

Á. TÓTH

BESTIMMUNG DES IN WASSER GELÖSTEN RADIUM- UND RADON-  
GEHALTES MIT EINEM EMANOMETER NACH DEM PRINZIP EINES  
TORSIONSELEKTROMETERS

Die Kenntnis der in den Gewässern des zu erforschenden Gebietes gelösten Radium- und Radongehaltes liefert in sehr vielen Fällen sehr wichtige Angaben zu den radiogeologischen und geophysikalischen Forschungen. Die im Folgenden dargelegte Methode ist in gleicher Weise geeignet für die Gelände durchgeführten Radonuntersuchungen, als auch für Laboratoriumsversuche mit Radium und mit Radon.

VÍZBEN OLDOTT RÁDIUM- ÉS RADONTARTALOM MEGHATÁRO-  
ZÁSA TORZIÓS SZÁLAS ELEKTROMÉTERŰ EMANOMÉTERREL  
TÓTH ÁRPÁD

Rádióhidrogeológiai és geofizikai kutatásokhoz sok esetben igen fontos adatokat szolgáltat a kutatott terület vizeiben oldott rádium- és radontartalom ismerete. A következőkben ismertetett módszer egyaránt alkalmas terepen végzett radon- vagy laboratóriumi rádium- és radon-vizsgálatokra.

A) A módszer mérési elve

A mérés végrehajtása céljából cirkulációs rendszerbe állítjuk össze sorrendben: a torziós elektrométerrel ellátott ionizációs kamrát (az emanométert), a benne levő levegő átfúvatására szolgáló gumipumpát, a vízmintát tartalmazó gázmosópalackot, végül a  $\text{CaCl}_2$ -os szárítóegységet. A levegőt meghatározott ideig áthajtjuk a vízmintán, amely abból a radont csaknem teljesen kiüzi (a visszamaradóra korrigálunk) és a rendszerben egyenletesen elosztja. Az elektrométer segítségével ezután ismert feltételek mellett megmérjük az ionizációs áramra és így a kamrába zárt radonmennyiségre is jellemző elektrométer-szélesség értékét. Ebből az adathból — ha műszerünket előzőleg ismert rádiumtartalmú oldatetalonnal hitelesítettük — a kérdéses radon- és — bizonyos megfontolások révén — a rádiumtartalom is meghatározható [2, 6, 7]. A műszerrel mérhető legkisebb radon- vagy egyensúlyi esetben rádiumkoncentráció értéke  $3,10^{-12}$  curie/l. A még mérhető legkisebb aktivitás:  $1,5 \cdot 10^{-12}$  curie. Terepen a mérés  $\pm 10\%$ , laboratóriumban  $\pm 6\%$ -os relatív középhibával végezhető el.

A kézirat 1958. november 27-én érkezett.

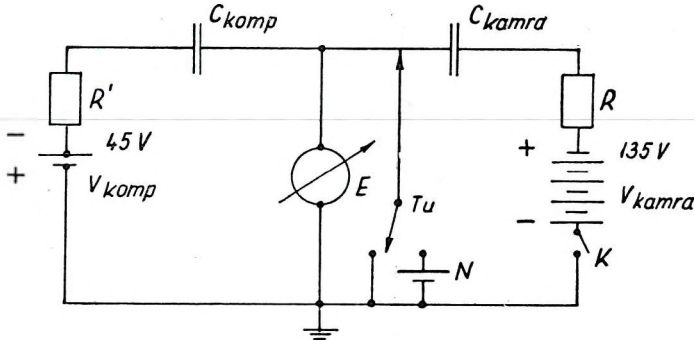
## B) Az eljárás ismertetése

### 1. A mérőműszer

A mérőműszer ionizációs kamrára csavarható torziós elektrométer. Az elektrométerhez uránpreparátumos kompenzátor-kamrácska kapcsolható a rádióaktív szennyeződés és háttérhatás kiküszöbölése céljából.

