Akademik Dragutin Skoko

Josip Torbar i zagrebački potres 9. studenog 1880.

Potres 9. studenog 1880. uzrokovao je znatne štete u Zagrebu i njegovoj okolici, ali je ujedno označio početak sustavnog istraživanja naših potresa uopće. Ako sva dotadašnja nastojanja na unapređivanju našeg znanja o potresima shvatimo kao pojedine izolirane slučajeve, taj je potres ukazao kako proučavanje potresa ne može biti isključiv interes ili pasija pojedinaca već je to nasušna potreba čitave zajednice. Bilo je to vrijeme kada su do vrhunca došla sukobljavanja mišljenja o uzrocima nastanka potresa. Služi na čast našim prirodoznanstvenicima tog vremena, okupljenim oko tadašnje Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti u Zagrebu, što su odbacili sva nadrinaučavanja i priklonili se prirodoznanstvenom pretresanju te pojave. Akademija je svojem Matematičko-prirodoslovnom razredu povjerila prikupljanje svih podataka o tom potresu, koji bi mogli pridonijeti znanstvenom tumačenju te prirodne pojave. Već 15. XI. 1880. dr. Josip K. Šlosser-Klekovski, predstojnik tog Razreda, objavljuje u zagrebačkom listu "Obzor" članak o potresu s molbom da se Akademiji dostave zapažanja o njegovim učincima. Matematičko-prirodoslovni razred na svojoj sjednici, održanoj 17. XI. 1880., između ostalog, izjavljuje:

"Ljetopisi naše domovine nisu od davna zabilježili tako strašna, al i znamenita dogadjaja, kao što je potres od 9. studenog 1880. godine. Zato je prieka potreba po našu poviest, da se taj potres vjerno opiše, a po znanost, da se potanko prouči."

Uz to na sjednici je zaključeno da se:
- osnuje strukovno povjerenstvo za prikupljanje podataka o učincima tog potresa i njegovom istraživanju[1] i

– na adrese institucija i pojedinaca pošalju upitnice o učincima potresa uz zamolbu za potankim opisom pojave, posebice kada je potres počeo, broj udaraca, oštećenje zgrada, njihanje visećih predmeta, pucanje tla, vladanje životinja, šumovi i dr.

U povjerenstvo su izabrani akademici Josip Torbar i Ljudevit Vukotinović te dr. Vinko Dvořak, profesor fizike na Sveučilištu i Ivan N. Stožir, profesor fizike na realci u Zagrebu.

Povjerenstvo je o potresu prikupilo mnogo građe, te se uz opći statistički pregled učinaka moglo pristupiti razmatranju i nekih općih pitanja vezanih uz taj potres, a što je Matematičko-prirodoslovni razred početkom 1881. povjerio akademicima Gjuri Pilaru i Josipu Torbaru. U međuvremenu je Gj. Pilar započeo zasebni rad o potresu općenito i djelomično zagrebačkom (PILAR, 1881). Taj rad prema svojoj naravi nije mogao biti sastavnim dijelom izvješća u kojem se namjeravala objaviti građa samo o zagrebačkom potresu te je uređenje sakupljene građe ostalo J. Torbaru.

Izvješće J. Torbara o zagrebačkom potresu objavila je Akademija kao prvu knjigu svojih Djela (TORBAR 1882), a s obzirom na ograničenost sredstava, Izvješće nije bilo objavljeno u cijelosti. Iako skraćeno ono ima 141 stranicu teksta, 10 slika, 6 fotografija, 9 stranica crteža i 1 kartu. Torbar piše:

"... podpisani je izvješće tekstom stegnuo samo na najnuždniji dio, a dijagrame trudio se nadoknaditi obširnijim tumačenjem u tekstu."

Valja istaći da je u Izvješću o zagrebačkom potresu J. Torbar iznio:

"... samo takove podatke, koji bi kao h i s t o r i j s k o – s t a t i s t i č k a g r a d j a budućem znanstvenom istraživanju služiti mogli; upuštati se dakle u kojekakve hipoteze i teorije nebi bilo ovdje na svojem mjestu."

