

UDK 528.489:629.12  
624.014.27.002.72  
Stručni rad

## PRILOG PRIMJENI GEODETSKIH METODA MJERENJA KORIŠTENJEM PAPIRA VJEROJATNOSTI I HENRYJEVA PRAVCA KOD PLANIRANJA TEHNOLOŠKIH METODA PRI MONTAŽI ČELIČNIH KONSTRUKCIJA

Petar CEROVAC — Split\*

Točnost montaže čeličnih konstrukcija uvjetovana je, sve češće, planiranim tehnološkim metodama. Dugo vremena problemi točnosti rješavani su na bazi iskustva, što je opet u velikom broju slučajeva rezultiralo neželjenim posljedicama. Ovo se posebno odnosi na one grane montažne industrije, kao što je npr. brodogradnja, kod kojih je ranije prevladavao zanatski način proizvodnje [5].

Pravilnim planiranjem metoda i stupnja kvalitete moguće je pravodobno otkrivanje i otklanjanje mogućih pogrešaka montaže. Kako se geodetske metode mjerenja sve češće primjenjuju u svim fazama montaže čeličnih konstrukcija, može se očekivati da će i geodeta u najskorije vrijeme učestvovati (ponegdje već i učestvuje) u planiranju tehnoloških metoda montaže. Također, treba vjerovati da će, usljed toga, neka od tehnoloških rješenja biti uvjetovana (neka već i jesu) njihovom mogućnošću primjene i točnošću mjerenja.

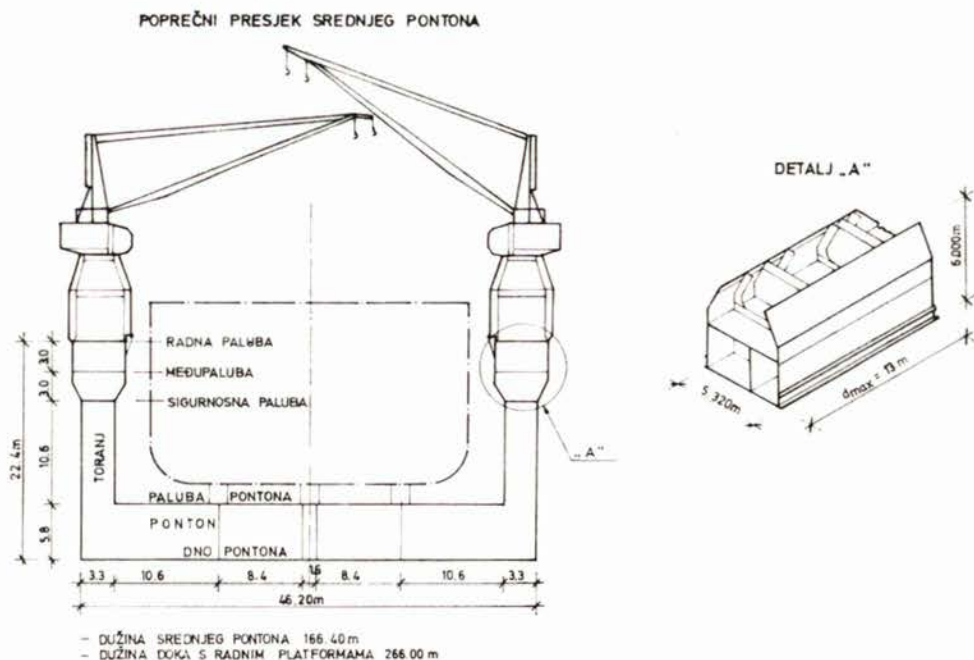
U vezi s ovim navest će se jedan primjer iz brodogradnje: izrada volumenskih sekcija iznad sigurnosne palube kod plutajućeg doka nosivosti 35600 tona (Sl. 1. detalj »A«). Ovaj dok gradi se u brodogradilištu »J. L. Mosor« — Trogir za »SUDOIMPORT« iz Moskve.

Tehnološki je planirano da se ove sekcije grade »na točnu mjeru«, što pretpostavlja izradu bez montažnih, dimenzijskih viškova, odnosno bez tehnološkog kompezatora. Točnost njihove izrade direktno utječe na točnost montaže kranskih staza na tornjevima, budući da se postavljaju neposredno na radnu palubu. Ovakav način rada omogućava primjena geodetskih metoda mjerenja prilikom njihove izgradnje i motaže. Ona je rezultat timskog rada brodograditelja i geodete na primjeni geodetskih metoda mjerenja pri izgradnji navedenog plutajućeg doka [10].

U vezi s gornjim I. Mavrić u [3] i [4] i Đ. Meden u [5] pišu:

\* Adresa autora: mr Petar Cerovac, Fakultet građevinskih znanosti, Split, V. Masleše b.b.

»Jedan od načina povećanja tehničkog nivoa montažnih radova je u izradi konstrukcija trupa broda sa konačno obrađenim rubovima »na točnu mjeru« i njihova montaža na građevnom mjestu bez naknadnog prilagođavanja i dorade« [4].



