

SEIZMOGRAF WIECHERT

The Wiechert Seismograph

Matjaž Gostinčar*, Renato Vidrih**

UDK 550.34

Povzetek

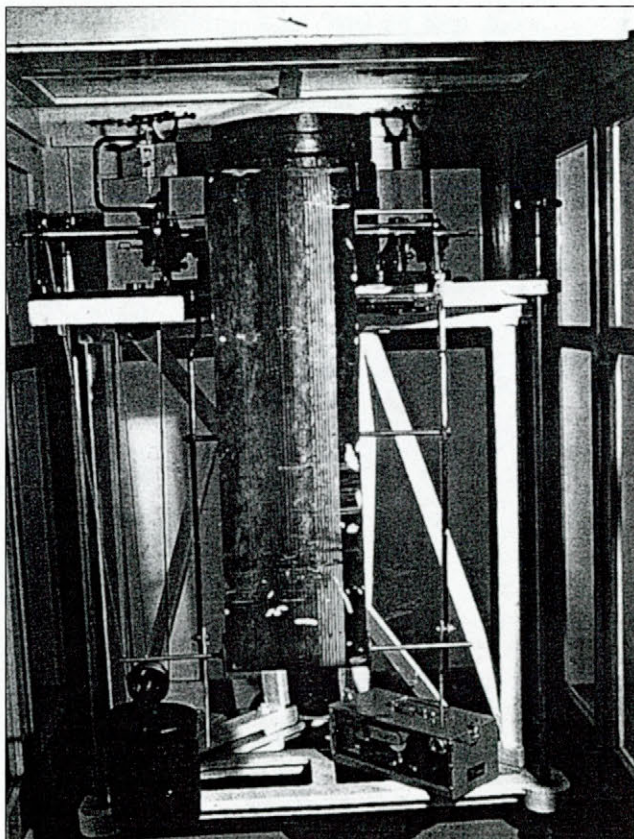
Mehanski seizmograf Wiechert je eden najstarejših potresomerov v Sloveniji, saj je začel delovati že leta 1926 in z daljšimi prekinitvami deloval do leta 1970. Danes je shranjen v observatoriju Uprave RS za geofiziko na Golovcu. Kljub temu, da je usposobljen za uporabo, ga zaradi zamudne priprave registrirnega papirja in prehajanja na sodobnejšo opremo, ne uporabljamo več.

Abstract

The mechanics of the Wiechert seismograph is one of the oldest seismic instruments in Slovenia. It was first installed in the cellar room of the University at Kongresni trg and was in use from 1926 to 1941. Its recordings were studied at the Seismological Institute in Belgrade and were also published in their yearbooks. Unfortunately all the registrations were lost during the second world war. Some people believe that they vanished in a fire during the bombardment of Belgrade in April

1941. In January 1949, soon after the war, the University Institute of Physics in Ljubljana took over the Wiechert seismograph. Later the instruments were abandoned in the University entrance hall. Plans for the construction of the Golovec Observatory in Ljubljana were made in 1954. In 1955 renovation work on the seismograph was started and, it was finally set up in 1959 in the cellar of the Golovec Observatory. It was placed on a concrete pillar set into a rock foundation and is separated from the main building. It operated until 1970. Even though it is in a functional state, we do not use it for regular seismic activity registration, since the preparation of the registration paper is a long procedure.

The horizontal seismograph Wiechert belongs to the Slovenian Geophysical Survey and operates on the basis of the same principles as other horizontal seismographs, except for the lower weight which adds up only to 200 kg. The instrument magnifies its registrations from 40 to 160 times.



Slika 1. Mehanični seizmograf Wiechert v observatoriju URSG na Golovcu: shranjen je v stekleni vitrini; spodaj desno je sodoben seizmometer Vegik; v sredini slike je osajen neskončni papir

Figure 1. The Mechanical Wiechert seismograph at Golovec Observatory is protected by a glass cabinet; bottom right we see a modern seismometer Vegik; In the middle there is endless soot covered paper