- a) Az elektrométer kvadráns ékrendszerű, katódporlasztással vezetővé tett torziós kvarcszálrendszer, négy ék elektromos erőterében felfüggesztve. Az ékek távolsága a kvarcszálrendszertől változtatható, ezáltal az elektrométer  $S_V$  feszültségérzékenységét 5–60 skálaosztás/volt tartományban tetszés szerint szabályozhatjuk. Az  $S_V$  beállítását szárazelemmel vagy Weston-féle normálemmel végezzük, amelyről pozitív, majd negatív (1,5, ill. 1 V-os) feszültséget bocsátunk a szálrendszerre, és a mikroszkóp skáláján a 0 beosztástól vett megfelelő jobb és bal irányú kitéréseket leolvassuk. Az elektrométer kapacitása méréseink szerint  $C = 5 \text{ pF} \pm 20\%$ , ionizációs kamrával együtt a kapacitása 13 pF körüli. Töltésérzékenysége irodalmi adatok [1] szerint  $10^{12} - 10^{13}$  skálaosztás/coulomb. A vele mérhető feszültségtartomány általában 0–8 V-ig terjed.
- b) Az ionizációs kamra két, egymáshoz illő és légmentesen összeszorítható félhengerből áll, bakelitcsapokkal ellátva. A félhengerek az ionizációs kamratartó fémházba tehetők be, mely műanyag szigetelő közepén a kamrába nyúló gyűjtőelektródákat is magában foglalja. Térfogata kb.  $500 \text{ cm}^3$ . A telítési áramra vonatkozó korrekció értéke a kamrára adott feszültség és a mért radonmennyiségek mellett  $b \approx 0,1$  [1]. (a telítés problémáiról bővebben: [11]).
- c) A kompenzátor kisméretű ionizációs kamra. Henger alakú, belső felületén változtatható az uránpreparátum hatásos sugárzó felülete. Ennek segítségével a kompenzátorban különböző mértékű ionizációs áramot létesíthetünk. A kompenzációs kamra gyűjtőelektródája az elektrométer kvarcszálrendszeréhez és egyúttal az ionizációs kamra gyűjtőelektródájához kapcsolódik. A létrehozható kompenzációs áram nagysága folyamatosan változtatható  $0 - 10^{-13}$ . A tartományban iránya ellentétes a háttérből eredő ionizációs áram irányával.
- d) A műszer működését elektromos helyettesítő kapcsolási rajzából érthetjük meg (1. ábra). A mérőeszköz a feltöltődési módszer szerint működik. A K kapcsolót zárva az E elektrométer (lényegében a rendszer összkapacitása) a földhöz képest töltődni kezd a  $C_{\text{kamra}}$  ionizációs kamrában előálló levegő ionizáció fokától függően. A kvarcszálrendszer — amelyet előzőleg elektromosan és mechanikusan nulláztunk — elfordul az ékek között. Az ily-

módon észlelt szélesség az ionizációs kamrába vitt radonmennyiség mértéke. (Az E elektrométerben vannak az ékek, a rájuk kapcsolt 45 V-os feszültségforrások, az ék és telepek közé kötött védőellenállások, valamint a rendszer összes eredő kapacitása is.  $T_0$  a töltéslevezető,  $T_u$  a Tumbler-kapcsoló,  $R$ ,  $R'$  védőellenállások,  $N$  a Weston-féle (ill. az 1,5 V-os száraz) elem.



1. ábra

## 2. Ionizációs árammérés az elektrométerrel, az elektrométer jelleggörbéi

A vízmintákból az ionizációs kamrába hajtott radon levegő-ionizációja folytán keletkező telítési ionizációs áram igen kicsi. Ha a kívánt alsó méréshatár  $10^{-12}$  C nagyságrendű, akkor a radon és bomlástermékei radioaktív egyensúlya esetén  $10^{-14}$  —  $10^{-15}$  A erősségű ionizációs áramokat kell mérnünk. Ha az E elektrométer skálájának meghatározott szakaszán az  $S_v$  feszültségérzékenység állandó, a műszerrel mért ionizációs áram állandó  $C_0$  műszerkapacitás mellett [1]

$$I = C_0 U / S_v$$

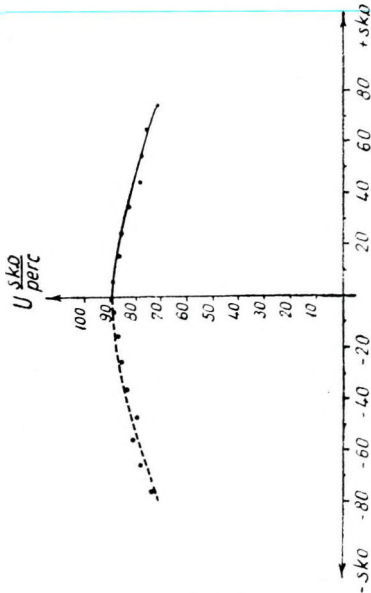
ahol  $U$  az észlelt szélesség skálaosztás/sec-ban;  $C_0$  a rendszer összkapacitása F-ban;  $S_v$  a feszültségérzékenység skálaosztás/V-ban. Viszonylagos mérések esetén — mint jelen esetben is — azonos mérési feltételek mellett az ionizációs áramok aránya egyenlő a megfelelő szélességek arányával:

