

## Dinamična obremenitev valovanja morja na dvižno kobilico jadrnice

Pino Koc\*

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko, Slovenija

Kobilica na sodobnih jadrnicah je oblikovana v obliki navpično stoječega krila simetričnega prereza, ki sega globoko pod trup jadrnice. Običajno je na spodnjem koncu krila dodana še utež, prav tako hidrodinamično oblikovana, s katero zmanjšujejo nagib jadrnice, ki je posledica delovanja sile vetra na jadra. Globoko segajoča kobilica in utež je seveda primerna za jadranje, obenem pa onemogoča vplutje v plitkejšje zalive in pristanišča. Z namenom ohranjanja obeh zaželenih lastnosti, t.j., kvalitetnih jadralskih sposobnosti in dostopnosti v plitkejšje vode, so razvili različne vrste dvižnih kobilic. Poseben tip dvižnih kobilic je t.i. teleskopska kobilica, ki je pritrjena na trup s spodnje strani in, za razliko od običajnih dvižnih kobilic, katerih dvižni jašek zaseda znaten del bivalnega dela v trupu jadrnice, ne sega v notranjost trupa.

Oblikovanje in dimenzioniranje kobilice je zahtevno projektantsko delo, tako s področja optimizacije hidrodinamičnih razmer, kot tudi z vidika ohranjanja mehanske integritete in zagotavljanja funkcionalnosti kobilice. Ker pa je po svojem načinu delovanja teleskopska kobilica v bistvu mehanizem z masivnimi gibajočimi deli, ki mora pravilno delovati tudi pri surovih pogojih dela na morju, je projektiranje še toliko bolj zahtevno. V prispevku je opisano delo na majhnem segmentu projektiranja in sicer na ugotavljanju razmer v kobilici in dvigovalnem mehanizmu, ki nastopijo v primeru dviganja kobilice na razburkanem morju. Pri tem je bilo izbrano stanje morja 6 po 9 stopenjski WMO (World Meteorological Organization) lestvici.

Deformacijsko-napetostno stanje v kobilici in dvigovalnem mehanizmu je bilo določeno z večimi numeričnimi analizami, ki so si sledile v pravilnem zaporedju, tako, da so rezultati prehodne analize služili kot vhodni podatek v naslednjo.

V prvem koraku je bilo potrebno določiti zaporedje valov (wave train), ki delujejo na jadrnico. Ker nam meritve realnega valovanja niso bile na voljo, smo izdelali umetno valovanje, ki statistično ustreza stanju morja 6. Po WMO je stanje morja določeno na osnovi statistične obdelave meritev realnega valovanja in sicer je stanje morja 6 okarakterizirano z značilno višino vala (Significant Wave Height) med 4 in 6 m in značilno valovno dolžino okrog 50 m. Umetno valovanje je določeno kot vsota več sinusnih valov različnih amplitud, valovnih dolžin in smeri razprostiranja. Takšno valovanje je sicer periodično, vendar se z ustreznim sestavljanjem sinusnih valov da doseči kvazi-stohastično valovanje vsaj v krajšem časovnem intervalu, kolikor traja dviganje kobilice.

V naslednjem koraku smo izvedli deterministično analizo gibanja modela trupa jadrnice na prej opisanem valovanju. Pri tem smo upoštevali bistvene dejavnike valovanja, ki vplivajo na gibanje trupa jadrnice. Rezultat analize je časovno odvisno spreminjanje pospeška in kotnega pospeška težišča jadrnice. Iz teh rezultatov smo razbrali krajši časovni interval s tako kombinacijo pospeškov, iz katere pričakujemo najneugodnejšo obremenitev za kobilico.

V zadnjem koraku pa sledi podrobna analiza sestava teleskopske kobilice v kateri je simulirano tudi dviganje premečnega dela kobilice. Iz te analize smo določili silo, potrebno za dvigovanje kobilice v razburkanem morju.

Opisani primer izračuna dvižne sile je bistveno drugačen od običajnih statičnih in trdnostnih analiz, s katerimi se srečuje projektant pri svojem delu. Primer prikazuje kompleksnost tovrstnih dinamičnih analiz, še posebno težave in dileme pri prehodu iz statistično določenih podatkov (stanje morja) v podatke, primerne za klasično deterministično analizo (zaporedje valov).

**Ključne besede:** jadrnica, teleskopska dvižna kobilica, vetrni valovi, računalniška simulacija