

Tornado kod Novske.

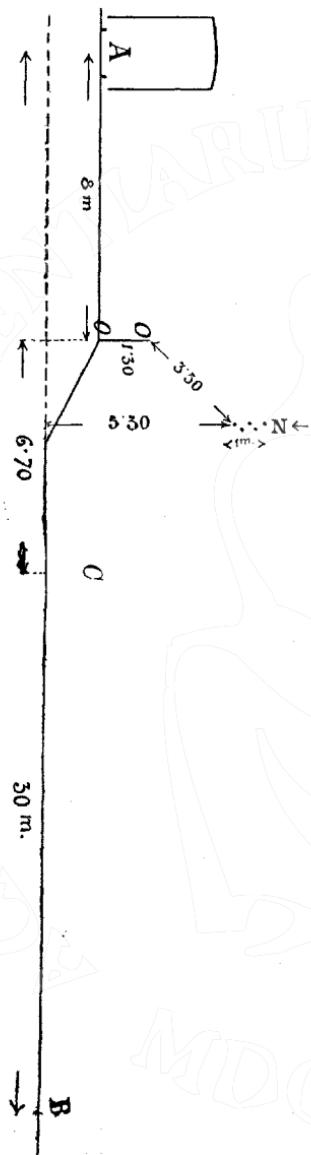
Čitao u sjednici matematičko-prirodoslovnoga razreda jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti dne 22. travnja 1893.

A. Mohorovičić.

Pisac primio je 24. juna 1892. od vis. bogoštovnog i nastavnog odjela kr. zem. vlade nalog, da podje u mjesto, i da prouči „tornado“, što je prouzrokovao nesreću na željezničkoj postaji u Novskoj i u obližnjoj šumi. Pisac je krenuo odmah u Novsku, gdje ga je očekivao glavar postaje, pošto je bio dolazak njegov televografično avizovan od strane zagrebačkoga prometnoga ravnateljstva kr. ugarskih željeznica.

25. ist. mj. došao je u jutro iz Nove Gradiške u Novsku sa dresinom g. F. Reitter, inžinir kr. ug. željeznica, tako, da je mogao pisac u društvu glavara postaje g. Zuckera i gore pomenutoga g. inžinira pregledati kolodvor i cijelu prugu od postaje Jasenovca do postaje Raića, te konstatovati štetu, što je počinjena ne samo na samoj pruzi nego i na obliže stojećim kućama i u šumi „Greda“, koja leži južno od kolodvora Novske.

Kolodvor Novska prostire se (gl. priloženi naert br. 1) smjerom S60°E od Novske prema Raiću u duljini od 560 m. Dne 31. svibnja u 4 sata 16 m. došao je vlak od Jasenovca na kolodvor Novske i otišao odmah dalje prama Novoj Gradiški. Čim se je vlak maknuo s kolodvora, dođe naglo od SW tornado i porazbaca kola prije nego što je prevadio vlak do 150 m. puta. Iz priloženoga naertha i iz popisa br. 1 vidi se, da su pobacana stražnja (zapadna) 4 kola (br. 26 do 29) smjerom SW; kola br. 25 dignuta su istim smjerom s tračnicā; kola br. 24 do 20 ostala su na tračnicama, samo što su sva osim onih br. 22 ozleđena; kola br. 19 do 9 oštećena su



Lik 1.

sva znatno i dignuta s tračnica smjerom NE. Na tim kolima bila su natovarena manja kola bosanske željeznice, koja su bila sva bačena sa donjih kola prema NE. Ostala kola od br. 8 do stroja ostala su neozleđena.

Iz smjera, kojim su kola pobačana, vidi se, da je smjer kretanja tornada bio ciklonalan t. j. na sjevero-zapadnoj strani NE a na jugo-istočnoj SW. Centrum tornada mora da je prešao preko kola br. 22 kod 1817. hektometra. To se vidi iz smjera vjetra i potom, što su petera kola u blizini središta razmjerno neoštećena ostala, osobito ona, preko kojih je prešlo središte.

Posljednja kola bačena su s tračnicama preko ograde 30 m. daleko, ali tako, da je ostala neozleđena i ograda i telegrafične žice. Tu nastaje osobito pitanje, da li su kola prošla između ograde i telegrafičnih žica ili su dignuta i bačena preko žica.

Izravni parabolični put (Lik 1.) od A do B između ograde 00 i telegrafičnih žica Ž nemoguće je, pa makar se postavila kola baš takovim smjerom, da mogu proći između ograde i žica.

Iza ograde 6.70 m. daleko imade utisak kola u koji bi mogao baš jedan točak sa posudom za mazanje. Utisak točka izgleda poput skice (Lik 2.); dug je 1.40 m.

a širok 1·30 m. U sredini je dublja izdubina od 0·90 m. diametra. Sa sjeverne strane imade po sredini kod (b) duguljast utisak od 0·40 m. Taj utisak je mogao nastati samo od točka. Moguće je, da je postao tim, što su kola skočila od A, pala na zemlju kod C pa se opet digla i po drugi put pala kod B, ili pak da je taj utisak nastao kasnije, kada su se prenašala kola s polja na prugu. Ja držim, da je ovaj drugi slučaj vjerojatniji, pošto bi se bila morala kola na

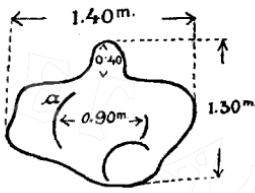
putu od A do C obrnuti za 270° oko horizontalne svoje osi, te bi bilo u tom slučaju pravo čudo, kad bi bila ostavila ogradu čitavu. S druge je strane posvema nevjerojatno, da bi se bila kola digla u C iz blata pa skočila do B. Preostaje dakle jedina mogućnost, da su kola skočila direktno od A do B preko žica brzojava.

U tim kolima su bila dva putnika i to g. Tih. Gruičić, načelnik jasenovački, i g. Fr. Kaudernat, poručnik kod kr. zem. pastuhare u Zagrebu, te jedan bremser (Rukavina).

Rukavina je bio u čas katastrofe u kućici nad kolima. Tu je kućicu vjetar otrogao i odnesao zajedno s Rukavinom još 10 m. dalje od točke B. Rukavina ne zna drugo kazati, nego, da se je najednom našao na zemlji, ali tvrdi, da mu se je činilo, da su kola prošla preko telegrafičnih žica. Premda ga je vjetar odnesao 40 m. daleko, ostao je posvema neozleđen.