$$I_{\text{minta}} / I_{\text{etalon}} = U_{\text{minta}} / U_{\text{etalon}}$$

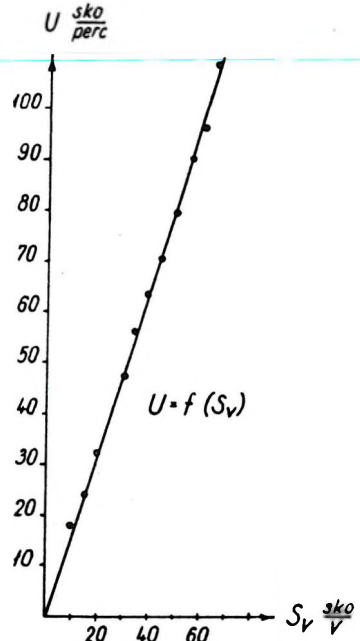
Ezért következőkben az ionizációs áram és szélesség fogalmakat azonos értelemben használjuk. Észlelés előtt minden műszerre felveendők a következő diagramok:

- a) Az elektrométer  $U = f$  (skálaosztás) jelleggörbéje. Ez az  $U$  szélesség változását jelenti a műszerskála különböző részein, állandó ionizációs áram, feszültségek, ékhelyzet, kapacitás és feszültségérzékenység mellett (2. ábra). Mint látható, a szélesség csak korlátozott skálaosztás tartományban állandó. Ügyelni kell tehát, hogy hitelesítés és koncentráció mérés alkalmával is

a szásebességet mindig azonos skálaosztás tartományon határozzuk meg. Valójában szásebesség mérést csak a 2. ábra szerinti pozitív skálaosztás tartományban végezhetünk. Ti., ha a szárendszer elektromos és mechanikai nullázása után, a szá képe előtt jobbra-balra mozgatható mikroszkópskála 0 vonalát a szá fenti módon beszabályozott alaphelyzetével hozzuk fedésbe, csak az ettől az alaphelyzettől jobbra eső elmozdulásokat észlelhetjük, mivel a szárendszer mindig pozitív előjelű töltéssel töltődik fel.



2. ábra



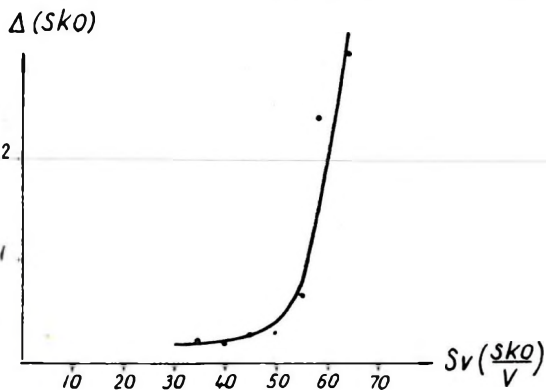
3. ábra

A görbe bal oldali részét ezért szaggatottan húztuk ki. Ezt a részt a kompenzátor segítségével vettük fel oly módon, hogy vele mindig a megfelelő negatív töltést közöltük a szárendszerrel, és ezután alkalmaztuk a jobb irányú kitéréshez szükséges ionizáció forrást. A görbe jobb és bal oldali részének szimmetriája az  $U$  tengelyre nézve biztosít a szárendszer normális működéséről.

- b) Az elektrométer  $U = f(S_v)$  jelleggörbéje. Ez az összefüggés  $U$  szásebesség változását adja meg az elektrométer feszültségérzékenységétől függően, azonos skálatartomány, állandó ionizációs áram, kapacitás és feszültségek mellett (3. ábra). Használt műszerünkkel felvett 3. ábrabeli diagram szerint a fenti összefüggés lineáris az 5–60 skálaosztás/volt tartományban. Észleléseink szerint az azonos típusú, különböző műszereknél a 0 pont stabilitás általában megszűnik 55 skálaosztás/volton felül.

