

Najveće djelo ANDRIJE MOHOROVIČIĆA

Što se nalazi u unutrašnjosti Zemlje? Kako se kroz nju rasprostiru valovi potresa? O tome se tek nagađalo do pojave Andrija Mohorovičića koji je, analizirajući potres kod Pokupskoga, pronašao pravi odgovor. O tome piše dr. sc. Marijan Herak, profesor na Geofizičkom odsjeku Prirodoslovno-matematičkog fakulteta u Zagrebu.

prof. dr. sc. Marijan HERAK, Zagreb

Znanost o potresima – seizmologija – vrlo je mlada geofizička disciplina. Iako su ljudi oduvijek živjeli s potresima, pa ih je svatko na svoj način tumačio, znanstveno je izučavanje potresa moglo početi tek sredinom 19. stoljeća kada su konstruirani prvi seizmografi. Pri kraju 19. stoljeća instrumenti su se usavršili do te mjere da su seizmogrami vjerno prikazivali gibanje površine tla za vrijeme potresa. Time su pobudili zanimanje mnogih znanstvenika, jer se ukazala mogućnost da se pomoću zapisa potresa otkriju ne samo tajne procesa koji se događaju u trenutku njihova nastanka, nego i da se sazna o građi unutrašnjosti Zemlje. Među velikanima seizmologije s početka 20. stoljeća poput J. Milnea, F. Omorija, E. Wiecherta, B. Gutenberga, lorda Rayleigha, A. E. H. Lovea i drugih, ističe se i ime našeg Andrije Mohorovičića kojega sve relevantne znanstvene monografije navode kao jednog od otaca moderne seizmologije.

O Mohorovičićevu životu te o njegovu radu u meteorologiji pisali su povodom 150. obljetnice njegova rođenja u posljednja dva broja *Prirode* prof. dr. sc. Davorka Herak i prof. dr. sc. Mirko Orlić. Ovaj mali serijal u čast najvećega hrvatskog znanstvenika završit ćemo prikazom Mohorovičićeva rada u seizmologiji jer baš je tim radom stekao svjetsku slavu. Pri tome će nam pomoći i navodi iz njegovih radova koji će pokazati koliko su njegove zamisli od prije stotinu godina još i danas svježije i aktualne.

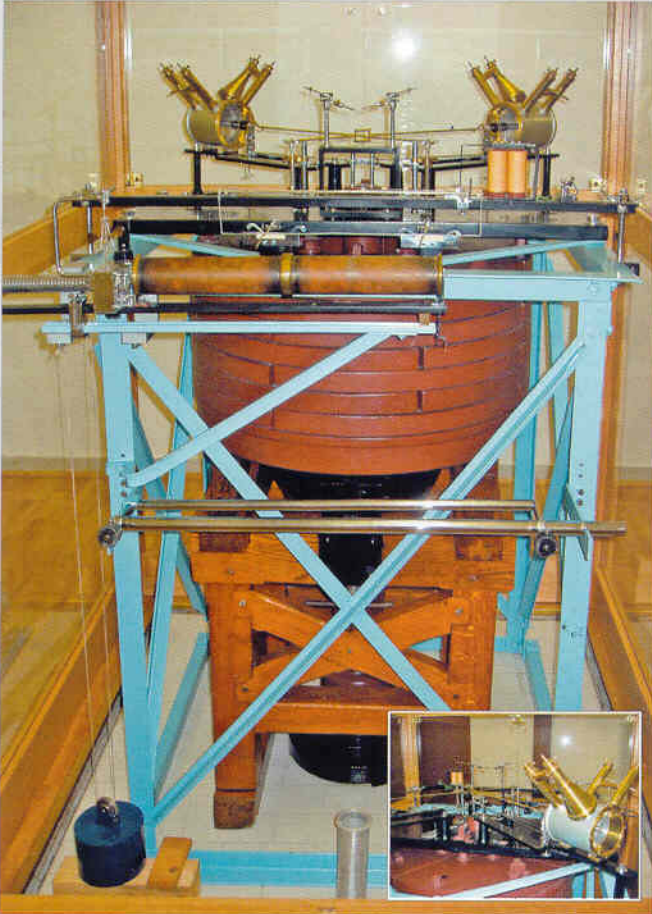
Zagreb dobiva seizmološku postaju

U bogatoj pisanoj ostavštini koju čuvamo u arhivu Geofizičkoga odsjeka PMF-a ne postoji naznaka o tome što je Mohorovičića potaknulo na to da uspješnu karijeru meteorologa zamijeni