Poručnik Kaudernat priповijeda slijedeće:

„Iza odlaska vlaka iz Dubice video sam smjerom prema Sisku strašne oblake, vrućina je bila užasna a sparina strašna. Iza odlaska iz Jasenovca video sam isto takav oblak na jugo-zapadu, kao kakav ogromni polukrug, boje tamno-smeđe. Ostalo je nebo bilo razmjerno vedro t. j. pokriveno tanjim oblačićima. Malo prije nego što je krenuo vlak iz Novske, video sam, kako se spušta iz one tamne mase dugačka vitlica (Windhose) prema zemlji i to baš nad šumom (Gredom). Vitlica je bila široka ondje, gdje se je držala glavne mase oblaka, prema zemlji je bila sve uža, a tik do zemlje se je opet širila. U samoj se je vitlici vidjelo veoma brzo gibanje oko osi i to lijevo (t. j. ciklonalno). Video sam također, kako diže u vis granje odtrgnuto od drveća. U to nastala tmica (čim se je vlak počeo kretati). Ja sam bio u hodniku kola i gledao prema jugo-zapadu. Najprije skoče sva stakla unutra, kao potjerana jakim



Lik 2.

vjetrom, a sa komadima stakla doleti i nešto lišća i omanjih grančica od drveća. Na to se nagnu kola prema jugo-zapadu, zatim natrag. Ja sam pao na tle. Iza toga sam čutio, kako se kola ziblju, kao da sam na lađi ali ne na tvrdom, pa tresnu o tle, a ja ostanem zakopan pod rpom svakovrsnih komada od polupanih kola".

Na pitanje, da li je osjetio, da je vagon više puta došao do zemlje, kaže da nije. Načelnik Gruičić, kod kojega sam bio 29. ist. mj., pripovijeda suglasno sa Kaudernatom gledje prvobitnog oblika oblaka, dok je još bio daleko. On je vidio osam vitlica, od kojih se jedna brzo izgubila a ostale su išle prema Novskom kolodvoru.

Gruičić tvrdi protivno od Kaudernata, da je osjetio, kako su se kola vrtjela, jer su ga bacala amo tamu, pače kaže, da su morala kola tri puta taknuti zemlju prije nego što su se zaustavila. Pošto je navalila iza katastrofe strašna voda onamo gdje su ležala kola, ne može se kazati pozitivno, da li su kola udarila o zemlju više puta ili samo jednom. Pripovijedanje obiju putnika u tom se dijatralno razilazi, a nije ni čudo, pošto su obojica bila već kod prvog udarca na tračnicama znatno ranjena, a tmica je bila velika.

Druga dvoja kola bacio je vjetar u jarak, ali ih nije dizao znatno u vis, jer su probila ogradu. Ova dvoja kola ostala su i poslije međusobno prikopčana, dok su se prva morala već u prvi čas otrgnuti od njih.

Od Novske prema Raiéu pobacani su svi telegrafični stupovi na 2 km. duljine. Voda, što je navalila iza katastrofe sa potoka Grabovea i Paklenice, razrovala je svu gornju građu željeznice, tako da su ostale tračnice u zraku. Na samom je kolodvoru odletio krov glavne zgrade (A), magazina (B) i stražarnice K₁ prema SW, a krov stražarnice K₂ prema NE. Isto je tako odnesao vjetar štalu J kod stražarnice K₂ prema NE kakovih 10 m. daleko.

Kod potoka Struga bačen je komad krova kuće položene naproti drugoj željezničkoj stražarnici prema NNE. U šumi Gredi s protivne strane pruge pobacano je gdje i gdje po koje drvo prema NNE do E i to nepravilno jedno amo drugo тамо. Dalje u šumu se potpisani nije upuštao i to poradi toga, što ima тамо, po iskazu jednoga lugara i šumara imovne općine g. Staroga, veoma malo porušena drveća i to većinom nepravilno, što će se u budućem lako protumačiti.

Osoblje kolodvora iskazuje slijedeće:

G. Zucker glavar postaje kaže, da je došao vlak iz Jasenovaca u 4 s. 16 m. p. p., a otišao prema N. Gradiški u 4 s. 17 m. On je

vidio kako se približava nevrijeme, ali je bio zaokupljen službenim poslom, tako, da nije mogao paziti na potankosti. Jedino je poslao slugu u svoj stan, da pomogne gospodđi zatvoriti prozore, da ih vjetar ne polupa. Čim je vlak krenuo, nastala takova tmica, da mu je nestalo s vida vlaka, koji je mogao biti udaljen od njega kakovih 100 m. U to se pretvori slaba kiša, koja je do tada padala, u strašnu tuču, koja je letjela sa svih strana. Vidio je, kako je došao tamni oblak s tučom od sjevero-istoka. Pojedina su zrna bila duguljasta. Bilo ih je do 8 cm. dugih, a 2 do 3 cm. debelih, a na njima su bile pojedine kvrge, kao da se je više manjih pri-ljepilo na jedno veće. Na to pritrči nadglednik pruge Beranek i reče: „Vlaku se je dogodila nesreća“. U to se i razdani, a oni opaze kako leže pojedina kola stranom porazbacana po pruzi, a stranom izvan pruge u polju. Obojica potrče prema osobnim kolima, da izvuku ljudi, držeći neprestano ruke nad glavom, da se obrane od projektila, što su letjeli sa sviju strana.

Potankosti spašavanja nas dalje ne zanimaju.

Gospođa glavarica postaje pripovijeda, da je opazila, kako se diže oluja, da je upalila u sobi svijeću, čim se je smrklo i otišla na hodnik, da pogleda jesu li prozori zatvoreni. U to dotrči sluga. Sada su obojica htjeli u bližnju sobu, ali nisu mogli otvoriti vrata ni najjače rivajuće, akoprem se vrata otvaraju prema unutrašnjosti sobe. Čuli su kao da u taj mah puca hiljada raketa, ali nisu čuli, kako je sav krov od kuće odletio. Čim se počelo svitati, otvore se naglo sva vrata od soba sama, prozori odlete unutra i svi se polupaju. Tuča je polupala stakla takovom silom, da su pojedine ploče ostale čitave osim luknje, što ju je učinilo zrno od tuče, a ta luknja je bila tako čista kao što je učini zrno iz puške kad probije staklo.

