

LOGISTIČKI SUSTAV UPRAVLJANJA ALATIMA, MJERNIM UREĐAJIMA I OPREMOM ZA ISPITIVANJE

Kondić V.¹, Horvat M.¹

¹Velučilište u Varaždinu, Varaždin, Hrvatska

Sažetak: U radu se ukazuje na ulogu logističkog upravljanja kontrolnom, mjernom, ispitnom i drugom opremom koja se koristi u osiguranju kvalitete proizvoda tijekom njegove proizvodnje. Cilj rada je ukazati na mjesto i ulogu mjerne opreme u proizvodnom procesu, na njenu raspoloživost i pouzdanost kako bi se osigurala ujednačena kvaliteta konačnih proizvoda. Pored toga, spominje se važnost nabave, rukovanja, čuvanja, održavanja, umjeravanja i korištenja ove opreme.

Ključne riječi: alati, mjerni uređaj, etaloni, kontrola, logistički sustav upravljanja mjernom opremom, osiguranje kvalitete

Abstract: This paper points to the role of logistics management of control, measuring, testing and other equipment used in product quality assurance during its manufacture. The aim of this paper is to point out the position and the role of the measuring equipment in the production process, to its availability and reliability to ensure consistent quality of final products. Moreover, the importance of purchasing, handling, storage, maintenance, calibration and the use of this equipment are mentioned in the paper.

Key words: tools, measuring device, etalons, control, logistics system of measuring equipment management, quality assurance

1. UVOD

Vrsnoća proizvoda jako ovisi o točnosti i pouzdanosti alata, mjernih i kontrolnih uređaja i opreme za ispitivanje koja se koristi u procesu proizvodnje, ulaznoj, međufaznoj i završnoj kontroli. Alati i mjerni uređaji su fizička sredstva za realizaciju proizvodnje i u isto vrijeme olakšavaju proizvodnju, kontrolu i ispitivanje pozicija, podsklopova, sklopova i gotovih uređaja. Ova će oprema osiguravati ujednačenost proizvoda samo ako postoji sustavni pristup njenom upravljanju. To znači da se kod njene nabave, upotrebe, čuvanja, transporta, umjeravanja i dr. moramo pobrinuti o dosta utjecajnih faktora.

Budući da je ova oprema podložna trošenju, a da bi se osigurali zahtijevani standardi kvalitete proizvoda, osnovno je ustrojiti sustav upravljanja. To znači da ovu opremu i uređaje treba kontrolirati pomoću odgovarajuće mjerne opreme i u odgovarajućim periodima da se

osigura njena stalna točnost, raspoloživost i pouzdanost. Zapisi i druga prikladna evidencija u koje se unose pregledi i kontrola opreme trebaju se voditi i održavati u pisanom ili digitalnom obliku, kako bi se proveo odgovarajući nadzor.

Ovdje su alati i mjerni uređaji:

- a) alati, naprave, pribor i drugi uređaji koji se koriste u proizvodnom procesu tijekom kontrole kvalitete pozicija, podsklopova, sklopova i gotovih proizvoda;
- b) mjerni uređaji i oprema za ispitivanje koja se koristi u kontroli i osiguranju kvalitete u proizvodnom procesu (različiti instrumenti, šablone, kalibratori i sl.);
- c) uređaji koji su projektirani tako da mogu kontinuirano kontrolirati neke od karakteristika proizvoda tijekom procesa (oprema koja se nalazi na proizvodnim linijama, strojevima i sl.);
- d) etaloni koji se koriste za kontrolu kontrolne i mjerne opreme.

U nastavku se koristi naziv „mjerna oprema“ za sve spomenute alate, opremu, mjerne i ispitne uređaje, a prvo treba definirati pojam mjerenja i kontrole u procesu proizvodnje.

Mjerenje je skup operacija koje se provode mjernom opremom da se odrede brojčane vrijednosti koje pokazuje objekt mjerenja.

Kontrola je operacija kojom se provjerava odgovara li konkretni detalj (parametar kontrole) tehničkim zahtjevima i dopuštenom odstupanju.

U dobro organiziranim proizvodnim procesima potrebno je utvrditi nadzor i mjerenja koja će biti provedena, te je potrebno utvrditi opremu za nadzor i mjerenje kako bi se osigurali dokazi o sukladnosti proizvoda s dogovorenim zahtjevima. U tom smislu, proizvodni proces treba uspostaviti procese koji će osigurati provedbu nadzora i mjerenja, te da se nadzor i mjerenje provode u skladu sa zahtjevima.