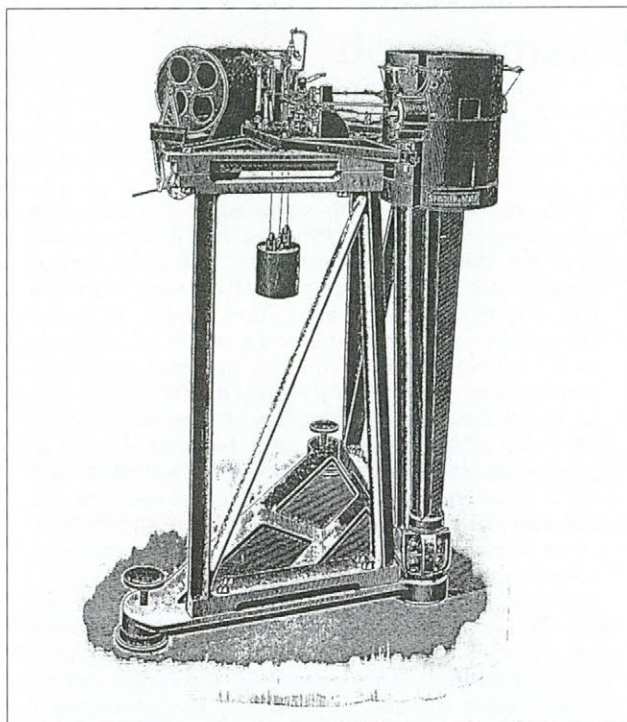
Zgodovina seizmografa

Ko je pionir slovenske seizmologije prof. A. Belar (1864 - 1939) živel s skromno državno pokojnino in vzdrževal le še svojo zasebno potresno opazovalnico v Podhomu pri Bledu, je 1. decembra 1924 prevzel vodstvo potresne opazovalnice, ki je delovala v okviru Zavoda za meteorologijo in geodinamiko pri ljubljanski univerzi, dr. A. Gavazzi. Instrumenti so bili v slabem stanju, pa še to sta bila le dva Belarjeva vodoravna instrumenta z maso po 360 kg. Leta 1925 je vodstvo prevzel Oskar Reya, ki mu je že konec leta uspelo nabaviti dvokomponentni vodoravni Wiechertov seizmograf z maso 200 kg. Deloval je od leta 1926 do 1941 v kletnih prostorih univerze na Kongresnem trgu (2). Registracije so obdelovali v Seizmološkem zavodu v Beogradu in jih objavljali v svojih letopisih. Vsi zapisi so se med vojno izgubili. Nekateri menijo, da so zgoreli med bombardiranjem Beograda aprila 1941. Kmalu po vojni, januarja 1949, je Fizikalni inštitut univerze v Ljubljani od Seizmološkega zavoda v Beogradu prevzel Wiechertov seizmograf. Nadzorstvo nad opazovalnico je prevzel prof. R. Vodušek. Pozneje je seizmograf sameval v pritličju osrednjega poslopja univerze, kjer sta ga močno načela vlaga in čas. Tudi kontaktna ura z lesenim nihalom je propadala (slika 5).

Leta 1954 so začeli nastajati načrti za gradnjo observatorija na Golovcu, kjer je stala zapuščen hiša, ki je bila tedaj znana kot Vila na visokem. Pod vodstvom prof. F. Dominka so seizmograf Wiechert leta 1955 končno vendarle začeli obnavljati poznejši sodelavci Astronomsko-geofizikalnega observatorija. V drugi fazi obnove jim je uspelo nabaviti originalne dele pri podjetju Spindler in Hoyer v Solingenu, saj jih doma ni bilo možno dobiti. Wiechertov seizmograf so leta 1959 obnovili in postavili v klet observatorija na Golovcu, kjer je beležil bližnje potrese do leta 1970 (slika 1). Obnovljen Wiechertov seizmograf z dvema komponentama seveda ni zadovoljeval vseh potreb. Njegova statična povečava je bila 180 do 200-kratna, dolžina minute pa je bila 16 do 19 mm in je bila odvisna od trenja vrteče vetrnice

*Ministrstvo za okolje in prostor, Uprava Republike Slovenije za geofiziko, Pot na Golovec 25, Ljubljana

**mag., Ministrstvo za okolje in prostor, Uprava Republike Slovenije za geofiziko, Pot na Golovec 25, Ljubljana

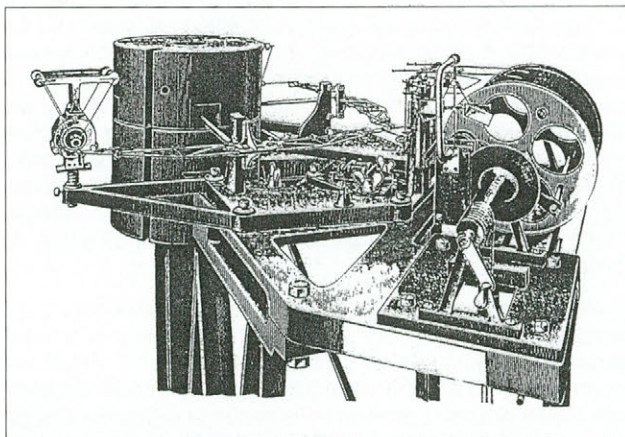


Slika 2. Na risbi seizmografa Wiecherta je lepo vidna 200 - kilogramaska utež, na spodnjem delu seizmografa pa kardanski zglob nihala; v ozadju je viseča utež za pogon registrirnega bobna, na katerega je bil napet osajen papir Figure 2. The figure clearly presents the 200 kg weight and Cardan joint of the pendulum; in the background one notices a pending weight that drives the register on which the soot covered paper is strained

z ozračjem. Odvijanje registrirnega valja je bilo neena-
komerno. Vrednost podatkov je bila majhna. Določitve
epicentrov potresov so bile zato zelo nenatančne.

