

# Odboj in interferenca morskih valov

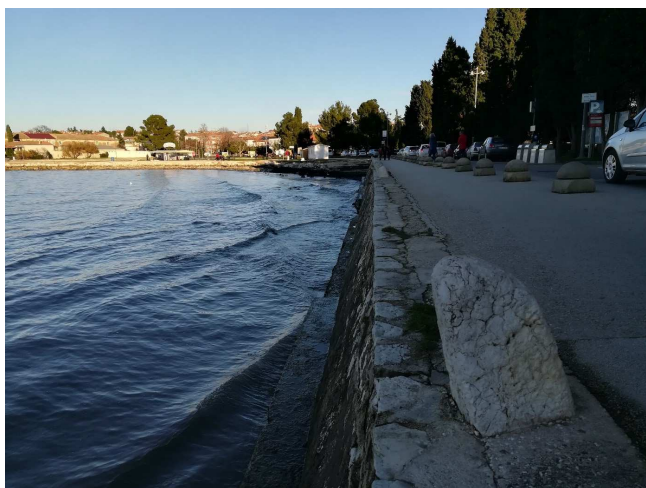


JURIJ SENIČ

→ V zadnjih dnevih decembra 2019 sem se sprehajal po Peškери v Poreču in opazil ter fotografiral zanimiv valovni pojav oz. več pojavov naenkrat.

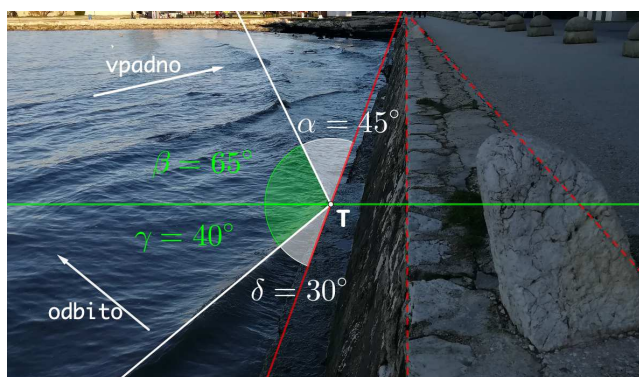
Fotografija na sliki 1 prikazuje rahlo vzvalovano morsko gladino ob utrjenem kamnitem nabrežju, ki v daljavi preide v kamnito morsko obalo. Najbolj očitno dogajanje, ki sem ga ujel na fotografijah in ga najbrž najprej opazi tudi bralec, je odboj ravnih valov na gladini od ravnega kamnitega obalnega zidu. Ravni valovi so tisti, ki jih lahko prikažemo z ravnimi valovnimi črtami, črtami, ki ležijo na vrhovih valov.

Na sliki 2 je označena smer vpadnega in odbitega valovanja z belima puščicama. Odbiti val je tisti, ki se začne pri steni v točki (trenutnega) odboja  $T$  in se njegova valovna črta nadaljuje proti spodnjemu robu



**SLIKA 1.**

Zanimiva morska gladina



**SLIKA 2.**

Valovna črta vala (prikazana z belima poltrakoma), ki se odbija od ravnega zidu. Z zeleno je narisana vpadna pravokotnica, z rdečo pa premica, vzporedna kamnitemu obalnemu zidu. Bela puščica označuje smer vpadnega in odbitega valovanja.



Od površin se odbijajo vsa valovanja, ne le morsko, in njihov odboj po odbojnem zakonu ima zanimive posledice. Zaradi odboja svetlobe od vodne gladine lahko (no, z nekaj domišljije) na morski gladini v daljavi opazimo odsev osončenega drevesa in bližnje okolice. Rahlo vzvalovana vodna gladina na sliki 3 deluje kot nagubano zrcalo, od katere se svetloba odbija tudi proti opazovalcu (oz. njegovemu fotoaparatu). Ta vidi na gladini odsev drevesa. V bonaci, ko je gladina povsem mirna, pa je odsev tako razločen, da mu rečemo slika.

Mojo pozornost pa je kasneje najbolj pritegnil pojav, ki ga pravzaprav nisem nameraval ujeti v objektiv. Ob ogledu zaporedno zajetih posnetkov mi je v oko padla podrobnost, ki se na fotografiji nahaja na mestu, kjer se vpadni val sreča s prejšnjim, od stene odbitim valom. Opazimo lahko, da je mesto srečanja obeh valov konica z višino približno enako vsoti višin obeh valov. Temu pojavu rečemo interferenca valovanja in je prisotna v mnogih vsakodnevnih prizorih.

## Interferenca

Interferenca je seštevanje valovanj. Pri predstavi, kakšno seštevanje to je, pomaga, če si prej predstavljamo samo valovanje – kako se premikajo delci snovi, po kateri valovanje potuje. Ko pobližje pogledamo, kako se premika voda ob vzvalovani gladini, ugotovimo, da to gibanje ni najbolj enostavno. A

za to, da razumemo, kaj pomeni seštevanje valovanj, podrobnosti niti niso bistvene. Dovolj je, če si predstavljamo gladino morja in to, da se vsak delček vzvalovane gladine premika samo v navpični smeri kot žoga, ki plava na gladini, se dviga in spušča, kot jo dvigajo in spuščajo valovi, ki potujejo pod njo<sup>2</sup>. To gibanje je nihanje gor in dol okoli ravnovesne lege; ravnovesna lega gladine pa je tam, kjer je gladina, ko ni valov. Frekvenco in amplitudo, s katerima delček gladine niha, narekujejo valovi; zato sta enaki frekvenci in amplitudi valovanja. Valovi narekujejo tudi časovni potek nihanja delčka gladine. V skrajni zgornji legi so, ko skozi njih potuje vrh vala, in v skrajni spodnji, ko skozi njih potuje dolina vala. Količino, s katero opišemo trenutno lego delčka gladine in tudi to, ali se v tistem trenutku dviga ali spušča, imenujemo faza. Če s črto povežemo sosednje delčke gladine, ki so sočasno na vrhu vala (in so med seboj v fazi), dobimo valovne črte.