Od potresa najviše je stradao grad Zagreb[2], gdje je teško bila oštećena crkva Sv. Katarine te crkva Sv. Marka koja se baš tada restaurirala, katedrala, zgrada vojnog zapovjedništva, realka itd; stradalo je 1758 privatnih kuća, od toga 947 teško. Potres su dobro podnijele najstarije kuće na Gornjem gradu, građene

[1] Na prijedlog Matematičko-prirodoslovnog razreda Akademija je na sjednici, održanoj 20. listopada 1882., osnovala Odbor za proučavanje potresnih pojava od osam članova, kojem je predsjednik bio J. Torbar.

[2] 1880. Zagreb je imao 29218 stanovnika.

većim dijelom na starim gradskim zidinama. I novogradnje su srazmjerno vrlo dobro pretrpjele potres, naročito zgrade na Zrinskom trgu, koje su pred kratko vrijeme bile dovršene. Akademijina je palača pretrpjela štetu od oko 14.000 forinti. Kako opisuje Torbar:

"... na tek sagradjenoj akademičkoj palači pao dimnjak na stakleni krov te ga prolomio, staklene ploče potrle u prizemlju izloženo starinsko posudje, a samim potresom poruše se i polupaju stare grčke posude. Ornamenti sa stupova popadali, slikarije se otresle, stiene popucale, ali srećom samo neznatno."

Šteta je bilo u mjestima do udaljenosti oko 150 km od Zagreba, a potres se osjetio u čitavoj Hrvatskoj te krajevima Bosne, Ugarske, Slovenije, Austrije i Češke.

Sveukupna šteta nastala tim potresom procijenjena je na 3,275.544 forinti.

Nakon potresa od 9. XI. 1880. u Zagrebu su se isti dan osjetila još tri slabija potresa, a nakon njih uslijedio je niz naknadnih potresa te je u vremenu do 21. I. 1882. u Zagrebu zabilježeno preko 200 jačih i slabijih naknadnih potresa. U to vrijeme nije bilo seizmografa no valja istaći da je još prije tog potresa I. Stožir postavio u fizikalnom kabinetu realke na Griču u Zagrebu jednostavan seizmoskop. To je bilo 120 cm dugačko vertikalno njihalo koje je na ravnoj ploči posutoj pepelom svojim šiljkom pričvršćenim za masu moglo ubilježiti vibriranje tla za vrijeme potresa.

Odmah nakon glavnog potresa Gradsko poglavarstvo pod upravom načelnika Matije Mrazovića odredilo je 14 povjerenstava sastavljenih od građanskih i vojničkih inženjera koji su pregledavali zgrade i utvrđivali stupanj oštećenosti. Na molbu Poglavarstva u Zagreb je došlo na stotine građevinskih radnika iz susjedne Slovenije koji su rušili pogibeljne, a popravljali oštećene zgrade. Videći sva ta zalaganja, počeo je popuštati strah, ali kada se nakon nekoliko slabijih, poslije dva dana, osjetio jači potres, pučanstvo je ponovno zahvatio nemir. Pronosile su se vijesti kako Zagreb leži na podzemnom vulkanu, a na vrhu Zagrebačke gore suklja iz zemlje modrikast plamen te će za sljedećeg mlađaka ili uštapa Zagreb ponovno zahvatiti jak potres i sl. Međutim, krajem studenog počeo je popuštati nemir, kako J. Torbar kaže:

"... jedno što su potresi bivali sve slabiji i rjeđi, a drugo, što jim sviet njekim načinom bio već privikao. Prvih dana mjeseca prosinca nastaviše škole svoja

predavanja, koja su bila 9. studenoga na neizviestno vrieme odgodjena; povraćahu se iseljenici, dolažahu tudjinci, trgovina i promet se opet pokrene; Zagreb opet oživi."

U svom izvješću J. Torbar nastojao je prikazati potres i pojave vezane uza nj kao prirodne događaje, koje imaju jednostavno i logično objašnjenje.

Tako je nakon vijesti da su se u Resniku, Šćitarjevu i Vrapču otvorili "muljni vulkani", imenovano posebno bansko povjerenstvo[3] koje je ispitalo takovu pojavu u Resniku. Članovi povjerenstva utvrdili su da se radi o manjim pukotinama u tlu kroz koje je izbio sitan pijesak i voda. Laboratorijskom analizom nađeno je da voda i pijesak ne dolaze iz znatne dubine, uz tumačenje da je tu pojavu uzrokovalo snažno gibanje i mehanički tlak za potresa koji ih je istisnuo na površinu kroz rahlo tlo. Torbar je detaljno opisao takove pojave i njihove lokacije, što je i danas aktualno pri razmatranju površinskog djelovanja valova potresa i pojave likvefakcije.

