

Predajom ovog rada izjavljujem, pod moralnom odgovornošću, da sam ovaj seminarski rad izradio samostalno.

Provjera mase utega u tvornici „Utezi – Janko i sinovi“

Uvod

Za po etak zamislimo tvornicu „Utezi – Janko i sinovi“. Zamislimo da je to mala tvornica koja proizvodi utege dugi niz godina. Kao i svaka druga tvornica i ova je imala svoje padove i uspone te je kroz godine postojanja prošla kroz niz promjena među kojima je i sami predmet proizvodnje. Naime, gospodin Janko, a kasnije i njegovi sinovi, su primjetili da najveći u dobit i najsigurnije tržište imaju pri proizvodnji utega za mehanički okoliš.

Utezi za mehanički okoliš se svrstavaju u 3 kategorije i to M1, M2 i M3. U „Pravilniku o tehničkim i mjeriteljskim zahtjevima koji se odnose na mjerila“ stoji točan opis navedenih kategorija:

- M1 - Taj se razred primjenjuje na mjerila koja se upotrebljavaju na mjestima na kojima vibracije i udari nemaju veliku važnost, npr. za mjerila pri vršenju na luke nosive konstrukcije izložene zanemarivim vibracijama i udarima koji se na njih prenose od mjernih radova pri rušenju ili rada kompresorskih bušilica, lupanja vratima itd. [1]
- M2 - Taj se razred primjenjuje na mjerila koja se upotrebljavaju na mjestima s velikim vibracijama i udarima ili vibracijama i udarima visoke razine, npr. koji se prenose sa strojeva i vozila koja prolaze u blizini ili susjednih teških strojeva, pokretnih vrpca itd. [1]
- M3 - Taj se razred primjenjuje na mjerila koja se upotrebljavaju na mjestima gdje su razine vibracija i udara visoke ili veoma visoke, npr. za mjerila montirana izravno na strojeve, pokretne vrpce itd. [1]

Znači, svakako se u svezi utega za mehanički okoliš moraju uzeti u obzir dvije utjecajne veličine: vibracije i mehanički udari.

Zbog toga navedenih specifikacija postoje i to navedene dozvoljene pogreške, tj. odstupanja od navedene težine. To nam govori da prije izlaska sa proizvodne trake svaki uteg mora biti izvagan kako bi se potvrdilo da zadovoljava uvjete navedene u pravilniku, što analogno govori da je uteg spreman za tržište.

Glavni dio

Iako tvrtka „Utezi – Janko i sinovi“ proizvode sve kategorije mehani kih utega, radi jednostavnosti emo promatrati provjeravanje to nosti samo utega M1 kategorije.

Mehani ki utezi kategorije M1 u tvornici „Utezi – Janko i sinovi“ se proizvode od sivog lijeva. Sivi lijev je slitina željeza i ugljika te su prate i elementi još i silicij, mangan, sumpor i fosfor. Prvotna namjena mehani kih utega kategorije M1 jest provjera to nosti utega mehani ke kategorije M2 i M3, kako je navedeno u [2]. Upravo zbog toga, utezi kategorije M1 ponekad se nazivaju kontrolnim utezima.

Kako utezi kategorije M1 nisu utezi samo jednog iznosa mase, isto emo zbog jednostavnosti promatrati samo utege kategorije M1 mase 1 kilograma. Kako je navedeno u [2], utezi 1kg su cilindri nog oblika. Radi lakše vizualizacije, dolje je prikazan na slici 1 to an oblik utega 1kg.



Slika 1 – prikaz cilindri nog oblika utega, upravo onog od 1kg

Sada emo pogledati kako se proizvodi mehani ki uteg kategorije M1 mase 1kg. Naime, kako je tvornica „Utezi – Janko i sinovi“ zapravo mala tvornica, svi utezi se rade i obra uju ru no. Prvo što se mora napraviti je sam sivi lijev. Nekoliko radnika rukuju sa pe i koja zagrijava željezo nešto iznad to ke pri kojoj prelazi u teku e stanje, tada se reznim procesima željezo spaja sa ugljikom kako bi se stvorio sivi lijev.

