

OSVRT NA METODIKU POSTAVLJANJA MJERNIH LANACA

Petar CEROVAC – Split*

SAŽETAK. U ovom se radu, uz praktične primjere, razmatraju postojeći principi postavljanja mjernih lanaca i predlaže uvođenje još jednog principa kojega bi se, pri njihovu postavljanju, kada je to moguće, također bilo dobro pridržavati.

1. UVOD

U radovima (Cerovac 1986, Cerovac i Lapaine 1995) razmatrano je rješavanje mjernih lanaca (kako se postavlja i računa osnovna jednadžba mjernog lanca, tj. jednadžba kojom se on iskazuje matematički, te proračunava njegova točnost). Pritom, međutim, nisu razmatrani principi kojih bi se trebalo pridržavati pri postavljanju mjernih lanaca, što se ovdje osobito čini. Primjena tih razmatranja pokazana je na primjerima u brodogradnji (važnoj grani montažne industrije) za koja su već vezana razmatranja o primjeni geodetskih metoda mjerenja u brodogradnji provedena u radovima (Cerovac 1990, Cerovac 1992). Vezujući jedna i druga razmatranja za iste primjere, naglašava se povoljnost rješavanja niza problema u montažnoj industriji geodetskim metodama mjerenja usklađenih s projektiranim mjernim lancima, što i jest jedan od razloga provedbe ovih razmatranja.

2. POSTAVLJANJE MJERNIH PLOČA

U montažnoj industriji, gdje se elementi ili sklopovi (više međusobno povezanih elemenata) postavljaju u međusobni odnos prema zahtjevima konstrukcije, mjerni lanci imaju vrlo značajnu ulogu. Općenito, prema području primjene mjernih lanaca razlikuju se:

- konstrukcijski mjerni lanci,
- tehnološki mjerni lanci,
- montažni mjerni lanci i
- kontrolni mjerni lanci.

Pritom se:

- pomoću konstrukcijskih mjernih lanaca određuju međusobne veze (položaj i

* Mr. sc. Petar Cerovac, Građevinski fakultet, Split, Matice hrvatske 15.

dopuštena odstupanja radnih i drugih ploha elemenata ili sklopova u konstrukciji prigodom projektiranja),

– pomoću tehnoloških mjernih lanaca razmatraju i rješavaju problemi vezani uz zadanu točnost oblika i veličina radnog elementa (izratka) u procesu obrade,
– pomoću montažnih i kontrolnih mjernih lanaca razmatraju i rješavaju problemi vezani uz montažu (osiguranje zadane točnosti montaže i sl.) i mjerenja i kontrolu izratka tijekom tehnološkog procesa (Gornik i Hrabrić 1962, Inženjersko tehnički priručnik 1970, Stanić 1981).

Da primjena mjernog lanca pri rješavanju navedenih problema bude što učinkovitija, nastoji ga se postaviti uz uvažavanje određenih principa. O tome pišu:

– Stanić (1981):

»Da bi se osigurala veća točnost, odnosno manja pogreška završne karike, potrebno je da se mjerni lanac sastoji, ukoliko je to moguće, iz manjeg broja sastavnih karika. Ovaj princip, poznat je po imenu kao princip malog broja karika mjernog lanca ili princip kratkog mjernog lanca«.

– Gornik i Hrabrić (1962):

»Mjerni lanac treba polaziti i završavati na baznim ploham (plohe kojima je pridodan poseban značaj, op. autora).

Sve plohe na izratku nemaju istu važnost kako s konstrukcijskog tako ni s tehnološkog stanovišta. Osim ploha mogu postojati i linije ili točke kojima pridajemo posebno značenje.

Baza za prvu operaciju, kod dijelova koji se nakon toga još obrađuju, treba da ima što manji dodatak za obradu. Nadalje ona treba da bude što duža i ravnija.

Ako se kao tehnološke baze moraju koristiti malene površine, treba nastojati da su te površine što više međusobno udaljene«.

