

Geologija mora

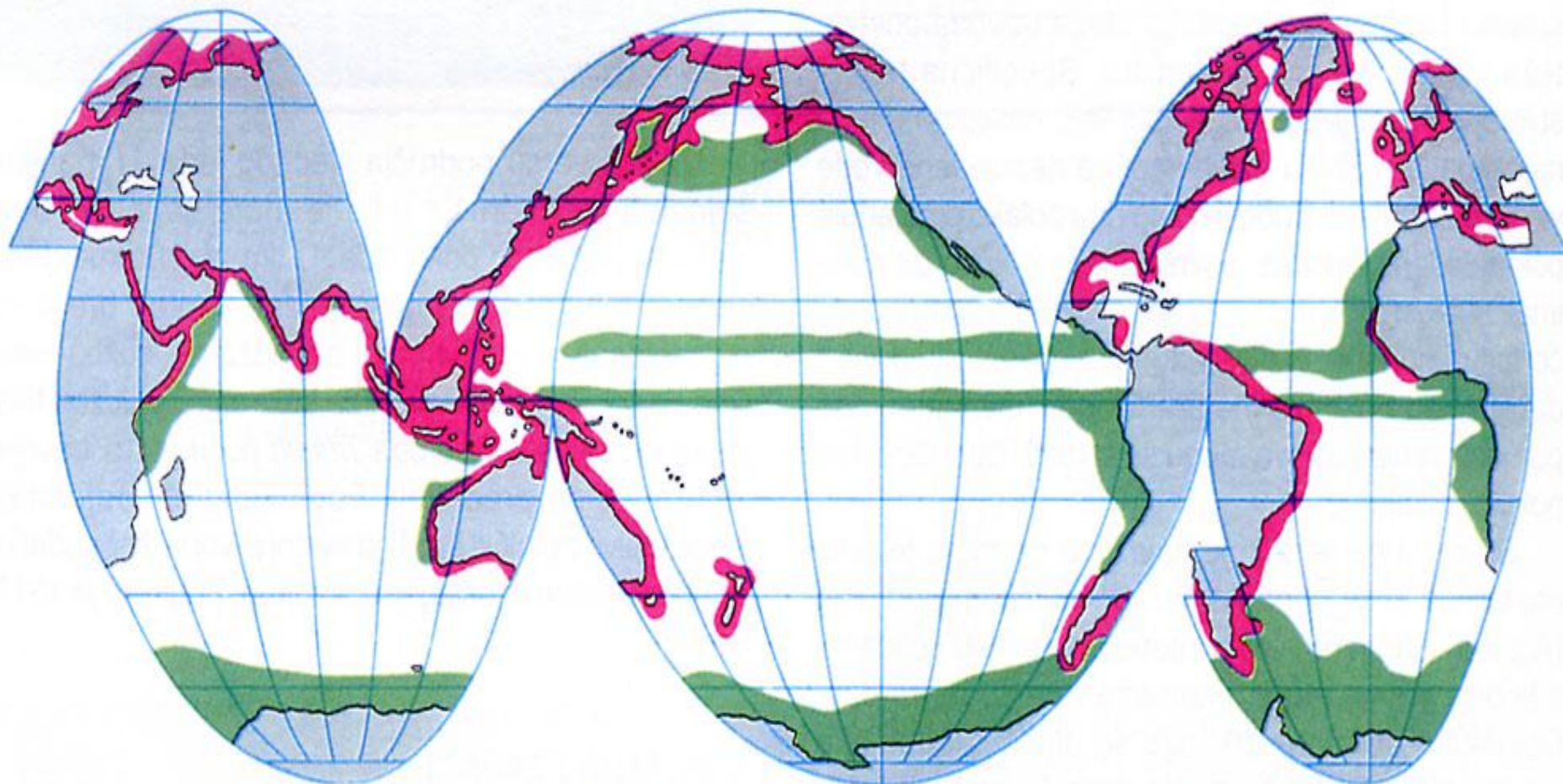
Resursi, pravo mora, geološko
kartiranje morskoga dna (15)


Mladen Juračić, Geološki odsjek PMF-a,
Sveučilište u Zagrebu, 2013/14


Resursi i pravo mora


- Ribolov

Područja svjetskog ribolova



 Obalna područja-
oko 75 % ukupnog svjetskog ulova

 Područja izdizanja vode-
oko 25 % ukupnog svjetskog ulova

 Manje od 1 % ukupnog
svjetskog ulova.

Morski resursi

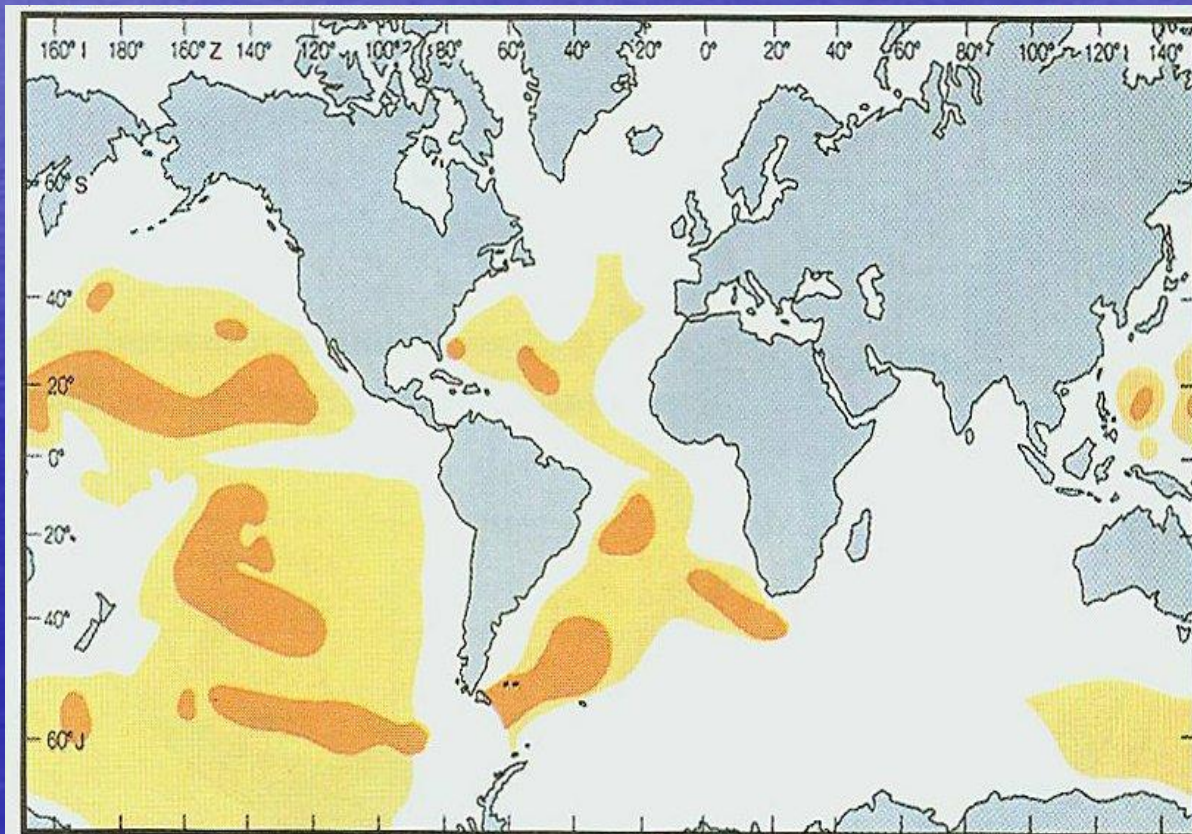
- Ribolov (prelov/marikultura)
- Pitka voda (desalinizacija ~ 300 milijuna m^3/a)
- Sol (40 milijuna t/a), Mg, Br....
- Sirovine na morskom dnu i podmorju:
 - Pijesak i šljunak
 - Kositar (kasiterit, SnO_2), Pt, Au, dijamanti...
 - Nafta i plin (25-30 % svjetske proizvodnje)
 - Dubokomorski resursi:

Feromanganske konkrecije ("manganske nodule")

Cu, Ni, Co !



Presjek "nodule"

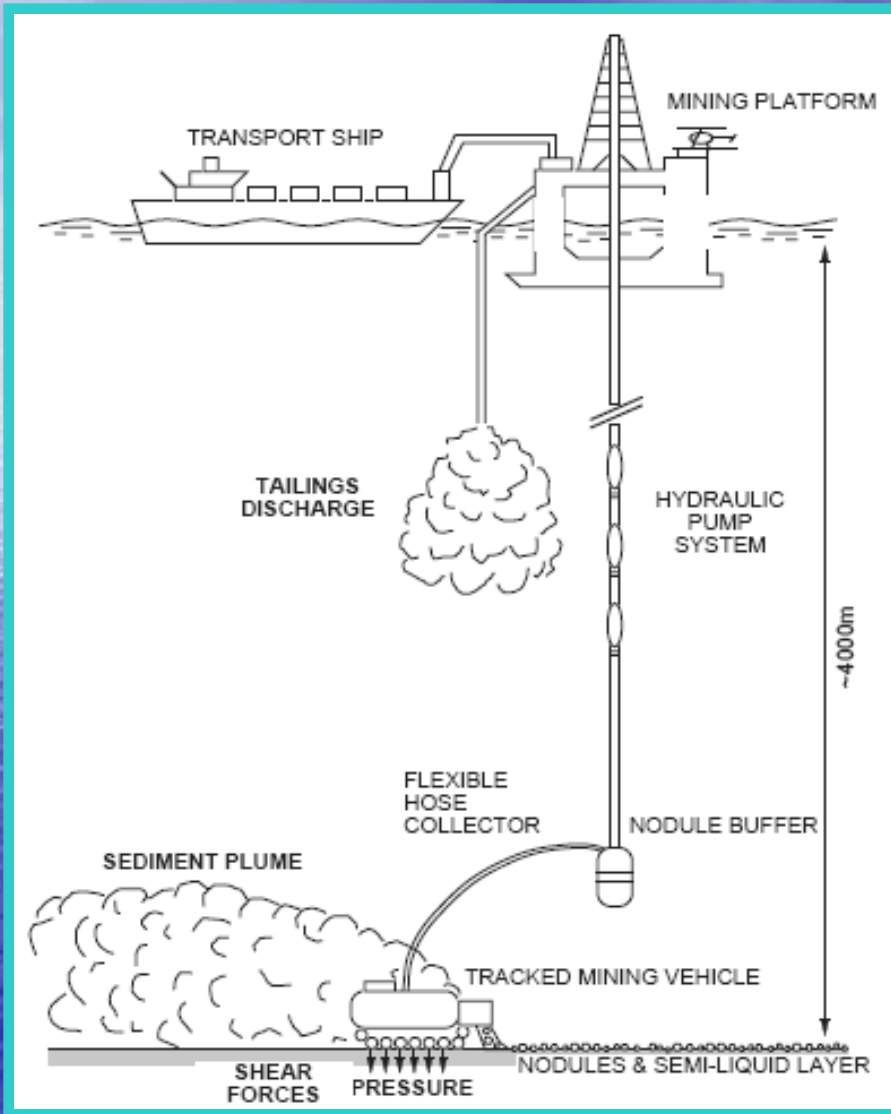


Područje s mnogo nodula,
lokalno prelazi 90 %

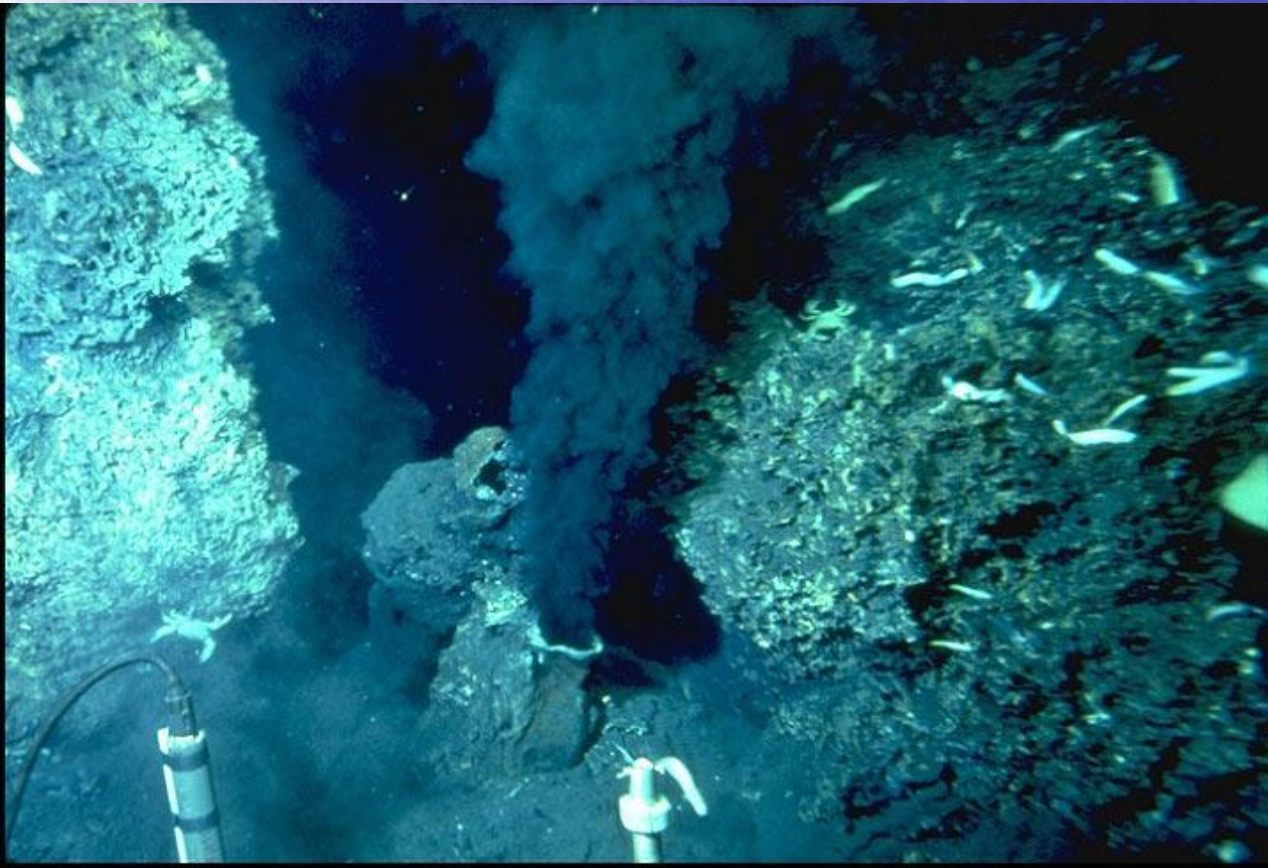
Područje s nodulama

Feromanganske konkrecije

- Mogući način rudarenja



Sulfidne rude na oceanskim hrptovima (talozi polimetalnih masivnih sulfida)



- Precipitacija uz hidrotermalne otvore (*black smokers*):
- Cu, Fe, Zn, Ag (Au, ...)

