Vrste jedara

Babić, Ivan

Undergraduate thesis / Završni rad

2017

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Split, Faculty of Maritime Studies / Sveučilište u Splitu, Pomorski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:164:438361

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

Repository / Repozitorij:

Repository - Faculty of Maritime Studies - Split - Repository - Faculty of Maritime Studies Split for permanent storage and preservation of digital resources of the institution

zir.nsk.hr

UNIVERSITY OF SPLIT

dabar

DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

SVEUČILIŠTE U SPLITU
POMORSKI FAKULTET

IVAN BABIĆ

VRSTE JEDARA

ZAVRŠNI RAD

SPLIT, 2016.

SVEUČILIŠTE U SPLITU

POMORSKI FAKULTET

STUDIJ:POMORSKE TEHNOLOGIJE JAHTA I MARINA

VRSTE JEDARA

ZAVRŠNI RAD

MENTOR: **STUDENT:**

Doc.dr.sc. M.Lozovina **Ivan Babić(MB:0171261684)**

SPLIT, 2016.

SAŽETAK

Jedro, tkanina posebnog oblika razapeta uz jarbol sa svrhom da porine brod naprijed uz pomoć vjetra. Još od davnih vremena zabilježena je upotreba jedra u svrhe istraživanja novih pomorskih putova te prijevoza ljudi i robe. Mijenjao se njegov oblik, veličina pa i sami broj jedara na jedrilici. Isprva se izrađivalo od prirodnijih materijala, dok danas prevladavaju snažniji, čvršći materijali koji su otporniji na atmosferske utjecaje. Paralelno sa razvojem jedra razvijala se i oprema za upravljanje jedrima koja uvelike olakšava skiperu upravljanje jedrilice te kontroliranje većeg broja jedara kakve danas imamo na modernim jedrilicama. Cilj ovoga rada je dati uvid u proces razvoja više tipova i veći broj jedara kroz povijest.

Ključne riječi:jedro, oblik jedra, broj jedara, materijal, oprema

ABSTRACT

A sail, cloth of special shape expanded over a mast with the purpouse of protruding a boat forward with the help of wind. Since the ancient times the usage of sail in purpouse of exploring new nautical routes and transport of people and goods. Its shape, size and even the shear number of sails has changed. At first it was made out of natural materials, while today stronger, firmer materials that are more resistant to atmospheric effects prevail. Paralel with the development of sails the gear for controling the sail has evolved, which greately aids the skiper in running the sailboat and controling the shear number of sails that we have on modern sailboats. The objective of this article is to give insight in the proces of development of more types and a greater number of sails through history.

Key words:sail, shape of sail, number of sails, material, gear

SADRŽAJ

UVOD 1
1. JEDRO 2
1.1. OPĆENITO O JEDRU 2
1.1.1. Aerodinamika jedra 2
1.1.2. Oblik jedra 2
2. POVIJESNI RAZVOJ JEDRA 4
3. MATERIJALI ZA IZRADU JEDARA 9
3.1. Tkani poliester ili Dacron 10
3.2. Laminatni materijali 10
3.3. Materijali za izradu spinakera 11
4. OPREMA JEDARA 12
4.1. Oprema za kraćenje jedara 12
5. GLAVNO JEDRO 15
5.1. AERODINAMIČKA SILA GLAVNOG JEDRA 15
5.1.1. Upadni kut vjetra 15
5.1.2. Oblik zadnjeg ruba i izvijenost površine glavnog jedra 15
5.1.3. Forma jedra 16
5.2. KONTROLE ZA TRIMANJE 17
5.2.1. Škota 17
5.2.2. Priteg deblenjaka (Vang) 18
5.2.3. Regulacija baze glavnog jedra 18
5.2.4. Podigač i priteg jedra (cunningham) 19
5.2.5. Krivulja jarbola 20
6. GENOVA 21
6.1. AERODINAMIČKA SILA GENOVE 21
6.1.1. Upadni kut vjetra 22
6.1.2. Oblik zadnjeg ruba i izvijenost genove 22
6.1.3. Forma genove 22
6.2. KONTROLE ZA TRIMANJE 23
6.2.1. Škota genove 23
6.2.2. Klizač genove 23
6.2.3. Podigač genove 23

6.2.4. Luk prednjeg leta 24
7. SPINAKER 24
7.1. VRSTE SPINAKERA 25
7.2. PORIVNA SILA SPINAKERA 26
7.2.1. Upadni kut vjetra 26
7.2.2. Forma spinakera 27
7.2.3. Izvijenost spinakera 28
7.3. KONTROLE ZA TRIMANJE 28
7.3.1. Škotine spinakera 29
7.3.2. Tangun 29
7.3.3. Barberi 30
8. OSTALA JEDRA 31
8.1. BALONI 31
8.2. LEPTIRI 32
8.3. ČAĐAVKA 33
9. ZAKLJUČAK 34
LITERATURA 35
POPIS ILUSTRACIJA 36

UVOD

Predmet istraživanja ovog rada su vrste jedara. Kroz povijest razvile su se brojne vrste jedara, no njihova svrha je uvijek bila ista- kako porinuti brod što je brže i učinkovitije moguće. Da bi došli do toga brojni narodi tražili su načine kako bi usavršili svoja jedra te stekli prednost nad ostalim pomorskim silama. U tome su se služili već postojećim jedrima, te bi uz male preinake dolazili do novih jedara, koja bi se pokazala tehnički superiornija od ostalih. Da bi razvili i poboljšali svoja jedra u početku su se koristili raznim materijalima. Danas se većina jedara izrađuje od istih materijala, koji su pokazali da svojom građom i čvrstoćom mogu izdržati sve vremenske prilike i neprilike. Prema namjeni jedro može biti glavno ili pomoćno, prema uvjetima uporabe radno ili olujno, a razlikuje se i više oblika jedara. U novije vrijeme na jedrilicama ćemo često vidjeti ne samo jedno ili dva jedra, nego i po više vrsta jedara, ovisno o svrsi jedara i namijeni jedrilice. Uz već standardno glavno jedro, koje je porivna sila čitave jedrilice, možemo vidjeti sa pramčane strane trokutasta jedra kao što su flok i letno jedro. Za vrijeme jačih vjetrova stavlja se olujno jedro, dok za umjerenih bočnih vjetrova genova. Za krmenih vjetrova dodaje se veliko jedro zvano spinaker. Uz navedena jedra koriste se i razna manja jedra, koja se lako mijenjaju prema jačini vjetra i njegovu smjeru. Karakteristike tih jedara i karakteristike materijala od kojih se izrađuju jedra su vrlo bitne. Da bi smo bolje shvatili samu filozofiju upravljanja jedrima, način na koji oni djeluju te sile koje djeluju na jedra, potrebno je detaljnije se upoznati sa samim osnovama jedrenja, kako teoretski tako i praktično.

1. JEDRO

1.1. OPĆENITO O JEDRU

Jedro (engl. Sail,franc. Voile,njem.Segel, rus.napyc, španj i tal.vela), tkanina od plastične materije (nylon,perlon,itd.) ili platna, hasura, pletera, kože i dr., razapeto na brodu i izloženo vjetru, da potiskuju i goni brod.

1.1.1. Aerodinamika jedra

Jedro je aerodinamička površina preko koje struje čestice zraka. Strujanjem zraka, stvara se aerodinamička sila koja omogućava gibanje prema naprijed. Čestice zraka koje dolaze u kontakt s površinom, struje po objema stranama jedra, privjetrinskoj i zavjetrinskoj. One koje putuju po zavjetrinskoj strani moraju prijeći duži put i zato se kreću brže. Zbog razlike u brzini strujanja, između privjetrinske i zavjetrinske strane pojavljuje se razlika u visini tlaka. Zavjetrinska strana postaje strana s nižim, a privjetrinska s višim tlakom. Zbog navedene razlike u visini tlaka stvara se aerodinamička sila.

Zbog oblika jedra zrak koji struji sa zavjetrinske strane mora za isto vrijeme proći dulji put od zraka koji prolazi s privjetrinske strane. Posljedica je toga da na zavjetrinskoj strani brzina zraka biva veća, a tlak manji u odnosu na privjetrinsku stranu. Prema Bernoullijevu zakonu, povećanje brzine protoka dovodi do pada tlaka. U praksi to znači da jedrilica plovi zahvaljujući razlici između podtlaka koji se stvara na zavjetrinskoj strani i nešto većeg tlaka na privjetrinskoj strani jedra. Aerodinamička sila koja pritom djeluje na jedro može se rastaviti u dvije komponente: dinamički uzgon i otpor. Uzgon je u odnosu na pravac vjetra okomit, a otpor ima smjer vjetra. Oboje se povećava s brzinom vjetra, ali otpor raste brže. Kakav će biti odnos uzgona i otpora ovisi o brzini vjetra i o kursu jedrilice. Kod jedrenja u vjetar težimo najvećem mogućem uzgonu i najmanjem mogućem otporu, to jest najpovoljnijem odnosu dviju komponenti. U jedrenju niz vjetar (s povoljnim vjetrom, odnosno vjetrom u pola krme, i s vjetrom u krmu), otpor je najslabiji, što ima povoljan učinak na brzinu broda.

1.1.2. Oblik jedra

Ako se želi postići najučinkovitiji aerodinamički oblik, jedro neće biti oblika trokuta, već će biti eliptično. Razlog je taj što eliptični oblik stvara najbolju aerodinamičku silu uzgona. No eliptična jedra su skuplja i brže se troše od jedara oblika trokuta zbog dva osnovna razloga;

Eliptična jedra su izrađena od materijala koji se vrlo brzo troše pod utjecajem vremenskih prilika (vjetra i sunca).

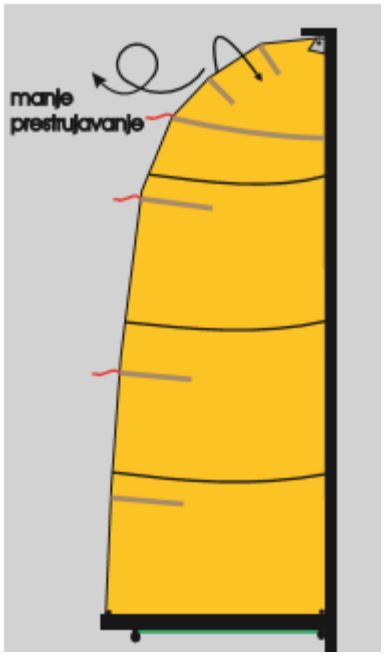
Zbog velike težine u gornjem dijelu jedra, eliptična jedra brže gube pravilnu formu. Također, kako bi se proizvela najučinkovitija aerodinamička površina, osim što treba biti eliptična, ona bi trebala i biti kruta. Ako bolje pogledamo posljednju rečenicu vidjet ćemo kako je zapravo

opisan oblik i karakteristike avionskog krila. No, kada bi i željeli izraditi takvo jedro javljaju se dva osnovna problema;

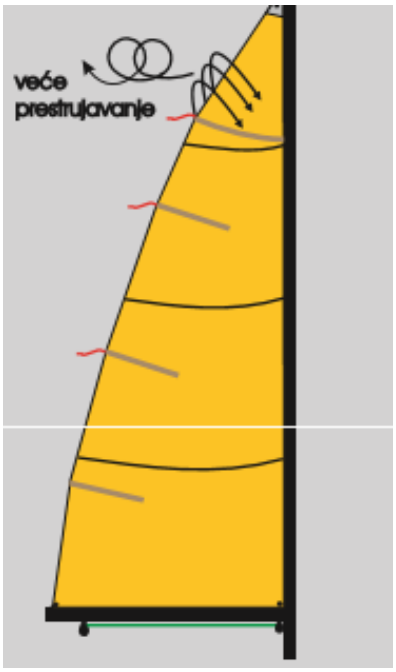
Avionsko krilo treba razvijati uzgon samo u jednom smjeru, prema gore, dok jedro treba razvijati uzgon podjednako na lijevim i desnim uzdama.

Avionsko krilo se većinu svoga radnog vijeka kreće približno istom brzinom, dok se jedro kreće vrlo različitim brzinama.To znači da jedro treba imati kontrole kojima se može mijenjati njegova forma ovisno o brzini kojom se kreće.

Iz svega što smo rekli proizlazi da jedra trebaju biti krojena tako da pruže što veće mogućnosti promjene forme pri različitim kursevima i brzinama jedrenja. Trebaju imati mogućnost smanjenja dubine, pomicanja dubine prema naprijed ili natrag, smanjenja površine (ako je previše vjetra), itd.



Slika 1.Prikaz jedra eliptičnog oblika, (Vitaljić,2005.)



Slika 2.Prikaz jedra trokutastog oblika, (Vitaljić,2005.)

2. POVIJESNI RAZVOJ JEDRA

Križno jedro- Najstarije slike brodova s jedrom nalaze se na egipatskim spomenicima iz doba kad se od monoksilnih čamaca prešlo na gradnju većih brodica. U to su doba negadske i horuske egipatske brodice razapinjale jedno križno jedro, koje je svakako najstariji tip jedra, jer ga je najlakše izraditi. Egipćani su razapinjali četverokutno jedro između dva tanka križa, duga gotovo 2/3 dužine brodice. Zbog velike dužine, križevi su sastavljeni od dva dijela, krajevi su bili tanki i zbog toga su se savijali. Pri jačem vjetru jedro je dobivalo sve dublji trbuh. Jedro je bilo uz oba križa privezano povezicama i nije imalo nikakva pribora za kraćenje. Kako je papirusna tkanina bila slaba, jedro nije moglo podnijeti težinu donjeg križa, pa je križ visio na 8-12 klobučnica. S takvim jedrom egipatski su brodovi mogli jedriti samo s vjetrom u krmu, u pola krme ili najoštrije s bočnim vjetrom.

