15,10	15,12	15,10	15,12	15,10	15,15	15,10	15,10	15,10	15,109
8, 3	15,13	15,10	15,13	15,13	15,09	15,10	15,11	15,10	15,10	15,14	15,113
9, AVE	15,11	15,11	15,12	15,11	15,11	15,11	15,13	15,10	15,11	15,12	$X_b =$ 15,113
10, R	0,03	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02	0,04	0,01	0,02	0,04	$r_b =$ 0,026
11. C 1	15,13	15,12	15,13	15,12	15,10	15,11	15,12	15,13	15,11	15,12	15,119
12, 2	15,10	15,10	15,12	15,10	15,12	15,13	15,11	15,10	15,11	15,10	15,109
13, 3	15,12	15,09	15,12	15,10	15,12	15,13	15,11	15,10	15,10	15,10	15,109
14, AVE	15,12	15,10	15,12	15,11	15,11	15,12	15,11	15,11	15,11	15,11	$X_c =$ 15,112
15, R	0,03	0,03	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01	0,03	0,01	0,02	$r_c =$ 0,020
16. PART AVE ( $\bar{X}_p$ )	15,11	15,11	15,12	15,11	15,15	15,12	15,13	15,10	15,11	15,11	$X =$ 15,116 $R_p =$ 0,050
17, ( $r_a + r_b + r_c$ ) / (# OF APPRAISERS) =											$R =$ 0,037
18, (Max X - Min X) =											$X_{DIFF} =$ 0,011
19, $R \times D_4^* =$											$UCL_R =$ 0,097
20, $R \times D_3^* =$											$LCL_R =$ 0,000

## PŘÍLOHA PI\_B: MSA – ANALOGOVÁ VÁHA BELEC

Part Number 00803	Gage Name Analogová váha		Appraiser A Vyoral	
Part Name Plate	Gage Number		Appraiser B Schönvický	
Characteristic 15 +0,5/-0,5	Gage Type Digitální		Appraiser C Buryánek	
Characteristic Classification Hmotnost polotovaru	Trials 3	Parts 10	Appraisers 3	Date Performed 15.5.2010

Measurement Unit Analysis				% Tolerance (Tol)						
<b>Repeatability - Equipment Variation (EV)</b>				Trials	K1	% EV = 100 (EV/Tol)				
EV =	$R \times K_1$									
=	$0,037 \times 3,05$									
=	0,114				= 11,42					
<b>Reproducibility - Appraiser Variation (AV)</b>				Appraisers	2	3	% AV = 100 (AV/Tol)			
AV =	$\{(X_{DIFF} \times K_2)^2 - (EV^2/nr)\}^{1/2}$									
=	$\{(0,011 \times 2,7)^2 - (0,114^2/(10 \times 3))\}^{1/2}$									
=	0,022			K <sub>2</sub>	3,65	2,70	= 2,15			
<b>Repeatability &amp; Reproducibility (R &amp; R)</b>				n = number of parts		r = number of trials				
R & R =	$\{(EV^2 + AV^2)\}^{1/2}$			Parts	K <sub>3</sub>	% R&R = 100 (R&R/Tol)				
=	0,116								= 11,62	
<b>Part Variation (PV)</b>										% PV = 100 (PV/Tol)
PV =	$R_P \times K_3$									
=	0,081									
<b>Tolerance</b>									= 8,10	
Tol =	Upper - Lower									
=	15,5 - 14,5									
=	1,000									

*Gage system may be acceptable*

## PŘÍLOHA PII\_A:MSA–DIGITÁLNÍ VÁHA METTLER TOLEDO

Číslo vidlu <b>00803</b>	Gage Name <b>Váha Toledo</b>	Appraiser A <b>Vyoral</b>		
Part Name <b>Plate</b>	Gage Number	Appraiser B <b>Schönvický</b>		
Characteristic <b>15 +0,5/-0,5</b>	Specification <b>14,5 15,5</b>	Gage Type <b>Digitální</b>	Appraiser C <b>Buryánek</b>	
Characteristic Classification <b>Hmotnost polotovaru</b>	Trials <b>3</b>	Parts <b>10</b>	Appraisers <b>3</b>	Date Performed <b>15.5.2010</b>