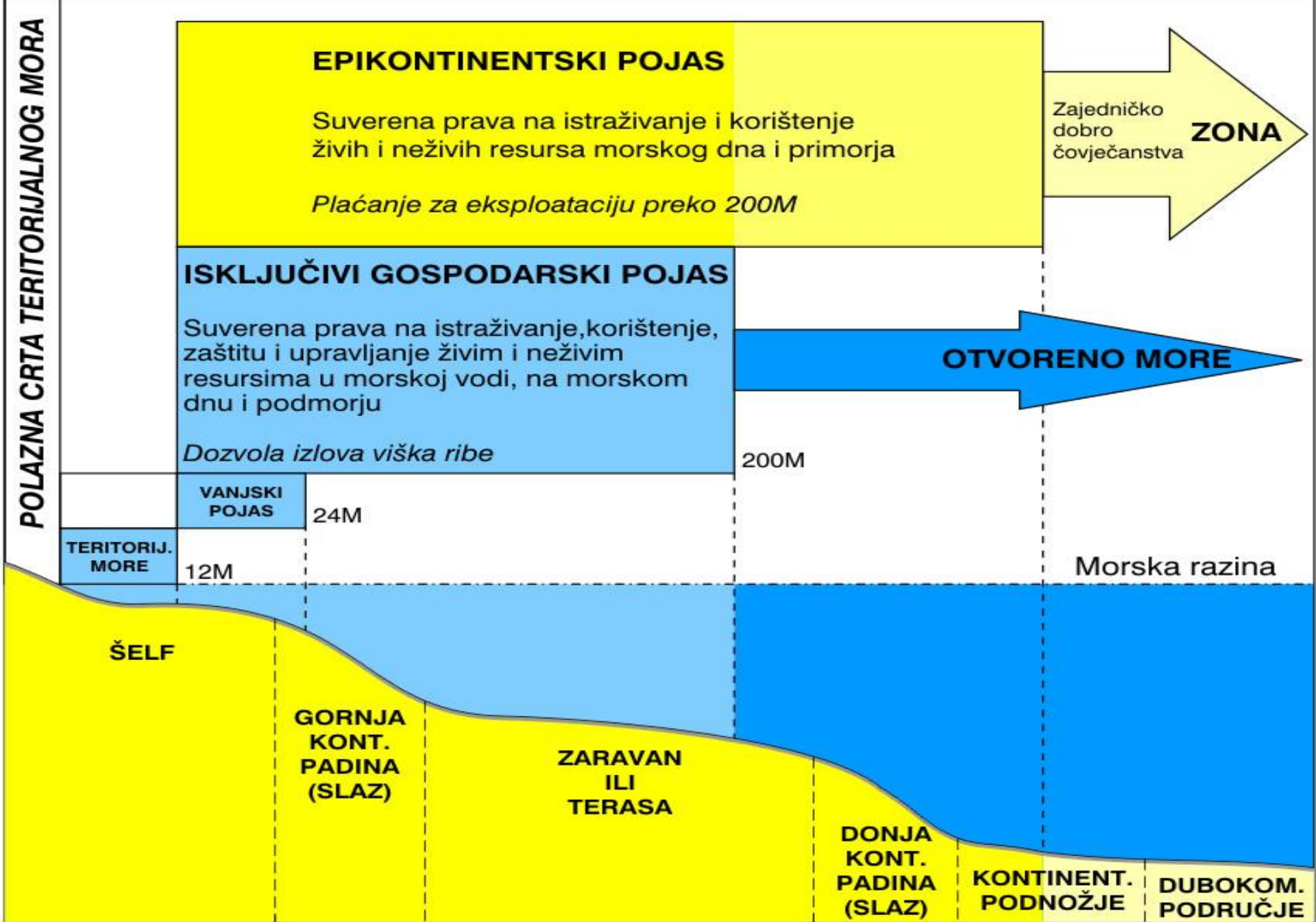
Pravo mora i granice na moru

Konvencija o pravu mora

- Donešena 1982, stupila na snagu 16. studenog 1994. Veliko je dostignuće prošloga stoljeća:
- uspostavila je jedinstveni pravni režim kojim obalne države mogu sigurno, pravedno i miroljubivo uspostaviti i koristiti svoj epikontinentski pojas i
- po prvi put je određeno da je dno mora i oceana i njegovo podzemlje, te bogatstva i rude, koji su izvan granica nacionalne jurisdikcije, tzv. "**zona**", opće dobro čovječanstva.
- Time se simbolizira jedinstvenost morskog okoliša i potreba međunarodnih standarda u upravljanju ribljim bogatstvom, zaštiti okoliša, istraživanju...

Konvencijom su određeni i uređeni:

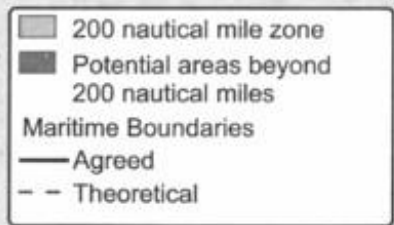
- **Unutrašnje morske vode** - *internal waters* (obalno more)
- Granica unutrašnjih morskih voda (osnovna linija) - *baseline*
- **Teritorijalno more** - *territorial sea* (12 NM) –neškodljiv prolaz
- Granica teritorijalnog mora – državna granica
- Vanjski morski pojas - *contiguous zone* (+12 NM)
- **Epikontinentski pojas** - *continental shelf* (do 200 NM od polazne crte +). U njemu obalna država ima isključivo pravo korištenja živih i neživih resursa morskog dna (to uključuje podmorje - nafta plin, pijesak ali i školjke, rakove!, demersalne - pridnene ribe).
- **Isključivi gospodarski pojas** - *exclusive economic zone* (EEZ) daje dodatno pravo na ribolov pelagičkih riba (u morskoj vodi), odluke o istraživanjima vode, i pravo reguliranja zaštite od zagađivanja.
- **Otvoreno more** - *high seas*
- **Zona** – *the area*



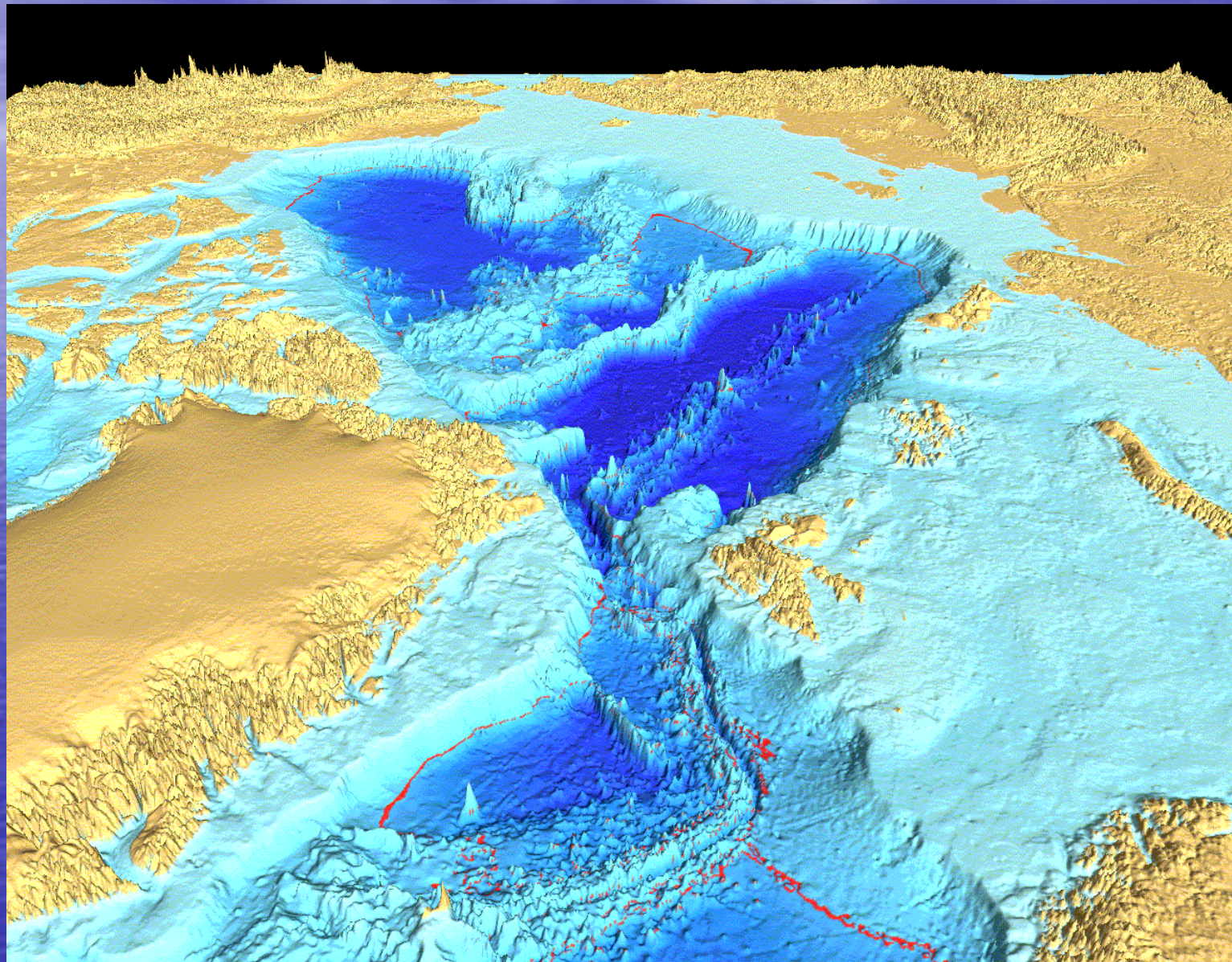
Prema: Australian Geological Survey
(Cook & Carleton, 2000)

Epikontinentski pojas i mogući prošireni epikontinentski pojas

Cook & Carleton, 2000

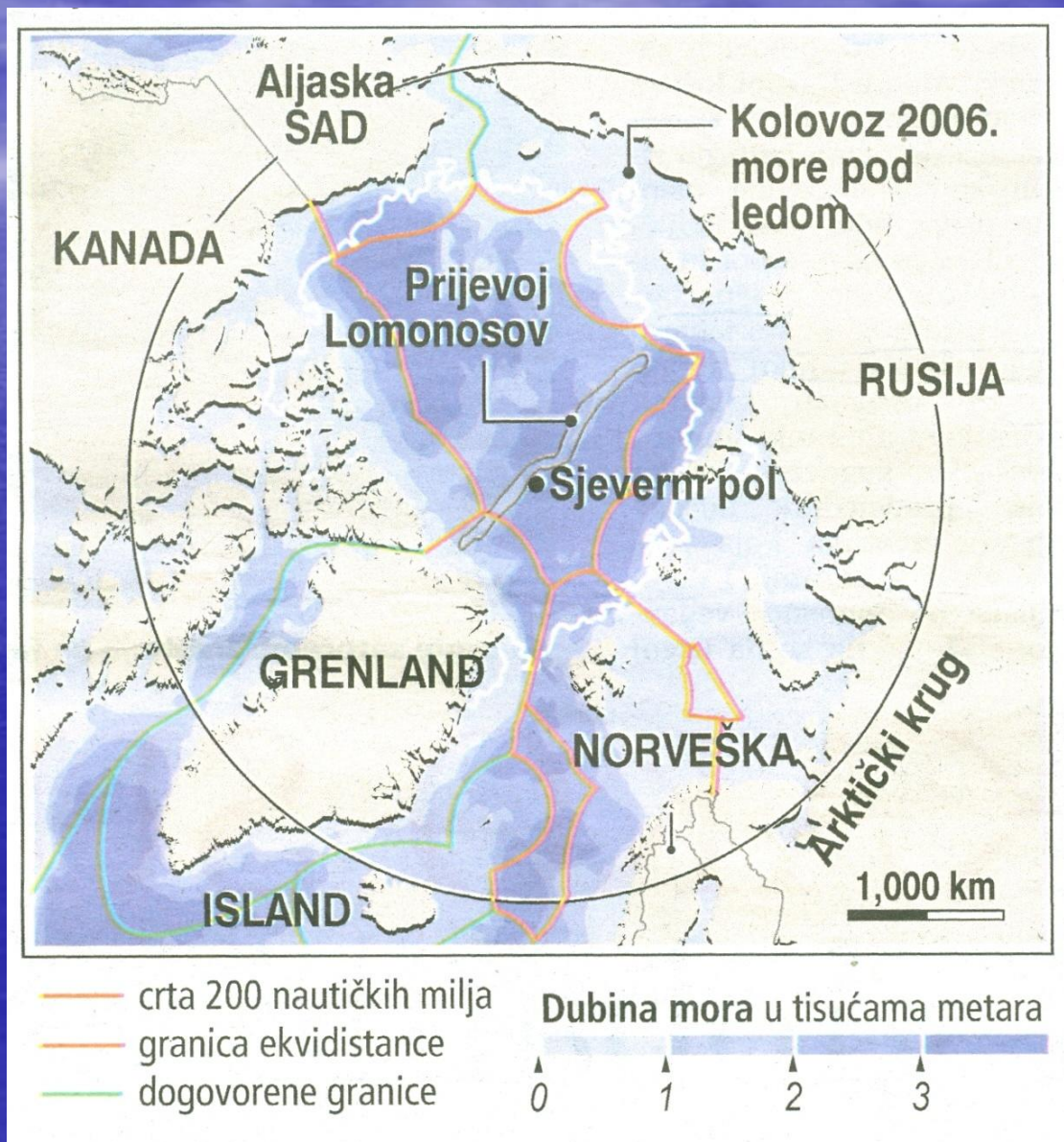


Diskusija se rasplamsala u Arktiku



Diskusija se rasplamsala u Arktiku

- Prijevoj Lomonosov je zapravo oceanski hrpt
- Vjesnik, 18. 08. 2007.



Dokle se može proširiti epikontinentski pojas

- Nezgrapni prijevod:

-šelf

-kontinentska padina

-foot of the continental slope

- Vjesnik, 18. 08. 2007.

