

# **PRESEK**

**List za mlade matematike, fizike, astronome in računalnikarje**

ISSN 0351-6652

Letnik 27 (1999/2000)

Številka 3

Strani 132-133, IX, XI, XII

Andrej Likar:

## **BRV IN MOST**

Ključne besede: fizika, mehanika, mostovi, navor sile, načrtovanje.

Elektronska verzija: <http://www.presek.si/27/1395-Likar.pdf>

© 2000 Društvo matematikov, fizikov in astronomov Slovenije

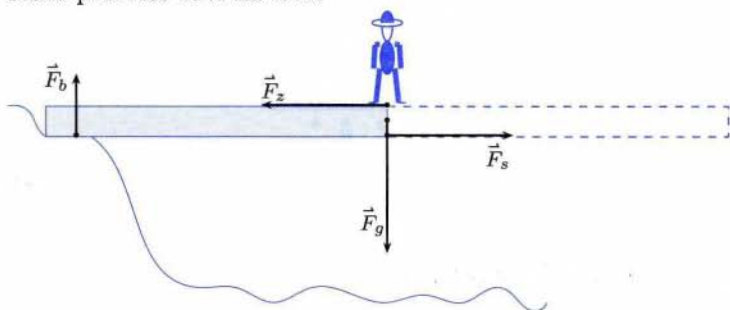
© 2010 DMFA - založništvo

Vse pravice pridržane. Razmnoževanje ali reproduciranje celote ali posameznih delov brez poprejšnjega dovoljenja založnika ni dovoljeno.

## BRV IN MOST

Za premostitev ozkega potoka ali jarka uporabimo brv. To je deska ali bruno, ki je na koncih oprto na bregova potoka. Iz izkušenj vemo, da se dolga in tanka brv precej upogne, ko hodimo po njej, pri večji obremenitvi pa se rada prelomi. Oglejmo si, kaj pravi izrek o ravnovesju navorov v primeru, ko na sredi brvi stoji mož.

Brv se pod težo moža sicer nekoliko upogne, a bomo na upogib za hip pozabili. Sile na celotno brv hitro ugotovimo. Najprej je tu skupna teža brvi in moža, na koncih pa delujeta na brv bregova potoka navpično navzgor. Sili bregov sta enaki. Ker je vsota vseh sil na brv enaka nič, je sila enega brega na brv enaka polovični skupni teži. Sedaj si oglejmo navor na brv. Opazujmo le levo polovico brvi, težo brvi pa zanemarimo. Osišče si izberemo v točki, kjer stoji mož (glej sliko 1). Navor njegove teže je tako enak nič. Prav tako je enak nič navor navpične komponente sile desne polovice brvi na levo.

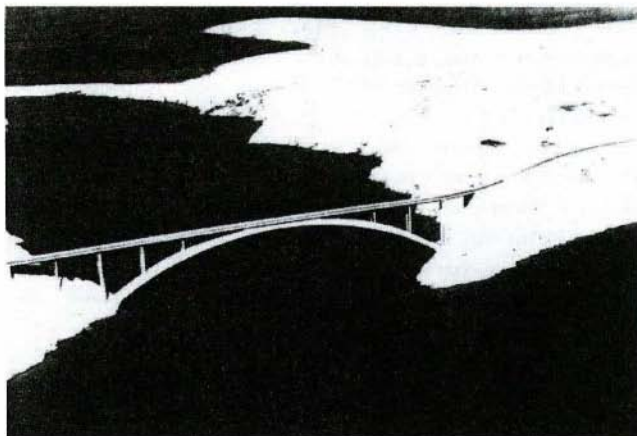


Slika 1. Navor na levo polovico brvi glede na os v njenem težišču prispevata le sila levega brega ter dvojica sil  $F_z$  in  $F_s$ .