Sljedeći zadatak J. Torbara bio je određivanje položaja epicentra. U tu svrhu primijenio je tri neovisna skupa podataka:

- smjerove rasprostiranja prvog potresnog vala,
- vremenske momente dolaska vala u pojedino mjesto i
- potresne učinke.

Znajući da su prvi potresni valovi longitudinalni, J. Torbar određivao je smjerove njegova rasprostiranja na osnovi zaustavljenih ura njihalica, zatim pomaka i zakretanja nadgrobnih spomenika te smjera pukotina na pojedinim građevinama jer:

"...nije laka stvar točno označiti smjer potresu bez pouzdanih seizmoskopičnih sprava."

J. Torbar uzima da je smjer valova potresa bio okomit ili pod velikim kutem na stijenu o kojoj je visjela ura njihalica koja se zaustavila zbog udaranja o svoje kućište ili o stijenu; suprotno vrijedi za uru koja se nije zaustavila. Tako je npr. njihalica u fizikalnom kabinetu realke na južnoj stijeni stala, dok se ura obješena na zapadnoj stijeni nije zaustavila. Otuda je zaključio da je prvi potresni val u Zagrebu bio smjera između sjevero-sjeveroistoka i sjevero-sjeverozapada.

---

[3] Lj. Vukotinović, J. Torbar, I. Stožir, sveučilišni profesor kemije dr. Gustav Janeček, županijski tajnik Radoslav Lopašić i drugi.

Za određivanje smjera potresnih valova razmotrio je i 140 nadgrobnih spomenika i građevina na različitim lokacijama kojima je određivao njihov pomak, zakretanje i prevrtanje tijekom potresa (Sl. 1).

Smjer potresnog vala na osnovi položaja pukotina na zgradama određivao je postupkom koji je uveo Robert Mallet istražujući učinke napuljskog potresa od 16. XII. 1857. J. Torbar pri tom ukazuje na opreznost, jer:

"... prema tomu, na kakovu zemljištu je zgrada podignuta,..., te prema tomu, je li zgrada osamljena ili se nahodi medju drugimi zgradami, neće niti pukotine ići svuda istim smjerom."

Tu se uočava njegova intuitivnost ocjene važnosti utjecaja lokalnih parametara na učinke potresa, kao npr. odnos perioda vibracija tla pri potresu i dinamičke značajke konstrukcija zgrada.

Za kvantitativan zahvat tog problema bilo je još prerano i on će pričekati idućih 30-tak godina sve do Andrije Mohorovičića.

Vidovita je Torbarova opaska da učinak potresa na određenoj lokaciji ovisi, između ostalog, i o:

"... interferenciji dvaju potresnih vala, koji odrazivši se u svojem razvitku sudare se protivnimi mijenami (brdo s dolom a dol s brdom) te jim se snaga uništi."

Napomenimo da se ta ideja počela u potpunosti razvijati tek pojavom elektroničkih računala.

Određivanje vremenskog momenta dolaska prvog potresnog vala u pojedino mjesto bio je u to vrijeme neveliki problem, jer:

"Jedino vrieme, na koje bismo se barem ponješto osloniti mogli, jeste početak potresa u Zagrebu, te vremena željezničkih postaja, koje su se držale peštanskog vremena putem telegrafskog signala."

Na osnovi ure Meteorološkog motrilišta na Griču, kao najtočnije u Zagrebu, određeno je da je u Zagrebu potres počeo u $7^h\ 33^m\ 53^s$ i tu je trajao oko 10 sekundi[4].

J. Torbar je sva vremena sveo na zagrebački (grički) meridijan, a zatim, eliminirajući dvojbene podatke, izvukao linije koje spajaju mjesta jednakih

[4] U Hrvatskoj se je tada vrijeme određivalo telegrafski uspoređivanjem s bečkim ili peštanskim vremenom. Od 1. I 1877. pucanj topa s Meteorološkog motrilišta na Griču označuje podne građanima Zagreba (od 28. XI 1926. s Kule Lotršćak).

vrijednosti vremena dolaska potresnog vala. Povlačeći spojnice simetrala dviju točaka istih vremenskih vrijednosti došao je do površine koju omeđuju presjecišta tih simetrala, tj. do epicentralnog područja (Sl. 2). Tu ispravno zaključuje da žarište potresa zauzima određeni volumen, jer:

"Kad bi potresno ognjište bila samo točka, onda bi se i povučene sa razpolovišta okomice sjekle u jednoj točki i površno središte bila bi dakle također samo točka."