I Feničani su na svojim brodovima razapinjali samo jedno križno jedro. Za razliku od Egipćana, Feničani su gradili pomorske brodove s križnim jedrom velike površine. Kako ni laneno platno nije bilo dovoljno jako za preveliku površinu jedra, pojačavalo se vertikalnim i horizontalnim dvostrukim trakama. Takva su se mrežasta pojačanja jedara održala, sve dok se velika jedra nisu počela dijeliti u više malih.

Najstarija slika broda sa dva jedra potječe iz 1009. To je bilo veliki fenički brod sa dva jarbola. Glavni je jarbol imao veliko križno jedro, a mali pramčani jarbol, utaknut kod pramca i naprijed nagnut, nosio je malo križno jedro, ojačano jednakim platnenim trakama. Sudeći po tom jedru, Feničani su prvi upotrebljavali jedro na pramcu za uravnoteženje jedrilja i olakšanje manevriranja. Pramčano pomoćno jedro preuzeli su od Feničana Grci, a od Grka Rimljani. Rimska trgovačka brodica corbita imala je pramčani jarbol sasvim nagnut preko pramca i naslonjen na pramčanu statvu, poput strma kosnika na brodovima 15.st. Rimljani su prvi razapeli drugo jedro povrh glavnog jedra. Između vrha jarbola i križa razapinjali su trokutno vršno jedro, koje su ubirali pri žestoku vjetru. Odnos površine između glavnog, pramčanog i vršnog jedra bio je 20:8:3. Rimska su jedra bila pojačana konopima, koji su tekli od gornjeg do donjeg poruba paralelno s desnim i lijevim rubom, s prednje i stražnje strane jedra. Prednji i stražnji konopi bili su međusobno spojeni priteznicama kroz rupe u jedru. Svi su križevi imali praće, a jedra škote, kao i danas. Ne zna se da li se glavno jedro moglo kratiti. Trokutno se vršno jedro prestalo izrađivati u isto doba kad su se prestale graditi corbite, a pojavilo se ponovno tek u 19.st na kliperima za žitnih regata (neboderka).

Bizantski su dromoni bili prvi brodovi sa dva velika križna jedra, razapeta na dva jarbola. U 12.st. križna su jedra dostigla najveću razmjernu površinu; do danas su ostala u upotrebi iako se već od 10.st. počinju izrađivati uzdužna, tzv.latinska jedra.

Latinsko jedro je trokutna oblika i razapinje se na dugoj kosoj lantini. Smatra se da su ga prvi počeli upotrebljavati Arapi.

Galije 13.st., kojima se Genovljani i Mlečani izvršili daleka putovanja izvan Sredozemnog mora, imale su pravo kormilo i jedno veliko latinsko jedro. Na galijama su se latinska jedra usavršavala i dobila opremu, koja je ostala na toj vrsti jedara i do danas gotovo nepromijenjena. Kako su se jedra na kasnijim galijama bila duža od motke, na kraju se dodavao špigun (lat.spigone,franc.espigon). Galije su imale na brodu uvijek čitavu zbirku latinskih jedara, koja

su se mijenjala prema vrsti putovanja i vjetra. Za glavni jarbol bilo ih je pet:marabut, marabutin, mezana, veleta i polakrun, a za pramčani jarbol dva: trinketa i trinketina. U oluji, kad je galija plovila niz vjetar, umjesto latinskih jedara, razapinjalo se osobito olujno križno jedro, koje se zvalo treva. Ukupna površina obaju najvećih jedara na galiji iznosila je oko 500m^2 .

Latinska jedra na galiji mogla su se kratiti jednim redom kratica, koje su se vezivale oko lantine. Kad se jedro skratilo, smanjila mu se površina za jednu trećinu; odatle naziv trcarol(tetria partis) za krat.

Hrvatski su brodovi u 10.st. imali miješanje jedrilje. Na krmenom jarbolu latinsko jedro, a na pramčanom križno. Kombinacija latinskih i križnih jedara ostala je sve do kraja 18.st., kad je latinsko jedro zamijenjeno sošnim.

Sošno jedro nastalo je od latinskog jedra. Lantina je s početka visila o jarbolu u čitavoj svojoj dužini, a jedru je odrezan dio ispred jarbola. Preostali, široki dio jedra iza jarbola zadržao je poduži oblik krmenog dijela latinskog jedra, pa je i oglav ostao na prednjem golom kraju lantine. Otad je prošlo nekoliko stoljeća, dok konačno u Francuskoj od 1770. do 1780., a u Engleskoj od 1745. do 1789., nije odrezan suvišni dio lantine i namješten sošnjak, koji je uz krmeni jarbol bio pričvršćen vjenčastom hajmicom(dijelovi jarbola pomoću kojih su križevi pričvršćeni za debla jarbola) .

Do početka 19.st. pričvršćivala se škota krmenog sošnog jedra za vrh čunca (dio kosnika-služi za pripinjanje jarbola), koji je bio utaknut u sredinu krmenog zrcala. To je bilo nezgodno, jer se s desne strane morala ispuštati veoma duga škota, a jedro je imalo prevelik slobodan prostor za lepršanje. Stoga je početkom 19.st. postavljen uz donji porub jedra deblenjak, pričvršćen uz jarbol vjenčastom hajmicom, a kasnije željeznim zglobom. Time je sošno jedro dobilo svoj konačni oblik, koji se uz manja usavršenja, dosad održao.

U 20.st. Nijemi i Finci su na svojima velikim jedrenjacima podijelili sošnjaču na dva dijela srednjom oblicom, srednjakom, koji su namjestili na hajmici iza krmenog jarbola u sredini između sošnjaka (kosa oblica koja se pričvršćuje pri vrhu debla jarbola pomoću hajmica, a služi za razapinjanje sošnog jedra) i deblenjaka. Tako su sošnjaci na velikim jedrenjacima smanjeni na dvije mnogo manje površine, što se povoljno održava i pri žestoku vjetru, jer se gornji dio sošnjaka može samostalno ubrati, a donji dio kratiti sa tri ruke kratova.

U 16.st. veliki su jedrenjaci imali po dva križna jedra, jedno iznad drugoga na pramčanom i na glavnom jarbolu: debljaču (na glavnom jarbolu) i košnjaču (na pramčanom jarbolu). Tako raspoređena jedra, uz latinsko jedro na krmenom jarbolu, imale su i dubrovačke karake 16.st.

U 17.st. prednji jarboli dobivaju treće križno jedro: sljemenjaču. Kroj jedara veoma se malo izmijenio, jedino se nešto produžila gornja strana trapeza, tako da su jedra dobila gotovo četverokutan oblik.

Oko 1750. počinje se na velikim jedrenjacima razapinjati četvrto jedro: vrhovnjača. S početka su za to jedro bili namješteni treći nastavci jarbola, ali poslije 15-20 godina taj je nastavak, kao suvišan, odbačen i ostao je produženi sljemeni nastavak.

Na američkim poštanskim jedrenjacima (Atlantic Packets) pojavilo se sredinom 19.st. peto jedro: nadvrhovnjača na vrhu glavnog jarbola, a na čajnim kliperima i na sva tri jarbola. U pasastu, pri utakmicama, čajni kliperi su ponekad razapinjali na vrhu jarbola i šesto, trokutno

jedro tzv. neboderku. Vrh joj se dizao do jabuke na vrhu jarbola, a škote su se zatezale desno i lijevo na krajevima nadvršnog križa.

Kako su košna jedra bila najvažnija jedra za manevriranje (jedrenajci su u oluji susretali s košnjačama sa 2-3 krata, a njima su se zadržavali i pri zavlačenju), to su se jedra na trgovačkim brodovima s malim posadama podijelila u dva dijela: u donje i gornje košnjače. Otad su posljednji čajni kliperi imali na svakom jarbolu po 6 jedara: debljaču, gornju i donju košnjaču, sljemenjaču, vrhovnjaču, nadvrhovnjaču i neboderku kao pomoćno, sedmo jedro.

Kratko vrijeme dijelilo se i sljemeno jedro u dva dijela, pa su neki jedrenjaci imali i do 7 jedara jedno povrh drugoga, što je kasnije napušteno. Posljednji veliki, čelični jedrenjaci imali su 5 jarbola, na jarbolima po 6 jedara, a podijeljena su bila samo košna jedra na donje i gornje košnjače.

Bermudsko jedro ima oblik visokog trokuta; prednji vertikalni porubnik jedra pričvršćen je uz jarbol na kliznoj tračnici, a ostala su dva slobodna i zategnuta škotom. Bermudska jedra se zadovoljavaju minimumom posade. Jarboli su tanji od jarbola na sošnim jedrima, jer su otpali teški sošnjaci visoko iznad palube. Otpali su i deblenjaci, osim ponekad na krmenom jedru. Za razapinjanje jedra ostao je samo jedan podizač, a za manevriranje jedrom samo škota.

U povijesnom razvoju glavnih jedara na velikim jedrenjacima redala su se, križna, latinska, sošna i bermudska jedra; ova kao da će istisnuti sva ostala, osim na školskim brodovima, gdje se radi školovanja i tradicije održavaju i dalje starije vrste jedara.

Prečke (flokovi) su trokutna jedra, razapeta na pramcu iznad kosnika. Služe za uravnoteženje jedrilja i za manevriranje jedrenjakom. Usidreni brod uvijek leži okrenut pramcem prema vjetru; kad kani otploviti, čim popusti sidro, mora otpasti od vjetra na jednu ili na drugu stranu, da glavna jedra mogu zahvatiti vjetar. Da pramac otpadne od vjetra, mora se što dalje ispred okretišta broda razapeti jedno jedro, koje će skrenuti pramac na željenu stranu. Zapovijed :“Na podizač prečke!“ bila je više od dva desetljeća nalog za odlazak. Proteklo je ipak veoma mnogo vremena dok su se pomorci dosjetili da upotrijebe prečke; one su najmlađa jedra na velikim jedrenjacima.

U doba Feničana razapinjalo se na kosom jarbolu, utaknutom na vrhu pramca i nagnutom naprijed, jedno četverokutno jedro. To je prvo manevarsko jedro u povijesti. Kasnije su ga preuzeli Grci, a od Grka Rimljani, koji su kosi jarbol još više nagnuli, pa se približio položaju kasnijeg kosnika. Križno jedro ispod takva jarbola nalikovalo je na kasnije posrtno jedro (posrtnjača,civadera). Ipak to jedro nije začetak posrtnjače, jer je domalo nestalo, pa su kosnici ostali goli i služili su dugo vremena samo za učvršćivanje leta pramčanog jarbola ili kao sidrena soha.

Posrtnjača (civadera) pojavila se vjerojatno tek sredinom 15.st. Čini se da su je prvi upotrijebili Španjolci na Atlantiku. Dubrovački brodovi toga stoljeća još je nisu imali. Ime civadera je španjolskog podrijetla (cibadera) i znači: zobnica, kesica koja se konju objesi ispod gubice. Civadera je četverokutno jedro koje se razapinjalo ispod kosnika, ispred pramca broda. Kolumbova Santa Maria imala je (1492) već usavršenu posrtnjaču s rupama za istjecanje mora kojima se to jedro punilo kad ja karavela posrtala.

Kad je (1719) kosnik prvi put produžen prikosnikom, ispod njega se razapela druga posrtnjača (contracivadera). Ipak posrtnjače nisu zadovoljile manevarske zahtjeve. Stoga se pokraj 15.st. počeo namještati mali jarbol na vrhu kosnika i na njemu se razapinjalo nakosno jedro (nakosnjača; tal.parrocchetto del bombresso, franc.beauprette ili tourmentin). Na linijskim brodovima bilo je uvedeno početkom 17.st. (u Engleskoj 1618.). Nakosno je jedro bilo dobro s manevarskog gledišta, ali se pri jačem vjetru s boka rušilo zajedno s jarbolom, koji se na tome mjestu nije mogao učvrstiti.

Nakosni je jarbol s nakosnjačom odbačen u toku 18.st. Posrtnjača (civadera) ostala je ispod kosnika i poslije pojave prečaka. Oko 1850. odbačena je i posrtnjača, ali je goli križ ostao još dugo ispod kosnika, jer je korisno služio u druge svrhe.

Prve prečke pojavile su se tek oko sredine 18.st., što je neobično kasno, ako se uzme u obzir da su slična trokutna letna jedra između jarbola bila već odavna poznata. Doduše na nekim slikama i modelima, koji prikazuju brodove 17.st.(1660), vidi se jedna mala prečka iza nakosnog jarbola, ali je dokazano da su te slike i modeli, kao i neki modeli grčkih trijera s prečkama, modelarski, odnosno slikarski anahronizmi.

S početka su se nad kosnikom razapinjale dvije prečke: prečka i prečnjača, a kasnije, kad je prikosnik produžen čuncem, dodana je i prečkica. Četvrto trokutno jedro na pramcu, letnjača (između pramčanog jarbola i pramca), pojavila se na velikim jedrenjacima kao posljednje od svih letnih jedara. Prečke su se održale do danas u gotovo nepromijenjenom obliku.