seizmološkom. O tome možemo samo nagađati na osnovi analize njegova dotadašnjeg angažmana te okolnosti u kojima je živio i radio. Valja se sjetiti da je 1880. godine Zagreb pogodio katastrofalni potres te su dvadesetak godina kasnije sjećanja na njega bila još vrlo živa. Nakon potresa Akademija je osnovala Potresni odbor na čelu s J. Torbarom, u čiji se rad Mohorovičić neformalno uključio oko 1893., nakon preseljenja u Zagreb. To iskustvo, činjenica da su se u zagrebačkoj okolini u to vrijeme relativno često događali jaki potresi (mnogo češće nego danas!), izazov rada u novom znanstvenom području punom nepoznanica te uviđanje znatnih ograničenja koja su onemogućavala meteorološka istraživanja u skladu s njegovim zamislima, sigurno su pridonijela da Mohorovičić donese takvu odluku.

Kao i u svakom poslu kojega se prihvaćao, i ovdje je Andrija Mohorovičić počeo raditi vrlo ozbiljno i promišljeno. Brzo je shvatio da seizmologije nema bez kvalitetnih seizmografa, kao i da su primitivni instrumenti kojima je raspolagao (1901. je njegovim je zalaganjem nabavljen električni seizmoskop) posve nedostadni za ozbiljan rad. Zato je 1905. dogovorio da mu dr. M. Konkoly iz Budimpešte posudi seizmograf Vicentinijeve konstrukcije koji je instalirao u podrumu Opservatorija na Griču. Taj je instrument radom počeo 4. travnja 1906. čime je osnovana zagrebačka seizmološka postaja koja i danas radi.

Nakon prvih analiza zabilježenih seizmograma, Mohorovičić uviđa da taj, tada već zastario seizmograf, ne može zadovoljiti potrebe ozbiljnoga znanstvenog rada. Zato je žurno, već tijekom 1908. i 1909., nabavio i postavio najbolje tada dostupne instrumente, Wiechertove horizontalne mehaničke seizmografe s masama njihala od 80 i 1000 kg. Godine 1913. zadovoljno piše: »... Tim smo dostigli sve bolje opservatorije srednje Euro-



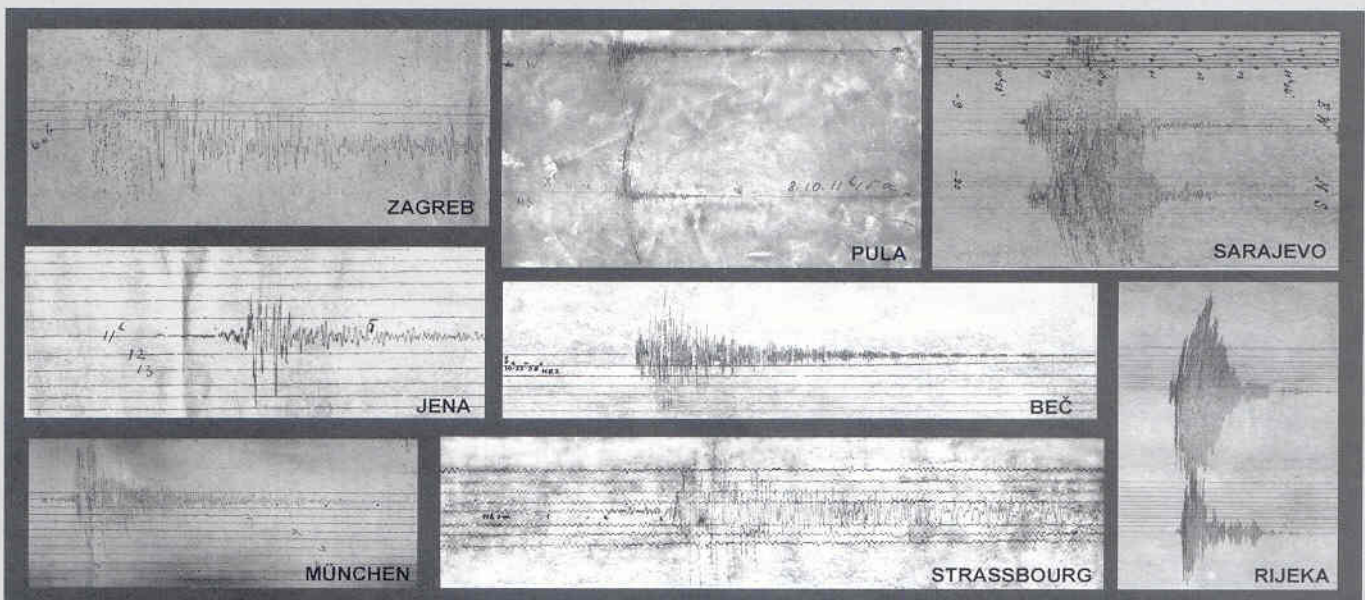
Slika 1. Horizontalni mehanički seizmograf Wiechert, mase njihala 1000 kg i povećanja 200 puta. Nabavljen 1909. godine, izložen je u Memorijalnim prostorijama Andrije Mohorovičića na Geofizičkom odsjeku PMF-a u Zagrebu.

