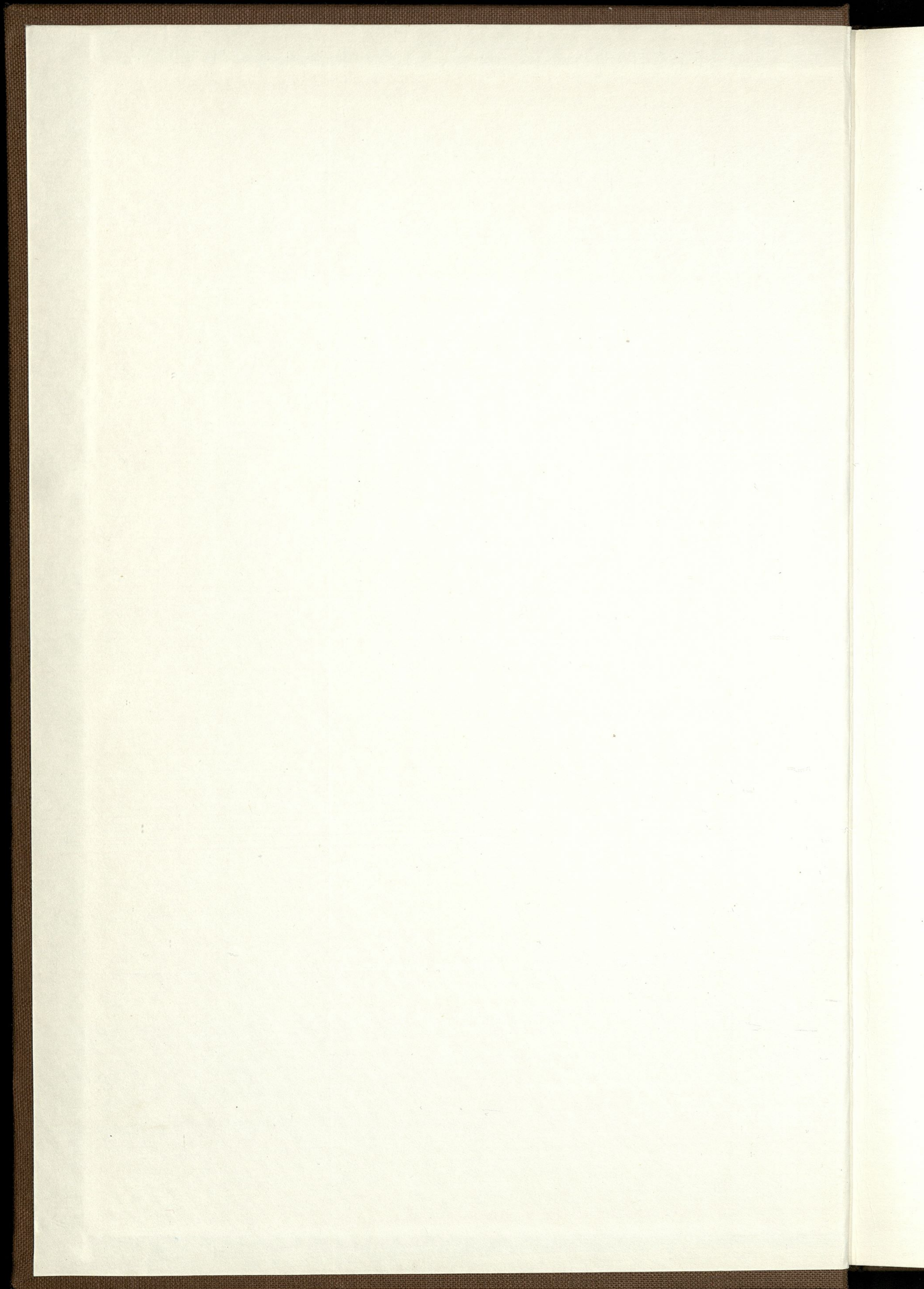


VLADIMIR RIBARIČ

ŠTUDIJA SEIZMIČNOSTI
OZEMLJA SR SLOVENIJE

III. DEL



Inv. II, 1981

Uvod

Prva dva dela "Študije seizmičnosti ozemlja SR Slovenije s posebnim ozirom na dinamične vplive potresov na gradbene objekte" sta vsebovala kataloge potresov z epicentri v Slovenije in deloma izven nje, upošteva je makroseizmične učinke potresov na posameznih področjih.

Tretji in dokončni del študije obsega revizijo nekaterih podatkov iz prvega in drugega dela ter sintezo snovi glede na možnost objektivne ocenitve parametrov v inženirski seizmologiji.

Posebna pozornost je bila posvečena študiju razprostiranja potresne energije v posameznih regijah Slovenije.

Številni podatki so obdelani na način in z metodami, ki so danes veljavne, pri tem pa si je avtor pridržal pravico strogega kriterija za obdelavo podatkov predvsem iz razloga, da ne bi formalističnih, pa tudi specifičnih tujih zaključkov, uporabil v naših razmerah in pogojih.

Študija je pokazala, da je potreben njen daljnji razvoj in to predvsem z inštrumentalnimi podatki, katerih je trenutno zelo majhno število. Šele z uvajanjem modernizirane gostejše mreže seizmoloških opazovalnic se bo dalo priti do popolnejših in preciznejših rezultatov.

V.R.

KAZALO

Uvod	I
Kazalo	II
Kratice in simboli	III
Revidirani katalog potresov v Sloveniji od 1900-1970,3	1
Podroben katalog potresov v Sloveniji in močnejših potresov v sosednjih pokrajinah od 31.1.1956 do 15.IV.70	10
Seizmična aktivnost v Ljubljani in njeni neposredni okolici med 1.1963 in 1.1970,3 /Sg-Pg do 5 s/	36
Intenzitete, magnitude in tipične hipocentrske globine potresov v ljubljanski coni /1500-1970,3/	42
Ocenitev seizmične aktivnosti po seizmogenih conah v Ljubljani in njeni okolici v razdobju od 1894.leta do leta 1970,3	47
Žariščni parametri in magnitude potresov v Ljubljani	48
Dolžina preloma in magnituda	49
Prelomna površina in magnituda	53
Potres z dne 26.III.1511	55
Apendiks	56
Magnituda in energija potresov	59
Energija potresov in makroseizmične količine	60
Verjetnostne ocenitve pospeškov tal pri potresih z različnimi I_0	64
Báthova količina Z	66
Odnosi med mehanskimi parametri potresov	67
Problem amplitude premikov tal	68
Hipocentrske globine po makroseizmičnih podatkih	72
Splošna označba seizmičnosti Slovenije	81
Sklep	83
Priznanje	83
Prilogi:	
Zemljevid epicentrov potresov v Sloveniji od 1.792-1955	
Zemljevid epicentrov potresov v Sloveniji od 1956-1970,3	

KRATICE IN SIMBOLI

Citati iz literature so navedeni med tekstom študije.

Kratice in simboli, ki jih najpogosteje uporabljamo:

- a_0 - pospešek tal v epicentru, cm/s^2
- A_0 - amplituda nihanja tal v epicentru, cm
- A_L - vzbujevalna Harkriderjeva funkcija /Harkrider, 1964/
- a_m - velikost pospeška v delih g, ki odgovarja matem. upu $\log a_0$
- A_z - azimut
- A_* - ploščina prelomne površine
- AGO - Astronomsko geofizikalni observatorij v Ljubljani
- α - matematični up, $M/\log a_0$
- $\propto$ - koeficient absorpcije prostorskih seizmičnih valov, km^{-1}
- $\propto$ - proporcionalen z
- B - oznaka za pojav izven Slovenije
- BA - British Association for the Advancement of Science
- BC - Publications du Bureau Central de l'Association Internationale de Séismologie, Série B, Catalogues, Strasbourg 1907-12.
- BGD - Seizmološki zavod Beograd
- CA - Cavasino A.: I terremoti d'Italia 1899-1933, Mem. R. Uff. Centr. di Meteorologia e Geofisica.
- C_L - fazna hitrost valov vrste Love
- D - razdalja /v splošnem/, D_c - izračunana razdalja
- Δ - epicentrska razdalja
- E_0 - energija potresa /erg/ v žarišču
- $E_{\max}$ - maksimalna energija
- E_{tot} - skupna energija
- F - površina, ali konec procesa /finis/
- H - epicentrski čas
- H_0 - hipocentrski čas
- h - žariščna globina, km
- h' - žariščna globina po formuli Blake-Šebalin, km
- I - intenziteta potresa v^0 , označena tudi z $I_{\max}$
- I_0 - intenziteta v epicentru
- I_{sr} - srednja intenziteta
- ING - Istituto Nazionale di Geofisica, Roma
- ISC - International Seismological Center, Edinburgh

- ISS - International Seismological Summary, Kew Observatory
J - joule, 10^7 ergov
K - energetski razred
KM - Kárník V.-Magnitudenbestimmung europäischer Nahbeben,
Travaux de l'Inst.Géophys.de l'Ac.Tchécosl.des Sc.47,1956.
KRL - Geod.Inst.Techn.Hochschule, Karlsruhe
KSH - Seizmološka postaja Kašperske Hory /ČSSR/
L - dolžina preloma, km ali cm
LJU - Ljubljana
M - magnituda izračunana s površinskimi valovi
m - magnituda izračunana s prostorskimi valovi, tudi m_b
 M_{PH} - magnituda izračunana s horizontalno komponento vala P
MCS - potresna skala Mercalli-Cancani-Sieberga
MS - makroseizmičen
ms - mikroseizmičen
MSK - potresna skala Medvedev-Sponheuer-Kárník
n - normalna vrednost žariščne globine, km
P - longitudinalni val
 P_g - longitudinalni val skozi granitno plast
PAD - seizmološka postaja Padova
PRŮ - seizmološka postaja Průhonice /ČSSR/
R - polmer izoseiste, epicentrska razdalja, km, polmer perceptibil-
r - hipocentrska razdalja, km nosti potresa.
s - epicentrska razdalja, km
 S_a - površina cone z naknadnimi potresi
STU - Baden-Württembergischer Erdbebendienst, Stuttgart
TMZ - seizmološka postaja Tolmezzo
TRI - Istituto geofisico sperimentale, Trieste
TT - Toperczer M.-Trapp B.:Mitteilungen der Erdbeben-Komission,
Neue Folge, 67, Wien, 1961.
 T_1 - prevladujoča pogojna perioda nihanja tal, s
 t_0 - trajanje nihanja ob potresu
 t' - trajanje registracije nihanj po Malamudu
ⓐ - kot med smerjo preloma in seizmološko postajo
 $\tilde{U}_0$ - spektralna gostota
u - premik
 v_0 - maksimalna hitrost tal v epicentru, cm/s

ω - kotna frekvenca, s^{-1}

z - število opazovalnih podatkov

Agencije:

BCIS- Bureau Central International de Séismologie, Strasbourg

ISC - International Seismological Center, Edinburgh

IFZ - Institut fiziki Zemlji, Moskva

USCGS- United States Coast and Geodetic Survey, odn. ESSA

VIE - Zentralanstalt für Meteorologie u. Geodynamik, Wien

VKA - Wien-Kobenzl /ZMuG/.

Ostale kratice seizmoloških postaj in agencij so povzete po delu: "Seismograph Station Abbreviations", Coast and Geodetic Survey, Rockville, Maryland, 1970.

Kratice avtorjev so povzete po delu V. Karnik: Seismicity of the European Area, Pt. I, Praha, 1968, 353-361.

REVIDIRANI KATALOG POTRESOV V SLOVENIJI OD
1900-1970,3

Uvod : Makroseizmična kataloga v prvih dveh študijah seizmičnosti je bilo po dokončni obdelavi mikroseizmičnega gradiva in novejših študij možno dopolniti, oziroma korigirati. S stališča inženirske seizmologije so pomembni zlasti potresi z $I_0 \geq 6^0$, to je z $M > 4,5$, zato smo v revidirani katalog uvrstili predvsem potrese s takšno, oziroma večjo intenziteto.

Glavno oporo reviziji so dali podatki iz dela V. Kárnika, *Seismicity of the European Area, Part 1, Praha, 1968*, pri katerem so bili uporabljeni tudi podatki iz prvega dela študije seizmičnosti Slovenije, avtorja V. Ribariča.

Oznake : Tabelarni pregled na naslednjih straneh vsebuje naslednje oznake, oziroma stolpiče:

- 1/ Tekočo številko potresa na katerega se nanaša revidirani podatek,
- 2/ Datum, epicentrski čas po Greenwichu, geografske koordinate, stopnjo natančnosti epicentra ter globino žarišča v km.
- 3/ Magnitudo potresa M , epicentrsko intenziteto I_0 , polmer izoseiste r_5 in polmer mejne izoseiste r .
- 4/ Opombe in reference dopolnjujejo tabelo. Med te uvrščamo dopolnilne podatke o epicentrski coni,

številko kvadranta z dimenzijami $0,1^{\circ} \times 0,1^{\circ}$ geografske širine in dolžine ter verjetno prelomno cono.

Natančnost : Po Gutenbergu in Richterju /B.Gutenberg-C.F.Richter: Seismicity of the Earth and Associated Phenomena, 1954/ so epicentri klasificirani po naslednji tabeli:

Verjetne meje napake:	Epicenter:	Epic.čas:	Globina:
A - zelo natančen	$\pm 1^{\circ}$	$\pm 5^s$	± 30 km
B - natančen	$\pm 2^{\circ}$	$\pm 8^s$	± 50 km
C - malo natančen	$\pm 3^{\circ}$	$\pm 12^s$	± 80 km
D - nenatančen	-	-	-

Opomba: Ta klasifikacija pride v Evropi v poštev le v nekaterih področjih, kjer ni računati z makroseizmičnimi podatki, oziroma v prvih dveh desetletjih, ko seizmografska mreža ni bila dovolj razvita. Pomankljivosti seizmografskih aparatov tega časa so prav tako prispevale svoj delež k nenatančnosti instrumentalnega določanja parametrov epicentrov.

V Sloveniji je v tem stoletju natančnost določanja epicentrov reducirana na tip A, tip B pa je omejen le na posamezne potrese v razdobju do 17. stoletja.

REVIDIRANI KATALOG POTRESOV Z $Io \geq 6^{\circ}$ V RAZDOBJU OD LETA 1900 - 1970,3 / SLOVENIJA /

Št.	Datum	Epic.čas	Epic.koordinate	Natan- čnost	h km	M	Io	r ₅	r	Opombe	Ref.
645	16.II.1901	20 06,6	46,1 14,5	A	8	4,4	6,5	30	85	r ₆ =9, Ljubljana, RV	
735	17.XII. 02	15 20	45,9 15,1	A	6	3,7	6,0	-	40	dol.Mirne, RV	
744	16.II.1903	19 59 -	46,0 14,2	A	4	3,6	6,0	9	65	Šentjošt, RV	
780	31.III. 04	07 41,9	46,2 14,9	A	6	4,1	6,0	13	40	Trbovlje-Za- gorje-Vače, RV	
		08 45 -	46,2 14,9	/A/	n	-	6,0	22	60	Io=5-6 /BC/, TD	
837	23.V.1905	13 13 -	45,9 15,3	A	3	4,3	7,0	18	35	M=4,2 /RV/Bučka,	
		13 10 -	45,9 15,2	A	sup		8,0		40	vdorni potr.BC,SA	
850	14.XI. 05	12 47 -	46,0 15,5	A	1-2	3,6	6,5		10	M=2,7, Brestani- ca, RV, lokalni	
892	16.VI.1906	11 18 -	46,1 14,6	A	5	4,4	6,0	15	40	Io=5-6 /BC/ r ₆ =5, r ₂ =70, TD, RV	
901	20.X.1906	16 45 -	45,8 15,5	/A/	n	4,4	6,0	/12/		Io=4 /BC/, TD	
958	10.V.1907	04 25 -	46,1 14,6	A	/2/	/3,7/	6,0	5		r ₆ =3, r ₂ =32, RV, BC	
990	21.V.1908	16 13 -	46,2 15,1	B	n	/4,1/	6,0			Io=3-4 /BC/, TD	
1013	20.XI.1908	04 03 36	46,2 15,3	B	7	3,8	6,5	22	63	r ₆ =9, r ₄ =44, r ₂ =100 Io=8/BC/, RV, TD.	
1187	20.V.1913	16 15 09	45,5 14,4	A	15	3,6	6,0	27	62	/Celje-Trnovlje, natančnost A ?	
1205	24.III.1914	09 18 53	45,7 15,3	A	3	3,6	6,0	12	27	M=3,4, r ₆ =7, RV	

$r_2=120, M=4,3, h=7,$
 $Io=6-8 /TD/, TD, RV$

Št.	Datum	Epic.čas	Epic.koordinate	Natančnost	h km	M	Io	r ₅	r	Opomba	Ref.
1234	22.II.	1915	00 40 -	45,8 15,2	/A/	n 4,1	6,0	20	M=4,1	TD, RV	
									Novo mesto		
1240	a 15.III.	15	21 55,6	45,8 14,2	/A/	n 4,2	6,0	35	r ₅ =75	/TD/, M=4,5	
									h=18	/RV/.	
1249	25.VIII.	1915	07 40 -	45,8 15,2	B	n 4,1	6,0	28	h=21	TD, RV	
1267	2.I.	1916	15 10 -	45,6 15,3	B	n 4,1	6,0	12		TD, RV	
1274	12.II.	1916	04 12 -	46,2 14,6	B	n 4,1	6,0	28	h=21,	TD, RV	
1271	8.II.	1916	02 33 -	46,0 14,5	B	n 4,1	6,0	20	h=15	RV	
1293	14.VII.	1916	20 28 -	46,1 14,8	B	n 5,2	6,0	30	20 ^h 26 ^m 55 ^s ,	45,5	
									15,0	/TH/, TD, RV	
1299	18.IX.	1916	11 08 26	45,9 15,6	A	4 4,2	7,0	18	ZGB,	RV	
1302	24.IX.	1916	05 48 -	45,9 15,6	A	n 4,0	6,5		RV, ZGB		
1312	28.X.	1916	08 25 -	46,3 14,8	B	n 3,6	7,0	40	h=15,	TD, RV	
1314	30.X.	1916	00 17 -	46,3 14,8	B	n 4,4	6,5	25	h=13,	TD, RV	
1339	29.I.	1917	08 22 58	45,9 15,4	A	13 5,7	8,0	90	h=20, h=13,	TD, RV	
									45,6, 16,4	/BA/	
1358	29.I.	1917	10 29 25	45,9 15,6	A	18 4,5	6,0	35	h=26, M=5,0	/VK/	
1368	29.I.	1917	21 18 42	45,9 15,6	A	16 4,4	6,0	30	K=14,5	/ZGB/	
									h=21, M=4,6	/VK/.	
1390	15.II.	1917	20 12 40	45,9 15,6	A	n 4,1	6,0	10	h=8, h=5,	TD, RV	
									K=11	/ZGB/.	
1397	26.II.	1917	18 30 -	46,0 15,4	A	n 4,1	6,0	12	h=9,	h=6, TD, RV	

Št.	Datum	Epic.čas	Epic.koordi- nate	Natan- čnost	h km	M	Io	r ₅	r	Opomba	Ref.
1417	10.IV. 1917	02 14 08	45,8 15,4	A	n	4,6	6,0	30		h'=23, h=16, TD, RV RV: M=4,4	
1451	19.V. 1917	21 00 -	45,9 15,6	A	2	2,7	6,0	20	RV		
1463	17.VII. 1917	09 05 -	45,8 15,1	B	n	4,1	6,0		TD, RV		
1556	5.IX. 1919	20 37 -	46,5 16,0	B	n	4,6	6,0	15		h'=11, h=8, ISS: 47,5, 15,8, TT, RV.	
1613	17.X. 1920	10 50 -	46,0 15,5	A	6	4,1	6,0	12		h'=9, TD, RV	
1620	27.X. 1920	03 16 -	45,8 15,5	A	n	4,2	6,0	10		h'=8, h=5, TD, RV	
1638	5. I. 1921	00 20 -	45,8 15,1	B	n	4,4	6,5	17		h'=9, h=6, Io=6 /TD/, TD, RV	
1645	22.VIII. 1921	06 08,0	45,8 15,2	B	n	4,1	6,0	9		h'=7, h=5, TD, RV	
1674	27.II. 1923	05 45 -	45,7 15,3	B	n	4,1	6,0	15		h'=11, h=8 /RV/, M=3,9, r _{max} = 40 /TD/, TD, RV	
1686	25.III. 1923	20 05 -	45,9 15,4	A	n	4,1	6,0	30		h'=22, h=16, TD, RV	
1705	18.X. 1923	00 51 50	45,0 14,7	B	n	4,2	6,0	/30/		44,8 N, 14,7 E /ISS/, 45.5 N, 14,2 E /RV/, TD B ≡ epicenter izven Slovenije	
1710	15.IX. 1924	20 08 48	46,2 15,2	/B/	n	4,4	6,5	40		h=15, ISS: 45,0, 11,5 ?, TD, RV	
1713	3.XII. 1924	21 34 45	45,9 15,6	B	n	5,0	7,0	45		h'=17, h=12, M= ISS: 45,0, 16,0, Io=6 /TD/, TD, RV.	

Št.	Datum	Epic.čas	Epic.koordinate	Natan- čnost	h km	M	Io	r ₅	r	Opomba	Ref.
1715	3.XII.1924	22 35 -	45,9 15,6	A	4	3,4	6,0	45		aftershock, RV ZGB: K=12 ?	
1751	1.VII.1925	01 18 10	45,9 15,5	B	n	4,4	6,0	?		ISS:45,5,15,0, LJU, RV	
1816	5.IX. 1925	07 43 24	45,5 14,8	A	10	5,0	7,0	35		h'=13, M _{PH} =6,0 M=4,7 /RV/, 45,5,15,0 /ISS/.	
1829	1.I. 1926	18 04 06	45,5 14,4	A	/13/	5,6	7,5	105		r ₇ =10, r ₆ =42, M=5,3 /RV/, Io=8 /MC/, Io=7 /TD/ 45,0,14,8 /ISS/, 45,8,14,3 /CA/	
1897	25.VIII.1928	21 09 10	45,9 15,6	A	/5/	4,8	7,0	18		r ₆ =12, r ₄ =50, ISS, RV.	φ
1922	2.IX. 1929	05 51 57	46,4 14,3	B	n	4,4	6,0	95,		h'=21, h=11, 46,3,14,0 /ISS/, P=20.000 km ² /TU/, TT, RV, TU.	
1928	25.II. 1930	13 35 39	45,8 14,3	A	12	4,3	6,0	22 85		r ₄ =55,45,8,14,3 ISS, TD, RV	
1964	13.IV. 1931	01 56 13	45,8 15,3	A	8	3,9	6,0	15		K=12 -12,5 /ZGB/, RV.	
1942	22.I. 1931	02 54 -	46,5 14,8	A	n	4,1	6,0	15		h'=12, h=8, M=3,9 /RV/ TD, RV, TU.	
1981	23.XII.1931	05 26 42	46,1 14,8	A	3	3,2	6,0	40		RV ; TD: 14,5, M=4,1, r ₅ = /20/.	
2062	19.XII.1934	06 14 05	45,8 15,2	B	3	3,4	6,0	45		ZGB:K=10, RV.	

Št.	Datum	Epic.čas	Epic.koordi- nate	Natan- čnost	h km	M	Io	r ₅	r	Opomba	Ref.
2072	31.III.	1935 13 44 07	45,8 15,2	/A/	n	3,8	6,0	/30/		ISS: 45,6, 15,4,	
		ZGB reg.:13 44 16	45,7 15,3	A	3	3,2	6,0		38 TD. RV ZGB: K=12 !		
2080	8.I.	1936 16 23 07	46,6 15,2	/B/	n	4,3	6,0	25		h'=19, h=13, BGD,ISS:46,6,14,9 M/LH/:4,3 /8 mer./	
		LJU reg. 23 12	46,4 14,9	A	13	4,3	6,0	25			
2085	4.II.	1936 08 16 08	46,2 14,6	B	/17/	4,2	5,5	20	70	r ₄ =42, 46.0, 14,6 /TT/,ISS RV.	
2124	8.VII.	1938 16 50 -	46,2 15,2	B	n	4,1	6,0	12		h'=9, h=6,TD,RV	
2131	6.V.	1939 04 10 11	46,1 14,8	A	/11/	4,4	6,5	25	95	r ₆ =14,r ₄ =45, 1 RJ:47,2,14,0, Io=6,0 /TD/,RV. 1	
2154	9.III.	1940 04 54 03	45,8 15,4	/A/	n	/<4,7 / 7,0 15				BGD:r=18, h'=2-6 TD.	
						LJU: M=4,1, h=4,2 km./RV/, ZGB: Sg-Pg=4,5 s, K=11,reg.04 54 08 /val Pg/.					
2171	13.IV.	1941 14 29 46	45,9 15,6	A	2	3,0	6,0	30		ZGB:K=10, RV.	
2174	12.IV.	1942 00 01 52	46,3 13,8	B	n	4,2	6,0			ISS,MC,RV.	
2178	29.XI.	1943 02 04 24	46,5 16,0	B	n	5,0	6,0	35	54	h'=12-26km,h=	
2179	11.II.	1944 06 33 -	46,5 13,7	B	3	3,2	6,0		11, ISS:46,9,15,3, RV. 42, RV.		
2189	17.XI.	1947 21 03 -	46,4 15,3	B	n	4,1	6,0	/50/		ISS,RV	

LJU: h=11 km, r₅=20, Vitanje-Hudinja,
Avstroja: I_{max}=5,0./TT/.

Št.	Datum	Epic.čas	Epic.koordinate	Natan- čnost	h km	M	Io	r ₅	r	Opombe	Ref.
2199	25.IX.	1948 07 37 29	45,8 15,1	A		4,4	6,0	-	-	ISS:46,3,15,2. RV,ZGB:K=13 !?	
2200	27.IX.	1948 20 37,6	46,3 15,3	A	16	4,4	6,0	30		h'=22,ISS,RV ISS: 46,4,15,2.ING:46,3, 15,2,H= 20 37 32.M/LH/=4,3 /Praha/.	
2203	6.I.	1949 19 29 11	45,8 14,4	B	/n/	3,4	6,0	20	/28/,	h=11,46,1, 14,8 /ISS,RV/, TD,RV WIE: I _{max} =4, r=/28/vprašljiv. Avstrija: F=1600 km ² . 1 [∞]	
2208	14.III.	1949 12 45 56	45,7 15,2	A	11	4,4	6,0	25	/60/,	r ₄ =42,ISS,RV	
2222	10.VI.	1949 20 03 17	46,0 15,5	A	n	3,9	6,0	23		h'=17 ,h=12,ISS: 46,3,15,2; M=4,3 /KM/, Bg,RV	
2234	7.XII.	1949 02 43 59	45,9 13,9	A	n	4,3	6,0	10		h=5 km, RV.	
2249	23.II.	1952 21 56 23	45,8 14,3	A	18	4,1	6,0	30		h'=12, ISS,RV	
2263	1.X.	1953 18 27 06	46,0 15,3	B	sup	4,4	7,0			M=4,9/KM/,46,0, 15,6 /ZGB/,BCIS, ISS r=45 /RV/,r ₆ =6,r ₄ = 22 /RV/.	
2266	31.I.	1956 02 25 29	45,5 14,3	A	7	4,5	7,0	25	135, RV, WIE:	I _{max} /Avstrija/=4,F=7800 km ² , WIE: 45,5, 14,4	

Št.	Datum	Epic.čas	Epic.koordinate	Natan- čnost	h km	M	Io	r ₅	r	Opombe	Ref.
2271	3.II.	1956 13 42 16	45,5 14,3	A	8	3,9	6,0	15		M=4 3/4 /Praha/ RV.	
2280	8.III.	1956 11 03,5	45,5 14,3	A	8	3,9	6,0	15		ING:45,6,14,4.VR;	
2291	19.III.	1958 16 03 54	46,5 14,7	A	15	4,7	6,5	40		M=4,5 /Praha/,RV. WIE:Imax=4 /Avstr. M=5 /Praha/.	
2297	2.V.	1959 06 36 21	46,4 14,4	A	n	5,0	/6?/	-	-		
2300	17.II.	1960 15 32 50	45,6 14,3	B	14	4,3	6,0		95	BCIS:H=15 32 40, 46,1,14,8, M=5 1/2 /Praha/. RV.	
2318	19.V.	1963 10 00 04	46,1 14,6	A	13	4,9	7,0	44		RV,BCIS.	
2323	15.XI.	1963 05 15 46	46,1 14,6	A	11	4,1	6,0	20		M=3,8 /USCGS/,RV! BCIS,WIE:Imax= 4,F=2100 km ² /Av./	
2327	18.III.	1964 16 42 23	45,5 14,5	A	14	4,4	6,0	22		r ₃ =90,M=4,6 /US- CGS/,WIE:Imax= 3,F=2100 km ² /Av./ RV;	

Opomba: Številke potresov od 2266 naprej so pogojne.Nanašajo se na 2.del kataloga.

Podroben katalog potresov v Sloveniji od 31.1.1956 naprej se začanja na strani 10
rokopisa.

PODROBEN KATALOG POTRESOV V SLOVENIJI IN MOČNEJŠIH POTRESOV V
SOSEDNJIH POKRAJINAH OD 31.1.1956 DO 15.IV.1970

Uvod:

Katalog obsega vse znane potresne pojave v navedenem časovnem razdobju. Tabelaričnega pregleda smo se izognili, ker podatki vselej niso homogeni. Slednje velja zlasti za zelo šibke pojave. Potresi z epicentri na ozemlju Slovenije so podani v delu A/ kataloga, ki sledi, potresi v sosednjih pokrajinah Hrvatske, Avstrije in Italije pa v delu B/.

Kratice v katalogu so citirane v posebnem seznamu na začetku študije, nekatere, ki se redko uporabljajo, pa so s polnim tekstom objavljene med gradivom.

A/ KATALOG POTRESOV V SLOVENIJI /OD 31.1.1956-15.IV.1970/

Št.: Potres:

- 2266 31.I.1956, H=02 25 29 /BCIS/, 45 33 N, 14 17 E, Ilirska Bistrica, $I_0=7,0$, $h=7,2$ km, $M=4,48$, $\log E=18,220$ ergov; $r_6=18$ km, $r_5=25$ km, $r_4=70$ km, $r_3=135$ km, kvadrant 271, prelomni sistem Klana-Ilirska Bistrica, WIE: $I_{\max}$ v Avstriji 4^0 MCS, makroseizmična površina v Avstriji: 7.800 km².
Koordinate /WIE/: 45,5 N, 14,4 E.
- 2267- 31.I.1956 Epicentrsko področje Ilirske Bistrice, 4 ponovi-
2270 tve glavnega potresa. I sr.=4,0, $r=35$ km, $h=9,8$ km, $M=2,72$, $\log E=15,580$ erg, kvadrant 271.
- 2271 3.II.1956: H=13 42 16 /BCIS/, 45 33 N, 14 17 E, Ilirska Bistrica, $I_0=6$, $r_5=15$ km, $h=7,9$ km, $M=3,89$, $\log E=17,335$, kvadrant 271, "aftershock" potresa z dne 31.1.1956 ob H=02 25 29. $M=4 \frac{3}{4}$ /Praha/, I /TRI/
- 2272- 3.II.1956: Trije potresi na istem področju z naslednjimi
2274 srednjimi vrednostmi parametrov: $I_{sr}=3,5$ MCS, =4.

- Št. Potres:
- 2272-
2274 /nadalj./ $r_{sr}=18$ km, $h_{sr}=6,9$ km, $M_{sr}=2,47$, $\log E_{sr}=14,710$ erg, kvadrant 271.
- 2275-
2279 4.-5.II.1956: pet potresov v kvadrantu 271, cona Ilirska-Bistrica z naslednjimi srednjimi karakteristikami: $I_{sr}=4,0$, $h_{sr}=6,96$ km, $r_{sr}=25$ km, $M_{sr}=2,67$, $\log E_{sr}=15,205$.
- 2280 8.III.1956 : H= 11 03,5 /BCIS/, 45 33 N, 14 17 E, Ilir. Bistrica, $I_o=6$ MCS, $r_5=15$ km, $h=7,94$ km, $M=3,89$, $\log E=17,355$ erg, kvadrant 271. Postaja TRI je registrirala potres z razdaljo $D=54$ km in v azimutu $A_z=97^\circ$. V Trstu so potres čutili z jakostjo 3° MCS. ING: 45,6 N, 14,4 E.
- 2281 21.VI.1956: H=23 17 - ; Epicenter v coni Klana-Ilirska Bistrica; Geogr.koordinate: 45 33 N, 14 17 E, $I_o=4$ MCS, $h=5,6$ km, $r_{2,5}=20$ km, $M=2,31$ /makroseizmična/, $\log E=14,965$. Kvadrant: 271, potres je zabeležil observatorij TRI.
- 2282 21.VI.1956: H=05 03 -; ponovitev z istimi parametri kot št.2281.
- 2283 21.VI.1956: H=09 06 .: ponovitev z istimi parametri kot 2281 in 2282.
- 2284 11.VIII.1956: H= okoli 17 h. Približne koordinate: 46,4 N, 15,2 E, razred natančnosti B. Intenziteta v epicentru $I_o=5,0$. Polmer makroseizmične cone $R=34$ km, $h=5,0$ km, $M=2,89$, $\log E=15,835$, kvadrant 73, področje med Pohorjem in Paškim Kozjakom, bližnji naseljeni kraji: Kozjak, Mislinja.
- 2285 15.VIII.1956: H=10 15 49 /BCIS/, 46 1/4, 13 1/2 E, zahodno od Kobarida. Po vsej verjetnosti je epicenter na področju Borjane in Breginja. $I_o=4$ MCS, ostali verjetni parametri so: $h=5,6$ km, $M=2,31$, $\log E=14,965$ erg, kvadrant 114, cona Borjana-Breginj. TRI reg.: 10 16 01 /Pg/.
- 2286 4.XII.1956: H=06 21 30. BCIS daje podatke: tromeja Jugosla-vija-Avstrija-Madžarska, torej Goričko. ZGB daje le epicen-trsko razdaljo $D=55$ km, kar bi zadoščalo le do doline Drave. Drugih podatkov ni, intenziteta potresa pa utegne biti med $4-5^\circ$ MCS. Potresna cona je v kvadrantu 2.