Uzevši uz smjerove širenja prvog potresnog vala još i vremenske momente njegova dolaska i učinke potresa u pojedinim mjestima, J. Torbar zaključuje:

"... prema tomu išla bi dakle pleistoseista (krivulja najveće intenzivnosti) počam zapadno od Kraljeva vrha prema sjeveroistoku preko Zaboka, nješto južno od Zlatara, preko Sv. Ivana, južno izpod Kašine te sjeverno kraj Zagreba prama Bistri."

Unutar tog prostora leži epicentar potresa te je J. Torbar uzeo da se on poklapa sa središtem linije što se proteže od Kraljeva Vrha do Sv. Ivana Zeline, tj. u blizini sela Planina.

Dubinu h žarišta zagrebačkog potresa J. Torbar je procijenio na osnovi kuta emergencije e pod kojim longitudinalni val izbija na površinu Zemlje u mjestu udaljenom d od epicentra potresa. Tada je:

$$h = d\,tg(e).$$

Znajući položaj epicentra, mogao je za određeno mjesto odrediti njegovu epicentralnu udaljenost d, čime je problem određivanja žarišne dubine h sveo na određivanje kuta emergencije e za to mjesto. Torbar je svijestan mogućih pogrešaka takovog određivanja te kaže:

"... neće nas nitko koriti s nerazborna smionstva, ako uz stavljenu rezervu, ma i s manje pouzdanih podataka, pokušamo potražiti i dubljinu ognjišta."

Kuteve emergencije određivao je na dva načina.

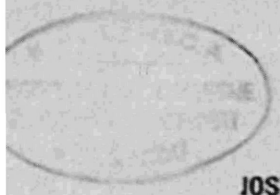
U prvom je primijenio već spomenut postupak R. Malleta na osnovi položaja pukotina na zgradama.

U drugom je primijenio originalni postupak kojim je taj kut izračunavao iz horizontalnih udaljenosti do kojih su tijekom potresa bili odbačeni pred-

IZVJEŠĆE

O ZAGREBAČKOM POTRESU

9. STUDENOGA 1880.



SASTAVIO

JOSIP TORBAR,

PRAVI ČLAN JUGOSLAVENSKE AKADEMIJE.

IZDALA

JUGOSLAVENSKA AKADEMIJA ZNANOSTI I UMJETNOSTI.



U ZAGREBU

U KNJIŽARNICI LAVOSLAVA HARTMANA NA PRODAJU

1882.

meti s poznatih visina. Na osnovi formula za kosi hitac, izveo je izraze iz kojih je vidljivo da je za takovo određivanje potrebno za određeno mjesto raspolagati s barem dva neovisna para podataka o visini i dometu odbačenih predmeta.

Za područje Zagreba tri lokacije zadovoljavale su prethodni uvjet, i to crkva Sv. Katarine, Jelačićev trg i realka. Za kut emergencije *e* dobio je vrijednosti između 37° i 48.5° te je kao srednju vrijednost uzeo 43°. Odredivši da je udaljenost Zagreba od epicentra 16 km, za dubinu žarišta dobio je 14.98 km. Analognim postupkom na osnovi podataka s lokacije Sv. Šimuna dobio je 9.6 km. Otuda je zaključio:

"Dubljina dakle ognjišta ležala bi izmedju 9.6 kilom. kao najmanje i 14.98 kilom. kao najveće vriednote."

Danas su poznati postupci kojima se dubina potresnog žarišta može odrediti na osnovi makroseizmičkih intenziteta potresa. Međutim, u vrijeme kada je J. Torbar pisao svoje Izvješće ne samo da nije bilo takovih postupaka, nego nije bilo niti opće prihvaćene ljestvice za određivanje intenziteta potresa. Prva takova ljestvica bila ja Rossi-Forelova s 10 stupnjeva intenziteta koja se u Europi počela primjenjivati tek od 1883. U nas je prvi puta objavljena 1905. (KIŠPATIĆ 1905).