Beranek kaže, da je stajao kod svoje kuće (nacrt K₂), kad je vlak odlazio, te da je opazio povrh šume Grede dvije vitlice kako se iz oblaka spuštaju na zemlju, opet dižu i spuštaju. Nebo je bilo posvema crno, a u vitlicama sve se vrtjelo i psikalilo, kao para kad izlazi iz lokomotive. Opazio je, kako se donji uži kraj vitlice zavija i previja, a u gornjem širem sve vrti, ali ne zna kazati kojim smjerom. Od ruba šume, gdje su bila obje vitlice jedna od druge oko sto (?) metara daleko, preskočile su obje i pale na zemlju po prilici u po puta između šume i kolodvora. Iza toga nije ih više vidio, jer je nastala posvemašna tmica. Kad se je razdanilo, opazi, kako su kola od vlaka naokolo porazbacana.

Dne 26. i. mj. predstavio se je pisac kotarskom predstojniku i dao je pozvati 17-godišnju djevojku Katu Ljevačić, za koju je čuo, da ju je vjetar nosio po zraku.

Djevojka kaže, da je bila u šumi Gredi pokraj prve stražarnice (priložena karta br. 2. kod B) kamo je došla po guske. Od kuda je došao oblak, ne zna; nego zna samo to, da ju je diglo u vis, razplelo sve kose, odneslo s glave sve igle i napokon pustilo na tle i gnječilo. Kako visoko i daleko ju je nosilo, ne zna, akoprem nije bila ranjena, osim što je bila malo ogrebena na ruci. Iglu od glave našla je kasnije na livadi kakovih 300 m. daleko. Kada je pala na tle, bila je na pola u nesvijesti, ali zna, da se je odmah ustala i pošla prema stražarnici, gdje su je primili pod krov. Onda još nije tuča padala.

Mato Kos, seljak iz Novske, kaže, da su mu bili volovi u jarku pokraj pruge (sa strane E) a on s druge strane. Čim je došao vjetar, popeo se Kos na prugu, da vidi gdje su mu volovi, ali je morao tu leći i primiti se za jedan stup, da ga vjetar ne odnese. On je vidio djevojku u zraku, gdje ju vjetar tri puta dignu i opet spusti na zemlju, a onda odnese. Kamo ju je odnio, ne zna. Kaže, da ne može točno kazati, kako ju je visoko nosio, ali da će biti hvat, dva ili više.

Petar Kocijan, lugar imovne općine, pripovijeda, da je bio za vrijeme oluje na rubu šume Grede (kod A karta br. 2) i tu se sakrio pred tučom i kišom sa sjeverne strane jednoga svinjeća, koji se tu nalazi. Što se je događalo u šumi, ne zna. Vidio je dva duga crna oblaka kao dva plašta, kako se spuštaju na zemlju u po puta između njega i željezničke postaje (dakle na istom mjestu gdje i Beranek). Oblaci su ti bili odozgo široki a pri zemlji sasma tanki a donji se je kraj motao i zavijao kao na klupko. Na to je nastala tmica, a led kao jaja počeo padati. Dalje nije niti šta čuo ni vido. Kad se je razdanilo, opazi kako leži drveće oko njega. Jedna je vitlica prešla istočno od njega a druga zapadno.

Na mjestu (kamo je išao s njim pisac u pratinji općinskog bilježnika) pokaza mjesto gdje je sjedio. 100 m. istočno od toga mjesta našao je pisac na jednom mjestu nekoliko hrastova i brijestova porušenih, i to zapadni prema SSW, a istočni prema NNE, među njima imade na tlu sila granja porazbacana bez reda na sve strane. Vidi se, da je vitlica morala tu rušiti, a Kocijan da toga ni čuo nije. U šumi je bilo više volova, koji su pobegli iz šume malo prije, no što se nevrijeme počelo.

Dne 27. išao je pisac da pregleda šumu između potoka Konačke i Paklenice. Savjetovano mu bilo od g. Masleka, nadšumara državnih šuma u Raiću, da uzme dobra vođu, te da ide zapadnim bilom do Puićkih vinograda, pa odanle Lisinskim bilom natrag.

Čim je došao pisac do mosta državne ceste preko Konačke, opazio je tu već oko ceste dosta porušena drveća. U daljini od 100 m. bačena su zapadna stabla prema SSW a istočna prema NNE. Tu je posljednja točka, do koje je došao vihar putem od Struga preko željezničke postaje do šume. Putem po bilu mjerio je pisac svaki čas položaj srušenih hrastova i bukava, a točke na kojima je mjerio, kao i same mjere, opredijelio je po mogućnosti točno veoma dobrim azimutalnim kompasom od Krafta et Sohna u Beču.

Smjer porušena drveća označen je pravcem, kojim ga je vjetar bacio. Udarac vjetra bio je baš protivan onome, što je ovdje označen.

Na karti (lik br. 2.) označena su mesta brojevima, koji odgovaraju brojevima slijedećih mjerjenja. Mjesto, na kojem sam bio kod pojedinog mjerjenja, nastojao sam, da čim točnije označim na karti. Nego veoma je mučno u takovoj šumi odrediti položaj, kad ne vidimo oko sebe ništa osim gomile porušena drveća a nad sobom nebo.

U šumi je porušio vjetar oko 150.000 hrastova i bukava med 0·70 m. i 1·20 m. diametra, a samo gdje i gdje je po koje tanje drvo.

1. Drveće leži smjerom $S30^{\circ}5' E$ do $S43^{\circ}E$.
2. Na jednoj rpi leži drveće razno i to od dva hrasta, kojih je korijenje udaljeno 1·5 m. jedno od drugoga, donji leži smjerom $S24^{\circ}W$ a gornji smjerom $S32^{\circ}W$. Preko ovih leže dva hrasta: jedan smjerom $S6^{\circ}E$, drugi smjerom $S26^{\circ}E$.
3. Kod kote od 184 m. leži sve drveće smjerom $S10^{\circ}W$ do $S20^{\circ}W$.
4. I tu imade različitih smjerova. Na jednome mjestu leže tri hrasta i to donji smjerom $S50^{\circ}W$, gornji $S60^{\circ}W$, a pokraj ovih treći smjerom $S80^{\circ}W$.
5. Sve leži usporedo smjerom $S10^{\circ}E$ — $S5^{\circ}E$.
6. Sve leži smjerom $S55^{\circ}W$.
7. Sve leži smjerom $N85^{\circ}W$.
8. Od točke 7. spustio sam se u jarak prema Konački kakovih 50 m. duboko. Tu leže hrastovi od 1 m. promjera smjerom $S30^{\circ}$ — $35^{\circ}E$.
9. Najdonji hrastovi leže smjerom W (točno), preko ovih drugi smjerom $S20^{\circ}W$, a preko ovih treći smjerom E.
10. Sve leži smjerom $N85^{\circ}W$.