Sestava in delovanje

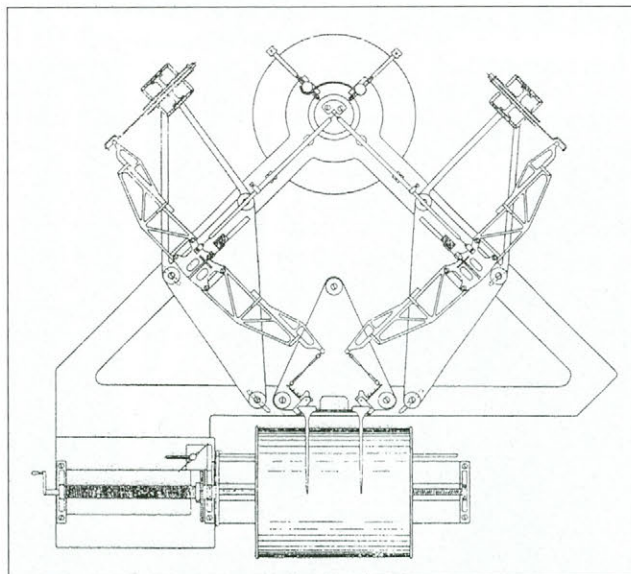
Prof. dr. Emil Wiechert je svoj prvi seizmograf izdelal leta
1901 in hkrati v Göttingenu ustanovil geofizikalni inštitut.
Glavni sestavni deli vseh njegovih seizmografov so okvir,



Slika 3. Vrhni del seizmografa: v ospredju je registrirni boben, na katerem sta dve peresi, ki razita po osajenem papirju; na levi strani je ob masi nihala cilinder zračnega dušenja

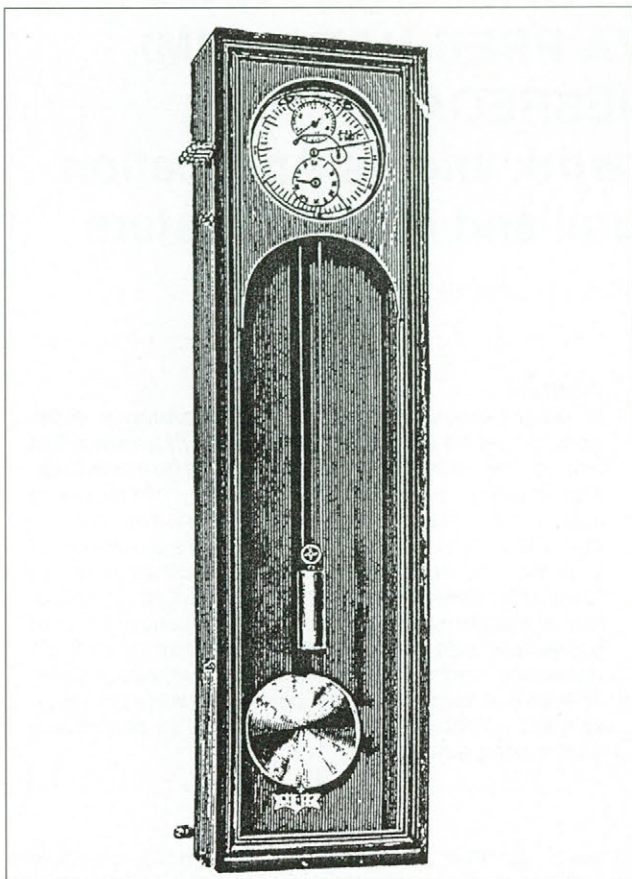
Figure 3. The top part of the seismograph. In the front we notice the register with two pens drawing on the soot covered paper; on the left side of the pendulum is the air dumping cylinder