Izvješće J. Torbara toliko je detaljno da se kasnijim razmatranjima učinaka zagrebačkog potresa mogao svakom mjestu dodijeliti makroseizmički intenzitet, a zatim i izvući izoseiste[5] tog potresa. Na osnovi njih odredio se položaj epicentra i dubina žarišta potresa. Za položaj epicentra dobilo se $\phi = 45.9^0N$, $l = 16.1^0E$, što odgovara lokaciji u blizini sela Planina, a za dubinu žarišta $h = 12 - 17\,km$ (MOKROVIĆ et al, 1980)[6]. Uzme li se u obzir da se rezultati J. Torbara gotovo ne razlikuju od tih vrijednosti, vidljiv je njegov istančani osjećaj za primjenu fizikalnih principa u seizmologiji.

J. Torbar se okušao i u određivanju prividne površinske brzine *V'* kojom se potresni val raprostire od mjesta do mjesta. Na osnovi podataka o vremenskim momentima dolaska longitudinalnog vala do pojedinog mjesta dobio je za njegovu prividnu brzinu vrijednosti između 5.56 km/s i 5.9 km/s. Taj re-

---

5 Linije koje omeđuju područja jednakih vrijednosti makroseizmičkih intenziteta potresa.

6 Uz vrijednost maksimalnog intenziteta IX° MCS ljestvice.

zultat usporedio je s prividnim površinskim brzinama određenim za tri europska potresa (Tablica 1).

Tablica 1.
Prividna površinska brzina prvog potresnog vala prema podatcima za tri europska i zagrebački potres.

potres	prividna brzina V' [km/s]
29. VII. 1846. – rajnski	0.58
16. XII. 1857. – napuljski	0.30
6. III. 1872. – srednjonjemački	0.76
9. XI. 1880. – zagrebački	**5.56 – 5.93**

Razumljivo je bilo iznenađenje J. Torbara podatcima Tablice 1, što se vidi iz njegova komentara:

"Uzamši brzinu zagrebačkog potresa sa 44 geogr. m.[7] nadmašila bi najveću od spomenutih ovdje brzina srednjo-njemačkog potresa s e d a m k r a t."

J. Torbar nije niti slutio koliko su vrijednosti za tri navedena europska potresa bile pogrešne, a njegov rezultat blizak vrijednostima određenim na osnovi zapisa seizmografa. Prividna površinska brzina seizmičkog vala ovisi o vrsti vala, ali i o dubini žarišta i udaljenosti od epicentra. Za dubinu žarišta od 15 km i epicentralnu udaljenost 100 km prividna površinska brzina longitudinalnog vala iznosi oko 7 km/s (KENNETT, 1991) te su Torbarove vrijednosti od oko 6 km/s u gotovo nevjerojatnom suglasju s tim rezultatom.

J. Torbar iskoristio je podatke o zagrebačkim potresima da bi razmotrio:

"... imade li mjesec svojim različitim položajem napram zemlji kakav upliv na postanak potresa."

U razmatranje je uzeo sve potrese koji su zabilježeni u Zagrebu u razdoblju od 9. XI. 1880. do 30. IV. 1881., jer je nakon tog datuma broj potresa znatno opao. Potrese je razvrstao prema Mjesečevim mijenama (datum mijene ± 1, odn. 2 dana) i datumima perigeja i apogeja (datum perigeja, odn. apogeja ± 5 dana). Na osnovi tih podataka (Tablica 2.) zaključio je:

[7] Brzina od 44 geografskih milja u minuti ~ 5.56 km/s.

Tablica 2.
Broj potresa u razdoblju od 9. XI. 1880. do 30. IV. 1881. u odnosu na Mjesečev položaj prema Zemlji.

Mjesečev položaj	broj potresa
mlađak ± 1 dan	9
prva četvrt ± 2 dana	35
uštap ± 1 dan	26
treća četvrt ± 1 dan	18
perigej ± 5 dana	17
apogej ± 5 dana	27

"Ovaj rezultat nebi izkazivao tolik upliv mjeseca, jer je broj potresa oko mladog mjeseca najmanji, za mladim mjesecom sliedi treći minimum oko zadnje četvrti, a drugi oko perigeja, gdje bi imalo biti najviše potresa."