11. Donji leže smjerom $N85^{\circ}—90^{\circ}W$, a preko ovih drugi smjerom N.
 12. Kod kote od 225 m. leži sve smjerom $N85^{\circ}W$.
 13. (Nad Puićima vinogradima). Sve leži smjerom $N35^{\circ}W$.
 14. Smjer porušena drveća je $N15^{\circ}W$.
 15. Kod kote od 263 m. Većina drveća leži smjerom od $N40^{\circ}$ do $60^{\circ}W$, a malo ih smjerom $N5^{\circ}W$.
 16. Tu je sve porušeno smjerom $N35^{\circ}—50^{\circ}W$.
 17. Sve drveće leži smjerom $N35^{\circ}W$.
 18. Povrh Pakleničkih vinograda je smjer $N40^{\circ}—50^{\circ}W$.
 19. Smjer je $N20^{\circ}E$.
 20. Tu se je spustio pisac na potok Paklenicu, jedno poradi nestašice vode, drugo što je vidio, da je do sada išao zapadnom stranom tornada, te mu je osobito stalo do toga, da pregleda bilo Plantište (bolje Plandište), koje bi imalo biti na istočnoj strani tornada. Kod potoka leži gdje i gdje po koje drvo smjerom $N10^{\circ}$ do $10^{\circ}W$. Iza kratkoga odmora popeo se je potpisani opet na bilo oko 400 m. južno od kote od 225 m.
 21. Na vrh bila leži drveće smjerom $N15^{\circ}W$.
- Posve blizu ove točke leži drveće različito porazbacano. Osobito se ističu tri smjera: N, $N20^{\circ}E$ i $N60^{\circ}E$.
22. Kod kote od 178 m. nad Graborcem povaljeno je drveće smjerom $N15^{\circ}W$, a malo niže, gdje prestaje šuma, smjerom $N20W$.
- U selu Grabovcu odletjeli su sa dvie poslijednje kuće krovovi prama zapadu, a tri manje kućice su posvema porušene.
- U šljiviku Gjure Mihalića leže sve šljive smjerom $N20^{\circ}W$.
- Sa južne strane ceste naprama ovomu šljiviku porušena je kuća seljaka Sedlačka, a krov je odnesen smjerom $N50^{\circ}W$.
23. Idući cestom prama zapadu, popeo se je pisac opet u šumu kod kote od 173 m. Tu leži donje drveće smjerom $N40^{\circ}W$, a gornje smjerom $N20^{\circ}W$. — 28. ist. mj. u jutro išao sam u društву općinskoga bilježnika i jednoga seljaka iz Novske tako zvanim gradinskim putem preko Lisine k Puićkim vinogradima.
 24. Malo ispod kote od 246 m., gdje počinje šteta, leži debeli hrast (1:10 m. promjera) smjerom $S70^{\circ}W$.
 25. Većina stabala leži smjerom $N50^{\circ}E$.
 26. Baš na vrhu kod kote od 246 m. leži sve smjerom $N50^{\circ}$ do $55^{\circ}E$.
 27. Blizu kote od 263 m. naproti Peldićevim vinogradima leži sve smjerom $N40^{\circ}E$.

U jarku sjevero-zapadno od kote od 263 m. leži sve porazbacano jedno preko drugoga. Jedan hrast (50 m. diam) je prelomljen u polovici debla i sav rascijepan na tanke do 5 m. duge prutiće. Komadi su porazbacani na sve strane kao od kakve eksplozije. Među porazbacanim drvećem leži i jedan bukvić (40 cm. diam.) ovit desno oko svoje osi. Reći bi, da je tu trag vtilice.

28. Niže ispod vrha leži drveće smjerom $S70^{\circ}W$.

29. U jarku samom pobacano je sve smjerom $S50^{\circ}W$ (zapadno od prijašnje točke 28.).

30. Na kraju brežuljka povrh jarka leži sve smjerom $S50^{\circ}W$.

Poslije podne istoga dana išao sam u Subocki grad. U Brezoveu pripovijeda gostioničar, da je ondje počelo nevrijeme u $4\frac{3}{4}$ pm. i trajalo do $6\frac{1}{4}$ pm. Mrak je nastao naprečac, činilo se, da se oblak sastaje sa zemljom, tako je bio nizak. Vjetar je bacao sve prema $N45^{\circ}E$. Padali su komadi leda do 300 gr. težki. U Livađanima je padala jaka tuča, u Lovskoj i Bairu bilo je malo tuče. Kaže da je u Koritima malo porušena drveća, a preko Korita dalje ništa.

Kod prve kuće istočno od puta u Korita (gdje se križa Brezovačka cesta sa putem u Koritu) porušene su šljive smjerom $N30^{\circ}$ do $40^{\circ}E$. Staje na cesti porušene su sve smjerom N.

Šljivik lijevo pokraj gostione porušen je smjerom $N20^{\circ}W$. U kući pred šljivikom pobacao je vjetar sva stakla u sobu, a dio krova sa strane NE je otkriven (lik 3.). Tu se vidi, da je morao biti tlak odozdol da digne krov.

Putem lijevo prema Bairu pobacane su staje smjerom $N30^{\circ}W$. Jedan debeli orah kod Popovca leži smjerom $N20^{\circ}W$.

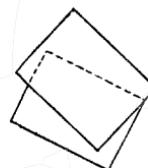
Kod posljednje kuće Bairu prema jugu je jedna staja orientovana smjerom $N40^{\circ}W$. Vjetar joj je digao krov, zavio ga za 10° desno i bacio prema N (lik 4.).

Pošto sam se na taj način osvijedočio, da je bio tornado između potoka Konačke i Paklenice do šume Lisine, a da je sjeveroistočno od Lisine veoma malo štete, te da je centrum tornada bio povrh potoka Grabovca, jer je u tom jarku šuma ostala čitava: mislio sam, da sam pregledao i pobilježio sve, što je bilo nužno s teorijskog stanovišta.

26. ist. mj. otišao sam u jutro iz Novske u Jasenovac, da saslušam g. T. Gruičića, načelnika jasenovačkoga. Od pripovijedanja g.



Lik 3.



Lik 4.

Gruičića važno je to, da je vidio, kako vijori dižu u vis zemlju i granje od polomljena drveća.