pe, a bilo bi se i više učinilo, da je bilo mjesta, kamo bi se smjestili daljnji instrumenti. Nadamo se, da ćemo dobiti posve moderno uređene prostorije i tako opet za korak dalje poći...«¹. Nada mu su nije ispunila za života – prostorije o kojima je sanjao izgrađene su tek poslije 80 godina. Instrumenti koje je nabavio ostali su glavnim (a dugo i jedinim) seizmografima u Hrvatskoj, sve do 1983. Tada su preseljeni s Griča u novu zgradu Geofizičkog odsjeka PMF-a, gdje su i danas – u posve ispravnom stanju – izloženi u Mohorovičićevim memorijalnim prostorijama (sl. 1.).

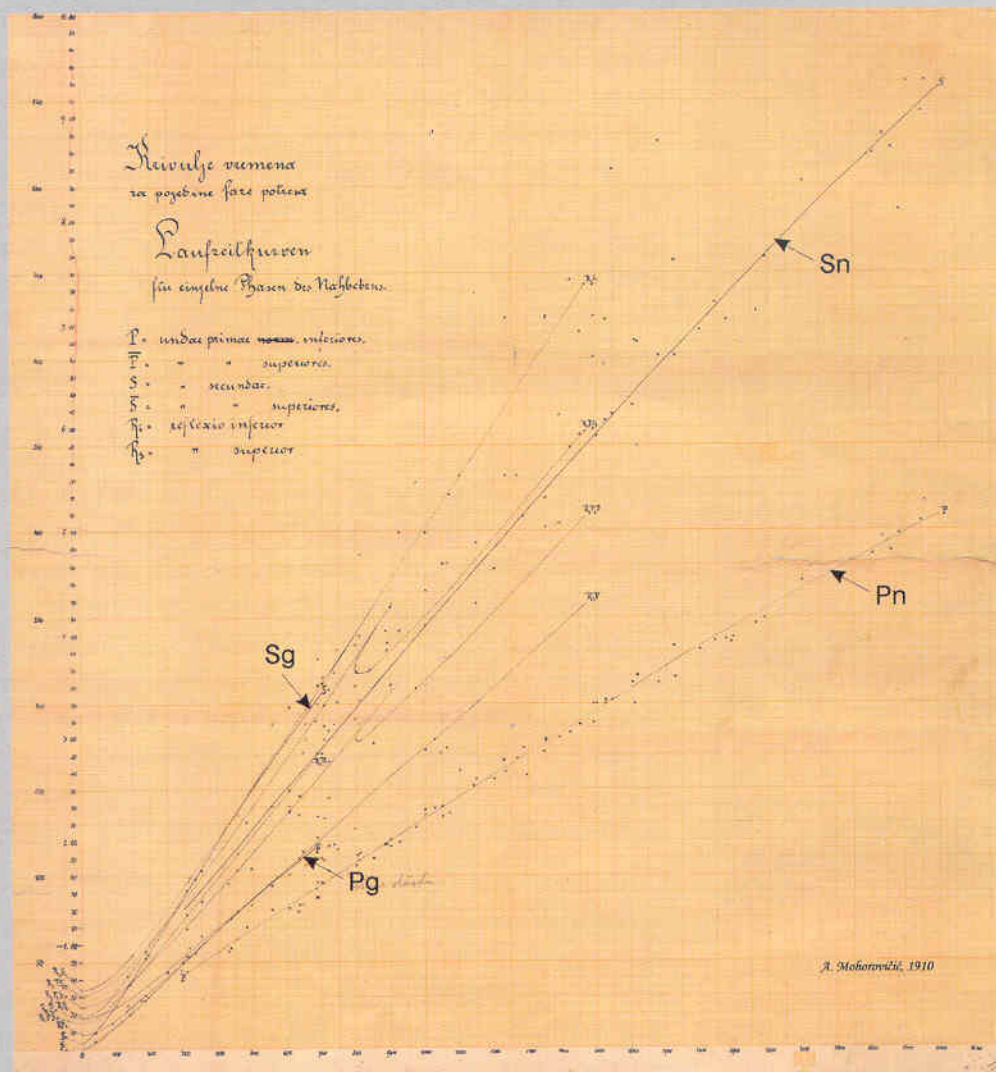
Potres kod Pokupskoga otkriva strukturu Zemlje