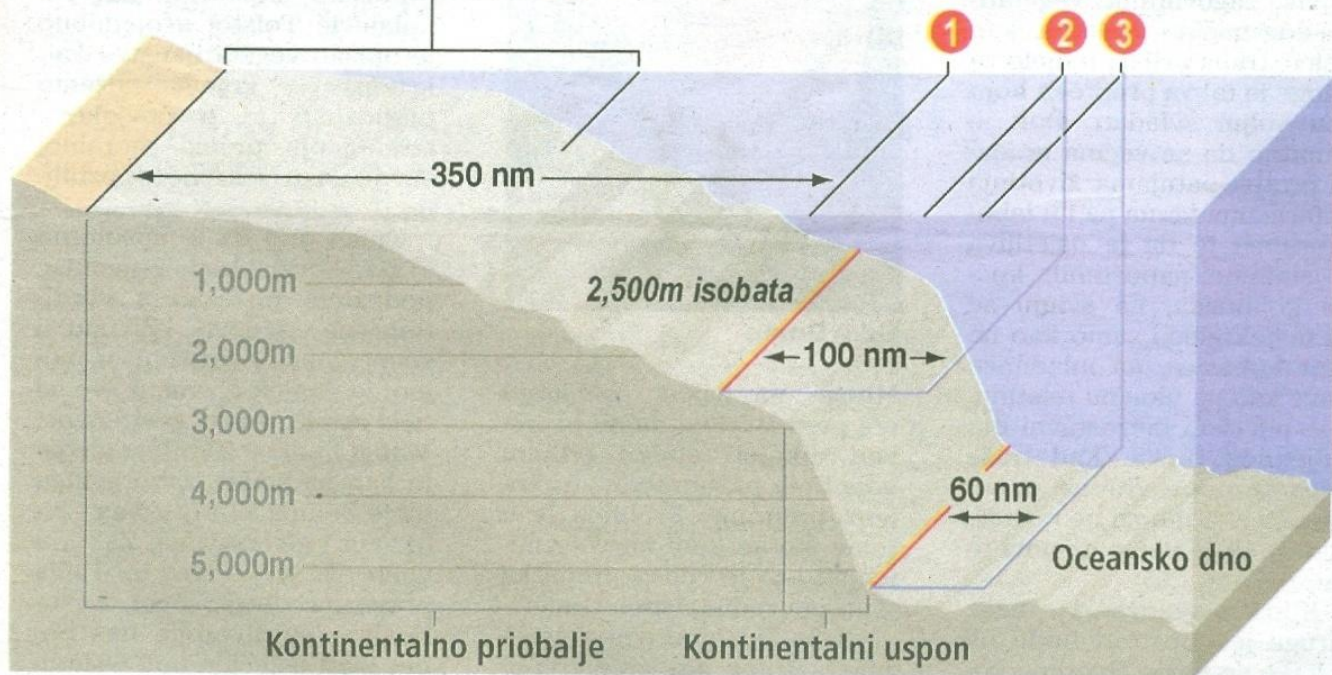
ŠIRE KONTINENTALNO PRIOBALJE

Prema pomorskom zakonu, država može proširiti svoje teritorijalne zahtjeve na dnu oceana ako je okružujuće kontinentalno područje pod morem šire od 200 nautičkih milja

Isključivi gospodarski pojas
(Exclusive Economic Zone - EEZ)
200 nautičkih milja

Maksimalna dopuštena ekstenzija

- 1 350 nautičkih milja pod morem
- ili: 2 100 nautičkih milja od imaginarne linije koja povezuje točke na jednakoj dubini ispod površine mora
- ili: 3 60 nautičkih milja od kontinentalnog uspona pod morem



Izvori: NOAA, UNEP Shelf Programme,

Hrvatska morska područja



a) Unutrašnje morske vode +

b) Teritorijalo more

~ 34.000 km²

c) Epikontinentski pojas

~ 20.000 (23.830!) km²

Zaštićeni ekološko-ribolovni pojas (3.10.2004.; 1.1.2008.!)

Hrvatska inačica Isključivog gospodarskog pojasa:

-Zaštićeni
ekološko-
ribolovni pojas
(ZERP)

-Važi li za ribare
iz EU?

-Vruća politička
tema (s malo
pravog
razumijevanja).



JADRANSKO MORE
Razgraničenje morskih prostora

SLOVENIJA

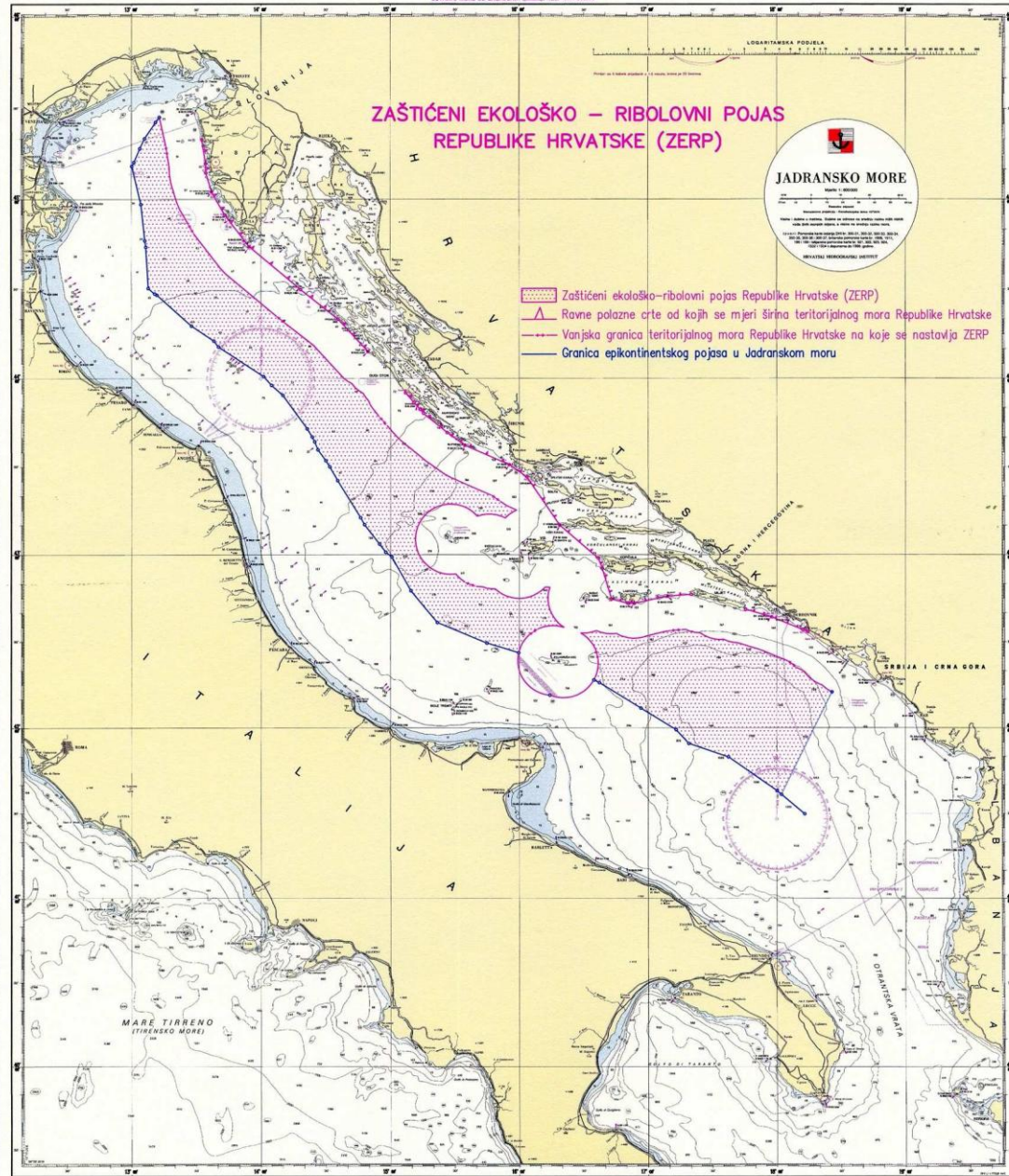
HRVATSKA

BOSNA I
HERCEGOVINA

CRNA
GORA

ALBANIJA

0 50 100 150 km



Delimitacija hrvatskog mora?





RAZGRANIČENJE PREMA NEPOSTOJEĆEM SPORAZUMU RAČAN - DRNOVŠEK



① Morska granica sa Slovenijom koju je Hrvatska predlagala do dogovora Račan-Drnovšek ("crta sredine"); to je ujedno i postojeće stanje na temelju Konvencije UN-a o pravu mora iz 1982. koja obvezuje Republiku Hrvatsku i Republiku Sloveniju.

② Morska granica prema parafiranome a pravno nepostojećem ugovoru između Rep. Hrvatske i Rep. Slovenije.

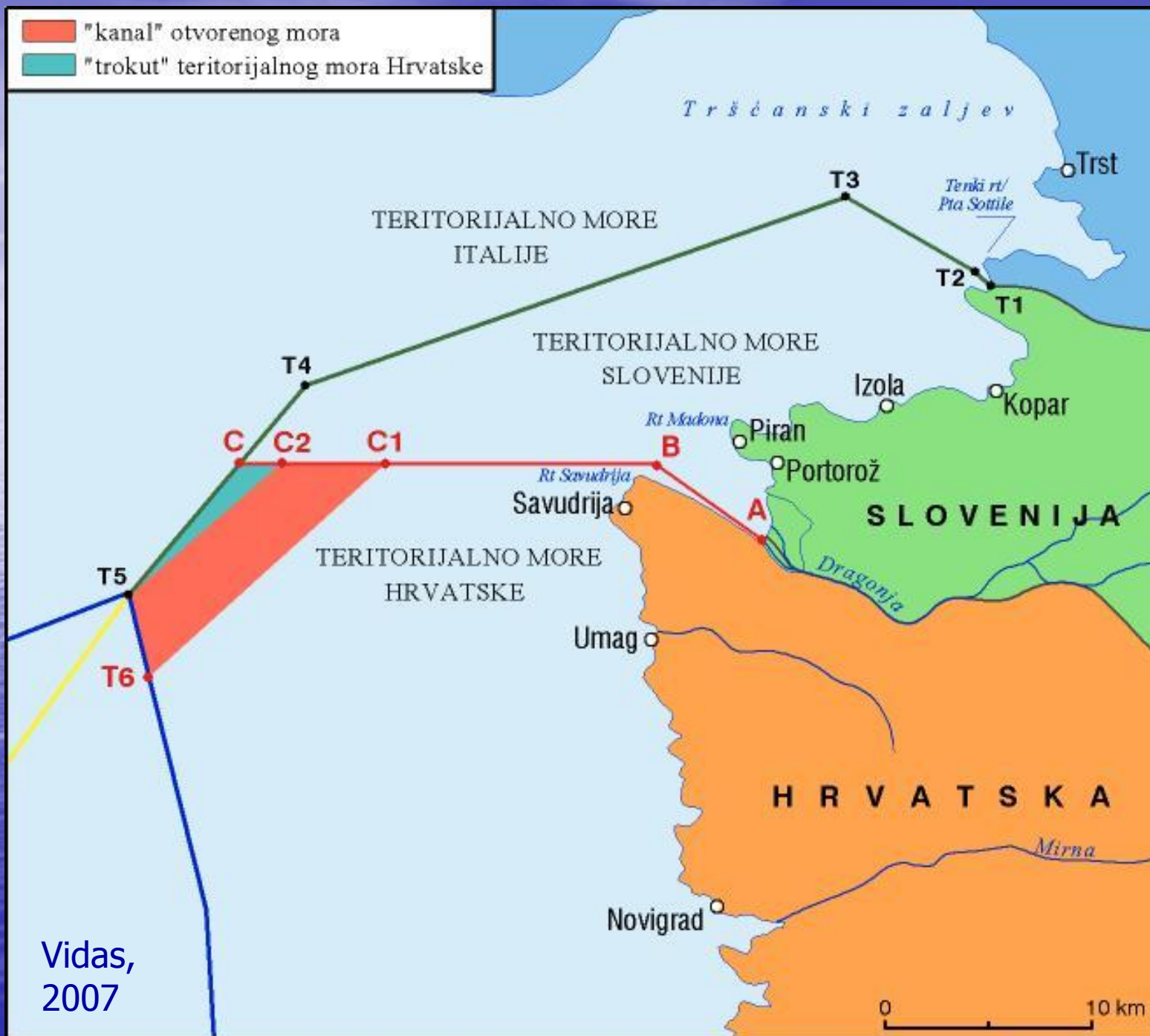
③ Koridor u kojemu bi se, da je sporazum stupio na snagu, teritorijalno more, koje je sada pod suverenitetom Hrvatske, pretvorilo u otvoreno more slobodno za sve.

④ Eksklava hrvatskog teritorijalnog mora (po međunarodnom pravu nije moguća jer nije u dodiru s kopnom); ranet u svijetu.

⑤ Morska granica s Italijom (prema Osimskim sporazumima iz 1957.)

⑥ Područje mora koje je Republika Hrvatska trebala prepustiti ili ga se jednostrano odreći u korist Republike Slovenije.

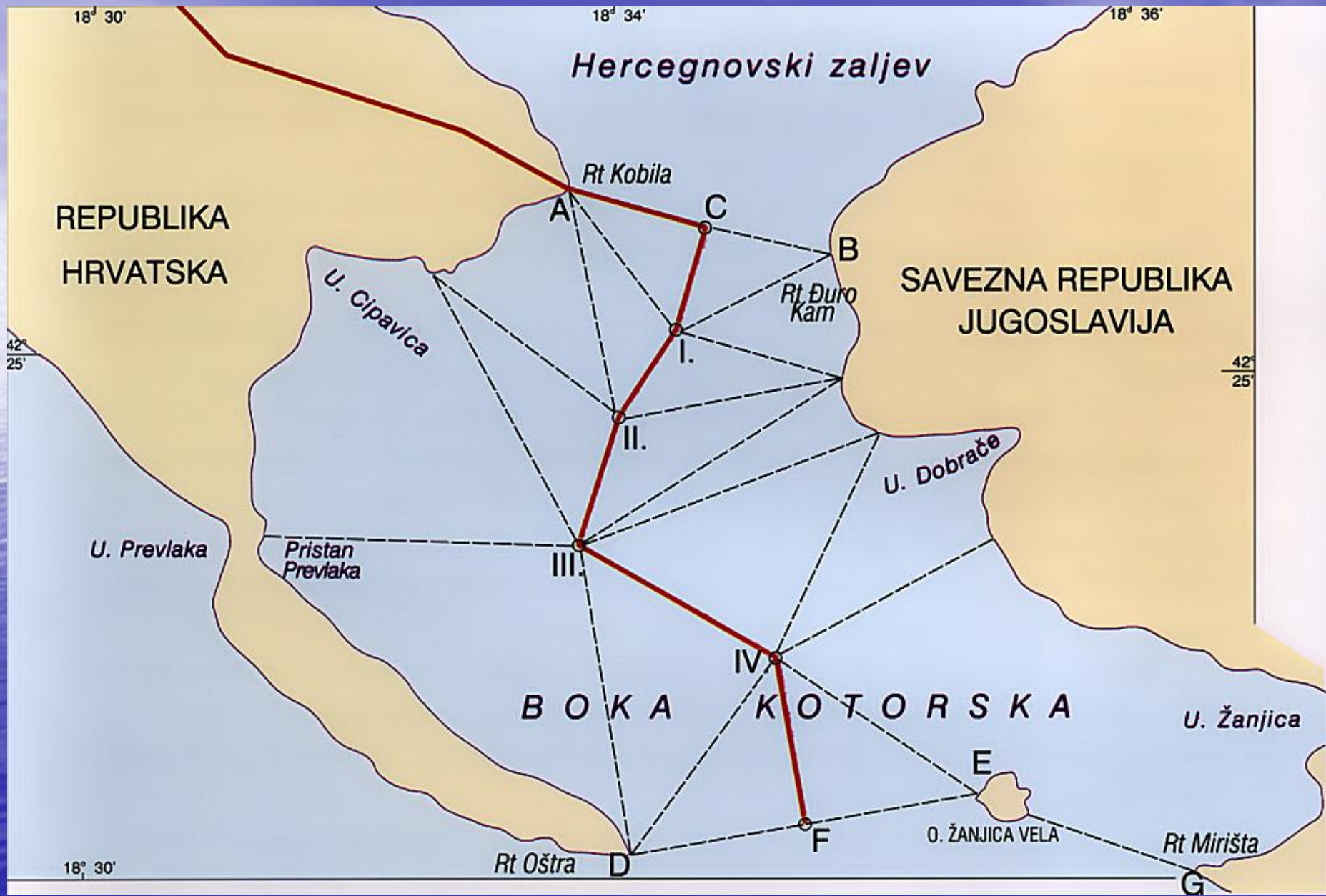
- "kanal" otvorenog mora
- "trokut" teritorijalnog mora Hrvatske