Vrsta opreme treba biti:

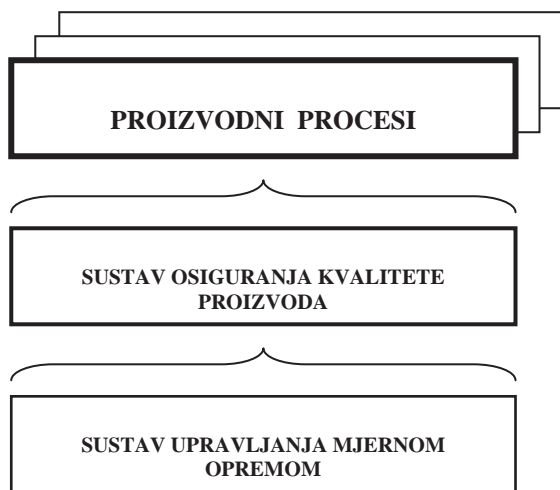
- a) označena da se olakša upravljanje i utvrđivanje njenog statusa;
- b) zaštićena od oštećenja i umanjivanja točnosti tijekom rukovanja, održavanja i skladištenja;
- c) umjerena ili ovjerena (verificirana) u utvrđenim vremenskim razmacima i/ili prije upotrebe,

- prema mjernim etalonima koji su sljedivi do međunarodnih ili nacionalnih mjernih etalona;
- d) prikladna za upotrebu u različitim uvjetima ostvarenja procesa proizvodnje;
 - e) održavana kako bi se osigurala njena tražena raspoloživost i pouzdanost.

Kada se za nadzor i mjerenje utvrđenih zahtjeva upotrebljavaju računalni programi, mora biti potvrđena sposobnost programa da zadovolji namjeravanu primjenu. To se mora poduzeti prije prve upotrebe i ako je nužno ponovno je potvrditi.

2. SUSTAV UPRAVLJANJA MJERNOM OPREMOM

Sustav upravljanja mjernom opremom treba promatrati kao dio sustava za osiguranje kvalitete, odnosno kao dio sustava upravljanja proizvodnim procesom (slika 1.).



Slika 1. Sustav upravljanja mjernom opremom kao dio sustava osiguranja kvalitete proizvoda

Sustav se sastoji od elemenata koji zajedno funkcioniraju, a može se sastojati od procedura, odjela, ručnih i automatiziranih procesa i još nekih drugih elemenata. Sustav upravljanja mjernom opremom kao dio sustava za osiguravanje kvalitete sastoji se iz sljedećih elemenata:

1. organizacijske strukture
2. odgovornosti
3. planiranja procesa
4. uvjeti okoline
5. procedura umjeravanja
6. zahtjevi za točnost
7. rukovanje neispravnom opremom
8. izvori umjeravanja i status
9. zapisi
10. skladištenje
11. rukovanje
12. održavanje

Razumijevanje sustava upravljanja mjernom opremom počinje analizom organizacijske strukture. Jasnije linije

komunikacije, odgovornosti, ovlasti i izvještavanja omogućuju funkcioniranje sustava uz manje poremećaje.

Uvjeti okoline koji utječu na točnost mjerne opreme su vrlo često temperatura, relativna vlažnost, prašina, elektronska zračenja i dr. Nadzor uvjeta okoline spriječit će nastanak eventualnih odstupanja uzrokovanih promjenom temperature, vlažnosti i dr. Prostorija gdje se čuva mjerna oprema treba se također nadzirati (temperatura $t=20 \pm 2^\circ\text{C}$ i relativna vlažnost $< 50\%$).

Mjernu opremu treba usmjeravati u primjerenim vremenskim razmacima koji se utvrđuju na temelju postojanosti, namjene i upotrebljivosti opreme. Vremenski razmaci trebaju biti takvi da se umjeravanje ponovno provede prije bilo kakve promjene točnosti koja je važna za upotrebu opreme. Ovi se razmaci ne smiju produžavati sve dok prethodna umjeravanja ne pruže dokaze da takvo djelovanje neće štetno utjecati na povjerenje u točnost mjerne opreme. U našim poduzećima postoji mnogo mjerne opreme, pa za konkretno praćenje statusa mjernih uređaja treba voditi preciznu evidenciju. Danas se za takve poslove koriste računala i posebni programi.