Tek što je instalirao nove seizmografe, u listopadu 1909. dogodio se potres kod Pokupskoga čije će ga proučavanje dovesti do najvećeg otkrića u njegovom životu. Nakon potresa Mohorovičić je najprije proveo detaljnu analizu učinaka potresa na osnovi koje je razmjerno pouzdano uspio locirati epicentar potresa. Tada je od mnogih seizmoloških opservatorija diljem Europe zatražio da mu pošalju kopije seizmograma toga potresa te je vrlo pažljivo s njih očitao nastupna vremena pojedinih potresnih valova (sl. 2.). Tim podacima dodao je i podatke nekih drugih, jakih potresa, s kojima je raspolagao.

U skladu s tada dominantnim shvaćanjem da se svojstva unutar Zemlje kontinuirano mijenjaju s dubinom ili su čak konstantna, Mohorovičić je očekivao da će dobiti dvije hodokrone – krivulje koje pokazuju koliko vremena treba potresnom valu da iz žarišta dođe na određenu epicentralnu udaljenost. Jedna od njih odnosi se na longitudinalne valove (kod kojih čestice sredstva titraju u



Slika 2. Neki od seizmograma pokupskoga potresa od 8. listopada 1909. čije su kopije Mohorovičiću poslali iz europskih opservatorija



Slika 3. Mohorovičićeve hodokrone iz 1910. godine. Opaženi podaci o nastupnim vremenima pojedinih valova potresa označeni su točkama, dok pune linije predstavljaju teorijske hodokrone za model Zemlje kao na slici 4. Osim krivulje za dvije glavne faze P i S-valova (Pg, Pn, Sg, Sn), prikazane su i hodokrone reflektiranih i konvertiranih valova. Na apscisi je udaljenost postaje od epicentra, a na ordinati vrijeme putovanja vala od žarišta do postaje. Primijetimo da hodokrone za Pg i Sg prestaju na oko 700 km, dok one za Pn i Sn počinju na oko 300 km (vidi i sliku 4.).

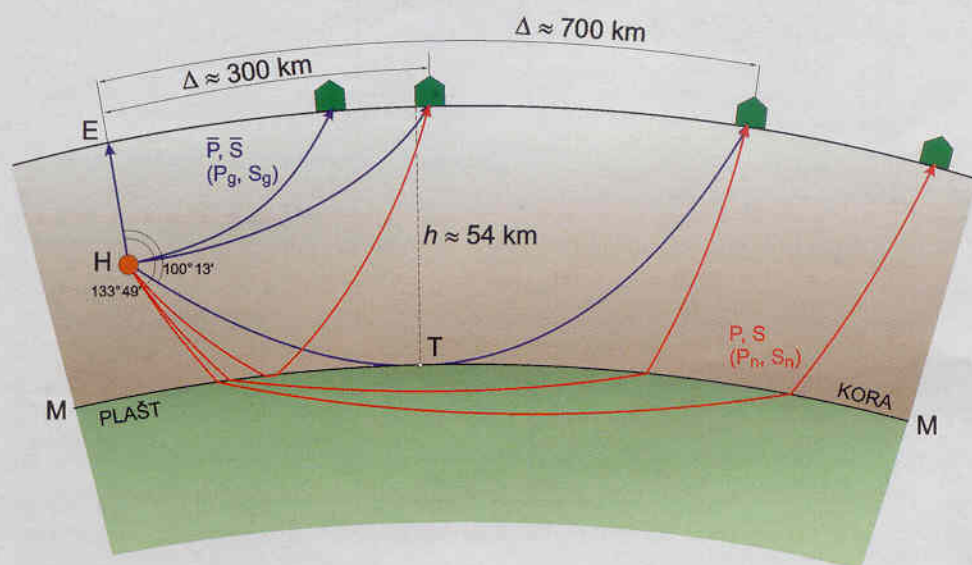
smjeru rasprostiranja vala, poput valova zvuka), dok druga odgovara sporijem, transversalnom valu (kod kojega čestice titraju okomito na smjer rasprostiranja). Kako na seizmološku postaju prvi stiže brži, longitudinalni val, a tek nakon njega dolazi transversalni, u seizmologiji te se dvije vrste valova označavaju i slovima P (*undae primae*) i S (*undae secundae*).