Tim navodima treba dodati i što, među ostalim, o proračunu tehnoloških veličina piše Stanić (1981):

»Tehnološke veličine i njihove tolerancije koje definiraju položaj uvedenih tehnoloških baza nisu nezavisne već se podudaraju s konstrukcijskim veličinama i njihovim tolerancijama«.

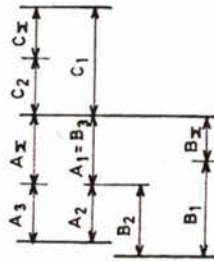
Pogledaju li se navedeni principi koje bi pri postavljanju mjernih lanaca trebalo uzeti u obzir i osnovno svojstvo mjernih lanaca – zatvorenost (Cerovac i Lapaine 1995), vidi se da postojeća metodika postavljanja mjernih lanaca ne osigurava ravnomjernu raspoređenost pogrešaka mjerenja. U namjeri da se taj nedostatak otkloni ili što više umanjuje, predlaže se da se pri postavljanju mjernih lanaca u obzir uzme i princip od većega k manjem. Prema tom prijedlogu, prilikom rješavanja određenog problema pomoću mjernih lanaca, najprije bi se postavili glavni mjerni lanci (lanci I. reda), a potom sporedni mjerni lanci (lanci nižih redova). Tim postupkom postavljanja mjernih lanaca u potpunosti bi se, što je bitno, podržao navedeni princip kratkog mjernog lanca.

Nadalje, da bi se razjasnile moguće nejasnoće vezane uz navedeni prijedlog uzimanja u obzir i principa od većeg k manjem pri postavljanju mjernih lanaca, navodi se i podjela mjernih lanaca prema međusobnoj povezanosti. prema tome, razlikuju se:

– paralelno vezani mjerni lanci (lanci koji imaju jednu ili nekoliko zajedničkih karika), sl. 1,

– serijski vezani mjerni lanci (dva ili više lanaca od kojih svaki slijedeći ima zajedničku osnovu s prethodnim), sl. 1 i

– kombinirano vezani mjerni lanci (dva ili više lanaca koji imaju paralelnu i serijsku vezu), sl. 1. (Inženjersko tehnički priručnik 1970, Stanić 1981).



Sl. 1. Međusobno povezani mjerni lanci: mjerni lanac A paralelno je vezan s mjernim lancem B i serijski s mjernim lance C (Inženjersko tehnički priručnik 1970).

Ako se pogledaju na sl. 1 paralelno vezani mjerni lanci i na sl. 3 mjerni lanci pri čijem je postavljanju uzet u obzir i princip od većega k manjem, vidi se da se kod jednih i drugih pojavljuje zajednička karika, koja ih u oba slučaja označuje. Međutim, i pored toga ne bi se moglo reći da je već, koliko je autoru poznato, princip od većega k manjem uziman u obzir pri postavljanju mjernih lanaca, nego da je, ako se nešto slično i očituje, to u prvom redu posljedica izbora puta rješavanja određenog problema pomoću mjernih lanaca.

Inače, prema navedenome, u mjernim lancima prikazanim na sl. 3 zajednička karika bila bi: u sporednim mjernim lancima sama zaključna karika, a u glavnom mjernom lancu njoj odgovarajuća sastavna karika.

U svrhu daljnega pojašnjenja ove problematike navodi se što Gornik i Hrabrić (1962) pišu o redosljedju projektiranja tehnološkog procesa i o tehnologičnosti konstrukcije:

»Kojim redosljedom valja projektirati tehnološki proces? Peporučuje se da započnemo od montažnih crteža iz kojih ćemo saznati namjenu i funkciju svakog pojedinog dijela, prekontrolirati mjerni lanac, odrediti konstruktivne baze i razmotriti da li je konstrukcija tehnologična sa stanovišta montaže.