Letna jedra su trokutna pomoćna jedra koja su se razapinjala na letima između jarbola. Pojavila su se potkraj 17.st., a proširila su se na velikim jedrenjacima početkom 18.st. S početka su bila pravokutni trapezi: stranica uz leto bila je kosa, susjedne dvije stranice bile su vertikalne, a donja stranica vodoravna. Kasnije se donji, vertikalni dio odrezao i ostao je samo gornji, trokutni dio.

Zapovjednici starih jedrenjaka nisu se držali jednakih pravila pri upotrebi letnih jedara. Neki su ih upotrebljavali u oluji kao jedra za suskretanje, ali u tu svrhu bile su bolje skraćene košnjače. Drugi su ih upotrebljavali pri oštrom jedrenju uz vjetar. Međutim, neki ih kapetani nisu nikad razapinjali, jer se nisu znali njima služit. U svakom slučaju, na velikim jedrenjacima nisu se nikad istodobno razapinjala sva glavna i sva letna jedra, kako se se obično slikali ti brodovi, jer bi uz toliko gusto razapeta jedra uvijek jedno jedro "gušilo" drugo. Stari jedriličari nisu nikad pridavali mnogo važnosti letnim jedrima, i Francuzi su ih stoga uopće odbacili sa svih linijskih brodova i fregata već sredinom 19.st. Englezi su ih, zbog konzervativnosti, zadržali do kraja doba jedrenjaka.

U novije vrijeme, nakon uvođenja modernog jedrilja, na velikim se jedrenjacima ponovno pojavljuju letna jedra i sada dobivaju važnost kakvu nikad nisu imala u prošlosti. Ona, zajedno s jedrima bermudskog tipa, čine cjelinu glavnog jedrilja na modernim velikim jedrenjacima.

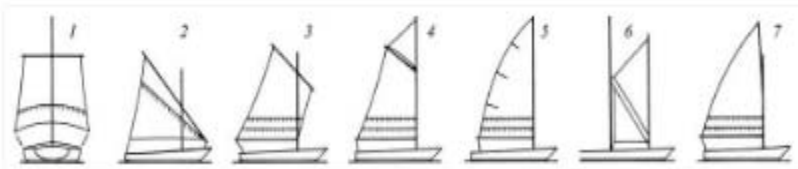
Pršna jedra su trapezna pomoćna jedra koja su se na velikim jedrenjacima razapinjala na produženjima križeva s jedne ili s druge strane glavnih križnih jedara. Pojavila su se u 17.st., kad su istisnula stare bonete.

Bonete su se počele razapinjati ispod prvenjače sredinom 15.st. To su bila četverokutna jedra koja su se uzicom privezivala uz donji porubnik prvenjače.

Na dubrovačkim karakama bonetom se produživala samo prvenjača, a tek potkraj 15.st. razapinjala se boneta i ispod glavnoga deblenog jedra. U Francuskoj se dugo razapinjala samo pramčana boneta, glavna je boneta uvedena tek sredinom 16.st.

Sredinom 17.st pršna su se jedra razapinjala samo na donjim križevima. Potkraj tog stoljeća dižu se i na košne križeve. Potkraj 18.st. pojavljuje se koso trapezoidno pršno jedro i pod sljemenim križem. Pršna jedra su se razapinjala na strani privjetrine pri krmenom vjetru ili vjetru u pola krme. Veoma su se rijetko razapinjala pri krmenom vjetru na oba boka. Pršna su jedra nestala kad su se na jedrenjake postavili pomoćni parni strojevi. Moderne ih jedrenjače više nemaju.

Oglavno jedro je četverokutno, razapine se na jedrilicama i čamcima na kraćoj lantini, koja je oglavom pritegnuta u pravi položaj. Oglavno jedro ponekad ima uz donji porubnik i deblenjak. Nastalo je od latinskog jedra pošto je skraćena lantina i odrezan veći dio jedra ispod jarbola. Pojavilo se prije sošnog jedra, i netočno je mišljenje da se razvilo od njega pojednostavnjenjem sošnjaka, da se izbjegne dosta složena hajmica i visok jarbol, potreban za učvršćenje vanjskog podizača. Oglavna jedra razapinju naši trabakuli i pelizi, te ribarski i obalni čamci, a upotrebljavaju ih čamci ratne mornarice.



JEDRO, 1. križno, 2. latinsko, 3. oglavno, 4. sošno s vrškom, 5. bermudsko, 6. uprto, 7. portugalsko

Slika 3.Prikaz razvoja jedara (www.enciklopedija.hr)

3. MATERIJALI ZA IZRADU JEDARA

U posljednjih nekoliko godina doživljavamo veliki napredak u razvoju novih tkanih i laminantnih materijala. Sve do 80-tih godina prošlog stoljeća tkani poliester, bolje poznat kao Dacron, bio je jedini materijal koji se koristio za izradu jedara. Danas se, osim tkanih materijala kao što su Dacron i ostali tkani najloni, koriste i laminati koji sadrže Kevlar, Technoru, PBO Zylon, Pentex i Spectru.

Jedra su nekad bila od najjačeg platna: lanenog. Uspješna škuna America (1851) imala je plosnata pamučna jedra, po uzoru na njezina jedra počeli su i Englezi šiti jedra od pamučnog platna, ali bez posebnog uspjeha pa je nakon tridesetak godina u Europi laneno platno bilo jedini materijal za jedra- sve do početka 20.st. Pedesetak godina jedra su bila od pamučnog platna, a po završetku drugoga svjetskog rata počela su se šiti od sintetičkih tkanina i danas su praktički sva takva.

Lanene stabljike daju čvrsta vlakna duga do 10 cm, njih 20-40 zajedno. Od tih se vlakana dobije čvrsti konac i grubo laneno platno; čvrstoća mu je dobra, ali postojanost oblika jedra u vjetru slaba. Mokro je 20% čvršće i ne otvrdne, pa se danas katkad od njega izrađuju olujna jedra.

Pamučna su vlakna fina, ali kratka (do 25mm), i dobro se upredaju u konac. Predenjem i končanjem, a onda gustim tkanjem, nastaje pamučno platno, vrlo pogodno za izradu jedara. Pamučno platno upija mnogo vlage (do 20% vlastite težine a da se ne osjeti opipom) i mokro postaje jako teško, pa se takva jedra znatno deformiraju, a smeta i povećana težina. Kao prirodno vlakno, osjetljivo je na gljivice (plijesni), a donekle i na sunčevo svjetlo (ultraljubičaste zrake).

Poliesterska vlakna nastala su 1941. u Engleskoj i nazvana su terylene. Danas se proizvode posvuda pod različitim imenima: dacron, fortel(SAD), trevira, diolen(SR Njemačka), tergal(Francuska), terital(Italija), tetoron(Japan), kadron(Australija), lavsan(SSSR).

Prvo jedro napravljeno je u Engleskoj 1951. Poliesterska vlakna imaju skoro sva tražena svojstva za jedra: ne upijaju vlagu, vrlo su čvrsta, malo elastična i neosjetljiva na gljivice. Osjetljiva su, međutim, na sunčevo svjetlo: nakon 4-5 godina u umjerenoj klimi, a nakon godinu dana u tropima, jedra postanu tvrđa, odn. vlakna postaju lomljiva i jedro se lakše para. Zato ih treba čuvati u razumnim granicama od sunčevih zraka; zbog toga su i obojena jedra lošija, jer apsorboiraju više ultraljubičastih zraka pa prije propadaju. Poliesterska jedra su također osjetljivija od pamučnih za habanje i gužvanje (pregibanje).

Poliesterska vlakna su beskonačna, a zavijaju se u struk i više strukova zajedno čine konac, od kojega se šije platno za jedra. Veliki zahtjevi da forma jedra punog vjetra budu postojana traže vrlo gusto platno, koje se malo deformira- rasteže u svim smjerovima pa i dijagonalno. Dobro se platno izrađuje na teškim sporim strojevima sa neobično velikom gustoćom i napetošću osnove i jakim nabijanjem potke (poprečni sustav niti) . Potka je uvijek jača, jer se jedra kroje tako da je potka više opterećena (kroje okomito na izlazni rub, tako da je aerodinamički najpovoljnije); osim toga platno se manje rasteže u smjeru potke i zato što potka pri tkanju ostaje ravnija, manje je valovita od osnove. Uvijanje konca za tkanje povećava postojanost platna i bolje povezivanje u njemu. Platno se iza tkanja apretira, odnosno „napuni“ umjetnim smolama te termički obradi i kalandrira (izglača) radi fiksiranja i prirodnog skupljanja. Gotovo

platno je glatko i kruto pa gotovo i ne nalikuje tekstilu. Lošije platno sa više punila može, kad je novo, također imati dobar izgled ali u upotrebi dobije bezbrojne „napukline“ apreturnog punila. Platno sa manje punila ili bez njega je elastičnije (loša strana), ali i mekše i bolje se slaže.

Najlon je jako elastičan: suh se dvaput, a mokar gotovo triput više rastegne od poliesterskog vlakna. Neosjetljiv je na gljivice; upija dosta vlage (više od 4% vlastite težine). Izložen dulje sunčevoj svjetlosti znatno gubi na čvrstoći; slabi i od samog stajanja, bez upotrebe. Zbog toga se od njega izrađuju samo spinakeri i druga lagana jedra za krmene vjetrove.

3.1. Tkani poliester ili Dacron

Ovaj materijal je izuzetno trajan i relativno jeftin, a koristi se od sredine 50-tih godina 20. stoljeća. Ako od jedra tražimo isključivo trajnost i izdržljivost, tada je Dacron najbolji odabir. Različita Dacronska tkanja obično se nazivaju prema svojoj težini (6.1oz. Dacron ili 8.3oz. Dacron). U Americi se koristi mjera ounce/yard, a u Europi se koristi mjera g/m. Američki 1oz. odgovara britanskih 1,26 oz. što je 42,8 g/m u kontinentalnom dijelu Europe. Poliester se može tkati da niti jednako osiguravaju i uzdužnu i poprečnu čvrstoću, no također može se tkati i tako da niti osiguravaju samo uzdužnu ili samo poprečnu čvrstoću. Niti koje osiguravaju uzdužnu čvrstoću nazivaju se osnova, a niti koje osiguravaju poprečnu čvrstoću nazivaju se potka. Dodatna čvrstoća dobiva se dodavanjem određenog broja niti bilo u poprečnom bilo u uzdužnom smjeru. Također, dodatna čvrstoća dacronskog tkanja može se dobiti i dodavanjem kosih niti. Za jednostavna, poprečno ili koso krojena jedra, koriste se uzdužno tkane role Dacrona jer se odrezani dijelovi (paneli), spajaju okomito na zadnji rub jedra. Time se osigurava čvrstoća jedra u uzdužnom smjeru gdje je i najveće opterećenje.

3.2. Laminatni materijali

Laminatni materijali čine jedro lakšim uz jednaku čvrstoću u odnosu na Dacron. Također laminatna vlakna bolje održavaju zadanu formu jedra. U izradi laminatnih jedara vlakna od određenih materijala lijepe se zajedno uz jedan ili više slojeva Mylara. Mylar je vrlo snažan metalizirani poliesterski proziran film. Laminatna jedra mogu biti izrađena od bilo kojeg materijala. Kevlar, Technora i Twaron. Ovo su nazivi za aramidna vlakna koja se danas najčešće koriste u izradi regatnih jedara. Aramidna vlakna imaju prepoznatljivu smeđe-žutu boju. Uz svoje izuzetne prednosti, mala rastezljivost i izrazita lakoća, aramidna vlakna imaju i određene nedostatke; gubitak čvrstoće zbog presavijanja, kao i oštećenja uslijed djelovanja UV zraka. Technora Black je aramidno vlakno proizvedeno u Japanu. To je materijal koji se sve češće koristi za izradu jedara jer pruža odličnu izdržljivost. Jedna od pogodnosti ovog materijala je njegova duža izdržljivost u odnosu na obični Kevlar. Nedavno je proizvedeno novo poboljšano vlakno naziva Kevlar®Edge™. To je zapravo bolja verzija Kevlara, jer Kevlar®Edge™ ima 25% veću žilavost od Kevlara. To znači kako ovo vlakno ima izdržljivost kao Technora i jednaku sposobnost zadržavanja oblika kao Kevlar. PBO Zylon. PBO je vlakno tako male rastezljivosti da se svako aramidno vlakno, kao što je Kevlar, pored PBO-a čini poput

žvakaće gume. PBO je ekstremno skup i troši se brže od Kevlara kada je pod utjecajem UV zraka. Kako bi ga zaštitili od nepovoljnog utjecaja sunca, PBO se prekriva posebnim filmom Mylara. Tvrtka Dymension/Polyant u proizvodnji upotrebljava film koji se naziva Magna Shield (zaštita) u boji bakra. Zbog toga jedra od PBO-a imaju karakterističnu narančasto crvenkastu boju. Spectra. Vlakna od spectre su lakša i fleksibilnija nego ona od Kevlara i Technore. Spectra se ne lomi pri savijanju i otporna je na UV zračenje. No, nažalost, Spectra je skuplja od Kevlara. Također i Spectra ima jednu negativnu osobinu, produžuje se nakon što je bila pod velikim opterećenjima. Pentex ili PEN (polyethylene napthalate). Ime za standardno poliestersko vlakno (Dacron) je polyethylene terepthalate ili PET. PEN ili Pentex vlakno ima istu početnu čvrstoću kao i Dacronsko vlakno, ali Pentex se isteže 2,5 puta manje od Dacrona. Ova vlakna se također mogu laminirati, a puno su jeftinija od aramidnih i ostalih novih visoko tehnoloških vlakana.