Sadašnje aspiracije
Slovenije - stanje
proljeće 2007.
(Vidas, 2007)







18° 30'

18° 34'

18° 36'

Hercegnovski zaljev

REPUBLIKA
HRVATSKA

SAVEZNA REPUBLIKA
JUGOSLAVIJA

42°
25'

42°
25'

U. Cipavica

Rt Đuro
Kam

U. Dobrače

U. Prevlaka

Pristan
Prevlaka

U. Žanjica

BOKA KOTORSKA

E

O. ŽANJICA VELA

Rt Mirišta

18° 30'

Rt Oštra

D

F

G

Rt Kobilja

A

C

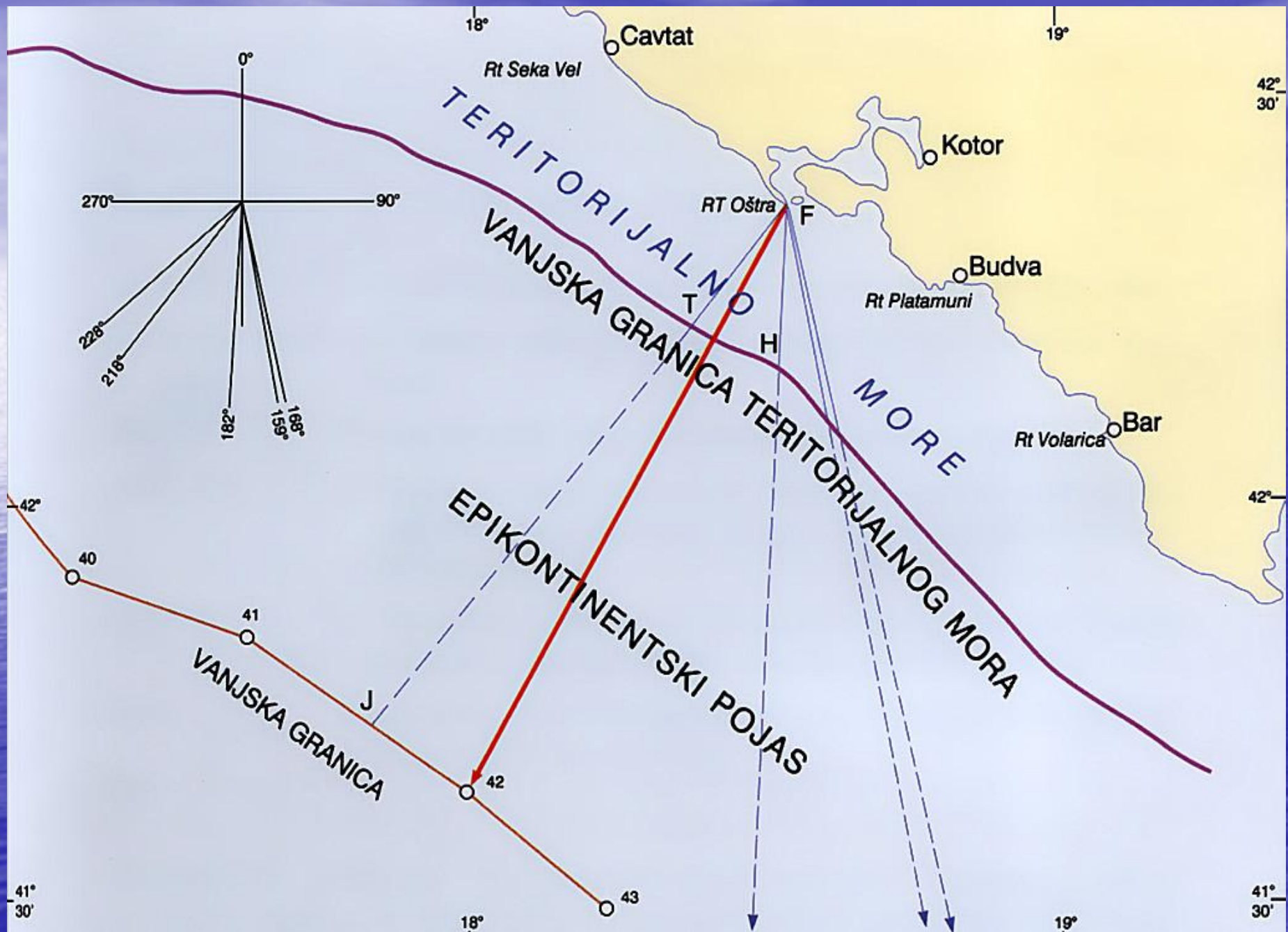
B

I.

II.

III.

IV.



Geološko kartiranje morskog dna i podmorja

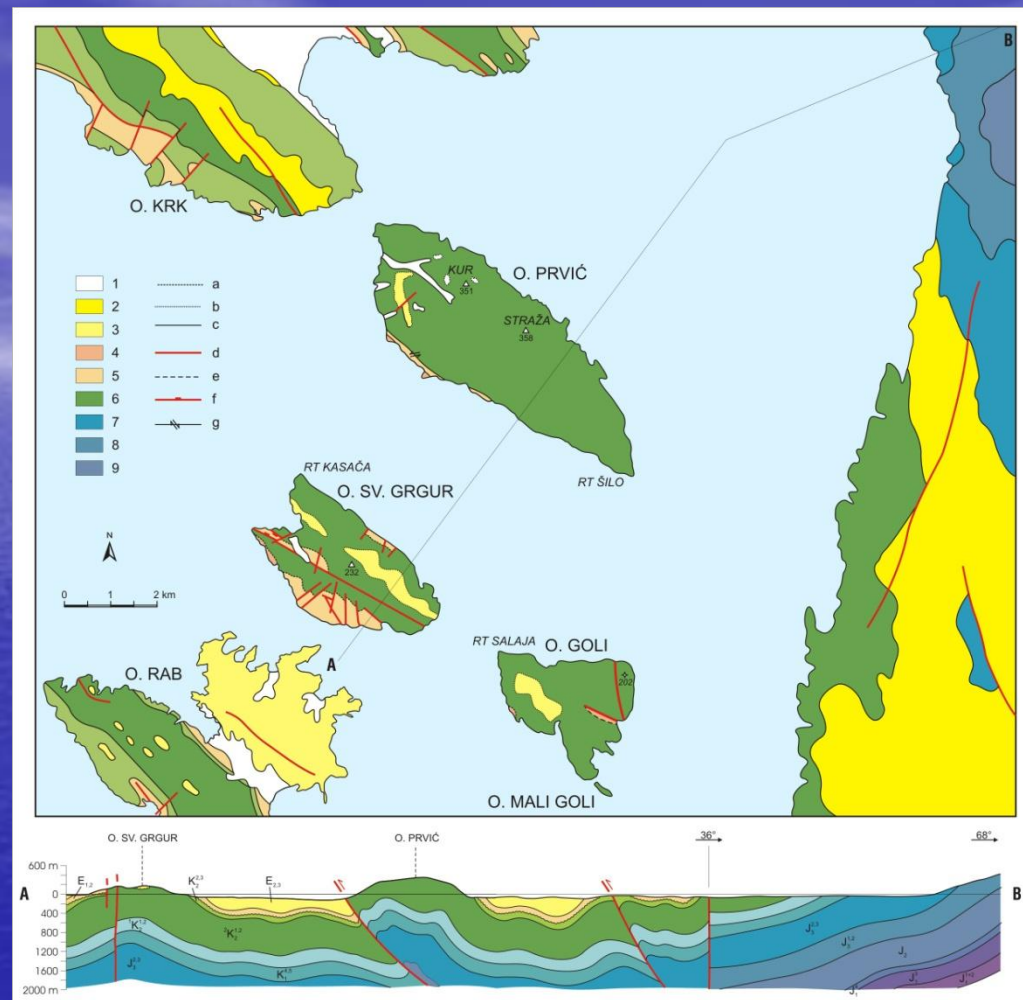
- Temeljni proizvod koji nam opisuje geološke odnose i resurse je **geološka karta**.
- Postoje li geološke karte morskoga dna?
- Kakva je situacija s hrvatskim Jadranom?
- Što treba za izradu karata?

Geološko kartiranje morskog dna i podmorja

- Stupanj razvoja marinske geološke kartografije znatno se razlikuje u pojedinim državama.
- Standard kojemu treba težiti su geološke karte UK (*British Geological Survey*, M 1: 250.000)
- Tri lista za isto područje:
 - *Sea bed sediments & Holocene* (< 10.000 g)
 - *Quaternary geology* (10.000 – 1.800.000 g)
 - *Solid geology* (> 1.800.000 godina)
- Talijani znatno napredovali posljednjih godina

U Hrvatskoj

- Ne postoji sistematsko geološko kartiranje podmorja.
- Osnovne geološke karte (M 1 : 100.000) nemaju podatke o podmorju.



Nije dovoljno razvijena svijest o potrebi geološkog kartiranja Jadrana!

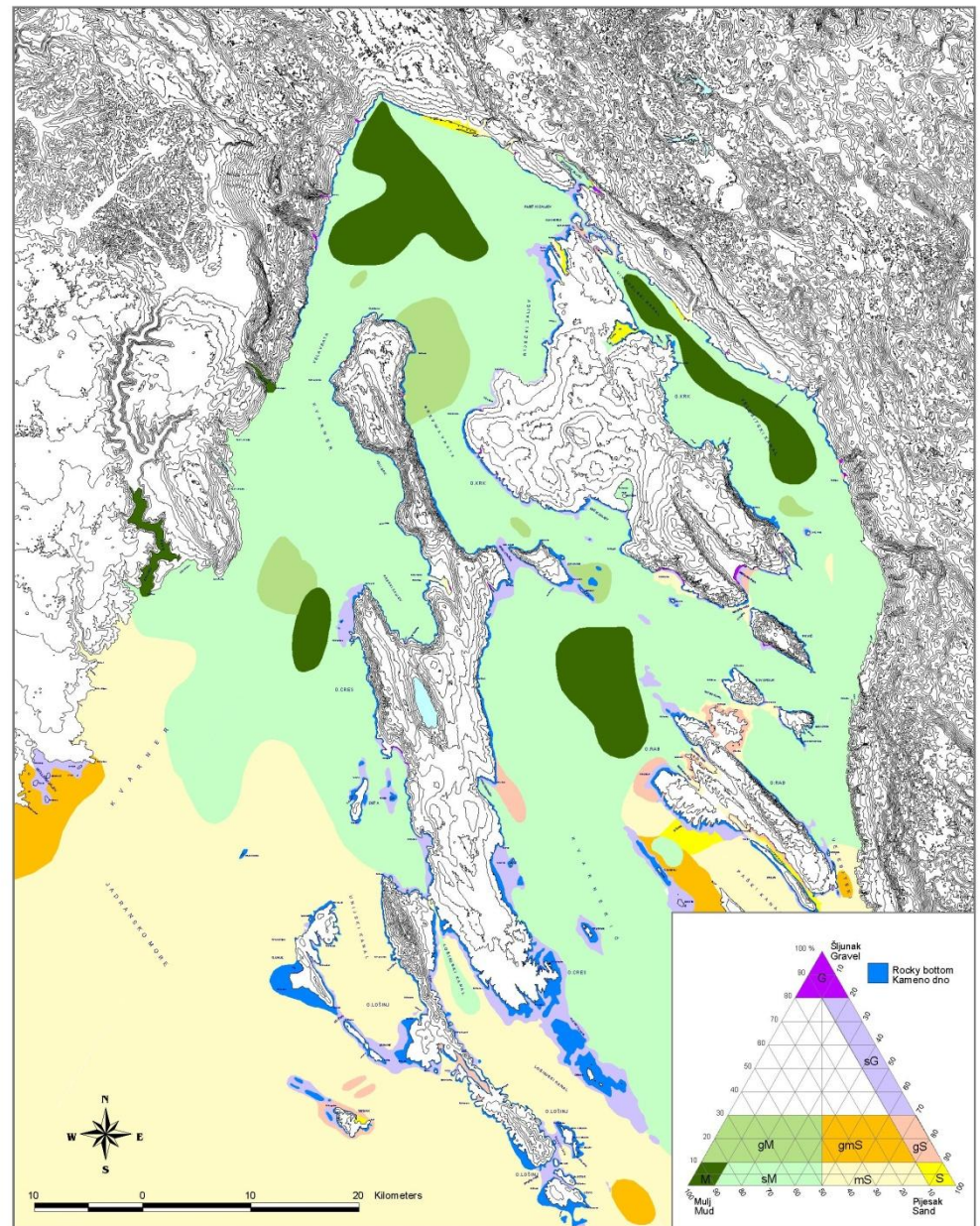
Situacija u Hrvatskoj

- Nedovoljno školovanog kadra
- Kompetencije podijeljene u nekoliko institucija
 - Fakulteti: PMF, RGNF, Geodetski fakultet
 - Hrvatski geološki institut
 - Hrvatski hidrografski institut
 - Naftaplín (privredna tvrtka sa stranim kapitalom?)
 - *Državna geološka služba?*

Prošlost

- Pokušaji izrade geoloških (sedimentoloških) karata hrvatskog dijela Jadrana:
- '70 *Slobodan Alfirević* (IOR, Split): Opis geol. karakteristika morskog dna jadranskog šelfa
- '80 *Drago Stipaničev* (HIRM, Split): Karta sedimenata Jadranskog mora M 1 : 1.000.000 (kompilacijska, nerecenzirana karta – za internu upotrebu)

