

# Nabigatzea indar-kontua da

**Guillermo Roa Zubia**

Elhuyar Zientziaren Komunikazioa



ARTXIBOKOA

**Gauza ederra da bela. Erregairik gabe eramaten ditu ontziak itsasoaren alde batetik bestera, haizea dagoen bitartean behintzat. Haizeak bela bultzatzen du, belak ontzia, eta nabigazioa jartzen da abian. Eta ez bakarrik haizeak erabakitzen duen noranzkoan.**

NABIGATZAILEEN MUNDUA OSO BEREZIA DA; kanpotik ikusita, ez dira erraz ulertzen ez hizkera, ez kontzeptuak ez eta normal-normal erabiltzen dituzten nabigazio-teknikak ere.

Ez dute 'ezker' edo 'eskuin' esaten, baizik eta 'ababor' eta 'istribor'. Baina, kontuz. Ababor eta istribor ezker eta eskuin dira branka aldera begira egonez gero, eta alderantziz popa aldera begira egonez gero. Hala ere, askotan ez du axola zein den ezkerra eta zein

eskuina, baizik eta haizeak nondik jotzen duen. Orduan, 'haizealde' eta 'haizebe' erabiltzen dituzte (gaztelaniazko *barlovento* eta *sotavento*, hurrenez hurren). Nolanahi ere, kontzeptu horiek guztiak 'ezker' edo 'eskuin' baino konplexuagoak dira. Eta logikoa da hala izatea, nabigatzeko haizeak markatzen baititu erreferentziak.

Itsasontziak lotuta daudenean ere haizeak markatzen ditu erreferentziak. Portuaren babesetik kanpo daudenean,

adibidez, nabarmena da hori. Buia bati lotuta dagoen ontziaren brankak haizea nondik datorren adierazten du; iparraldeko haizea dagoenean iparraldera 'begira' dago ontzia, hego-haizea dagoenean, berriz, hegoaldera, eta abar.

Era berean, nabigatzen ari den belaontzi baten lema askatuz gero, branka haizealderantz jartzeko biratzen da ontzia. Lehorrekook haize-orratza behar dugu haizea nondik datorren ikusteko, baina nabigatzaileak lema askatu, motorra itzali edo arraun egiteari utzi besterik ez du horretarako. Ontziak berak erakutsiko dio nondik datorren haizea. Itsasontzi modernoek tresna asko dituzte hori jakiteko, baina, elektronikak huts egiten badie ere, badute nola jakin. Eta haizeak nondik jotzen duen jakitea oso garrantzitsua da nabigatu nahi duenarentzat, belaz, arraunez nahiz motorrez bada ere. Erreferentzia handia da haizea itsasoan.

### Belak eta hegoak

Noski, belaontzietan haizeak eragiten du nabigatzea. Baina horrek ez du esan nahi haizeak agintzen duenik norantz mugituko den ontzia. Nabigatzaileek ez dute behar aldeko haizerik noranzko baterantz abiatzeko. Ez. Haizea besterik ez dute behar.

### Haizearen alde, haizearen kontra

Belaontziak ezin du zuzen-zuzenean haizearen aurka nabigatu, baina noranzko horretara gerturatu daiteke. Gutxi gorabehera, haizea datorren noranzkotik hogeita hamar gradura nabiga dezake. Haizearen noranzkora gehiago hurbilduz gero, belak tentsioa galtzen du, dantzan hasten da, masta bertikal jartzen da, eta ontzia geratu egiten da, branka haizealdera duela. Baina, muga-angelua gainditzen ez bada, haizeak eragin dezakeen abiadura azkarrena lortzen da. Noski, zuzen-zuzen haizealdera nabigatu nahi bada, belaontziaren noranzkoa aldatu eta sigi-saga egin behar da.



la edozein noranzkotan nabiga daiteke. Baina haizearen kontra ezin da, ezta inguruko noranzkoetan ere. Irudian urdin argiz daude marraztuta 'debekatutako' noranzkoak. Hala ere, 300 graduko angelua geratzen da nabigatu ahal izateko.