3.3. Materijali za izradu spinakera

Za razliku od ostalih jedara spinakeri se i dalje izrađuju od najlonskih i poliesterskih materijala. Razlog je prvenstveno taj što su opterećenja u spinakeru nejednolika, a najlonski materijali su dovoljno elastični da ta opterećenja izdrže bez trajne deformacije. Evo nekih od najlonskih materijala koji se danas najčešće koriste u izradi spinakera.

Airex. To je jedan od novijih materijala kojeg je tvrtka North Sails razvila tijekom America's Cupa 2003. Postoje različite težine Airexa koje se kreću od 0.4oz (17 g/m) pa sve do 1,5oz (64 g/m). Airexu se dodaje silikonska finitura (završni premaz) kako bi spinaker upijao što manje vode te kako bi se olakšalo manevriranje i dizanje jedra.

Superlite. Vrlo lagani materijal težine 0,5oz (21 g/m) koji se koristi za "all around" spinakere. Superkote. Ovaj materijal je dizajniran da zadovoljava pravila klasa kao što je J-24. Vrlo je otporan na rastezanje i kidanje.

Dynalite. Ovaj materijal se najčešće koristi za spinakere one-design klasa kao što je Melges 24. Sadrži silikonsku finituru. Maxilite. Vrlo čvrsti materijal težine 1,5oz (64 g/m) koji se koristi za izradu teških spinakera.

Cuben Fiber. Ovaj materijal je razvijen za America's Cup 1992. To je laminat koji sadrži trake plazme izrađene od vlakana Spectre 2000. Takav kompozit izvaljan je u film. Ovi filmovi su puno tanji u usporedbi s ostalim laminatima i zadržavaju čvrstoću tijekom dugotrajnog savijanja. Nakon što Aramidno vlakno presavijemo 250 puta, ono izgubi oko 80% svoje prvobitne čvrstoće, dok Cuben Fiber, nakon istog broja presavijanja zadržava gotovo 100% prvobitne čvrstoće. Najtanji laminati Cuben Fibera pokazali su se izuzetno učinkovitim za izradu spinakera i velikih laganih genova (code zero genova).

4. OPREMA JEDARA

Jedra se opremaju raznom opremom za razapinjanje, opruživanje, jedrenje, ubiranje, kraćenje, motanje, privezivanje i oblačenje.

Rogljevi su ojačani kutovi jedara; mogu biti opremljeni na razne načine. Podvezani rogalj izrađen je podvezivanjem porubnika u obliku udvojka. Rogalj s unutrašnjom omčom ima omču u jedru s unturašnje strane porubnika. Na nju je zaskobljena oveća skoba, koja nosi koloture za oglav, za uzdu i za glavnu ubralju. Rogalj s vanjskom omčom nosi omču na čvrstom pritegu izvan porubnika. Za omču je s donje strane pričvršćena uzda, a s gornje kolotur glavne ubralje. Najviše se upotrebljava na križnim jedrima. Prstenasti rogalj ima velik čelični prsten provučen kroz dvije omče na krajevima porubnika. Trooki rogalj nosi željezni okov sa tri oka. Kroz gornja dva provlače se omče porubnika, na donjem oku pričvršćena je uzda, a na sredini trookog okova privezuje se kolotur glavne ubralje.

Ubralje su užeta koja služe za ubiranje (skupljanje) jedara radi motanja i vezivanja. Križna jedra imaju tri skupine ubralja: glavne, trbušne i vanjske. Mala sljemena i vršna jedra nemaju ubralje, a velika imaju sa svake strane po jednu trbušnu ubralju, a ponekad jos jednu vanjsku ubralju, koje su međusobno spojene rasponom. Letna jedra i prečke nemaju ubralje, već samo uvlakače, kojima se podizni rogalj uvlači (spušta). Jedino letnjače imaju katkad glavnu ubralju, kojom se uzdeni rogalj diže do leta. Sošna jedra imaju tri ili četri ubralje, i to dvije jarbolne, jednu hajmičnu, a ponekad i jednu sošnjačku. Te su ubralje dvostruke.

4.1. Oprema za kraćenje jedara

Krat je ona površina jedra koja se može ubrati, tj. skratiti, tako da ne bude izložena prejakom vjetru. Kraćenjem se smanjuje površina jedra i izlaže se onoliko platna koliko brod može podnijeti pri određenoj jačini vjetra. Na svakom jedru ima obično po nekoliko kratova, koji se označuju kao prvi, drugi, treći,a katkad i četvrti ili olujni krat. Svaki je krat obrubljen pojačanjem jedra. Kratovi križnog jedra nalaze se na gornjem kraju jedra, usporedno s gornjim porubom. Kod sošnog i glavnog jedra kratovi su na donjem dijelu jedra i usporedni su s uzdenim (donjim) porubom. Latinska jedra imaju krat na gornjem dijelu, koji se prema oglavnom roglju približava lantini, kosoj oblici, na kojoj se razapinju latinska jedra.

Za kraćenje razlikuju se dvije vrste opreme: kratice i kratnici.

Kratice su kratki mrlini, provučeni kroz metalne očice u pojačanju jedra. Kratice vise s obje strane jedra podjednako dugo, a osigurane su jednim poluuzlom, s jedne i s druge strane jedra, da se ne izvuku. Osim toga na lijevom i na desnom porubniku upletena je, kod svakog krata, po jedna omča, koja nosi kratke (konopi za kraćenje porubnika), ili, ako su kratke na križu, ona služi za pritezanje krajeva jedra tim kratkama. Kad se križno jedro želi skratiti za jedan krat, ili kako se mornarskim izrazom kaže, kad se želi „uzeti prvi krat“, ono se podiže kratnim nategom dotle dok krajevi prvog krata ne dođu do križa. Jedro se prikupi i složi, pa se kratkama vežu krajevi jedra pritegom između kratne omče i vrha križa, a kratice se vežu oko križa. Taj je način kraćenja jednostavan i čvrst, ali se zgužvano jedro brzo para, a, osim toga, ne mogu se sve

kratice sasvim jednako nategnuti, osobito kad je jedro mokro, a stegnute se kratice, koje se vezuju muškim uzlovima, kasnije teško odrešuju.

Kratnik je nešto slabije uže nego porubnik, teče po rubu svakog krata, i to kroz očice izmjenično ispred jedra i iza njega. Na privezniku križa vise očne kratice, kratke pletene uzice koje nose s jedne strane oko i repić, a s druge strane bajam. Pri kraćenju jedra repić se provuče oko kratnika, povuče se prema gore, pa se zatim ukopča bajam. Od križnih jedara za kraćenje su uređena obično samo deblena i gornja košna jedra. Sošna jedra uvijek imaju kratice, ali im se oprema za kraćenje ipak donekle razlikuje, prema tome da li to sošno jedro ima na donjem porubu deblenjak.

Burine su zastarjeli dio opreme za opružanje jedara. To su konopi koji treba da nategnu i bolje opruže jedro prema vjetru, da mu prednji porub bude oštrije razapet i da ne lepršа. Danas se veoma rijetko upotrebljavaju. Burine prvenjače bile su pričvršćene osobitom rasponicom za jedro, tekle su prema pramcu i prolazile kroz kolotur koji je bio pričvršćen na pramnici ili na kosniku te su svršavala na palubi. Burine prednje ili glavne debljače tekle su preko kolotura na deblenom letu, pa su se odatle spuštale do obodnice na palubi.

Deblenjače su obično dva čela koja vode od koša do obruča na krmenom kraju deblenjaka s desne i s lijeve strane jedra, a služe za pridržavanje deblenjaka. Za jedrenja, uvijek je nategnuta deblenjača u privjetrini, tako da nosi težinu deblenjaka. Jedro će tada dobiti lijep zaobljen trbuh, koji se može pojačati ili smanjiti jačim natezanjem ili propuštanjem deblenjače. Deblenjača u zavjetrini mora za to vrijeme biti potpuno mlohava, da ne siječe jedro. Ako deblenjak visi samo na jednoj debljenjači, ona vodi od vrha sošnjaka do okova na kraju deblenjaka.

Škote služe za zatezanje jedra. Mogu biti jednostavne, jolače ili kolabre. U prvom slučaju, škota vodi od uzdenog roglja izravno na kljunu. U drugom slučaju, mrtvi kraj teklaca pričvršćen je na ogradi, razmi, površnici ili palubi, teče kroz kolotur na roglju jedra, pa se zatim vraća na palubu, gdje se nametne na kljunu. Svako križno jedro ima po dvije škote, na oba donja roglja, dok sošna i ostala jedra imaju samo jednu škotu na tzv. uzdenom roglju. Škote deblenog jedra vode kao jolače ili kolabrice od obodnice ili palube do odgovarajućeg roglja. Na velikim modernim jedrenjacima upotrebljavaju se za zatezanje deblenih križnih jedara posebna zatezna motovila. Ona su namještena na obodnici broda i poslužuju se jednom polugom. Škota deblenjaka obično je dvostruka. Na lučnjaku deblenjaka pričvršćeni su jakim skobama gornji koloturi dviju kolabra. Jedna vodi na desnu, druga na lijevu stranu do posebnog očnjaka na palubi. Pri jedrenju popuštena je uvijek ona kolabra koja je na zavjetrini, a napeta je ona u privjetrini. To je urađeno zato da bi se deblenjak mogao dovući sasvim do sredine broda, pa je potrebno, da bi se mogao zategnuti i preko sredine, prema vjetrini, tako da se jedro malo zaguši. Protuškota deblenjaka je tanja kolabra, zakvačena u sredini deblenjaka tako da ga drži prema pramcu. Služi za pritezanje deblenjaka prema pramcu pri tišini, kad slabi povjetarac ne može da napne jedro i drži deblenjak da pri mrtvom moru ne mlatara. Škota vrške je, i na većim jedrenjacima, obično poteg od čelnog čela. Teče od uzdenog roglja vrške, preko koluta pri kratu sošnjaka, duž sošnjaka, preko drugog koluta kod pete ili preko posebnog kolotura kod hajmice sošnjaka, pa odatle niz jamicu do palube, gdje kod većih jedrenjaka svršava poteznom kolabricom.

Škote prečaka i letnih jedara. Na malim jedrima to su obični konopi, spojeni udvojkom za uzdeni rogalj prečaka ili letnih jedara, kojima jedan kraj kao desna škota vodi na desnu, a drugi kraj kao lijeva škota na lijevu stranu broda.Ako su ta jedra velika, ili ako su namijenjena za

olujni vjetar, kao npr. olujna prečnjača ili olujna letnjača, onda svaka škota ima po jednu poteznu kolabricu. Na velikim jedrenjacima uzdeni rogalj često nosi dva jaka puta, a svako puto po jednu kolabricu.

Oglavi služe za pridržavanje donjeg prednjeg roglja jedra, tzv. oglavnog roglja, prema naprijed, dakle protivno od škota. Od križnih jedara samo deblena, dakle najniža jedra, imaju oglave, koji su izrađeni sasvim slično škotama, samo što oni drže jedro više prema pramcu.

Izvlakači služe za izvlačenje, tj. za razapinjanje jedara. Izvlakač sošnjače upotrebljava se onda kad je to jedro pričvršćeno na sošnjak pomoću klizača i klizne tračnice. Izvlakač je čelo koje pričvršćeno za gornji vanjski rogalj sošnjače, teče preko koluta na kraju sošnjaka, preko kolotura kod hajmice sošnjaka, pa se zatim spušta niz jarbol na palubu.

Uvlakači služe za uvlačenje i spuštanje jedara. Uvlakač sošnjače vodi od gornjega vanjskog roglja jedra do kolotura pokraj hajmice, pa odatle niz jarbol do palube. Uvlakači prečki su pričvršćeni za podizne rogljeve prečki, provučeni su kroz nekoliko letnih prstena, teku niz leto do kolotura pri kraju leta, ili na kosniku, a odatle niz kosnik do palube. Uvlakači letnih jedara pričvršćeni su na podiznim rogljevima letnih jedara, prolaze kroz nekoliko letnih prstena, teku niz leto do kolotura pri kraju leta na jarbolu ili na priponama, a onda odatle do palube. Uvlakači vrške vode obično od podiznog roglja izravno na palubu.

5. GLAVNO JEDRO

Svojim prednjim rubom glavno jedro je pričvršćeno uz jarbol, a svojim donjim rubom za bum. Može se reći kako je glavno jedro "motor" svake jedrilice. Jedreći uz vjetar, glavno jedro se ponaša kao aerodinamička površina jer čestice zraka struje od njegovog prednjeg ruba prema njegovom zadnjem rubu. U takvim uvjetima, forma glavnog jedra je izuzetno važna za pravilno strujanje i brzinu jedrilice. No, kada se jedri niz vjetar, forma glavnog jedra više nije toliko važna jer se ono više ne ponaša kao aerodinamička površina; sada samo "skuplja" vjetar poput padobrana i zato projicirana površina glavnog jedra postaje značajnija.

5.1. AERODINAMIČKA SILA GLAVNOG JEDRA

Postoje tri osnovna faktora kojima se kontrolira aerodinamička sila glavnog jedra. Ti faktori su: upadni kut vjetra (α), oblik zadnjeg ruba i forma jedra.