- Št. Potres:
- 2287 23.VI.1957: H=02 13 10, Koordinate epicentra: 45 31 N, 14 21 E, področje: Podgrađe-Ilirska Bistrica, $I_0=5,0$, $h=5,3$ km, $M=2,93$, $\log E=15,895$, kvadrant 271, prelomna cona: Klana-Ilirska Bistrica, BCIS: severozahodno od Reke.
- 2288 2.VIII.1957: H= 22 24 - ; Koordinate: 46 30 N, 13 45 E, razred natančnosti B, področje Rateče-Kranjska gora, $I_0=5,0$ MCS, $h=8,1$ km, $M=3,24$, $\log E= 16,360$, kvadrant 53, Julijske Alpe? $r= 55$ km.
- 2289 1.IX.1957: H=17 53,4 /BCIS/, 45 30 N, 14 17 E, Jelšane-Ilirska Bistrica, $I_0=5,0$ MCS, $h= 2,2$ km, $M= 2,28$, $\log E= 14,920$ erg., kvadrant 271, prelomna cona Klana-Ilirska Bistrica. TRI: D= 45 km, jugovzhodno od Trsta. R=15 km.
- 2290 22.XII.1957: H=02 44 - ; Koordinate: 46 24 N, 14 15 E, potresno področje: Košuta v Karavankah. $I_0=4,0$ MCS, $r_3=15$ km, $h=4,2$ km, $M=2,10$, $\log E=14,650$, kvadrant: 32. $I_{\max}$ v Avstriji: 4^0 MCS, 9 pozitivnih, 7 negativnih sporočil.
- 2291 19.III.1958 : H= 16 03 54 /BCIS/, koordinate: 46 30 N, 14 45 E, Peca-Karavanke. $I_0=6,5^0$ MCS. $h=15,3$ km, $r_5=40$ km. $M=4,71$, $\log E=18,565$ erg. Kvadrant: 32. Neznatne poškodbe na nekaterih objektih v Mačah pri Predvoru. BCIS: H=16 03 54, 46,5 N, 14,5 E. TRI: iZ-Pg: 16 04 08,2. USCGS /Washington/: H=16 04 03, 47,0 N, 14 1/2 E, h okoli 100 km /!/. Veliko nenatančnost podatkov USCGS-a gre pripisati uporabi podatkov večine zelo oddaljenih seizmoloških postaj. WIE: 46,4 N, 14,5 E. $I_{\max}$ /Avstrija/: 4^0 MCS, makroseizmična površina v Avstriji: 1500 km^2 . V Avstriji so potres čutili zlasti južno od področja Zell-Pfarre /Sele pri Fari/. Srednja intenziteta na Gorenjskem in v Savinjski dolini: $I_{\text{sr.}}=4^0$ MCS. Ljubljana: 2^0 MCS. Razdalje do seizmoloških postaj: TRI: 120 km, ZGB: 120 km, WIE: 230 km, LJU: 55 km. Instrumentalna magnituda: $M=4 \frac{1}{2}$ /Praha/.
- 2292 10.VI.1958: H=12 40,8 /BCIS/, približne koordinate: 45,6 N, 14,2 E, razred: B, področje Pivke, kvadrant: 250, $I_0 \sim 4-5^0$ MCS, TRI: 30 km v vzhodni smeri.

- Št. Potres:
- 2293 15.XI.1958 : H= 17 30 - ; približne koordinate: 45,6 N, 15,0 E, področje Kočevske Male gore-Ovčjaka. V Koprivniku pri Kočevju: $I_0=4,0$ MCS, $R=20$ km, $h=5,6$ km, $M=2,31$, $\log E = 14,965$, kvadrant: 259. TRI: registrirali seizmografi Alfani in Wiechert.
- 2294 1.I.1959 : H=02 37 52 /reg.ZGB/. $K=11$ /!/, ZGB:Sg-Pg=7,5 s, ZGB:Slovenija. Makroseizmičnih poročil ni.
- 2295 6.I.1959 : H=19 15 - ; približne koordinate: 46,3 N, 15,6 E, Poljčane, $I_0=3,0$ MCS, $R=17$ km, $h=9$ km, $M=2,00$, $\log E=14,500$ erg., kvadrant 107, podnožje Boča., predhodni potres.
- 2296 6.I.1959 : H=22 45 - ; približne koordinate: 46,3 N, 15,6 E, Poljčane, $I_0=4,0$ MCS, $R=32$ km, $h=8,9$ km, $M=2,66$, $\log E=15,4..$ 90 erg., kvadrant 107, podnožje Boča.
- 2297 26.II.1959: H= 22 11 - Peca, avstrijska meja, predhodni potr. Intenziteta verjetno okoli $I_0=3$ MCS. Verjetni kvadrant: 31.
- 2298 26.II.1959: H= 22 17 - Peca, avstrijska meja, I_0 /Koroško/= $4,5^0$ MCS, 67 poz. sporočil, makroseizmična površina v Avstriji: 2300 km^2 , v Sloveniji pribl. 2700 km^2 . Kvadrant 31.
- 2299 27.II.1959: H= 00 03 -; ponovitev, $I_0=4^0$ MCS. Kvadrant 31.
- Ostali podatki za št. 2297-2299: 2298 H=22 16 14, 46,5 N, 14,75 E /BCIS/, $PRU : ei/Pn/$: 22 17 17, $Dc=3,4^0$, $Az=178^0$. 2299: H=00 02,5 /BCIS/, $PRU : eiPn$ 00 03 29,6.
- 2300 2.V.1959 : H= 06 36 21, 46,4 N, 14,2 E /BCIS/. $M=5$ /Praha/. WIE: $46,45^0$ N, 14,4 E. Avstrija: $I_{\max}=4,5$ MCS, $F=9500 \text{ km}^2$, 133 poz. sporočil. RJ: 46,4 N, 14,2 E, $M=5$ /RJ: Jean Paul Rothé: Revue pour l'étude des Calamités, No. 37, 1961/. Prvi podatki BCIS-a so postavili epicenter na koordinate: $46 \frac{1}{4}$ N, $14 \frac{1}{2}$ E, to je severno od Vodice na Gorenjskem, kar je zelo nenatančno. Epicentrska razdalja od Ljubljane: $D=45$ km, Ljubljana: $I=2^0$ MCS, Trst: $I=2^0$ MCS. RV: $I_0=5,5^0$ MCS, $r_{sr}=65$ km, $h=6,9$ km, $M=3,5$, $\log E=16,690$ erg., kvadrant: 63, Begunščica pri Žirovnici. Srednji makroseizmični polmer utegne biti večji, zato pa tudi h in M , ki more po vsej verjetnosti biti med $M=4,3$ in $4,5$. /RV/.

- Št. Potres:
- 2300 /nadalj./: PRŮ: ei Pn:06 37 18,7, LmH:5^s,1 nm,LmV:5^s,1 nm, D=3,4^o,Dc=3,6^o,Az=179^o.
- 2301 7.V.1959: H= 22 44 21, 45,8 N, 14,1 E, področje Postojna-Javorniki.Io=4,5^o MCS, R=42 km, h=8,5 km, M=2,95,log E=15,915 erg. AGO LJU: iZ Pg 22 44 30,3, D=32 km, TRI: iZ Pg 22 44 26,4,D=25 km, ZGB:Pn:22 44 46,6. PRŮ: D=4,1^o,Dc=4,2^o, Az=180^o. V Ljubljani so potres čutili z jakostjo 2^o MCS. Kakšnih 10 m po potresu je sledila šibkejša ponovitev. /Ref.:Katalog potresov II,Študije seizmičnosti Slovenije, str.43,št.2298,lok.Dedna Gora-Knežak,revidirano/.Ostali makroseizmični podatki: Trst 3-4^o MCS, Knežak 4^o MCS,Reka: 3^o MCS.Podatki: BCIS,RV,ZGB,AGO LJU,PRŮ,TRI/.
- 2302 7.V.1959: H= 22 54 18, /BCIS/ šibkejša ponovitev št.2301 iz istega epicentra.
- 2303 25.XI.1959: H=10 20 - ; koordinate epicentra: 45,6 N,14,8 E, razred natančnosti B, področje Kočevja. Io=4,0, R=30 km, h=8,4 km, M=2,61 /makros./,log E=15,415,kvadrant 257, prelomni sistem Kočevske gore /RV/.
- 2304 17.II.1960 : H= 15 32 40, 46,1 N,14,8 E /BCIS/.Čas in koordinate BCIS-a so grobo netočne.Makroseizmični podatki in mikroseizmični rezultati bližnjih postaj kažejo,da je šlo za potres v prelomnem sistemu Ilir.Bistrica-Klana,ali vsaj v sistemu,ki teče povprečno na dinarsko smer.Prvotni pravilni podatki BCIS-a:H=15 32 50, Koordinate: 45,6 N,14,3 E /LJU/,Io=6,0 MCS, h=14 km, R=95 km, M=4,31, log E=17,965, kvadrant 253, področje Snežnika. LJU reg.iZ Pg 15 32 57,4, D=55 km, TRI: 15 33 08 /!/-val iz skupine P /!/,D=okoli 50 km, M=5 1/2 /Praha/,po vsej verjetnosti znatno previsoka vrednost. PRŮ: D=3,6^o,Dc=3,8^o,Az=177^o.Makroseizmični podatki: Trst 4^o MCS, Reka:4^o MCS.
- 2305 21.III.1960: H=18 02 23, 46,0 N,15,2 E,Krmelj-Sevnica. /BCIS/, Io=5,0^o MCS, R=65 km,h=9,6 km, M=3,37, log E=16,555, erg.,kvadrant 178, dolina Mirne. AGO LJU:iZ Pg 18 02 32,3, D= 48 km, ZGB-D=65 km, TRI-D=120km,TMZ-D=170 km. ZGB:Sg-Pg=7,6 s, K=12 /J/:za dva razreda previsoka vrednost!

- Št. Potres:
- 2306 15.IV.1960: H=18 57,9 /BCIS/, koordinate epicentra: 45,9 N, 14,2 E, področje Planine, $I_0=4,0$, $R=15$ km, $h=4,2$ km, $M=2,10$, $\log E=14,650$, kvadrant 191, Planina-Menišija. BCIS: 25 km jugozahodno od Ljubljane, Ljubljana: $D=24,4$ km, TRI: Sg 18 58 10 /sledovi/.
- 2307 29.VI.1960: H=pribl. 10 53 -; 45,8 N, 15,2 E, Bela Cerkev. $I_0=3,0$, $R=10$ km, $h=5,3$ km, $M=1,61$, $\log E=13,915$ erg, kvadrant 222, dolina Krke. Seizmološke postaje ga niso registrirale.
- 2308 8.VII.1960: H=08 22 52, 46,6 N, 14,6 E, WIE: 46,4 N, 14,6 E, /BCIS/, Karavanke. $I_0=4,5$ MCS, $I_{\max}$ /Slovenija/: 4° MCS: Jelendol, Košuta, Karavanke. Epicenter verjetno na avstrijski strani, Bela /Vellach/. Čutili med Zg. Jezerskim in Solčavo. AGO LJU: iz Pg 08 23 03,7, $D=65$ km, TRI: $D=130$ km, TMZ: $D=130$ km, ZGB: $D=140$ km, WIE: $D=225$ km, PRU: $D=3,3^{\circ}$, $D_c=3,4^{\circ}$, $Az=178^{\circ}$.
- 2309 10.VII.1960: H= 08 01 14 /BCIS/, Koordinate: 46,1 N, 14,6 E /BCIS/, RV: 46,0 N, 14,6 E, Šmarje-Podlipoglav. $I_0=4^{\circ}$ MCS, $R=15$ km, $h=4,2$ km, $M=2,10$, $\log E=14,650$ erg, kvadrant 172, jugovzhodno od Ljubljane, AGO LJU: $D=25$ km, TRI: $D=80$ km; V Ljubljani potresa niso čutili.
- 2310 5.IV.1961 : H= 07 15 50 /RV/, BCIS: H=07 15 - ; makroseizmični epicenter ima koordinate: $46^{\circ}15'N$, $15^{\circ}10'E$ /LJU/. $I_0=4,0^{\circ}$ MCS, $R=10$ km, $h=2,8$ km, $M=1,80$, $\log E=14,200$ erg, kvadrant: 131, Savinjska dolina. Potres so čutili v Šempetru v Sav. dolini: 4° MCS, v Žalcu $3-4^{\circ}$ MCS in v Preboldu 3° MCS. AGO LJU: iz Pg 07 15 56,3, $D=50$ km, TRI: 07 16 21,4 /sledovi/, PRU: ePn 07 16 47, $D=3,2^{\circ}$, $D_c=3,7^{\circ}$, $Az=173^{\circ}$. KSH: ei/Pg/ 07 16 41,3, $D_c=3,0^{\circ}$.
- 2311 2.VII.1961 : H= 21 03 19 /BCIS/, 45,3 N, 14,3 E, t.j. obalno področje med Lovranom in Opatijo, čemur makroseizmični podatki ne ustrezajo. Verjetne koordinate: 45,5 N, 14,4 E, področje jugovzhodno od Ilirske Bistrice ob klanskem prelomu. Ilirska Bistrica 4° MCS, Trst: 3° MCS, Reka: 3° MCS. AGO LJU: izPg 21 03 29,4, iz Sg 21 03 37,4, $D=55$ km, TRI:

- Št. Potres:
- 2311 /nadalj./ TRI: iZ Pg 21 03 28,0,D=50 km.
- 2312 2.VII.1961: H=21 58 37, 45,3 N,14,3 E, /ponovitev/.
Koordinate epicentra so verjetno kot pri št.2311.
Io=4⁰ MCS ?, AGO LJU: iZ Pg 21 58 48,2,iZ Sg 21 58 55,2;
TRI: Iz Pg 21 58 46,3, iZ Sg 21 58 53,6, ZGB: /e/ 21 59
/00/,iSn 21 59 18.
- 2313 3.VII.1961: H=04 36 03, 45 3/4⁰ N, 15 1/4⁰ E,Gorjanci.
Makroseizmičnih podatkov ni,po vsej verjetnosti pa je
Io blizu 4⁰ MCS.Potres je registriralo pet bližnjih
seizmoloških postaj.
- 2314 31.VII.1961 : AGO LJU: iZ Pg 02 18 14,8, predhodni potres
k št.2315.
- 2315 31.VII.1961 : H=05 14 15 /LJU/, Koordinate:46,1 N, 14,7
E, Jevnica,dolina Save.Io=4,0 ⁰MCS, R=20 km, h=5,6 km,
M=2,31, log E=14,965 erg, kvadrant 150,dolina Save,vzhod-
no od Ljubljane.AGO LJU: iZ! Pg 05 14 18,2, D=20 km.
- 2316 8.VII.1962 : H= ? AGO LJU:iZ Pg 10 44 31,8, D=45 km,TRI:
/Sg?/ 10 44 38.Zgornji tok reke Kolpe? Makroseizmičnih
podatkov ni.
- 2317 8.X.1962: H=09 28 33 /LJU/, 46,1 N,14,6 E, Ljubljana.
Io=3,0 MCS, R=15 km, h=7,9 km, M=1,91, log E=14,365,
kvadrant 149, AGO LJU:iZ Pg 09 28 34,2, D=10 km.Cono:
Vevče-Sostro.
- 2318 2.I.1963:H= 12 17 39 /LJU/,46,1 N,14,7 E, Jevnica,Io=4⁰
MCS, R=20 km, h=5,6 km, M=2,31, log E=14,965 erg,kvadrant
:150,dolina Save,vzhodno od Ljubljane,AGO LJU:iZ Pg 12
17 41,8, D=pribl.15 km.
- 2319 11.II.1963:H=10 36 16, /BCIS/, makroseizmični epicenter:
45⁰ 52' N,15⁰ 30' E, epicenter kakšnih 10 km zahodno od
Brežic. Io=5⁰ MCS,R=30 km, h=4,4 km, h/BCIS/=5 km, M=
2,80, log E=15,700 erg, kvadrant 203, ZGB: K=12 /!!/t.j.
za Δ K =3 preveliko, Sg-Pg =4,6^s /ZGB/,Io=5-6 MCS.
PRŮ registrirale sledove potresa.

- Št. Potres:
- 2320 13.II.1963: H= 10 03 09 reg.ZGB, $45^{\circ} 52' N$, $15^{\circ} 30' E$, Brežice, $I_0=3,0$, $R=8$ km, $h=4,2$ km, $M=1,44$, $\log E=13,660$ erg, kvadrant 203, ZGB:K=9 !
- 2321 21.II.1963 :H= 07 05 50 reg.ZGB, ostali parametri kot pri št.2320.
- 2322 21.II.1963: H= 07 10 27 reg.ZGB,ostali parametri kot pri št.2320.
- 2323 21.II.1963: H=15 33 40 reg.ZGB,ostali parametri kot pri št.2320.
- 2324 22.III.1963: H=15 01 54 /BCIS/, $45,9 N$, $15,1 E$ /LJU/,dolina Temenice, $I_0=5,0^{\circ}$ MCS, $R=50$ km, $h=7,3$ km, $M=3,17$, $\log E=16,255$, kvadrant:198, Temenica. ZGB:K=12!?,Sg-Pg=8 s. AGO LJU:iZ Pg 15 02 01,5, Ljubljana:čutili $2-3^{\circ}$ MCS.TRI: iZ Pg 15 02 11, ZGB:iPg 15 02 06.
- 2325 12.V.1963: H=11 52 28, $46,0 N$, $15,6 E$, Sromlje pri Brežicah, $I_0=4,0$, $R=15$ km, $h=4,2$ km, $M=2,10$, $\log E=14,650$, kvadrant:182, severno od Brežic. ZGB:iPg 11 52 34, Sg-Pg=4 s, $K=10$!? J.AGO LJU: iZ Pg 11 52 41,4, $D=85$ km, kratkotrajna reg.,TRI: iZ Sg 11 53 12,3.PRŮ: $D=4,1^{\circ}$, $Az=169^{\circ}$.
- 2326 19.V.1963: H= 10 00 04 /BCIS/,Koordinate epicentra: $46,1^{\circ} N$, $14,8^{\circ} E$, Litija-Hotič. $I_0=7,0^{\circ}$ MCS, $r_5=44$ km, $h=12,6$ km, $M=4,90$, $\log E=18,850$, kvadrant:151. Potres je povzročil poškodbe objektov v Litiji,Šmartnem,Hotiču,Vačah, in Moravčah do Kamnika.Ljubljana:Imax $=6^{\circ}$ MCS.USCGS:mb=4,9, $h=33$ km /model/, BCIS: $M=4 \frac{3}{4}$. WIE: Imax /Avstrija/: $5,5^{\circ}$ MCS, $F=$ okoli 9400 km^2 ,90 sporočil.AGO LJU: seizmograf Wiechert 200 kg,peresa iz ležajev,Hiller "Stuttgart" podeksponirana registracija.TRI: $D=92$ km, ZGB:D=80 km. Makroseizmični zemljevid v t.II.kataloga. Serija litijskih potresov je obdelana v posebnem delu tega elaborata.
- 2327 19.V.1963: H= 13 03,6, $46,0 N$, $14,8 E$, Litija,naknadni potres / $I_0=4-5^{\circ}$ MCS/ /BCIS/.

- Št. Potres:
- 2328 19.V.1963: H=16 18 21, 46,0 N,14,8 E, Litija,naknadni potres /BCIS/,Io=4⁰ MCS.
- 2329 19.V.1963: H= 21 12 04, 46,0 N,14,8 E, Litija,naknadni potres, Io=3-4⁰ MCS, /BCIS/.
- 2330 31.V.1963: H=03 36 06,46,0 N,14,8 E, /BCIS/, Io=4,5⁰ MCS, R=26 km, h=5,3 km, M=2,60,log E=15,400 erg.kvadrant 151, Litija.Ljubljana:Imax=2-3⁰ MCS.
- 2331 12.VI.1963: H= 19 24 37 /BCIS/,46,0 N,14,8 E, Litija, Io=5,0⁰ MCS, R=30 km, h=4,4 km, M=2,80,log E=15,700 erg, kvadrant 151, Jevnica-Ribče: 4-5⁰ MCS.
- 2332 18.VI.1963: H=20 51 41, 46,0 N,14,8 E, Litija, Io=4⁰ MCS, Ljubljana: Imax =3⁰ MCS.
- 2333 4.VIII.1963: H= 08 28,9 /BCIS/. BCIS daje za epicenter napačne koordinate okoli 45 N,15 E.Pravilne koordinate so 46,0 N,14,8 E, Litija. Io=4⁰ MCS, Ljubljana:Imax:2-3⁰ MCS. AGO LJU: iz Pg 08 28 56,6,D=22 km, TRI: iSg 08 29 17, PRU: D=5⁰! Ta vrednost je nepravilna.
- 2334 28.VIII.1963:H=21 25 32 /LJU/,46,1 N,14,8 E, Litija-Hotič, Io=3,0⁰ MCS, R=10 km, h=5,3 km, M=1,61, log E=13,915, kvadrant 151. AGO LJU: iz Pg 21 25 35,7,D=22 km.
- 2335 10.X.1963:H=19 18 56, 46,0 N,14,8 E /LJU/, Jevnica-Kresnice, Io=3⁰ MCS, R=20 km, h=10,6 km, M=2,12, log E=14,680, kvadrant 151, dolina Save; Intenziteta v epicentru utegne po ponovno preverjenih podatkih biti med 3 in 4⁰ MCS.V Ljubljani so potres čutili /2⁰ MCS/.AGO LJU: iz Pg 19 18 58,3, D=22 km, Sg-Pg=2,1 s, TRI: D=80 km. PRU : ni registriral potresa.Potresne sunke je spremljal močan brontid.
- 2336 31.X.1963: H= 11 54 30, 46,25 N, 13,50 E, Beneška Slovenija,med Breškim Jalovcem in Matajurjem.Io=4⁰ na področju Breginja in Borjane.Drugih makroseizmičnih podatkov ni.AGO LJU: iz Pg 11 54 41,7, D=58 km,TRI: iz Pg 11 54 39,7, D=80 km /?/,PRU:Dc=3,8⁰, Az=190⁰

- Št. Potres:
- 2337 15.XI.1963: H= 05 15 46, 46,0° N, 14,8° E, /BCIS/
H= 05 15 46,6, 46,1° N, 14,6° E, h=35 km, M=3,8
/USCGS/.
H= 05 15 46, 46,1° N, 14,8° E, h =10,6 km, I_o=
6,0° MCS, r₅=20 km, log E=17,650 erg,
kvadrant 151, cona Litija-Hotič.
Ljubljana: I_{max}: 4-5° MCS, Hotič: 5-6° MCS, Litija: 6° MCS,
Kamnik 5° MCS, Novo mesto 3-4° MCS. Ostali makroseizmi-
čni podatki: Trst: 3° MCS, Zagreb: 2° MCS. WIE: I_{max} v
avstrijski Koroški: 4° MCS, 22 poz. sporočil, F=2100 km².
- 2338 15.XI.1963: AGO LJU: iz Pg 05 23 08,8, ponovitev, Litija:
2° MCS.
- 2339 20.XI.1963: H=02 16 49, 46,1 N, 14,8 E, Litija-Hotič,
I_o=4,5° MCS, R=45 km, h=9,1 km, M=3,00, log E=16,000 erg,
kvadrant 151, Ljubljana: I_{max}=3° MCS. AGO LJU: iz Pg 02 16
53,0.
- 2340 24.XI.1963: H= 02 40 43,9 /reg. AGO LJU/, Sg-Pg=2,8 s,
Litija: I_o=3° MCS, Ljubljana: I_{max}=2° MCS. Slabe sledove
potresa je zabeležila še postaja Pruhonice /ČSSR/.
- 2341 7.XII.1963: H= 10 18 42, 46,1 N, 14,8 E /BCIS/, Litija-
Hotič, I_o= 5,0° MCS, R=50 km, h=7,3 km, M=3,17, log E=
16,255 erg, kvadrant 151, Ljubljana: I_{max}: 3-4° MCS.
AGO LJU: iz Pg 10 18 45,8, Sg-Pg=2,3 s. TRI: 90 km=D,
ZGB: šibke sledi /Wiechert 1000 kg/.
- 2342 8.I.1964: H=16 29 31, 46,08° N, 14,60° E, /BCIS/, Zalog-
Ljubljana, I_o=3,0° MCS, R=10 km, h=6,2 km, M=1,93, log
E=14,095 erg, kvadrant 149, Ljubljana; Makroseizmične
koordinate epicentra: 46°05' N, 14°36' E. Ljubljana: I_{max}:
2° MCS. AGO LJU: iz Pg 16 29 32,7, Sg-Pg=1,1 s, Az=70°,
vzhodni rob ljubljanskega polja.
- 2343 AGO LJU: iz Pg 08 17 40, D=36 km, BGD: H=08 17 40 /čas
reg. v LJU!/, 46,37° N, 14,63° E, Kamniške Alpe. Makroseiz-
mičnih podatkov ni.
- 2343 18.III.1964: H=16 43 23, 45,5° N, 14,5° E /BCIS/, jugovzhod-

Št. Potres:

2343 /nadalj./ -no od Snežnika. USCGS: $H=16\ 43\ 24, 45,7^{\circ}N, 14,1^{\circ}E$, $h=33$ km /model/, $m_b=4,6$ /CGS/-9 postaj; področje Senožec, kjer pa ni makroseizmičnih efektov. Makroseizmični podatki: $I_0=6,0^{\circ}$ MCS, $r_5=22$ km, $r_3=90$ km, $h_{sr}=13,5$ km, $M=4,40$, $\log E=18,100$, kvadrant 272, področje Ilirska Bistrica-Klana. Ljubljana: 3° MCS /=Imax/. Trst: 4° MCS. Avstrija: Koroška 2- 3° MCS /Šmohor, Pliberk/, cona 3° MCS obsega $F=2100\ km^2$ /9 poz. in 11 negat. sporočil/.

Mikroseizmični podatki:

AGO LJU: iz Pg 16 43 30,3, $D=53$ km.

TRI: iPg: 16 43 29, $D=50$ km.

ZGB: i Pn 16 43 43, $D=130$ km.

WIE: Pn 16 44 09,5, $D=345$ km.

Mikroseizmične koordinate epicentra /ad BCIS in USCGS/:

LJU: $45,53^{\circ}N, 14,33^{\circ}E$, $h=31$ /mod./

BGD: $45,42^{\circ}N, 14,33^{\circ}E$, $h=20$ km, $M=4,6$ /BGD/.

ISC: $H=16\ 43\ 20,6 \pm 0,37^s$, $45,54^{\circ} \pm 0,064^{\circ}N, 14,35^{\circ} \pm 0,063^{\circ}E$, 45 opazovanj, $h=-0,0021$ R = 20 km, $SD=2,33$ S na osnovi 43 opažanj, $M=4,9$ na osnovi 6 meritev. Kompresije: 3, dilatacije 4; Hipocentrska globina iz vrednosti P : $-0,0103 \pm 0,0039$ R.

Razdalje in azimuti:

TRI: $0,43^{\circ}$, $Az=284^{\circ}$, karakter vstopa faze: impetus i

LJU: $0,52^{\circ}$, $Az=14^{\circ}$, " " " : impetus i

ZGB: $1,18^{\circ}$, $Az=76^{\circ}$, " " " : emersio e

PAD: $1,74^{\circ}$, $Az=267^{\circ}$, " " " : emersio e

Azimuti Az se v tem primeru štejejo od juga /S/ proti zahodu W, ki ima torej azimut $Az=90^{\circ}$.

Magnituda: Makroseizmična magnituda $M=4,40$ /LJU/

USCGS, Washington $m_b=4,6$ /9 postaj/

ISC, Edinburgh $M=4,9$ /6 postaj/

BGD, Beograd $M=4,6$

ING, Roma $M=4,6$

PRŮ, Průhonice $M_{LH}=4,1$

LJU, Ljubljana: $\log A/T=3,3$ pri $D=0,52^{\circ}$ za $M=4,6-4,7$.

- Št. Potres:
- 2344 11.IV.1964: H= 02 48 06 /BCIS/, $46,08^{\circ}\text{N}$, $14,75^{\circ}\text{E}$, Jevnica, $I_0=3^{\circ}\text{MCS}$, h=normalna, kvadrant 150, dol. Save, Ljubljana: $D=0,16^{\circ}$, $Az=256^{\circ}$, TRI: $D=0,82^{\circ}$, $Az=238^{\circ}$, LJU: $\log A/T=3,6$ pri $D=0,16^{\circ}$. Brontid. Makroseizmični podatki: $I_0=3,0^{\circ}\text{MCS}$, $r_3=7\text{ km}$, $r_2=18\text{ km}$, $h_{\text{sr}}=11,0\text{ km}$, $M=2,36$, $\log E=15,040\text{ erg}$, migracija epicentrov z litijskega področja ?
- 2345 4.VI.1964: H= 19 08 02 /BCIS/, $45^{\circ} 53' \text{N}$, $14^{\circ} 50' \text{E}$ /LJU/, $I_0=4^{\circ}\text{MCS}$, $R=20\text{ km}$, $h=8,8\text{ km}$, $M=2,84$, $\log E=15,760$, kvadrant: 196, zgornja dolina Krke. Močno čutili v Muljavi pri Stični in v Zagradcu. Ljubljana: $D=29\text{ km}$. LJU: $0,26^{\circ}$, $Az=308^{\circ}$, $\log A/T=3,0$ za $D=0,26^{\circ}$, TRI: $0,77^{\circ}$, $Az=257^{\circ}$ /CM=Campo Marzio/. TRI: $0,79^{\circ}$, $Az=253^{\circ}$ /GG=Grotto Gigante-Briščiki/. ZGB: $0,81^{\circ}$, $Az=94^{\circ}$.
- 2346 6.VII.1964: H= 07 47 26, $46,08^{\circ}\text{N}$, $14,70^{\circ}\text{E}$, /LJU/. LJU: $D=0,13^{\circ}$, Laze-Jevnica. $I_0=4,0^{\circ}\text{MCS}$, $R=15\text{ km}$, $h=4,3\text{ km}$, $M=2,32$, $\log E=14,980\text{ erg}$, kvadrant 150, dol. Save med Lazami in Jevnico.
- 2347 25.X.1964: H=10 06 τ ; $I_0=2-3^{\circ}$, Brežice. h=normalna, Koordinate: $45,88^{\circ}\text{N}$, $15,60^{\circ}\text{E}$, ZGB: Pg: 10 06 31, $D=0,28^{\circ}$, $Az=103^{\circ}$, LJU: iz Pg 10 06 38,2, $D=0,76^{\circ}$, $Az=283^{\circ}$, $\log A/T=2,0$ pri $D=0,76^{\circ}$.
- 2348 7.XI.1964: H= 15 42 37 $\pm 1,3^{\text{s}}$ /ISC/, $46,3^{\circ} \pm 0,12^{\circ}\text{N}$, $14,0^{\circ} \pm 0,26^{\circ}\text{E}$, $h=-0,0052\text{ R} \rightarrow 0\text{ km}$, SD 4,77 S na 13 opazanjih. 1 kompresija, 1 dilatacija. Julijske Alpe, Sp. Nomenj, dolina Save Bohinjke. $I_0=4-5^{\circ}$. Makroseizmičnih podatkov ni, iz Avstrije poročajo o jakosti $I_{\text{max}}=4,5^{\circ}$ v Rožeku /Rosegg/, makroseizmična površina $F=660\text{ km}^2$. LJU: $D=0,45^{\circ}$, $Az=127^{\circ}$, $\log A/T=2,6$, TRI /CM/= $0,63^{\circ}$, $Az=196^{\circ}$ TRI /GG/: $D=0,70^{\circ}$, $Az=196^{\circ}$, STU: $D=4,09^{\circ}$, $\log A/T=1,8$. USCGS: H=15 42 38,3, $46,5^{\circ}\text{N}$, $13,9^{\circ}\text{E}$, $h=33\text{ km}$ /model/. BCIS: H=15 42 42 /!/, $46,7^{\circ}\text{N}$, $13,9^{\circ}\text{E}$, epicenter je južneje! WIE: H=pribl. 15 42 -, $46,6^{\circ}\text{N}$, $14,1^{\circ}\text{E}$.