Umjesto jednostavne slike dobio je posve neočekivan rezultat, koji vidimo na slici 3. Na njoj su točkama označena nastupna vremena svih valova koje je mogao očitati sa seizmograma. Odmah je bilo jasno da opažanja nisu u skladu s teorijskim predviđanjem: »... Kako sam se... osvjedočio, da postoje dvije vrste prethodnih valova, koje obje vrste dolaze do svih mjesta od 300 do 700 km udaljenosti, a da od epicentra do od prilike 300 km udaljenosti dolazi samo prva vrsta valova, dok od 700 km udaljenosti samo druga vrsta, tražio sam, da tu do sada nepoznatu činjenicu protumačim...«²⁻⁴. Budući da je posve nemoguće da se iz potresnog izvora rasprostire više od dvije spomenute vrste valova, nametalo se jedino moguće objašnjenje – unutrašnja građa Zemlje

mora biti složenija nego se mislilo. Valjalo je, dakle, naći takav model Zemlje koji bi zadovoljavajuće opisao opažanja.

Najjednostavniji model kojim je to bilo moguće objasniti prikazan je slikom 4. Vidi se da je Mohorovičić pretpostavio da se na nekoj dubini nalazi ploha na kojoj se svojstva stijena vrlo brzo, skokovito, mijenjaju, pa se potresni valovi na njoj, baš poput svjetlosti na mirnoj površini vode, lome i odbijaju. Nakon brojnih pokušaja, našao je da se teorijske hodokrone najbolje slažu s opažanjima ako se pretpostavi da se takva ploha diskontinuiteta nalazi na dubini od pedesetak kilometara: »...U toj dubini mora da se naglo mijenja materijal od kojega se sastoji unutrašnjost Zemlje, jer tu se mora dogoditi nagli skok brzine valova potresa...«²⁻⁴. U tome je imao potpuno pravo jer se pokazalo da je otkrio granicu između Zemljine kore i plašta.

One faze P i S-valova koje na postaju dolaze izravno nazvao je individualnim fazama (danas se nazivaju Pg i Sg), dok je one koje se lome na diskontinuitetu nazvao normalnima (Pn,



Slika 4. Model Zemljine kore i gornjeg plašta kojim je Mohorovičić objasnio opažena vremena nastupa valova potresa na pojedinim seizmološkim postajama. Zrake valova koji se rasprostiru iz hipocentra (H) zakrivljene su prema gore kao posljedica pretpostavke o kontinuiranom porastu brzine s dubinom unutar kore. Plave zrake (individualne faze – P_g i S_g) dopiru do svih postaja bližih od oko 700 km. Crvene zrake (normalne faze – P_n i S_n) na površinu stižu tek nakon loma na diskontinuitetu (M) te putovanja kroz gornji plašt, gdje im je brzina veća nego u kori, pa na neke postaje mogu stići i prije individualnih faza. Prva takva zraka izlazi na površinu na udaljenosti od oko 300 km.

S_n). Uz to što je odredio dubinu granične plohe, izračunao je i brzine rasprostiranja potresnih valova, kao i eksponencijalni zakon po kojem te brzine ovise o dubini. Njemu u čast taj je zakon nazvan Mohorovičićevim zakonom, a diskontinuitet Mohorovičićevim diskontinuitetom (sl. 5. i 6.).

O tome je otkriću izvjestio u *Godišnjem izvješću Zagrebačkog meteorološkog opservatorija*,²⁻⁴ publikaciji koja je, na sreću, izdavana dvojezično – na hrvatskom i njemačkom – pa su o Mohorovičićevu otkriću brzo saznali seizmolozi u svijetu. Ovo, bez dvojbe najveće znanstveno otkriće ikada postignuto u Hrvatskoj, ujedno je i najvažniji doprinos svjetskoj znanosti objavljen u domaćoj publikaciji.

Jedan članak, mnogo spoznaja

Pogledamo li Mohorovičićevu bibliografiju⁵, uočiti ćemo da je o otkriću izvjestio u svojem prvom izvornom znanstvenom članku koji se odnosi na seizmološku problematiku, što je uistinu rijedak slučaj u povijesti znanosti. Taj se rad, posebno u odnosu na današnje standarde, izdvaja još po mnogo čemu. Vrlo je dugačak (56 stranica), a pisan je u narativnoj formi pa nam u njemu Mohorovičić otkriva svoja razmišljanja i dvojbe. Za razliku od današnje prakse, ovdje se Mohorovičić ne bavi samo jednim, čvrsto unaprijed definiranim problemom, nego se dotiče većine otvorenih pitanja seizmologije na početku 20. stoljeća. Tako ćemo tamo pronaći mnogo toga što se na prvi pogled čini da nema veze s Mohorovičićevim diskontinuitetom (vidi tekst u okviru!).