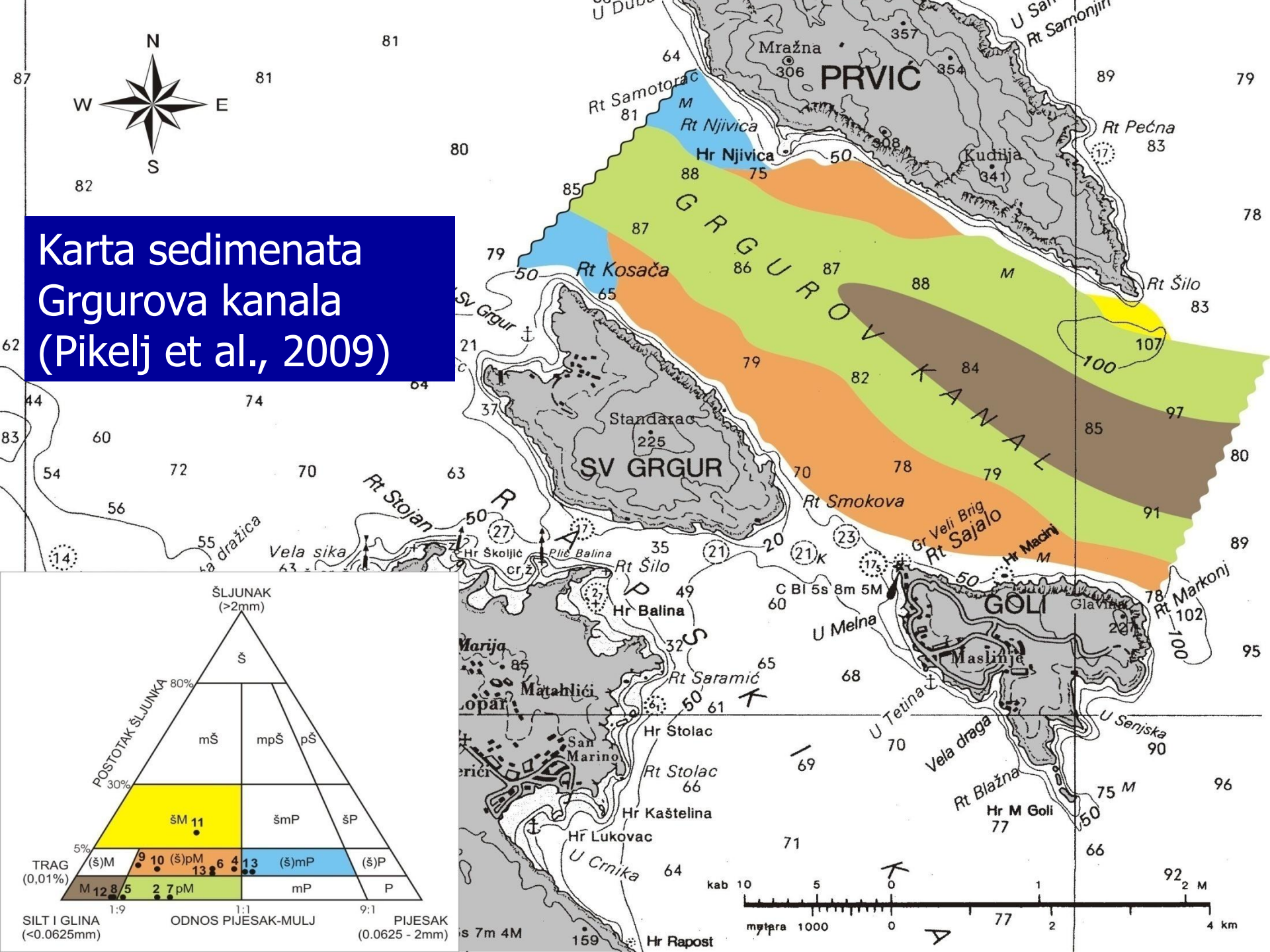
- Karta sedimenata morskog dna Kvarnera (Juračić, Benac, Crmarić, 1999)



Čedomir BENAC, Mladen JURAJČIĆ & Ranko CRMARIĆ,

KARTA SEDIMENATA MORSKOGA DNA KVARNERA 1:250 000
SEABED AND SURFACE SEDIMENTS MAP OF THE KVARNER AREA 1:250 000

Karta sedimenata Grgurova kanala (Pikelj et al., 2009)



Prošlost u Hrvatskoj:

Kontrapunkt

- Karta
sedimenata
Kvarnera
(Lorenz,
1863!)



Budućnost

Geološko kartiranje morskog dna

- Kako se sakupljaju podaci o morskome dnu?
- Planiranje i priprema (financije, postojeći podaci, gustoća uzorkovanja...)
- Brodovi za izlazak na teren
- Direktne i indirektne metode:
 - Uzorkovanje morskog dna
 - “Snimanje” morskog dna

Brodovi



i/b Palagruža, HHI

Brodovi i/b HIDRA, Hrvatski hidrografski institut





Brod za bušenje morskoga dna *JOIDES Resolution*

Japanski brod za
dubokomorska bušenja
(od 2004) *Chikyū*





Iz prikazanog
slijedi zaključak:

Istraživanje i
kartiranje
morskoga dna
prilično je
komplicirano i
skupo!

Je li isplativo?

Uzorkovanje, metode i instrumenti

1 Pozicioniranje

DGPS (*Differential Global Positioning System*)

2 Uzorkovanje morskog dna

3 Geofizičke (instrumentalne) metode

Geološki dubinomjer (*Sub Bottom Profiler*)

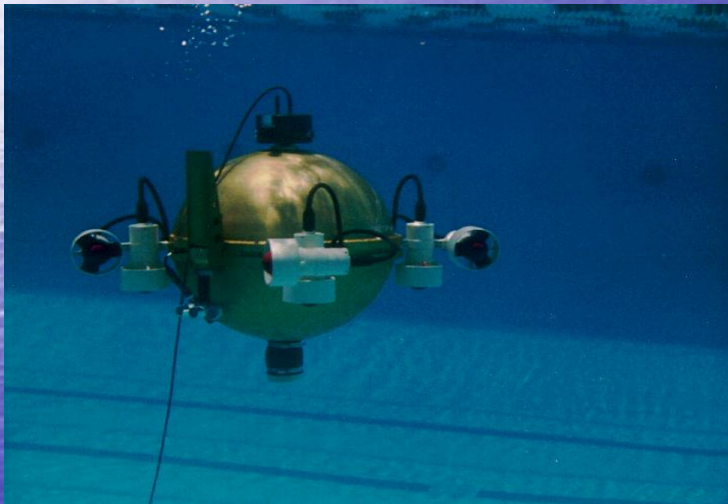
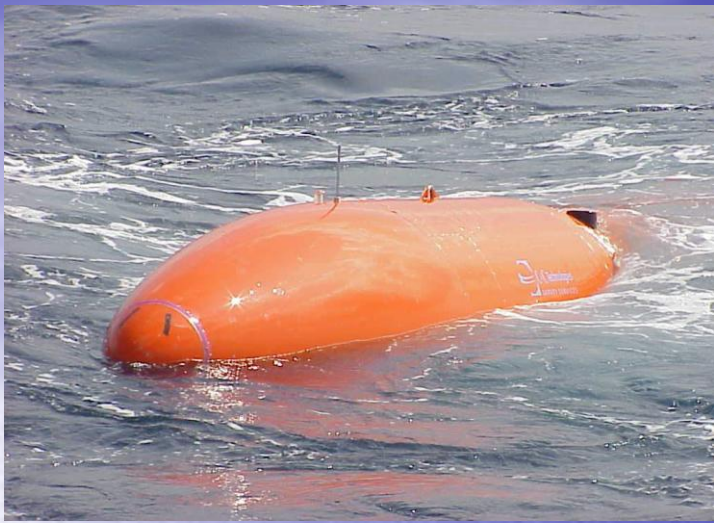
Panoramski dubinomjer (*Side Scan Sonar*)

Magnetometar

Uzorkovanje morskog dna

- Ručno uzorkovanje (ronjenjem)
- Automatizirane ronilice
- Dredže
- Grabila
- Koreri / jezgrila
- Bušenja



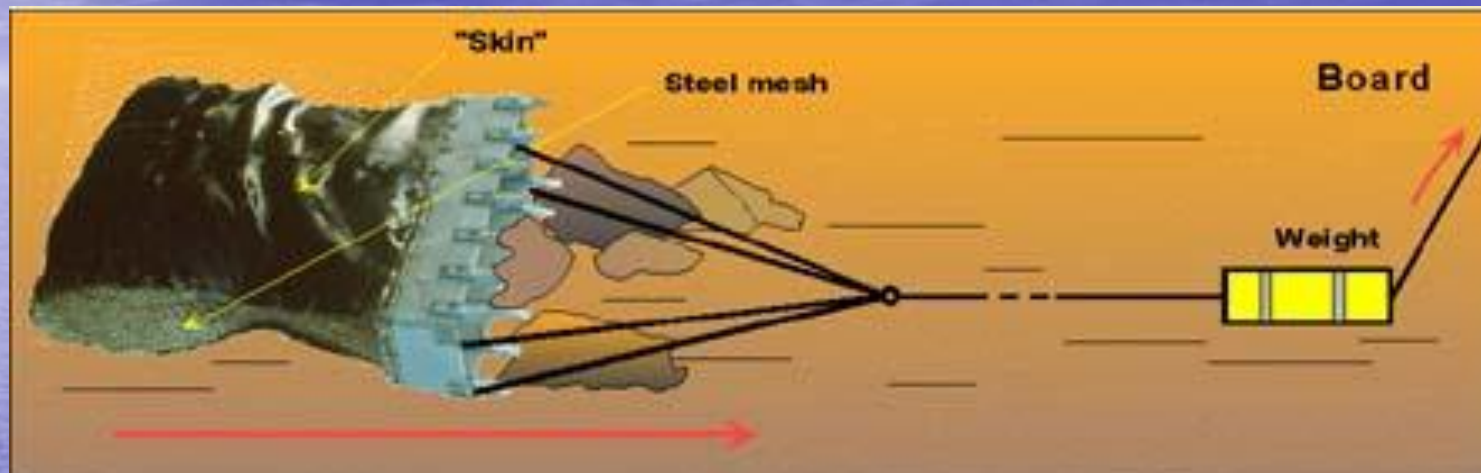


**Automatizirane ronilice
(autonomne ili daljinski
upravljane)**

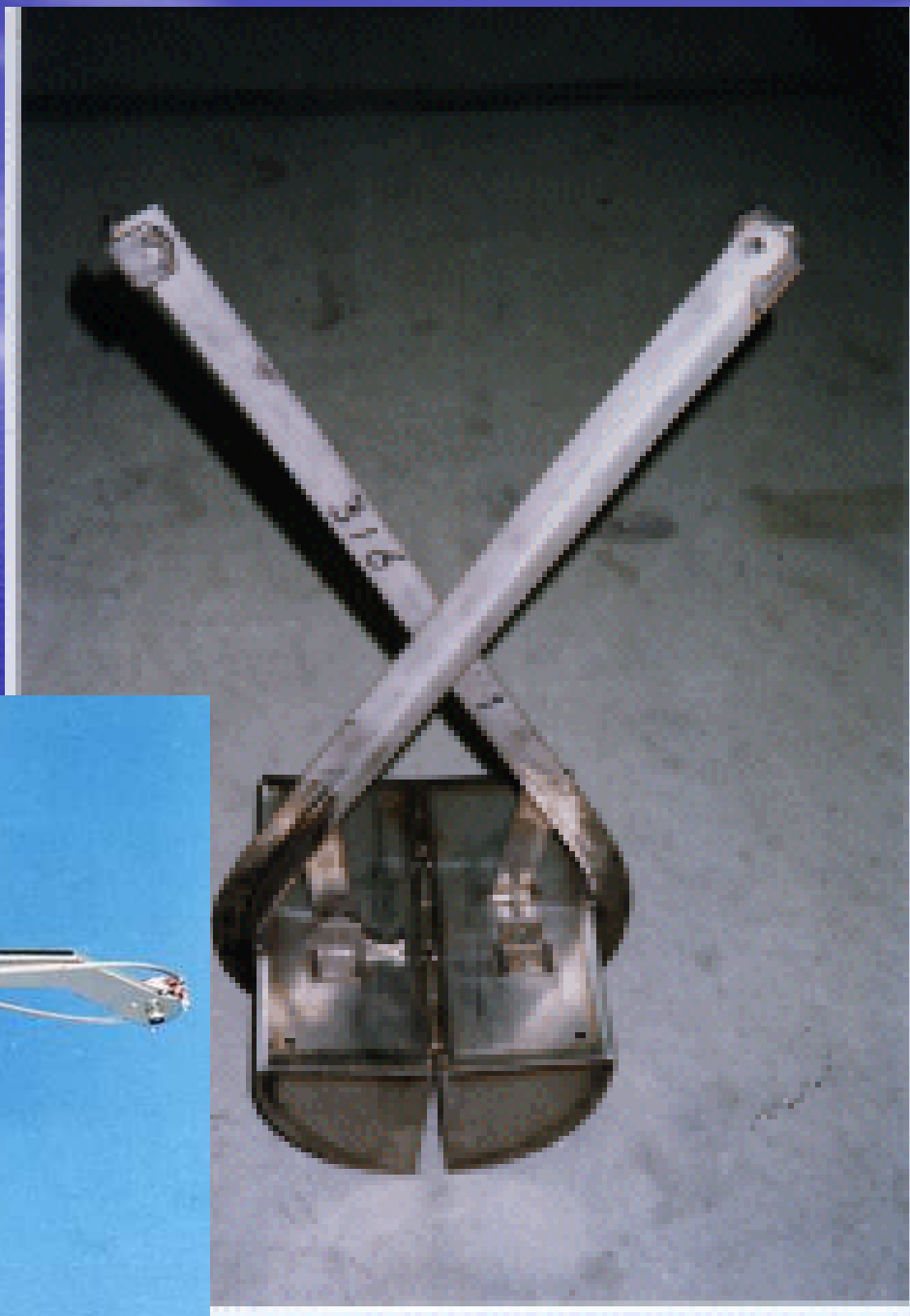
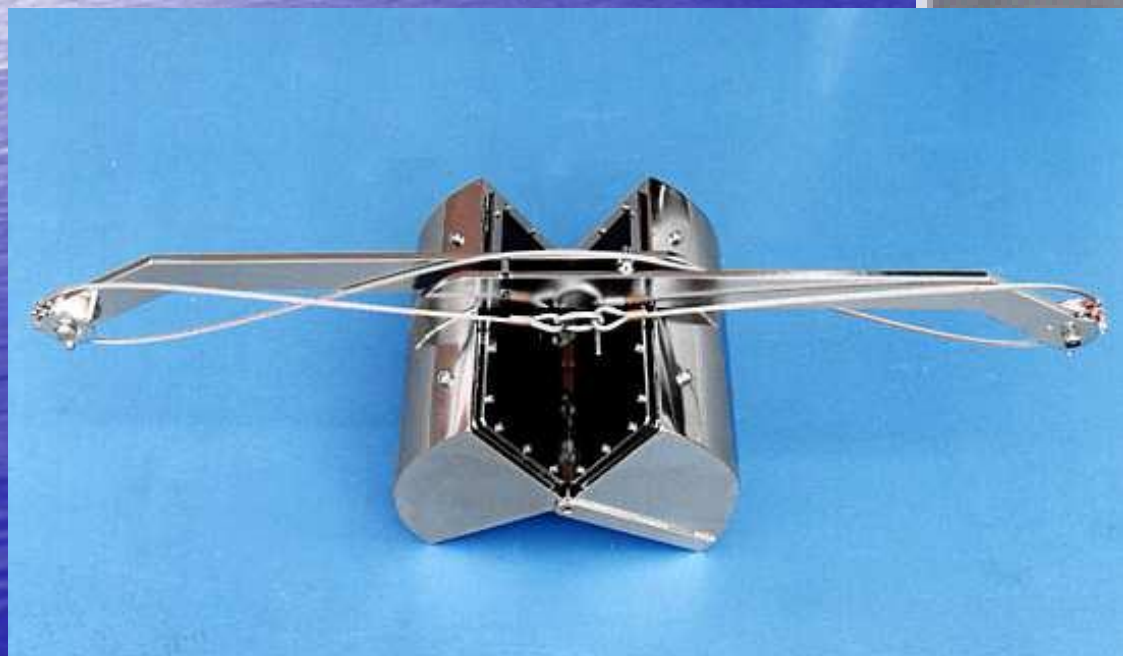


Seafloor mapping uses many methods, including direct observations of the seafloor from a submersible. This two person submarine was chartered with a research grant to state and University of Maine geologists to directly photograph the seabed, set and recover sediment traps, and measure bedforms. Dives help confirm the seafloor surficial geology that was mapped remotely with side-scan sonar and seismic reflection profiles.