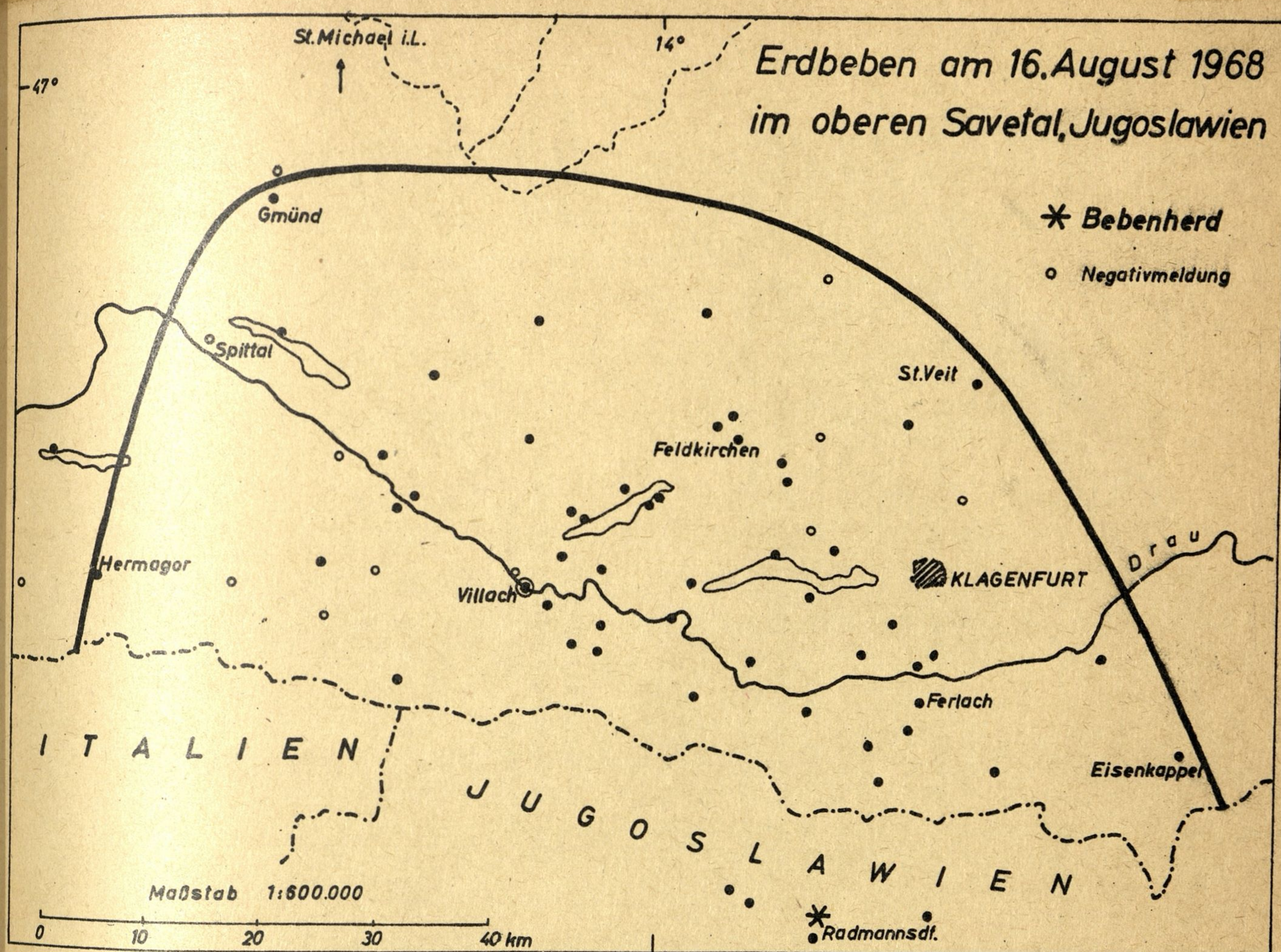
- Št. Potres:
- 2349 26.XI.1964: H= 16 33 01 /BCIS/, $46^{\circ}25'N, 13^{\circ}35' E$, Julijske Alpe, $I_o=4,5^{\circ}$, $R=12$ km, $h=5,3$ km, $M=2,80$, $\log E=15,700$, kvadrant 57, zahodni Julijci, Predel-Mangrt. AGO LJU: iz Pg 16 33 14,9, $D=95$ km, čutili v Bovcu, Predelu, Logu, Rablju. Čutili na italijanski strani. STU: iz XPn 16 33 59,2 /Z+/, Julijske Alpe.
- 2350 8.II.1965: H=16 18 49 /LJU/, $46,1^{\circ}N, 14,8^{\circ} E$, Litija-Hotič, $I_o=2-3^{\circ}$ MCS, $h=normalna$, Ljubljana: $I_{max}=2^{\circ}$ MCS. AGO LJU: iz Pg 16 18 51,3, $D=24$ km, TRI: $D=90$ km.
- 2351 27.II.1965: H=15 34 35, $46,1^{\circ}N, 14,8^{\circ}E$ /LJU/, Litija-Hotič, $I_o=4^{\circ}$ MCS, $h=normalna$, Ljubljana: $I_{max}=3^{\circ}$ MCS. AGO LJU: iz Pg 15 34 37,4, $D=24$ km, ZGB: $D=90$ km, TRI: $D=85$ km.
- 2352 28.II.1965: H=00 28 19 1,2 s, $45,9^{\circ} 0,31^{\circ} N, 14,8^{\circ} 0,41^{\circ} E$ /ISC/-9 meritev, $h=-0,0052$ R 0 km, $SD=3,91$ s na temelju 9 meritev, 1 dilatacija. Področje Litija-Hotič, $I_o=4-5^{\circ}$ MCS, kvadrant 151, dol. Save, severozahodno od Litije. Ljubljana: $I_{max}=4^{\circ}$ MCS. AGO LJU: iz Pg 00 28 25,7, $D=24$ km, ISC za LJU: $D=0,25^{\circ}$, $Az=315^{\circ}$. TRI: $0,76^{\circ}$, $Az=253^{\circ}$, /ISC/, ZGB: $D=90$ km, WIE: $D=265$ km. Registrirano do $D=5,58^{\circ}$ /Collm Berg, NDR/.
- 2353 21.IV.1965: AGO LJU: iz Pg 09 44 28,0, $Sg-Pg=2,3$ s, $I_o=3^{\circ}$ MCS, Litija-Hotič, TRI: $D=85$ km. $h=norm.$, kvadrant 151.
- 2354 3.V.1965 : H=14 27 /20/-/LJU/, $46,1^{\circ} N, 14,8^{\circ} E$, Litija-Hotič, $I_o=3,5^{\circ}$ MCS, $R=20$ km, $h=7,7$ km, $M=2,21$, $\log E=14,815$ erg, kvadrant 151, dol. Save. TRI: Pg 14 27 28,5, $D=90$ km. Ljubljana: $I_{max}=3^{\circ}$ MCS.
- 2356 AGO LJU: iz Pg 12 23 35,6, $Sg-Pg=2,9$ s. Litijsko področje, $I_o=2,5^{\circ}$ MCS, $h=normalna$.
- 2357 17.VII.1965: H=08 41 45, $I_o=4^{\circ}$ MCS, področje Litija-dolina Temenice. Ljubljana: $I_{max}=3^{\circ}$ MCS. Novo mesto: 4° MCS. BCIS daje koordinate: $46,1^{\circ}, 14,7^{\circ} E$. AGO LJU: iz Pg :08 41 47,4, $D=47$ km, BCIS pa za LJU: $0,13^{\circ}$ /rač./, $Az=244^{\circ}$, $\log A/T=2,1$, TRI: 80 km, oziroma po BCIS-u $0,80^{\circ}$ in $Az=236^{\circ}$. ZGB: $D=70$ km, BCIS za ZGB: $0,94^{\circ}$, $Az=107^{\circ}$, reg. KRL /sled./.

- Št. Potres:
- 2358 3.VIII.1965: AGO LJU: iZ Pg 07 37 29,2, iZ Sg 07 37 31,7, Sg-Pg= 2,5 s, $I_0=3^{\circ}$ MCS, h=normalna, področje Litije, kvadrant 151. TRI: D=75 km.
- 2359 13.XI.1965: H=11 37 23, $46,4^{\circ}$ N, $13,5^{\circ}$, Julijske Alpe, na jugoslovansko-italijanski meji med Kaninom in Rombonom. $I_0=4^{\circ}$ MCS, h=norm., M ≈ 3 , kvadrant 51. AGO LJU: iZ Pg 11 37 36,5, D=95 km, ZGB: Pn 11 38 16,3, TRI: Pn 11 37 35, /D=100 km/.
- 2360 15.XII.1965: H=20 04 31, $45,8^{\circ}$ N, $14,5^{\circ}$ E /BCIS/, AGO LJU: $45^{\circ}58'$ N, $14^{\circ}40'$ E /makroseizmičen epicenter/, področje Grosupljega, $I_0=4,0^{\circ}$ MCS, R=25 km, h=7,2 km, M=2,70, log E=15,550 erg, kvadrant 195. Šmarje $3-4^{\circ}$ MCS, Ljubljana: 2° MCS. RJ: $45^{\circ}55'$ N, $14^{\circ}45'$ E, M=2,7, h=7 km /Rothé J.P.: Revue de l'union internationale de secours, No.5-1966, p.13/. AGO: iZ Pg 20 04 35,2, D=20 km, ISC: D=0,24 $^{\circ}$, Az=6 /?/ $^{\circ}$, ZGB: D=1,04 $^{\circ}$ =106 km, Az=89 $^{\circ}$, TRI: D=0,55 $^{\circ}$ /ISC/, D=75 km, Az=254 $^{\circ}$. Epicenter ni natančno določen. Kot kaže, gre za tektonske premike ob želimeljskem prelomu /področje Krvava peč-Rob-Turjak-Raščica/.
- 2361 19.VI.1966: H=04 12 12, $46,1^{\circ}$ N, $14,2^{\circ}$ E /BCIS/, Polhograjski Dolomiti, $I_0=4-5^{\circ}$ MCS, h=norm., Potres so močno čutili v Kranju in v Škofji loki. WIE: I_{max} /Avstrija/: 4° MCS, F=150 km², 3 poz. in 12 negat. sporočil. V Avstriji so ga čutili na Koroškem v Selah pri Fari /Borovlje/, t.j. /Zell Pfarre /Ferlach/. AGO LJU: iZ Pg 04 12 14,5, D=25 km, TRI: D=70 km, STU: D=480 km, T/Pn/: 0,5 s, A/Pn/=0,01 nm. V Ljubljani so potres čutili z jakostjo 4° MCS.
- 2362 24.XII.1966: H=07 13 58, $46,5^{\circ}$ N, $13,5^{\circ}$ E, /BCIS/, Julijske Alpe. $I_0=4^{\circ}$ MCS. AGO: iZ Pg 07 14 10,6, D=73 km, TRI: Pg ali Pn? 07 14 11,5, D=95 km.
- 2363 24.XII.1966: H=21 06 00, $46,1^{\circ}$ N, $14,8^{\circ}$ E /BCIS/, $I_0=5^{\circ}$ MCS, Jevnica /neznatne poškodbe/, Litija, Kresnice. Ljubljana: I_{max}: $3-4^{\circ}$ MCS. AGO LJU: iZ Pg 21 06 03,6, D=20 km, ZGB: D=100 km, TRI: D=90 km. R utegne biti okoli 50 km.

- Št. Potres:
- 2364 29.I.1967: H=20 45 09, $45,5^{\circ}$ N, $14,25^{\circ}$ E, Ilirska Bistrica, $I_0=4^{\circ}$ MCS, h=norm., AGO LJU: iZPg 20 45 18,8, D=60 km, ZGB: Pn:20 45 32,9, D=130 km. GRF: D=530 km, T/Pg/=0,8^s, 2 A /mm na seizmogramu=3,0/, FUR: D=390 km.
- 2365 9.III.1967: H=16 54 - ; po vsej verjetnosti dolina Kolpe, pribl.koordinate /razred B/: $45,6^{\circ}$ N, $15,1^{\circ}$ E, verjetna $I_0=4-5^{\circ}$ MCS. Makroseizmičnih podatkov ni. AGO LJU: iZ Pg: 16 55 05,8, D=80 km, ZGB: Pg: 16 55 00, D=70 km, TRI: D=120 km.
- 2366 8.VI.1967: H:21 27 20, $45^{\circ}58'$ N, $14^{\circ}23'$ E, jugozahodni rob ljubljanskega barja. Podpeč, Preserje, Borovnica $I_0=4-5^{\circ}$ MCS, h=normalna, Ljubljana: Imax: 4° MCS. AGO LJU: iZ Pg: 21 27 22,0, D=15 km, TRI: D=75 km.
- 2367 26.VI.1967: AGO LJU je ob 17 53 28,0 registriral val Pg, 3,6 s kasneje pa Sg. D=22 km, $I_0=3^{\circ}$ MCS, epic.področje dolina Save, vzhodno od Ljubljane, $R < 20$ km, h=zelo plitev. TRI: D=70 km.
- 2368 3.VII.1967: AGO LJU: iZ Pg 17 11 50,2, iZ Sg 17 11 52,8, D=20 km, $I_0=3^{\circ}$ MCS, jugovzhodni del ljublj.barja. Želimelj-ski prelom ?. TRI: D=70 km.
- 2369 8.VII.1967: H=09 16 - ; AGO LJU: 09 16 45,3 za val Pg in 09 16 49,6 za val Sg, D=30 km, TRI: 45 km, ZGB: D=150 km. I_0 = okoli 4° MCS, domnevno: področje Idrije, idrijski prelom. Makroseizmičnih podatkov ni.
- 2370 20.VII.1967: H=16 20 02, $45\frac{1}{2}^{\circ}$ N, $14\frac{1}{4}^{\circ}$ E /BCIS/, USCGS: H= 16 20 07,9, $46,2^{\circ}$ N, $15,2^{\circ}$ E /!!!: groba napaka!/. h=22 km /USCGS/, M=4,3 /USCGS/. AGO LJU: iZ Pg 16 20 09,0, D=50 km. $I_0=5^{\circ}$ MCS, masiv Snežnika. FUR: D=363 km, T/Pg/=0,9 s, A/Pg/=0,06 μ m, STU: T/P/=0,5 s, A/P/=0,04 μ m, D=518 km. /STU: Seismol. Jahresbericht 1967, Veröff. d. Landes-erdbebendienstes Baden-Württemberg, Stuttgart, 1968/.
- 2371 25.VII.1967: H=11 22 47, $45,6^{\circ}$ N, $14,5^{\circ}$ E, /BCIS/, $I_0=4^{\circ}$ + MCS, Klanski prelom, kvadrant 272, h=normalna, AGO LJU: iZ Pg 11 22 55,0, D=70 km, TRI: D=60 km, Az= 115° /Od N proti E/, GRF: D=520 km, e Pg 11 24 17,1, FUR: D=396 km, M/Z/: T=2 s, A mm=0,5 t.j. 0,4 μ m.

- Št. Potres:
- 2372 16.VIII.1967: AGO LJU:iZ Pg 07 27 09,9, področje:Ribno pri Radovljici, $I_o=3^{\circ}$ MCS, h =normalna,kvadrant 92, pribl.koordinate: $46^{\circ}21'N$, $14^{\circ}07'E$.
- 2373 5.IX.1967: H=11 37 04, $45,7^{\circ}N$, $14,2^{\circ}E$, /BCIS/, H=11 37 03, $45,6^{\circ}N$, $13,9^{\circ}E$, h=38 km, $m_p=4,0$ /USCGS/.Koordinate USCGS-a so netočne,epicenter pada v področje Štanjela, kjer so potres čutili z jakostjo $3-4^{\circ}$ MCS. $I_o=5^{\circ}$ MCS, področje Ilirske Bistrice.Trst: 4° ,Ljubljana: 3° MCS. FUR: D=344 km, STU: D=494 km,T /Pn/=0,9 s, A=0,1 μm .
- 2374 5.IX.1967: H=15 18 16, $45,7^{\circ}N$, $14,2^{\circ}E$ /BCIS/, $I_o=4^{\circ}$ MCS, Ilirska Bistrica.Trst: 3° MCS.FUR:D=340 km, STU:D=494 km, T /Pn/=0,6 s, A=0,09 μm .
- 2375 5.IX.1967: H= 15 21 01, $I_o=4,5^{\circ}$,iste koordinate kot pri št.2373 in 2374.Ilirska Bistrica. Trst: 4° MCS, FUR:340 km.
- 2376 5.IX.1967: H=17 55 - ; $I_o=4,5^{\circ}$,naknadni potres Ilirska Bistrica.Sežana: 4° ,Tomaj: 4° MCS.
- 2377 3.XI.1967: H=13 20 23, $45,5^{\circ}N$, $14,6^{\circ}E$, južno od Snežnika, $I_o=5^{\circ}$ MCS, AGO LJU:iZ Pg 13 20 40,2, TRI:D=70 km, LJU:D=90 km.h utegne biti med 10 in 15 km.Kvadrant 272-273.
- 2378 13.XII.1967: H=10 42 28, $45^{\circ}53'N$, $14^{\circ}49'E$, Ivančna Gorica $4,5^{\circ}$ MCS /BCIS,LJU/, Grosuplje: 4° , Ljubljana: 3° MCS. R=45 km, Dobre polje: 3° MCS, AGO LJU: iZ Pg 10 42 32,9, D=30 km, ZGB:D=100 km,FUR: pribl.340 km.
- 2379 13.XII.1967: H=23 38 27, ponovitev št.2378,Ivančna Gorica, $I_o=3^{\circ}$ MCS. AGO LJU: iZ Pg 23 38 32,1,D=30 km.
- 2380 5.VII.1968: H= 08 39 59, $46^{\circ}05'N$, $14^{\circ}38'E$ /BCIS,LJU/, $I_o=5^{\circ}$ Vevče pri Ljubljani, R=45 km, Domžale: $4,5^{\circ}$,Litija: 3° , Kranj: 2° ,Trbovlje:negat.,Novo mesto:negat.Kvadrant 172,vzhodni rob ljubljanskega polja.AGO LJU: iZ!Pg 08 40 00,3, iZ Sg 08 40 02,0,D=12-15 km,TRI: iPg- 08 40 10,5, D=80 km,Az= 56° , ZGB:D=100 km,FUR: D=355 km,M/Z/:1,5 s, 0,07 μm , GRF:D=490 km,iZ/Pg/:T=0,4 s,2A=3,6 mm /Vmax=160.000 x/.

- Št. Potres:
- 2381 7.VII.1968: H=00 46 40, 46,0°N,15,2° E /BCIS,LJU/,Io=3-4° MCS,spodnji tok Savinje.Kvadrant:178,vzhodni rob Posavskih gub.ZGB:D=80 km,TRI:D=115 km,GRF:D=510 km,M/Z/:T=0,6 s,2A=1 mm, FUR:D=370 km,Az=310,8°.
- 2382 7.VIII.1968: AGO LJU:iZ Pg 08 52,12,6,iZ Sg 08 52 16,0,Sg-Pg=3,4 s, D=30 km, TRI:50 km.Makroseizmičnih podatkov ni,epicenter je verjetno v slabo naseljenem področju Logatec-Cerknica.Kvadrant: 213 ?, zahodni rob Menišije.
- 2383 12.VIII.1968: AGO LJU:iZ Pg 13 54 46,1,iZ Sg 13 54 48,8,D=20 km, Io=5° MCS, h=nornalna,vzhodni rob ljubljanskega polja,Ljubljana:Imax=4° MCS, ZGB:D=110 km,TRI:D=80 km.
- 2384 12.VIII.1968: AGO LJU:iZ Pg 21 44 30,5,Sg 32,9, D=18 km, Io=4° MCS,Zlato polje pri Trojanah,h=normalna,Ljubljana: Imax=2,5° MCS, TRI:D=90 km.Kvadrant 128,Kozjak-Menina-Čemšeniška pl.
- 2385 16.VIII.1968: H=21 33 46,8, 46,5°N,14,3°E, :prva varianta koordinat BCIS-a.Kasneje popravljena v: 46,4° N,14,2° E. USCGS:H=21 33 46,7, 46,4°N,14,2°E, h=33 Re/km/, m_b=4,2 SD 1,0 /CGS/, Io=5° MCS /LJU/,4-5° /STU/,R=50 km,h=norm. Radovljica:4-5° MCS,Bled:4-5° MCS,Gorje:4°,Boh.Bela 4°, Tržič:3-4°,Kranj:3°,WIE: Imax/Avstrija/:4,5,čutili v Šmohorju,Špitalu,Celovcu,Beljaku^{na},Salcbur^{škem} /?/ in pri Sv.Mihaelu /Lungau/.F=3800 km², 63 poz.in 15 negat.odgovorov.
- AGO LJU: iZ Pg 21 33 53,7, D=45 km,TRI:D=80 km,ZGB:D=170 km,STU:T/Pn/=0,6 s, A/Pn/=0,06μm . GRF:Pg:0,6 s,2A=4,6mm. Kvadrant:93,severovzhodni rob Jelovice.
- STU: Seismol.Jahresbericht,1968,Veröff.d.Landeserdbeben-dienstes Baden-Württemberg,1969,Stuttgart, WIE:Jahrbuch d.Zentralanstalt f.Met.u.Geodynamik,Wien,1969/.
- Makroseizmični zemljevid te ustanove prilagamo na str.27. Podatki se nanašajo na makroseizmična opazovanja v Avstriji,ki ima izredno dobro organizirano opazovalno mrežo.Epicenter pri Radovljici je označen z zvezdico.



Sl.1 Potres z dne 16.VIII.1968 v okolici Radovljice /št.2385/.
Makroseizmična opazovanja v Avstriji /Jahrb.Zentralanstalt
f.Met.u.Geodynamik,Wien,1969/.

Št. Potres:

2386 9.XII.1968: H=05 12 56, 45,7° N,14,1° E, prelom:Ilirska
Bistrica,-Prem-Košana, Io=4° MCS, Ilirska Bistrica:3-4°
MCS,Trst:2° MCS.Kvadrant:250-251.AGO LJU:iZ Pg 05 13 03,
D=60 km,ZGB:D=120 km, FUR: D=345 km,Az=322,9°,M/EW/ T=0,7
s,A=0,8µm. TRI: iZ+ Pg 05 13 00,5, i/Sg/ 05 13 07, D=okoli
50 km, GRF: e Sg 05 15 22,2, D=okoli 500 km.

2387 23.I.1969: AGO LJU: 03 39 22, D=25-30 km,Grosuplje Io=2-3°,
MCS,slab,čutili tudi v okolici Grosupljega. h=normalna,
zelo plitev.

- Št. Potres:
- 2388 7.VII.1969: AGO LJU: iZ Pg 17 55 06,3, iZ Sg 17 55 13,0, D=60 km, Epicenter: prelomni sistem vzhodnih Julijskih Alp, stopnja natančnosti: B, Koprivnik pri Bohinju / $46^{\circ} 18' N, 13^{\circ} 59' E$ / I= 3° MCS, h = normalen.
- 2389 9.X.1969: H=07 38 38, 45,8 N, 14,1 E, /BCIS/, $45^{\circ} 50' N, 14^{\circ} 10' E$ /LJU/, $I_0=3,5^{\circ}$ MCS, Epicenter v bližini Postojne, Trst: 2° MCS. LJU: D=45 km, TRI: D=okoli 26 km, Az= 64° , reg. TRI: iZ Pg 07 38 43, 1. Kvadrant: 212, stično področje Hrušice in Javornikov. Tektonski potres je registriralo 10 evropskih seizmoloških postaj.
- 2390 4.XI.1969: AGO LJU: iZ Pg 23 01 40,5, iZ Sg 23 01 47,4, D=70 km, Epicenter razreda B. Maksimalna sporočena jakost: $I_{max}=3-4^{\circ}$ MCS /Celje/, Laško: 3° MCS, Domžale: 3° MCS, Brežice: 3° MCS. Epicenter je bil v vzhodnem robu Posavskih gub.
- 2391 12.II.1970: H=04 16 09 /LJU/ $45^{\circ} 58' N, 14^{\circ} 28' E$ /makroseizmični epicenter/, $I_0=3^{\circ}$ MCS, h=3-5 km, Log /Kozarje/: 2° MCS, Ljubljana: 2° MCS. Kvadrant: 170, jugozahodni rob ljubljanskega barja. Epicenter: Preserje pri Borovnici.
- 2392 10.III.1970: AGO LJU: H=15 56 08, $45^{\circ} 58' N, 14^{\circ} 28' E$, AGO LJU: D=28 km, iN! Pg 15 56 10, iN! Sg 15 56 13,3, $I_0=4,5^{\circ}$ MCS, Preserje pri Borovnici, Ljubljana: $I_{max}=4^{\circ}$ MCS, Ljubljana-observatorij Golovec: 3° MCS. TRI: iZ+ Pg :15 56 13,4, i Sg 15 56 21, D=50 km. Kvadrant št. 170, jugozahodni rob ljubljanskega barja.
- 2393 13.IV.1970: H=02 11 58 /LJU/, $46^{\circ} 04' N, 14^{\circ} 30' E$, Ljubljana. $I_0=3,5^{\circ}$ MCS, h=plitev, AGO LJU: i!Pg 02 11 59,3, i!Sg 02 12 00,9, F=okoli 02 13 40. Kvadrant: 148, osrednja seizmogeni cona Ljubljane. Epicenter med Dravljami in Savljami. Potres je registrirala tudi lokalna seizmološka postaja Podsmreka pri Ljubljani.

Opomba: Številne slabše potrese v seizmogenih conah Ljubljane dajemo v posebni statistični preglednici.

B/ KATALOG MOČNEJŠIH POTRESOV Z MAKROSEIZMIČNIMI EFEKTI
V SLOVENIJI, KI SO IMELI EPICENTRE IZVEN SLOVENIJE
/RAZDOBJE OD 31.1.1956 DO 15.IV.1970/

- Št. Potres: Opomba:Številka potresa dopolnjuje razred B II.dela kataloga,ki obsega potrese od 1.1915-1965.
- 42 15.VIII.1956: H=12 02 54, $43,1^{\circ}$ N, $15,9^{\circ}$ E, Jadransko morje /BCIS/, zahodno od otoka Visa, M=6,0 /UPP/,6,0 /KIR/,5 1/2 /Praha,Moskva/.Potres so čutili v Splitu, Sinju,Kninu,Zadru in Zagrebu.V Sloveniji je $I_{max}=4^{\circ}$ MCS v Beli Krajini.Avstrija: $I_{max}=3^{\circ}$ /2 sporočili/.
- 43 5.XI.1956: H=19 46 -; epicenter blizu Paluzze v Karnskih alpah. $I_0 = ?$, I_{max} /Slovenija/: 5° MCS v Bovcu in Žagi pri Kobaridu.
- 44 26.IV.1959: H=14 45 16, $46,5^{\circ}$ N, $13,0^{\circ}$ E,/BCIS/,Karnija. $I_0=7^{\circ}$ MCS /Zuglio,Formeaso/,Tolmezzo: 6° , I_{max} /Slovenija/: 5° : Kranjska gora,Bovec,Kobarid,Tolmin in zg.dolina Soče/,Ljubljana: 3° MCS,Trst: 3° MCS, Avstrija: $I_{max}:5,5^{\circ}$.
- 45 13.VI.1959: H=21 56 45, $46^{\circ}15'$ N, $12^{\circ}34'$ E,Beneške Alpe. Močno čutili v Ampezzu, $I_0=?$, I_{max} /Slovenija/: 4° v Bovcu,Hrpeljah,Piranu,Škofji loki, 3° v Ljubljani.
- 46 2.XII.1959: H=18 20 05, $44,7^{\circ}$ N, $15,4^{\circ}$ E /BCIS/, $I_0=7^{\circ}$ MCS,Perušič, AGO LJU: iz Ph 18 20 36,4, D=180 km, Ljubljana: do 3° MCS, jugovzhodna Slovenija do $4,5^{\circ}$ MCS, Trst: 3- 4° MCS. USCGS daje napačne podatke:H=18 20 11 ! in 45° N, 16° E.
- 47 6.I.1960: H= 15 h 18 m -; Karnijska Alpe, $I_0=7^{\circ}$ MCS, Sauris, 6° :Sappada/, I_{max} /Slovenija/: 5° MCS,dolina Soče in zgornje Save.
- 48 20.II.1960: epicenter blizu Perušiča v Liki, $I_0= 5^{\circ}$ MCS? I_{max} /Slovenija/: 4° /Metlika,Črnomelj,Kočevje/,H=04 41 -
- 49 15.III.1960: epicenter blizu 45° N, 14° E v Istri, I_{max}

- Št. Potres:
- 49 /nadaljevanje/ Imax/Slovenija/: 3° MCS v Piranu, Kopru, Izoli in Ilirski Bistrici.
- 50 8.VII.1960: H=08 23 - ; $46,4^{\circ}$ N, $14,6^{\circ}$ E /WIE/, Karavanke, Bela /Vellach/na Koroškem. Glej epicenter št. 2308 kataloga.
- 51 18.XII.1960: H=01 53 16, 45° N, 15° E /BCIS/, Velika Kape-
la, obala Jadranskega morja, $I_0=6^{\circ}$ MCS /Drimiza/, Imax
/Slov./= 3° MCS -jugovzhodna Slovenija/, Ljubljana: $2-3^{\circ}$
MCS.
- 52 17.II.1961: H=14 18,1, $45,4^{\circ}$ N, $14,5^{\circ}$ E /BCIS/, $I_0=5^{\circ}$ MCS,
severovzhodno od Reke, Reka: $4-5^{\circ}$ MCS, AGO LJU: iz Pg 14
18 17,7, D=65 km, TRI: iz Pg 14 18 16,2, D=60 km, PRU:
ePn 14 19 15, D= $4,4^{\circ}$, Dc= $4,4^{\circ}$, Az= 180° , KSH: D=Dc= $3,8^{\circ}$,
eiPn=14 19 05,1. Bratislava: eiPn 14 19 10, eiSg 14 19
48, Dc= $3,3^{\circ}$, eiSb=14 19 45.
- 53 9.VIII.1961, H=okoli 08 56, Rožek pri Beljaku v Avstri-
ji /Rosegg bei Villach/, $I_0=3,5^{\circ}$ MCS, slab potres, ki ga
na naši strani verjetno niso čutili.
- 54 7.I.1962: H=10 03 -; Biokovo, Makarska, $I_0=7,5^{\circ}$ MCS, Imax
/Slovenija/: 4° v jugovzhodni Sloveniji.
- 55 11.I.1962: H= 05 05 03, 43° 18' N, 17° 02' E, h=15-20 km,
Biokovo-Makarska, $I_0=8,5^{\circ}$ MCS, Imax/Slov./= 5° MCS v
Črnomlju, Metliki, Novem mestu, Ljubljana: 4° MCS.
- 56 15.I.1962: H=23 10, Peca, Karavanke, $I_0=4^{\circ}$ MCS, 24 poz.
sporočil, 7 negativnih, F= 1050 km^2 /WIE/, Imax /Slov./=
 3° MCS.
- 57 23.I.1962: H=17 31 37, $44,1^{\circ}$ N, $12,8^{\circ}$ E /BCIS/, Jadransko
morje pri Riminiju, M=6,8 /Praha//!/, 5 /ING, Roma/,
Kasnejše korigirane vrednosti BCIS-a: H=17 31 39, $44,2^{\circ}$ N,
 $12,9^{\circ}$ E, Imax /Slov./: $3-4^{\circ}$ MCS v Kopru in okolici.
- 58 11.VI.1962: H=07 15 42 /BCIS/, $44,3^{\circ}$ N, $18,3^{\circ}$ E , srednja
Bosna, $I_0= /7-8^{\circ} ?/$, Imax /Slov./= $3,5^{\circ}$ Bela Krajina.
Potres so čutili do Trsta.

Št. Potres:

- 59 13.VIII.1962: H= 20 02 33, $46,7^{\circ}$ N, $13,0^{\circ}$ E, Karnske Alpe /BCIS/. Potres je dosegel približno 5° MCS. V Avstriji so ga v Dulah pri Smerčah v dolini Zilje čutili z jakostjo 4° MCS /Dellach, Gailtal/, $F=1600 \text{ km}^2$, $z=20$ poz. V severozahodni Sloveniji in v zgornjem Posočju ter v Julijskih Alpah so ga čutili z jakostjo 3° MCS.
- 60 24.IX.1962: AGO LJU: iz Pg 03 34 34,3, področje Reke s Kvarnerskim zalivom. I_o =manj kot 4° MCS.
- 61 8.I.1963: H=16 16 58, $45,5^{\circ}$ N, $14,5^{\circ}$ E, /BCIS/, prelomni sistem severno od Reke. $I_o=5^{\circ}$ MCS. Reka: 5° , Ilirska Bistrica 5° Trst: $4-5^{\circ}$, Ljubljana: $2-3^{\circ}$ MCS. LJU: D=75 km, TRI: D=62 km. Dc /PRÜ/: $4,5^{\circ}$, D/PRÜ/= $4,3^{\circ}$.
- 62 14.I.1963: H= 20 21 50, Rabelj /Italija/ psevdopotres, podzemni podor. $I_{\max}$ /Slov./= $2,5-3^{\circ}$ MCS v Bovcu in Logu pod Mangrtom. $I_o=4^{\circ}$ MCS ?, :sunke so čutili v zgornji dolini Soče. AGO LJU: iz Pg 20 21 59,2, TRI /Pg/: 20 22 09. BCIS: H= 20 21 45, $46^{\circ} 26'$ N, $13^{\circ} 55'$ E /Ljubljana/, PRÜ: Dc= $3,6^{\circ}$, D= $3,7^{\circ}$, Az= 183° .
- 63 6.II.1963: H=pribl. 04 30
H= " 21 15 Opatija: $3-4^{\circ}$ MCS, $I_{\max}$ /Slov./:
H= " 21 25 2° MCS
Vsi trije epicentri v Kvarnerskem zalivu.
- 64 23.VI.1963: H=09 33 53, $45,7^{\circ}$ N, $15,0^{\circ}$ E /BCIS/, USCGS: H= 09 33 53,2, $45,6^{\circ}$ N, $14,9^{\circ}$ E, $h=33 \text{ km}$ /model/, LJU: $45,5^{\circ}$ N, $15,0^{\circ}$ E, dolina Kolpe. $I_o=4-5^{\circ}$ MCS. Karlovac 4° , Novo mesto 4° , Trst 3° , Ljubljana 2° , $M=4,8$ /STU/, $4,4$ /CGS/, $M_{LH}=3,9$ /PRÜ/. BCIS je v prvi verziji dal H=09 33 52 in koordinate: $45,4^{\circ}$ N, $15,4^{\circ}$ E.
- 65 2.XII.1963: H=06 49, epicenter 40 km južno od Dunaja. $I_{\max}$ /Slovenija/: $2,5^{\circ}$ MCS v Mariboru.
- 66 8.V.1964: H=04 02 - ; WIE: Föderlach-Rosegg /Podravlje-Vernberk, Rožek /na Koroškem. $I_o=4,5^{\circ}$ MCS, $F=260 \text{ km}^2$, $z=27$ poz. sporočil, 15 negativnih. AGO LJU: iz Pg 04 02 28,3, iz /Sg/ 04 02 38,2, D=78 km. Makroseizmičnih sporočil iz Slovenije ni.