Pisani standardi moraju se tako uskladiti da izbjegavaju eventualne netočnosti pri mjerenju zbog različitih postupaka, uvjeta okoline ili zbog izbora standarda višeg stupnja. Četiri su moguća izvora procedura za mjernu opremu:

- a) preporuka proizvođača mjerne opreme
- b) zakonska regulativa
- c) objavljeni standardi
- d) iskustvo i potreba proizvođača

Izbor prave mjerne opreme počinje s poznavanjem tolerancije na proizvodima. Naravno, treba poznavati i točnost mjerne opreme kojom poduzeće raspolaže. Pri izboru mjerne opreme za pojedino mjerenje treba obratiti pozornost na moguću mjernu pogrešku, na područje mjerne nesigurnosti, kao i računati s ograničenjima u konstrukciji mjerne opreme, uvjetima okoline u kojima se mjeri te o načinu korištenja mjerne opreme. Ako se oprema umjerava (zakonska obaveza ili obaveza koja proizlazi iz potrebe i odluke samog poduzeća), potrebno je težiti visokom omjeru točnosti između etalona i umjeranih instrumenata ako se želi imati visok stupanj prihvatljivosti mjernih rezultata. Ovaj omjer bi trebao biti veći od 2:1, a gdje god je moguće i 4:1. Omjeri su prikazani u tablici 1. i na slici 2.

Tablica 1. Omjeri točnosti između etalona i mjerila

Omjer	Područje prihvatljivosti	Područje nesigurnosti
1:1	0%	100%
2:1	50%	50%
4:1	75%	25%
10:1	90%	10%

Odnos 10:1 daje najmanju nesigurnost, ali ga je često teško ostvariti.

Omjer točnosti mjerne opreme i instrumenata može se izračunati kao:

$$O_{MO} = \frac{T}{\alpha} \quad (1)$$

Omjer točnosti sekundarnog etalona i mjerne opreme može se izračunati kao:

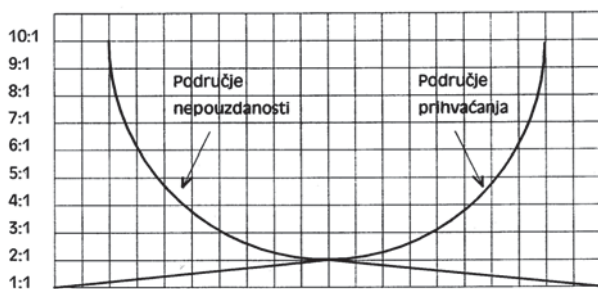
$$O_{SE} = \frac{\alpha}{\beta} \quad (2)$$

Omjer točnosti primarnog etalona i sekundarnog etalona može se izračunati kao:

$$O_{PE} = \frac{\beta}{\delta} \quad (3)$$

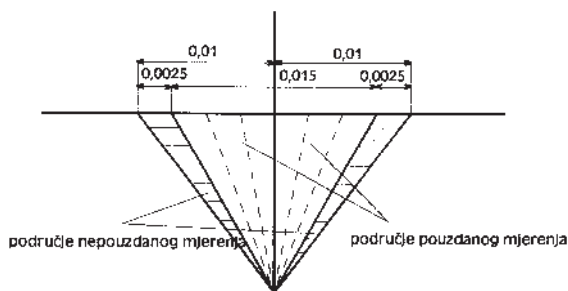
Faktori za određivanje omjera točnosti imaju sljedeće značenje:

- T- tolerancija
- α - točnost mjerne opreme
- β - točnost sekundarnog etalona
- δ - točnost primarnog etalona



Slika 2. Omjeri točnosti i područja nepouzdanosti i prihvaćanja

Slika 3. prikazuje mjerenje gdje je duljina 20 mm, a tolerancija $\pm 0,01$. Točnost instrumenta je bila 0,0025 mm, pa je omjer $O=4$. Područje nesigurnosti je jednako točnosti mjernog instrumenta. U ovom slučaju prihvatljiva očitavanja su između 20,075 i 19,925 mm.