obrnjeno nihalo z utežjo in registrirni del (sliki 2 in 3). Horizontalni seizmograf Wiechert Uprave RS za geofiziko deluje na podoben način kot drugi vodoravni seizmografi konstruktorja Wiecherta, le da ima manjšo maso, v našem primeru 200 kg namesto običajnih 1000 kg. Manjša masa nihala neposredno vpliva na občutljivost in s tem posredno tudi na povečavo. Dušenje je enako kot pri seizmografih tipa Wiechert z večjimi masami nihala. Povečavo je možno nastaviti v razponu od 40- do 160-krat, lastno periodo pa od 4 do 12 s. Občutljivost za naklon je 1 do 12 mm na stopinjo. Dušenje lahko odklopimo, tako dobimo aperioidično nihalo. Trenje suspenzije je izredno majhno. Prav tako lahko nastavimo pritisk peresa na osajen papir med pol do 1 mg. Za minutna znamenja skrbi rele, ki ob vsaki minuti dvigne peresi za 1 s. Seizmograf deluje na načelu obrnjene nihala. Nihalo je na dnu vpeto v kardanski zglob, ki je narejen z listnimi vzmetmi. Na vrhu je nameščena 200-kilogramaska utež. Središčna točka nihala je 1 m nad točko vrtilišča (1). V središčni točki sta prek torzijskih vzmeti vpeti dve kovinski letvi, ki prenašata gibanje mase na sistem vzvodov (slika 4). Letvi sta pritrjeni pravokotno druga na drugo v vodoravni smeri, kar pomeni, da lahko obrnemo seizmograf v smeri sever - jug in vzhod - zahod. Vsaka od letev prenaša gibanje mase seizmometra na aluminijast vzvod, ki ima navpično vrtilišče. Na eni strani vzvoda je pritrjena ročica valja zračnega dušenja, na drugi strani pa je prek vmesne ročice povezan z registrirnim peresom. Pri komori zračnega dušenja je reža med batom in steno komore čim manjša. Ročica cilindra je na vsaki strani cilindra vpeta na dve suspenziji. S pomočjo regulacijskih vijakov spreminjamo dolžino suspenzij in s tem postavimo bat v sredino cilindra. Komora ima na obeh straneh prozorno zaporo, tako da lahko pri nastavljanju opazujemo širino zračne reže. Dušenje je linearno za vse oscilacije nihala. Registrirno pero mora biti zelo lahko, zato je izdelano iz aluminija. Dolžina peresa, od osi, kjer je vpeto, do konice, s katero razi po osajenem papirju, je 15 cm. Regulacijski vijak in majhna utež sta na nasprotni strani osi. Pero lahko uravnotežimo po načelu tehtnice. Nosilec, na katerega je pritrjeno registrirno pero, ima tri koničaste ležaje, v enem od njih je vmesna ročica. Koničasti ležaji so



Slika 4. Tloris seizmografa Wiechert: na vrhu slike je utež nihala, lepo pa so vidni tudi vzvodi, ki so speljani od mase nihala do peres na registrirnem bobnu na spodnjem delu slike

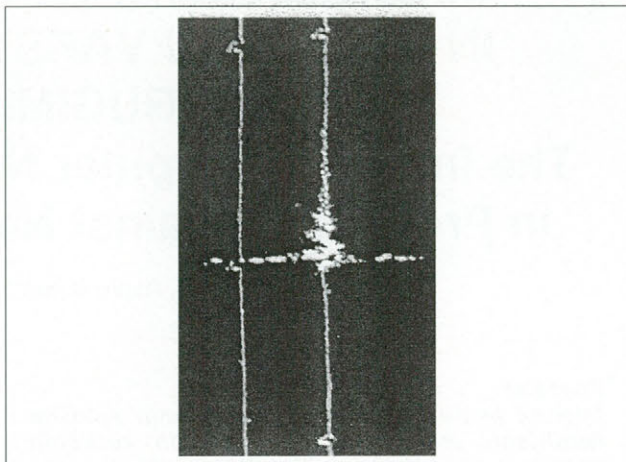
Figure 4. A layout plan of the Weichert seismograph; at the top of the picture the pending weight is seen; one can also notice the levers attached to the pendulum and the pens on the register in the bottom part of the picture