5.1.1. Upadni kut vjetra

Najvažnija komponenta u stvaranju aerodinamičke sile glavnog jedra je upadni kut vjetra (α) (slika 3.). Upadni kut vjetra (α) prvenstveno ovisi o kursu kojim se jedrilica kreće. Promjenom kursa (prihvaćanjem ili otpadanjem), mijenja se upadni kut vjetra (α), a time i veličina aerodinamičke sile glavnog jedra. Upadni kut (α) također ovisi i o pritegnutosti škote glavnog jedra. Pritezanjem škote, povećava se kut glavnog jedra u odnosu na smjer prividnog vjetra, čime se povećava veličina aerodinamičke sile. Popuštanjem škote, upadni kut (α) se smanjuje što znači da se i aerodinamička sila glavnog jedra također smanjuje. Upadni kut (α) i veličina aerodinamičke sile glavnog jedra može se regulirati i pomicanjem klizača (šine jedra). Podizanjem travelera u privjetrinu, aerodinamička sila se povećava, a popuštanjem travelera u zavjetrinu aerodinamička sila se smanjuje.

5.1.2. Oblik zadnjeg ruba i izvijenost površine glavnog jedra

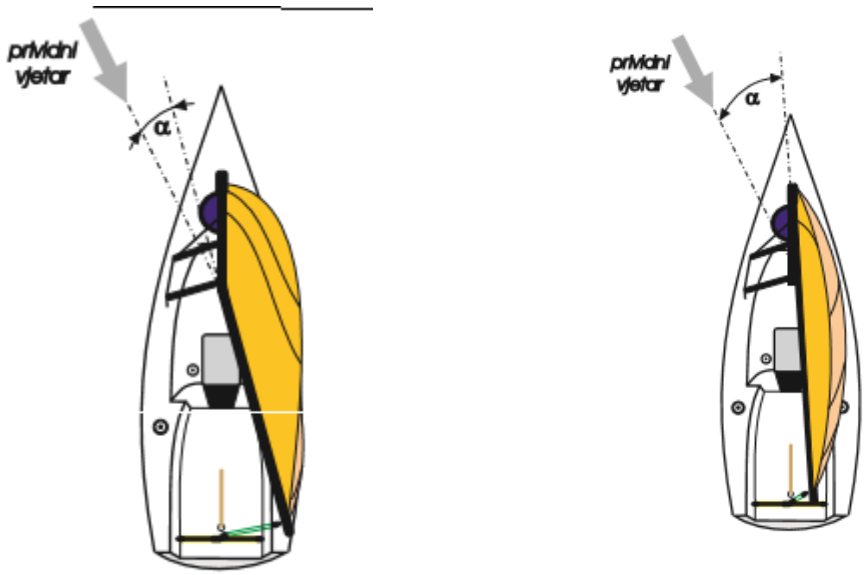
Zatvoreni zadnji rub jedra generira veću aerodinamičku silu, dok otvoreni rub i izvijeno glavno jedro generiraju manju aerodinamičku silu.

Razlika između otvorenog i izvijenog jedra. Dok je glavno jedro zatvoreno i nije izvijeno, može se reći kako prividni vjetar u njega ulazi pod relativno sličnim kutovima, gledajući od baze prema vrhu. No, popuštanjem škote glavnog jedra, upadni kut prividnog vjetra se mijenja. Kako se popuštanjem škote glavnog jedra prvenstveno otvara njegov gornji zadnji rub, upadni kut se prvo smanjuje u gornjem dijelu glavnog jedra. Sada se može reći kako je glavno jedro otvoreno, ali još uvijek nije izvijeno. No ako se škota glavnog jedra nastavi popuštati, razlika između upadnih kutova u gornjem dijelu i donjem dijelu glavnog jedra postaje sve veća. Tada se može reći kako je glavno jedro izvijeno po cijeloj svojoj površini jer su upadni kutovi vjetra, gledajući jedro od dolje prema gore, različiti. Izvijeno jedro "prosipa" aerodinamničku silu i zbog toga

se ovaj učinak škote koristi kod jakog vjetra kako bi se glavno jedro rasteretilo od viška aerodinamičke sile. Prema tome, možemo zaključiti kako je škota glavnog jedra primarna kontrola koja djeluje na oblik zadnjeg ruba i izvijenosti jedra. Ispočetka, pritezanjem škote smanjuje se upadni kut prividnog vjetra u jedro, jer se bum pomiče u privjetrinu. Daljnjim pritezanjem škote, kako se bum približava svome krajnjem privjetrinskom položaju u središnjici jedrilice, smjer djelovanja škote više nije samo takav da privlači bum u privjetrinu. Sada se povećava komponenta koja bum vuče prema dolje. Tada škota primarno djeluje na oblik zadnjeg ruba i izvijenost glavnog jedra.

5.1.3. Forma jedra

Treći način kontroliranja aerodinamičke sile postiže se promjenom forme jedra. Promjena forme prvenstveno se odnosi na promjenu dubine i položaja najveće dubina glavnog jedra. Dublja jedra generiraju veću, a plića manju aerodinamičku silu. No, plića jedra pružaju i manji otpor strujanju zraka. Forma jedra regulira se različitim kontrolama. Osnovne kontrole su: škota, krmeno leto, podigač jedra, baza, priteg deblenjaka (vang) i priteg prednjeg poruba jedra (cuningham). Pritezanjem krmenog leta, škote, vanga ili baze dubina glavnog jedra se smanjuje. Što se tiče promjene položaja najveće dubine, pritezanjem cuninghama i podigača položaj najveće dubine se pomiče prema naprijed. Savijanjem jarbola položaj najveće dubine premješta se prema natrag.



Slika 4.Prikaz utjecaja prividnog vjetra na aerodinamičku silu

5.2. KONTROLE ZA TRIMANJE

Glavno jedro koristi se gotovo u svim uvjetima vjetra i mora te se obično ne mijenja, osim po vrlo snažnom vjetru, kada ga zamjenjuje olujno glavno jedro. Glavno jedro se krati pomoću krata (tercarola) i regulira se ovisno o uvjetima mora i vjetra. Mnogi misle da je lakše regulirati glavno jedro negoli genovu. No, tu nije u pitanju samo korektno zatezanje Škote. To je zahtjevan posao, iz kojeg proizlazi niz srodnih djelovanja. Da bi namještanje bilo uspješno, potrebno je mnogo pažnje.

Pravilno natrimano glavno jedro omogućava postizanje maksimalne brzine i visine jedrilice za vrijeme jedrenja uz vjetar. Za pravilno trimanje, potrebno je poznavati sve kontrole koje mijenjaju formu glavnog jedra.

5.2.1. Škota

Škota je osnovna kontrola za trimanje glavnog jedra. Pritezanjem i popuštanjem škote djeluje se na upadni kut vjetra (znači i aerodinamičku silu u jedru), dubinu, izvijenost i zatvorenost zadnjeg ruba jedra.

Upadni kut vjetra. Pritezanjem škote povećava se upadni kut vjetra i aerodinamička sila glavnog jedra. Popuštanjem škote smanjuje se upadni kut i aerodinamička sila jedra postaje manja.

Oblik zadnjeg ruba i izvijenost. Pritezanjem škote zatvara se zadnji rub jedra. Popuštanjem škote površina glavnog jedra se izvija.

Kada se uz pomoć škote (uz ostale faktore) dobije pravilan profil, potrebno je pomaknuti klizač radi postizanja ispravnog kuta u odnosu na uzdužnicu barke, osim kod plovidbe u krmu. Stražnji porub najbolje pokazuje kakav je profil jedra. Ovdje je korisno poslušati savjet da se jedro zateže sve dok se gornja letvica (šteka) ne poravna s deblenjakom. (Kod dugačkih letvica promatrajte stražnjih 50-60 cm.)

Što se više škota popušta, to gornji dio jedra sve više okreće u zavjetrinu. Zatezanjem škote profil jedra se postepeno smanjuje sve dok se stražnji porub ne zatvori i gornja letvica ne usmjeri u vjetar. Tada će se gornji dio jedra izravnati. Pokazivač vjetra na gornjoj letvici će sada treperiti i zavijati oko stražnjeg poruba u zavjetrinu. Popuštanjem škote stražnji se porub otvara, a pokazivač vjetra opet leti ka krmi.

Klizač (Traveler)

Klizač glavnog jedra je najvažnija sekundarna kontrola. Promjenom položaja klizača glavnog jedra djelujemo na upadni kut vjetra (aerodinamičku silu). Kada se klizač podiže u privjetrinu, povećava se aerodinamička sila jedra, a ako se spušta u zavjetrinu, aerodinamička sila se smanjuje. Klizač se prvenstveno koristi kod jedrenja oštro uz vjetar. Podižemo ga u privjetrinu sve dok bum ne dođe u samu blizinu središnjice jedrilice. To je početni položaj trimanja glavnog jedra za jedrenje uz vjetar. Klizač, naravno neće biti u sredini ako je vjetar prejak jer će glavno jedro stvarati preveliku aerodinamičku silu što će pretjerano nagibati jedrilicu. Dok se jedri niz vjetar ili s vjetrom u bok, klizač je najbolje držati u sredini, a jedro trimati sa škotom.

5.2.2. Priteg deblenjaka (Vang)

Priteg deblenjaka je kontrola koja prvenstveno djeluje na formu donjeg dijela jedra. Ono se češće koristi kod jedrenja niz vjetar i s vjetrom u bok, nego kod jedrenja sasvim uz vjetar. Pritezanjem i popuštanjem deblenjaka djeluje se na dubinu, aerodinamičku silu i oblik zadnjeg ruba jedra. Pritezanjem deblenjaka savija se (gura) donji dio jarbola prema naprijed čime se smanjuje dubina jedra. Popuštanjem deblenjaka dubina jedra se povećava.

Aerodinamička sila. Što se tiče kontrole nad aerodinamičkom silom jedra, priteg deblenjaka se koristi jednako dok jedrimo uz vjetar i niz vjetar. Kada jedrimo uz vjetar, priteg deblenjaka se počinje koristiti tek kada aerodinamička sila jedra postane prevelika. Kada jedrimo niz vjetar ili s vjetrom u bok, deblenjak se priteže, kako bi se zadržala određena forma i aerodinamička sila jedra. Naime, tada škota više ne djeluje prema dolje (zatvarajući zadnji rub jedra). Bez deblenjaka, zadnji rub bi se potpuno otvorio, jedro izvilo, i aerodinamička sila značajno smanjila. Kod jakog vjetra kada je aerodinamička sila prevelika, potrebno je popustiti priteg deblenjaka i dozvoliti da se površina jedra izvije. Tako se smanjuje višak aerodinamičke sile i zadržava kontrola nad jedrilicom.

Oblik zadnjeg ruba jedra. Pritezanjem deblenjaka kontrolira se oblik zadnjeg ruba jedra. Ako se pritegne, zatvara se zadnji rub jedra, a ako se popusti, zadnji rub jedra se otvara.

5.2.3. Regulacija baze glavnog jedra

Pritezanjem i popuštanjem baze mijenja se; dubina donjeg dijela jedra i veličina aerodinamičke sile.

Dubina. Pritezanjem baze, dubina u donjem dijelu jedra postaje manja. Popuštanjem baze, dubina u donjem dijelu jedra se povećava.

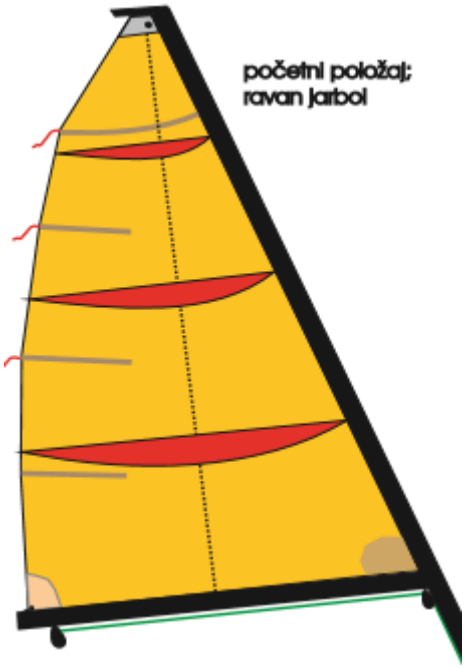
Pritezanjem baze aerodinamička sila jedra se smanjuje. Popuštanjem baze aerodinamička sila jedra se povećava.

Općenito gledajući, dok se jedri uz vjetar, cilj pritezanja baze je postizanje što bolje aerodinamičke forme glavnog jedra. No dok se jedri niz vjetar, osim o formi, potrebno je

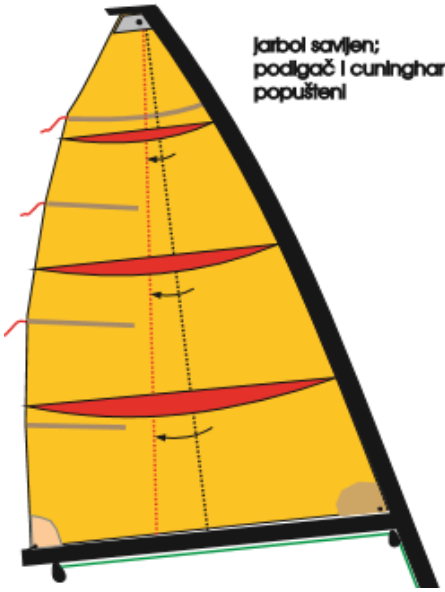
razmišljati i o projiciranoj površini jedra. To u praksi znači kako se tijekom jedrenja niz vjetar baza popušta sve dok se projicirana površina glavnog jedra ne počne značajnije smanjivati u odnosu na upadni kut prividnog vjetra.