Slika 3. Primjer prihvatljivog očitavanja

Rukovanje neispravnom mjernom opremom može se odraziti na točnosti proizvoda. Neispravnost je često izvor velikog broja reklamacija, pritužbi kupaca kao i

nesukladnosti u proizvodnim procesima. Ako se uoči mjerna oprema čije vrijednosti odstupaju od propisanih vrijednosti, potrebno je učiniti sljedeće:

- Provjeriti je li mjerilo umjereno (ako se umjerava) i jesu li su poštivani intervali umjeravanja.
- Provjeriti treba li korigirati interval umjeravanja (često je to zakonska odrednica).
- Provjeriti da li treba ispraviti proceduru za umjeravanje opreme.
- Spriječiti upotrebu svih neispravnih mjernih instrumenata, te ih nastojati popraviti.

Izvori umjeravanja (za opremu koja podliježe umjeravanju) mogu biti:

1. komercijalna ustanova kao što je neovisni laboratorij, čija je oprema sljedeća do nacionalnog laboratorija,
2. dobavljač čija je oprema također sljedeća do nacionalnog laboratorija,
3. nacionalni laboratorij.

Status umjeravanja se označava karticom, naljepnicom, značkom ili nekim drugim prikladnim oznakama. Bez obzira na oblik oznake, ona mora sadržavati sljedeće informacije: datum kada je oprema umjeravana, datum do kada umjeravanje vrijedi i oznaku identifikacije opreme. Oznaka treba biti na opremi ili na kutiji u kojoj se ona čuva. Neispravna mjerna oprema mora biti vidljivo označena.

Zapisi o aktivnostima na mornoj opremi imaju veliku važnost u sustavu upravljanja. Neki od zapisa su:

- zapis o umjeravanju mjerne opreme
- zapis o neispravnosti mjernog uređaja
- izvješće o rezultatima umjeravanja
- naljepnica na opremi i dr.

Npr., na zapisima o konkretnoj opremi podaci trebaju uključiti:

- opis i jednoznačnu identifikaciju opreme
- datum završetka svakog potvrđivanja
- rezultate umjeravanja
- propisane razmake između umjeravanja
- odrediti granice dopuštene pogreške
- koji je izvor umjeravanja upotrebljen da bi se dobila sljedivost
- bitni uvjeti okoliša i navođenje svih nužnih ispravaka
- pojedinosti o održavanju, popravcima ili preinakama
- svako ograničavanje upotrebe
- identifikaciju osoba koje provode potvrđivanje
- identifikaciju svih potvrda o umjeravanju i drugih bitnih dokumenata

Mjernu opremu treba uvijek čuvati u originalnoj ambalaži u propisanim uvjetima okoline. Rukovanje i premještanje treba vrlo pažljivo provoditi jer se obično radi o osjetljivim uređajima. Popravak i podešavanje mogu provoditi samo za to posebno educirani i sposobni zaposlenici.

3. LANAC UMJERAVANJA

Umjeravanje mjerne opreme je najvažniji i najosjetljiviji zadatak sustava upravljanja mjerenom opremom.

Mjerenje je zapravo uspoređivanje jer mjerenu veličinu uspoređujemo s nekom unaprijed određenom mjernom jedinicom. Mjerenjem se želi kvantitativno odrediti neka veličina. Izmjerena vrijednost neke veličine prikazuje se na sljedeći način:

$$X = n \cdot J, \quad (4)$$

gdje je:

X – mjerena veličina
n – brojčani iznos
J – jedinica (jedinčna mjera ili osnovna vrijednost)

Ovaj izraz predstavlja samo osnovnu mjernu informaciju. Bit mjerenja je da se ono svede na brojanje. (L. Euler, 19766.). Da bi se mjerenje moglo ponoviti i u drugim uvjetima, usvajaju se dvije pretpostavke:

1. mjerena veličina je jednoznačno definirana
2. mjerna jedinica dogovorna je i sporazumno utvrđena

Generalna konferencija za utege i mjere (CGPM – Conference Generale des Poids et Measures) na XI. zasjedanju 1960. godine usvojila je međunarodni sustav jedinica (SI) koji je upotpunjen 1971. godine uvođenjem količine tvari kao osnovne fizičke veličine i pripadajuće jedinice mol.

SI sustav zasniva se na sedam osnovnih i neovisnih fizičkih veličina i njima pripadajućih osnovnih jedinica koje su prikazane u tablici 2.