Navor sile levega brega  $\frac{F_g l}{4}$  skuša zavrteti brv v smeri urinega kazalca. Z  $F_g$  smo označili težo moža, z  $l$  pa dolžino celotne brvi. Temu navoru se mora upreti navor vodoravnih komponent sil, s katerimi deluje desna polovica deske na levo. Da bo računanje preprostejše, privzemimo, da deluje desna polovica deske na levo s silama, ki ležita v zgornji in spodnji ploskvi deske (glej skico). Zgornja sila  $F_z$  kaže proti levemu bregu, na spodnji ploskvi  $F_s$  pa v nasprotni smeri. Ti sili se pojavita prav zaradi upogiba brvi in sta po velikosti enaki  $|F_z| = |F_s| = F_d$ . Sili tvorita dvojico, katere navor je  $F_d h$ , kjer je  $h$  debelina brvi. Ta navor bi zavrtel brv v smeri, ki je nasprotna smeri gibanja urinih kazalcev. Ker brv miruje, morata biti navora enaka:  $F_d h = \frac{F_g l}{4}$  in zato  $F_d = F_g \frac{l}{4h}$ . Iz zadnje enačbe vidimo, da je sila  $F_d$  lahko mnogo večja od teže  $F_g$ , saj je razmerje  $\frac{l}{4h}$

mного večje od ena. Pri debelini brvi 5 cm in njeni dolžini 4 m je razmerje 20. Sila  $F_d$  ne sme biti prevelika, saj se pri preveliki sili brv lahko zlomi.

Pri načrtovanju mostov sledi iz zahteve po ravnovesju navorov pomembno spoznanje: mostu preko široke reke ne moremo zgraditi tako, da brv poljubno podaljšamo. Razmerje  $\frac{l}{4h}$  bo pri široki reki veliko in zato sila  $F_d$  tolikšna, da se brv podre, tudi če je jeklena. Če želimo zgraditi most, moramo npr. odebeliti brv, da ostane razmerje  $\frac{l}{4h}$  ustrezno majhno. Pri kratkih mostovih to dosežejo s sestavljanjem jeklenih palic, da ni most pretežak. Včasih postavijo brv v obliki strehe (zgornja slika na III. strani ovitka). V tem primeru pomaga navor vodoravne komponente sile leve polovice brvi na desno. Osišča pri tem ne premaknemo, sedaj pač leži na sredi vodoravne daljice, ki veže krajišči brvi.



Slika 2. Pri mostu na otok Pag so podpore naslonjene na lok, ki se pne med bregovima.

Najpogosteje pa navor dvojice  $F_z$ ,  $F_s$  nadomestijo z navorom sil podpor (spodnja slika na III. strani ovitka). Če je gradnja podpornih stebrov zaradi globine vode predraga, zgradijo lok, preko katerega napeljejo brv, podpore pa na spodnjem koncu oprejo na lok (slika 2). Namesto podpor pogosto uporabijo jeklene vrvi – zatege, ki jih pripnejo na eni strani na brv, na drugi pa na posebej zato zgrajeno oporo. Slednja je pogosto v obliki oboka, ki se pne nad brvjo. Spet druge pripnejo vrvi na visoke stebre ali na verigo, ki jo napnejo med stebri. Arhitekti mostov se trudijo zatege postaviti čim bolj slikovito. Nekateri mostovi so postali prave znamenitosti. Zanimiv je tudi most preko Ljubljance na vzhodni ljubljanski obvoznici (slika na naslovnici) ali most v Sevilli preko reke Guadalquivir (slika na zadnji strani ovitka).