APPRAISE TRIAL #	PART										AVERAGE
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1. A 1	15,10	15,12	15,12	15,11	15,12	15,12	15,11	15,00	15,12	15,11	15,103
2, 2	15,11	15,11	15,12	15,12	15,11	15,11	15,12	15,10	15,11	15,10	15,111
3, 3	15,10	15,14	15,11	15,10	15,12	15,14	15,12	15,12	15,12	15,12	15,119
4, AVE	15,10	15,12	15,12	15,11	15,12	15,12	15,12	15,07	15,12	15,11	$X_a = 15,111$
5, R	0,01	0,03	0,01	0,02	0,01	0,03	0,01	0,12	0,01	0,02	$r_a = 0,027$
6. B 1	15,11	15,11	15,11	15,11	15,13	15,11	15,12	15,11	15,10	15,12	15,113
7, 2	15,11	15,12	15,11	15,10	15,12	15,12	15,15	15,10	15,11	15,11	15,115
8, 3	15,12	15,12	15,10	15,13	15,12	15,11	15,11	15,13	15,14	15,12	15,120
9, AVE	15,11	15,12	15,11	15,11	15,12	15,11	15,13	15,11	15,12	15,12	$X_b = 15,116$
10, R	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	0,01	0,04	0,03	0,04	0,01	$r_b = 0,020$
11. C 1	15,12	15,11	15,12	15,13	15,12	15,12	15,11	15,11	15,12	15,11	15,117
12, 2	15,11	15,12	15,12	15,12	15,12	15,11	15,11	15,12	15,10	15,12	15,115
13, 3	15,12	15,11	15,11	15,12	15,11	15,12	15,11	15,00	15,12	15,12	15,104
14, AVE	15,12	15,11	15,12	15,12	15,12	15,12	15,11	15,08	15,11	15,12	$X_c = 15,112$
15, R	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,12	0,02	0,01	$r_c = 0,021$
16. PART AVE (X)	15,11	15,12	15,11	15,12	15,12	15,12	15,12	15,09	15,12	15,11	$X = 15,113$ $R_p = 0,031$
17, $(r_a + r_b + r_c) / (\# \text{ OF APPRAISERS}) =$											$R = 0,023$
18, $(\text{Max X} - \text{Min X}) =$											$X_{DIFF} = 0,005$
19, $R \times D_4^* =$											UCL = 0,059
20, $R \times D_3^* =$											LCL <sub>f</sub> = 0,000

## PŘÍLOHA PII\_B:MSA–DIGITÁLNÍ VÁHA METTLER TOLEDO

Part Number 00803	Gage Name Váha Toledo	Appraiser A Vyoral		
Part Name Plate	Gage Number	Appraiser B Schönvický		
Characteristic 15 +0,5/-0,5	Gage Type Digitální	Appraiser C Buryánek		
Characteristic Classification Hmotnost polotovaru	Trials 3	Parts 10	Appraisers 3	Date Performed 15.5.2010

Measurement Unit Analysis				% Tolerance (Tol)			
<b>Repeatability - Equipment Variation (EV)</b>				% EV	= 100 (EV/Tol)		
EV	=	$R \times K_1$	<b>Trials</b>			<b>K1</b>	
	=	0,023 x 3,05	2			4,56	
	=	0,069	3	3,05	= 6,94		
<b>Reproducibility - Appraiser Variation (AV)</b>				% AV	= 100 (AV/Tol)		
AV	=	$\{(X_{DIFF} \times K_2)^2 - (EV^2/nr)\}^{1/2}$	<b>Appraisers</b>			<b>2</b>	<b>3</b>
	=	$\{(0,005 \times 2,7)^2 - (0,069^2/(10 \times 3))\}^{1/2}$					
	=	0,004			= 0,38		
				n = number of parts			
				r = number of trials			
<b>Repeatability &amp; Reproducibility (R &amp; R)</b>				% R&R	= 100 (R&R/Tol)		
R & R	=	$\{(EV^2 + AV^2)\}^{1/2}$	<b>Parts</b>			<b>K<sub>3</sub></b>	
	=	0,070	2			3,65	
<b>Part Variation (PV)</b>						3	2,70
PV	=	$R_p \times K_3$	4			2,30	
	=	0,050	5			2,08	
<b>Tolerance</b>				6	1,93		
Tol	=	Upper - Lower	7	1,82	% PV		
	=	15,5 - 14,5	8	1,74		= 100 (PV/Tol)	
	=	1,000	9	1,67			= 5,04
			10	1,62			

Gage system O.K

## PŘÍLOHA P III: SCHÉMA MĚŘÍCÍHO PRACOVIŠTĚ