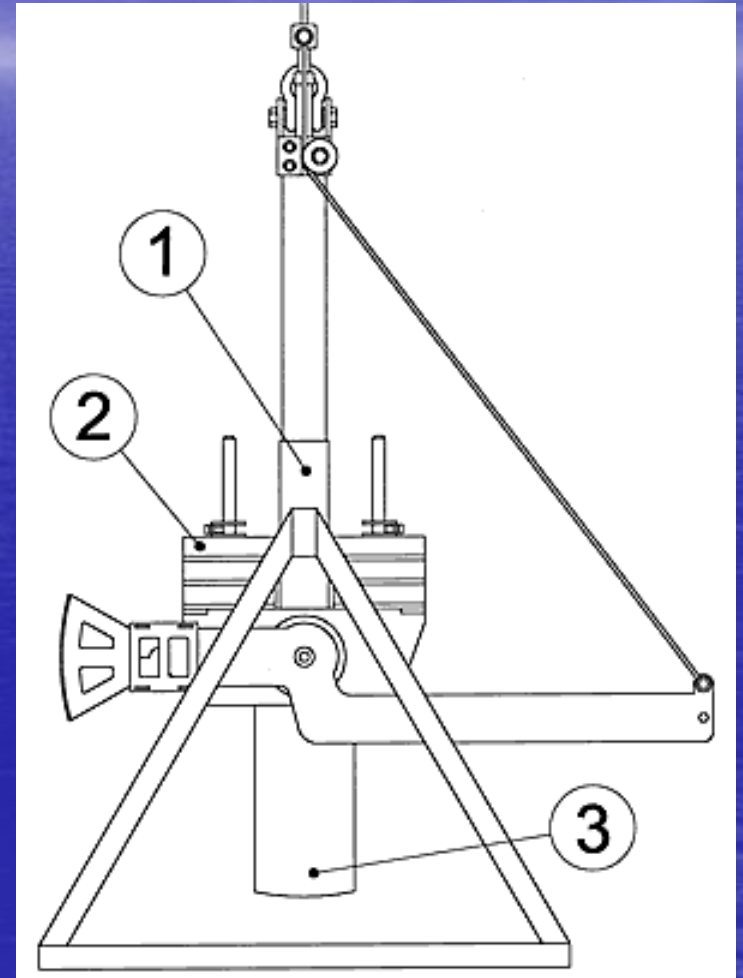
Dredže



Van Veen-ovo grabilo



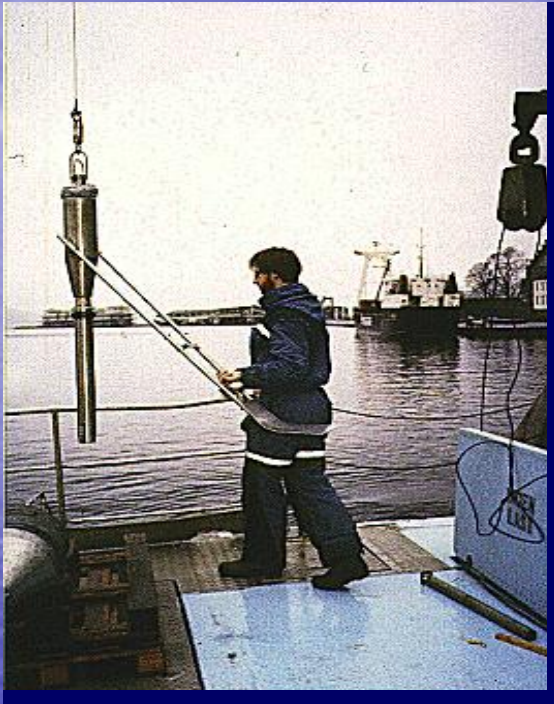
Box korer



Gravitacijski korer (jezgrilo)



Gravitacijske sonde (*Gravity corer*)

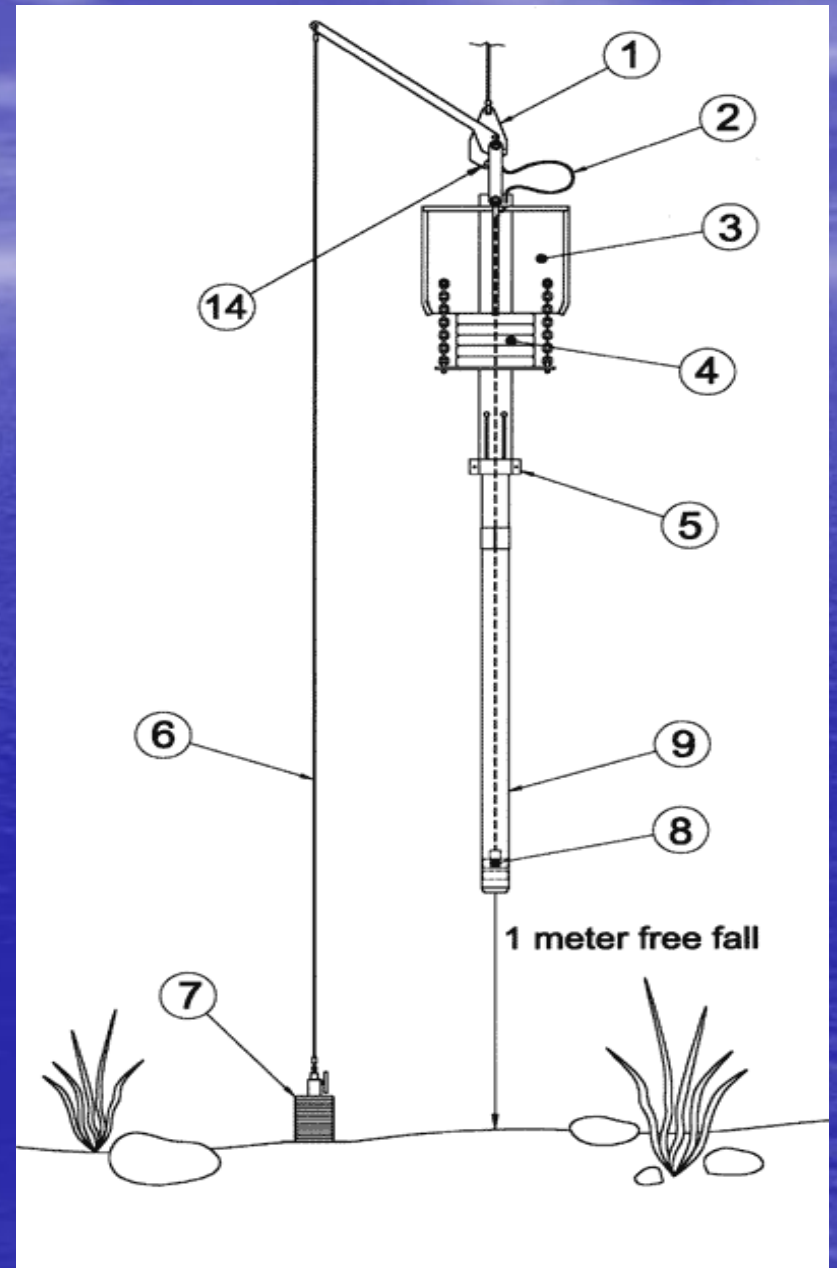


Uzorak $d = 40 \text{ mm}$

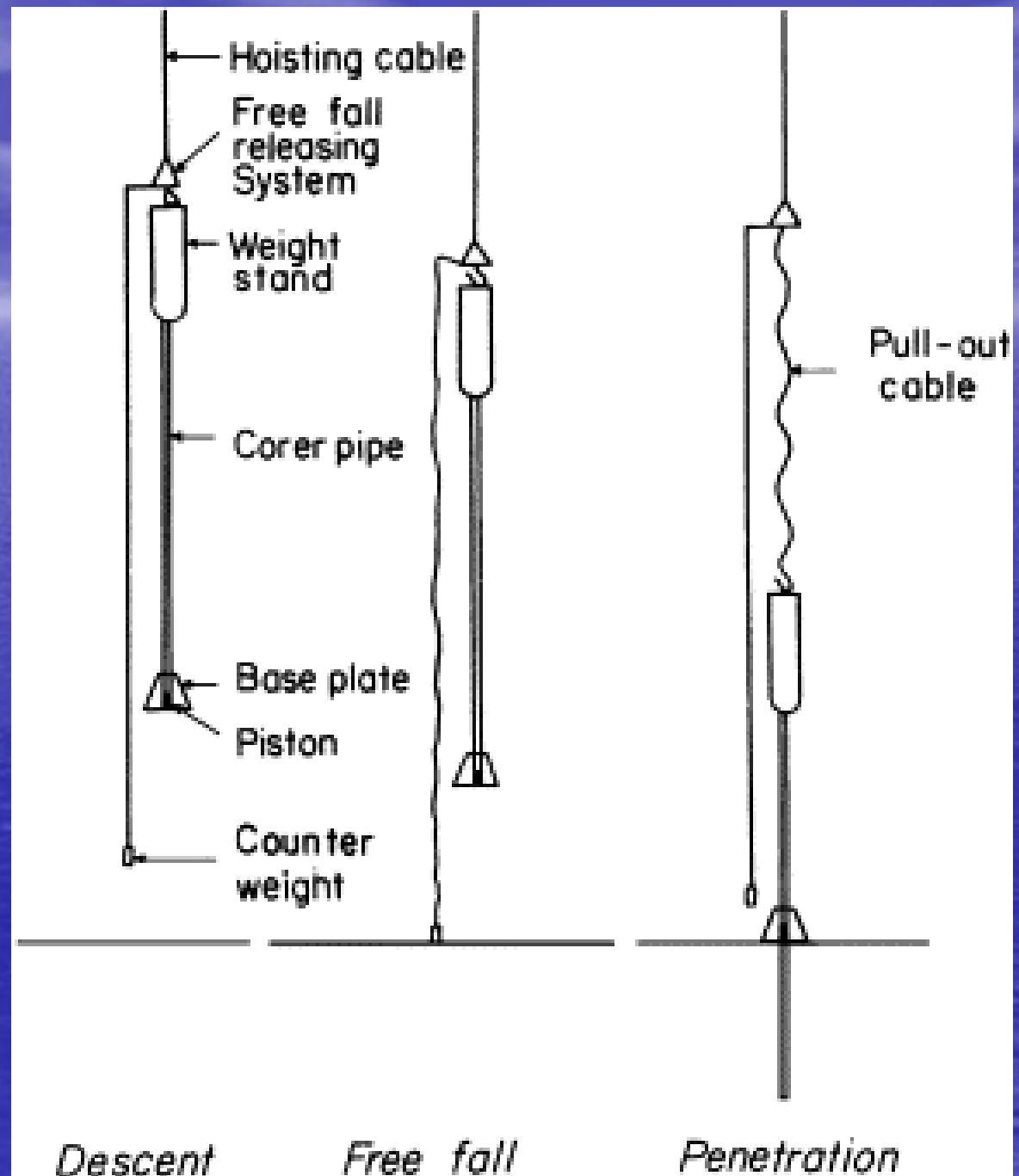
penetracija

0,5-1,0 m

Piston korer (klipni)



- Prinsip rada Kullenberg klipnog korera

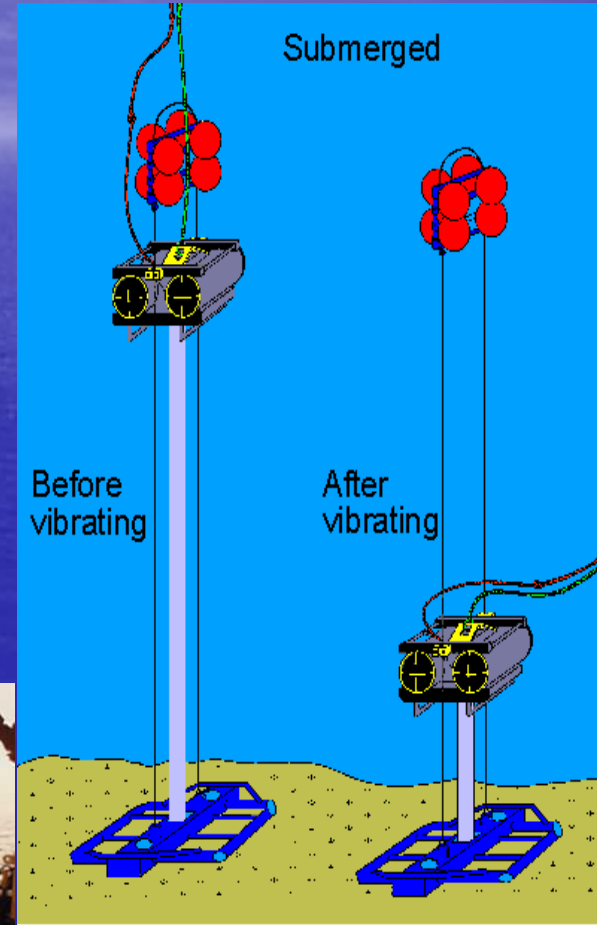


Klipna sonda (*Piston corer*)



penetracija 3, 6 i 9 m
jezgra promjera 40-70 mm

Vibracijska sonda (*Vibrocorer*)



uzorak $d = 50-70$
mm

penetracija

3-9 m

Bušenje (*Drilling*)

Bušilice

- koriste se na kopnu i moru
- buše meki sediment i tvrdu stijensku podlogu



Bušenje morskoga dna



Mjerenje Eh i pH

- Pribavljeni uzorci i poduzorci dalje se istražuju:
- Mineralogija, geokemija, granulometrija, mikropaleontologija, geotehnika...



Indirektne metode skupljanja podataka o morskome dnu

- **Geološki dubinomjer** (*Sub Bottom Profiler – SBP*)
Zvuk je prvi put upotrijebljen za istraživanje morskog dna 1929 (WOOD et al., 1935).
- Od tada mnogobrojne promjene i adaptacije upotrebljavane su za dobivanje podataka iz morskoga dna upotrebljavajući izvore zvuka niskih frekvencija, koje se danas upotrebljavaju u različitim marinskim seizmičkim tehnikama.
- Najčešće se koristi frekvencija od 3,5 kHz i to u uskom snopu zraka usmjerenih direktno prema dolje. Te zrake penetriraju i reflektiraju se od morskoga dna te različitih reflektora u morskome dnu. Dobivaju se odrazi slojeva, erozijskih površina.