Ko se dve valovanji z enako valovno dolžino in frekvenco srečata na istem mestu, se glede na fazo valovanja to lahko zgodi na več različnih načinov. Ločimo dva skrajna primera:

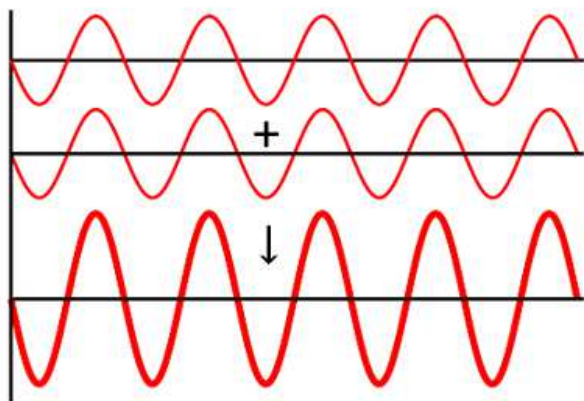
- V prvem primeru sta valovanji v fazi, kar pomeni, da se srečata valovna vrhova obeh valovanj. Amplitudi valovanj se seštejeta in na mestu srečanja

<sup>2</sup>Ko so valovi, je običajno tudi veter, ki jih povzroči. Veter po gladini zanaša tudi žogo.



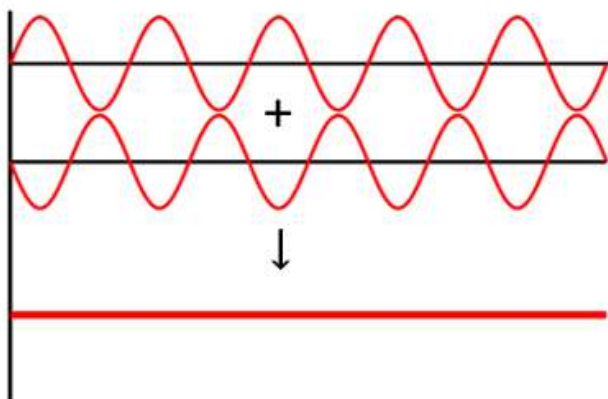
**SLIKA 3.**

Odsev okolice na vodni gladini in vpadni valovi pred odbojem od stene.



SLIKA 4.

Konstruktivna interferenca. Amplitudi dveh valovanj v fazi se seštejeta v skupno, ki je dvakratnik posamezne. (Vir slike: Wikipedija)



SLIKA 5.

Destruktivna interferenca. Amplitudi dveh valovanj v protifazi se seštejeta v skupno, ničelno in nihanje se ustavi. (Vir slike: Wikipedija)

dobimo dvojni vrh vala. Takšnemu pojavu rečemo konstruktivna interferenca (slika 4).

- V drugem primeru pa se srečata npr. valovni vrh prvega in valovna dolina drugega ali obratno, čemur rečemo protifaza. Tudi tokrat se amplitudi seštejeta, vendar se zaradi njunih nasprotnih pred-

znakov takšni valovanji izničita. Takšen pojav imenujemo destruktivna interferenca (slika 5).

Seveda pa so možni tudi vsi ostali vmesni primeri, le da ti nimajo kakšnega posebnega poimenovanja. Vsota amplitud vmesnih primerov je prav tako odvisna od fazne razlike med obema valovanjema in se lahko giblje med obema skrajnima primeroma bodisi bližje konstruktivni bodisi destruktivni interferenci.

Tudi v primeru na fotografiji imata seveda obe valovanji enako frekvenco, saj imata en sam izvor valovanja, in sicer skupek vetrnih in plimskih pogojev, razlikujeta pa se v smeri širjenja. Na mestu, kjer se srečata vrhova vpadnega in od zidu odbitega valovanja, se ustvari ojačitev, ki jo vidimo kot višji vrh oz. konico. Na mestih, kjer se srečata vrh in dolina omenjenih valovanj, pa bi morala gladina mirovati, saj se tam ustvari oslabitev. Tega zaradi zornega kota in večje valovne dolžine na fotografiji ne opazimo.



SLIKA 6.

Île de Ré. Foto: Michel Griffon

Dobra točka za opazovanje interference morskih valov, ki je bila opisana v tem prispevku je zahodna obala francoskega otoka Île de Ré, kjer se srečajo valovi, ki so nastali na različnih koncih Atlantskega oceana in v različnih vremenskih pogojih. Ti valovi se sekajo pod pravim kotom in v morju izrišejo vzorec šahovnice, kot je viden na sliki 6.

× × ×