Iz priležeće karte (br. 2.) te iz pripovijedanja g. Gruičića slijedi, da je došlo nevrijeme od SW, te da su se spuštale iz glavne mase oblaka različite vitlice. Po pripovijedanju g. Gruičića bilo ih je oko potoka Struga najprije 7, a kasnije 6. Po pripovijedanju seljaka Kosa, lugara, i Beraneka preostala su od ovih napokon dva i to jedan pokraj prve stražare a jedan oko 100 m. istočno od mjesta, gdje je bio lugar, na sjevernom rubu šume Grede. Zapadni je odnio djevojku Ljevačić, a istočni je rušio drveće pokraj lugara. Te dvije vitlice možemo pratiti dalje.

Između šume Grede i željezničke postaje spustile su se po drugi put na zemlju, kako pripovijedaju suglasno lugar i Beranek.

Zapadna je vitlica palaiza toga upravo na željezničku prugu gdje je stajao vlak, te je porazbacala kola. Promjer joj je mogao iznati u taj čas oko 1200 met. Iza toga se je digla i došla opet do zemlje pokraj mosta državne ceste preko Konačke. Tu joj je bio promjer malen, a ne da se točno odrediti, jer je samo nekoliko komada drva porušeno. Drveće kod 1, 2, 3 (br. 2.) porušeno je od istočnog tornada, a zapadni se opaža tekar kod točaka br. 4., gdje mu je mogao iznositi promjer oko 800 met.

Put ovoga tornada je krivudasta crta poprečnoga smjera prema NE.

Istočni tornado razvio je svu svoju snagu tekar u šumi, sjeveristočno od državne ceste. Drveće od br. 1. do 25. porušeno je od ovoga tornada. Uzvod da mu je bio put usporedan s putem zapadnog tornada, te da je prešao preko br. 9., gdje imade drveća pobacana baš protivnim smjerom, t. j. prema W i prema E: to se može odrediti razmak među obim tornadima na 1200—1500 met., a dijametar istočnog tornada na 2300 met. Taj se je tornado spustio na zemlju od prilične u pol puta između željezničke pruge i državne ceste, a prestao je negdje iza br. 29. Prevaljen put iznosi oko 3,5 km.

Zapadni tornado, kako ga možemo nazvati poradi znatnog promjera, počinio je najviše štete na željezničkoj postaji, gdje je odnesao krovove sa svih zgrada i porazbacao kola, dok je u šumi jako malo drveća porušio. Istočni je obratno harao samo u šumi. Na kolodvoru je bilo mnogo lako ranjenih putnika, dok su bila teško ranjena samo trojica, koja trojica su bila u dvojim posljednjim kolima. Bremser Rukavina, kojeg je odnesao vjetar zajedno sa kućicom 40 met. daleko, ostao je posvema neozleđen. Vidi se, da

je morala vladati jaka uzlazeća struja zraka, koja ga je polagano spuštalа na zemlju.

U šumi je bilo nekoliko pastira sa volovima i jedan starac s ovcama. Pastiri su s volovima za vremena pobjegli, te je ubijen samo jedan vol i jedan pastir, a starac, s kojim sam govorio, ostao je za čudo neozleden. On priповједа, da je nastala na jednom strašna tmica, te da nije nit što čuo nit vidiо, dok se nije razdanilo.

Svi, koji su bili u blizini ili u samim tornadima, priповијedaju suglasno, da su čuli silan prasak kao od kakve eksplozije.

Grmilo je jako i prije i poslije prolaza tornada, kiša je padala već prije prolaza, a tuča je počela iza prolaza.

Koliko je vode palo, ne da se odrediti, jedino se može naslućivati, da je moralo pasti mnogo, jer su jedan sat iza katastrofe donijeli potoci Novska, Konačka i Paklenica toliko vode, da je na polju oko pruge stajala voda 1 met. visoko.

2.

Iz gornjih podataka proizlazi nepobitno, da je smjer gibanja oko oba tornada bio ciklonalan, t. j. gledajući odozgor na zemlju protivan gibanju kazala ure. Jakost vjetra rasla je na kolodvoru od periferije do 55 met. udaljenosti od središta, računajući da je bio vjetar najjači onđe, gdje je bacio posljednja kola, a da je bilo središte na 22. kolima. Brzina vjetra je bila svakako veća na zapadnoj strani tornada nego li na istočnoj. To proizlazi otud, što se opaža svuda na putu obiju tornada, na zapadnoj strani veća šteta nego li na istočnoj.

S obiju strana tornada bio je jak SW, kako priповијedaju svi očevideci. Vidi se to i po utiscima tuče na zidovima kuća — kao da je Novska i okolica sasuta projektilima iz puške; a i po tom, što je vjetar dotjerao iz Jasenovca jedan vagon u Novsku, akoprem se diže pruga od Jasenovca do Novske poprijeko za 4%^{oo}.

Ogromnu silu vjetra možemo najbolje proračunati iz djelovanja na vlak. Priloženi popis kola pokazuje u drugom stupeu težinu kola. Iz toga popisa vidimo, da su posljednja kola br. 29 teška bila 13'14 tona. Računajući da su se kola po iskazu lieutenanta Kaudernata naklonila najprije prema SW, zatim natrag prema NE, a onda odletjela, to možemo računati, da je vjetar udario u kola s pobočne strane. Površina te strane kola iznaša p. p. 32m^2 . Tlak vjetra potrebit da uzdrži kola u zraku iznaša po tom 410 kgr. po m^2 površine. Po formuli

$$s = \sqrt{151 \cdot 7 (1 + 0.004 t) \frac{P_0}{P} p}^1$$

gdje s znači brzinu gibanja zraka, t temperaturu, P_0 tlak zraka izvan tornada, P tlak zraka na mjestu gdje su bila kola, p tlak zraka na m^2 površine kola, dobivamo za brzinu zraka 46·5 metra p. s.

Pošto su pako kola odletjela po svoj prilici preko telegrafičkih žice 30 m. daleko i opisala kod toga od prilike parabolu, kojoj je vrh 15 m. daleko od tračnica, a 8 m. visoko nad niveau-m pruge, može se naslućivati da su se postavila u gibanje pod kutom nešto većim od 45° . Kada bi vjetar bio samo momentano djelovao na kola, morala bi bila dobiti kola početnu brzinu od 20 met. p. s. Po jednostavnim pravilima mehanike slijedi, da je za to potrebita sila od 4100 kgr. po m^2 površine. Brzina gibanja zraka, potrebita da proizvede tolik tlak, iznosi po gornjoj formuli 158 met. po sec.