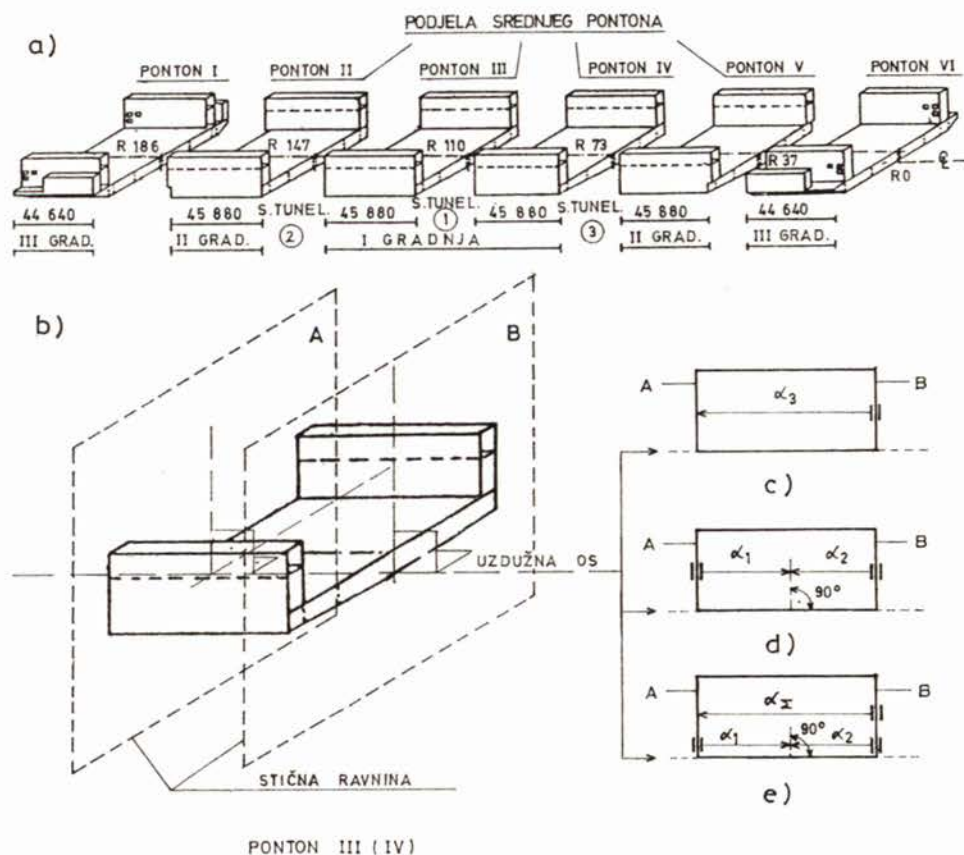
Pod pojmom tehnologičnosti konstrukcije u širem smislu podrazumijevamo i tehničku i ekonomsku stranu proizvodnje. Tehnologična je ona konstrukcija koja zahtijeva manje vrijeme izrade, nižu kvalifikaciju radnika, jeftiniju opremu, manju količinu opreme, manju količinu materijala, jeftiniji materijal, jednostavnije operacije, kraće vrijeme pripremanja proizvodnje itd. Pritom treba napomenuti da ne postoje mjerila koja bi apsolutno određivala nivo tehnologičnosti, nego se uspoređivanjem sličnih proizvoda određuje koji je tehnologičniji.

Na osnovi tog navoda i provedenih razmatranja može se konstatirati da se u montažnoj industriji s pojavom sve složenijih konstrukcija potreba za geodetom javlja sve češće, ne tek u procesu montaže (što se podrazumijeva), nego već prigodom projektiranja tehnološkog procesa (što iskustvo potvrđuje).

Tako je, primjerice, autor u brodogradilištu »Trogir« u Trogiru bio uključen u tehnološki tim brodogradilišta prigodom projektiranja tehnološkog procesa gradnje plutajućeg doka iznimno velikih dimenzija u šest dijelova spajanjem na moru, što je dovelo do prilagodbe nekih tehnoloških operacija mogućnostima primjene geodetskih metoda mjerenja (Cerovac 1990).