5.2.4. Podigač i priteg jedra (cunningham)

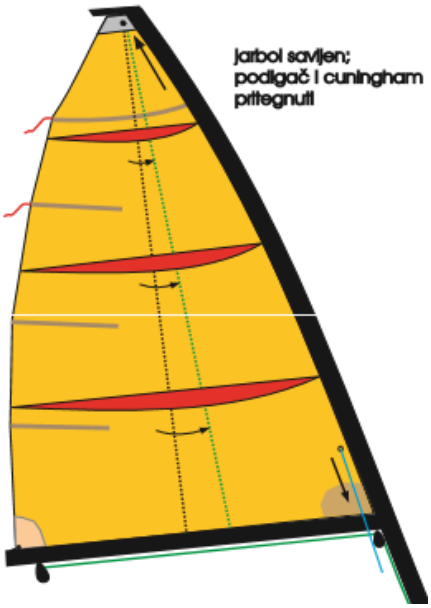
Pritezanjem ili popuštanjem podigača glavnog jedra i cuninghama mijenja se položaj najveće dubine jedra. Pritezanjem podigača i cuninghama, položaj najveće dubine se pomiče prema naprijed, a dubina jedra se neznatno smanjuje. Položaj najveće dubine nije toliko značajan za aerodinamičku silu jedra koliko je značajan za smanjenje otpora i povećanje ukupnog aerodinamičkog učinka jedra. Općenito gledajući, kako vjetar jača, uslijed djelovanja sve većeg pritiska zraka na jedro, položaj najveće dubine se pomiče prema natrag. Kako bi se spriječilo pomicanje dubine prema natrag i kako bi jedro zadržalo pravilnu aerodinamičku formu, potrebno je pritegnuti podigač ili cuningham (ili oboje).



Slika 5.Prikaz položaja najveće dubine jedra (Vitaljić,2005)



Slika 7.Prikaz dubine jedra nastao savijanjem jarbola (Vitaljić,2005.)



Slika 6.Prikaz vraćanja dubine jedra (Vitaljić,2005.)

5.2.5. Krivulja jarbola

Krivulja jarbola ima veliki utjecaj na formu glavnog jedra. Savijanjem jarbola mijenja se dubina, položaj najveće dubine, aerodinamička sila i oblik zadnjeg ruba jedra.

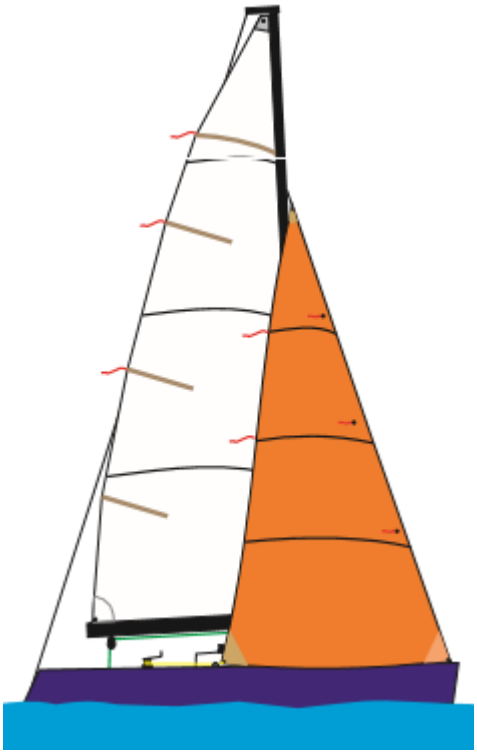
Dubina. Savijanjem jarbola smanjuje se dubina jedra, a ispravljanjem jarbola dubina jedra se povećava.

Položaj najveće dubine. Savijanjem jarbola položaj najveće dubine pomiče se prema natrag, dok se ispravljanjem jarbola položaj najveće dubine vraća prema naprijed.

Aerodinamička sila jedra. Savijanjem jarbola aerodinamička sila se smanjuje jer se smanjuje i dubina jedra. Veća krivulja jarbola korisna je kod jačeg vjetra. Pritezanjem krmenog leta jarbol se savija i dubina jedra, a time i aerodinamička sila jedra, postaju manje. No, posljedica pritezanja krmenog leta, naročito kod jačeg vjetra, je pomicanje položaja najveće dubine jedra prema natrag. Jedro gubi pravilnu aerodinamičku formu (za navedene uvjete), a otpor se povećava. Kako bi se neutralizirao utjecaj savijanja jarbola na pomicanje dubine prema natrag, potrebno je dodatno pritegnuti podigač ili cuningham, čime se položaj najveće dubine vraća prema naprijed. Savijenost jarbola, osim s krmenim letom, kontrolira se i pritezanjem pripona.

6. GENOVA

Kaže se da je genova "motor" jedrilice, pa bi se za glavno jedro moglo reći da služi držanju kursa i uravnoteženju kormila. Ovo se, naravno, ne smije uzeti doslovno, jer se uloge dvaju jedara nadopunjavaju i dijelom podudaraju. Genova ispred sebe nema jarbol koji stvara otpor i vrtloge. Osim toga može se otvoriti više nego što bi se očekivalo i to zahvaljujući činjenici da hvata dio zračne struje koju razmiče glavno jedro. Hvatajući vjetar pod povoljnijim kutem, genova bolje nosi, iako je otvorenija u odnosu na os barke. Glavno jedro dobiva, može se reći, "ostatke" genove, tako da ga treba nategnuti više nego kada bi se koristilo samo za sebe. Genova se stoga podešava tako da što bolje nosi, a glavno jedro na način da u suradnji s kormilom drži kurs. Genova je jedro koje prvo dolazi u kontakt s strujanjem vjetra i njen oblik određuje način upravljanja jedrilicom. Zbog toga genova treba omogućavati značajnije promjene dubine i položaja najveće dubine u odnosu na glavno jedro. Za razliku od glavnog jedra kojeg ne možemo mijenjati tijekom regate, genova može biti više, a mijenjaju se ovisno o uvjetima na moru.



Slika 8.Prikaz genove (Vitaljić,2005.)

6.1. AERODINAMIČKA SILA GENOVE

Isto kao kod glavnog jedra i kod genove postoje tri osnovna faktora kojima se kontrolira aerodinamička sila. Ti faktori su: upadni kut vjetra, oblik zadnjeg ruba i forma genove.

6.1.1. Upadni kut vjetra

Najvažnija komponenta u generiranju aerodinamičke sile genove, kao što je slučaj i kod glavnog jedra, je upadni kut vjetra. Upadni kut vjetra u genovu prvenstveno ovisi o kursu kojim se jedrilica kreće. Promjenom kursa (prihvaćanjem ili otpadanjem) aerodinamička sila genove se povećava ili smanjuje. Upadni kut također ovisi i o tome koliko je pritegnuta škota genove. Pritezanjem škote, povećava se kut genove u odnosu na smjer prividnog vjetra, odnosno povećava se aerodinamička sila. Popuštanjem škote, upadni kut se smanjuje što znači da se i aerodinamička sila genove također smanjuje. Upadni kut vjetra se može mijenjati i pomicanjem klizača genove u privjetrinu ili u zavjetrinu (unutra ili vani). Pomicanjem klizača u privjetrinu, osim što se povećava aerodinamička sila genove, smanjuje se širina strujnog kanala između genove i glavnog jedra te se poboljšava penjanje.

6.1.2. Oblik zadnjeg ruba i izvijenost genove

Zatvoreni zadnji rub genove generira veću aerodinamičku silu, a otvoreni zadnji rub i izvijena genova generiraju manju silu. Glavna kontrola oblika zadnjeg ruba i izvijenosti genove i dalje ostaje škota. Pritezanjem škote prvenstveno se smanjuje dubina genove. No, kako se približavamo maksimalnoj tenziji, škota počinje više utjecati na zatvaranje zadnjeg ruba nego na dubinu genove. To se događa zato što je tada pravac djelovanja škote u većoj mjeri prema dolje, a ne prema natrag. Kada je škota maksimalno pritegnuta, položaj klizača ima vrlo značajan utjecaj na oblik zadnjeg ruba i izvijenost genove. Pomicanjem klizača prema naprijed, zadnji rub genove se zatvara i aerodinamička sila povećava. Pomakne li se klizač prema natrag, otvorit će se zadnji rub i smanjiti aerodinamička sila genove.

6.1.3. Forma genove

Promjena forme genove je, kao i kod glavnog jedra, treći način kontroliranja aerodinamičke sile. Kada se govori o promjeni forme, to se prvenstveno odnosi na promjenu dubine i položaja najveće dubine genove. Duboke genove stvaraju veću aerodinamičku silu, no važno je spomenuti kako plitke genove pružaju manji otpor strujanju zraka, jer čestice moraju proći manji put od prednjeg do zadnjeg ruba jedra. Dubina i položaj najveće dubine genove mijenja se različitim kontrolama. Osnovne kontrole za promjenu forme genove su: škota, podigač genove, prednje leto, krmeno leto te klizač genove. Pritezanjem škote genova postaje plića. Isto se događa pritezanjem podigača i prednjeg, odnosno krmenog leta. Povećanjem tenzije navedenih kontrola aerodinamička sila genove se smanjuje, a njihovim popuštanjem aerodinamička sila se povećava. Pomicanjem klizača prema naprijed genova postaje više zaobljena (dublja) i generira veću aerodinamičku silu.

6.2. KONTROLE ZA TRIMANJE

Već smo istaknuli kako je genova jedro koje prvo dolazi u kontakt s vjetrom. Zbog toga njezina forma određuje način upravljanja jedrilicom. Kako bi mogli pravilno mijenjati položaj najveće dubine, oblik zadnjeg ruba te ostale karakteristike forme genove, potrebno je znati kojim se kontrolama možemo služiti.

6.2.1. Škota genove

Škota genove je osnovna kontrola za trimanje genove. Pritezanje i popuštanje škote genove uječe na upadni kut vjetra, dubinu, izvijenost i oblik zadnjeg ruba. Pritezanjem škote povećava se upadni kut vjetra i aerodinamička sila genove. Popuštanjem škote aerodinamička sila i upadni kut se smanjuju.

Pritezanjem škote smanjuje se dubina genove. Popuštanjem škote dubina genove se povećava. Oblik zadnjeg ruba i izvijenost. Pritezanjem škote zatvara se zadnji rub genove. Popuštanjem škote zadnji rub se otvara i genova se počinje izvijati (stupanj izvijanja ovisi o jačini vjetra i položaju klizača).

6.2.2. Klizač genove

Prva sekundarna kontrola o kojoj ćemo govoriti je klizač genove. Kako bi se postigla optimalna formu genove kada pritegnemo škotu, klizač genove treba biti postavljen pravilno. Promjena položaja klizača genove prvenstveno utječe na oblik zadnjeg ruba, izvijenost te dubinu genove.

Pomicanjem klizača prema natrag, zadnji rub se otvara i genova postaje izvijena. Ako se klizač pomakne prema naprijed, zadnji rub genove se zatvara, a izvijenost se smanjuje.

Dubina genove je veća (posebno u donjem dijelu) kada je klizač ispred srednjeg položaja za jedrenje kursom uz vjetar, jer ovakav položaj klizača sprječava rastezanje donjeg ruba genove. Klizač se pomiče prema naprijed kada genovom jedrimo s vjetrom u bok kako bi zatvorili zadnji rub, ali pomicanjem klizača prema natrag u isto vrijeme povećava se i dubina genove.

Kako bi genova bila što plića u donjem dijelu potrebno je pomaknuti klizač prema natrag, iza srednjeg položaja za jedrenje kursom uz vjetar.

6.2.3. Podigač genove

Promjenom tenzije podigača djeluje se na dubinu, položaj najveće dubine i oblik zadnjeg ruba genove. Najznačajniji utjecaj koji podigač ima na formu i aerodinamičku silu genove je utjecaj na promjenu položaja najveće dubine.

Pritezanjem podigača, smanjuje se dubina genove, a popuštanjem podigača dubina genove se povećava. Ipak, utjecaj podigača na promjenu dubine genove nije toliko značajan. Pritezanjem podigača položaj najveće dubine genove pomiče se prema naprijed, a njegovim popuštanjem položaj najveće dubine vraća se prema natrag. Kao što smo već spomenuli, utjecaj promjene tenzije podigača na promjenu položaja najveće dubine genove je jako važan. Dok se priteže podigač, upadni (prednji) rub genove postaje više zaobljen. Popuštanjem podigača, smanjuje se zaobljenost upadnog ruba. Upravo taj utjecaj omogućava ili bolje penjanje (manje zaobljen upadni rub) ili veću aerodinamičku silu i brzinu dok jedrimo po valovima (više zaobljen upadni rub). Općenito, položaj najveće dubine genove trebao bi biti na udaljenosti 35-45% od prednjeg ruba.