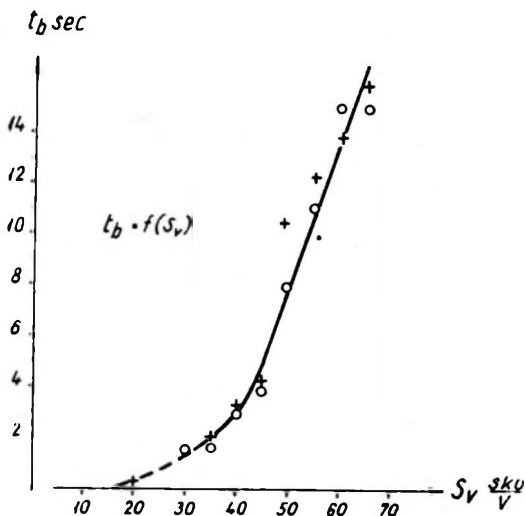


Az  $U = f(S_V)$  összefüggés felvételével beállíthatjuk az elektrométer maximális  $S_V$ -értékét. Ezáltal legérzékenyebb állapotában használva kis koncentrációk kimutatására tesszük alkalmassá. A műszerrel folytatott munkánál fontos ügyelni a következőkre is. Midőn az elektrométeren az  $S_V$ -t beállítjuk, a mikroszkópban



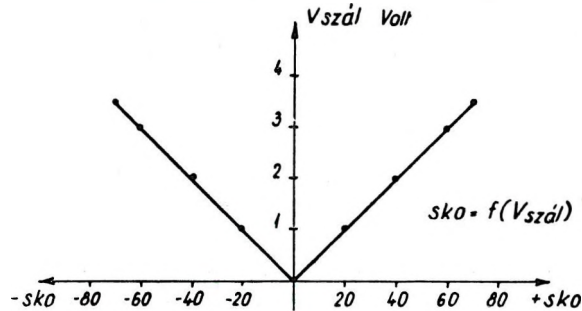
4. ábra

levő skála előtt elmozduló szál jobbra és balra való kitérése a skála 0 pontjától, 30 skálaosztás/voltnál nagyobb  $S_V$ -értékek mellett, általában már egymástól eltér. Ez a  $\Delta$ -aszimmetria, mint a 4. ábrából látható, használt műszerünknel 55 skálaosztás/volt feszültségérzékenység mellett ugrásszerűen megnövekszik. Ennek következtében a műszerrel beállítható maximális  $S_V$ -érték nem lehet nagyobb 55 skálaosztás/voltnál.



5. ábra

- c) Az elektrométer  $t_b = f(S_v)$  jelleggörbéje. Ez a kvarcszál nyugalmi helyzetbe való  $t_b$  beállási idejének változását jelenti az elektrométer  $S_v$  feszültségérzékenysége függvényében. Meghatározásokor állandó feszültségekkel kell dolgozni. Két használt műszerünkre (+ és 0 jelű pontok) felvett fenti összefüggés az 5. ábrán látható. A  $t_b = f(S_v)$  összefüggés ismeretében minden feszültségérzékenységhöz leolvasható a beszabályozásnál szükséges várakozási idő, míg a szál véghelyzetében nyugalmi állapotba jut. Tapasztalataink szerint az azonos típusú, különböző műszerek között eltérések vannak a görbe lefutása tekintetében. A jelenleg egyébként a szálban, növekvő  $S_v$  értékeknél egyre inkább, ébredő torziós erők fellépésére mutat.



6. ábra

- d) Az elektrométer skálaosztás  $= f(V_{szál})$  jelleggörbéje. Itt a szálkitérés skálaosztásban kifejezett változása és a kvarcszál rendszerre vitt  $V_{szál}$  feszültségértékek növekedése közötti összefüggésről van szó. Az összefüggést sorbakapcsolt normálemekkel, állandó ékhelyzet mellett határoztuk meg (6. ábra). Az ilyen módon feszültségre hitelesített műszerrel abszolút ionizációs árammérésre nyílik lehetőség (1).