Oba ova slučaja su ekstremi među kojima mora da tražimo pravu brzinu gibanja zraka. Ne ćemo mnogo pogriješiti ako uzmemo za tlak 2000 kgr. po m^2 , odkud proizlazi 103 m. p. s. kao brzina gibanja zraka u blizini zemlje. Horizontalna i vertikalna komponenta gibanja zraka, od prilike jednake, iznose bi po tom 73 m. po sec.

Činit će se možda čudno, da uzimam tako veliku vertikalnu komponentu. Očevideći tvrde, da je zrak nosio u vis zemlju, granje od drveća pače i jednu djevojku, a to nam dovoljno dokazuje jaku vertikalnu komponentu. U blizini vlaka mora da je nastalo vertikalno gibanje i od tih, što se je zrak u blizini zemlje morao dići preko nasipa pruge, koji doduše nije viši od 1·5 met. ali je ipak morao donji zrak preko nasipa u vis.

Brzina vjetra bila je u šumi svuda manja nego na kolodvoru. Nigdje se ne opaža, da bi bio vjetar odnesao koje drvo s mesta gdje je raslo, akoprem je imao vjetar dosta površine, na koju je mogao djelovati, osobito kod bukava.

Kut, što ga je zatvarao smjer vjetra sa gradientom, bio je u šumi svakako manji od 90° , što se vidi osobito dobro kod br. 9. Centripetalna komponenta gibanja, a kao posljedica i vertikalna komponenta gibanja mora da su bile znatne.

Tlak zraka mora da je bio u sredini tornada veoma nizak. O tome nas uvjerava najbolje pripovijedanje supruge glavara postaje.

¹ W. Ferrel. New advances in metrology. Washington 1885.

nika sve do Vrgorca u Dalmaciji. Temperatura je bila dakle u 2 pm. neobično visoka za to godišnje doba.

U 9 pm. bila je temperatura niska po čitavoj Hrvatskoj i sjevernoj Bosni, što se lako može protumačiti time, što je svuda po Hrvatskoj padala kiša i tuča, te se je zrak znatno ohladio.

Da se razvidi promjena temperature sa visinom, imademo u opće veoma malen broj meteorologičkih postaja. Hrvatsko primorje možemo prispodobiti sa Fužinom (762 m.), dok se mogu podatci Gospića (568 m.) prispodobiti samo za termin od 2 pm., jer mottitelj opaža u jutro u 8 am. i na večer u 8 pm. namjesto u 7 am. i 9 pm. Oba ova termina Gospića prispodobio sam sa Bakrom, gdje je namješten termograf (Richard-Freres Paris). Dalnji par postaja je Zagreb i Sljeme (razlika visine 772 m.).

Promjena temperature po 100 m. visine u 7 am.:

1. Primorje (Rijeka, Crikvenica)—Fužine—Černomlje, Rakovac	0·67° C.	
2. Bakar—Gospic—Šibenik	0·70° „	
	dakle Kras	0·68° „
3. Zagreb—Sljeme—Krško	0·57° „	
4. Bosna ¹	0·56° „	

U Primorju je bila promjena temperature normalna, u Hrvatskoj i Bosni je bila nešto niža. Stup zraka je bio dakle u Primorju najhladniji.

Promjena temperature po 100 m. visine u 2 pm.:

1. Primorje (Rijeka, Crikvenica)—Fužine	— 0·44° C.	
2. Senj—Gospic—Šibenik	— 0·68° „	
3. Lošinj—Gospic—Bihać	— 1·09° „	
	dakle Kras	— 0·74° C.
4. Zagreb—Sljeme	— 0·38° „	
5. Bosna	— 0·59° „	

Kras je bio u 2 pm. vanredno vruć, ostala Hrvatska i Bosna također vruća ali znatno manje. To je ljeti redovito, pa nam i tumači osobitu množinu nevremena s grmljavinom, što se opažaju po Hrvatskoj. Redukuje li se temperatura Bišća i Karloveca na visinu od 800 m. na temelju gornjih data, pa se prispodobi sa

¹ U Bosni sam uzeo sljedeća mjesta: Šibenik—Aržinbijeg—Banjaluka, Gerzovo—Jajce—Škender-Vakuf, Šibenik—Glamoč-Travnik.

temperaturom Fužine i Gospića, vidi se da je morao vladati u toj visini veliki gradijanat temperature između linije Gospić—Fužine i Bihać—Karlovac, naime: Bihać—Gospić = $20\cdot6 - 25\cdot9 = 5\cdot3^{\circ}$, Karlovac—Fužine = $22\cdot7^{\circ} - 23\cdot8 = - 1\cdot1$.

U 9 pm. bila je promjena temperature visinom svuda normalna i to:

1. Primorje—Fužine	$0\cdot69^{\circ}$ C.
2. Senj—Gospić (korigovan po Bakru)	$0\cdot70^{\circ}$ "
3. Zagreb—Sljeme	$0\cdot48^{\circ}$ "
4. Bosna	$0\cdot52^{\circ}$ "

Iz podataka, što ih je imalo dobrotu pripozlati mi kr. ravnateljstvo pošta i brzojava u Zagrebu, te c. kr. ravnateljstvo vojničkih brzjava u Sarajevu, narisao sam kartu br. 4. iz koje se razabира, da je nastalo nevrijeme oko podneva na jednom na čitavoj liniji sjeveroistočno od Krasa i usporedo s njime od međe Kranjske do preko Bišća (od prilike do Ključa). Iz gore spomenutih podataka kušao sam načrtati linije, na kojima su brzjavne postaje istodobno zatvorile promet poradi grmljavine, t. j. prekinule struju. Ovo nisu doduše strogo uvez izobrante, ali su im jako blizu. Nisam se mogao držati strogo vremena označena kod pojedinih postaja, jer pojedini činovnici prekidaju struju koji prije koji kasnije, prema individualnom prosuđivanju jakosti električnih pojava.