- Št. Potres:
- 67 27.X.1964: H=19 45 - ; Avstrija, južna stran Semmeringa. $I_0=6,5^{\circ}$ MCS, $F=200\,000\text{ km}^2$ /WIE/, $I_{\max}$ /Slov./: 4° MCS v Dolencih, Petrovcih, Šalovcih pri Murski Soboti, Maribor: $3-4^{\circ}$ MCS, Ravne: 3° MCS.
- 68 7.XI.1964: H=15 28 05, Karavanke, $I_0=3-4^{\circ}$ MCS. Ob H=15 42 37 je istega dne nastal potres v dol. Save Bohinjske /št. 2348 na str. 21 rokopisa/, ki ga ne gre zamenjati s tem potresom. Epicentrsko področje je Rožek-Podroščica na Koroškem, $F=670\text{ km}^2$ /WIE/.
- 69 11.XI.1964: H=09 29 -: področje Podroščice na avstrijskem Koroškem. $I_0=4^{\circ}$ MCS, $F=650\text{ km}^2$, 87 makroseizmičnih sporočil. AGO LJU: iz Pg 09 29 27,4, $D=70\text{ km}$, TRI: $D=110\text{ km}$, WIE: $D=275\text{ km}$.
Istega dne ponovitev ob 16 h 01 m. WIE: $I_0=4,5^{\circ}$ MCS, $F=800\text{ km}^2$. AGO LJU: iz Pg 16 01 22,5. Sledi tega potresa so na registraciji slabše od sledi potresa ob 09 29, zato je I_0 verjetno manjša.
- 70 31.X.1965: H=04 06 16, $45,4^{\circ}\text{N}$, $14,4^{\circ}\text{E}$ /BCIS/, Reka. $I_0=4^{\circ}$ MCS, epicentrsko področje severovzhodno od Reke in jugovzhodno od Klane. AGO LJU: iz Pg 04 06 27,9, $D=70\text{ km}$, $Az=8^{\circ}$, ZGB: $D=127\text{ km}$, $Az=69^{\circ}$, TRI: $D=70\text{ km}$, $Az=298^{\circ}$. Po ISC podatkih so razdalje za LJU: $0,65^{\circ}$, ZGB: $1,19^{\circ}$, TRI: $0,52^{\circ}$;
- 71 10.VII.1966: H=13 30 15, $46,4^{\circ}\text{N}$, $13,4^{\circ}\text{E}$, Julijske Alpe /BCIS/, šibki potresni sunki v Reziji, I_0 verjetno med 3 in 4° MCS. D/FFB/: 255 km .
- 72 10.VIII.1966: H=09 04 42, področje Žumberške gore. Čutili $/3^{\circ}$ MCS/ na področju Sv. Nedelje, 4° MCS v Samoboru. ZGB: iz Pg 09 04 45,8, $D=30\text{ km}$, LJU: iz Pg 09 04 58,9, $D=100\text{ km}$.
- 73 15.IX.1966: H=00 10 41, $46,25^{\circ}\text{N}$, $13,25^{\circ}\text{E}$, Beneška Slovenija, $I_0=3-4^{\circ}$ MCS, $I_{\max}$ /Slov./: 3° MCS na področju Breginja in Borjane. FFB: $D=238\text{ km}$.
- 74 11.XI.1966: H=16 16 15, $45,5^{\circ}\text{N}$, $15,9^{\circ}\text{E}$, področje Gline in Topuskoga /BCIS/, USCGS: H= 16 16 13,7, $45,6^{\circ}\text{N}$, $15,8^{\circ}\text{E}$, $h=19\text{ km}$, $M_B=5,0$. $I_0=6^{\circ}$ /Glina, Topusko/, neznatne poškodbe,

- Št. Potres:
- 74 /nadaljevanje/: AGO LJU: iZ Pn 16 16 35,6, D=142 km.
M /PRŮ/: 3,8 /ML/,STU:D=1200 km, Z/Pn/:T=0,9 s,A=0,05 μ m.
V Beli Krajini so čutili kratek sunek z I_{max}=4⁰ MCS.
- 75 18.VI.1967: H=09 56 37, 45,8⁰N,16,0⁰ E, Zagreb. I_o=4⁰ MCS,
I_{max} /Slov./:3⁰ MCS,Brežice, ZGB:iPg 09 56 38,2, D=15 km,
AGO LJU:D=110 km.
- 76 25.IX.1967: AGO LJU: iZ Pn 22 04 52,3, D=120 km,TRI:D=75
km,WIE:D=425 km,Jadranska obala? Makroseizmičnih podatkov
ni.
- 77 24.X.1967: H=16 17 47, 46,1 N,15,9 E, I_o=4⁰ MCS na področju
Krapine in Tuheljjskih Toplic. ZGB:D=40 km,AGO LJU:D=110 km,
iZ Pn 16 18 05,5, TRI:D=160 km. Iz Slovenije ni makroseizmi-
čnih podatkov.
- 78 9.XII.1967: H=05 44 59, 45,4N,14,6 E,Reka in Kvarnerski
zaliv.I_o=4⁰ MCS. AGO LJU:D=70 km,iZ Pg 05 45 13,3, TRI:D=
60 km,Az=123⁰ /od N→ E/. Osnovni podatki:BCIS.
- 79 9.XII.1967: H= 08 55 00,45,4 N,14,6 E,Reka,ponovitev,I_o=4⁰
AGO LJU: D=70 km,iZ Pg 08 55 14,8. I_{max} /Slov./=3⁰ na
področju Ilirske Bistrice.Osnovni podatki po BCIS-u.
- 80 30.XII.1967: H=04 19 19, 44,8 N,12,0 E, h=30-40 km,USCGS:
H=04 19 21,2,M_B=5,3, 44,7 N,12,2 E,h=33 km /model/ /R/,
M_s/PRŮ/ :5,3 /LH/,MOX:4,9 /LH/, TRI:I_{max} v Trstu:4-5⁰ MCS,
I_{max} /Slov./:4-5⁰ MCS v Novi Gorici,Ljubljana:4⁰ MCS.
Epicenter v Severni Italiji.
- 81 2.VI.1968: H=01 37 00,44,8 N,15,4 E,I_o=4-5⁰ MCS,/BCIS/.
Področje Vel.Kapele.ZGB:D=96 km, M=3,5,AGO LJU:D=100 km,
iZ Pg 01 37 22,6, D/TRI/:110km,iZ Pg+: 0137 23,7,STU:T /Pn/:
0,5 s,2A=4,9 mm= 0,2 μ m. STU:T /Pg/=0,7 s,A=0,13 μ m.Reg.FFB.
Domnevno je potres nekoliko prekoračil 5⁰ MCS. V teku dneva
ob 01 h 46 m in 06 h 04 m še dve ponovitvi iz iste hipocen-
trske cone.I_{max} /Slov./:3-4⁰ v dol.Kolpe in v Beli Krajini.
- 82 14.VII.1968: H=06 30 -; AGO LJU:eZ Pg 06 30 13,D=100 km,
TRI:D=55 km,področje Čedadada /Cividale/ v Italiji,I_{max} /Slov./:
2-3⁰MCS.

- Št. Potres:
- 83 2.X.1968: H=02 11 00, $47,1^{\circ}\text{N}$, $14,4^{\circ}\text{E}$ /WIE/, /BCIS/, epicenter pri Neumarktu, Štajerska, Avstrija. $I_0=4-5^{\circ}$ MCS, Prevalje, Dravograd, Muta: 2° MCS.
- 84 26.V.1969: AGO LJU: iZ Pg 03 14 38,9, D=45 km, Savinjske Alpe, epicenter verjetno na avstrijski strani. V Selah /Zell/ pri Borovljah $I=4^{\circ}$ MCS. BCIS ni dal sporočila.
- 85 7.VI.1969: AGO LJU: iZ Pg 21 23 16,7, D=95 km, Reka: $I_{\text{max}}=4^{\circ}$ MCS, I_{max} Slovenija: 3° MCS Podgrad, Jelšane, Podgraje.
- 86 8.VI.1969: AGO LJU: iZ Pg 01 34 19,4, D=95 km, Reka: 3° , Ni makroseizmičnih sporočil iz Slovenije.
- 87 9.VI.1969: AGO LJU: iZ Pg 06 44 47, D=95 km, Reka: 3° MCS.
- 88 10.VI.1969: iZ Pg 06 43 44,6, iZ Sg 06 43 55,7, D=95 km, /AGO LJU/, Reka: 3° MCS.
- Potrese št. 86-88 v Sloveniji niso čutili, ker so bili zelo plitvi in omejeni na majhne površine.
- 89 26.X.1969: H=15 36 50, $44,9^{\circ}\text{N}$, $17,3^{\circ}\text{E}$, /BCIS/, Banja luka, $I_0=7-8^{\circ}$ MCS, I_{max} /Slov./: Krško, Brežice: 4° MCS, Ljubljana, Jesenice: 3° MCS.
- 90 27.X.1969: H=08 10 56, $44,8^{\circ}\text{N}$, $17,2^{\circ}\text{E}$, Banja luka, $I_0=8^{\circ}$ MCS, I_{max} /Slov./ $3-4^{\circ}$ MCS, 4° v jugovzhodni Sloveniji, 3° v osrednji in severozahodni Sloveniji.
- 91 27.I.1970: H=21 46 - ; AGO LJU: iZ Pg 21 46 29,5, iZ Sg 21 46 44,4, D=120 km, Kvarnerski zaliv, SSE od Labina, $I_0=3-4^{\circ}$ MCS, čutili v Raši / 3° /. I_{max} /Slov./: $2-3^{\circ}$ MCS.

Komentar: Zaradi zmerne seizmične aktivnosti v sosednjih pokrajinah maksimalni efekti potresov niso presegali 5° MCS v razdobju od 1.1956-1970,3. Najpomembnejše potencialne cone, ki prispevajo k stresljivosti /rus.: sotrjasaemost' po Rizničenkú/ so: Karnske Alpe, Karavanke, dolina Kolpe, Klanski prelom, Vinodolska cona pri Reki in Kvarnerski zaliv. Vpliv potresov z magnitudami med 5,0-5,5 v severni Italiji se odraža le v

nihanju visokih objektov z lastnimi nihajnimi dobami med 0,7 in 1,5^s. Isto velja tudi za vpliv potresov iz banjaluške cone, ki so imeli magnitudo okoli 6,5, epicentrska razdalja pa je bila 270 km.

SEIZMIČNA AKTIVNOST V LJUBLJANI IN NJENI NEPOSREDNI
OKOLICI MED L. 1963 IN L. 1970,3 /Sg-Pg $\approx$ 5 s /

Uvod: Obdobje med letoma 1963 in 1970 označuje zmerena lokalna seizmična aktivnost, ki jo označuje pojavljanje šibkih lokalnih potresov v vzhodnem kvadrantu. Ti so predhodniki /foreshocks/ glavnega potresa v litijski coni z dne 19.V. 1963 ob H=10 00 -, kateremu pa je sledila diskontinuirano potekajoča serija naknadnih potresov /aftershocks/ vse do leta 1970.

Vmes se pojavljajo odzivni potresi v prilegajočih se prelomnih conah, ki skušajo uravnovesiti spremenjene situacije ravnotežnih sil. Migracije epicentrov v področju litijskih prelomnih con so očitne, prav tako je dokazano aktivno sodelovanje prelomne cone, ki poteka ob vzhodnem robu ljubljanskega polja /Vevče-Sostro/.

V drugi tretini obdobja se je aktivirala tudi jugozahodna prelomna cona Preserje-Borovnica, kjer so nastali razmeroma šibki potresi /do $I_0=4^0$ MCS/. Ni znakov, da bi se v seizmično aktivnost vključilo tudi področje severozahodno od Vrhnike /Ligojna-Žažar-Šentjošt/, ki je bilo razmeroma aktivno v prvih decenijah tega stoletja /gl. Katalog I in II/.

Centralna ljubljanska cona se je aktivirala samo enkrat in to 13.IV.1970 /potres št. 2393/, čeprav odpade nanjo po statistiki približno 85 % vse v seizmični zgodovini Ljubljane sproščene potresne energije. Vprašanje je, če se je s tem potresom začelo obdobje nove aktivnosti te cone, saj bi v tem primeru po empiriki mogli pričakovati močan potres v osrednji coni v nekaj letih, ali pa gre le za izravnavo napetosti med bloki vzhodne /savske/ in jugozahodne skupine.

Tabela I daje pregled poteka seizmične aktivnosti v Ljub-

-ljani in njeni neposredni okolici po kriteriju $S_g-P_g \approx 5,0$ s, ki dopušča obravnavo vseh lokalnih seizmogenih con.

Parametrov žarišč za vse potrese ni, ker v tem obdobju ni delovala lokalna seizmološka mreža, z izjemo potresa št. 2393, ki ga je registrirala tudi lokalna seizmološka postaja v Podsmreki pri Ljubljani.

Oznaka m v Tabeli I pomeni, da gre za mikroseizmični pojav, ki ga prebivalstvo ni čutilo, registrirala pa ga je seizmološka postaja na Golovcu, ki deluje v sklopu Astronomsko geofizikalnega observatorija. Seizmografski aparat, ki je registriral potrese, je Hiller "Stuttgart", kratkoperiodični vertikalni seizmograf, s $T_s=1,5$ s, $T_g=1,5$ s, $D_1=D_2=1$, $V_{max}=10.150$ x pri $T=0,87^s$. V seizmografski postaji Podsmreka pri Ljubljani deluje trokomponentni stavek VEGIK z $T_s=1,4^s$, $T_g=0,2^s$, $V_{max} \approx$ okoli 25.000 x.

Tabela I : STATISTIKA POTRESOV V LJUBLJANI IN OKOLICI DO D ~ Sg-Pg=5,0 s /1963-1970,3/.

Leto		Četrletje		Število potresov N _i z intenziteto I° po Mercalli-Cancani-Siebergovi skali											
				m	2°	2,5°	3°	3,5°	4°	4,5°	5°	5,5°	6°	6,5°	7°
1963	I			2					1		1				
1963	II			43		1	5	1	4	1	3				1
1963	III			4	1		1		1						
1963	IV			3	1		1	1		1	1		1		
1964	I			5			1	1							
1964	II			10			1		1						
1964	III			9					1						
1964	IV			8											
1965	I			15		1			1		1				
1965	II			8		1	1	1							
1965	III			5	1		2		1						
1965	IV			2	1		1		1						
1966	I			5	1	1	1								

Tabela I /nadaljevanje/:

Leto	Četrletje	Število potresov N_i	z intenziteto I_0 po Mercalli-Cancani-Siebergovi skali :										
		m	2°	2,5°	3°	3,5°	4°	4,5°	5°	5,5°	6°	6,5°	7°
1966	II	3		1				1					
1966	III	3		1									
1966	IV	5		1					1				
1967	I	4		1									
1967	II	3		2	1			1					
1967	III	4		1	1		1						
1967	IV	4		1	2				1				
1968	I	4		1									
1968	II	6		1	1								
1968	III	2			1		1		2				
1968	IV	5											
1969	I	14											
1969	II	9		1									
1969	III	8											

Tabela I /2.nadaljevanje/:

Leto	Četrletje	Število potresov N_i	z intenziteto I_0 po Mercalli-Cancani-Sibergovi skali:										
m		2°	2,5°	3°	3,5°	4°	4,5°	5°	5,5°	6°	6,5°	7°	
1969	IV	5	1										
1970	I	14	1		1	1							
	april	1	1		1								
Vsota 1963-1970,3: 213 8 15 20 6 14 5 9 1 1													

Komentar: Število potresov 2° in 2,5° je relativno majhno zaradi meje občutljivosti. Ostale vmesne stopnje /n.pr.3,5° in 4,5°/ je možno porazdeliti na stopnje 3° in 4°, oziroma 4° in 5°. Določeno število mikroseizmičnih potresov, ki so označeni z "m" je prav gotovo imelo vsaj neznatne makroseizmične efekte, toda o njih ni poročil. Prav tako je vsaj eden izmed potresov z intenziteto $I_0=5^0$ MCS moral imeti večjo jakost /5,5-6°/, da bi bila vsaj približno zadovoljena splošno sprejeta zavisnost med številčnostjo pojavov, ki so porazdeljeni na bodisi energetske razrede K, bodisi na magnitudne intervale, ali pa v primeru adoptiranja neke tipične srednje globine v potresni coni tudi intenzitetne intervale.

Velja namreč, da je: $\gamma' = -\Delta \log N / \Delta I_0$, kjer je $\gamma' \neq \gamma$, ki ga dobimo iz izraza $\gamma = -\Delta \log N / \Delta K$,

ΔK pa je interval energetskega razreda v Joulah (J).

Z normalno log-lin porazdelitvijo in z upoštevanjem možnih napak pri opazovanjih intenzitete, ki je določena po makroseizmičnih kriterijih, dobimo novo porazdelitev /tabela II/.

Tabela II. PORAZDELITEV $N / I_{0,k}$ ZA LJUBLJANO 1963-1970,3.

I_0 /MCS/:	m	2°	2,5°	3°	3,5°	4°	4,5°	5°	5,5°	6°	7°
F	130	59	36	25	16	11	7	5	-	2	1

Ta porazdelitev je narejena z upoštevanjem najverjetnejših vrednosti na področju višjih intenzitet. Grafični prikaz je podan na sl.2, ki kaže razmerje med številom potresov posameznih intenzitet N_i podanih v logaritmičnem merilu na ordinatni osi grafikona in posameznimi intenzitetami, katere so v linearnih razmakih podane na abscisni osi.

Mikroseizmični potresi "m" in del potresov 2° ter stopnje 2,5°, za katere ni mogoče dobiti makroseizmičnih sporočil, so podvrženi največjim realnim odstopanjem, dočim so potresi z $I \geq 3^\circ$ osnovna podlaga za izračun koeficienta krivulje, oziroma premice, ki kaže odvisnost števila potresov ^{od} posameznih intenzitet.

Slednje velja za ljubljansko cono s skupno površino okoli 3000 km² in za razdobje 8,3 let. Pretežni delež števila potresov posameznih kategorij N_i je prispevalo litijsko področje, druge sporadične in manj angažirane potresne cone so le malo prispevale k statističnim podatkom v tabeli II.

S predpostavko, da se v geološkem smislu kratkem intervalu nekaj sto let osnovni karakter dinamike potresov na tako ozkem področju ni mogel bistveno spremeniti, moremo na osnovi števila opazovanih potresov v tej coni sklepati, kakšen je bil I_{0max} , to je glavni potres, v katerega osnovno stopnjo dvomimo.

Pri tem je potrebno upoštevati naslednje faktorje: 1/verjetno prelomno cono, 2/izrazito zmanjšan faktor naseljenosti v obdobju pred XIX.stoletjem, ki daje podlago k manjši možni pogostosti opazovanj "in situ", 3/ manjšo možnost opazovanj makroseizmičnih efektov potresov na objektih lesene konstrukcije, ki so takrat prevladovali zlasti na podeželju.

Vzporednica s premico na sl.2 v stran večjih ali manjših intenzitet dopušča z redukcijo na 1 leto /vrednosti $N_i/8,3$ leta/ oceniti srednje število pojavljanja potresa stopnje I na 1 leto.

Glede na to, da so vrednosti $I = 3,5-4^\circ$ MCS in več najbolj zanesljive, nam zgodovinski podatek o "več sto močnih potresih", ki so se pojavljali skozi tri leta, daje možnost za približno ekstra-

polacijo intenzitete glavnega potresa. S tem je podan tudi element za ocenitev maksimalne možne intenzitete potresa na danem območju, seveda pa je potrebno upoštevati še druge pogoje, ki slede iz geološko-tektonske strukture, možnih dimenzij prelomne cone, intenzivnosti recentnih diferencialnih premikanj v področjih z intenzivno tektoniko, ter pogoje, kateri narekujejo možnost intenzivnega sproščanja deformiranih mas v potencialnih seizmogenih conah.

INTENZITETE, MAGNITUDE IN TIPIČNE HIPOCENTRSKE GLOBINE POTRESOV V LJUBLJANSKI CONI /1500 - 1970,3/.

Osnovne parametre seizmičnosti in z njimi v zvezi tudi velikostni red sproščene energije zajemamo iz ljubljanske potresne cone, ki obsega po avtorjevi definiciji naslednje kvadrante iz razporeditve v 1. in 2. delu kataloga potresov v Sloveniji:

Kvadrant št. 123, 124, 125
147, 148, 149, 150, 151
169, 170, 171, 172
192, 193, 194

Karakteristične točke strukture kvadrantov:

- 123 - NW točka med Kranjem in Naklom
- 125 - NE točka v dolini Črne severovzhodno od Kamnika.
- 169 - NW točka, severovzhodno od Šentjošta, južno od Črnega vrha v Polhograjskih dolomitih.
- 172 - seka dolino Besnice
- 192 - SW od Pokojišča v Menišiji
- 194 - SE od Turjaka

Niz 147 do 151 se razteza v smeri zahod-vzhod od Tošča do dol. Save vzhodno od Litije.

S temi kvadranti, ki merijo $0,1^{\circ}$ geogr. širine x $0,1^{\circ}$ geogr. dolžine, je pokrito vse področje, v katerem so se pojavljali

- 1/vsi močnejši potresi lokalnega značaja v Ljubljani,
- 2/vse serije naknadnih slabših potresov /aftershocks/, za katere obstojajo makroseizmični podatki;
- 3/V tem področju so vse pomembnejše prelomne cone, ki utegnejo prispevati k tektonski dinamiki področja. Za globinske prelome /5-20 km/ni podatkov.

Skupna površina petnajstih kvadrantov je okoli 4100 km², kar je le za 30% več kot površina, ki zajema cono, katera je podana z razliko $S_g - P_g = 5,0$ s, pri predpostavki površinskega žarišča potresa. Osnovne parametre lokalnih potresov v Ljubljani kaže tabela 2.

Tabela 2 PARAMETRI MOČNIH POTRESOV V LJUBLJANI /1500-1895/

Število potresov N_i	I_0	h /km/	M	$\log E$ /erg/	Opomba:
$N_9 = 1$	9,0	17,9	6,47	21,205	26.3.1511, kvadrant: 124 /B/
$N_8 = 1$	8,0	16,0	5,76	20,140	14.4.1895 kvadr. 148
$N_7 = 13$	7,0-7,75	9,1	$1x \rightarrow 5,14$ $8x \rightarrow 4,78$ $4x \rightarrow 4,92$	$\sum_{i=1}^{13} 19,784$	srednje vrednosti
$N_{6/1} = 1$	6,5-7,0	4,2	3,88	17,320	152=kvadr.
$N_{6/2} = 15$	6,0-6,5	10,6	4,08	$\sum_{i=1}^{15} 18,796$	srednje vrednosti
$N_{6/3} = 4$	6,0	4,0	3,50	$\sum_{i=1}^4 = 17,352$	sred.vredn.
$N_{6/4} = 4$	6,0	10,6	4,08	$\sum_{i=1}^4 = 18,222$	" "
$N_{6/5} = 2$	$\doteq 6$	$\doteq 4$	$\doteq 3,5$	$\sum_{i=1}^2 = 17,061$	približne sred.vred- nosti
$N_{5/1} = 10$	5,0	9,4	3,61	$\sum_{i=1}^{10} = 17,915$	1.1784-1894 sred.vredn.
$N_{4/1} = 13$	5,0	13,2	3,15	$\sum_{i=1}^{13} = 17,339$	sred.vredn.

Opomba: Frekvenca potresov z $I_0 = 4^0$ ali 5^0 MCS je mnogo prenizka, ker slabi pojavi v zgodovini niso bili evidentirani, verjetno pa o njih tudi ne obstojajo zapiski. Potrese skupine z $I_0 = 6$ delimo na pet kategorij po kombinaciji intenzitete in tipične srednje globine hipocentra po makroseizmičnih metodah /Hiller, Šebalin, Sponheuer, Blake in Martelly/. Magnitude potresov M so izračunane po formuli:

$$M = 0,66 \cdot I_0 + 1,7 \log h - 1,6 \quad /V. Kárnik/, \text{ a}$$

energija E v ergih:

$$\log E = 11,5 + 1,5 M. \quad /S. Solovjév/.$$

Porazdelitev potresov v tabeli 2 je dokaj nepravilna, saj kaže anormalen odnos števila N_7 napram N_8 , to je 13: 1. Vzrok temu je ta, da je preveliko število potresov bilo vrednoteno z $I_0=7^0$, nekaj pa bi se jih utegnilo po jakosti približati $I_0=8^0$ MCS.

V tabeli 3 opuščamo potrese letnika 1895, ko se začenja posebno obdobje ljubljanske potresne zgodovine, ostale potrese pa porazdelimo na verjetne intervale, s tem da v skladu s kritično obdelavo zgodovinskih podatkov še vedno dopuščamo nepravilno porazdelitev v statističnem pomenu besede. Potresi intervalov $I=5-6^0$ MCS, še bolj pa $4-5^0$ MCS, so vsebovani v tabeli začenši z obdobjema 1784, oziroma 1835. Zaradi manjšega pomena jih kronisti niso vedno zabeležili.

Tabela 3

VSOTE SPROŠČENIH ENERGIJ POTRESOV V LJUBLJANI
/1500-1894/

$N_{8-9}=1$	$I_0=8-9^0$	$h=17,9$ km	$M=6,10$	$\log E = 20,650$ erg
$N_{7-8}=9$	$7-8^0$	8,3	4,74 suma "	= 19,564 erg
$N_{6-7}=9$	$6-7^0$	10,6	4,08 suma "	= 18,574 erg
$N_{5-6}=10$	$5-6^0$	9,4	3,61 suma "	= 17,915 erg-od 1784.1.
$N_{4-5}=13$	$4-5^0$	13,2	3,08 suma "	= 17,234 erg-od 1835.1.

$N=42$, Vsota sproščene energije: $8,52 \cdot 10^{20}$ ergov v 395 letih na $F=4100$ km².

Komentar: Energija se pri treh razredih intenzitet v tabeli 3 zmanjšuje približno za faktor 10, dočim se ta pravilnost pri razredih potresov $I_0=5-6^0$ in $I_0=4-5^0$ ne kaže več. Vzrok je najprej krajši opazovalni interval, drugi vzrok pa so možni potresi manjših intenzitet v lokalnih prelomnih conah, kjer večji potresi ne morejo nastati.

Globine hipocentrov se gibljejo med 8 in 18 km. Srednje vrednosti globin nimajo fizikalnega pomena, saj pripadajo različnim seizmogenim conam, opaziti pa je možno tendenco naraščanja globine z rastočo intenziteto potresa zaradi fizikalnih pogojev za potrebno stopnjo akumulacije potencialne energije v Zemljini skorji.

Statistično zanimivejši in homogenejši niz opazovalnih makro-seizmičnih podatkov daje pregled serije ljubljanskih potresov po letu 1894. Ta zajema ljubljanski potres s 14. aprila 1895 in več manjših serij potresov vključno do 1.1970,3, ko je ponehala seizmična aktivnost v bližini Ljubljane.

Tabela 4

PREGLEDNICA POTRESNIH POJAVOV V LJUBLJANI

$F=4100 \text{ km}^2$, 15 kvadrantov $0,1 \times 0,1^\circ$, 1895-1970,3

Potresna stopnja	N	h/km/	M	log E	Opombe
8°	1	16,0	5,76	20,140	14.4.1895
$7,0-7,9^\circ$	4	10,9	4,94	19,516	vsota energije za 4 potrese
$6,0-6,9^\circ$:					
a :	2	5,7	3,24	16,661	vsota energije
b :	6	7,8	4,08	17,620	" "
c :	9	10,2	4,20	17,800	" "
$5,0-5,9^\circ$	31	7,9	3,19	17,776	" "
$4,0-4,9^\circ$	124	6,7	2,46	17,283	" "

Opomba: Če bi upoštevali še naknadne potrese po glavnem potresu z dne 14.4.1895, bi dobili še 97 potresov po $I_{0sr}=3,2^\circ$ MCS, $h_{sr}=15,8 \text{ km}$ s sumarno vrednostjo energije: $2 \cdot 10^{17}$ ergov, ter 81 potresov v intervalu od 26.IV.1895 do 31.XII.1895 s srednjo intenziteto $I_0=3,0^\circ$ MCS, hipocentrsko globino 8,7 km in energetske vsoto: $2,01 \cdot 10^{16}$ ergov.

Vsota energije potresov /do $I_0=4,0^\circ$ MCS/ v ljubljanski coni v intervalu od 1895 do 1970,3 znaša : $1,80 \cdot 10^{20}$ ergov.

Število potresov $N / I_0=4-8^\circ \text{ MCS} / = 177$

Število let: 76,3

Maksimalna srednja intenziteta: $I_{max} / sr. / = 8^\circ \text{ MCS}$.

Površina: 4100 km^2

Tipična globina hipocentra potresa z $I_0=8^\circ \text{ MCS}$: 15-20 km.

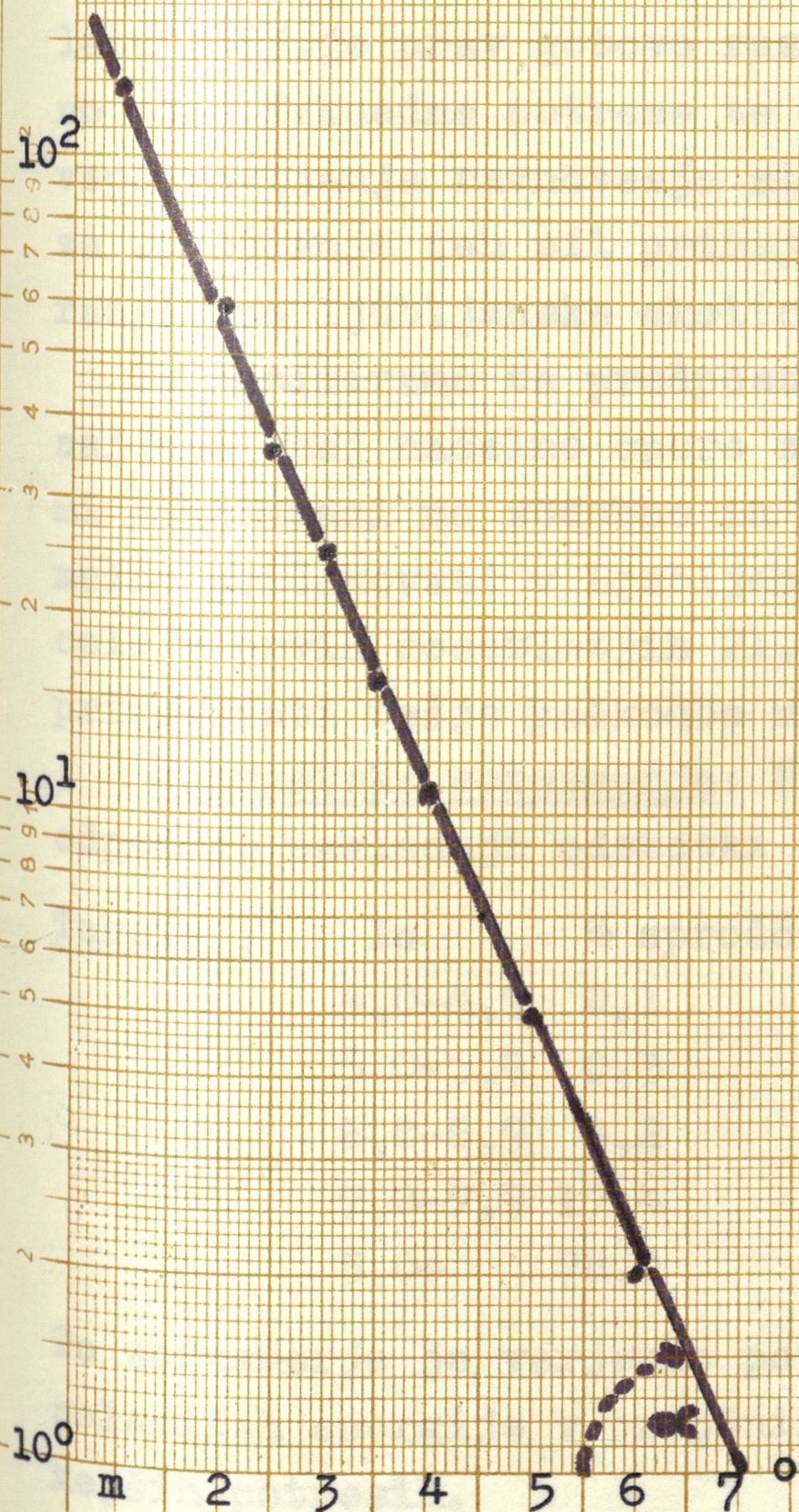
Vsota sproščene potresne energije: $1,8 \cdot 10^{20}$ ergov.

Dinamika: V 394 letih se je v tej coni sprostil približno $8,5 \cdot 10^{20}$ ergov energije, v 76,3 letih pa $1,8 \cdot 10^{20}$ ergov. Glede na to, da je iz tega razmerja možno sklepati na konstantnost dinamike,

RAZMERJE MED ŠTEVILOM POTRESOV $/\log N_i/$ IN
INTENZITETAMI I_0 V LJUBLJANSKI SEIZMOGENI
CONI V OBDOBJU MED L. 1963-1970,3.

m : mikroseizmični pojavi do $D \doteq Sg-Pg=5,0$ s
/pribl. 30 km/, ki so zabeleženi s kratko-
periodičnim vertikalnim seizmografom
Hiller-"Stuttgart", $T_s=1,5$ s, $T_g=1,5$ s,
 $D_1=D_2=1$, $V_{max}=10.150$ x pri $T=0,87$ s.

$$\begin{aligned} \gamma' &= \operatorname{tg} \alpha \\ \gamma' &= -2,145 \\ \Delta \log N_i &= -2,145 \cdot \Delta I_0 \end{aligned}$$



skale Mercalli-Cancani-Sieberg
 I_0

produkti časovnih intervalov in sproščene energije so namreč v približnem sorazmerju /ne upoštevaje šibke potrese v prejšnjih stoletjih/, moremo, če povzamemo predpostavko potrebne časovne priprave za akumulacijo potencialne energije v ljubljanski seizmogeni coni, sklepati na možnost sekularnega lokalnega potresa z $I_0=7,5-8^0$ vsaj v intervalu prihodnjih desetletij. Res je, da je na primer 18. stoletje bilo relativno v mirnem obdobju, zato pa je v 19. stoletju seizmična aktivnost naglo porasla.