### 3) A radon- és rádiumkoncentráció mérésénél, kiszámításánál alkalmazandó korrekciók, mértékegységek (4)

A radon bomlására ( $e^{-\lambda t}$ ) és felhalmozódására ( $1 - e^{-\lambda t}$ ) vonatkozó korrekció-értékek a  $t$  bomlási, ill. felhalmozódási idő különböző értékeire táblázatokból olvashatók ki. Ugyancsak kézikönyvekből vehetjük a radon víz és levegő közti eloszlási koefficiensének értékeit a vízhőmérséklet függvényében, úgyszintén radonnak az ionizációs kamrába vezetése pillanatára vonatkozó  $k_0$  korrekció-értékeit is. Ha méréskor háttérrel nem kompenzálunk, a mérés előtt meghatározott, háttérből eredő szálssebességet a minta révén a 3. órában keletkező szálssebesség értékéből esetenként le kell vonni.

Rádium- és radonmennyiségek (és általában aktív anyagmennyiségek) mértékegységeként az 1 C-t használjuk. Megjegyezzük, hogy 1 gramm rádium kb. 1 C aktivitású. Radioaktív elemeknek valamely oldószerben

(pl. levegőben vagy vízben) levő koncentrációját aktivitásegység/oldószer térfogategység dimenzióban fejezzük ki. Rádium esetén a g/l, C/l a használatos koncentrációegységek.

Radonkoncentráció mérésekor általában az emanációkra speciálisan alkalmazott „eman” egységgel dolgozunk:

1 eman =  $1,10^{-10}$  curie radon/liter víz vagy levegő.

Vizsgálataink folyamán a következő jelöléseket használjuk:  $Q_1$  az a radonmennyiség curie-ben, amelyet a mérés kezdet ( $t = 0$ ) pillanatában viszünk a  $V_k$  liter térfogatú ionizációs kamrába.

$I_1$  a  $Q_1$  curie radonmennyiség által a  $V_k$  térfogatú ionizációs kamrában a mérés kezdetén keltett ionizációs áram, ill. az erre jellemző szálssebesség skálaosztás/percben. Mivel ezt mérni nem tudjuk, a radonbevezetés utáni 3. órában kapott, háttér nélküli áramból a  $k_0$  korrekcióval számítjuk.

$k_0$  a radonnak az ionizációs kamrába való bevezetése pillanatától a termékekkel elért egyensúly idejéig bekövetkező relatív áramnövekedési tényező reciprok értéke. Mivel a kezdetben egységnyi radonmennyiség által keltett ionizációs áram a bevezetés utáni 3. órában 2,17 szorosára növekszik, ezért a  $k_0$  értéke erre az időre  $1/2,17 = 0,46$ . Táblázatból lehet kikeresni [3].

$Q_1$  a cirkulációs rendszer levegőfázisában levő radonmennyiség radonnak a víz- és a levegőfázis közti egyensúlya esetén curie-ben.

$Q_f$  a folyadékfázisban levő radonmennyiség a radonnak a folyadék- és levegőfázis közti egyensúlya esetén curie-ben.

$Q_0$  a cirkulációs rendszer által tartalmazott összes radonmennyiség curie-ben.

$\alpha$  a víz adott  $t$  C° hőmérsékletén a radonnak a víz és levegő közti eloszlási hányadosa.

$V_f$  a vizminta térfogata, ill. a cirkulációs rendszerben levő összes folyadéktérfogat literben.

$V_0$  a cirkulációs rendszer összlégtérfogata

$V_0 = V_k + V_p + V_m + V_{sz} + V_{cs}$ , ahol

$V_k$  az ionizációs kamra,  $V_p$  a gumipumpa,  $V_m$  a mintavevő mosópalackban levő víz feletti levegő,  $V_{sz}$  a szárító,  $V_{cs}$  az összekötő csövek összes térfogata literben.

$Q'_0$  hitelesítéskor a cirkulációs rendszerben található összes radonmennyiség, amelyet rádium-oldatetalonból üztünk ki és értékét pontosan ismerjük curieben, a radonnak az ionizációs kamrába vezetése pillanatában, a jól ismert  $Q'_0 = Q_{Ra}(1 - e^{-\lambda t})$  egyenlet alapján.

$Q'_e$  hitelesítéskor a cirkulációs rendszer levegőfázisában található radonmennyiség egyensúlyi esetben.

$V'_0$  a cirkulációs rendszer összes légtérfogata hitelesítéskor literben.

$\alpha_1$  a radon eloszlási hányadosa hitelesítéskor a folyadék  $t_1$  C° hőmérsékletén.