U Hrvatskoj i Bosni bilo je taj dan više nevremena, kako nam to pokazuje izvješće Zagrebačkog poštanskog ravnateljstva. (Tabla br. 3.) Između svih tih nevremena za nas je važno ono koje je nastalo, kako smo već prije spomenuli oko podne. Čitava ta fronta nevremena vukla se je od podneva do 6 pm. smjerom NE preko Hrvatske, na raznim mjestima različitom brzinom. Na jugoistočnom kraju od prilike od jedne točke po sredi između Kulen-Vakufa, Ključa i Lukovice (p. p. $16^{\circ} 20' E$ Gr. i $44^{\circ} 40' N$), gdje je valjda i tornado nastao, pa do Pakracca, bila je brzina pričinjeno jednolična (Poprije 20 km. po satu. Na međi Hrvatske i Kranjske bila je brzina do 2 pm. velika, 30 km. po satu), a kasnije malena.

Nevrijeme je prestalo oko 7 pm. na liniji Lepoglava, Križevci, Pakrac, Požega. Ima na nekim mjestima tragova nevremena i poslije 7. ure, ali daljnji tok nevremena se ne da sigurnošću konstatovati. Ne da se ni to konstatovati, da li je nevrijeme, koje je

potuklo Viroviticiu, produljenje ovoga nevremena ili je to samostalan pojav.

Ako izuzmemu tuču, koje je bilo taj dan po čitavoj Hrvatskoj, nije ovo nevrijeme počinilo znatne štete izuzevši oko Prijedora i pokraj Novske. Da je na onom kraju fronte mogao nastati tornado, bit će po svoj prilici uzrok taj, što je baš okrajak onoga nevremena nastao u barometrijskoj depresiji sjevero-zapadne Bosne. Neposredni uzrok postanku nevremena ima se tražiti u velikom gradijentu temperature između Krasa i susjedne hrvatske nizine.

Konačno mi je ugodna dužnost, da zahvalim ravnateljstvu kr. centralnog meteorološkog zavoda u Budimpešti, e. kr. centralnog meteorološkog zavoda u Beču, kr. prometnog ravnateljstva ug. državnih željeznica u Zagrebu, kr. ravnateljstva pošte i brzojava u Zagrebu, e. kr. ravnateljstvu vojničkih brzojava u Sarajevu, građevnom odjelu zemaljske vlade u Sarajevu, gospodinu M. Mašleku, nadšumaru državnih šuma u Raiću i gosp. Staromu, šumaru imovne općine u Novskoj, te svim onim osobama, koje su mi stavele dobrohotno na raspolaganje data potrebita za ovu raspravu.

Iskaz br. 1

kako bje sastavljen i opterećen mješoviti vlak broj 6718 od 31.
svibnja 1892., što ga je vjetar na postaji u Novskoj prevelio.

Broj	vrist!	znak vlasti- ničtva	osovine	težina u to- nama		vrst tereta	tereta	ukupna težina tona	k o l a s u		Natovarena kola bosanske željeznice	Opazka		
				vla- stita										
				po jedinih kola										
2448	stroj	Mav	3	3	.	.	.	38. ₁₇	.	.	.	.	1
2448	tend.	Mav	3	3	.	.	.	34. ₀₀	.	.	.	.	2
10139	Gf	M á v	2	7. ₁₀	11. ₁₀			7. ₁₀	.	.	.	.	3
20523	—	M á v	2	7. ₀₀	10. ₁			18. ₁₀	.	.	.	.	4
29700	G	M á v	2	5. ₆₀	3. ₀₀			15. ₇₀	.	.	.	.	5
9207	—	M á v	2	6. ₀₀	3. ₀₀			9. ₀₀	.	.	.	.	6
10700	Gf	M á v	2	7. ₅₀	4. ₇₀			12. ₂₀	.	.	.	.	7
2350	—	M á v	2	5. ₂₀	10. ₂₀			14. ₄₀	.	.	.	.	8
981	G	M á v	2	4. ₅₀	4. ₄₀			8. ₉₀	.	.	.	.	9
811	—	M á v	2	4. ₈₀	4. ₄₀			9. ₂₀	.	.	.	.	10
2273	In	M á v	2	5. ₄₀	4. ₄₀			9. ₅₀	.	.	.	.	11
4001	—	M á v	4	14. ₀₀	4. ₄₀			18. ₄₀	1	1	1	1	12	
1709	Ik	M á v	2	6. ₀₀	4. ₄₀			10. ₄₀	1	1	.	.	13	
2299	—	M á v	2	5. ₂₀	5. ₀₀			10. ₂₀	1	1	.	.	14	
943	—	M á v	2	4. ₅₀	5. ₀₀			9. ₅₀	.	1	.	.	15	
2095	In	M á v	2	5. ₉₀	5. ₇₀			11. ₆₀	.	1	.	.	16	
4003	—	M á v	4	13. ₇	5. ₇₀			19. ₄₀	.	1	.	.	17	
6009	Ik	M á v	2	5. ₁₀	5. ₇₀			10. ₈₀	.	1	1	1	18	
2294	—	M á v	2	5. ₂₀	5. ₇₀			10. ₉₀	1	1	.	.	19	
2181	In	M á v	2	5. ₃₀	5. ₇₀	mješo- vila		11. ₀₀	1	1	.	.	20	
420	—	M á v	2	5. ₄₀	7. ₃₀	vodja		12. ₉₀	.	1	.	.	21	
7526	—	M á v	2	8. ₃₀	1. ₅₀	vlaka		9. ₈₀	.	1	.	.	22	
13333	—	M á v	2	7. ₈₀	2. ₆₀	prtijag.		9. ₈₀	.	1	.	.	23	
115	kr. ug. državna	M á v	2	16. ₀₀	4. ₀₀	posta		20. ₀₀	.	1	.	.	24	
4577	—	M á v	2	11. ₇₀	0. ₁₆	putnici		11. ₈₆	.	1	.	.	25	
4581	—	M á v	2	11. ₈₀	0. ₈₈			12. ₆₈	.	1	1	1	26	
4567	—	M á v	2	11. ₇₀	0. ₈₀			12. ₅₉	1	1	.	.	27	
4486	—	M á v	2	11. ₈₄	2. ₀₀			13. ₆₃	1	1	.	.	28	
748	—	M á v	2	12. ₈₀	0. ₂₄			13. ₀₄	1	1	.	.	29	
745	—	M á v	2	12. ₉₀	0. ₂₄			13. ₁₄	1	1	.	.		
Ukupno			42	228. ₂₀	118. ₇₂	%		346. ₉₂	8	21	6	12	9	3

U Zagrebu, due 3. listopada 1892.

Od strane prometa kr. ug. drž. željeznice:

Philipovich m. p.
nadprotustavnik.