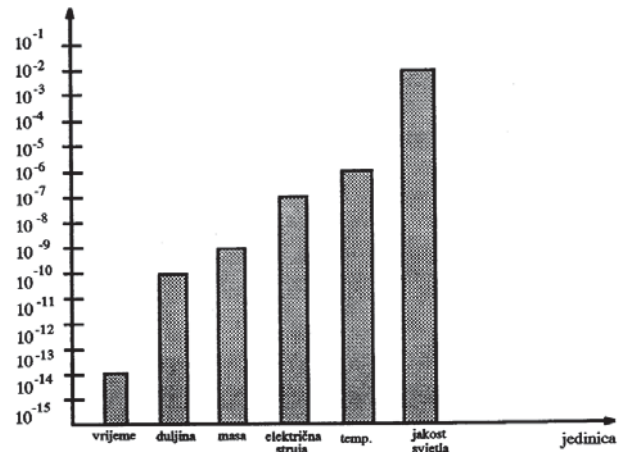
Tablica 2. Osnovne i neovisne fizičke veličine

naziv	znak	jedinica veličine
Metar	m	duljina
Kilogram	kg	masa
sekunda	s	vrijeme
amper	A	električna struja
kelvin	K	termodinamička temperatura
mol	mol	množina (količina tvari)
kandel	cd	svjetlosna jakost

Kao dopunske jedinice uvedene su radijan i steradian za mjerenje ravninskih i prostornih kuteva. Također se koriste i izvedene jedinice. Te su jedinice definirane odnosima drugih jedinica. Decimalne jedinice veće su ili manje jedinice od neke jedinice, a nastaju množenjem s decimalnim višekratnikom ili nižekratnikom. Decimalne jedinice tvore se od svih jedinica SI, izuzev Celzijeva stupnja i kilograma. Također se tvore od iznimno

dopuštenih jedinica izvan SI: litra, teks, bar, elektronvolt i var.

Razvojem znanosti i tehnike mijenjale su se i relativne mjerne nesigurnosti pojedinih pramjera kao i njihove definicije. Tako se od prve definicije metra 1791. godine i pripadajuće mjerne nesigurnosti od $\pm(2 \times 10^{-4})$ došlo do pete definicije metra i mjerne nesigurnosti od $\pm(4 \times 10^{-9})$. Na slici 4. prikazano je kako izgleda procijenjena ukupna relativna nesigurnost reproduciranja osnovnih mjera.

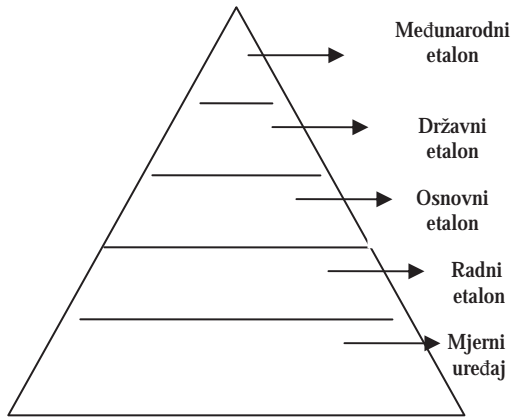


Slika 4. Procijenjena ukupna relativna nesigurnost reproduciranja osnovnih mjera

Kada imamo ovakav mjerni sustav onda je moguće i usporediti aktualno mjerenje s jasno definiranom veličinom osnovne mjerene jedinice. Kao što je već spomenuto, mjerenje nije ništa drugo nego uspoređivanje mjerene veličine s nekom unaprijed određenom veličinom. U skladu s definicijama osnovnih mjernih jedinica, postoje i "pramjere" koje reproduciraju te mjerne jedinice. Da bi se osigurao prijenos jedinica od mjerenja u pogonu ili laboratoriju do etalona najviše točnosti, treba uspostaviti lanac umjeravanja kako je to prikazano na slici 5.

Pogonski ili mjerni uređaj se umjerava prema radnom etalonu, radni etalon prema kontrolnom etalonu i tako sve do etalona najviše točnosti. Uspostavljanje ovakvog lanca etalona predstavlja bit umjeravanja. Za svaki postupak umjeravanja treba napraviti shemu umjeravanja s korištenim etalomom. Za svaki mjerni uređaj sam postupak umjeravanja je različit, ali uvijek je to uspoređivanje izlazne vrijednosti uspoređivanog instrumenta i izlazne vrijednosti koju pokazuje standardni instrument poznate točnosti koji koristimo kao etalon. Ovaj postupak treba ponoviti za cijelo mjerno područje.