Niti iz mnogo većeg niza od 662 zagrebačka potresa iz razdoblja od 1502. – 1938. koji je 1950. istražio Josip Mokrović (MOKROVIĆ 1950):

"... nije se mogla pronaći bilo kakva vremenska pravilnost pojavljivanja seizmičkih pojava u Zagrebu kao ni njihova uzročna zavisnost o bilo kojem drugom terestričkom ili čak kozmičkom pojavu."

J. Torbar također nije mogao utvrditi povezanost nastanka zagrebačkih potresa s meteorološkim pojavama te kaže:

"Motreći na našem zagrebačkom meteorološkom observatoriju stanje barometra, počam od podne 8. stud. pak do podne 9. stud., nećemo niti najmanjega povoda naći, koj bi nam kakov neobični pojav imao pokazati...Tako isto pravilan tečaj imamo na toplomjeru...I jakost vjetru bijaše posve normalna...Oborine bijaše sasvim malo; sipila je sitna kišica poput jesenske magle."

Onima koji su htjeli potres dovesti u vezu sa zemaljskim magnetizmom i na sve strane nabavljali busole:

"... pak piljili ukočeno po čitav dan u magnetičku ručicu neće li naviestiti, kad će se opet zdrmati" odgovara opažanjem točnih i osjetljivih "busulja" u fizikalnom kabinetu realke:

"... dne 11. stud. u 11 i 11.43 sati, kad je ono bila druga najžešća trešnja, upravo pred nami na stolu stajale, pak ručice niti prije niti poslije, a niti za sama potresa nisu zatitrale."

Razmatrajući pojavu zvukova i šumova uz potres zaključuje:

"Da potresni šum dolazi izpod zemlje, o tom neima dvojbe; ali što ga zametne... Na ovo pitanje nam znanost do danas još nije odgovorila."

Mnogo dojava bilo je o ponašanju životinja za vrijeme potresa, o čemu J. Torbar, između ostalog, kaže:

"Čovječje dostojanstvo nećemo tim povrijediti, ako primietimo, da mnogo živinče čovjeka u mnogom pogledu tankošću osjećaja nadkriljuje. Da su dakle i životinje od straha drhtale, o tom neima dvojbe; ali jesu li potres predslutile i ovu priedslutnju čim očitovale, to je pitanje, na koje se nebismo usudili za cielo odgovoriti."

Izvješće završava pregledom jačih potresa koji su se u svijetu dogodili u vremenu od 1. XI. 1880. do 1. XI. 1881.

Valja zahvaliti J. Torbaru na detaljnom opisu pojava koje je uzrokovao zagrebački potres 9. XI. 1880. u pojedinim mjestima, a koji je poslužio mnogim kasnijim analizama tog potresa, od kojih, uz navedeno, istaknimo određivanje intenziteta maksimalno mogućeg potresa tog područja primjenom teorije ekstrema (MAKJANIĆ 1972).