Dovoljno i za cijelu znanstvenu karijeru, a ne samo za jedan rad! Ovo tim više ako uzmemo u obzir da je sve napravio sam,

ŠTO MOŽEMO PRONAĆI U PRVOM MOHORVIČIĆEVU ZNANSTVENOM ČLANKU IZ SEIZMOLOGIJE?

1. vrlo detaljnu analizu izvora pogrešaka očitavanja nastupnih vremena potresnih faza;
2. diskusiju oblika seizmograma potresa iz različitih udaljenosti;
3. prikaz generiranja i rasprostiranja valova kroz postojeće modele Zemlje;
4. makroseizmičku analizu pokupskog potresa od 8. listopada 1909;
5. detaljni prikaz i analizu podataka očitanih s prikupljenih seizmograma;
6. kompletni izvod jednadžbi koje opisuju staze valova u novopredloženom modelu Zemljine unutrašnjosti;
7. prve empirijske i teorijske hodokrone za lokalne i blize potrese;
8. dokaze ispravnosti nove teorije i nužnosti postojanja diskontinuiteta (npr. reflektirane faze);
9. invertirane konstante kojima se opisuje model Zemlje (brzine valova, dubina diskontinuiteta...);
10. novi zakon porasta brzine s dubinom (Mohorovičićev zakon);
11. nove postupke određivanja dubine žarišta;
12. upute o tome kako izračunati epicentralnu udaljenost potresa;
13. predviđanje oblika seizmograma tada nepoznatih dubokih potresa;
14. promišljanje o stvarnoj prirodi maksimalne faze na seizmogramima.

$$t = \frac{S}{(K+1)c_0 \sigma^K} \left[\sqrt{1 - r^{2(K+1)} \sin^2 \epsilon_0} - r^{K+1} \cos \epsilon_0 \right]$$

$$f = \frac{c_0}{K+1} - \frac{1}{K+1} \arccos \left[\left(\frac{S_0}{S} \right)^{K+1} \sin \epsilon_0 \right]$$

Slika 5. Sustav jednačbi hodokrone u parametarskom obliku koji je Mohorovičić izveo u svojem epochalnom radu (rukopis se čuva u arhivu Geofizičkog odsjeka PMF-a).

u manje od godinu dana nakon potresa (!), usput obavljajući i zahtjevni stručni posao u meteorologiji. Takva efikasnost je danas nezamisliva, makar imamo snažna računala, elektroničku poštu i internet, fotokopirne strojeve, skenere, digitalne seizmografe...

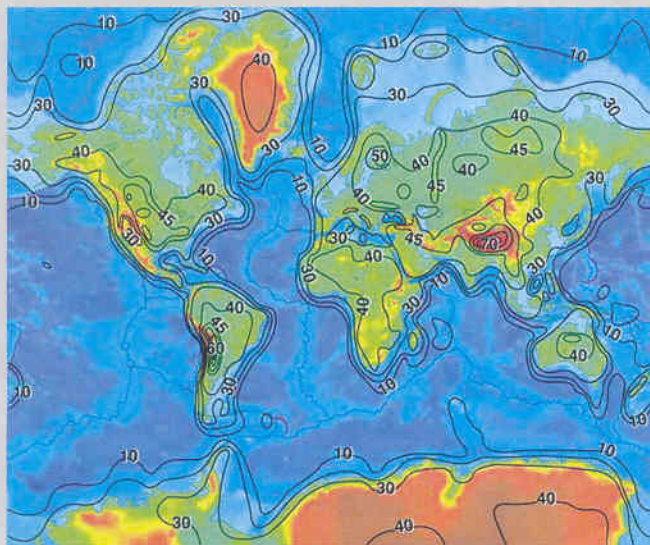
Dokaz postojanja diskontinuiteta u gornjem dijelu Zemljine unutrašnjosti prvi je takav inverzni problem riješen u geofizici. Inverzni su problemi oni u kojima se na osnovi poznatih ili izmjerenih posljedica zaključuje o njihovim uzrocima. Tako će, primjerice, liječnik na osnovi rendgenskog snimka ili pak računalne tomografije (CT) zaključiti o zdravlju ozračenoga tkiva. U ovome je slučaju Mohorovičić na temelju podataka o vremenima dolazaka pojedinih valova potresa na seizmološke postaje, zaključio o svojstvima sredstva kroz koje su se ti valovi rasprostirali. Time je utro put važnoj primjeni seizmologije, u skladu s onime što je zapisao 1913. godine: »...Zadatak je seizmologije, da prouči unutrašnjost zemlje i da nastavi ondje,