- U tom primjeru postojale su ravnine i os (osi) od osobite važnosti:
- od ravnina, bile su to stične (razdjelne) ravnine (sl. 2) i
 - od osi, bila je to uzdužna os navedenog objekta, odnosno pripadajući joj dijelovi kod svakog njegova dijela (sl. 2).

TEHNOLOŠKA PODJELA GRADNJE DOKA



Sl. 2. Položaj stičnih ravnina i pripadajućeg dijela uzdužne osi kod jednog dijela plutajućeg doka građenog u šest dijelova spajanjem na moru, određen karikama mjernog lanca (Cerovac 1990, dopunjeno).

Kolika je važnost tih ravnina i osi, dovoljno je navesti da o njihovu međusobnom položaju, tj. kutu koji oni zatvaraju ovisi uspješnost spajanja navedenih dijelova objekta, a i sama funkcionalnost gotovog objekta.

Kutno odstupanje ili nagib ravnine (osi) nekog elementa u odnosu na drugu, tj. njihovo odstupanje od paralelnosti (sl. 2c) ili okomitosti (odstupanje od okomitosti određuje se posredno preko odstupanja od paralelnosti, sl. 2d) određuje se, kao u slučaju određivanja njihovih međusobnih udaljenosti (Cerovac

1986, Cerovac i Lapaine 1995, Inženjersko tehnički priručnik 1970, Stanić 1981), također pomoću mjernih lanaca. Karike mjernih lanaca koje određuju navedeno odstupanje ili nagib ravnina (osi) grafički se prikazuju s pomoću ravne crte sa strelicom s jedne te s dvije paralelne crte s druge strane i sa slovom grčkog alfabeta s rednim brojem u indeksu (sl. 2c, sl. 2d i sl. 2e). Kod toga vrh strelice pokazuje ravninu (os), osnovu, u odnosu na koju druga treba da stoji u granicama dopuštenog odstupanja (Inženjersko tehnički priručnik 1970, Stanić 1981).

Tako u primjeru prikazanu na sl. 2 vrh strelice pokazuje:

– odstupanje od paralelnosti stične ravnine B u odnosu na stičnu ravninu A (sl. 2c) i

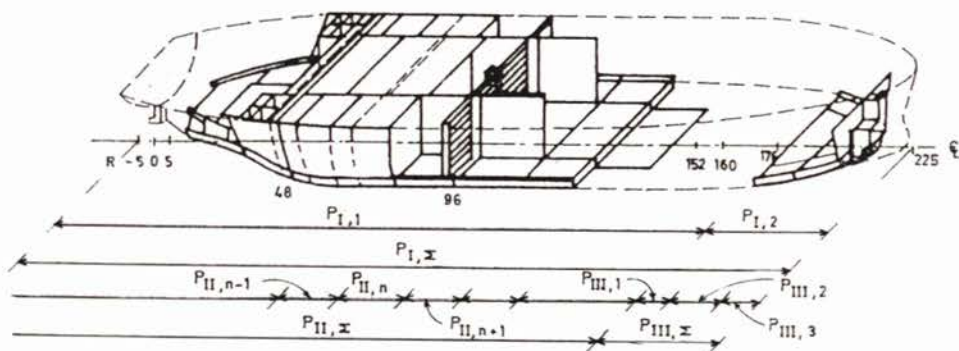
– odstupanje od okomitosti stičnih ravnina A i B u odnosu na pripadajući dio uzdužne osi navedenog objekta kod jednog njegovog dijela (sl. 2d).