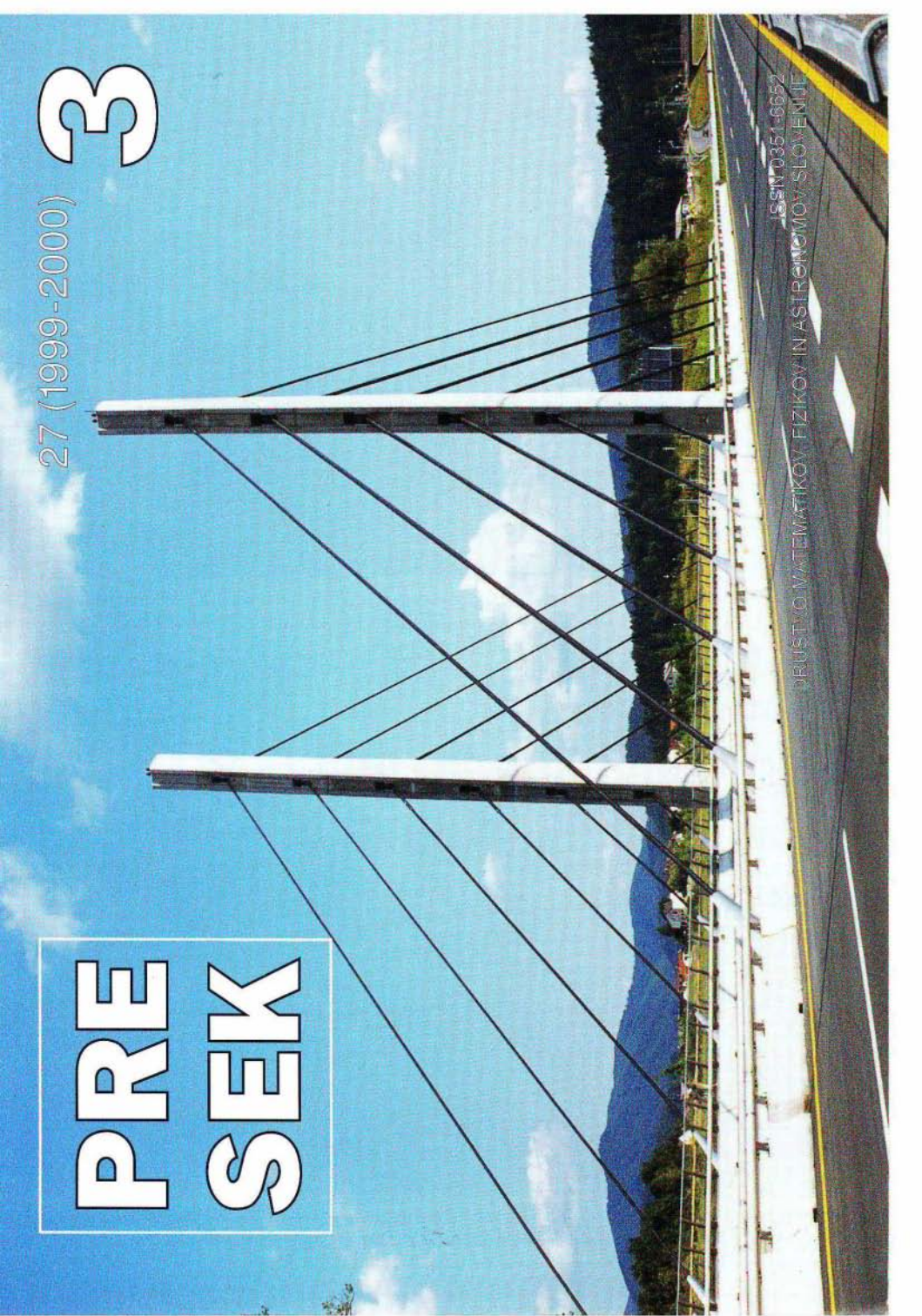
Andrej Likar

27 (1999-2000)

3

# PRE SEK

ISSN 0351-6652  
INŠTITUT ZA TEMATIČNOV, FIZIKOV IN ASTRONOMOV SLOVENIJI





Brv v obliki strehe v Portorožu je trdnjša in manj ovira plovbo po kanalu.



Železniški most čez Ljubljanico v Zalogu pri Ljubljani.