Geološki dubinomjer (Sub Bottom Profiler)



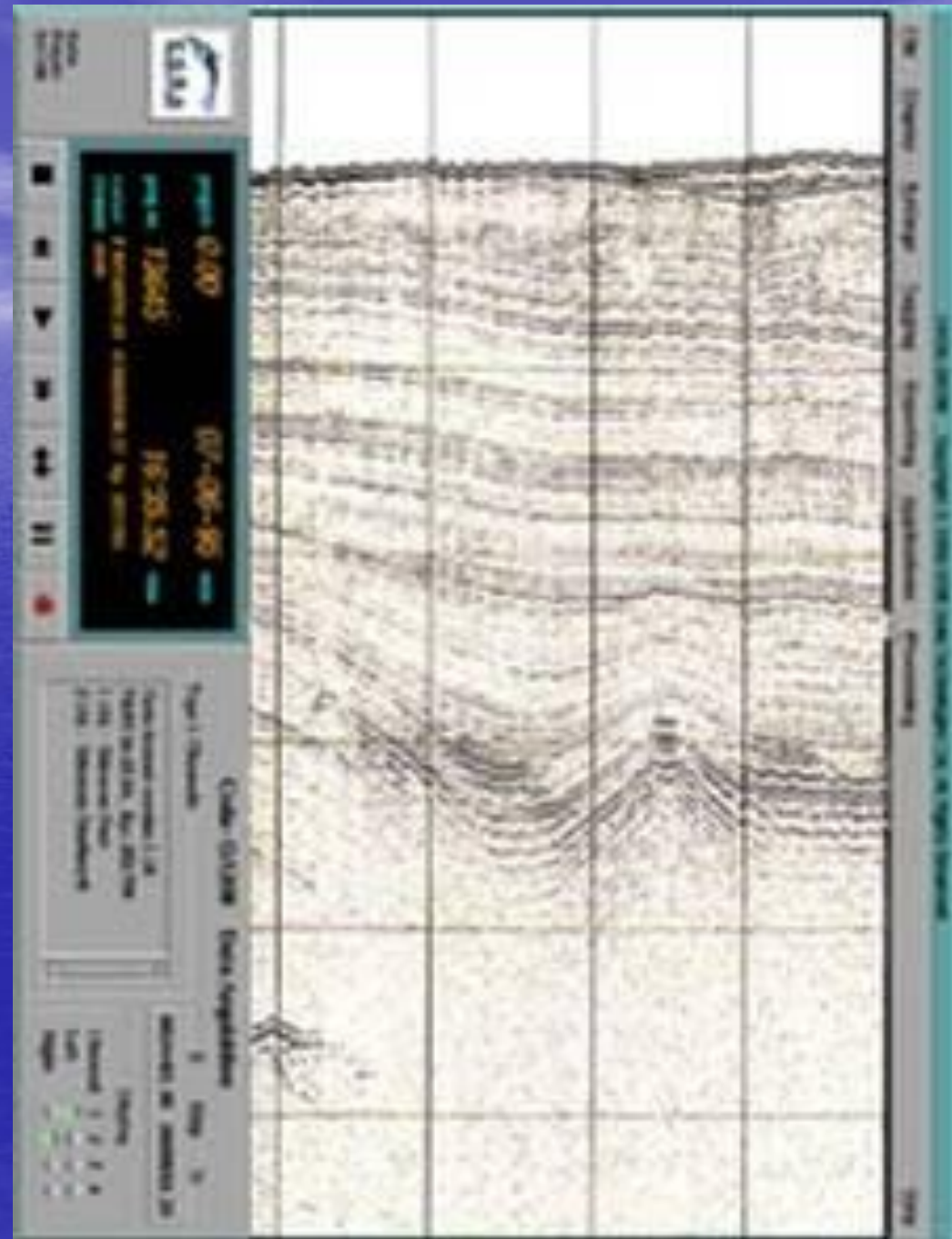
Analogni zapis

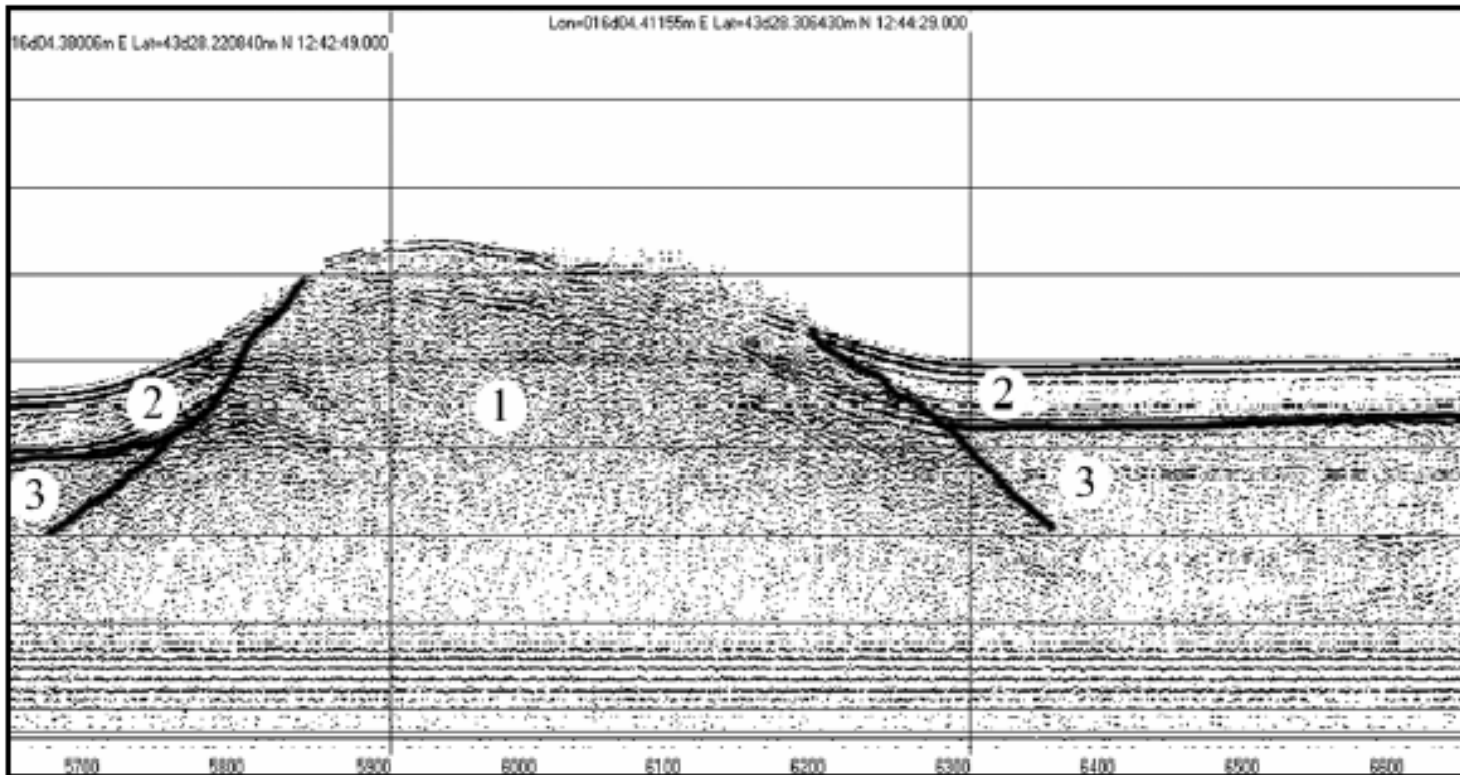
Digitalni zapis

- Morsko dno u presjeku

Struktura morskog dna do dubine od 90 m ispod morskog dna.

Za veće dubine upotrebljavaju se klasične geofizičke metode





Digitalni zapis geološkog dubinomjera

- 1- izdanak osnovne stijene
- 2- nevezani (rahli) sediment
- 3- kompaktirani (zbijeni) sedimenti

Panoramski dubinomjer (*side scan sonar, SSS*)

Metoda snimanja površine morskog dna pomoću ultrazvuka

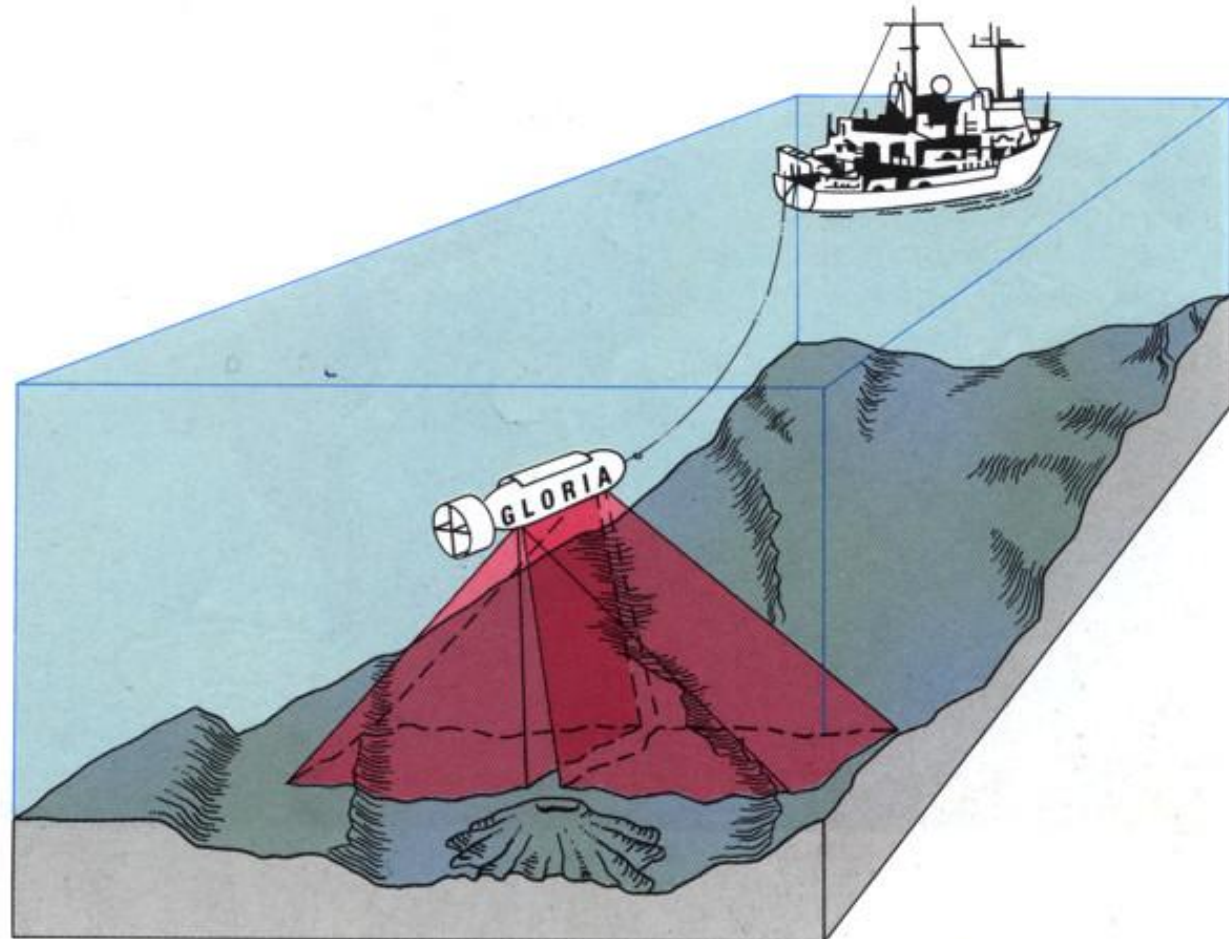


Figure 1.12 *GLORIA* is 8m in length and is towed 300m behind the mother ship at a speed of 10 knots and a depth of 50m, where it is neutrally buoyant—i.e. the overall density of the 'towfish' package is the same as that of the surrounding seawater. In water of 5000m depth, *GLORIA* can scan a swath of sea-floor about 60km wide and the time interval between sonar pulses (of 4s duration in the 6.2–6.8kHz range) is set at 40s to allow time for the most distant echoes to return. In water of shallower depths, the area covered and the time between pulses are reduced.

Panoramski dubinomjer (*Side Scan Sonar*)



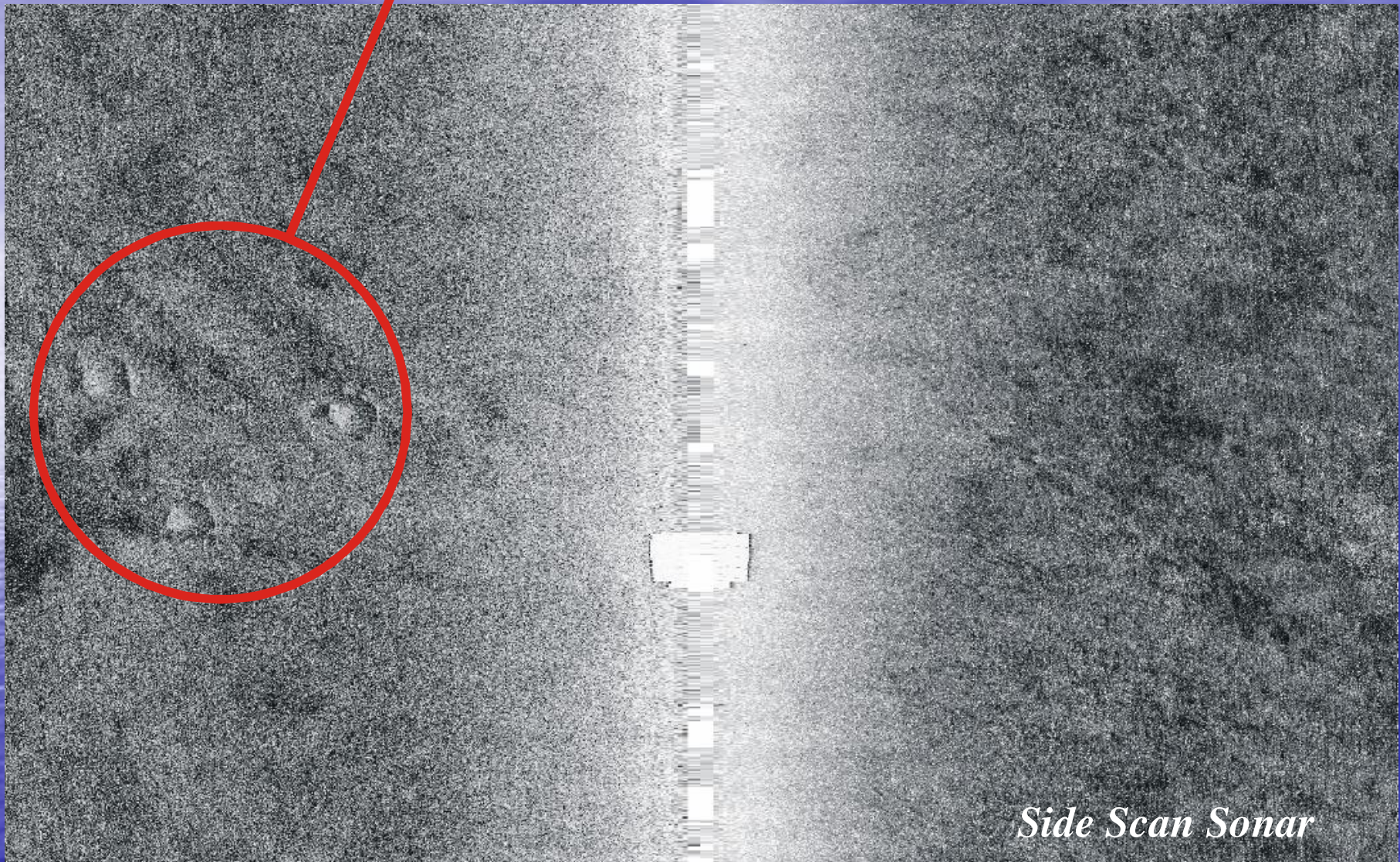


Na snimku se vidi morfologija, ali se i razlikuju kamenito, muljevito i pjeskovito dno.