Nakon što se dobije sivi lijev, drugi radnici ga izlijevaju u ve pripremljene kalupe to nog oblika za utege pojedine mase. Kako bi se pove ala u inkovitost, kalupi su napravljeni tako da je odjednom mogu e napraviti više utega i to razli itih masa. Zbog vrlo visoke temperature slitine trebali bi veoma dugo ekati da se ohladi te zbog toga su sami kalupi projektirani tako da nakon što se lijev ulije u kalup hladna voda se pusti kroz prolaze u kalupu kako bi efikasnije i brže smanjili temperaturu samih utega te kako bi uteg dobio svoj oblik. Utezi nakon va enja iz kalupa još nisu na dovoljno niskoj temperaturi kako bi ih se moglo lako obra ivat te se zbog toga stavljaju u hladnu teku inu kako bi ih se što prije ohladilo na tu temperaturu gdje ih je mogu e obra ivati.

Slijedi razvrstavanje utega po predodre enoj masi. Iako im se ne zna to na masa, ako je poznata gusto a sivog lijeva (što i jest) tada se utezi razli ite mase razlikuju po volumenu (veli ini) što olakšava brzo razvrstavanje. Sada još utezi nisu spremni na kontrolu mase zbog toga što se njihovim obra ivanjem gubi dio materijala a time i dio mase. Iako se ini neznatnim mogu e je da obra ivanjem uteg izgubi ve u koli inu

materijala nego što je potrebno i time prije e granicu za koju se smatra to nim. To naravno zna i da uteg ne smije na tržište.

Kod obra ivanja se uteg prvo brusi kako bi se riješili šljake i troske. Nakon brušenja dolazi do finog poliranja. Ovi utezi se premazuju, tj. špricaju sa zaštitnom bojom kako uteg ne bi korodirao, no do toga dolazi tek kada i ako uteg pro e kontrolu mase.

Nakon toga slijedi provjera to nosti utega. Kako je navedeno u [2], provjeru to nosti utega kategorije M1 se vrši utegom kategorije F2. Ovaj dio proizvodnje utega ne smije se brkati sa ovjeravanjem utega. Naime, kako je objašnjeno u [2] ovjeravanje utega može vršiti samo tehni ar zaposlen u laboratoriju dok je ovdje rije o samoj provjeri unutar tvornice i to da li proizvedeni uteg zadovoljava granice to nosti. Time se osigurava da e proizvedeni uteg biti ovjeren.

Granice to nosti mehani kog utega kategorije M1 mase 1kg iznose $\pm 50\text{mg}$, kako je i definirano u [4]. To nam govori da ako je utek teži od 1,00005kg ili ako je lakši od 0,99995kg, tada se smatra neto nim. Iako se ini da je pogreška zapravo dosta mala, zbog same primjene utega je prihvatljiva. Sada je zapravo sasvim jasno kako je mogu e da obra ivanjem utega do e do pogreške koja je ve a od dopuštene.

Treba navesti što se doga a sa „preteškim“ odnosno „prelakim“ utezima. „Preteški“ utezi se šalju nazad na obradu. Definiraju i koliko je uteg teži od dopuštene razine, radnici imaju uvid u to koliko još trebaju obraditi materijala kako bi se masa utega nalazila unutar dopuštenih granica. Uteg koji je naknadno obra en ponovno zatim prolazi kroz kontrolu mase da bi se to no utvrdilo da li je sada obra eno dovoljno materijala ili je još potrebno obraditi uteg. Naravno, mogu e je da je pri naknadnom obra ivanju skinuto više materijala nego što je potrebno te sada uteg spada u kategoriju „prelakah“.

„Prelaki“ utezi prolaze nešto težu sudbinu od „preteških“. Mogu e je obraditi uteg da teži puno manje te tako zadovolji granice pogreške lakšeg utega (npr. 0,5kg). Svi utezi su oblikovani na isti na in tako da uteg kategorije M1 i mase 0.5kg izgleda po obliku identit onome od 1kg ali je zapravo umanjena verzija onoga od 1kg. Ali, obra ivanje „prelakah“ utega bi stoga bilo veoma dugotrajno i neprecizno pri ru nome radu. Kako bi se proces ubrzao, „prelaki“ utezi se vra aju na sami po etak proizvodnje i to nazad u pe . Zna i, svaki „prelaki“ uteg odlazi nazad u proces kako bi se zapravo reciklirao.

Tek nakon što je utvr eno da masa utega ne prelazi dopuštenu granicu, radnik na uteg upisuje serijski broj koji ujedno zna i da je uteg prošao kontrolu mase uspješno. Tada uteg slobodno može napustiti tvornicu i može biti ovjeren od strane laboratorija.