Oblik zadnjeg ruba. Pritezanjem podigača, osim što se položaj najveće dubine pomiče prema naprijed, zatvara se i zadnji rub genove. Zatvaranje zadnjeg ruba najviše se očituje u gornjoj trećini genove. Podigač nije kontrola koja se koristi kada treba zatvoriti zadnji rub genove, već zadnji rub zatvaramo klizačem. Ako se zadnji rub genove ipak zatvori nakon što smo pritegnuli podigač, a to nam ne odgovara za uvjete koji su trenutno na moru, klizač genove treba pomaknuti prema natrag kako bi se taj utjecaj kompenzirao.

6.2.4. Luk prednjeg leta

Luk prednjeg leta regulira se ili pritezanjem i popuštanjem krmenog leta ili promjenom tenzije vertikalnih pripona. Povećanje ili smanjenje luka prednjeg leta utječe na promjenu dubine i položaja najveće dubine genove .

Smanjenjem luka prednjeg leta smanjuje se i cjelokupna dubina genove. Povećanjem luka prednjeg leta dubina genove se povećava. Promjena luka prednjeg leta ima najvažniji utjecaj na promjenu položaja najveće dubine genove. Ako se luk prednjeg leta smanji, položaj najveće dubine se pomiče prema natrag, a ako se luk povećava, položaj najveće dubine se pomiče prema naprijed. Luk prednjeg leta se treba regulirati usporedo s podigačem genove, jer te dvije kontrole kada se pritežu djeluju u suprotnim pravcima. Zapravo, jedna kompenzira utjecaj druge. Kako se smanjuje luk prednjeg leta, položaj najveće dubine pomiče se prema natrag, što se kompenzira pritezanjem podigača (položaj najveće dubine vraćamo naprijed).

7. SPINAKER

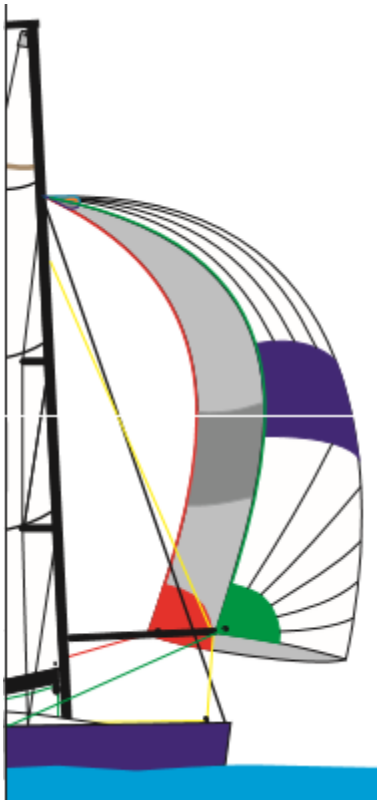
Spinaker je jedro za krmene (a i bočne) vjetrove; podižu se najčešće na vrh jarbola, tangunom se šire na privjetrinsku stranu, a na zavjetrinskoj strani imaju škoticu. Povećava učinkovitost i površinu jedara u jedrenju niz vjetar.

Koristi se:

Kod jedrenja s vjetrom u bok, kada predstavlja “moćno” prednje jedro i kada vjetar struji od prednjeg prema zadnjem rubu. Tada se spinaker ponaša kao aerodinamička površina.

Kod jedrenja sasvim niz vjetar, kada spinaker jednostavno hvata vjetar poput padobrana. Ne ponaša se kao aerodinamička površina jer vjetar ne struji od prednjeg prema zadnjem rubu jedra.

Upravo iz ovog razloga dok budemo opisivali način na koji se tijekom jedrenja niz vjetar sila generira u spinakeru, umjesto termina aerodinamička sila, koristit ćemo termin porivna sila. Trimanje spinakera je složenije u odnosu na trimanje ostalih jedara. Budući da je spinaker čvrsto pričvršćen samo u jednoj točki, strujanje po njegovoj površini često je vrlo nepravilno. Kako bi spinaker bio pod kontrolom, nije potrebno samo znanje o trimu spinakera već veliko iskustvo i koncentracija.



Slika 9. Prikaz spinakera (Vitaljić,2005.)

7.1. VRSTE SPINAKERA

Cross-cut je bio prvi model modernog simetričnog spinakera. No, kod njega se platno jako napreže budući da vjetar izaziva snažno dijagonalno opterećenje pri vrhu jedra. Zbog toga se po jakom vjetru jedro deformira. Ta vrsta jedra pogodna je za plovidbu s vjetrom ravno u krmu, ali ne i za plovidbu s vjetrom po krmi više iskosa.

Radijalni spinaker i` u gornjem dijelu imaju okomito položene krojke, što u nekoliko onemogućuje deformiranje platna po jakom vjetru. Taj tip spinakera predstavljao je znatan pomak u odnosu na cross-cut verziju, ali ni on nije u potpunosti odgovarao plovidbi s vjetrom iskosa po krmi.

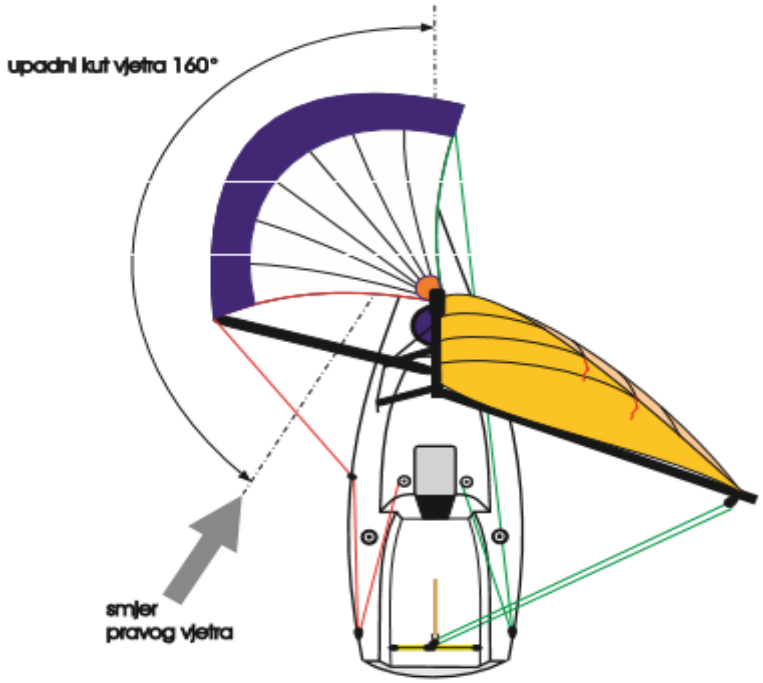
Troradijalni spinakeri imaju krojke položene tako da se suprotstavljaju trima glavnim linijama najvećih opterećenja. Oblik jedra je stabilniji i odgovara zahtjevima plovidbe gotovo na svim jedrilicama. Danas, zahvaljujući posebnim računalnim programima, jedrari su u stanju proizvesti spinakere čiji oblik, kroj i materijal mogu odgovoriti svim zahtjevima.

7.2. PORIVNA SILA SPINAKERA

Kao kod genove i glavnog jedra, i kod spinakera postoje tri osnovna faktora kojima se kontrolira sila u jedru. To su: upadni kut vjetra, forma spinakera i izvijenost spinakera.

7.2.1. Upadni kut vjetra

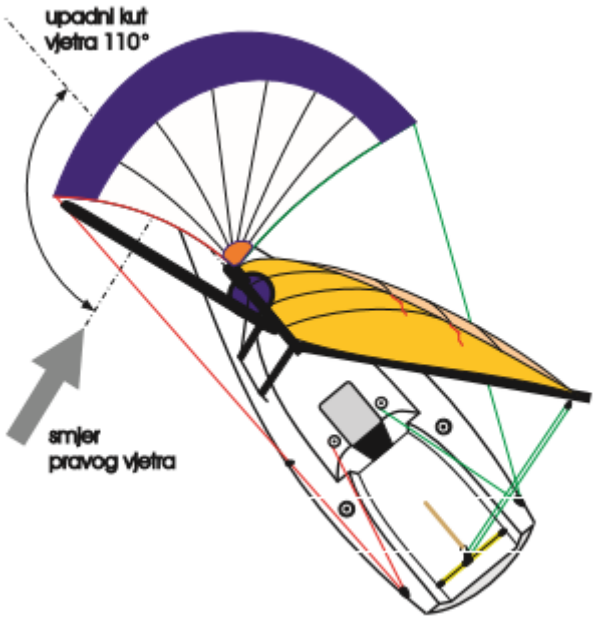
Spinaker je, za razliku od genove, jedro sa širokim rasponom djelovanja. Koristi se kada je upadni kut vjetra od 60°-180°. Optimalni kut jedrenja sa spinakerom, u odnosu na smjer vjetra, ovisi o jačini vjetra. Po slabijem vjetru (0-5 čv) potrebno je jedriti oštrije u vjetar (smanjivati upadni kut) kako bi se ubrzalo strujanje vjetra preko površine spinakera i time povećala porivna sila. No po jačem vjetru potrebno je jedriti više niz vjetar (povećavati upadni kut vjetra). Na taj način smanjuje se preveliko opterećenje u spinakeru, povećava učinkovitost, a jedrilica ima bolji VMG (jedrilica prolazi više pûta u odnosu na smjer vjetra i oznaku do koje treba stići). Prihvaćanjem u vjetar ili pritezanjem škotine spinakera, upadni kut se smanjuje, a porivna sila spinakera povećava. Otpadanjem ili popuštanjem škotine spinakera, upadni kut se povećava, a porivna sila spinakera se smanjuje.



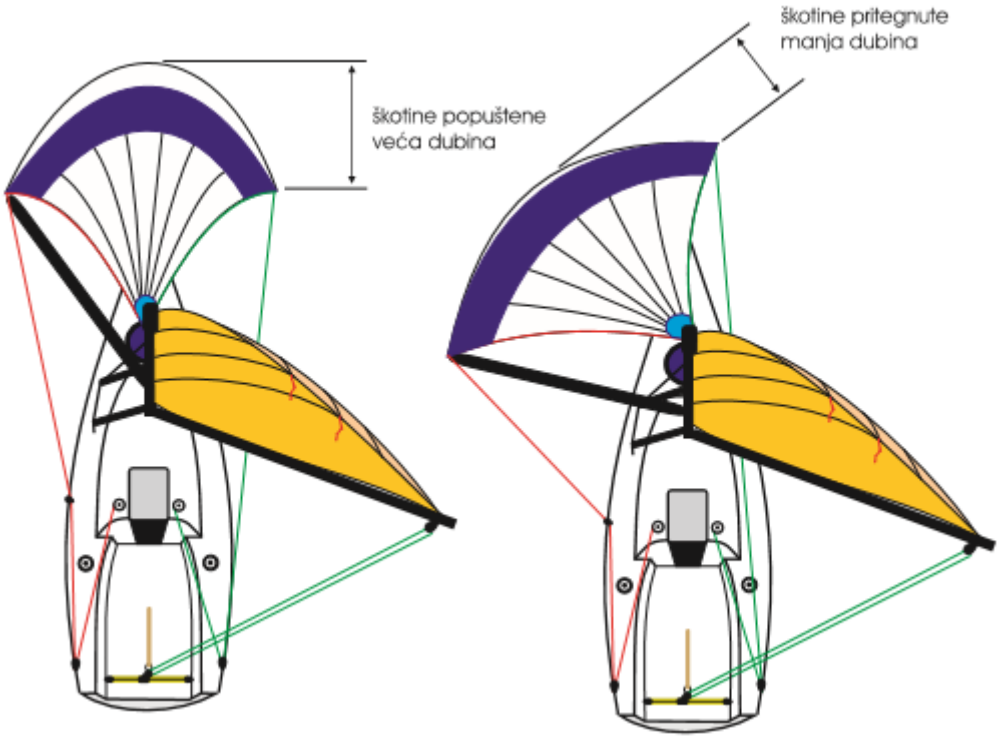
Slika 10.Prikaz odnosa upadnog kuta pravog vjetra i aerodinamičke sile (Vitaljić,2005.)

7.2.2. Forma spinakera

U uvodu je već spomenuto kako se spinaker, kada jedrimo sasvim niz vjetar (upadni kut vjetra 160°-180°), ponaša poput padobrana, tj. jednostavno svojom površinom "hvata" vjetar koji u njega ulazi. U tom slučaju cilj je iskoristiti njegovu najveću projiciranu površinu. Općenito, dublja jedra generiraju veću aerodinamičku odnosno porivnu silu, no kod spinakera postoje određene specifičnosti. Jedna od njih je: spinaker treba omogućiti jednaku učinkovitost pri različitim upadnim kutovima vjetra. Što znači, kada jedrimo sasvim u krmu (veliki upadni kut) projicirana površina spinakera postaje važnija za brzinu jedrilice i zato se do određene mjere žrtvuje njegova dubina, odnosno forma. No, kada jedrimo malo oštrije u vjetar (manji upadni kut), za brzinu jedrilice važnija je forma spinakera, no i dalje je potrebno obraćati pažnju na njegovu projiciranu površinu. Zapravo, bez obzira na upadni kut vjetra, spinaker treba biti natriman tako da se uvijek koristi njegova najveća projicirana površina. Forma spinakera se kontrolira promjenom položaja tanguna i škotama spinakera.



Slika 11.Utjecaj vjetra na spinaker (Vitaljić,2005.)



Slika 12.Popuštanje i pritezanje škotine spinakera (Vitaljić,2005.)