Primjer potopljenog kanjona Krke (HHI, 1993)

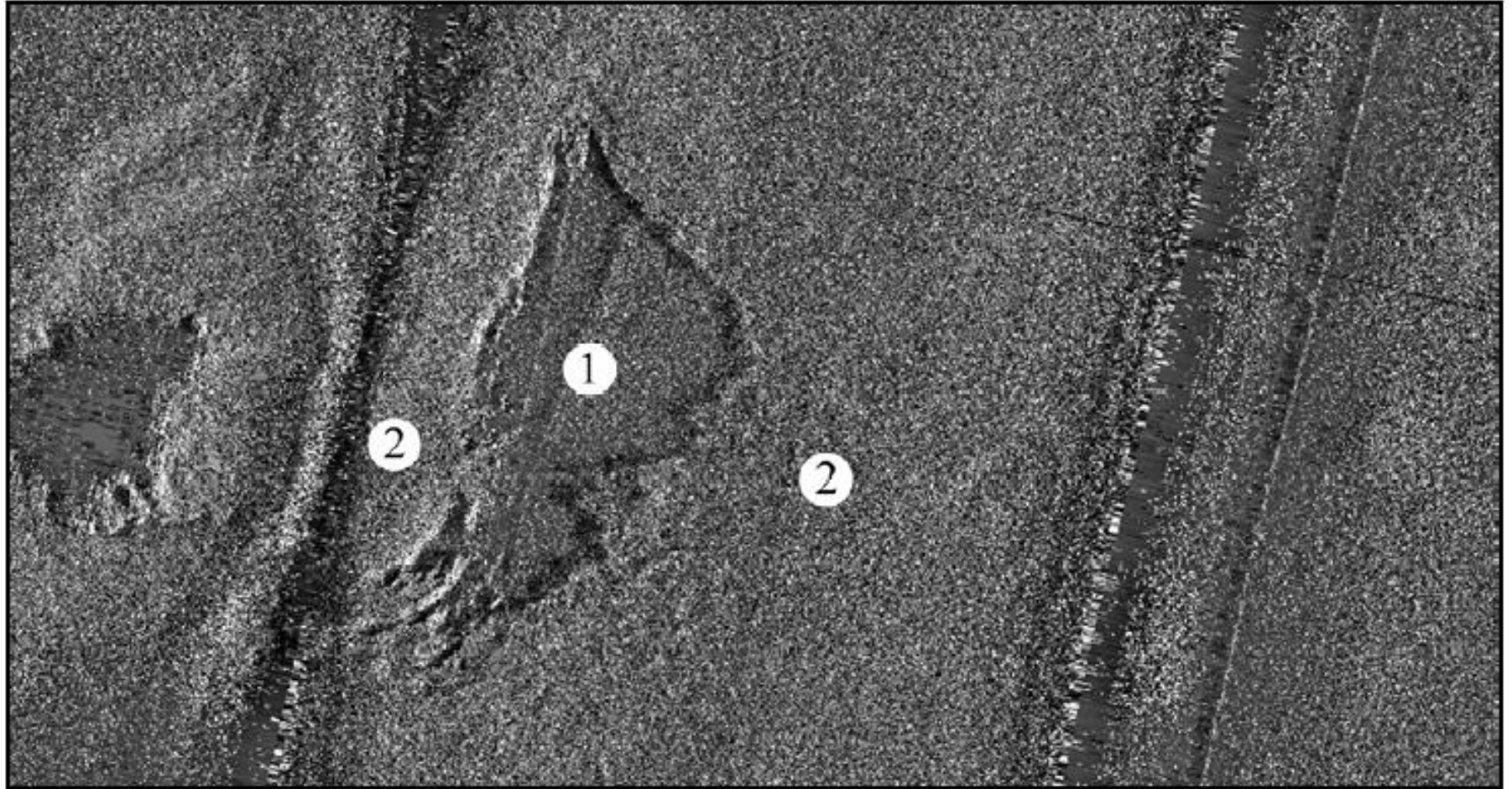
Danas su metode snimanja morskoga dna u eksplozivnom razvoju.

Rig Foot Prints (IDA-2 Well)



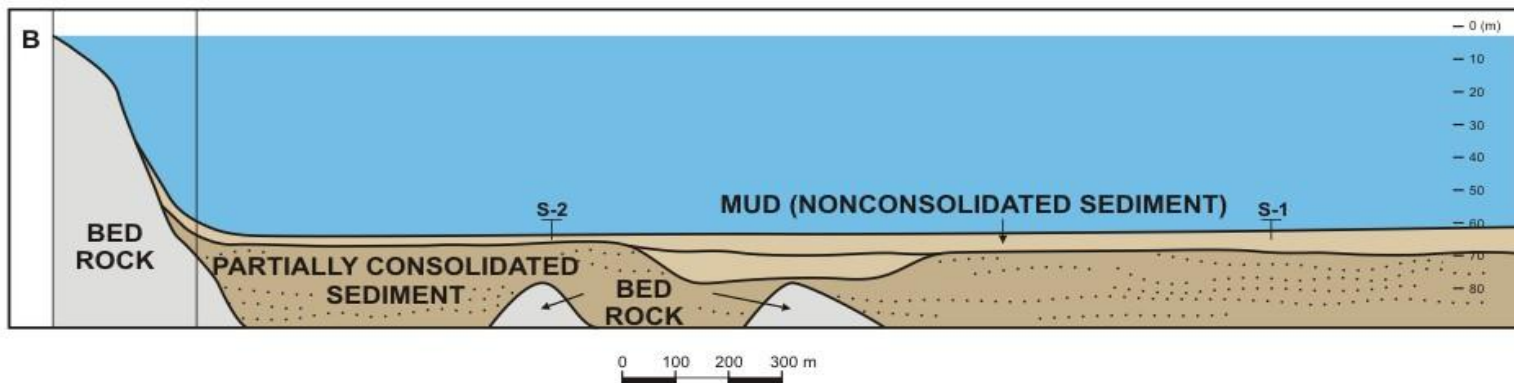
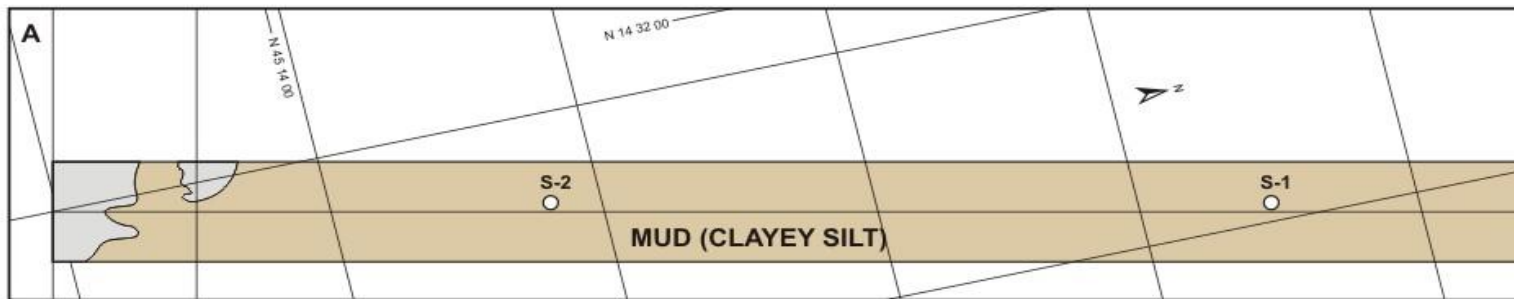
Side Scan Sonar

Zapis panoramskog dubinomjera na kojem su vidljivi otisci potpornih stupova nekadašnje platforme



Zapis dobiven panoramskim dubinomjerom (SSS)
(ista lokacija kao i kod zapisa dobivenog geološkim
dubinomjerom); 1- izdanak osnovne stijene; 2- rahli sedimenti

Primjer interpretiranog snimka panoramskog i geološkog dubinomjera (Omišalj, otok Krk)



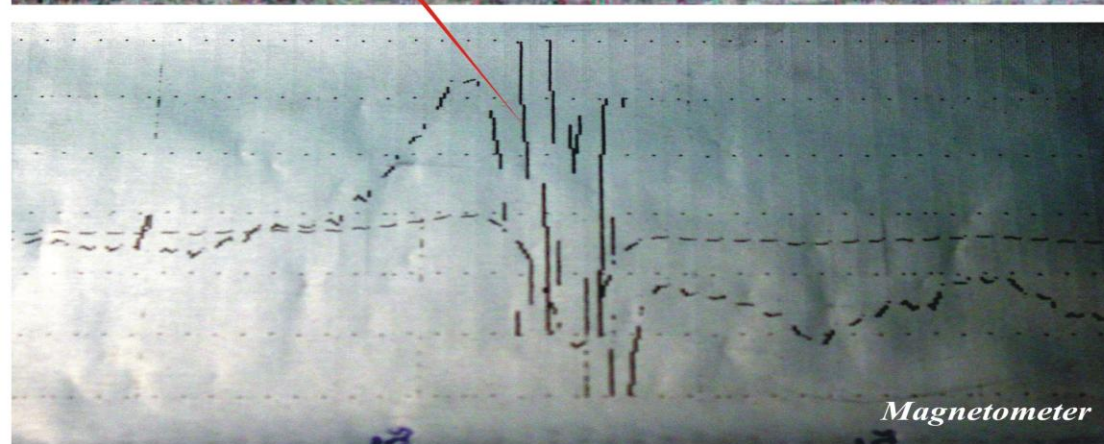
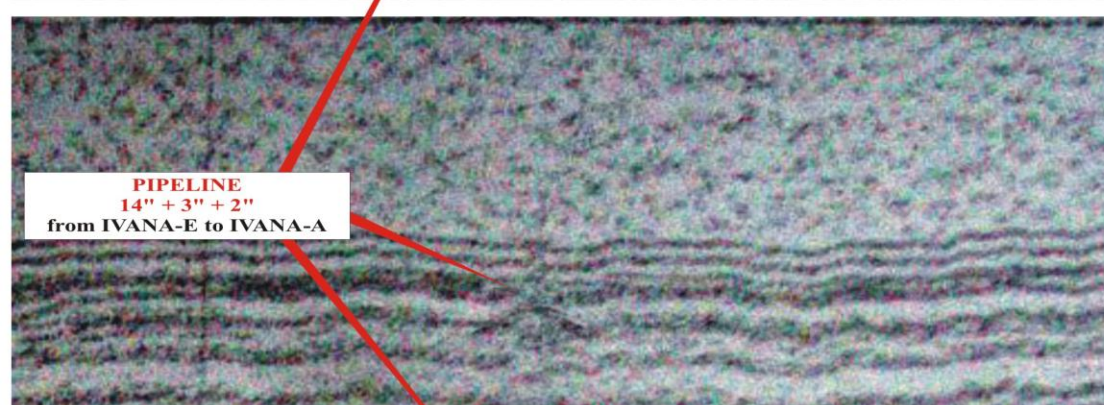
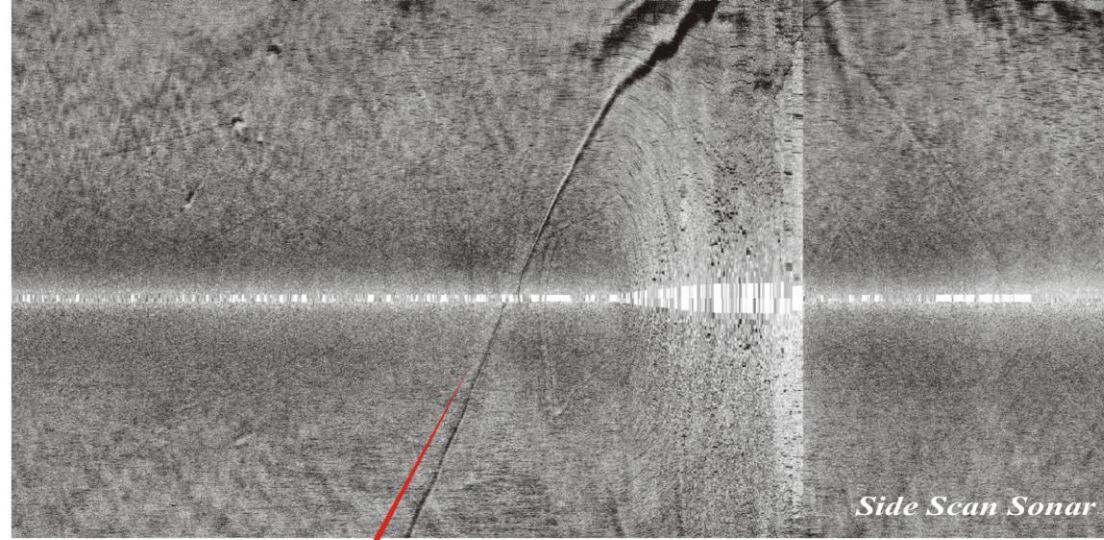
Magnetometar



Protonski magnetometar na i/b HIDRA

Usporedni zapisi
SSS-a, SBP-a i
Magnetometra,

Vidi se trag
cijevi između
dvije plinske
platforme



Geološko kartiranje podmorja

- Kombinacijom podataka dobivenih indirektnim metodama i rezultata analiza uzoraka sedimenta rade se geološke karte morskoga dna.
- Za karte s podacima iz dubljih dijelova (ispod morskoga dna), koriste se rezultati geofizičkih istraživanja kombinirani s interpretacijama dubokih bušotina.

Geološko kartiranje podmorja

- Osnovni cilj izrade **karte sedimenata** dna je prikazati sedimente (odnosno vrstu morskoga dna) nekog područja, te ukazati na sedimentološke procese koji su uzrokovali današnji raspored sedimenata.
- Podaci prikazani na karti mogu biti korisni za gospodarstvo (pijesak, šlunak,...), ribarstvo, za razumijevanje sudbine zagađivala koja ulaze u akvatorij kao i za geotehnička istraživanja u području obuhvaćenom kartom.

Geološko kartiranje podmorja

- Geološke karte **dubljeg podmorja** pomažu u nalaženju resursa, te inženjersko geološkim studijama vezanim uz temeljenja pomorskih objekata iznad i ispod površine mora: lukobrani, lučice, mostovi, platforme, cjevovodi (voda, nafta, plin) energetske kablovi, ispusti otpadnih voda, itd.

Zaključak

- Da bismo mogli štititi, upravljati i koristiti morske resurse moramo ih poznavati!
- U tome nam *geologija mora* i geološke karte podmorja značajno pomažu.
- (A otvara se i značajno polje rada za geologe!)
- Obnovljena predavanja na:
https://www.pmf.unizg.hr/geol/predmet/geomor_b
Potrebna aai@edu identifikacija