Od postojećih metoda proračunavanja točnosti mjernih lanaca u ovom se slučaju, kao u mjernim lancima pomoću kojih se određuju međusobne udaljenosti plohe (osi) određenog elementa, također najčešće primjenjuju dvije metode: metoda potpune zamjenjivosti (metoda maksimum–minimum) i metoda nepotpune zamjenjivosti (Cerovac i Lapaine 1995, Inženjersko tehnički priručnik 1970, Stanić 1981). Pritom se polja rasipanja ili tolerancije daju u obliku tangensa kuta nagiba, najčešće u obliku razlomka u mm/mm svedenih na istu (odabranu) dužinu priležće katete (Inženjersko tehnički priručnik 1970).

Na kraju treba primijetiti da se u montažnoj industriji kao što je brodogradnja pri postavljanju mjernih lanaca, zbog tehnološki uvjetovanog redoslijeda montaže, princip od većega k manjem često ne će moći uzeti u obzir.

Kao primjer u brodogradnji gdje bi se pri postavljanju mjernih lanaca s razlogom mogao uzeti u obzir i princip od većega k manjem, navodi se slučaj gradnje plovećih objekata metodom otoka na navozu. Jasno da je takav način gradnje plovećih objekata, u našoj brodogradnji nov, razmatran s raznih gledišta. Tako je kontrola gradnje geodetskim metodama mjerenja razmatrana u radu (Cerovac 1992), u praksi i primijenjena. U cilju daljnjeg unaprijeđenja kontrole gradnje plovećih objekata navedenim načinom, pored primijenjenih geodetskih metoda mjerenja, ovdje se razmatra i uvođenje mjernih lanaca pri čijem bi se postavljanju u obzir uzeo i princip od većega k manjem.

U ovom primjeru, sastavne karike glavnoga mjernoga lanca (P_I , sl. 3) činile bi dužine svih dijelova navedenog objekta, dok bi zaključnu kariku ovog lanca



Sl. 3. Mjerni lanci plovećeg objekta građenog metodom otoka na navozu, pri čijem je postavljanju uzet u obzir i princip od većega k manjem (Cerovac 1992, dopunjeno).

činila dužina cijelog objekta. Nadalje, sporedni mjerni lanci (P_{II} i P_{III} , sl. 3) odnosili bi se na pojedine dijelova objekta, gdje bi svaka od sastavnih karika glavnoga mjernog lanca postala zaključna karika odgovarajućeg sporednoga mjernog lanca, dok bi im sastavne karike činile dužine svih sastavnih elemenata pojedinih dijelova objekta koje utječu na veličinu pripadajuće zaključne karike.

3. ZAKLJUČAK

Ova su razmatranja provedena s namjerom da se, uz prijedlog proširenja, prikaže važeća metodika postavljanja mjernih lanaca.

LITERATURA:

- Cerovac, P. (1986): Prilog proračunu točnosti lanca dimenzija, Geodetski list, 7-12, 221-235.
- Cerovac, P. (1990): Prilog istraživanju primjene geodetskih metoda mjerenja pri gradnji plutajućih dokova izuzetno velikih dimenzija, Geodetski list 10-12, 329-342.
- Cerovac, P. (1992): Primjena geodetskih metoda mjerenja pri gradnji plovećih objekata metodom otoka na navozu, Geodetski list, 1, 69-76.
- Cerovac, P. i Lapaine, M. (1995): Ravninski i prostorni mjerni lanci, Geodetski list, 2, 121-126.
- Gornik, ?. i Hrabrić, ?. (1962): Projektiranje tehnoloških procesa, Privreda, Zagreb.
- Inženjersko tehnički priručnik (1970): Mjerni lanci, Inženjersko tehnički priručnik, četvrta knjiga, Rad (prijevod s ruskog), Beograd.
- Stanić, J. (1981): Osnove teorije mjernih lanaca, Mašinski fakultet, Univerzitet u Beogradu, Beograd.

REVIEW OF THE METHODICS FOR THE CONSTITUTION OF THE MEASURING CHAINS

This paper deals with the current principles employed in the constitution of measuring chains, it also suggests the introduction of another principle which should be taken in to account, if possible in the course of their constitution.

Primljeno: 1995-07-03