Instrument koji se koristi kao etalon smije se koristiti samo za umjeravanje, a nikako za pogonska (radna mjerenja u kontroli kvalitete). Treba ga čuvati odvojeno od ostale mjerne opreme.



Slika 5. Lanac umjeravanja

Lanac umjeravanja podrazumijeva da vrijednost svakog mjernog etalona u lancu ima vlastitu vrijednost određenu upotrebom drugog mjernog etalona koji ima obično manju mjernu nesigurnost i tako sve do međunarodnog ili državnog mjernog etalona.

4. ORGANIZIRANJE SUSTAVA UPRAVLJANJA MJERNOM OPREMOM

Za uspješno definiranje i organiziranje sustava upravljanja mjernom opremom u poduzeću potrebno je:

1. popisati mjernu opremu
2. grupirati mjernu opremu
3. definirati opremu koja se umjerava
4. odrediti rokove za umjeravanje
5. definirati mjesto umjeravanja
6. definirati kontrolirane uvjete umjeravanja (za opremu koja se umjerava u poduzeću)
7. definirati postupke nabave, čuvanja, održavanja, transporta, korištenja i otpisa mjerne opreme

4.1. Popis mjerne opreme

Problem koji treba prvo riješiti pri definiranju i organiziranju sustava upravljanja mjernom opremom je stvoriti dobar popis mjerne opreme koju posjeduje poduzeće. Iz popisa se treba vidjeti status mjerila (aktivno – neaktivno, radno mjerilo – etalon, umjereno – neumjereno, mjesto korištenja, rok važenja umjeravanja).

4.2. Grupiranje mjerne opreme

Grupiranje mjerne opreme je važan posao koji treba obaviti prije ostalih pitanja u sustavu upravljanja. U tablici 3. prikazan je princip grupiranja mjerne opreme. Uz ovaj postupak grupiranja mogu se prikupiti i pridružiti i ostali potrebni podaci kako bi se definirala: točnost, područje mjerenja, mjesto korištenja, broj uređaja s identifikacijskim brojevima, godina proizvodnje i dr.

Tablica 3. Primjer grupiranja mjerne opreme

red.br.	radna mjerila etaloni	mjesto korištenja
I. Mjerila za mjerenje duljine		
II. Mjerila za mjerenje tlaka		
III. Mjerila za mjerenje kuta		
IV. Mjerila za mjerenje sile		
V. Mjerila za mjerenje veličina električne energije		
VI. ostala mjerila		
VII. Etaloni		

4.3. Definiranje mjerne opreme za umjeravanje

Iz popisane i grupirane mjerne opreme potrebno je prepoznati opremu koja podliježe umjeravanju. Poduzeća se pri definiranju ove opreme moraju koristiti zakonskom regulativom kao i stvarnim potrebama iz proizvodnog procesa i sustava osiguranja kvalitete proizvoda. Predlaže se izrada posebne tablice (tablica 4.) gdje se pregledno vidi oprema koja se umjerava i potrebni elementi za umjeravanje (naziv, rok, mjesto, zadnje umjeravanje i dr.)

Tablica 4. Primjer pregleda mjerne opreme za umjeravanje

R.br.	Naziv	Rok za umjeravanje	Mjesto umjeravanja	Zadnje umjeravanje

4.4. Određivanje rokova umjeravanja

Prilikom određivanja rokova umjeravanja treba se pobrinuti o stvarnom korištenju pojedine mjerne opreme, tako da se mjerna oprema koja je stalno u upotrebi (a predviđena je za umjeravanje) što češće umjerava od one koja se koristi povremeno. Pri definiranju rokova moraju se uzeti u obzir zakonski propisi, norme ili drugi propisi koji reguliraju ova pitanja. Može se reći da su stanja mjerne opreme (starost, ispravnost) i znanje/predviđanje o učestalosti korištenja mjerne opreme najvažniji faktori prilikom donošenja odluke o rokovima za umjeravanje. Sami rokovi ne bi trebali biti predugi zato da se ne izgubi povjerenje u pouzdanost (točnost) pojedinog mjernog uređaja. S druge strane, ne treba ići na prekratke rokove i stvaranje nepotrebnih troškova za poduzeće. Svako poduzeće sa svojim stručnjacima može naći optimalni odnos između rokova i troškova koji mogu nastati u slučaju netočnosti pojedinog mjernog uređaja.