gdje geolog prestaje, a ima u modernim seizmografima neku vrst dalekozora, kojim može posmatrati najveće dubine...«¹. I doista, današnja geologija u mnogome se oslanja na rezultate seizmoloških studija te se može ustvrditi da gotovo sve što znamo o građi i fizikalnim svojstvima unutrašnjosti Zemlje dublje od nekoliko stotina metara zahvaljujemo interpretaciji seizmoloških podataka. Koliko je danas značenje njegova otkrića i primijenjenog postupka, postat će svakome jasno ako kažemo da se ležišta nafte i plina traže seizmičkim postupcima primijenjene geofizike, koristeći upravo teoriju i one faze elastičkih valova koje je prvi opisao baš Mohorovičić svojim epochalnim radom.

Mohorovičić i naše doba

Osim rada na daljnjem poboljšanju hodokrona⁷⁻¹⁰, u svojem kasnijem radu u seizmologiji Mohorovičić posvetio i drugim aspektima izučavanja potresa i njihovih posljedica. Još otprije na srcu mu leži briga o tome kako zgrade učiniti čim sigurnijima od potresa¹¹ (vidi o tome njegovu riječ objavljenu u *Prirodi* 12/07), dapače smatra to jednim od glavnih zadataka seizmologije: »... Jedan je dakle od najvažnijih zadataka seizmologije, da prije svega teoretski prouči, kako djeluje gibanje zemlje na zgrade, te da na osnovu rezultata toga proučavanja i na osnovu iskustva kod raznih katastrofalnih potresa pokaže putove i načine, kako se imaju graditi zgrade po mogućnosti otporne protiv potresa...«¹.

Valja istaknuti i elegantan postupak lociranja epicentra potresa pomoću tzv. Mohorovičićevih epicentrala¹². Bivio se i seizmometrijom, pa je čak i predložio konstrukciju novog tipa seizmografa^{13,14} koji, nažalost, zbog nedostatka novca nikada nije napravljen. U svome zapaženom članku¹⁵ u danas najuglednijem seizmološkom časopisu, 1924. godine, Mohorovičić predlaže jednostavnu metodu za jednoznačno određivanje konstanti mehaničkih seizmografa (napose trenja) te razmatra probleme kod postojećih instrumenata. Tu se i kritički osvrće na stanje u seizmološkim opservatorijima širom svijeta (posebno u SAD!) te ukazuje na iznimnu važnost održavanja točnog apsolutnog vremena na postajama. Zahvaljujući takvim nje-



Slika 6. Mohorovičićev je diskontinuitet najveća prirodna tvorba na Zemlji, postoji na cijelome planetu, a prosječna mu je dubina 33 km. Ispod visokih planina poput Himalaja doseže i više od 70 km dubine, dok je ispod oceana plitko, na svega 4 – 5 km. Granična ploha koja odjeljuje koru od plašta na Mjesecu i Marsu odnedavno je također poznata pod istim imenom. Slika preuzeta od USGS (ref. 6).



Slika 7. Mohorovičićev portret koji je 1926. snimio njegov sin Stjepan. Stjepan Mohorovičić bio je poznati fizičar koji je predvidio postojanje pozitronija (*Priroda* 7–8/07) te sugerirao da Mohorovičićev diskontinuitet postoji i na Mjesecu. Znamo i da je s ocem radio na određivanju hodokrona (ref. 10).

govim naporima, zagrebačka je seizmološka postaja bila jedna od najboljih u Europi, a u Hrvatskoj je uspostavljena služba točnoga vremena. U tome se članku zalaže i za standardizaciju seizmoloških opservatorija pa procjenjuje da bi na svijetu trebalo biti najmanje 50 stanica prvoga te njih više od 200 drugoga reda. O tome piše još 1917. godine: »...Iskustvo nas uči, da je za proučavanje potresa potrebna velika množina seizmičkih postaja, po mogućnosti jednolično raspoređena po svim kontinentima i otocima. Što se veći broj postaja uredi, to će se prije riješiti svi oni problemi geofizike, koji su u vezi s izučavanjem potresa. Trebat će da te postaje budu snabdjevene takovim in-

strumentima, kojih će podaci biti potpuno pouzdani tako, da će se istraživalac moći mirno na njih osloniti...«¹³.