Čim daljšim presledkom med potresi sledi tem močnejša aktivnost. Magnituda pričakovanega potresa je torej mimo geološko-tektonskih pogojev še v sorazmerju s časovnim intervalom akumulacije potencialne energije, vkolikor se ta ni sproščala v obliki manj izrazitih potresov, ali pa da se ni kopičila dovolj naglo, ker je bila usmerjena v cono z zmanjšano stopnjo notranjih deformacij /Reidova "elastic rebound theory"/. Litijska serija potresov iz leta 1963. je prav gotovo razbremenila ljubljansko lokalno potresno cono. Naknadne potrese te serije smemo pripisati tendencam vzpostavljanja ravnovesja sil, pri čemer je v zadnji fazi pobuda za sproščanje teh sil prihajala verjetno iz tektonsko izredno razgibane ljubljanske okolice.

Če rezimiramo te predpostavke in empirične podatke, lahko najdemo vsaj načelno oporo za predpostavko, da je potres z zmernimi poškodbami na sodobno in potresno varno zgrajenih objektih možno pričakovati v Ljubljani šele v nekaj desetletjih - morebiti celo v prvih desetletjih 21. stoletja, da pa je v tem primeru pričakovati težje poškodbe na objektih slabše trdnostne stopnje.

Energetska sorazmerja: Na posamezne intenzitetne intervale odpadejo naslednji odstotki skupno sproščene energije /1895-1970, 3/:

<u>Tabela 5</u>	I_0	% sproščene energije
	4,0-4,9	0,1
	5,0-5,9	0,3
	6,0-6,9	4,2
	7,0-7,9	17,4
	8,0→	78,0

To sorazmerje je verjetno potrebno upoštevati tudi pri ekstrapolacijah energije v prejšnjih stoletjih, kjer ni podatkov o šibkejših potresih.

Ocenitev seizmične aktivnosti po seizmogenih conah v Ljubljani in njeni okolici v razdobju od 1894. leta do leta 1970,3

Seizmogene cone v Ljubljani in njeni neposredni okolici smemo klasificirati v pet enot, ki se razlikujejo po seizmični aktivnosti in s tem po količinah sproščene seizmične energije. Čeprav je potresna žarišča le težko korelirati z znanimi prelomnimi sistemi in obstojajo pomisleki nekaterih avtorjev /Evison F.F.: Earthquakes and Faults, B.S.S.A, 53, 5, 1963/ zoper povezavo istih, kaže na ljubljanskem primeru empirika dosledno korelacijo med doslej raziskano tektoniko in pojavljanjem potresov. Številni avtorji, med njimi I. Rakovec /Pregled tektonske zgradbe Slovenije, Prvi jugosl. geol. kongres, Bled 23.-27.V.1954, Ljubljana, 1956/, M. Pleničar in S. Buser /Geologija ljubljanske kotline s posebnim ozirom na potresne razmere, Ljubljana, 1963, manuskript / in R. Gospodarič /Probleme der Bruchtektonik der NW-Dinariden, Geol. Rundschau, 59, 1969/ ugotavljajo elemente aktivne tektonike na posameznih območjih Ljubljane in njene okolice. Te elemente je mogoče korelirati s pojavljanjem potresov, pri čemu zajema obdelava tudi šibke lokalne potrese. V večini primerov je lokacija epicentrov zasnovana na strukturi makroseizmičnega polja po makroseizmičnih podatkih, mikrozeizmični podatki pa so prišli do izraza šele z naraščajočimi detekcijskimi zmožnostmi seizmoloških aparaturn na observatoriju Golovec, oziroma na postaji II. reda v Podsmreki pri Ljubljani, kakor tudi na ostalih evropskih seizmoloških postajah. Stopnja natančnosti opredelitve koordinat epicentrov je v večini primerov še vedno premalo natančna, zato so precizne makroseizmične analize podatkov še potrebne.

Večjo natančnost bi mogla nuditi lokalna ljubljanska seizmološka mreža z najmanj štirimi vertikalnimi kratkoperiodičnimi seizmografi, ki bi omogočila najti najnujnejše podatke za izračun parametrov H , φ_e , λ_e , h hipocentra. Učinkovitost takšne mreže pa je ob sporadični seizmičnosti, ki je na našem področju karakteristična, dokaj manjša, kot v področjih z zelo intenzivno seizmičnostjo, kjer je v relativno kratkem merilnem obdobju možno zbrati dovolj podatkov za konstrukcijo grafikona ponovljivosti, to je $\log N_i$ kot f / K_i /, kjer je K_i energetski razred

potresa, ki je enak $K_i = \log E_i$, če izrazimo energijo E_i v joulih /t.j. 10^7 ergov/.

Relativna ocenitev sproščene energije po posameznih seizmogenih conah v razdobju od 1894. leta do leta 1970,3 izražena v odstotkih, je podana v tabeli 6.

Tabela 6

Cona	Odstotek sproščene energije za $2,5 \leq M \leq 5,8$
Centralna cona Ljubljane /Ig-Ljubljana-Vodice /	85 %
Dolina Save	8 %
Jugozahodni rob barja	3 %
Severozahodni rob Ljubljanske kotline	3 %
Jugovzhodni rob barja /želi-meljski prelom/	1 %
Področje Ljubljane	100 %

ŽARIŠČNI PARAMETRI IN MAGNITUDE POTRESOV V LJUBLJANI

Žariščni parametri so količine, ki jih je razmeroma težko opredeliti. Med nje prištevamo linearne dimenzije aktivnih prelomov, oziroma prelomnih sektorjev, površine con z naknadnimi potresi /aftershock areas/, prelomne površine A_* in momente. Drugi elementi, kot so kriteriji na osnovi amplitudnih spektrov in podzemnih eksplozij v našem primeru ne pridejo v poštev, ker ni zanesljivih inštrumentalnih podatkov, oziroma niso bile opravljene podzemeljske eksplozije potrebnega magnitudnega razreda.

Liebermann R.C. in Pomeroy P.W. /Source dimensions of small earthquakes as determined from the size of the aftershock zone, B.S.S.A, 60, 3, 1970/ sta skušala povezati žariščne parametre z magnitudami nastalih potresov. Glede na možno povezavo teh parametrov s stvarnimi magnitudami in končno jakostmi potresov, podajamo dimenzije prelomov v Ljubljani in okolici, pri čemer upoštevamo le takšne, ki so 1/seizmično aktivni in 2/geološko-tektonsko opredeljeni.

Iz geološko-tektonskih zemljevidov /I.Rakovec, M.Pleničar, K.Grad in R.Gospodarič/ najdemo naslednje linearne dimenzije prelomov, ki so obenem potresno aktivni /V.Ribarič:Študija seizmičnosti Slovenije I in II/:

1. Ljubljanski prelom: Ig-Ljubljana-Vodice do črte Jelovica-Šenturška gora /po Kossmatu/ 35 km
2. Aktivna prelomna cona v dolini Save 14 km
3. Jugozahodni rob barja 6 km
4. Severozahodni rob Ljubljanske kotline 8 km
5. Jugovzhodni del barja, aktivni del želimeljskega preloma 5 km.

Dolžine prelomov so ugotovljene po pojavljanju močnejših potresov in njim sledečih naknadnih potresov, kakor tudi sporadičnih pojavov šibkih lokalnih potresov.

Natančnost teh opredelitev je seveda groba in obstoja možnost, da je sprostitvev deformacijske energije /strain-release/ v določeni prelomni coni povzročila sekundaren efekt v sosednji coni nam neznanega preloma. Toda glede na relativno gosto naseljenost območja in visoko kvaliteto makroseizmičnega opazovalnega gradiva v navedenem obdobju od 1894 do 1970, ³moremo sklepati, da so opazovalne napake takšnega reda, da bistveno ne vplivajo na variacije magnitudnih vrednosti.

Dolžina preloma in magnituda

Tocher¹⁾ in Iida²⁾ sta pokazala na odnos med dolžinami površinskih prelomov in magnitudami, ki velja za plitve potrese z velikimi magnitudami / $m > 6 \frac{1}{2}$ /. Glede na to, da je verjetnost pojavljanja takšnega potresa v ljubljanski regiji neznatna in je enaka približno enemu dogodku na 1000 let, obdelamo po Liebermannu in Pomeroyu ³⁾magnitudno območje med $m=4,5$ in 6, ki je za Ljubljano, kakor tudi za večino področij v Sloveniji bolj karakteristično.

1/Tocher D.: Earthquake energy and ground breakage, B.S.S.A, 48, 1958.

2/Iida K.: Earthquake magnitude, earthquake fault, and source dimension, J. Earth Sci., Nagoya Univ. 13, 1965.

3/Liebermann R.C.-Pomeroy P.W.: Source dimensions of small earthquakes as determined from the size of the aftershock zone, B.S.S.A. 3, 60, 1970.

Tocher D. je pokazal na primeru desetih potresov v Kaliforniji in Nevadi, da velja za potrese z $m > 6 \frac{1}{4}$ odnos:

$$m = 5,65 + 0,98 \log L,$$

kjer je L dolžina preloma v kilometrih.

Kasneje je Iida /1965/ dal podobno formulo za približno 60 potresov z $m > 6$, ki jih je izbral za različna področja sveta. Dobil je empirijski odnos:

$$m = 6,07 + 0,75 \cdot \log L.$$

Press F. /Dimensions of the source region for small shallow earthquakes, VESIAC Rep. 7885-X, 1967/ je pokazal, da zgornji enačbi Tocherja in Iide po vsej verjetnosti ne veljata za potrese z manjšimi magnitudami kot je $m=7$ zaradi spreminjanja mehanizma sprostitve deformacij pri potresih z manjšimi magnitudami. Za m manjši od 7, deformacije 10^{-4} in padce napetosti velikostnega reda 100 barov, je Press predlagal enačbo:

$$m = 4,49 + 1,6 \log L.$$

Nagib krivulje te enačbe kaže na to, da je za majhne potrese seizmična energija direktno proporcionalna volumenu izvora, kar se strinja z raziskavami Widemana in Majorja /1967/. Press je za vzpostavitev svoje enačbe imel na razpolago podatke dveh jedrskih podzemskih eksplozij, podatke o maksimalnih dolžinah prelomov na osnovi spektralnih študij in sekvenco naknadnih potresov Corralitos, kjer je glavni potres imel magnitudo $m=5$.

Te, do neke mere pomanjkljive vrednosti, so imele za posledico, da je Press podcenil dimenzije izvorov z magnitudami okoli 4 za faktor 10.

Splošni zaključek na osnovi teh študij je ta, da so vrednosti odnosov med magnitudami in dolžinami prelomov dokaj razhajajoče, vendar pa v določenem intervalu med $m=5$ in $m=6$ še dokaj realne. To je pa tudi območje, ki je v primeru Ljubljane in okolice najbolj zanimivo.

V tabeli 7 imamo primerjavo med vrednostmi po podatkih Tocherjeve in Iidine formule, kakor tudi Pressove formule glede na dolžino glavnega ljubljanskega preloma ter stvarne magnitude, ki pa so zaradi zgodovinskih podatkov izračunane po makroseizmičnih osnovnih vrednostih.

1/Wideman C.J.-Major M.V.: Strain steps associated with earthquakes, B.S.S.A., 1967, 57, 1429-1444.

Tabela 7

Ljubljanski Tocher /1958/ Iida/1965/ Press/1967/
prelom
L=35 km

14.4.1895	m=5,76	7,15	7,22	6,95
-----------	--------	------	------	------

Kot vidimo, so vse tri vrednosti prevelike, pri čemer je podatek po Pressu še vedno za $\Delta m = 1,20$ prevelik, čeprav je Pressova formula najverjetnejša.

Zaključimo lahko, da je

- 1/ magnituda $m = 5,76$ za ljubljanski potres z dne 14.4.1895 premajhna, ker odgovarja 8° MCS intenzitete potresa.
- 2/ Aktivirana ni bila celotna cona od Iga do prečnega preloma na črti Jelovica-Šenturška gora, temveč le njen del.
- 3/ Dodatni možni izvor napake, oziroma razhajanja rezultatov po Pressovi formuli je še relativnost kriterija opredelitve intenzitete potresa "in situ", kakor tudi dejstvo, da je magnituda tega potresa opredeljena z makroseizmičnimi podatki po formuli Kárnika. Toda ta faktor ima v tem primeru le sekundarno pomembnost.

Preliminarni zaključek v zvezi s potresom z dne 14.4.1895:

Ljubljanski potres je nedvomno presegel jakost 8° MCS, kar pomeni, da je najverjetnejša vrednost okoli $8,5^{\circ}$ MCS, višja vrednost 9° MCS pa je ponovno manj verjetna.

Maksimalno jakost so potresni sunki dosegli v pasu, ki sovpada z ljubljanskim prelomom. Vpliv talne podlage je spreminjal osnovni učinek potresa, ki bi ga opazili, če bi imeli homogena tla.

Aktivirala se je le cona z linearnimi dimenzijami kakšnih 15 km. Glede na to, da je glavni ljubljanski prelom na dveh mestih verjetno tudi v globini prestrižen s prelomoma, ki tečeta normalno na dinarsko smer in to približno v smereh vzhod-zahod /ljubljanska vrata med Rožnikom in Gradom ter ob obrobju Raščice in Šmarne gore/, dobimo z uvrstitvijo najverjetnejših parametrov potresa, to je, $I_0 = 8,5^{\circ}$ MCS, $m = 6,06$, s pomočjo Pressove formule pa $m = 6,36$, če upoštevamo realno dolžino preloma 15 km.

Iz zgornjega sledi, da se vrednosti, ki jih dobimo po Pressovi formuli za $m < 7$ in vrednosti dimenzij prelomov dobro strinjajo, zlasti še, ker se povprečne vrednosti inštrumentalnih magnitud, določenih v posameznih seizmoloških centrih razhajajo navadno več kot $\pm 0,3 m$.

F. Press /1967/ daje še izraz za vrednost magnitude m v povezavi z L , ki je nekoliko različen od formule na strani 50:

$$m = 1,06 \cdot \log L + 0,23.$$

L je seveda dolžina preloma izražena v centimetrih.

Vrednost, ki jo dobimo s to formulo je:

$$m = 6,41,$$

kar se le neznatno razlikuje od prejšne Pressove formule, ki je dala $m = 6,36$.

Glede na to, da smo na str. 49 podali dolžine aktivnih prelomov, skušamo interpretirati maksimalne možne magnitude potresov na temelju teh dolžin, seveda s postulatom, da se aktivira celotna prelomna cona naenkrat.

Tabela 8

Maksimalne možne magnitude potresov v ljubljanskih conah 1-5 na osnovi znanih dimenzij prelomov L /Po Pressu-1967/.

1. Ljubljanski prelom v celoti	$L = 35$ km	$m = 6,95$
1a. Ljubljanski prelom delno	$L = 15$ km	$m = 6,36$
2. Prel. cona doline Save	$L = 14$ km	$m = 6,32$
3. Jugozahodni rob barja	$L = 6$ km	$m = 5,73$
4. Severozahodni rob ljublj. kotline	$L = 8$ km	$m = 5,93$
5. Jugovzh. rob barja	$L = 5$ km	$m = 5,60$

Komentar: V realnosti se le redko aktivirajo naenkrat celotni prelomi. Za našo regijo bi lahko smatrali, da so vrednosti magnitud na osnovi Pressove formule za približno 10% prevelike. Vkljub temu, da so stvarno aktivne globinske prelomne cone v naših regijah v glavnem neznane, utegne površinska slika struktur prelomov biti v sorazmerju z globinskimi. Disipacija in prenos energije v razdrobljeni blokovski strukturi prispevajo k zmanjševanju makroseizmičnih efektov in verjetno tudi k

zmanjševanju, oziroma nepravilni porazdelitvi radijacijskega polja, kar se odraža najprej v velikih fluktuacijah inštrumentalnih magnitud, ki bi obstojale tudi, če bi teoretično imeli enake inštrumente na vseh postajah ter izven hipocentrske cone še enovito geološko strukturo v vseh azimutih, kakor tudi enake substrate na vseh seizmoloških postajah, ki bi opredeljevale magnitudo potresa iz ene izmed ljubljanskih aktivnih con.

Seveda ima pri tem nemajhno vlogo tudi sama mehanika žarišč, parameter, ki ga za starejše potrese ni mogoče določiti, pri novejših potresih pa je energija bila premajhna, da bi jih registriralo potrebno število evropskih in izvenevropskih seizmoloških postaj.

Prelomna površina in magnituda

Wyss in Brune¹⁾ sta določevala ploščino prelomne površine na osnovi meritev seizmičnega momenta /Aki, 1966 /²⁾ sedmerih naknadnih potresov v Parkfieldu /ZDA/. Brune in Allen³⁾ in Aki⁴⁾ so te podatke dopolnili še s študijem potresov v Imperial Valley ter glavnega potresa v Parkfieldu. Kvadratni koren ploščine prelomne površine A_* sta Wyss in Brune prikazala kot funkcijo magnitude m in pokazala, da velja za magnitudno območje med $m = 3$ in 6 relacija:

$$m = 2,8 + 1,9 \log A_*^{1/2} \quad \text{/Wyss, Brune, 1968/}.$$

Wyss in Brune sta na osnovi Smith-ovih podatkov⁵⁾ našla, da velja zgornji odnos tudi za mikropotrese z magnitudami od $0-1$, da pa je v primeru potresov v Parkfieldu določitev dolžine prelomov dala za velikostni red magnitud višje vrednosti, kot bi to zaključili na osnovi Pressove formule.

Iz slike 2 vidimo, da se vrednosti med Pressovo interpretacijo odnosa med magnitudo in dolžino preloma ter Wyss in Brunejevim tolmačenjem odnosa med $A_*^{1/2}$ in m razlikujejo za cel magnitudni razred. To pomeni, da je v primeru ljubljanskega potresa z $m = 6,06$ in realno dolžino preloma 15 km pričakovati preveliko vrednost prelomne druge dimenzije /širine ali globine/ W , da bi dobili enako magnitudno vrednost. Res je število opazovalnih podatkov še dokaj skromno in metoda Wyssa ter Bruneja veljavna le do $m = 6$, ljubljski potres z dne $14.4.1895$ pa je vrednost $m = 6$ prekoračil.

1/Wyss M., Brune J.W.: Seismic moment, stress, and source dimensions for earthquakes in the California-Nevada region, J. Geophys. Res. 73, 1968, 4681-4694.

- 2/Aki K.: Generation and propagation of G waves from the Niigata earthquake of June 16, 1964, 2, Estimation of earthquake moment, released energy, and stress-strain drop from the G-wave spectrum, B.E.R.I., Tokyo Univ., 44, 1966, 73-88.
 - 3/Brune J.N.-Allen C.R.: A low-stress-drop, low magnitude earthquake with surface faulting: The Imperial, California earthquake of March 4, 1966, B.S.S.A, 57, 1967, 501-514.
 - 4/Aki K.: Scaling law of seismic spectrum, J. Geophys. Res. 72, 1967, 1217-1231.
 - 5/Smith S.W., Sammis C.G., Jackson W.: Microearthquake source dimensions and energy release /abstract/, T.A.G.U., Washington, 48, 1967, 201.
-

Račun pokaže, da dobimo v primeru magnitude 6,06 in $L=15$ km za $W=180$ km, kar je nerealno, dočim dobimo, če vzamemo vrednost $L=35$ km, torej celotno dolžino ljubljanskega preloma, še vedno vrednost 77 km, torej bi prelomna ploskev morala segati že globoko v astenosfero.

Zaključimo, da v našem primeru ni mogoče uporabljati formule Wyssa in Bruneja /1968/. To dokažemo tako:

Hipocentrska globina ljubljanskega potresa z dne 14.4.1895 je okoli 16 km. Če predpostavimo razsežnost prostorske lege hipocentra še za enako vrednost v smeri negativne osi Z, dobimo za vrednost $W=32$ km. Pišemo, da je:

$$m = 2,8 + 1,9 \log \sqrt{L \cdot W} = 5,36. \quad /Wyss, Brune, 1968/$$

Magnitudni vrednosti 5,36 bi po Kárnikovi formuli z upoštevanjem globine $h=16$ km odgovarjala srednja potresna intenziteta v Ljubljani $I_{osr} = 7,4^0$ MCS, kar je prenizka vrednost.

Če variramo vrednost dimenzije L na 35 km, nam da račun za $I_{osr} = 7,9^0$ MCS, kar odgovarja magnitudi $m=5,69$. Ta vrednost je nekoliko bližja realni, vendar je žal ne potrjujejo opazovane vrednosti iz zone naknadnih potresov. Ti bi se namreč morali pojavljati vzdolž vsega področja med Predvorom nad Kranjem do Želimelj - če upoštevamo še možne makroseizmične efekte v smeri nadaljevanja preloma. Stvarna opazovanja pa kažejo, da so se naknadni potresi zvečine dogajali v ožje omejeni coni med Vodiciami in Ljubljano. Stvarna slika se gotovo razlikuje od

tega teoretičnega modela. Zaključimo, da je Wyss-Brunejeva metoda /1968/ neprimerna za področje blizu $m=6$ in da je po vsej verjetnosti najbolj uporabljiva metoda Pressa /1967/, ki uporablja le linearne razsežnosti prelomov in velja še nekako do magnitude $m=6,5$.

Potres z dne 26.III.1511:

Izhodiščni podatki najmočnejšega potresa v naših pokrajinah so naslednji: $I_0=9,5^0$ MCS, h okoli 30 km, $m=7,37$, stopnja natančnosti določitve epicentra: B. Intenzivni makroseizmični učinki potresa, ki je porušil na Kranjskem večino gradov in je povzročil tudi deformacije tal na površini, dopuščajo takšno ocenitev intenzitete, prav tako pa tudi serije naknadnih potresov, ki so trajale več mesecev, pri temu pa se je aktivnost grupirala v glavnem na območju Gorenjske. Nekateri avtorji /Eiby G.A., Earthquakes, London, 1957/ postavljajo epicenter tega potresa v Jadransko morje in to zaradi makroseizmičnih efektov v Furlaniji ter ob obalnih mestih Istre in Benečije. Toda makroseizmično polje se je širilo tudi proti severovzhodu, saj je na katedrali Sv. Štefana na Dunaju odpadel omet.

Glede na magnitudno stopnjo moramo uporabiti Iidino formulo /1965/:

$$m=6,07 + 0,75 \cdot \log L \quad /Iida, 1965/$$

Dobimo $L=54$ km.

To pomeni, da je bila aktivirana prelomnica, ki poteka od vzhodnega roba Posavskih gub proti vznožju Kamniških Alp in naprej pod Karavankami v približni dinarski smeri.

Oglejmo si še, kakšne premike D v cm bi utegnili najti na prelomni ploskvi, če bi prelom bil dostopen in ne prekrit s sedimenti. Iida je podal formulo, da je:

$$m=0,53 \log L D + 2,73 \quad /Iida, 1965/.$$

Vrednosti za L in D so izražene v centimetrih.

Dobimo vrednost $D=105$ cm.

Ta vrednost se strinja z opazovanji premikov tal ob močnih potresih enakega magnitudnega razreda, /Anatolija, 22.VII. 1967, Ambraseys N.N., Zatopek A. et al.: The Mudurnu Valley Earthquake /West Anatolia/, UNESCO, Ser. No. 622/BMS.RD/AVS, Paris, 1968/.

in ob potresu v Iranu /Dasht-e-Bayaz/ z dne 31.VIII.1968, kjer so opazili premike tal na površini z enakim velikostnim razredom./Ambraseys N.N., Anderson G., Bubnov S. et al.: Dasht-e-Bayaz Earthquake of 31 August 1968, UNESCO, Ser.No.1214/BMS.RD/SCE, Paris, 1969/.

Če uporabimo Iidino formulo še za primer ljubljanskega potresa z dne 14.4.1895., dobimo z uvrščanjem vrednosti: $m = 6,06$, $L = 15 \cdot 10^5$ cm, vrednost premika tal ob prelomu:

$$\underline{\underline{D = 1,3 \text{ cm}}}$$

Ta podatek velja seveda za skalno podlogo ob prelomu, površinski efekti na tleh pa so lahko večji zaradi dinamičnega amplifikacijskega faktorja /DAF/ in neelastičnih procesov s končnimi deformacijami v tleh.

Apendiks:

Za izračun zdrsa ob potresih definiramo v dislokacijski teoriji gubanja seizmični moment:

$$\langle u \rangle = M_0 / \mu A_*, \quad /1/$$

kjer je povprečna dislokacija ali povprečni zdrs ob prelomni površini, μ je rigidnost ali modul strižne prožnosti, M_0 moment žarišča in A_* ploščad zdrsne površine preloma. Ker je $\langle u \rangle$ ploščinsko povprečje, lahko povprečje razširimo na celotno površino strižne cone/projekcija volumena na strižno ravnino/ tako, da pomnožimo razmerje ploščadi ob vsakem dogodku s celotno ploščino strižne cone, to je z A_{0*} in pišemo:

$$\langle\langle u \rangle\rangle = \langle u \rangle \cdot A_* / A_{0*} = M_0 / \mu A_0 \quad . \quad /2/$$

S sumiranjem vseh dogodkov najdemo celotni zdrs:

$$\langle\langle u \rangle\rangle = 1 / \mu A_{0*} \sum M_0 \quad /3/.$$

Za uporabo enačbe /3/ določimo vrednosti μ in A_0 /enak $L_0 \cdot W_0$ / za posamezne strižne cone in sumiramo momente potresov v celotni coni. Brune /Brune J.N.: Seismic moment, seismicity, and rate of slip along major fault zones, J. Geophys. Res. 73, 1968, 777-784/ postulira na osnovi rezultatov raziskav Maruyame /1963/ in drugih avtorjev, da mora m biti proporcionalna logaritmu seizmičnega momenta, to je $\mu L \cdot u \cdot W$, kjer je u identičen oznaki D v Iidini for-

muli. Faktor se v Zemljini skorji le malo spreminja, zato Chinnery¹⁾ predlaga, da se naj vzpostavi odnos med M /naša anotacija m / in $\log L.D.W.$ Produkt $L.D.W$ nazivamo "geometrijski moment". Če za μ prevzamemo vrednost $3 \cdot 10^{11}$ c.g.s. enot, dobimo po Wyssu in Bruneju /1968/ vrednost za magnitudno področje med $m=3$ do $m=6$, ki je enaka:

$$m = 0,59 \cdot \log L D W - 2,13 \quad /Wyss, Brune, 1968/.$$

Ta enačba velja za zahodni del ZDA.

Ista avtorja sta za področje Parkfielda dobila enačbo:

$$m = 0,71 \log L D W - 3,94 \quad /Wyss, Brune, 1968/.$$

M. Båth²⁾ /1966/ citira še Berckhemerjevo³⁾ enačbo:

$$m = 0,59 \cdot \log L.W - 0,23 \quad /Berckhemer, 1962/.$$

1/Chinnery M.A.: Earthquake magnitude and source parameters, B.S. S.A., 5, 59, 1969, 1969-1982.

2/Båth M.: Earthquake energy and magnitude, Physics and Chemistry of the Earth, V. 7, Pergamon Press, New York, 1966.

3/Berckhemer H.: Die Ausdehnung der Bruchfläche im Erdbebenherd und ihr Einfluss auf das seismische Wellenspektrum, Gerlands Beitr. z. Geophys. 71, 5-26, 1962.

Praktična uporabljivost poljubne od zgornjih treh formul je omejena z močnimi lokalnimi značilnostmi, vendar jih preizkusno smemo uporabljati, da bi dobili pravilne dimenzijske razrede količin L, D in W .

Seizmični moment M_0 za navpične prelome tipa "strike-slip" in s plitvo globino najdemo z Ben-Menahem in Harkriderjevim⁴⁾ izrazom za valove tipa Love:

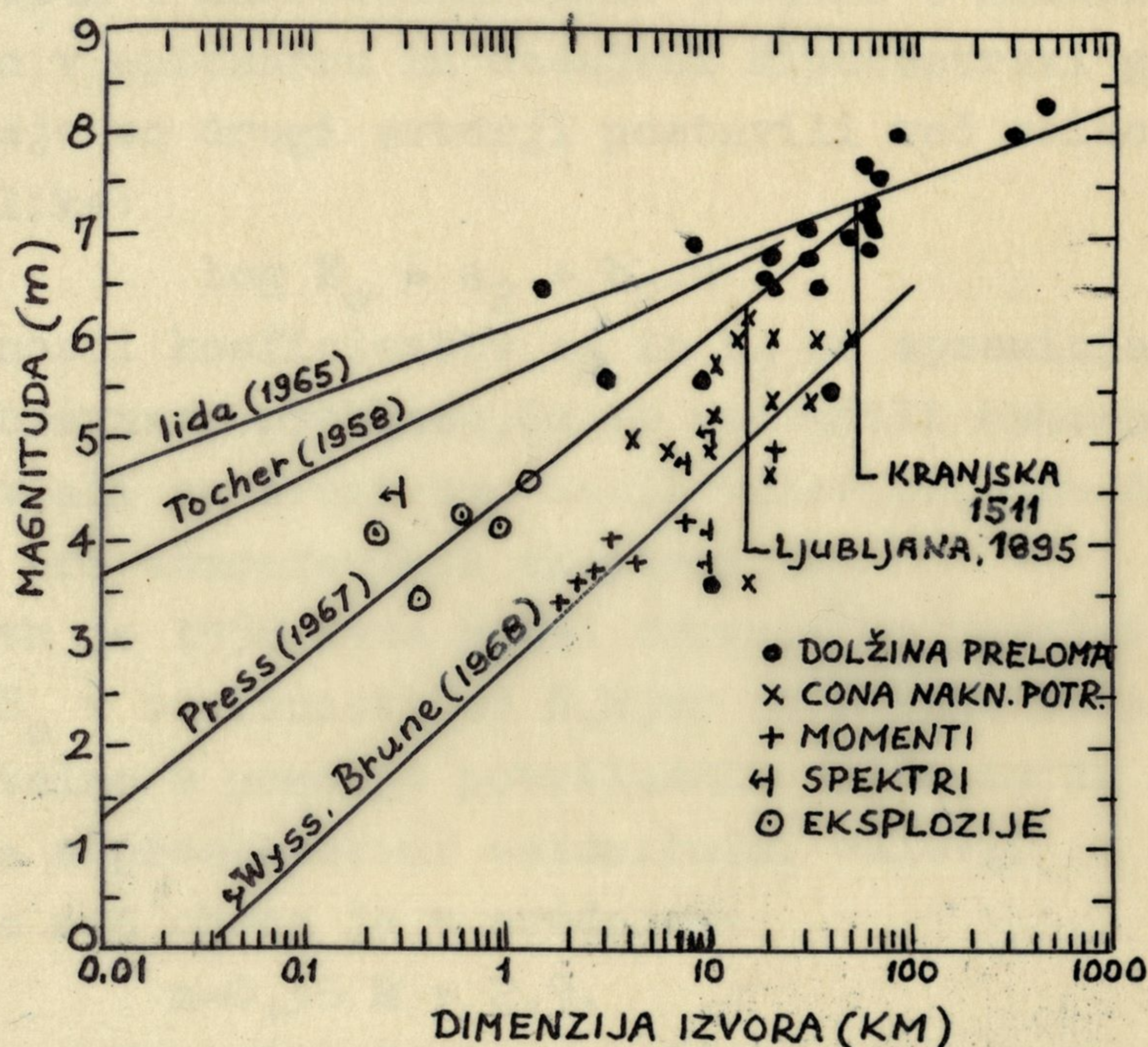
$$M_0 = (R_m \cdot C_L \cdot T)^{\frac{1}{2}} (\tilde{U}_0 \cdot \omega / A_L \cdot \cos 2\Theta)$$

kjer je R_m razdalja, C_L = fazna hitrost valov tipa Love, U_0 spektralna gostota, Θ azimut med smerjo poteka preloma in seizm. postajo, A_L vzbujevalna Harkriderjeva funkcija /Harkrider, 1964/⁵⁾ $= 2\pi/T$ pa kotna frekvenca vala.

Za A_L/t sta Wyss in Brune /1968/ uporabila vrednosti za tektonske modele, ki sta jih podala Anderson in Harkrider /1968/⁶⁾

4/Ben Menahem A.-Harkrider D.G.: Radiation patterns of seismic surface waves, J. Geophys. Res., 69, 1964, 2605-2620.

- 5/Harkrider D.G.:Surface waves in multilayered elastic media,1,
Rayleigh and Love waves from buried sources in a multi-layered
elastic half-space,B.S.S.A.,54,1964,627-679.
- 6/Anderson D.L.-Harkrider D.G.:Universal dispersion tables,2,
Variational parameters...,B.S.S.A.,59,1969.



Sl. 2 : Funkcionalna odvisnost velikosti magnitude od
dimenzije prelomne cone L /Lieberman-Pomeroy/.
Opazovane vrednosti za ljubljanski potres z
leta 1895 in potres na Kranjskem l.1511 se naj-
bolje skladajo s Pressovo relacijo /1967/.

Magnituda in energija potresov

V prvem in drugem delu kataloga potresov v Sloveniji smo dosledno uporabljali formulo z odnos med magnitudo in energijo potresov, ki jo je podal S. Solovjev /1957/:¹⁾

$$\log E_0 = /11,5 \div 12/ + 1,5.M.$$

E_0 je pri tem podana v ergih.

S tem smo izenačili način vrednotenja E_0 s pomočjo M -oziroma m , ki je podan z makroseizmičnimi podatki o maksimalni intenziteti potresa I_0 v epicentru in ocenjeni hipocentrski globini h .

Kasneje so drugi avtorji postavili več relacij med M in E , ki so vse oblike:

$$\log E_0 = a_2 + b_2.M.$$

Vrednosti koeficientov a_2 in b_2 se spreminjajo v zvezi z načinom obravnave problema, če so uporabili osnovni ton Rayleigh-evih valov, ali pa drugi ton istih valov, oziroma drugi ton valov tipa Love pri atmosferskih eksplozijah.