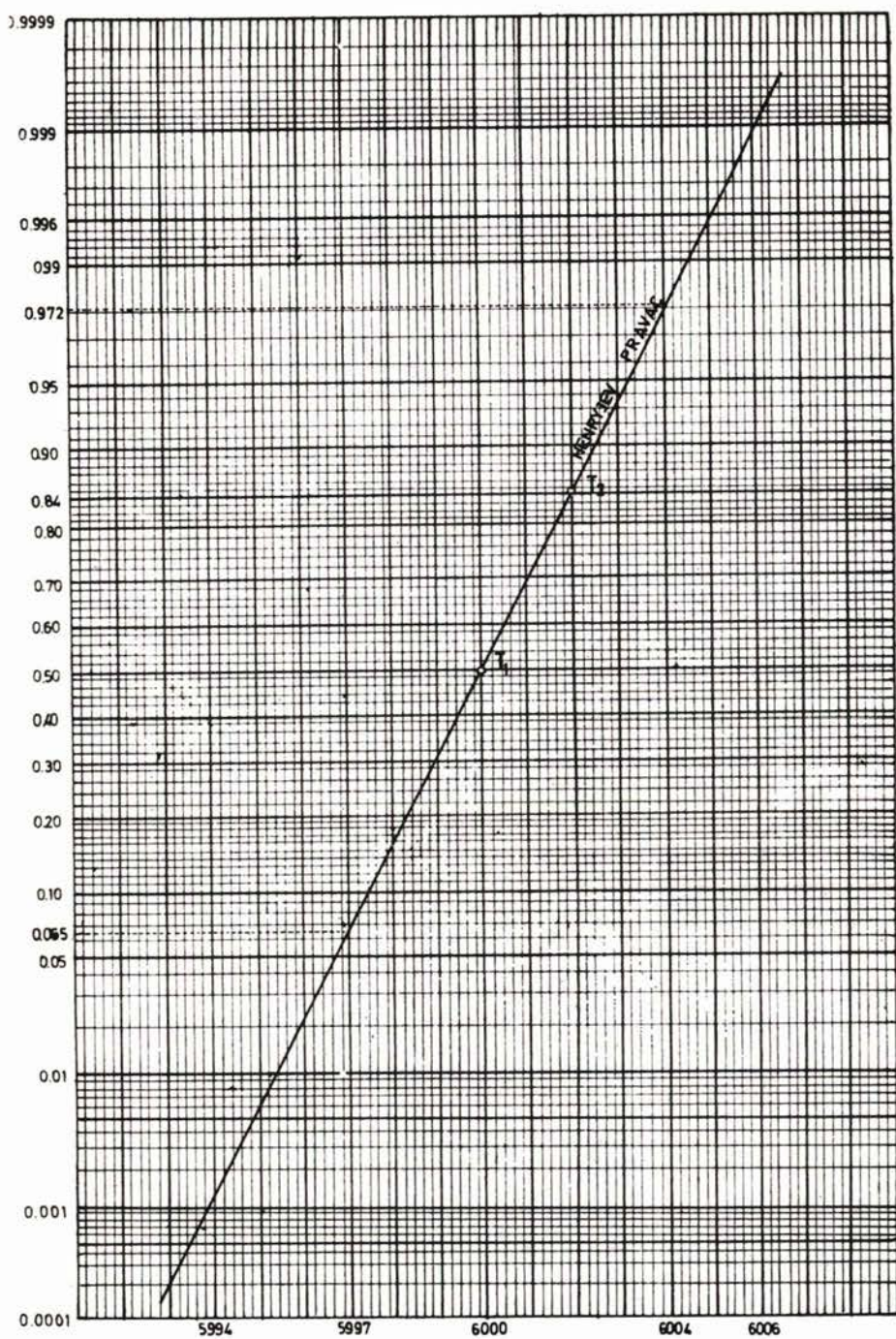
»Veličina pogrešaka mjerenja ovisi o načinu mjerenja, mjernim instrumentima i priboru, kao i dimenzijama predmeta koji se mjeri. Mjerenje velikih dimenzija (vrlo čestih u brodogradnji), samo od sebe se smatra izvorom značajnih pogrešaka. Ponekad, već same ove pogreške premašuju dozvoljena odstupanja gotove sekcije, stoga im treba posvetiti posebnu pažnju. Dobre rezultate, uz povećanu točnost mjerenja daje primjena optičkih instrumenata« [3].

»Značajan doprinos unapređenju osiguranja kvalitete sastavljanja strukture trupa predstavlja korištenje metoda matematičke statistike i teorije vjerojatnosti kod određivanja tolerancija dijelova strukture broskog trupa« [5].

Kod navedenih radova, prilikom određivanja tehnoloških tolerancija, uz zadanu točnost, posebno je prikladna primjena papira vjerojatnosti i Henryjeva pravca. Ovaj postupak karakterizira jednostavnost, očevidnost, brzina i lakoća primjene.