4.5. Određivanje mjesta umjeravanja

Mjesto umjeravanja može biti ovlaštena institucija ili samo poduzeće. Ako je to institucija izvan poduzeća, onda se svakako prije umjeravanja moramo uvjeriti u točnost ovlasti, rješenja i sl., a koja su izdala ovlaštena državna tijela. Ako se umjeravanje provodi unutar poduzeća za konkretnu opremu, onda se moraju osigurati potrebni faktori (educirani ljudi, prostor, uvjeti, etaloni, zapisi, radna klima i dr.).

4.6. Definiranje kontroliranih uvjeta umjeravanja

Osnovni preduvjet za umjeravanje mjerne opreme unutar poduzeća je umjeravanje u kontroliranim uvjetima.

a) Metrološki uvjeti

Metrološki uvjeti se odnose na prostor u kojem se čuvaju mjerila, te na prostor u kojem će biti umjeravanje. Važno je osigurati stabilne metrološke uvjete:

- temperaturu ($20^{\circ}\text{C} + 2^{\circ}\text{C}$)
- relativnu vlažnost ($65\% + 10\%$)
- promjene temperature ne bi trebale prelaziti 2°C po satu
- prostor ne smije biti izložen direktnom utjecaju sunca, vibracija i prašine

Prije umjeravanja mjerni uređaji moraju biti temperaturno stabilizirani. Stabilizacija se izvodi u prostoriji u kojoj će se izvoditi i umjeravanje. Izvodi se tako da se instrumenti i etaloni izvade iz kutija i polože na metalnu ili granitnu ploču. U takvom položaju mjerni uređaji trebaju ostati najmanje dva sata. U slučaju zauzetosti mjerne ploče ili iz nekih drugih razloga, mjerni uređaj može ostati u kutiji, ali se tada stabilizacija izvodi najmanje tri sata.

b) Radne instrukcije

Radne instrukcije moraju biti izrađene i po njima se mora obavljati umjeravanje svakog konkretnog mjernog uređaja. Izrađuju se u skladu s internim postupcima sustava kvalitete važećim unutar svakog poduzeća. Za svaku vrstu mjerila ili za grupu mjerila potrebno je izraditi posebnu radnu instrukciju. Važno je da se radnom instrukcijom propišu sljedeći faktori:

- etaloni koji će se koristiti za umjeravanje
- postupak (algoritam) umjeravanja s vrijednostima dopuštenih odstupanja
- obrada rezultata i zapisi o provedenom umjeravanju

Prilikom definiranja etalona treba točno definirati vrstu mjerila koja se koristi kao etalon, klasu točnosti i normu u skladu s kojom je proizveden mjerni uređaj.

Postupak umjeravanja odvija se u dvije faze:

1. faza ispitivanja mjerila

2. faza kontrole točnosti mjerila koja može i ne mora uobziriti i kontrolu ponovljivosti pokazivanja

1. Ispitivanje mjerila

Pri ispitivanju mjerila podrazumijevaju se sljedeće provjere:

- postoje li na mjerilu identifikacijske oznake (proizvođač, serijski broj, mjerno područje, podjela skale i dr.)
- vizualna kontrola mjerenih površina
- mjerne skale (jesu li uočljive linije i brojke)
- mjerne kočnice (ako je ima)
- rad u cijelom radnom području

2. Kontrola točnosti mjerila

Propisivanje kontrole točnosti mjernog uređaja je specifično za svako mjerilo, odnosno za pojedine grupe sličnih mjerila (npr. pomično mjerilo i dubinomjer s pomičnim mjerilom). Za definiranje kontrole točnosti za svako konkretno mjerilo potrebno je koristiti sve moguće podatke (norme, stručna literatura, radna iskustva i sl.), budući da je ipak riječ o središnjoj aktivnosti umjeravanja, a koja je svima i najveća nepoznanica prilikom pokušaja organiziranja umjeravanja u poduzeću.

Općenito se može kazati da je za kontrolu točnosti mjerila potrebno definirati:

- koliko treba biti mjerenja (koliko je mjernih točaka unutar mjernog područja)
- koliko puta ponoviti mjerenje za istu vrijednost
- način upisivanja rezultata i način računanja stvarnih odstupanja
- dopuštena odstupanja

Za svako umjereno mjerilo potrebno je voditi pojedinačni zapis o umjeravanju. Zapisi se vode na odgovarajućim obrascima koji mogu biti isti za svako mjerilo, ili se za svako mjerilo izrađuje poseban. Iz zapisa se mora jasno vidjeti o kojem se mjerilu radi (oznaka mjerila), rezultati umjeravanja, datum umjeravanja, ime i prezime osobe koja je provela umjeravanje te odluku zadovoljava li mjerilo ili ne zadovoljava.