Provjera mase utega

Zamislamo da postoje par radnika koji provjeravaju masu utega u tvornici „Utezi – Janko i sinovi“. Svaki radnik mora nakon provjere staviti serijski broj utega na sam uteg i primjer jednog takvog je: A-28. Ovdje A označava samog radnika, a broj koji slijede jest redni broj utega koji je radnik A pregledao. Promotrit ćemo sada baš radnika A i njegov ispitni list što je zapravo jednostavan alat za prikupljanje podataka. Na njemu se nalazi koliko provjerenih utega je bilo točne mase, koliko je „preteških“ i koliko je „prelakih“.

U tablici 1. točno vidimo kako je radnik A označava koliko kojih je bilo na kontroli.

Rezultat kontrole	Oznake	Ukupno
Ispod dopuštene granice (<0,99995kg)	/	1
Unutar dozvoljenih granica	////////	7
Iznad dozvoljene granice (>1,00005kg)	//	2

Tablica 1 – prikaz ispitnog lista radnika A

Treba napomenuti da je to prikaz ispitnog lista radnika A od samo jednog dana. Slijedeće što u navesti jest opisna statistika. Opisna statistika opisuje, upoznaje, uspoređuje i analizira procese temeljem prikaza i brojanje obrade poznatih podataka. Znači ona uključuje:

- **Aritmetička sredina** – najvjerojatnija vrijednost ponovljenih opažanja

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

- **Odstupanje** – udaljenost pojedinog opažanja od aritmetičke sredine

$$d = x_i - \bar{x}$$

- **Varijancu** – kvadrat srednje udaljenosti između pojedinačnih opažanja i aritmetičke sredine

$$s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$$

- **Standardno odstupanje** – pozitivni drugi korijen varijance

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

Kako znamo sada formule za izra unavanje opisnih statistika u slijede oj tablici e biti navedeno svih 10 mjerenja te u isto vrijeme e biti navedena aritmeti ka sredina, odstupanje pojedinog o itanja, suma odstupanja, varijanca i standardno odstupanje.

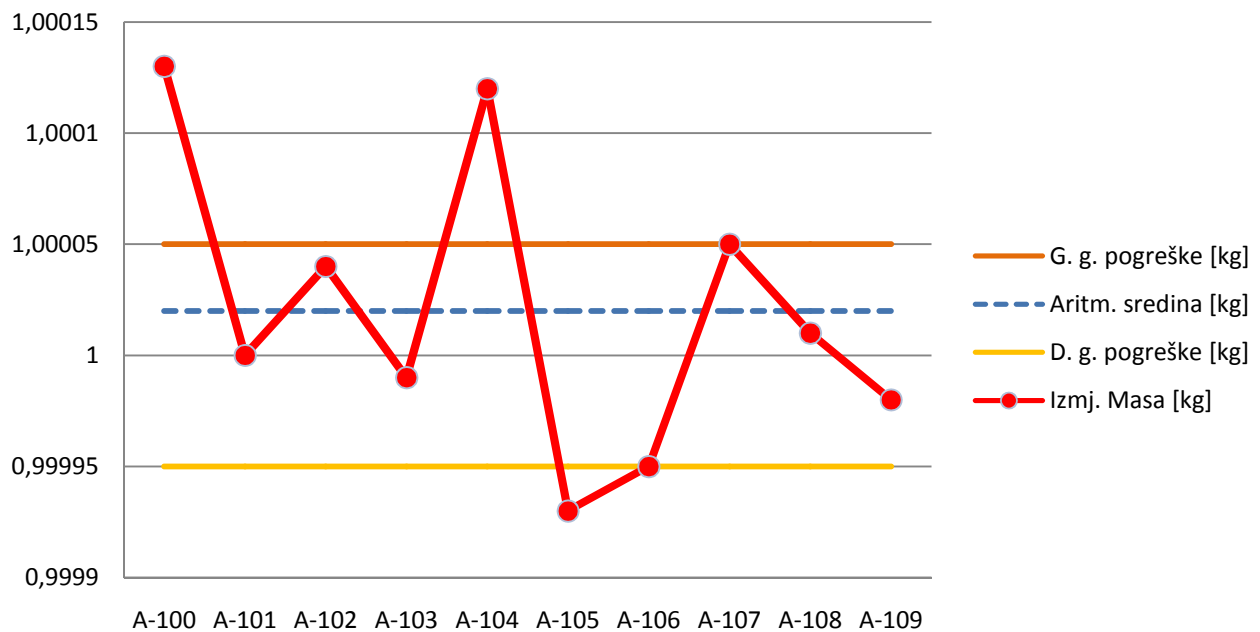
Serijski broj	O itanje [kg]	Odstupanje [kg]	Kvadrati odstupanja [kg ²]
A-100	1,00013	0,00011	0,0000000120
A-101	1,00000	-0,00002	0,0000000004
A-102	1,00004	0,00002	0,0000000004
A-103	0,99999	-0,00003	0,0000000009
A-104	1,00012	0,0001	0,0000000100
A-105	0,99993	-0,00009	0,0000000081
A-106	0,99995	-0,00007	0,0000000049
A-107	1,00005	0,00003	0,0000000009
A-108	1,00001	-0,00001	0,0000000001
A-109	0,99998	-0,00004	0,0000000016