$V'_f$  hitelesítéskor a rendszer össz-folyadék térfogata (etalonoldat + a rendszerbe iktatott, mintavételi vízzel azonos kémiai jellegű inaktív víz térfogata) literben.

$Q''_0$  koncentrációmérés esetén a cirkulációs rendszerben található összes

radonmennyiség, amelyet a vizsgálandó vízmintából hajtottunk ki és melynek értékét meg akarjuk határozni curie-ben.

$Q_1''$  koncentráció mérésnél a cirkulációs rendszer levegőfázisában levő radonmennyiség egyensúlyi esetben, curie-ben.

$V_6''$  koncentrációméréskor a cirkulációs rendszer összes légtérfogata literben.

$\alpha_2$  a radon eloszlási hányadosa koncentrációmérés esetén a vízminta  $t_2$  C° hőmérsékletére.

$V_7'$  a vizsgálatra vett vízminta térfogata literben.

$Q_2$  koncentrációmérésnél az ionizációs kamrában a méréskezdet pillanatában levő radonmennyiség curie-ben.

$I_2$  a  $Q_2$  által az ionizációs kamrában a mérés kezdetén keltett ionizációs áram, ill. szásebesség skálaosztás/percben (háttér nélküli érték).

4) *A műszer hitelesítése, a vízben oldott radontartalom cirkulációs módszeres mérésének elmélete*

a) Az emanométer hitelesítése. Hogy a vízmintából az ionizációs kamrába vitt radon ionizáló hatása folytán keletkezett szásebességből — meghatározott mérési feltételek mellett — a vízminta radontartalmát kiszámíthassuk, az emanométert havonta hitelesíteni kell rádiumoldat-etalonnal. A hitelesítést is cirkulációs eljárással végezzük; ez abból áll, hogy az etalonból az ionizációs kamrába hajtott, ismert  $Q_1$  radonmennyiség hatására a kamrában létrejövő  $I_1$  ionizációs áram (szásebesség) értékét meghatározzuk.

b) Az emanométer  $j$  hitelesítési állandója. Adott feszültségérzékenység, telepfeszültségek, levegő- és víztérfogatok, vízhőmérséklet, a szásebesség egy meghatározott skálaosztás-tartományon belüli megfigyelése számára az emanométer hitelesítési állandója a radon bevitel pillanatában a radon aktivitásra vonatkozóan [3].

$$j_0 = Q_1/I_1 \text{ curie/skálaosztás/perc}$$

az egységnyi szásebességre eső, curie-ben mért radonmennyiség. A fenti feltételek szerint a radonkoncentrációra vonatkoztatott hitelesítési állandó  $j_0$  ismeretében.

$$\begin{aligned} j^x &= j_0/V_k \text{ curie/liter/skálaosztás/perc} = \\ &= 10^{10} \cdot j_0/V_k \text{ eman/skálaosztás/perc.} \end{aligned}$$

A radonbevitel utáni, 3. órában vett hitelesítési állandó értéke a fentiek 0,46-szorosa, ha a radon ezalatt történt bomlásától eltekintünk. Nyilvánvaló, hogy mennél kisebb  $j_0$  értéke, annál érzékenyebb az emanométer. A hitelesítési állandó értéke függ az elektrométer  $S_v$  feszültségérzékenységétől, mégpedig azzal fordított arányban az  $U = f(S_v)$  függvény lineáris tartományán belül.

c) A módszer elmélete. Cirkulációs rendszerünkben folyadék- (víz-) fázis és hozzá tartozó gáz- (levegő-) fázis van „összezárva”. A mintavevő mosópalackban levő radontartalmú víz radont tart vissza, mivel a levegő cirkuláltatás alatt radontartalmú levegő buborékol át rajta. A 15 perces cirkuláltatással a víz és az összes levegőtér fogat között a radon egyensúlyi állapotát hozzuk létre, és így az eredetileg a mintavevő mosópalackban levő  $Q_0$  összes radonmennyiség, azaz most már a gáz- és a folyadékfázisban levő radonmennyiség összege, a következőképpen számítható ki:

$$Q_0 = Q_l + Q_f = Q_l + \alpha Q_l \cdot V_f/V_0 \text{ curie.}$$

Hitelesítéskor:

$$Q'_0 = Q'_l \cdot \frac{V'_0 + \alpha_1 \cdot V'_f}{V'_0} \text{ curie}$$

Hasonlóképpen koncentrációméréskor:

$$Q''_0 = Q''_l \cdot \frac{V''_0 + \alpha_2 \cdot V''_f}{V''_0} \text{ curie.}$$