Kako se do pojedinih tehnoloških tolerancija, sve češće, dolazi na bazi geodetskih mjerenja, na ovom mjestu, u kontekstu s navedenim, razmatrat će se samo primjena papira vjerojatnosti i Henryjeva pravca.

Papir vjerojatnosti i Henryjev pravac mogu se primjeniti u slijedećim slučajevima:



Sl. 2

- kod određivanja aritmetičke sredine i standardnog odstupanja normalno raspoređenog empiričkog skupa [1],
- kod određivanja vjerojatnosti da će se slučajna varijabla nalaziti unutar zadanih granica, uz pretpostavku postojanja normalne razdiobe [5].

Također je poznato da će kod širih razdioba ovaj pravac biti položniji (predstavlja mjerenja manje točnosti), a kod užih strmiji (predstavlja mjerenja veće točnosti). Osim toga, manja odstupanja od usvojenog pravca ukazuju na njihovu homogenost, a veća na nehomogenost [6], [7] i [8].

U vezi s navedenim I. Mavrić u [3] piše:

»Mnogobrojna istraživanja pokazuju, da se pri izradi i montaži elemenata i konstrukcija trupa, odstupanja dimenzija u većini slučajeva podčinjavaju normalnom zakonu distribucije (zakonu Gaussa).«

Budući da je kod ovih razmatranja interesantan drugi slučaj primjene papira vjerojatnosti i Henryjeva pravca, na navedenom primjeru (izrada volumenske sekcije iznad sigurnosne palube kod plutajućeg doka od 36500 t, Sl. 1.), i prikazat će se samo njegova primjena.

*Primjer:* Za aritmetičku sredinu  $\bar{x}=6\ 000$  mm (visina volumenskih sekcija, Sl. 1. detalj »A«) i standardno odstupanje  $\sigma = 2$  mm (uz vjerojatnost postojanja normalne razdiobe), grafičkim putem određena vjerojatnost da će slučajna varijabla biti u granicama  $5\ 997 < x < 6\ 004$  bit će:

$$P(5\ 997 < x < 6\ 004) = P(x < 6\ 004) - P(x < 5\ 997) = 97,2\% - 6,5\% = 90,7\% \\ \{Sl. 2, T_1(\bar{x} = 6\ 000; 0,50) \text{ i } T_2(1\sigma = 2; 0,8413)\}.$$

Iz ove analize se vidi da se u praktičnim primjerima ovim postupkom, uz potrebnu točnost, tolerancije mogu brzo i jednostavno odrediti.

Na kraju, značajno je još i pitanje, da li se ovom metodom može postići zadovoljavajuća točnost traženih podataka? Kao odgovor, navest će se što o sličnom problemu M. Spasić i M. Nikoletić pišu u [9]:

»Točnost grafika verovatnoće u određivanju proseka i standardne devijacije je zadovoljavajuća za opštu upotrebu, ali nije zadovoljavajuća za precizne svrhe, sve dok se ne ostvari veliki broj očitavanja. Za najširu industrijsku primenu točnost je sasvim dovoljna.«

#### LITERATURA:

- [1] Čaval, J.: Statističke metode u privrednim i društvenim istraživanjima, Rijeka, 1981.
- [2] Juran, J. M. i dr.: Quality control handbook, third edition, McGraw — Hill book company, 1979.
- [3] Mavrić, I.: Točnost i kvaliteta izrade i montaže trupa broda, II simpozij teorija i praksa brodogradnje, Zagreb, 1976.
- [4] Mavrić, I.: Točnost izrade i montaže sekcije trupa broda, VI simpozij teorija i praksa brodogradnje, Beograd, 1984.
- [5] Meden, Đ.: Prilog razrješavanju problema dimenzijske točnosti kod montažnih radova, Opatija, 1980.
- [6] Muminagić, A.: Anrijev pravac i Pirsonov kriterij u primeni na ocenu naše triangulacije I reda, Geodetski list, 1957, 5—8, 131—137.
- [7] Muminagić, A., Jovanović, V.: Račun izravnjanja, Beograd, 1965.
- [8] Rovešnjak, M.: Statistička kontrola kvalitete, Zagreb, 1966.
- [9] Spasić, M., Nikoletić, M.: Kontrola kvalitete upravljanja sistemom i metode rada, Beograd, 1970.
- [10] \* \* \*: Tehnička dokumentacija brodogradilišta »J. L. Mosor« — Trogir

### SAŽETAK

U članku, je na primjeru iz brodogradnje, prikazana primjena geodetskih metoda mjerenja korištenjem papira vjerojatnosti i Henryjeva pravca kod planiranja tehnoloških metoda pri montaži čeličnih konstrukcija.

### ABSTRACT

The article deals on the example from the shipbuilding with the application of geodetic methods of measurement by means of probability paper and the Henry's line when planing technological methods in the mounting of steel constructions.

Primljeno: 1987-10-04