Muga-angelua hogeita hamar gradukoa da haizearen noranzkoaren alde bakoitzetik. Horrek esan nahi du hirurogei graduko tarte batean ezin dela nabigatu. Baina hirurehun gradu geratzen dira haizearen bultzada harrapatzeko.

*“nabigatzen ari den  
belaontzi baten  
lema askatuz gero,  
branka  
haizealderantz  
jartzeko biratzen da  
ontzia”*

Haizerik gabe ez dago mugitzerik, baina, haizea badabil, berdin zaie noranzko haizea den. Ontziaren popatik jotzen badu, belaontzia aurrerantz bultzatuko du; horri poparean joatea deritzo. Baina beste nonbaitetik jotzen badu ere, ez dago arazorik. Azken batean, nabigatzea artea da, haizearen indarrak baliatzeko artea. ➔



Nahiz eta bela asko erabiltzen dituzten, belaontzi handien nabigatzeko modua masta bakarrekoena bezalakoa da.

ARTXIBOKOA



### Hegazkinak ere nabigatzen dute

Belaontziek akzio-erreakzio printzipioari esker nabigatzen dute: akzioa airea noranzko batean desbideratzea da, eta, erreakzioa, desbideratze horren kontrako noranzkoan mugitzea. Bada, horixe bera gertatzen da hegazkinetan. Aurrerantz mugitu ahala, hegоек airea beherantz bultzatzen dute, eta, erreakzioz, goranzko bultzada jasotzen dute.

Haizeaz baliatzeko belak erabiltzen ditu belaontziak, baina ez belak bakarrik. Kroskoaren azpialdean egoten den hego moduko bat ere nahitaezkoa da belaontziak nabigatzeko. Hego horri gila deritzo. Gila ez da benetako hegoa, baina askotan konparatzen da hegazkinen hegoekin, belaontzien eta hegazkinen nabigatzeko moduak antzekoak baitira, neurri batean.

Imajina ezazu hegazkin bat hego baten aldera laurogeita hamar gradu okertuta, eta uretan erdiraino sartuta. Hego bat uretatik kanpo geratuko litzateke, eta bestea, berriz, urpean. Urpeko hegoa airekoa baino askoz txikiagoa balitz, emaitza belaontzi baten antzeko ontzia litzateke. Jakina, konparazio horretan ez dituzte kontuan hartzen ez flotagarritasuna, ez goiko belaren arintasuna, ezta airean bela bat baino gehiago izaten dela ere; baina konparazio erabilgarria da indarren eta nabigazioaren arteko lotura azaltzeko.

### Newton eta Bernouilli

Lotura hori, nola ez, Newtonen legeetan oinarrituta dago, lege horiek indarren jatorria eta eragina aztertzen baitituzte. Eta esaten duten gauzetako bat da indarririk gabe ez dagoela azeleraziorik. Berez geldirik dagoena geldirik geratuko da, ez bazaio indar batez eragiten.

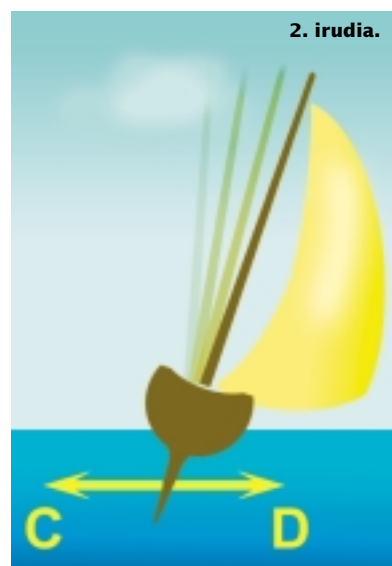
*“belak haizearen noranzkoa aldatzen du, eta horrek, gilaren laguntzarekin, sortzen du ontziak nabigatzeko behar duen indarra”*

Era berean, abiadura batean mugitzen denak abiadura horretan egingo du aurrera indar baten eragina jasan arte; balaztatze-indarrak mantsotu egingo du, azeleratze-indarrak azkartu, eta beste zenbait indarrek mugimendua- ren noranzkoa aldatuko dute. Kontuan hartu behar da fisikarientzat mugimendu batean noranzkoa aldatze hutsa badela azelerazio-mota bat, indar baten eragina, alegia.