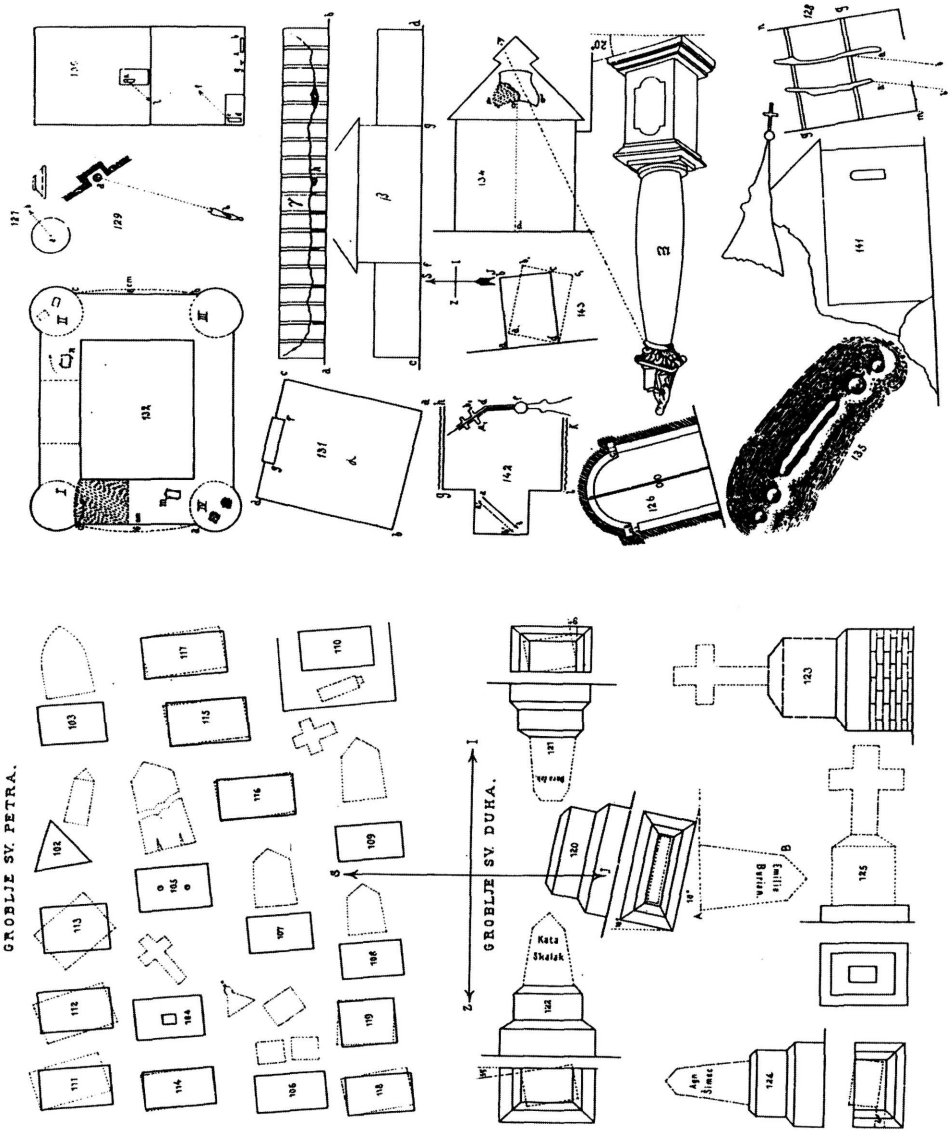
Iz Izvješća o zagrebačkom potresu izbija nastojanje J. Torbara da učinke vezane uz taj potres objasni na prirodoznanstveni način. Uz pretresanje odnosa pojave potresa i Mjesečeva položaja prema Zemlji i Suncu, meteoroloških pojava, zemaljskog magnetizma, vladanja životinja te zvuka i šuma, J. Torbar daje zaokruženu sliku potresa temeljenu na fizikalnim odnosima potresnih valova i njihovih učinaka na Zemljinoj površini.

Ukazati valja i na lociranje epicentra zagrebačkog potresa kako ga je proveo J. Torbar, u vrijeme kada nije bilo makroseizmičkih ljestvica za određivanje intenziteta, pa prema tome niti odgovarajućih postupaka, a da se o seizmografima ne govori. Njegov postupak kojim je odredio žarišnu dubinu zagrebačkog potresa zaslužuje pažnju zbog svoje originalnosti i točnosti dobivenog rezultata. Jednako vrijedi i za njegov proračun prividne površinske brzine rasprostiranja primarnog potresnog vala.