Aritmeti ka sredina	Suma odstupanja	Varijanca	Standardno odstupanje
1,00002kg	0,0kg	0,0000000043kg ²	0,000066kg

Tablica 2 – prikaz izmjerenih i izra unatih podataka

U tablici 2 vidimo, zna i, prikaz mjerenja. Kraj onih koji su dali pogrešku ve u nego je dozvoljeno postavljena je strelica koja ozna uje da je uteg „pretežak“ () ili „prelagan“ () te su ta mjerenja prikazana crvenom bojom kako bi se lakše uo ila. Prisjetimo se, gornja granica je 1,00005kg a donja 0,99995kg.

Kako bi nam si olakšali vizualizaciju prikazanih podataka koristit emo kontrolnu kartu koja e nam prikazati pra eni proces kroz vrijeme. Na grafu 1 biti e prikazana kontrolna traka, ali umjesto baš to no definiranih vremena uzorkovanja (mjerenja) koristit emo serijske brojeve. Zbog toga što se ne zna baš to no vrijeme koje protekne od jednog mjerenja do drugog ovo je za sada najto niji prikaz. Možemo, naravno, zamisliti kako baš ti serijski brojevi predstavljaju to ke u vremenu koje su jednako odmaknute jedna od druge te si s time stvoriti neku vrstu vremenskog prikaza (kako je ustvari i zamišljeno).



Graf 1 – kontrolna traka

Zaključak

Nakon što smo promotrili na in proizvodnje u tvornici „Utezi – Janko i sinovi“ sada možemo donesti neke zaključke.

Prvo što se može primjetiti jest da u tvornici ne postoji na in provjere da li radnici rade dobro svoj posao te da li i koliko esto griješe. Primjer tome je kada je izmjereni uteg pretežak te se vraća nazad. Već je napomenuto da se uteg može vratiti nekoliko puta te da može biti i prelagan nakon obrade. Znači, pri vraćanju utega ne zna se da li je taj uteg već prošao mjerenje i koliko puta.

Iz kontrolne trake, ispitnog lista i izrađunatih podataka, nažalost ne možemo mnogo zaključiti. Iako se vidi da je zapravo samo 70% izvaganih utega to no tražene mase (unutar granica pogreške), na kraju nema otpada. Zbog toga što je ovo mala tvornica koja nema namjere širiti se dalje, njihova količina proizvodnje je dosta mala i zbog toga im zapravo vraćanje 20% utega nazad na obradu i 10% nazad na taljenje ne predstavlja neki veći trošak ili neko veće gubljenje vremena. Mora se još napomenuti i da je prikazan samo ispitni list od jednog radnika i to od jednog dana. To niti podaci bi se mogli dobiti ako bi se promatrali svi radnici i više dana. Tada bi imali to nu aritmetičku sredinu, odstupanja i drugo pomoću u koji bi onda mogli donijeti konačni sud da li je tvornica efikasna u svojoj proizvodnji ili ne.

Literatura

- [1] *Pravilnik o tehni kim i mjeriteljskim zahtjevima koji se odnose na mjerila (NN 002/2007)*, <http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/296597.html>, 12. prosinca 2010.
- [2] *Pravilnik o mjeriteljskim i tehni kim zahtjevima za utege nazivne vrijednosti od 1mg do 50 kg to nosti ve e od srednje (NN 002/2007)*, <http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/296602.html>, 12. prosinca 2010.
- [3] *Google pretraživanje*, <http://www.google.hr/>, traženi pojmovi: utezi, sivi lijev, kontrolni utezi, utezi M1, pravilnici