Belaontzien kasuan, belak berak aldatzen du haizearen noranzkoa. Haizeak angelu batetik egiten dio eraso belari, eta beste batetik ateratzen da. Izan ere, bela gainazal kurbatua da, eta gainazal horrek airean eragiten duen presio-diferentziak bultzatzen du ontzia aurrerantz. Azken batean, belaren alde ganbilean bestean baino azkarrago mugitzen da, eta, Bernouilli nederlandarrak deskribatu zuen printzipioaren arabera, horrek airearen presioan eragiten du, azkar mugitzen den aldean



1. irudia.



2. irudia.

## Nabigazio azkarrena

Zenbat eta luzeagoa izan, orduan eta azkarrago joan daiteke belaontzia, azken batean, abiadura flotazio-lerroaren luzeraren araberakoa baita. Eta horren arabera kalkulatu dute adituek. Luzera horren erro karratua bider 1,34 eginda kalkula daiteke ontzi batek har dezakeen abiadura maximoa, gutxi gorabehera. Formula sinplea da, baina hurbilketa onargarria ematen du.

Kalkulua oinetan egiten da abiadura korapilotan ateratzeko. Adibidez, hamar metroko belaontzi baten kasuan, luzera 30,48 oinekoa da, eta abiaduraren emaitza 7,4 korapilo da, gutxi gorabehera. (Lehorrekoontzat esan behar da korapiloa esaten denean orduko itsas milia esan nahi dela, hau da, orduko 1,852 kilometro. Beraz, 7,4 korapilo 13,7 kilometro orduko da, gutxi gorabehera). Noski, eragiketa horren emaitza hurbilketa bat da; benetako abiadura haizeak eta nabigatzailearen trebeziak mugatuko dute.



Kalkulua egiteko flotazio-lerroaren luzera hartu dugu oinarritzat, baina azkenean gakoa uretan dago. Nabigatzean sortzen dituen olatuak baino azkarrago ezin du nabigatu belaontziak. Belaontzi txikietan, esate baterako, kontuan hartu behar da ontzi batek bi olatu sortzen dituela nabigatzean, brankak sortzen duena eta beste olatu bat popatik gertu. Bi olatu horien arteko distantzia eta flotazio-lerroaren luzera berdinak direnean lortzen da abiadura maximoa.

Une batez abiadura hori gainditzeko badu, ontziaren popak uretan behera egiten du eta branka airean geratzen da. Ondorioz, flotazio-lerroa txikiagotu egiten da, eta ontziak abiadura galtzen du.

Hala eta guztiz ere, bada modu bat kalkulatu den abiadura maximoa baino azkarrago nabigatzeko: olatu baten gainean surf egitea. Baina, horretarako, trebezia behar da, eta abiadurak ez du luze irauten.

presioa txikiagoa baita. Presio-diferentziak indar bat sortzen du, presio txikitik handirantz.

Indar hori A letraz adierazita dago 1. irudian. Newtonen akzio-erreakzioaren legea da: akzioa airea noranzko batean desbideratzea da, eta, erreakzioa, berriz, desbideratze horren kontrako noranzkoan mugitzea belaontzia. Irudiko A indarrak, ordea, ez du belaontziaren mugimenduaren noranzko bera. Horretarako da gila. Gilak ez dio ontziari erortzen uzten. Balaztarazi egiten dio belaontziaren mugimenduaren noranzko perpendikularrean. Eta, gilaren efektu horrengatik, ontziak ez du beste irtenbiderik: aurrerantz nabigatu behar du.