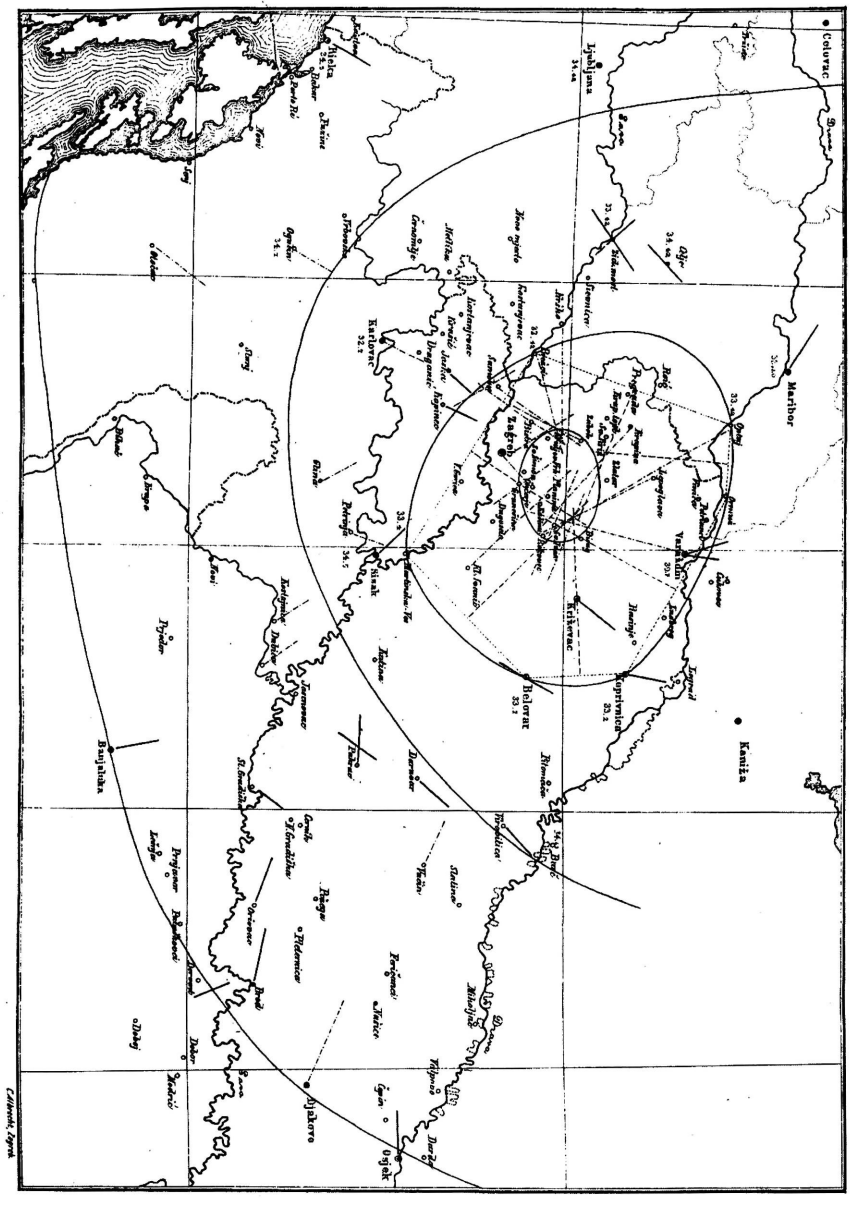
Ideje J. Torbara o utjecaju lokalnih parametara tla i objekta kao i interferencije seizmičkih valova na potresni učinak dobile su puno opravdanje tek primjenom sofisticiranije tehnologije, posebice elektroničkih računala.

LITERATURA

1. PILAR, Gj. 1881. *Grundzüge der Abyssodinamik,* Commissions Verlag der Universitäts-Buchhandlung, Agram, 220.
2. TORBAR, J. 1882. *Izvješće o zagrebačkom potresu 9. studenoga 1880,* Djela JAZU, 1: VIII + 143.
3. KIŠPATIĆ, M. 1905. *Dvadeset i drugo potresno izvješće za g. 1904,* Rad JAZU, 163: 113 – 130.
4. MOKROVIĆ, J. 1950. *Potresi u Zagrebu,* Rad Geofizičkog zavoda u Zagrebu, II, 3: 23 – 77.
5. MAKJANIĆ, B. 1972. *A contribution to the statistical analysis of Zagreb earthquakes in the years 1869 – 1968,* Pure and Applied Geophysics, 95, III: 80 – 88.
6. MOKROVIĆ, J., CVIJANOVIĆ, D., SKOKO, D. 1980. *Povodom stote obljetnice velikog zagrebačkog potresa 1880. godine,* ASY, 6, 6: 5 – 16.
7. KENNETT, B. L. N. 1991. *Seismological tables,* IASPEI, Australian Nat. Univ., Canberra, 1 – 167.



Slika 1. Crteži učinaka zagrebačkog potresa 9. XI. 1880., na nadgrobnim spomenicima i građevinama.



Slika 2. Tri vanjske linije spajaju vremena jednakog dolaska prvoga potresnog vala zagrebačkog potresa 8. XI. 1880., a unutarnja linija omeđuje pleistoseističko područje.