Nakon umjeravanja treba i na samom mjerilu označiti njegov status. Iz prakse se može reći da je kod izrade raznih naljepnica najbolja varijanta da se na mjerilu nalazi rok za iduće umjeravanje, čime se dio odgovornosti za umjeravanje prenosi i na neposrednog korisnika. Preporuča se stvaranje baze podataka na elektroničkom računalu kao i vođenje kompletne dokumentacije.

4.7. Definiranje ostalih postupaka s mjernom opremom umjeravanja

Za učinkovito funkcioniranje sustava upravljanja mjernom opremom vrlo je važno precizno definirati postupke oko:

- nabave mjerne opreme i etalona
- čuvanja mjerne opreme i etalona
- preventivnog i korektivnog održavanja mjerne opreme i etalona
- transporta i pakiranja mjerne opreme
- rukovanja i korištenja mjerne opreme u različitim prilikama
- otpisa neispravne mjerne opreme

6. ZAKLJUČAK

Ovim člankom željelo se ukazati na važnost mjerne opreme u sustavu osiguranja kvalitete proizvoda kao i u proizvodnom procesu. Mjerna oprema ima svoju vrlo važnu ulogu u različitim kontrolama koje se provode u procesima (ulazna, međufazne i završna kontrola i ispitivanje). Pored proizvodnje, mjerna oprema se vrlo često koristi i u drugim procesima rada kao što su servisiranje i puštanje strojeva i uređaja u pogon, postupcima preventivnog i korektivnog održavanja (posebno dijagnostike stanja), različitim kontrolama i sl.

Sustavno uređenje postupaka upravljanja ovom opremom osigurava i sve pretpostavke za njihovu uspješnu primjenu uz veliku sigurnost i pouzdanost u rezultate mjerenja. Kod definiranja sustava vrlo važno je pitanje uređenja postupaka umjeravanja mjerne opreme (za onu koja se umjerava prema zakonu i odluci samog poduzeća).

U radu su obrađeni svi utjecajni faktori na sustav upravljanja mjernom opremom. Zbog prostora i veličine člaka autori nisu dovoljno naglasili utjecaj ljudskog faktora. To je sigurno najutjecajniji faktor u svim procesima i sustavima pa tako i u sustavu upravljanja mjerne opreme.

Za praktičnu primjenu spomenutog razmatranja autori korisnicima preporučuju stručnu literaturu iz ovog područja, kao i obimnu normizacijsku literaturu koja pokriva veliki dio poslova vezanih uz mjernu opremu.

7. LITERATURA

- [1] Brezinščak M.: *Mjerenje i računanje u tehnici i znanosti*, Tehnička knjiga, Zagreb, 1970.
- [2] Brezinščak M.: *Međunarodni definicijski mjeriteljski rječnik*, Mjeriteljsko društvo, Zagreb, 1984.
- [3] Pavlič I.: *Statistička teorija i primjena*, Tehnička knjiga, Zagreb, 1971.
- [4] Lopašić V., Kos V., Henčić-Bartolić V.: *Mjere i mjerenja u fizici*, FER, zagreb, 1986.
- [5] Strnad J.: *Metrom i aršinom, izlet u svijet najvećih i najmanjih razdaljina*, Moderna fizika, Školska knjiga, Zagreb, 1990.
- [6] Kondić V.: *Sustav upravljanja mjernom opremom u poduzeću*, seminarski rad, Veleučilište u Varaždinu, 2009.
- [7] *Vocabulaire demetrologie legale, Terme fondamentaux*, Organization internationale de metrologie legale, Paris, 1969.
- [8] RWTÜV Croatia d.o.o: *Materijal sa seminara – Umjeravanje mjerne opreme za kontrolu oblika i dimenzija*, Slavonski Brod, 1997.
- [9] Boršić M.: *Mjeriteljstvo, Inženjerski priručnik – IP1, Temelji inženjerskih znanja, prvi svezak*, Školska knjiga, Zagreb, 1996.