Aurrerantzko mugimendu horren kalkulua egiteko, indarrak banatu egiten dituzte fisikariek. Egia esan, edozein indar izan daiteke beste hainbat indarren batura. Irudian hori bera dago adierazita. Esan bezala, A indarra haizeak belan eragindakoa da, eta bi indarren baturatzat har daiteke, B eta C indarrak. B indarrak aurrerantz

*“gilaren eginkizuna da ontziari jarrera bertikalean eustea, eta, horretarako, uraren aurka egiten du indarra”*

bultzatzen du ontzia, eta C indarra gilarekiko perpendikularra da. Gilak D indar bat sortzen du C hori konpentsatu ahal izateko, eta, azkenean, ontziak aurrerantz egiten du (2. irudia).

Gilaren eginkizuna da ontziari jarrera bertikalean eustea, eta, horretarako, uraren aurka egiten du indarra. Normalean, ontziaren masta jarrera bertikaletik oso gertu izaten da, baina ez beti.



Irudirik ikusgarrietasan belaontziek oso okertuta nabigatzen dute. Hain zuzen ere, hori gertatzen da haizearen aurka nabigatzen denean, haizearen noranzkotik oso gertu; belaren gaineko indarra oso handia da, eta gilak ezin dio guztiz eutsi. Kasu horretan hartzen du ontziak abiadurarik handiena. Poparean doanean baino azkarrago joan daiteke.

### Itxurazko haizea

Ez da erraza, ordea, abiadura maximoa lortzen duen angeluan eustea ontziari. Haizeari etekin onena ateratzea artea da; alde batetik, aldiro aldatzen delako haizearen indarra eta noranzkoa, eta, beste alde batetik, kontuan hartu behar delako nabigatzaileak sumatzen duen haizea ez dela benetakoa. Nabigatzearen beraren, hau da, mugitzearen beraren ondorioz haizea nabaritzen da.

Haizerik ez dagoenean bizikletaz ibilita airea sentitzea bezala da; airea ez da mugitzen ari, baina bizikleta bai, eta gainean doanaren irudipena da haizea dagoela. Belaontzian gauza bera gertatzen da, eta, gainera, irudipen hori benetako haizearekin konbinatzen da; noski, belaontzia mugitzen ari bada, badago benetako haizea. Horri itxurazko haizea deritzo.

Baina ontzia ez du itxurazko haizeak bultzatzen, haize horrek ez du nabigazioan parte hartzen; ondorio bat besterik ez da. Nolabait esateko, benetakoa haizearen eta abiaduraren iruzurraren arteko konbinazioa da. Hain zuzen ere, ondo nabigatzeko benetako haizea nondik datorren



Triangelu-itxurako belak nagusi dira gaur egungo belaontzi txikiengan.

ARTIBOKOIA

*“nabigatzaileak nabaritzen duen haizea benetakoaren eta mugitzeak berak sortzen duen haizearen arteko konbinazioa da”*

igarri behar da. Esan bezala, hainbat tresnak laguntzen dute hori egiten, eta, gainera, bela askatuta, ontziaren brankak haizealdera seinalatzen du.

Bela askatzeko maniobra ederki eza-gutzen dute nabigatzaileek; hori eta nabigazioaren oinarri fisikoaren beste mila kontu. Ziur asko kontu horiek ez dituzte fisikarien hizkuntzan azalduko, hizkuntza nautikoan baizik. Eta behar-bada, ez dituzte Newton eta Bernouilli aipatuko, baina haien legeak aplikatzen dituzte ontzian.

Indar-kontua da nabigatzea, zalantzarik gabe, baina nabigatzaileek arte bihurtu dute indar-kontu hori. Kontuan izan, gainera, hemen idatzitakoa ez dela izan hurbilketa bat besterik. Abiapuntu horretatik belaontzia gobernatzerainoko bidea luzea da. ▣