M . Båth je 1958. leta podal formulo²⁾ za totalno sproščeno energijo E_0 v odvisnosti od M , kjer je M magnituda, ki jo določamo instrumentalno s pomočjo površinskih valov, dočim je m magnituda, izračunana s prostorskimi seizmičnimi valovi.

Odnos med obema je v srednjem:

$$m = 0,56 M + 2,9.$$

Båthova formula glasi:

$$\log E_0 = 12,24 \pm 1,35 + /1,44 \pm 0,20 / .M / \text{Båth, 1958} / ^{2)}$$

in velja za območje med $M=5,3$ in $7,8$.

Z uvrstitvijo srednjih vrednosti faktorjev a_2 in b_2 v Båthovo formulo, ter z makroseizmičnimi vrednostmi izračunane magnitude, dobimo naslednje vrednosti za sproščeno energijo po Solovjevu in Båthu v primeru potresov z dne 26.III.1511 in 14.IV.1895:

Tabela 9

Potres z dne:	I_0	h	M	$\log E_0/\text{Solovjev}/\log E_0/\text{Båth}/$
26.III.1511	9,5	30	7,37	22,555 erg 22,853 erg
14.IV. 1895	8,5	16	6,06	20,590 erg 20,967 erg

Opazimo, da razlike niso velike. Nenatančnost določanja M z makroseizmičnimi podatki utegne pomembneje vplivati na določitev vrednosti E_0 .

1/Solovjev S.: Magnituda zemletrjasenij, Gl. 3, "Zemletrjasenija v SSSR", AN SSSR, Moskva, 1961, 101.

2/Báth M.: The energies of seismic body waves and surface waves, Contr. in Geophys./Gutenberg Vol. 1, 1958, 1-16.

Energija potresov in makroseizmične količine

V inženirski seizmologiji se uveljavljajo količine kot so a_0 , maksimalni pospešek tal, izražen v cm/s^2 , oziroma v delih težnostnega pospeška g , I_0 -maksimalna intenziteta potresa, v_0 -maksimalna hitrost nihanj delcev tal, A_0 - maksimalna amplituda gibanja tal v cm.

Odnose I_0/a_0 lahko povzamemo iz drugih virov, ker s področja Slovenije še nimamo akceleroگرامov lokalnih potresov. Kárník /1965/¹⁾ in Báth /1960/²⁾ sta dala naslednje odnose:

$$I_0 = 3 \cdot \log a_0 + 1,5 \quad \text{in}$$

$$M = \frac{2}{3} I_0 + 1 \quad /h=16-18 \text{ km}/.$$

Te vrednosti so seveda le orientacijske.

Če povzamemo še Báthovo formulo:

$$\log E_0 = 12,24 + 1,44 M, \text{ dobimo, da velja tudi}$$

$$\log E_0 = 13,4 + I_0, \text{ oziroma}$$

$$E_0 = a_{01}^3,$$

kjer je a_{01} pospešek tal v decimikronih $/0,1 \mu/\text{v s}^2$.

S poznavanjem površine cone, kjer se pojavljajo naknadni potresi S_a , lahko preverimo velikostni razred energije iz relacije, ki sta jo podala Báth in Duda /1964/:³⁾

$$E_0 = 2 \cdot 10^6 \cdot S_a^{1,19}$$

Iz teh odnosov dobimo maksimalni pospešek tal v primeru ljubljanskega potresa z dne 14.IV.1895 :

$$a_0 = 214 \text{ cm/s}^2 = 0,21 g,$$

oziroma v primeru potresa na Kranjskem z dne 26.III.1511:

$$a_0 = 457 \text{ cm/s}^2 = 0,42 g.$$

Te vrednosti so trenutni maksimalni pospeški v spektru pospeškov, ki v povprečju trajanja maksimalne faze valov S_g v primeru lokalnih potresov dosežejo v srednjem le do 70% teh vrednosti-in to na slabih tleh, z upoštevanjem faktorjev DAF glede na podlago in

vpliv sekundarnih efektov /resonanca,interferenca,hidrodinamični vpliv/.

-
- 1/Kárník V.: Magnitude-intensity relations for European and Mediterranean seismic regions, Stud. Geophys. et Geodaet., Praha, 9, 1965, 236-249.
 - 2/Báth M.: Seismicity of Europe. Progress Report. UGGI, Monograph 1, 1960, 24 p.
 - 3/Báth M.-Duda S.J.: Earthquake volume, fault plane area, seismic energy, strain, deformation and related quantities, Ann. di Geofis. 17, 1964, 353-368.
-

Pospeške tal na skalnatem homogenem terenu a_{os} dobimo iz odnosa:

$$\log a_{os} = -2,1 + 0,81 M - 0,027 M^2 \quad / \text{Medvedev S.V. 1968/}$$

Pri čemer je a_{os} podana v cm/s^2 , vrednost pa velja za področje epicentra.

Po tej formuli odgovarja pospešku a_{os} , ki je enak 1 cm/s^2 , magnitudna vrednost $M=2,8$.

Uvrstitev adoptiranih vrednosti za magnitudo potresov z dne 14.IV.1895 in 26.III.1511 daje vrednosti pospeškov, ki sta enaki:

$$a_{os} = 65 \text{ cm/s}^2 \quad / \text{Ljubljana, 14.IV.1895/}, \text{ oziroma:}$$

$$a_{os} = 257 \text{ cm/s}^2 \quad / \text{Kranjska, 26.III.1511/}.$$

Primerjava z vrednostmi trenutnih maksimalnih pospeškov s str. 60 kaže na to, da utegnejo vrednosti pospeškov zelo varirati. Upoštevajmo dejstvo, da je etalonsko tlo v Ljubljani glinasto-kremeni peščenjak, ki je drobljiv. Pospeški tal ob potresu z jakostjo $I_0 = 8,5^\circ$ MCS bi potemtakem na etalonskih tleh Golovca, oziroma Gradu in Rožnika dosegli vrednost okoli $80-90 \text{ cm/s}^2$.

Raziskave seizmičnih učinkov razstreljevanj /Sadovskij, 1946/ in potresov /Gutenberg-Richter, 1956/ so pokazale, da je disperzija vrednosti pospeškov mnogo večja, kakor vrednosti hitrosti nihanj tal. Pri hitrostih nihanj v_0 je lažje vzpostaviti empirične odnose med vrednostmi hitrosti in učinki.

-
- 1/Medvedev S.V.-Karapetjan B.K.-Byhovskij V.A.: Sejsmičeskie

vozdejstva na zdanija i sooruzhenija, Strojizdat, Moskva, 1968.

2/Sadovskij M.A.: Prostejšie priemy opredelenija sejsmičeskoj opasnosti massovyh vzryvov, AN SSSR, Moskva, 1946.

3/Gutenberg B.-Richter C.F.: Earthquake magnitude, intensity, energy and acceleration, B.S.S.A, 46, 1956, 105-145.

Gutenberg in Richter^{3/} sta našla, da je

$$\log v_0 = -0,76 + 0,91.M - 0,027.M^2$$

Vrednost v_0 dobimo pri tem izraženo kot razmerje med A_0 in T_0 , če je A_0 izražena v mikronih, T_0 pa v sekundah.

Za primer ljubljanskega potresa z dne 14.IV.1895 najdemo za potresno periodo $T_0 = 0,25$ s, kar odgovarja tudi približni periodi nihanja nizkih stanovanjskih objektov, vrednost za

$$v_0 = 2,3 \text{ cm/s.}$$

Za potres na Kranjskem z leta 1511, pa vrednost:

$$v_0 = 18,6 \text{ cm/s.}$$

Komentar: pri vrednosti $v_0 = 2-3$ cm/s se na objektih komaj začenjajo poškodbe, posamezni objekti v Ljubljani pa so utrpeli hude poškodbe in delne porušitve. V frekvenčnem območju od 0,5 - 2 Hz imamo pri potresu 8° MSK vrednosti hitrosti v_0 od 8-16 cm/s, Iz tega sledi, da je prevladajoča perioda potresnih valov pri potresu v Ljubljani bila večja od 0,25 s.

Gutenberg in Richter^{3/} sta našla, da je vrednost pogojne prevladujoče periode nihanja tal T_1 proporcionalna magnitudi M . Pri epicentrskih razdaljah do 50 km spreminjanja te vrednosti ne opažajo, pri večjih epicentrskih razdaljah /do 100 km/ pa se T_1 zviša za približno 20%.

Pišemo, da je

$$\log T_1 = -1,1 + 0,1.M \quad \text{/Gutenberg-Richter, 1956/,}$$

in dobimo za ljubljanski potres vrednost:

$$T_1 = 0,32 \text{ s,}$$

za potres z leta 1511 pa:

$$T_1 = 0,43 \text{ s.}$$

Ti podatki dajejo le prvo aproksimacijo za ocenitev velikostnega reda teh količin. Stvarne prilike-mehanizem potresa in resonančne lastnosti podlage-lahko znatno modificirajo spekter

vrednosti T_1 . Ista avtorja dajeta še odnos med trajanjem nihanja t_0 dela valovnega paketa, v katerem prevladujejo največje hitrosti in pospeški in magnitudo M :

$$\log t_0 = -1,4 + 0,32.M \quad /Gutenberg-Richter, 1956/.$$

Za primer Ljubljane dobimo vrednost:

$$t_0 = 3,46 \text{ s},$$

za primer potresa na Kranjskem 1.1511:

$$t_0 = 9,12 \text{ s}.$$

Te vrednosti so orientacijske in so odvisne od karakterja potresa, podlage-v primeru objekta pa tudi od njegove konstrukcije in materiala.

Malamud A.S. /O možnosti klasifikaciji zemletrjasenij po dliteljnosti kolebanij, Izv. AN SSSR, Ser. geofiz. 6, 1964/ je obdelal inštrumentalne podatke serije potresov v Tadžikistanu z energetskim razponom od $K=7$ do 12 in je dobil rezultat, da je

$$\log E \text{ /erg/} = 6,85 \cdot \log t' \quad /Malamud, 1964/$$

Malamud je podatke 500-tih potresov obdelal na osnovi registracij z vodoravnim seizmografom tipa Kirnosa pri čemer je časovni interval t' določil iz nastopa valov P in trenutkom prehoda oscilacij v nivo mikroseizmičnega šuma, torej pri amplitudi blizu 1 mikrona.

Z uvrstitvijo znanih podatkov v Malamudovo formulo najdemo za potres z dne 14.IV.1895 v Ljubljani trajanje registracije

$$t' = 1000 \text{ s}, \text{ oziroma za pojav 1.1511:}$$

$$t' = 1950 \text{ s}.$$

Podatki t_0 in t' predstavljajo dve ekstremni vrednosti, pri tem pa velja omeniti, da z variacijami epicentrske razdalje do $\Delta = 500 \text{ km}$, koeficient v Malamudovi formuli ne kaže bistvenih sprememb.

Trajanje potresnih nihanj, ki ga čutijo ljudje, utegne po vsem sodeč biti v prvem primeru okoli 15-20 s, v drugem pa med 50 in 70 s.

Verjetnostne ocenitve pospeškov tal pri potresih različnih I_0

Po S.V.Medvedevu /Inženernaja sejsmologija, Strojizdat, Moskva, 1962/ lahko navedemo naslednje karakteristike nihanj v odvisnosti od potresnih intenzitet I_0 :

Tabela 10

Intenziteta I_0 MSK	a_0 cm/s ²	v_0 cm/s	x_0 mm	E_s erg/cm ² srednja	E_s erg/cm ² mejne
5	12-25	1-2	0,5-1	$3,2 \cdot 10^5$	$5,5-1,1 \cdot 10^5$
6	25-50	2,1-4	1,1-2	$16,0 \cdot 10^5$	$27,0-5,5 \cdot 10^5$
7	50-100	4,1-8	2,1-4	$80,0 \cdot 10^5$	$134-27,0 \cdot 10^5$
8	100-200	8,1-16	4,1-8	$400 \cdot 10^5$	$670-134 \cdot 10^5$
9	200-400	16,1-32	8,1-16	$2000 \cdot 10^5$	$3350-670 \cdot 10^5$
10	400-800	32,1-64	16,1-32	-	$16.750-3350 \cdot 10^5$

Če primerjamo vrednosti pospeškov podane v tabeli 10 z vrednostmi pospeškov po Mercalli-Cancani-Siebergovi lestvici, ki jo zaradi primerjave objavljamo, opazimo velike razlike. Lestvica MCS ima podlago v Weber-Fechnerjevem zakonu in ne temelji na izmerjenih podatkih, oziroma vrednostih. Zato je pri vrednotenju pospeškov potrebno revidirati vrednosti MCS skale glede na MSK skalo, na kateri so zasnovani tudi sovjetski koeficienti seizmičnosti K_c , ki smo jih nekoliko spremenjene adoptirali tudi pri nas. Drugi problem je revizija številnih zgodovinskih podatkov o potresih. Ta revizija je v obstoječih študijah avtorja opravljena, kjerkoli je to bilo možno.

Tabela 11 Intenzitete potresov po lestvici Mercalli-Cancani-Sieberga in njim pripadajoče vrednosti pospeškov a_0

Intenziteta I_0 MCS	Pospešek tal a_0 cm/s ²
5	2,5-5
6	5,0-10,0
7	10 -25
8	25 -50
9	50 -100
10	100 -250

Vrednosti pospeškov po modificirani Mercallijeви skali, ki jo

uporabljajo v ZDA, so enakega velikostnega reda, kot vrednosti po skali MSK /tabela 10/, ki je imela zasnovo v sovjetski skali GOST 6249-52, oziroma v skalama GEOFIAN 1953 in OST-VKS4537, 1953.

S tabele 10 vidimo, da se z zvečanjem intenzivnosti potresa I_0 za enoto, pospeški povečajo za dvakratno vrednost.

Za območje period potresnih valov med 0,1 in 0,5 s lahko pišemo, da je

$$a_0 = a_k \cdot 2^{I_0},$$

$$a_k = 0,0008 \text{ g} = 8 \text{ mm/s}^2.$$

Za drugo območje period med 0,5 in 2 s se spreminjajo pospeški v obratnem sorazmerju s periodo po enačbi:

$$a_t = a_0 \cdot 0,5 \text{ s} / T = a_k \cdot 2^{I_0} \cdot 0,5 \text{ s} / T.$$

Matematični up log a_0 potresa z določeno intenziteto izrazimo:

$$M / \log a_0 / = \sum \log a_0 / p_i / a_0 /.$$

Račun za $I_0 = 5^0$ MSK daje vrednost: $M / \log a_0 / = 1,77$. Temu matematičnemu upu log a_0 odgovarja sama velikost pospeška v delih g, ki jo bomo označili z a_m . V našem primeru je torej $a_{m,5} = 0,017$. Verjetnost, da bo izmerjen pospešek odgovarjal zadanemu i-temu intervalu, označimo z $p_i / a_0 /$ in pišemo, da je srednje kvadratično odstopanje $Q / \log a_0 /$ enako:

$$Q / \log a_0 / = \sqrt{\sum [\log a_i - M / \log a_0 /]^2 \cdot p_i}, \text{ ter}$$

$$p_i = 1 / \sum n$$

Srednja kvadratična odstopanja $Q / \log a_0 /$ za potrese različnih jakosti so prikazana v tabeli 12.

Tabela 12

Verjetnostna ocenitev pospeškov kot $f / I_0 /$				
I_0 0 MSK	$M / \log a_0 /$	a_m	$Q / \log a_0 /$	$p / a_0 /$
5	-1,77	0,017	0,142	0,76
6	-1,48	0,033	0,158	0,641
7	-0,16	0,069	0,151	0,664
8	-0,86	0,136	0,147	0,757

Verjetnost $p / a_0 /$ za velikost pospeška, ki je porazdeljen po normalnem zakonu, je enaka:

$$p(a_0) = \frac{1}{\sigma \cdot \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(a_0 - \alpha)^2}{2\sigma^2}},$$

pri tem so α in ϵ matematični up, to je $M/\log a_0$, oziroma disperzija $Q^2 / \log a_0$.

Báthova količina Z

M. Báth je predložil količino, ki naj enostavno vspostavlja odnose med posameznimi parametri. Količina Z je definirana z:

$$Z = \log E_0 / 10^{13}$$

S kombinacijo z enačbami na str. 60 najdemo naslednje povprečne vrednosti:

$$E_0 = 10^{Z+13} \quad \text{/po definiciji/,}$$

$$M = 0,7 / Z + 0,7 /$$

$$I_0 = Z - 0,7$$

$$\text{in } a_0 = 0,2 \cdot 10^{Z/3} = 10^{Z/3-0,7/}$$

Te vrednosti imamo tabulirane v tabeli 13.

Tabela 13

Razmerje med količino Z in drugimi parametri potresov

Z	E_0 ergov	M	m	I_0	a_0 cm/s ²
1	10^{14}	1,2	3,3	0,3	0,4
2	10^{15}	1,9	3,7	1,3	1
3	10^{16}	2,6	4,1	2,3	2
4	10^{17}	3,3	4,6	3,3	4
5	10^{18}	4,0	5,0	4,3	10
6	10^{19}	4,7	5,5	5,3	20
7	10^{20}	5,4	5,9	6,3	40
8	10^{21}	6,1	6,3	7,3	100
9	10^{22}	6,8	6,8	8,3	200
10	10^{23}	7,5	7,2	9,3	400
11	10^{24}	8,2	7,7	10,3	1000
12	10^{25}	8,9	8,1	11,3	2000

Komentar: Odnosi med Z in I_0 , oziroma tudi z M in m so za naša področja manj uporabljivi, saj dajejo ob vrednostih $m=6,3$, oziroma $M=6,1$ pri $Z=8$ komaj intenziteto $I_0=7,3$, kar je manjša vrednost od povprečne intenzitete v regiji, ne pa celo maksimalnega povprečja intenzitet v pleistoseistični regiji.

1/Báth M.: Earthquake Energy and Magnitude, Phys. and Chem. of the Earth, 7, 1966.

Odnosi med mehanskimi parametri potresov

Med osnovnimi problemi regionalnih seizmoloških raziskav, ki naj služijo aplikativnim namenom, je vzpostavljanje empiričnih odnosov med maksimalnimi pospeški, hitrostmi in premiki tal ter pričakovanimi magnitudami in razdaljami do žarišč. Magnituda m , ki jo določamo z inštrumentalnimi parametri z uporabo prostorskih seizmičnih valov ne oblikuje le karakteristike odzivnih spektrov, temveč tudi vsebino karakterističnih period potresnih valov.

Potresne intenzitete po lestvici Medvedev-Sponheuer-Kárnik /MSK/ utegnejo biti dobro korelacijsko povezane s spektri odziva in to na področju manjših vrednosti period seizmičnih valov.

Intenziteta potresa I je v splošnem odvisna od:

- a/energetske dimenzije potresa,
- b/razdalje med izvorom in lokacijo,
- c/kvalitete tal, podzemne vode in topografije ter
- d/azimuta od smeri preloma do lokacije.

Glede na to, da je dinamična obremenitev, ki diktira vrsto in material konstrukcije, proporcionalna maksimalnemu pospešku tal a_{omax} , je prva metoda uporabljala ta podatek za ocenitev seizmičnih sil na objekt. Toda F. Crandell /1949/¹⁾ in J. Hershberger /1956/²⁾ sta opazila, da v večini primerov ni direktne povezave med pospeški tal in intenzivnostmi potresov, predvsem, ker so vrednosti pospeškov dokaj močno razsipane.

Pojav tolmačimo z močno odvisnostjo pospeškov od frekvence izvora. V primeru sinusoidalnih nihanj v diskretnem področju, kjer označimo z u funkcijo, ki je enaka:

$$u = A \sin p \cdot t, \text{ kjer je } p = 2\pi/T,$$
$$\text{dobimo za } d^2u / dt^2 = a_{\text{omax}} \text{ vrednost:}$$
$$a_{\text{omax}} = \frac{4\pi^2 \cdot A}{T^2},$$

pri majhnih vrednosti T pa seveda prevelike pospeške.

Crandell je našel, da je intenziteta potresa I bolje podana z vrednostjo $/A^2 / T^3 /_{\text{max}}$, ki je približno proporcionalna maksimalni kinetični energiji nihanja.

1/Crandell F.: Ground vibrations due to blasting and its effects upon structures, Jour. Bost. Soc. Civ. Eng. 222-245, 1949.

2/Hershberger J.: A comparison of earthquake accelerations with intensity ratings, B.S.S.A., 46, 1956, 317.

Zato sta Gutenberg in Richter /1956/ prevzela hitrost delcev tal kot merodajnejšo količino, ki je v sorazmerju z intenziteto potresa; /Gutenberg B.-Richter C.F.: Earthquake magnitude, intensity, energy, and acceleration, B.S.S.A. 46, 1956, 105-145/. Intenziteta I_0 je v sorazmerju z gostoto energije, ali močjo pretoka skozi površinsko enoto. Pišemo, da je

$$I_0 = 2 \pi^2 \rho \cdot V_s \cdot \left(\frac{A}{T} \right)^2.$$

Vrednosti ρ in V_s so gostota kamnine, oziroma tal in hitrost seizmičnega vala v substratumu.

Po tej definiciji je $v_{\max}$ seveda proporcionalen razmerju A/T in je zato prava mera za vrednost $I_{\max}^{1/2}$.

Drugo definicijo je postavil Housner G.W. /Behavior of structures during earthquakes, Proc. Am. Soc. Civ. Eng., Eng.-Mech. Div. 1959, 109-131/: Površina pod spektrom psevdo-hitrosti v intervalu period $T_2 - T_1$ je mera za intenziteto potresa.

Po Housnerju pišemo, da je:

$$I_\beta = \int_{T_1}^{T_2} (S_v, \beta) dT, \text{ kjer}$$

I določa lastnost resonatorja in maksimalno hitrost delcev. Pišemo še, da je srednja maksimalna hitrost resonatorja $\bar{V}$ enaka:

$$\bar{V} = \frac{I_\beta}{(T_2 - T_1)}.$$

Za VII⁰ po modificirani Mercallijevi skali /MM/ so našli vrednosti, ki so znatno nad vrednostmi VII⁰ MSK skale, namreč:

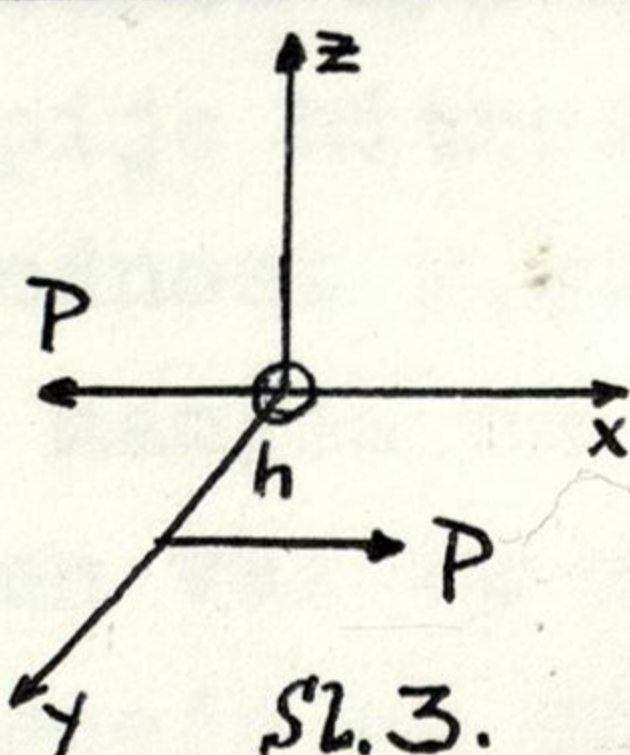
$$\bar{V} \text{ /med } 0,2 - 1,0 \text{ s/} = 20,6 \text{ cm/s}$$

$$V_{\max} = 18,3 \text{ cm/s in}$$

$$\bar{V}_0 \text{ /med } 0,2 \text{ in } 3,0 \text{ s/} = 22,9 \text{ cm/s.}$$

Ti podatki kažejo na to, da so kvantitativne vrednosti hitrosti le relativne mere, če so prikazane po teh kriterijih.

Problem amplitude premikov tal



Sila P deluje /sl. 3/ v smeri negativne osi x koordinatnega sistema v $(0,0,0)$, enaka in nasprotna sila pa deluje v $(0,h,0)$. Limitno vrednost dobimo, če teži $h \rightarrow 0$.

Rezultanta je: $M(\partial u_1/\partial y, \partial v_1/\partial y, \partial w_1/\partial y) \cdot (u_1, v_1, w_1)$,

to je premik, ki ga dobimo v vsaki točki snovi zaradi delovanja enote sile. Sile pa, ki delujejo na telo v okolici izvora, so statično ekvivalentne momentu /navoru/ M okoli osi z .

Če pišemo, da je $M = M_0 \cos p \cdot t$, lahko kompleksne enačbe reduciramo na:

$$\left[\frac{4\pi g}{M_0} \right] u = \frac{p \cdot y}{V_s^3 r^2} \left[1 - \frac{x^2}{r^2} - 3 \cdot \frac{V_s^2}{p^2 r^2} + \frac{15 x^2 V_s^2}{p^2 r^4} \right] \sin p \left(t + \frac{r}{V_s} \right) - \frac{y}{V_s^2 r^3} \left[1 - 6 \cdot \frac{x^2}{r^2} - 3 \cdot \frac{V_s^2}{p^2 r^2} + 15 \cdot \frac{x^2 V_s^2}{p^2 r^4} \right] \cos p \left(t - \frac{r}{V_s} \right); \quad p = \frac{2\pi}{T} = \omega$$

Za $x = 0$:

$$\left[\frac{4\pi g}{M_0} \right] u_{\max} = \frac{p \cdot y}{V_s^3 r^2} \left[1 + \left(\frac{V_s}{p \cdot r} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \left[1 - \frac{3 \cdot V_s^2}{p^2 r^2} \right].$$

Iz teh enačb je razvidno, da za

$V_s/p \cdot r \ll 1$, $u_{\max}$ postane proporcionalen $p \cdot y / V_s^3 \cdot r^2$,

dočim je za:

$V_s/p \cdot r \gg 1$, $u_{\max}$ proporcionalen $-3 y / p^2 \cdot r^5$.

Če vzamemo za r , ki je v epicentru identičen h , vrednost 16 km, kar velja za Ljubljano in $V_s = 3.400$ m/s, torej za apence in peščenjake reprezentativno hitrost, dobimo v drugem primeru potrdilo, da je $T \ll 29$ s, kar pa nima praktičnega pomena.

Zato vzamemo le primer, da je $V_s/p \cdot r \ll 1$ in dobimo za u :

$$u = \left[\frac{M_0}{4\pi g \cdot V_s^3} \right] \cdot \frac{p \cdot y}{r^2} \cdot \sin \left[p \cdot \left(t - \frac{r}{V_s} \right) + \varphi \right].$$

Amplituda je v tem primeru približno sorazmerna z $1/r$ in p .

Sezawa in Kanai / Sazawa K.-Kanai K.: Elastic waves produced...

BERI, Tokyo, 13, 1935/ sta našla, da je pri eksplozivnih točkastih

izvorih amplituda premika podana v sorazmerju z $1/r$ + višji

redi $1/r$, če je opazovalna točka relativno daleč od izvora. Praksa

kaže, da je odnos $1/r$ netočen, saj so žarki potresnih valov zara-

di anizotropije hitrosti z globino upognjeni navzgor proti

površini. Vrednost r , ki ga izračunamo iz odnosa $h^2 + 2^{1/2}$ je

torej vedno manjša od stvarne vrednosti.

Direkten val S_g prinaša do razdalje kakšnih 100 km največ energije, kasneje pa prevzamejo to vlogo prelomljeni valovi.

B. Gutenberg je našel, da je

u proporcionalen / $1/r^{1+n}$,

kjer je n enak okoli 0,032.

Amplitude premikov tal se razen geometrijske disperzije spreminjajo tudi zaradi notranjega trenja in sipanja v snoveh, v katerih se valovi širijo.

Po Wigginsu /Wiggins J.H.: Construction of strong motion response spectra from magnitude and distance data, B.S.S.A, 5, 54, 1964/. pišemo, da je

$$u = \frac{A}{r} \cdot e^{-\gamma \left(\frac{r}{T}\right)} \approx \frac{A}{r^{1+n}}$$

kjer je γ enak povprečju med hipocentrsko globino 8 km in površino v epicentru. Birch F. /Handbook of physical constants, Geol. Soc. of America Spec. Paper, 36, 1942/ je za γ podal vrednost $5,23 \cdot 10^{-6}$ s/m, oziroma $5,23 \cdot 10^{-3}$ s/km. Če vzamemo periodo seizmičnega vala $T=0,2$ s, dobimo za n okoli 0,42 za intervale r od 16-96 km. Daljša perioda $T=0,3$ s daje n okoli 0,45.

Vrednost faktorja atenuacije γ se seveda lokalno spreminja. Za področje Slovenije ga bo potrebno določiti, saj je ta različen od koeficienta absorpcije α , ki ga dobimo iz Kövesligethyjeve-Sponheuerjeve metodike uporabljajoč makroseizmične podatke.

Valna hitrost v homogeni in izotropni snovi je stalna in neodvisna od periode vala, ker je trdno trenje primarni povzročitelj atenuacije v snovi in ne viskozno trenje.

Intenziteta, ali maksimalna hitrost se spreminjata med potresom v odvisnosti od maksimalne sprostitve energije.

Pišemo, da je:

$$E_{\max} = 2\pi^2 \cdot \rho \cdot \left[\frac{A}{T}\right]_{\max}^2,$$

$$\text{Torej je } \left[\frac{A}{T}\right]_{\max} \propto E_{\max}^{\frac{1}{2}}.$$

Toda Richterjeva magnituda M je mera za totalno energijo, ki jo sprošča potres, torej ni le funkcija maksimalne kinetične energije, temveč tudi trajanja potresa. Lahko pišemo, da je totalna energija $E_{\text{tot}} \propto E_{\max}^n$, kjer je $n < 1$. Potemtakem je

$$\left[\frac{A}{T}\right]_{\max} \propto E^m, \text{ kjer je } m < 1/2.$$

Housner je za nižjo mejo m našel vrednost $m = 0,25$.

Glede na totalno kinetično energijo, ki jo sprošča potres, je hitrost delca v sorazmerju z E^m , kjer je m vrednost med 0,25 in 0,50.

Gutenberg in Richter sta za Kalifornijo podala empiričen odnos:

$\log E = 9,4 + 2,14.M - 0,054.M^2$ /Gutenberg-Richter, 1956/,
ki daje s kombiniranjem s Kanai-evo empirično formulo /1958/
za Kalifornijo:

$\log \frac{A}{T} = 0,61.M - 3.\log \Delta + 0,80$, torej je

$$\frac{A}{T} \propto E^{0,323} \cdot \frac{1}{\Delta^3}$$

Wiggins /1964/ je s kombiniranjem podatkov o prevladujoči periodi T_1 in upošteva je geometrijsko divergenco prišel do izraza, da je

$$\frac{A_0}{T_1} \propto \frac{E^{0,447}}{\Delta^{1,44}} \quad \text{/Wiggins, 1964/}.$$

Z dimenzijsko analizo je Wiggins / Wiggins J.H.: Construction of strong motion response spectra from magnitude and distance data, B.S.S.A., 5, 54, 1964/ prišel do poenostavljenega izraza med I , r in E ter vrednosti faktorja atenuacije γ .

$$I = K/r \cdot E^{0,33} \cdot e^{-\frac{\gamma \cdot r}{T}}$$

Posameznih parametrov K , T in γ za Slovenijo še ne moremo določiti, ker je število opazovanih vrednosti premajhno.

Na osnovi te metodike je Wiggins določil še formulo za $V_{\max}$, ki je podobna zgornji, s tem da je vrednost koeficienta K drugačna.

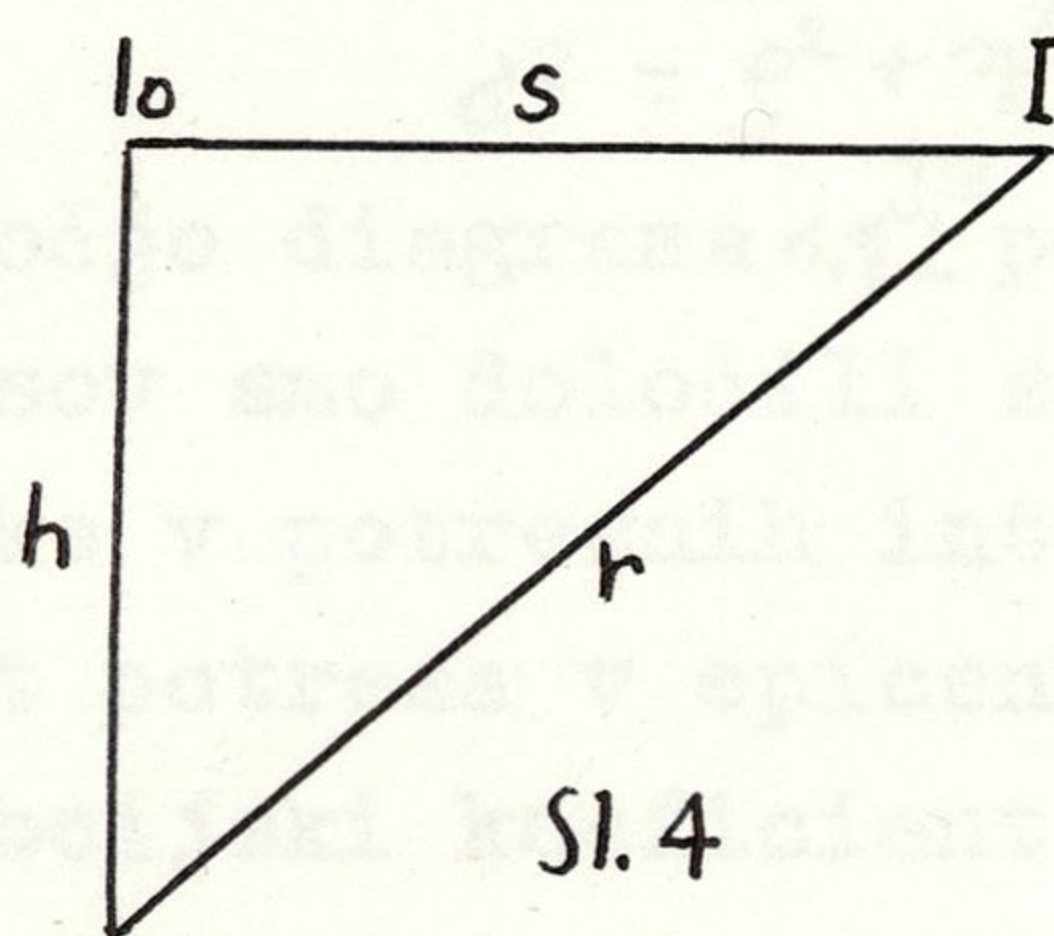
Predpogoj za numerični izračun parametrov, ki se nahajajo v teh enačbah, je veliko število kvalitetnih podatkov, teh pa je zaradi nepopolne seizmološke mreže v Sloveniji še zelo malo.