7.2.3. Izvijenost spinakera

Izvijenost spinakera je, kao i kod genove i glavnog jedra, vrlo važna za veličinu porivne sile. Kako bi se prisjetili što je to izvijenost jedra, ponovit ćemo kako je jedro izvijeno ako upadni kut vjetra nije isti po njegovoj cijeloj površini. Previše otvoren ili zatvoren izlazni (zavjetrinski) rub izvija površinu spinakera i njegova porivna sila postaje manja. Izvijenost se kontrolira promjenom visine tanguna, promjenom položaja koloturnika škote spinakera (koloturnik na krmi) te barberima. Kada je tangun previsoko zavjetrinski rub će se zatvarati, a površina spinakera će postati izvijena. Pomicanjem koloturnika škote spinakera prema naprijed, sprječava se otvaranje zavjetrinskog ruba i izvijanje spinakera. No, oblik zavjetrinskog ruba spinakera puno je praktičnije kontrolirati popuštanjem ili pritezanjem zavjetrinskog barbera.

7.3. KONTROLE ZA TRIMANJE

Trimanje spinakera je složenije u odnosu na trimanje ostalih jedara. Budući je spinaker čvrsto pričvršćen samo u jednoj točki, strujanje po njegovoj površini često je vrlo nepravilno. Kontrolama, o kojima ćemo govoriti u ovom poglavlju, mijenja se forma i porivna sila spinakera. Za trimanje spinakera koriste se dvije osnovne kontrole: privjetrinske i zavjetrinske škotine te tangun. Kao treću, dodatnu kontrolu, spomenut ćemo i barbere.

7.3.1. Škotine spinakera

Poznato je kako spinaker ima dvije škotine sa svake strane, što ga čini posebnim jedrom. Glavno jedro i genova imaju jednu stranu pričvršćenu ili za jarbol ili za prednje leto. Kod spinakera je situacija drukčija, njegova jedina donekle čvrsta točka je gornji rogalj; oba donja roglja su slobodna. Zapravo, spinaker se može kontrolirati jedino škotinama i zato one predstavljaju osnovnu kontrolu za promjenu forme spinakera.

Škotinu, koja je na tangunu, nazivat ćemo privjetrinska škotina, a onu suprotnu zavjetrinska škotina. Škotinama se također kontrolira upadni kut vjetra i porivna sila spinakera. Pritezanjem privjetrinske ili zavjetrinske škotine, smanjuje se upadni kut i povećava porivna sila, a popuštanjem privjetrinske ili zavjetrinske škotine, upadni kut se povećava a porivna sila spinakera smanjuje.

Pritezanjem privjetrinske škotine smanjuje se dubina spinakera, a položaj najveće dubine neznatno se pomiče prema natrag. Važno je spomenuti da, dok jedrimo sasvim niz vjetar, privjetrinsku škotinu treba "izvlačiti" kako bi spinaker bio što manje pokriven glavnim jedrom. No da bi se održala pravilna forma spinakera, dok se priteže (izvlači) privjetrinska škotina, potrebno je u istoj mjeri popuštati zavjetrinsku škotinu.

Pritezanjem zavjetrinske škotine smanjuje se dubina spinakera, a položaj najveće dubine neznatno se pomiče prema naprijed. Za razliku od privjetrinske škotine, koju treba pritezati, kako bi spinaker bio što manje pokriven glavnim jedrom, zavjetrinsku škotinu, iz istog razloga, treba konstantno popuštati. To je posebno značajno dok se jedri s upadnim kutovima vjetra od 160°-180°.

Iz navedenog vidljivo je kako se s objema škotinama treba raditi vrlo sinkronizirano. Dok se privjetrinska škotina priteže, zavjetrinska škotina se treba popuštati, i obrnuto.

Općenito, spinaker se trima popuštanjem i pritezanjem zavjetrinske škotine, gledajući gornji dio privjetrinskog ruba. Trimer spinakera treba konstantno ponavljati ovaj postupak pritezanja i popuštanja jer se na taj način održava najbolja forma spinakera i najveća brzina jedrilice. Ako se spinaker počne prazniti u donjem dijelu privjetrinskog ruba, tada je potrebno popustiti privjetrinsku škotinu.

7.3.2. Tangun

Tangun je druga osnovna kontrola kojom se mijenja forma spinakera. Zbog svoje posebnosti i malog broja kontrola kojima možemo trimati spinaker, položaj tanguna je izrazito značajan faktor koji utječe na ukupnu učinkovitost spinakera.

Promjenom visine tanguna utječe se na dubinu spinakera, položaj najveće dubine (upadni rub) i oblik zadnjeg ruba spinakera.

Podizanjem tanguna dubina spinakera se povećava, a spuštanjem tanguna dubina spinakera se smanjuje.

Podizanjem tanguna položaj najveće dubine se pomiče prema natrag, a upadni rub spinakera postaje manje zaobljen. Spuštanjem tanguna, položaj najveće dubine pomiče se prema naprijed, a upadni rub spinakera postaje više zaobljen.

Podizanjem tanguna zadnji rub spinakera se zatvara, a spuštanjem tanguna zadnji rub spinakera se otvara.

7.3.3. Barberi

Barberima se održava stabilnost privjetrinske škotine i tanguna, no pri jačem vjetru zavjetrinski barber se koristi za sprječavanje pretjeranog otvaranja zadnjeg ruba i izvijanja spinakera.

Privjetrinski barber održava čvrst položaj tanguna i uvijek je pritegnut.

Zavjetrinski barber najčešće je potpuno popušten, ali kod jakog vjetra i valovitog mora može se pritegnuti na nekih 50% kako bi se zatvorio zadnji rub, te spriječilo pretjerano izvijanje spinakera. Jedrilica postaje stabilnija, olakšano je upravljanje, a dio porivne sile koja se trošila u ljuljanje lijevo-desno, sada se koristi za povećanje porivne sile odnosno brzine jedrilice.

8. OSTALA JEDRA

8.1. BALONI

Baloni su pramčana jedra za lagani bočni vjetar i zato su trbušasti i veliki koliko je najviše dopušteno. Često se kroje i sa znatno podignutim rogljem škotice. Profil im se dobiva krojem bez lukova prema unutra i preklapanjem krojki (klinastim šavovima). Materijal za izradu dosta je lagan. Balon se podiže uz leto, kao i svaki flok, ali se katkad diže i slobodno, bez leta, pri čemu postaje jako trbušast.



Slika 13.Prikaz balona (www.mpboats.hr)

8.2. LEPTIRI

Leptiri su dva simetrična jedra u obliku floka, a podižu se s krmenim vjetrovima na dugim (oceanskim) krstarenjima. Iako se mogu u takvim prilikama podignuti dva floka ili balona, obično se izrađuju posebna jedra. Oblik im je sličan obliku floka, ali s rogljem škotice na trećini visine od palube. Postaviti se mogu uz leta, a rogalj škotice izbočiti tangunima, ali je mnogo efikasnije ako se leptiri postave kao spinaker, tj. ako se razapnu u tri točke. Iskustvom je utvrđeno da hvatište leptira na palubi treba da bude za 3-4% duljine hipotenuze ispred jarbola i isto toliko bočno od središnjice ,tj. oni su razmaknuti radi mirnijeg stajanja. Rogljevi škotica leptira izbočuju se visoko postavljenim tangunima. Ti su tanguni najčešće obješeni fiksno uz jarbol, a kad se ne upotrebljavaju, vise uz njega. Svaki tangun ima brac koji ide na samu krmu i protubrac koji se učvršćuje o vrh pramca. Leptirima se škotice (bracevi tanguna) popuštaju preko sredine, tako da im tanguni zatvaraju kut od 23 stupnja s poprečnicom jahte radi mirnijeg i boljeg strujanja vjetra i automatskog stabiliziranja kursa bez dugih posebnih uređaja. Postavljanje leptira kao flokova, pričvršćenih uz leta, ima za posljedicu smanjenu vuču zbog koso postavljene plohe, tj. leptiri imaju projekciju na vertikalnu ravninu izloženu vjetru. Zbog nagiba leptira, osim vučne komponente, postoji i vertikalna komponenta sile. Nezgoda je i u postavljanju tanguna, jer bi oni za punu slobodu postavljanja morali biti učvršćeni na letu kao i leptiri. Veličina leptira obično je znatna, jer ako su maleni, ne stvaraju dovoljno veliku silu i ne prigušuju valjanje jahte s krmenim vjetrovima i valovima.



Slika 14.Prikaz leptira kao spinaker i flok (Pomorska enciklopedija,2004.)

8.3. ČAĐAVKA

Čađavka je trbušasti flok za krmene vjetrove, a postavlja se među jarbolima jola, keča ili škune. Podiže se podigačem na vrh krmenog jarbola. Škotica joj ide na kraj buma krmenog jedra, a prednji joj je rogalj učvršćen na privjetrinskom boku jahte bočno od prednjeg (glavnog) jarbola, tj. postavlja se koso poprijeko jahte. Vrlo je velika i zato korisna pri laganim vjetrovima. Pravilnici za razvrstavanje ograničavaju njezinu veličinu. Ime joj potječe od analognog jedra na prvim parobrodima, na kojima se razapinjala također među jarbolima, ali se pod njom nalazio dimnjak, pa je uvijek bila čađava.

9. ZAKLJUČAK

Jedro je bitno promijenilo način života ljudima koji žive uz more i koji od mora žive. Kroz čitavu se povijest unaprijeđivalo, tražilo idealno jedro, da bi se došlo do današnjih jedara koja su tehnički i funkcionalno dovedena do samog savršenstva. Danas se u svrhu bržeg i učinkovitijeg jedrenja koristi velik broj jedara. Samim time daje se mogućnost jedriličaru/skiperu da sam izabere koje jedro ili jedra će koristiti u zadanome trenutku ili u zadanim uvjetima. No, da bi se opredijelio za pojedino jedro, potrebno je znati funkciju svakog jedra, način na koji se upravlja jedrom i u kakvim uvjetima. Teoretski to je lako primjeniti, no na otvorenom moru, u vremenskim prilikama, samo iskusni skiperi znaju u zadanom trenutku razapeti pravo jedro, te iz trenutne situacije izvući maksimum iz pojedinog jedra i porinuti svoj brod.

U ovome radu pokušalo se upoznati čitatelja s dugom prošlošću jedra, njegovim razvitkom i unaprijeđenjem, nekad boljim, nekad lošijim. Kako se razvijalo jedro, dolazilo se do novijih, čvršćih materijala. Sami razvitak jedra posljedično je vodio razvitku opreme koja je potrebna da bi se njime moglo uredno kontrolirati i upravljati. Bez pravilne upotrebe te opreme izostati će i samo upravljanje jedrima koje može dovesti do većih problema. Od glavnog jedra, pa sve do malih letnih jedara, utjecaj aerodinamičke sile je neizostavan faktor. Ona je porivna sila čitave jedrilice, te bez nje nebi bilo moguće jedriti. Utjecaj te sile je pobliže opisan u prethodno navedenim poglavljima. Jedrenje samo s glavnim jedrom bilo je zastupljenije u nekim prijašnjim vremenima. Danas se na jedrilicama nađe poveći broj jedara. Uz glavno jedro, genovu i spinaker česta su i manja jedra koja znaju imati velik utjecaj na samu plovidbu.

Sveukupno gledajući kroz povijest, sami razvitak i poboljšanja jedra doveli su i do povećanja broja jedara koje se aktivno koriste. Da bi se svladalo tehniku upravljanja svim jedrima potrebno je dosta vremena, no kada se to jednom svlada, otkriva se jednostavnost jedrenja i užitak koje ono pruža.

LITERATURA

[1] Dedekam, Ivar. Trimanje jedara i jarbola : aerodinamika, upotreba i podešavanje jedara, upotreba spinakera, podešavanje jarbolne opute, usklađivanje jedrilja i kormila. Zagreb : Fabra, [2004.]

[2] Pomorska enciklopedija. Zagreb : Jugoslavenski leksikografski zavod, 1972-1989. (Zagreb : Grafički zavod Hrvatske). svezak 3. , str 281-298 Prirodne i primijenjene znanosti 656.61(031) 1 / s.3

[3] Vitaljić, Stjepan. Biti brži. Zagreb : [vlast. nakl.], 2005.

POPIS ILUSTRACIJA

Slika 1.Prikaz jedra eliptičnog oblika, (Vitaljić,2005.) 3
Slika 2.Prikaz jedra trokutastog oblika, (Vitaljić,2005.) 3
Slika 3.Prikaz razvoja jedara (www.enciklopedija.hr) 8
Slika 4.Prikaz utjecaja prividnog vjetra na aerodinamičku silu (Vitaljić,2005.) 16
Slika 5.Prikaz položaja najveće dubine jedra (Vitaljić,2005) 19
Slika 6.Prikaz vraćanja dubine jedra (Vitaljić,2005.) 20
Slika 7.Prikaz dubine jedra nastao savijanjem(Vitaljić,2005.) 20
Slika 8.Prikaz genove (Vitaljić,2005.) 21
Slika 9. Prikaz spinakera (Vitaljić,2005.) 25
Slika 10.Prikaz odnosa upadnog kuta pravog vjetra i aerodinamičke sile (Vitaljić,2005.) 26
Slika 11.Utjecaj vjetra na spinaker (Vitaljić,2005.) 27
Slika 12.Popuštanje i pritezanje škotine spinakera (Vitaljić,2005.) 28
Slika 13.Prikaz balona (www.mpboats.hr) 31
Slika 14.Prikaz leptira kao spinaker i flok (Pomorska enciklopedija,2004.) 32