Prvi korak prema tome cilju napravljen je tek poslije pola stoljeća, kada je uspostavljena globalna mreža standardiziranih seizmografa (WWSSN) koja se 1967. godine sastojala od 120 postaja. Danas u svijetu radi oko 15 000 seizmoloških postaja, od kojih je većina opremljena digitalnim širokopojsnim instrumentima koji u realnom vremenu svoje podatke šalju u centralne opservatorije ili svjetske centre. U Hrvatskoj se broj postaja svake godine povećava (sada ih ima 15), a održava ih Geofizički zavod Andrije Mohorovičića

te Seizmološka služba RH na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu u Zagrebu. Tu se njeguje tradicija sveučilišnoga seizmološkog obrazovanja kao i cijenjene zagrebačke seizmološke škole koju je Mohorovičić utemeljio prije više od stotinu godina.

Mohorovičićev rad u seizmologiji priskrbio mu je već za života svjetsku slavu te je danas njegovo ime poznato svakome geofizičaru i geologu na svijetu. To je uspjeh kojim se mogu podičiti tek iznimno rijetki pojedinci. Njegova samozatajnost, upornost, marljivost, vještina u povezivanju opažanja i teorije, iznimne organizacijske sposobnosti te zalaganje za napredak geofizike kako bi bila na korist svome narodu ostaje kao uzor današnjim i budućim generacijama – danas bismo rekli da u Mohorovičiću (sl. 7.) imamo pravi hrvatski znanstveni *brand* kojim se valja s pravom ponositi.

Literatura (referencije)

- Mohorovičić, A. (1913): Razvoj sizmologije posljednjih pedeset godina, preštampano iz 27. sveska *Ljetopisa JAZU*. Tisak Dioničke tiskare u Zagrebu. pp. 31.
- Mohorovičić, A. (1910a): Potres od 8. X 1909., *Godišnje izvješće Zagrebačkog meteorološkog opservatorija za godinu 1909.*, 9/4, 1–56.
- Mohorovičić, A. (1910b): Das Beben vom 8. X. 1909., *Jahrbuch des meteorologischen Observatoriums in Zagreb (Agram) für das Jahr 1909.*, 9/4, 63 pp.
- Mohorovičić, A. (1910c): Earthquake of 8 October 1909 (translation), *Geofizika*, 9, 1992., 3–55.
- Orlić, M. (1998): Znanstveni radovi Andrije Mohorovičića i kasnijih hrvatskih geofizičara. *Znanstveni skup »Andrija Mohorovičić – 140. obljetnica rođenja«*, Zagreb, 11.
- United States Geological Survey (2008): <http://earthquake.usgs.gov/research/structure/crust/index.php>.
- Mohorovičić, A. (1914a): Hodograf prvih longitudinalnih valova potresa (emersio undarum primarum), *Rad JAZU*, 204, 1–20.
- Mohorovičić, A. (1914b): Hodograph der ersten longitudinalen Wellen eines Bebens (emersio undarum primarum), *Bulletin International de l'Académie Yougoslave des Sciences et des Beaux-Arts*, B2, 139–157.
- Mohorovičić, A. (1914c): Hodograph der normalen P-Wellen für eine mittlere Herdtiefe der Erdbeben, *Beilage zu den seismischen Aufzeichnungen, Kgl. Landesanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Zagreb*, 4 pp.
- Mohorovičić, A. i S. Mohorovičić (1922): Hodografi longitudinalnih i transversalnih valova potresa (undae primae et undae secundae) – 1. dio – Hodografi – Napisao Andrija Mohorovičić, *Rad JAZU*, 226, 94–190.
- Mohorovičić, A. (1911): Djelovanje potresa na zgrade, *Vijesti Hrvatskoga društva inžinira i arhitekta*, 32, 17–18, 33–35, 51–53, 69–72, 85–86, 103–105, 112–116, 126–129, 139–142.
- Mohorovičić, A. (1915–1918): Die Bestimmung des Epizentrums eines Nahbebens, *Gerlands Beiträge zur Geophysik*, 14, 199–205.
- Mohorovičić, A. (1917): Principi konstrukcije sizmografa i prijedlog za konstrukciju nova sizmografa za horizontalne komponente gibanja zemlje, *Rad JAZU*, 217, 114–150.
- Mohorovičić, A. (1918): Prinzipien für die Konstruktion eines neuen Seismographen, *Bulletin International de l'Académie Yougoslave des Sciences et des Beaux-Arts*, B9/10, 6–20.
- Mohorovičić, A. (1924): A critical review of the seismic instruments used today and of the organization of seismic service, *Bulletin of the Seismological Society of America*, 14/1, 38–59.

**Čovjek lišen osjeta i uma postaje nalik na biljku.
Ako se liši samo uma, postaje životinja, a ako je lišen
nerazumnosti, a drži se uma, postaje nalik na boga.**

(Aristotel, *Nagovor na filozofiju*)