Za tornada nisu mogli ona i sluga zajedničkim silama otvoriti vrata od sobe, a iza prolaza tornada otvorila su se vrata sama, a prozori su svi zajedno sa okvirima odletjeli u sobu.

III.

Tlak zraka bio je taj dan prilično jednoličan po čitavoj Evropi: slab maksimum povrh Danske, a niži tlak povrh sredozemnoga mora. Po Hrvatskoj je bio tlak također prilično jednoličan čitav dan sa malim promjenama. Od jutra do večera pao je tlak neznatno svuda po Hrvatskoj, kako se vidi iz priložene table br. 2. Ta tabla prikazuje opažanja meteorologijskih postaja Hrvatske, Madžarske, Bosne, Dalmacije, Istre i Kranjske, kako sam ih dobio stranom od pojedinih postaja, stranom od c. i kr. centralnih meteorologijskih zavoda u Beču i Budimpešti. Barometar i temperaturu pojedinih postaja redukovao sam na visinu od 100 m. t. j. od prilike na onaj niveau u kojem je počeo tornado. Temperaturu sam redukovao na niži ili viši niveau računajući poprečno umanjenje temperature kako vrijedi za mjesec svibanj, t. j. za 7 am. $0\cdot7^{\circ}$ C. po 100 m. visine, za 2 pm. $0\cdot8^{\circ}$ C., a za 9 pm. $0\cdot7^{\circ}$ C. Prema tome sam redukovao i tlak. Karta br. 3. prikazuje nam izobare (izvučene) i izoterme (ertkane) za 2 pm.; za 7 am. i 9 pm. je rasporedba ista, samo što je tlak u 7 am. svuda nešto viši, a u 9 pm. svuda nešto niži.

Iz spomenutih karata vidimo, da su bile čitavi dan povrh Hrvatske i susjednih zemalja četiri slabe depresije: jedna nepravilna oblika povrh Istre sa središtem na međi Istrc, Hrvatske i Kranjske; druga veoma duguljasto eliptična sa središtem između Križevaca i Kaniže; treća u sjevernoj Bosni između Bišća i Banjaluke; a četvrta na skrajnjem istoku Hrvatske između Bjelaja, Iloka i Pančeve.

U 7 am. bile su razlike temperature po Hrvatskoj neznatne. Temperatura je bila najviša u zapadnoj Istri, između Senja i Crikvenice te na skrajnjem istoku između Iluka i Zemuna. Niska temperatura bila je u srednjoj Kranjskoj, sjevero-istočnoj Hrvatskoj te u sjevero-zapadnoj i zapadnoj Bosni.

U 2 pm. bila je temperatura najniža u Hrvatskom primorju između Rijeke i Crikvenice, zatim na međi Hrvatske i Bosne od Bišća do Požege. Istočna Hrvatska, Bosna i čitavi Kras od međe Kranjske do Dalmacije imale su veoma visoku temperaturu. Izoterna od 30° protezala se od Pećuha preko Osijeka, Bjelaja i Trav-

Iskaz br. 3

o trajanju oluje dne 31. svibnja 1891. u pošt. i brz. ravnateljstvenom okružju zagrebačkom.

Ime ureda	T r a j a n j e n e v r e m e n a								
	d o p o d n e				p o p o d n e				
	od	do	od	do	sat	čas	sat	čas	
sat	čas	sat	čas	sat	čas	sat	čas		
Belovar . . . . .	.	.	.	.	8	40	8	15	
Bosut . . . . .	.	.	.	.	2	55	5	50	
Čepin . . . . .	.	.	.	.	2	35	.	.	
Dubica . . . . .	.	.	.	.	4	.	4	30	
Gjurdjevac	8	.	10	.	.	.	.	.
	11	20	12	.	4	40	6	.	
Glina . . . . .	.	.	.	.	2	30	5	.	
Jasenovac . . . . .	.	.	.	.	2	35	6	.	
Koprivnica	8	.	9	40	4	58	8	.	
	11	40	12	.	12	15	1	40	
Karlovac . . . . .	.	.	.	.	2	30	4	30	
Korenica . . . . .	.	.	.	.	12	.	8	.	
Krapina	8	54	9	40	5	.	5	50	
Kutjevo . . . . .	.	.	.	.	2	50	5	10	
Morović . . . . .	.	.	.	.	5	30	8	.	
Nova Gradiška . . . . .	.	.	.	.	3	55	4	55	
Nóvska . . . . .	.	.	.	.	4	.	5	30	
Novi Marof . . . . .	.	.	.	.	5	45	8	.	
Osiiek g. g. . . . .	.	.	.	.	3	15	8	.	
Požega . . . . .	.	.	.	.	3	.	4	30	
Pakrac . . . . .	.	.	.	.	7	50	10	.	
Petrovoselo	12	.	.	.	3	10	4	50	
Petrinja	8	.	9	.	6	20	8	50	
Rača . . . . .	.	.	.	.	4	25	7	30	
Rieka gor. . . . .	.	.	.	.	2	45	5	5	
Šid . . . . .	.	.	.	.	2	35	4	35	
	.	.	.	.	7	10	10	.	
	.	.	.	.	5	.	9	.	
	.	.	.	.	3	50	5	10	

Ime ureda	Trajanje nevremena							
	do podne				po podne			
	od		do		od		do	
	sat	čas	sat	čas	sat	čas	sat	čas
Sisak . . . . .	.	.	.	.	3	30	4	45
Suhopolje	10	50	12	.	.	.	.	.
Sv. Ivan Zelina . . . . .	.	.	.	.	3	.	5	.
Šamaec . . . . .	.	.	.	.	5	.	6	.
Slunj	11	35	.	.	.	.	9	.
Senj	11	20	.	.	.	.	1	45
Topusko . . . . .	.	.	.	.	12	45	7	.
Vrbanje . . . . .	.	.	.	.	3	20	4	20
Varaždin . . . . .	.	.	.	.	5	50	8	20
Vinkovce . . . . .	.	.	.	.	3	16	4	.
Virovitica . . . . .	.	.	.	.	2	.	4	45
Zavalje	11	50	.	.	.	.	8	.
Zlatar . . . . .	.	.	.	.	5	.	8	.
Zemun . . . . .	.	.	.	.	8	45	9	55
Zagreb . . . . .	.	.	.	.	1	30	6	.
Dalj . . . . .	.	.	.	.	7	50	10	.
Novi	11	30	.	.	.	.	2	20

Kr. pošt. i brzjavno ravnateljstvo.

U Zagrebu, 14. prosimca 1892.

Vuchetich.