Hipocentrske globine po makroseizmičnih podatkih

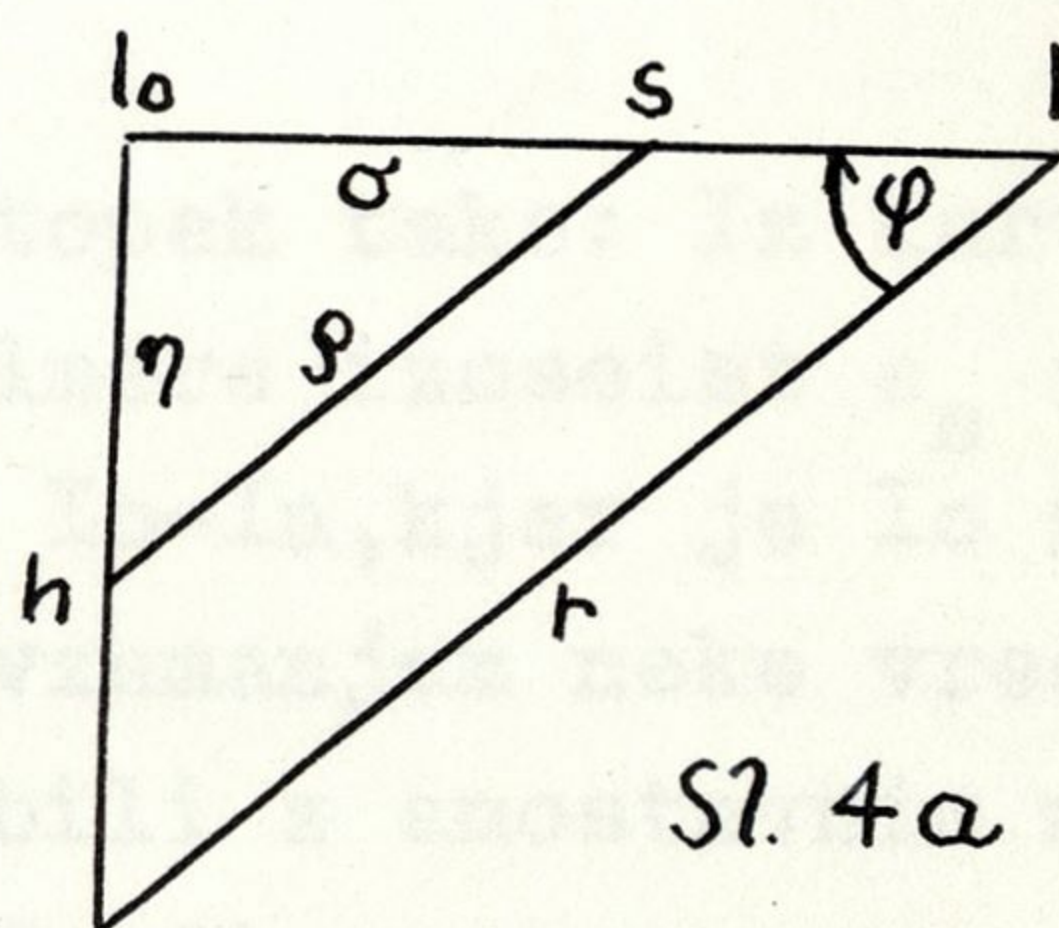
V večini postopkov izhajamo iz Kövesligethyjeve formule:

$$I_0 - I = 3 \cdot \log r/h + 3 \cdot M' / r-h/$$

I_0 je intenziteta potresa v epicentru, I intenziteta v razdalji s od epicentra, pri čemer se jemlje srednja vrednost s za dano izoseisto, h je hipocentrska globina, α absorpcijski koeficient $/\text{km}^{-1}/$, M' pa $\log e = 0,4343$.



Sl. 4



Sl. 4a

Iz sl.4a: $\frac{\eta}{h} = \frac{s}{r} = \frac{\sigma}{s} = \alpha$ /po W.Ullmannu/

Lahko pišemo, da je :

$$\frac{I_0 - I}{3} = \log \frac{s}{\eta} + M' (s - \eta)$$

Po sliki 4 a vidimo, da je:

$$\frac{s}{\eta} = \frac{1}{\sin \varphi}$$

in s tem:

$$s - \eta = s(1 - \sin \varphi).$$

Sedaj postane

$$\frac{I_0 - I}{3} = -\log \sin \varphi + M' \cdot s(1 - \sin \varphi).$$

Iz tega sledi:

$$s = \left(\frac{I_0 - I}{3} + \log \sin \varphi \right) \cdot \frac{1}{M'} \cdot \frac{1}{1 - \sin \varphi}.$$

Ullmann je postavil:

$$c(\varphi) = \frac{1}{M'} \cdot \frac{1}{1 - \sin \varphi},$$

$$-c(\varphi) \cdot \log \sin \varphi = f(\varphi)$$

$$y = \frac{I_0 - I}{3}$$

Dobimo: $\rho = \gamma \cdot c(\varphi) - f(\varphi)$. Vrednost količine je definirana le

za: $\gamma + \log \sin \varphi > 0$,

ali $\frac{\gamma}{M'} + \ln \sin \varphi > 0$, iz česar pa sledi, da je:

$$\sin \varphi > e^{-\frac{\gamma}{M'}}$$

S kotom φ in vrednostjo za ρ lahko za vsaki γ narišemo krivuljo, ali pa uporabimo velikosti za σ in η , ki jih dobimo iz enačb:

$$\eta = \rho \cdot \sin \varphi,$$

$$\sigma^2 = \rho^2 + \eta^2.$$

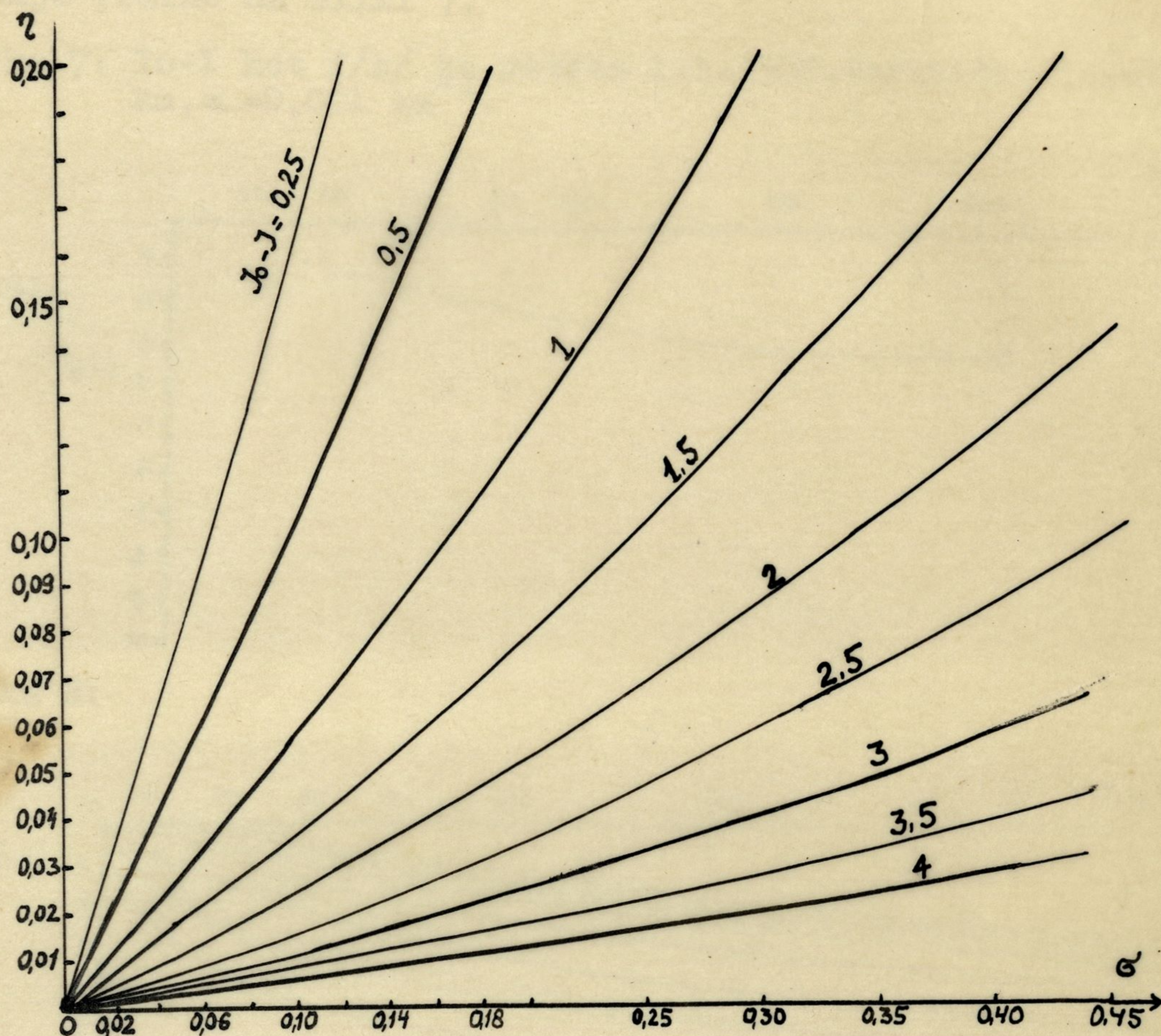
S pomočjo diagrama σ, η ^{je} potekal postopek tako: Iz kart izoseist potresov smo določili srednje polmere izoseist s_n za odgovarjajoče razlike v potresnih intenzitetah $I_0 - I_n$, kjer je I_0 maksimalna jakost potresa v epicentru. S prevzemanjem neke vrednosti za absorpcijski koeficient α smo dobili z enostavnim množenjem s polmeri izoseist s_n velikosti σ_n . Iz diagrama σ, η smo pri vsakem σ za pripadajočo razliko v intenzitetah $I_0 - I_n$ našli pripadajoči η .

Z rastočimi ali padajočimi vrednostmi α smo postopek ponavljali tako dolgo, dokler vrednosti η niso postale približno konstantne. Iz η smo dobili z deljenjem z α iskano vrednost za h . Zamudni postopek smo skrajšali z uvajanjem transparentnih modelov, pri tem pa smo za različne vrednosti absorpcijskih koeficientov α prikazali odvisnost padanja intenzitete potresa z razdaljo.

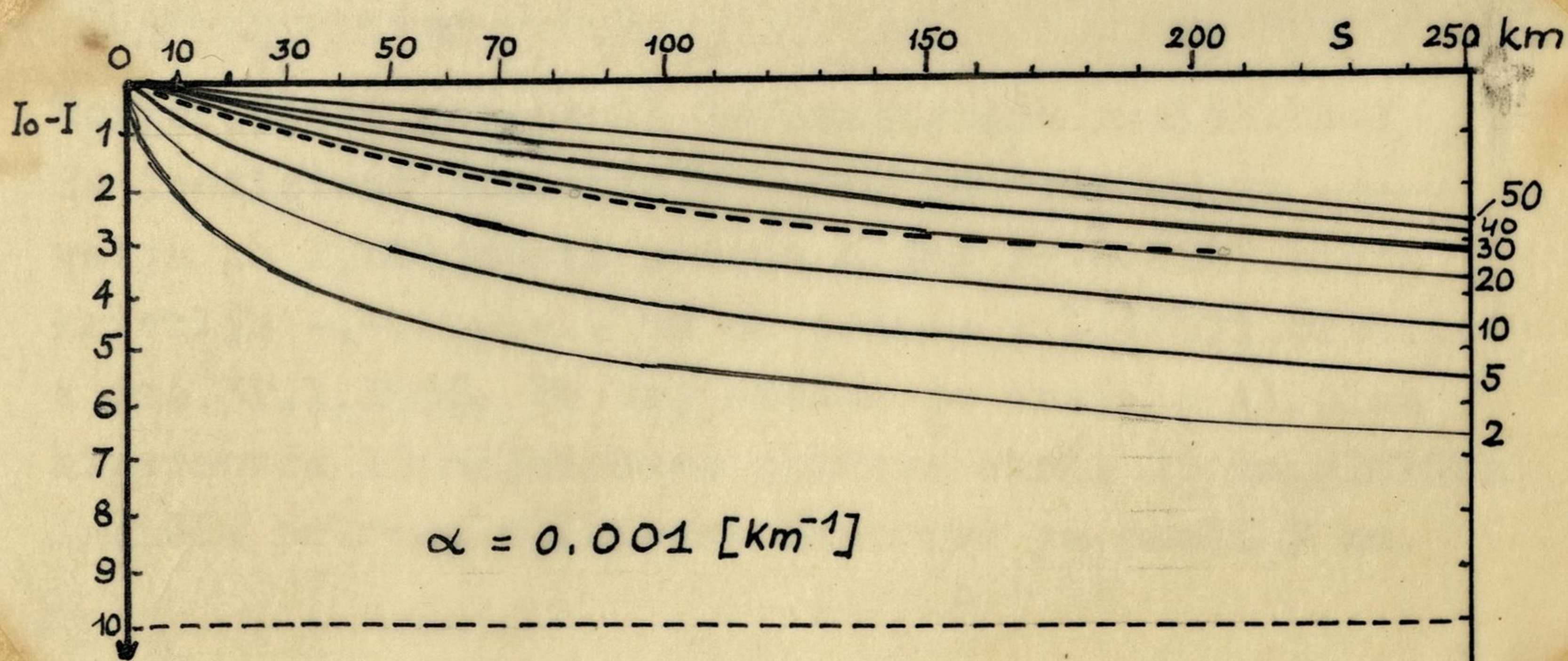
Ta metoda se je obnesla zlasti pri močnejših potresih, kjer smo imeli več vrednosti za s_n .

Primerjava vrednosti žariščnih globin z drugimi metodami za njihovo določitev / Inglada, Martelly, Gassmann, Hiller/ je pokazala, da se vrednosti gibljejo v verjetnem velikostnem razredu, kar deloma potrjujejo tudi hipocentrske globine, ki so izračunane z mikroseizmičnimi podatki.

Sl.5 Diagram σ, η za določitev globine potresnega žarišča

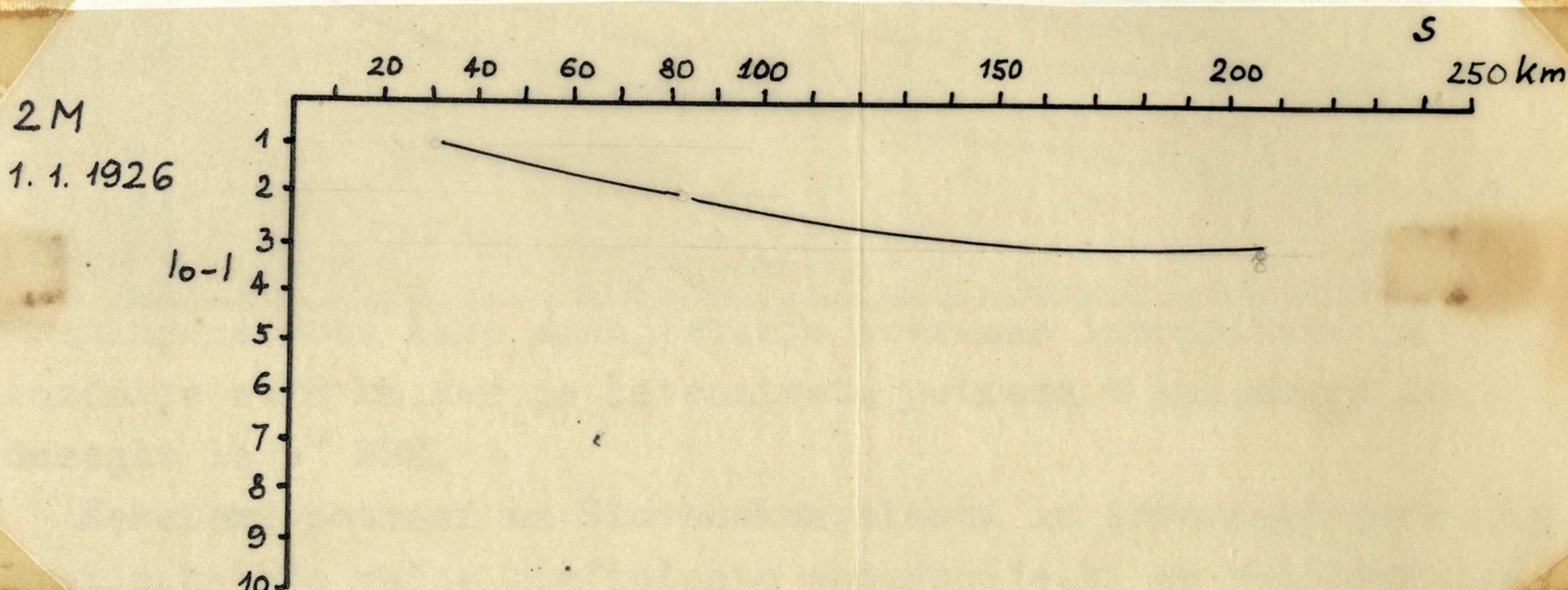


Sl.6 $I_0 - I_n$ kot f/s_n za koeficient absorbcije $= 0,001 \text{ km}^{-1}$

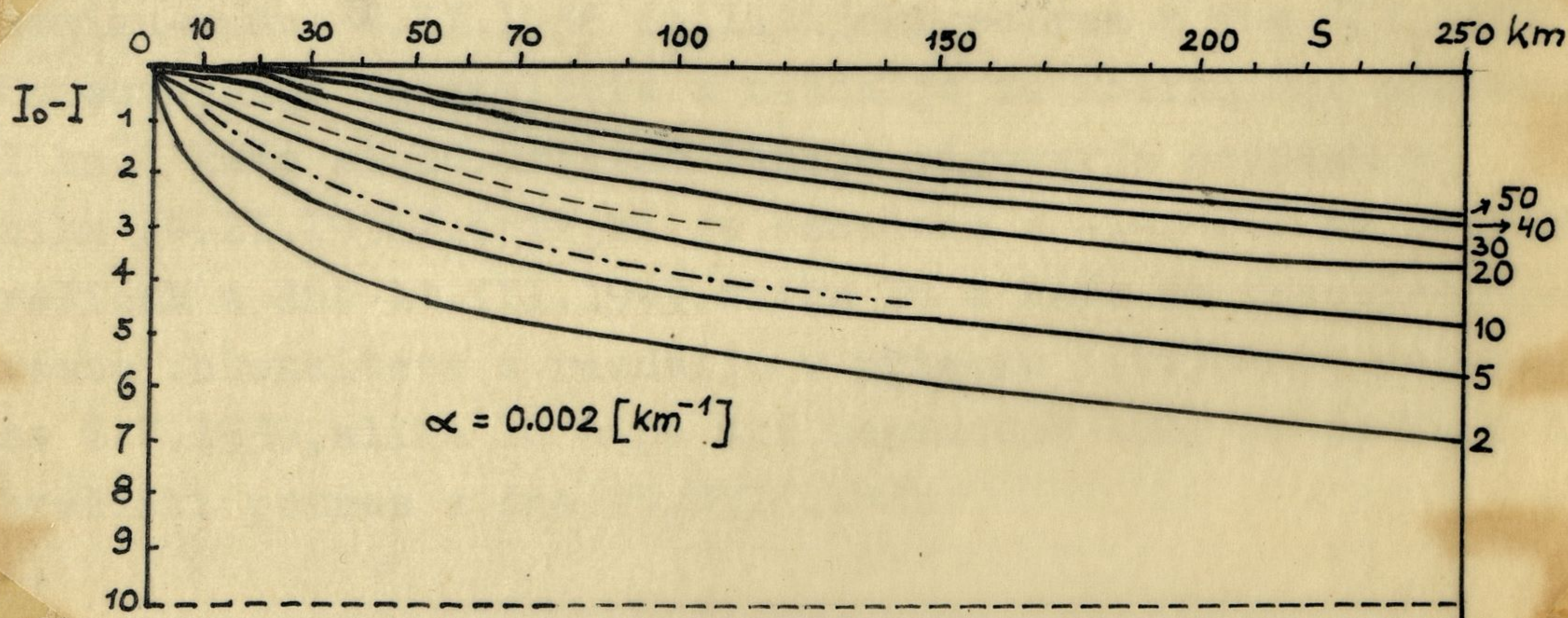


Primerjava teoretične krivulje /sl.6/ in krivulje za potres z dne 1.1.1926 s področja Cerkniškega jezera, kaže, da je koeficient absorbcije majhen, to je $0,001 \text{ km}^{-1}$, globina h pa okoli 19 km. Slednje vidimo na sliki 7.

Slika 7: I_0-I kot $f/s/$ za potres 1.1.1926, Cerkniško jezero, $h=19$ km, $\alpha = 0,001 \text{ km}^{-1}$.

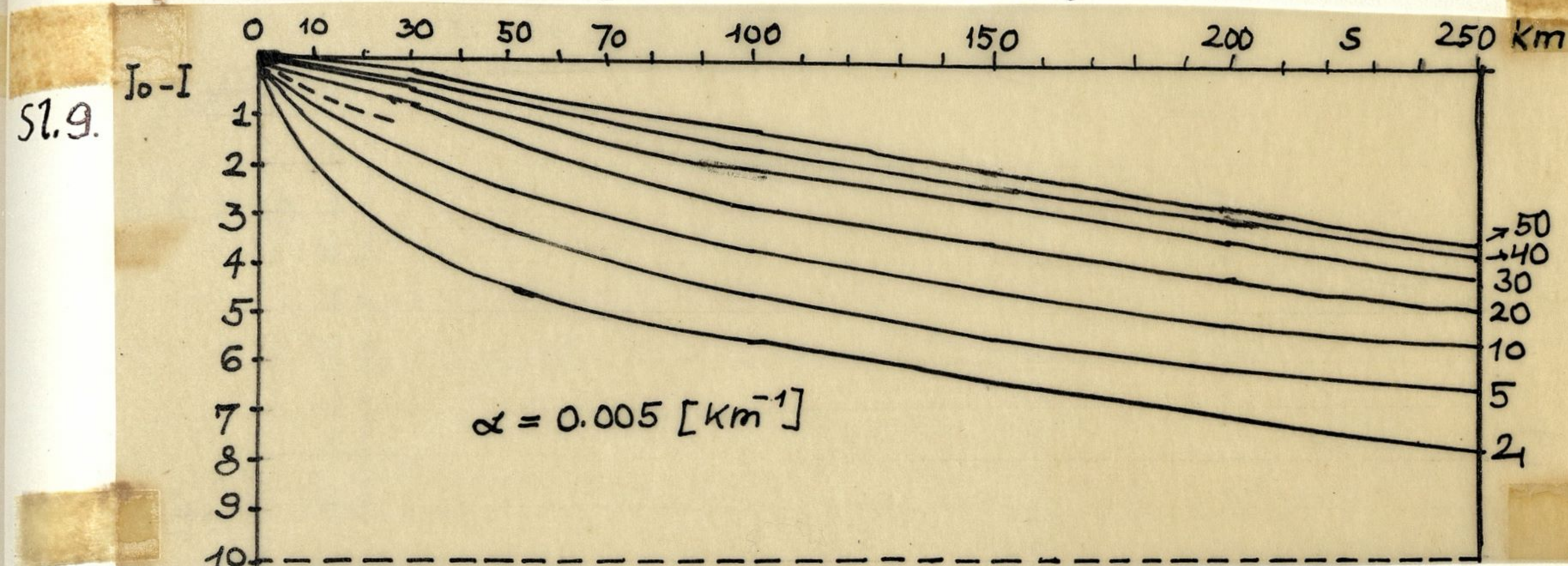


Slika 8:



Razporeditev potresnih intenzitetnih razlik I_0-I za koeficient absorbcije $0,002 \text{ km}^{-1}$. Krivulja ----- velja za ljubljanski potres z dne 14.4.1895, nižja krivulja -.-.-.-.- pa za potres v Ilirski Bistrici z dne 31.1.1956. Po tej metodi je znašala globina hipocentra ljubljanskega potresa okoli 15 km, globina žarišča potresa v Ilirski Bistrici pa okoli 7 km.

Absorpcijski koeficient $0,005 \text{ km}^{-1}$ najdemo v primeru potresa z dne 22.VI.1939 z epicentrom na Gorenjskem /sl.9/:

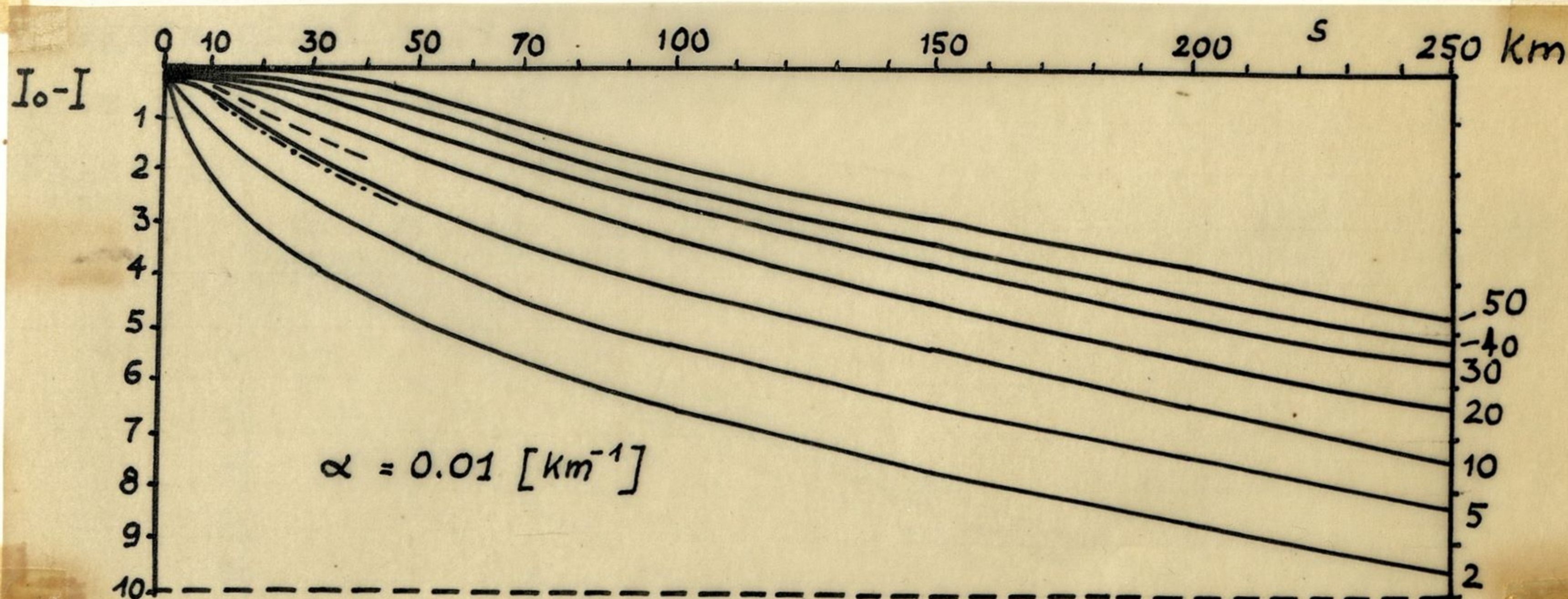


Prekinjena črta kaže zmanjševanje potresne intenzitete do razdalje $s=28 \text{ km}$, ker je intenziteta potresa v epicentru I_0 dosegla le 5^0 MSK .

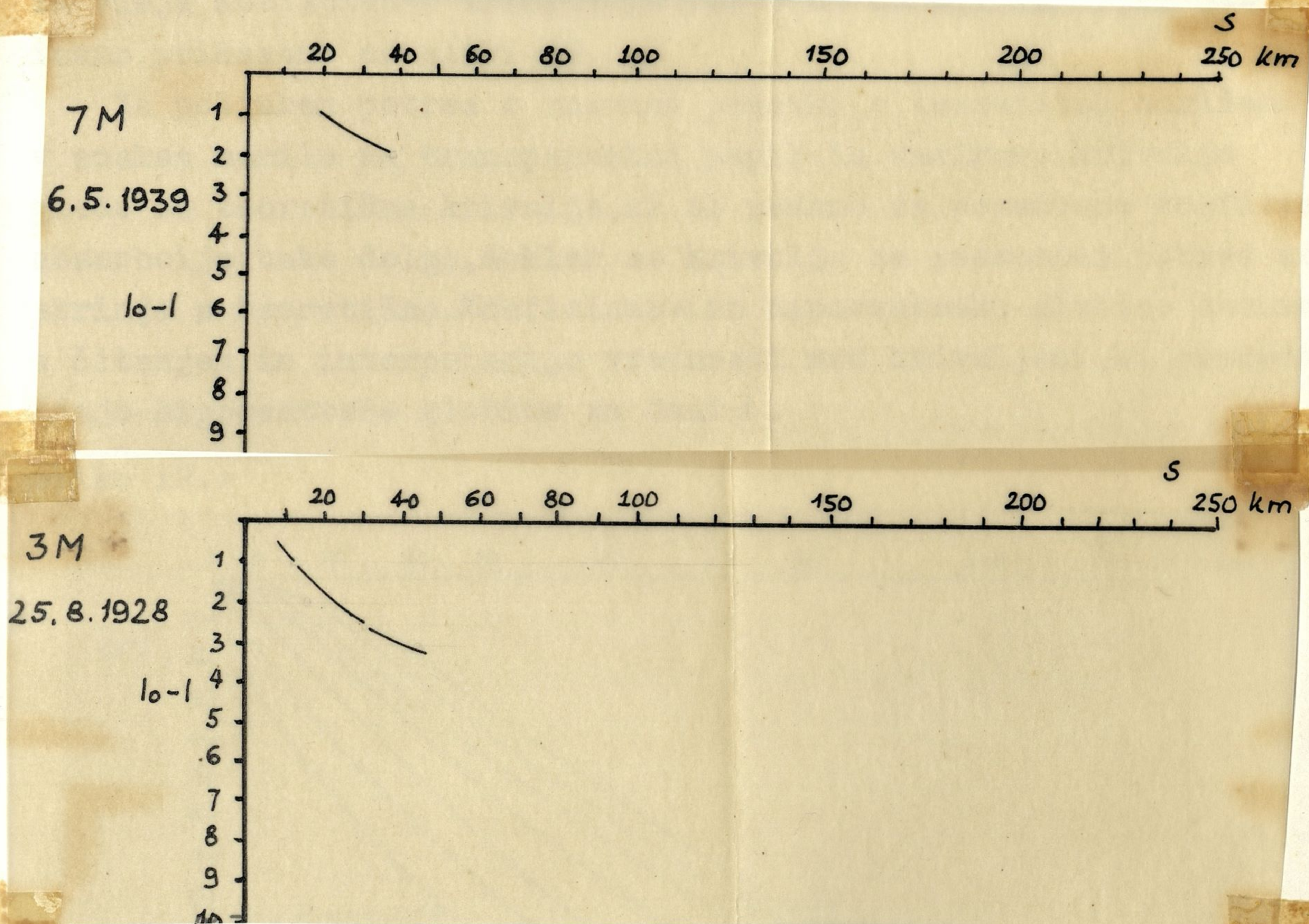
Nekateri potresi na Slovenskem, zlasti iz izvornega področja Brežic, kažejo večje koeficiente absorpcije, ki so velikostnega reda $0,01 \text{ km}^{-1}$. Večinoma so plitvi potresi z dokaj ozko omejenim pleistoseističnim področjem. V to kategorijo sodita tudi potresa v Kamniku z dne 4.II.1936 in litijski potres z dne 6.V.1939.

Spreminjanje intenzitete z razdaljo za koeficient absorpcije $0,01 \text{ km}^{-1}$ kaže sl.10. Črtnkana linija odgovarja potresu v Kamniku /4.II.1936/, črta, ki je označena z -.-.-.-. pa potresu v Brežicah z dne 14.III.1949. Slika 10 a kaže še zmanjševanje potresne intenzitete z razdaljo v primeru litijskega potresa z dne 6.V.1939, slika 10 b pa tri segmentne loke za $I_0-I = f/s$ za brežiški potres z dne 25.VIII.1928.

Sl. 10.