Slika 5. Ura Spindler-Hoyer je bila nujno potrebna za določitev točnega asa; prek releja in registrirnih peres je dajala minutna znamenja na seizmogramu
Figure 5. The Spindler-Hoyer clock was essential for accurate timing; together with the relay and pens it registered one-minute signs on the seismograph

namenjeni mehanskemu naravnavanju povečave. Prvi položaj ima desetkratno povečanje od drugega. Vmesna ročica je narejena tako, da ob prevelikih odklonih peresa ali mase izpade iz ležišča in s tem prepreči poškodbe vitalnih delov seizmografa. Peresi obeh komponent pišeta na papir dolžine 90 cm in širine 22 cm, ki ga zlepimo na obeh koncih, tako da dobimo neskončen trak. Minuta je dolga 10 mm. Ta trak osajimo in ga vstavimo na registrirni valj premera 20 cm in širine 22 cm. V spodnjo stran papirnatega traku položimo aluminijast cilinder in s tem povečamo trenje med registrirnim valjem in osajenim papirjem. Registrirni valj poganja 15-kilogramska utež, ki je obešena na jekleno pletenico (slika 2). Pletenica je na eni strani pritrjena na ohišje seizmometra, na drugi pa na os registrirnega valja. Navita je na os registrirnega valja in ker se zaradi obtežitve želi odviti iz osi, s tem vrtil valj. Za enakomerno vrtenje skrbi centrifugalni regulator, ki je prek zobnika in polžastega prenosa povezan z osjo. Če želimo imeti daljše minutno znamenje, moramo povečati hitrost vrtenja registrirnega valja, kar dosežemo z nastavitvijo centrifugalnega regulatorja. V tem primeru ne smemo pozabiti podaljšati registrirnega papirja.

Seizmograf moramo postaviti na primerno podlago in v ustrezen prostor. V ta namen je potreben poseben steber, ki je zabetoniran v skalnato podlago, njegove dimenzije pa so 115 x 115 cm. Debelina stebra mora biti najmanj 60 cm. Steber mora biti ločen od stavbe z najmanj sedemcentimetrsko zračno režo. Seizmograf je zaščiten s stekleno vitrino, ki ga varuje pred poškodbami in vplivi okolice. Biti mora v suhem prostoru.



Slika 6. Zapis potresa 5. novembra 1963 ob 5. uri in 15 minut po UTC na litijskem območju na seizmografu Wiechert; zapis šibkega potresa je 4,5-krat povečan, dolžina minute je 15 mm

Figure 6. The registration of an earthquake occurring on 5th November 1963, at 5.15 UTC in the Litija region on the seismograph Weichert; the registration of this small earthquake is magnified 4.5 times; the length of one minute is 15 mm

Priprava registrirnih papirjev

Glavna razloga, zakaj tega seizmografa danes ne uporabljamo več, sta zamuden postopek za pripravo registrirnih papirjev in prehajanje na sodobnejšo opremo. Osajevanje papirjev je bilo precej dolgotrajno in natančno delo, resnici na ljubo pa tudi umazano. V ta namen je bilo narejeno stojalo z valjem, prek katerega je bil položen neskončni trak, ki ga je bilo treba osajiti. Na spodnjo stran papirnatega traku smo položili aluminijast cilinder in s tem povečali trenje med zgornjim valjem (tega smo vrteli z ročico) in papirjem. Približno 20 cm pod spodnjim valjem je bilo treba zažgati vato, namočeno v petrolej. Med gorenjem vate se je kadilo, kar je omogočilo, da so se saje ujele na papir nad njimi. Pri enakomernem vrtenju zgornjega valja se je papir enakomerno osajil. Vendar pa osajena plast ni smela biti predebela, ker se je odluščila. Ponavadi je bil nevešč osajevalec bolj osajen kot papir.

Tako pripravljen papir je dežurni tehnik vstavil na registrirni valj seizmografa. Po končani registraciji je bilo treba zapis primerno zaščititi, saj je vsak dotik seizmograma pomenil tudi uničenje tistega dela zapisa.

Fiksiranje zapisa je potekalo na istem stojalu kot osajevanje, vendar v tem primeru na spodnjem delu posode, v kateri je bil v etilnem alkoholu raztopljen šelak. Seizmogram je bilo treba s spodnjo stranjo potopiti približno 0,5 cm globoko v raztopino šelaka in ga narahlo zavrteti, tako da je bil ves seizmogram prevlečen s tankim slojem te raztopine. Po končanem fiksiranju je bilo treba seizmogram še posušiti. Alkohol je zaradi svoje hlapljivosti izdatno pomagal pri tem opravilu. Šele tedaj je bil seizmogram tako pripravljen, da je lahko seizmolog iz njega odčital podatke o potresu. Primer zapisa potresa s seizmografom Wiechert je predstavljen na sliki 6.

Literatura

1. Horizontal - und Vertikal - Seismographen nach Prof. Dr. E. Wiechert. Spindler & Hoyer G. m. b. H. Mechanische und optische Werkstätten, Göttingen.
2. Ribarič, V., 1994. Potresi v Sloveniji. Ob stoti obletnici velikega ljubljanskega potresa. Slovenska matica, 173 str., Ljubljana.