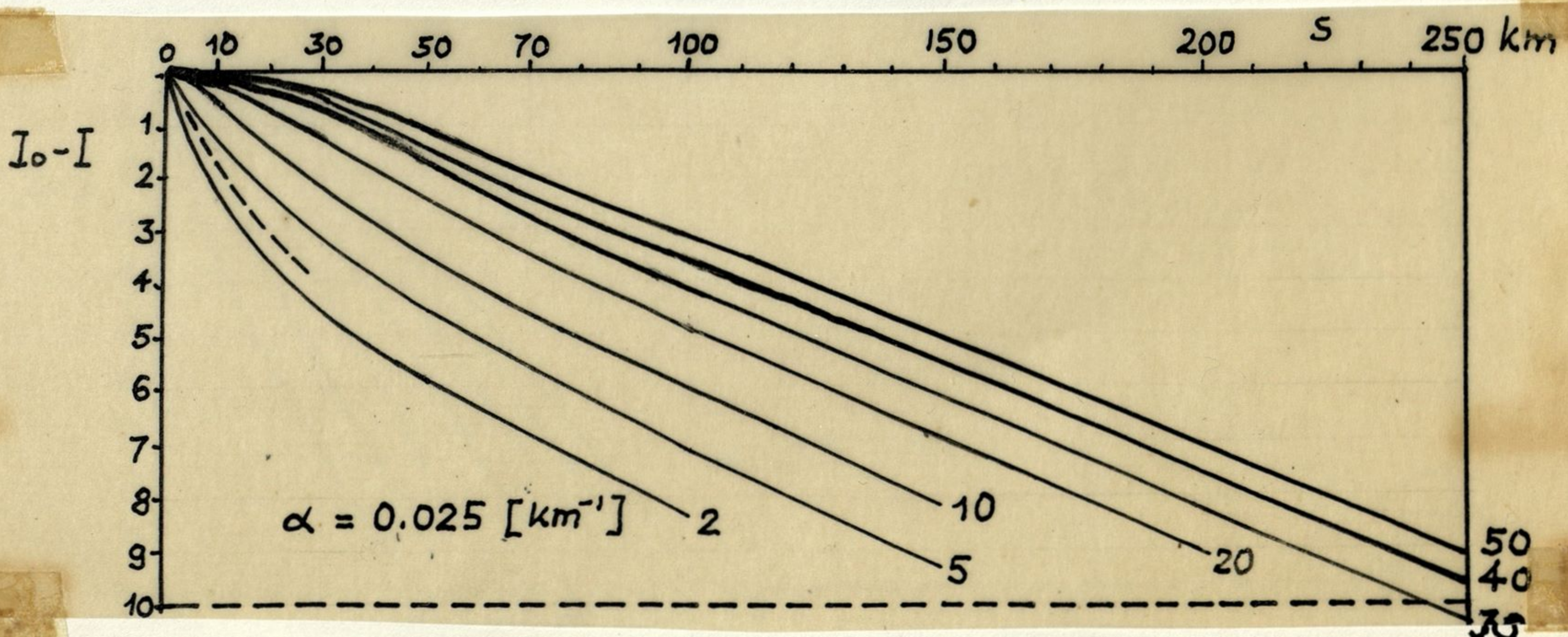
Sl. 10 a :



Sl.10 b /zgoraj/ da globino potresnega žarišča $h=5,1$ km. Slednje ugotovimo tako, da položimo krivuljo iz slike 10 b na matično krivuljo /sl.10/ na strani 76 na transparentnem papirju. Ugotovimo, da krivulja sovpada s krivuljo, ki je neznatno nad $h=5$ km.

Najvišji absorpcijski koeficient $0,025 \text{ km}^{-1}$ smo ugotovili prav tako pri potresu z brežiškega področja in to pri potresu z dne 1.X.1953, ki je imel magnitudo M okoli 4,5, $I_0=6,5^0$, njegova globina pa je bila le 3,3 km. Potek zmanjševanja intenzitete za ta potres vidimo na sliki 11.

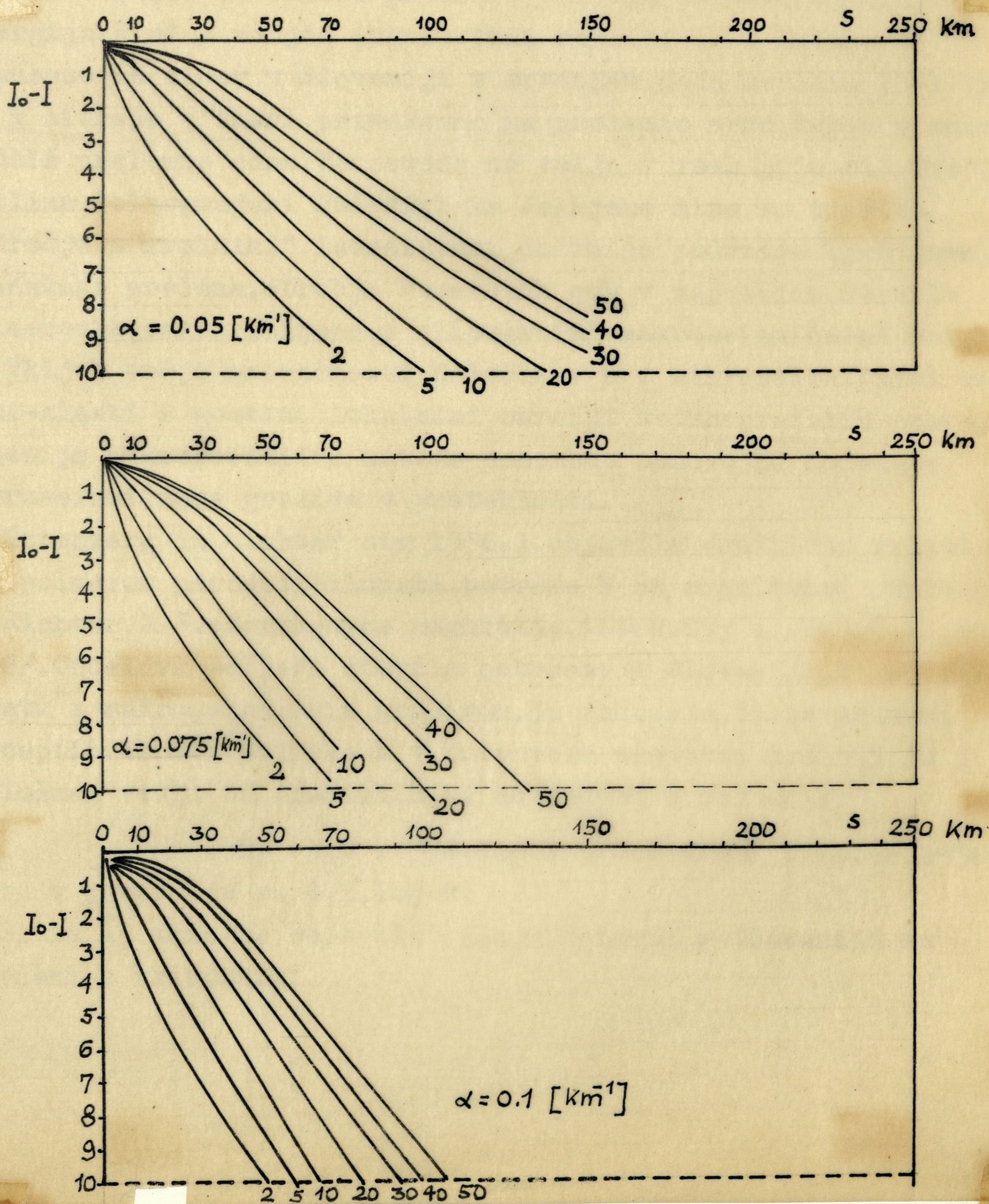
Slika 11:



Zaradi popolnosti dokumentacije navajamo še standardne krivulje za višje koeficiente absorbcije /od 0,05 do 0,1 km⁻¹/, ki jih imamo prikazane na sliki 12.

Za poljuben potres z znanimi podatki o isoseistah narišemo v enakem merilu na transparentni papir in variramo krivuljo glede na teoretične krivulje, ki so podane za posamezne koeficiente absorbcije, tako dolgo, dokler se krivulja za posamezen potres ne strinja s teoretično. Koeficient α in hipocentrsko globino dobimo z čitanjem in interpolacijo vrednosti med krivuljami, ki predstavljajo hipocentrske globine za dani α .

Slika 12.:



Variacija parametrov koeficientov absorbcije prostorskih seizmičnih valov v Sloveniji dosega razpon od 0,001 do 0,025 km⁻¹, to je razmerje od 1:25. Podatki iz literature dajejo podobne vrednosti. W. Sponheuer / Die Tiefen der Erdbebenherde in Deutschland auf Grund makroseismischer Berechnungen, Ann. di Geofis. 3-4, XI, 1958/, daje vrednosti, ki segajo na področju Nemčije od 0,001 do 0,07, torej v razmerju 1:70, pri čemer se kažejo regionalne karakteristike posameznih območij prav tako kot v Sloveniji.

Področje Schwäbische Alb in Schwarzwalda označujejo majhne vrednosti α , dočim najdemo na območju Kaiserstuhla in zgornjega renskega jarka visoke vrednosti α .

Znano je, da se vzdolž prelomov, oziroma seizmičnih šivov energija širi z manjšo izgubo. Tudi razlike I_0-I kažejo to tendenco in sicer v Sloveniji v srednjem pada razlika I_0-I za 30 % hitreje v smeri pravokotno na prelomno cono, kakor v smeri vzdolž prelomne cone. To seveda ne velja v vseh primerih. Brežiška kotlina, Polhograjski Dolomiti in Julijske Alpe so tipična področja s "krožnimi" izoseistami, dočim je področje Ljubljane, klanskega preloma, obrobja Posavskih gub v največjem številu primerov karakterizirano z elipsastimi makroseizmičnimi polji.

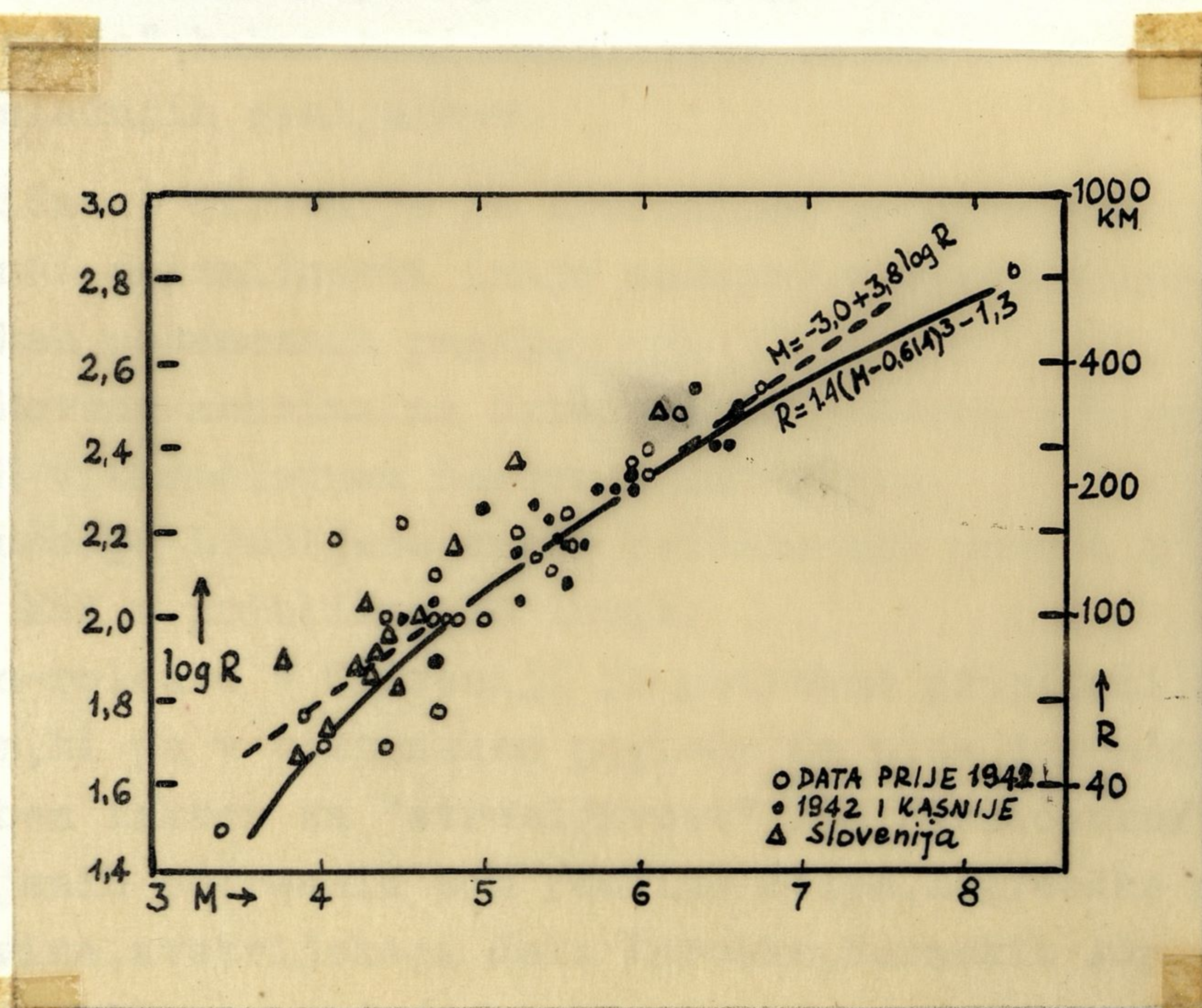
Vkljub večji natančnosti določitev h z mikroseizmičnimi metodami - zlasti z gostimi lokalnimi omrežji seizmografskih postaj - pomenijo makroseizmične metode pomembno osnovo za obdelavo makroseizmičnega gradiva v preteklosti.

Gutenberg in Richter sta 1956. l. objavila empirično relacijo med polmerom perceptibilnosti potresa R in magnitudo. /Gutenberg B. - Richter C.F.: Earthquake magnitude, intensity ... B.S.S.A., 46, 1956/. Obdelava večjega števila potresov v Sloveniji, ki so bili bogati z makroseizmičnim gradivom, je pokazala, da so polmeri perceptibilnosti potresa R v intervalu magnitud med 3,5 in 5 vspešno večji od ameriških, ki so podani z relacijo:

$$M = -3,0 + 3,8 \cdot \log R$$
, /Gutenberg, Richter, 1956/,
in to v povprečju za $0,1 \cdot \log R$.

Slika 13 kaže ta empirični odnos. Potresi v Sloveniji so označeni s trikotniki.

Slika 13: Polmeri perceptibilnosti kot funkcija magnitude M /trikotniki: potresi v Sloveniji/. /po Gutenberg-Richterju, 1956/.

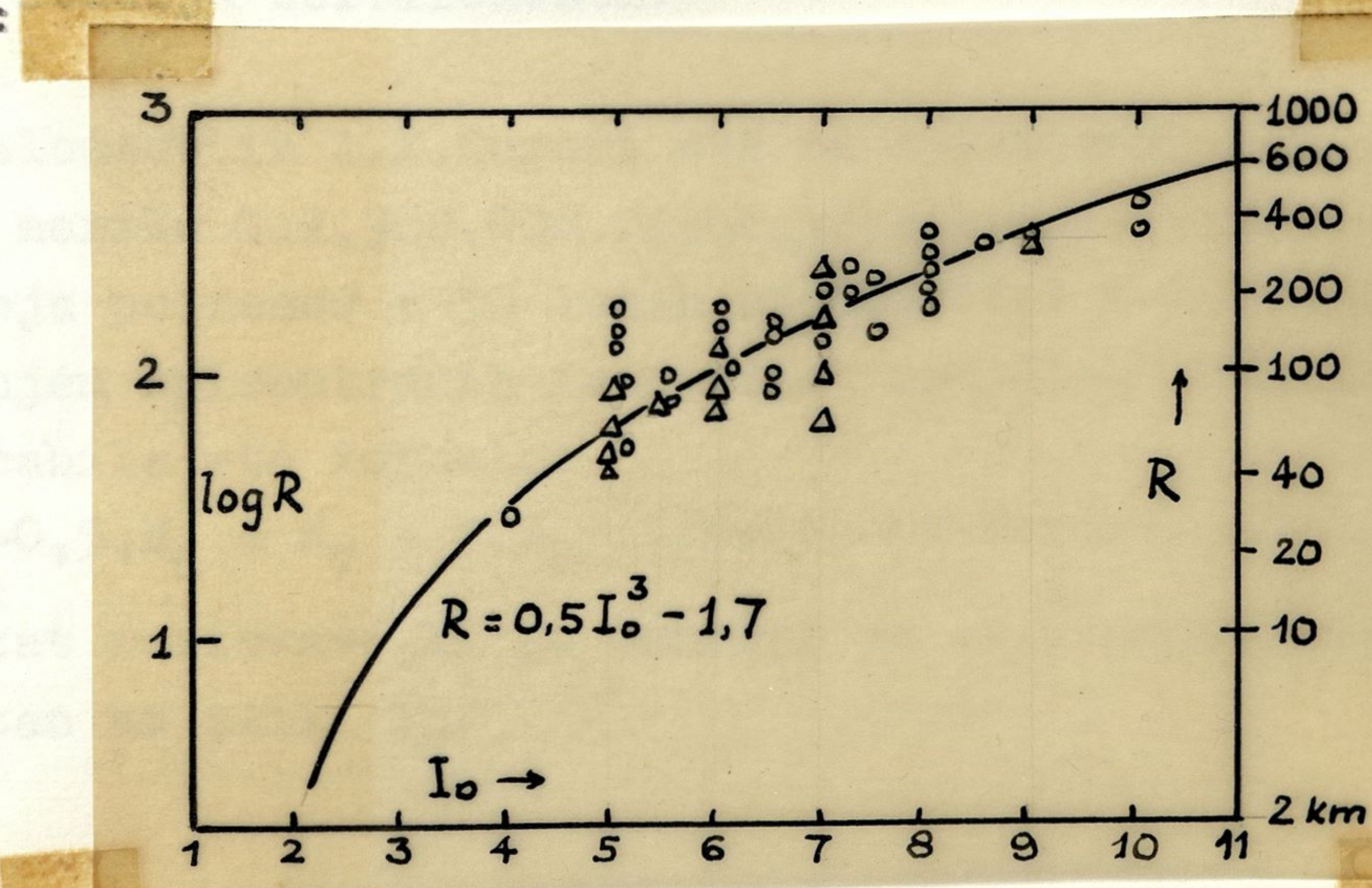


Podoben odnos med potresno intenziteto in polmerom perceptibilnosti po istih avtorjih, kaže slika 14. Ta se bolje strinja s prikazano relacijo oblike:

$$R = 0,5 I_0^3 - 1,7 \quad /Gutenberg, Richter, 1956/,$$

tako, da to formulo lahko uporabimo tudi za Slovenijo, če potrebujemo orientacijski podatek, z izjemo zelo plitvih potresov na področju Brežic in Krškega.

Slika 14:



SPLOŠNA OZNAČBA SEIZMIČNOSTI SLOVENIJE

Na osnovi rezultatov prvega in drugega dela "Študije seizmičnosti Slovenije", kakor tudi rezultatov definitivne študije, prihajamo do naslednjih zaključkov:

- 1/ Seizmičnost Slovenije je sporadična po prostoru in času.
- 2/ Elementi seizmičnosti imajo zasnovo v specifičnih tektonskih prilikah posameznih regij.
- 3/ Pričakovana maksimalna intenziteta potresa v Sloveniji je 9° MSK v tisočletnem časovnem intervalu.
- 4/ Za področje Ljubljane smemo pričakovati potres z I_0 med 7° in 8° MSK v približno 70 letih.
- 5/ Strain-release v Sloveniji je potrebno pripisati določenim enotam, ki pa v tektonskem pogledu še niso dokončno proučene.
- 6/ Pomemben faktor za "stresljivost" /po Rizničniku/ je vpliv oddaljenih potresnih con /doline Kolpe, Zagrebške gore, Podravine, avstrijskega dela Koroške, Karnskih Alp v Italiji in Jadranskega morja/.
- 7/ Inženirsko-seizmološke parametre oblikujemo približno po splošno veljavnih kriterijih in izsledkih v svetu.
- 8/ Pomanjkljivost nekaterih podatkov narekuje izgradnjo moderne seizmološke lokalne mreže.
- 9/ Splošni prikaz $\log N_i$ kot f/K je za Slovenijo neprimeren, zaradi heterogenosti seizmogenih con in faktorjev.
- 10/ Raziskovanja v smeri geologije in seizmotektonike, kakor tudi rezultati globokih seizmičnih sondiranj po profilih v Sloveniji, bodo nudili nadaljnjo oporo za podrobnejše regionalne študije seizmičnosti.

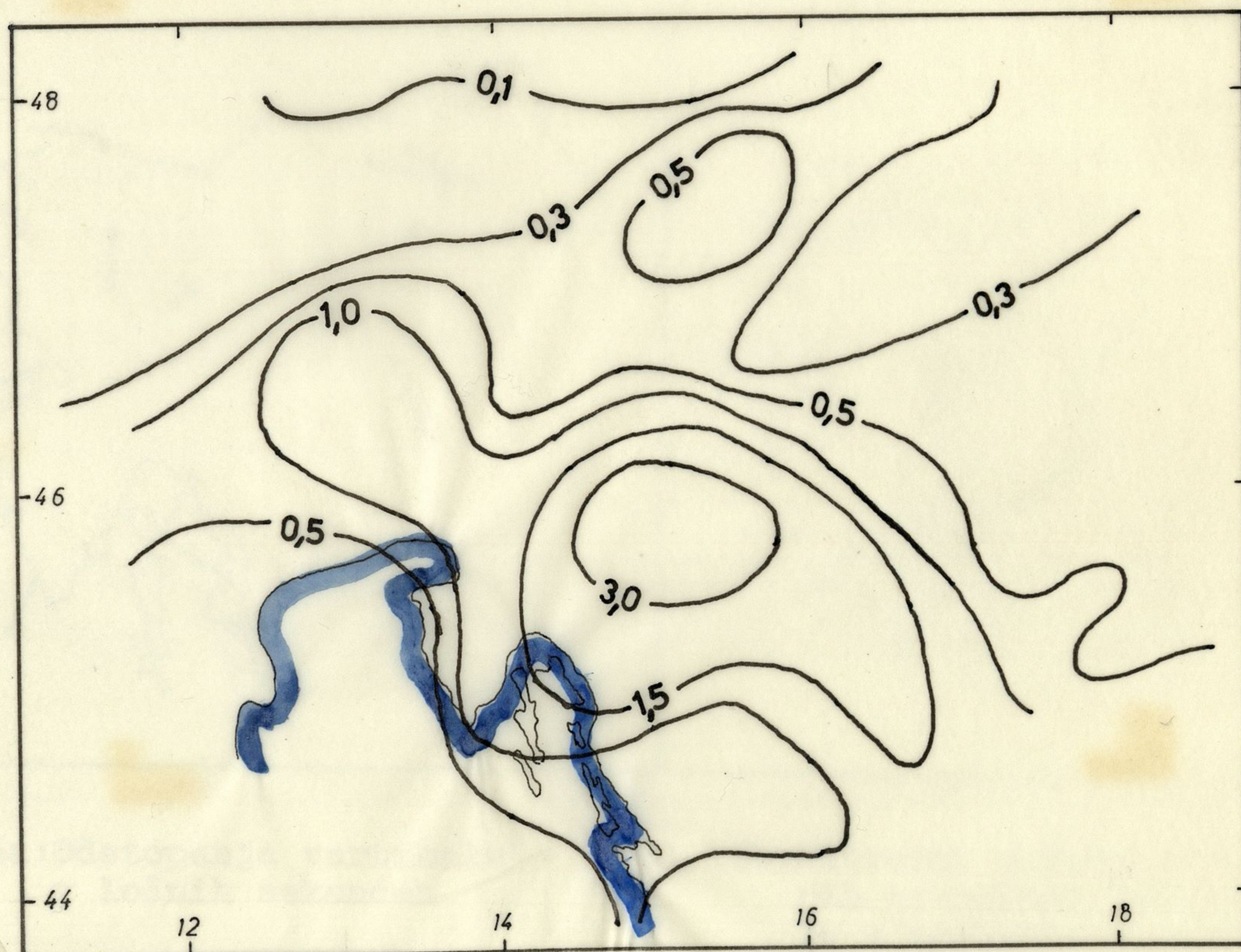
V.V. Belousov in A.A. Sorski sta na seizmotektonskem zemljevidu Evrope v merilu 1:2.500.000 /1962.1/ prikazala tudi izolinije ponavljanja potresov v 50 letih na površini $F=1000 \text{ km}^2$ in z upoštevanjem epicentrskih intenzitet med $I_0=6^{\circ}$ MSK in $I_0=8^{\circ}$ MSK.

Uporabila sta formulo:

$$N_7 = 0,5 \cdot N_6 + N_7 + 3 \cdot N_8 \quad \text{/Belousov-Sorski/, 1962.}$$

Rezultat raziskave, ki pa temelji na zelo nepopolnih podatkih, je prikazan na sliki 15.

Slika 15 : Izolinije ponavljanja potresov 7° MSK v Sloveniji



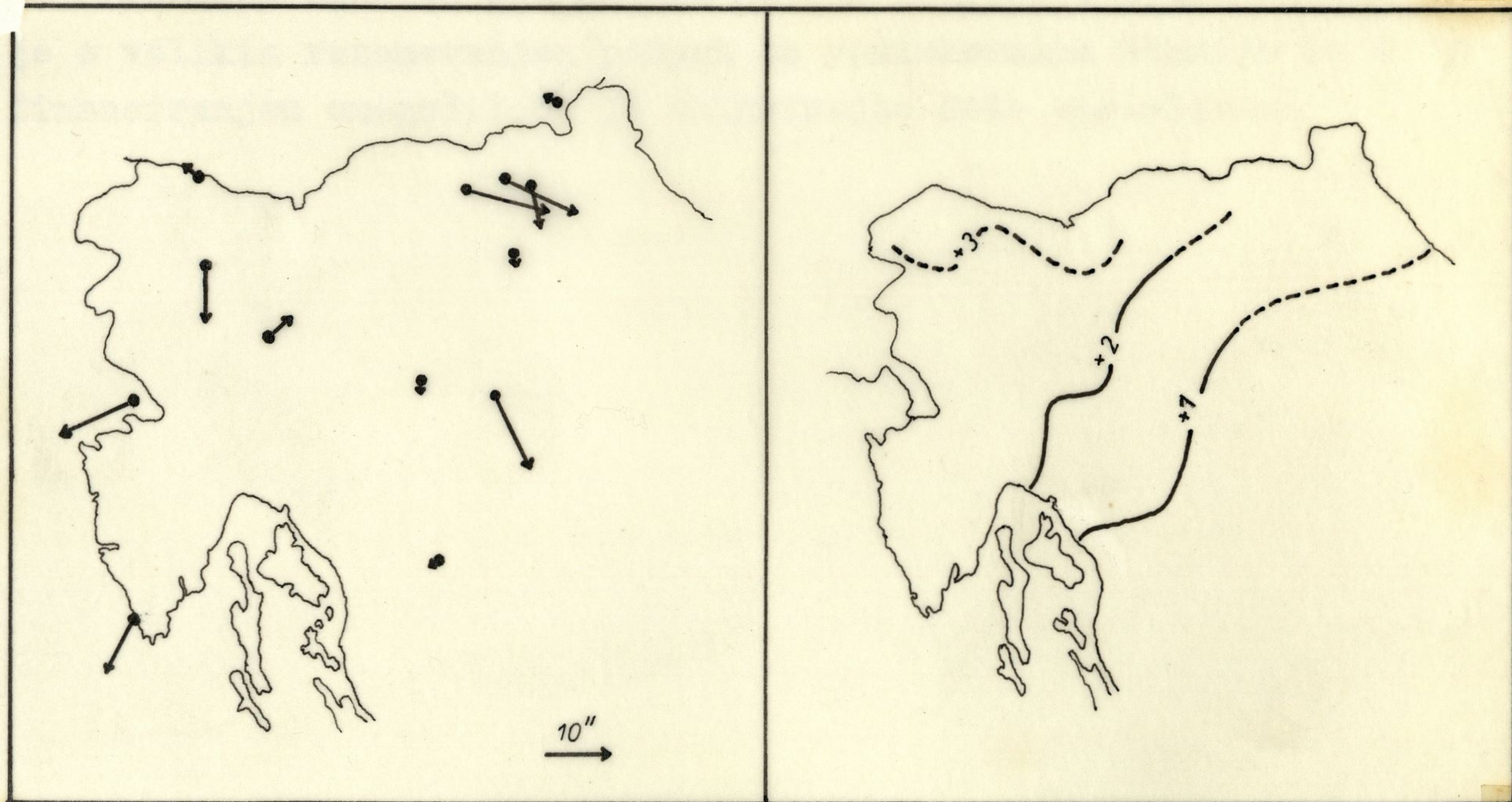
Zanimive podatke daje še približna karta hitrosti sedanjih vertikalnih premikanj Zemljine skorje na področju Slovenije, Sl.16 b in karta vektorjev odstopanja vertikalne /Sl.16 a/.

Največji gradient na karti vertikalnih premikov opazimo na področju Savinjskih in Kamniških Alp v smeri proti Posavskim gubam. Diferencialna premikanja v milimetrih na leto so izmerjena z nivelmanskimi vlaki z visoko natančnostjo v dveh razdobjih /od 1873-1931 in 1946 do 1961/.

Na ostalem področju Slovenije je brezgradientna cona s srednjo razliko $\Delta h = 1 \text{ mm/leto}$ na 40 km.

Popolnejšo sliko bi seveda nudila še karta horizontalnih premikov, oziroma totalnih vektorjev premikov v posameznih conah z intenzivnejšimi potresi.

Slika 16 - a + b :



Sl.16a:Odstopanja vertikalne
v ločnih sekundah

Sl.16b:Hitrosti sodobnih vertikal-
nih premikanj Zemljine skor-
je v mm/leto.

SKLEP

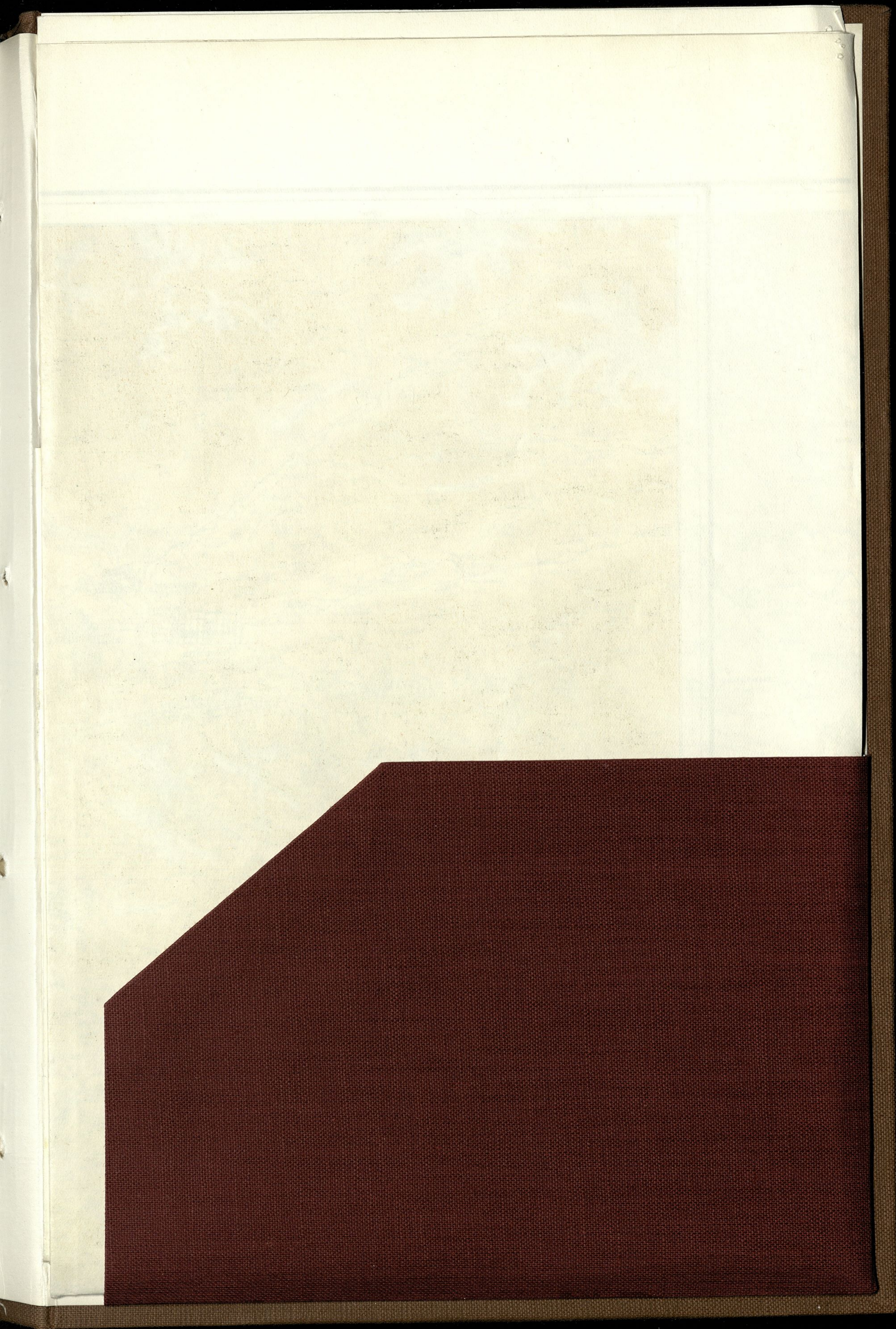
S študijo seizmičnosti Slovenije v treh delih je podan splošni pregled seizmičnosti in njenih parametrov, s tem, da zaradi heterogenosti področij niso izdelani pavšalni zaključki za celotno površino Slovenije, ker bi to bilo nerealno. Rezultati študij so prva opora za ocenitev parametrov, ki v praktičnem delu, proračunu seizmično varnih konstrukcij pridejo v poštev.

PRIZNANJE

Avtor se zahvaljuje ustanovam doma in v tujini, ki so mu posredovale dragocene podatke, prav tako pa tudi kolegom, ki so prispevali z dragocenimi sugestijami in kritikami, da je študija dobila to obliko. Posebna zahvala gre inž. Majdi Hržičevi za pomoč pri zbiranju gradiva in inž. Miklavžu Feigelu za tehnična dela.

Posebna zahvala gre Skladu Borisa Kidriča v Ljubljani, ki je z velikim razumevanjem podprl to raziskovalno študijo in s financiranjem omogočil, da je dolgotrajno delo opravljeno.

V.R.



Narodna in univerzitetna knjižnica
v Ljubljani

SBK 1981 ✓