Az egyenletes radon-eloszlás után felírható:

$$\frac{Q'_0}{V'_0 + \alpha_1 V'_f} = \frac{Q'_l}{V'_0} = \frac{Q_l}{V_k} = \text{konst.}$$

Ebből hitelesítésnél:

$$Q_l = \frac{Q'_0}{V'_0 + \alpha_1 V'_f} \cdot V_k \text{ curie.}$$

Hasonló megfontolások révén koncentrációméréskor:

$$Q_2 = \frac{Q''_0}{V''_0 + \alpha_2 V''_k} \cdot V_k \text{ curie.}$$

Mivel az ionizációs kamrában létrejövő ionizációs áramok értékei egyenesen arányosak az őket létrehozó, ionizációs kamrába jutott radonmennyiségekkel, azonos mérési feltételek mellett:

$$Q_1 : Q_2 = I_1 : I_2.$$

Megfelelő helyettesítések és egyszerűsítések után a vízminta által tartalmazott összes radonmennyiség, a radonnak az ionizációs kamrába vezetése pillanatában lesz:

$$Q''_0 = Q_0 \cdot \frac{I_2}{I_1} \cdot \frac{V''_0 + \alpha_2 V''_f}{V'_0 + \alpha_1 V'_f} \text{ curie.}$$

A  $j_0$  hitelesítési állandó értékének figyelembevételével, behelyettesítés és egyszerűsítések után a vízminta által tartalmazott



radonmennyiség értéke a radonnak az ionizációs kamrába vezetése pillanatában:

$$Q_0'' = j_0 \cdot I_2 \cdot \frac{V_0'' + \alpha_2 V_f''}{V_k} \text{ curie.}$$

Fontos, hogy a hitelesítésnél és koncentrációmérésnél felhasznált víz kémiai összetétele, ásványosodási foka, szervesanyag-tartalma azonos legyen.

5. *A radon- és rádiumkoncentráció meghatározása. Vizmintavételnél betartandó szabályokra utalást találunk a [8]-ban.*

A  $Q_0''$  ismeretében a  $V_f''$  liter térfogatú vízmintára vonatkozó radonkoncentráció értéke az ionizációs kamrába vitel pillanatában:

$$C_{Rn} = \frac{Q_0''}{V_f''} \frac{\text{curie}}{\text{liter}}.$$

A vízmintavétel és cirkuláltatás kezdete közötti időkülönbség  $t'$  (nap, óra, perc) és a  $t'$ -nek megfelelő, a radon időbeli bomlására vonatkoztatott faktor ismert (4), a vízminta radontartalma a mintavétel pillanatában:

$$C_0 = \frac{C_{Rn_0}}{e^{-\lambda t'}} \cdot 10^{10} \text{ (eman).}$$

Fontos, hogy a  $t'$  idő értéke minél kisebb legyen, mert ha a vízminta a radon mellett rádiumot is tartalmaz, a mérési adatok alapján számított radonkoncentráció nagyobb lesz a valóságosnál. Rádiumtartalom mérésénél pedig, ha a mintavevő mosópalack előzetes kiszellőztetése utáni lezárása és az ionizációs áram mérésénél végrehajtott cirkuláltatás kezdetének időpontjai közötti időkülönbség  $t''$  (nap, óra, perc) és ha ismeretes a  $t''$ -nek megfelelő felhalmozódási faktor, akkor a vízminta által tartalmazott rádiummennyiség:

$$Q_{Ra} = \frac{Q_0''}{(1 - e^{-\lambda t''})} \text{ curie}$$

A  $V_f''$  térfogatú vízpróbára vonatkozó rádiumkoncentráció:

$$C_{Ra} = \frac{Q_{Ra}}{V_f''} \frac{\text{curie}}{\text{liter}}.$$

### C) A módszer érzékenysége

Az elektrométerünk  $S_v = 55$  skálaosztás/volt feszültségérzékenysége mellett az emanométer hitelesítési állandója a radon kamrába vezetése pillanatára, a koncentrációra vonatkozóan:

$$j_0^x \cong 0,1 \text{ eman/skálaosztás/perc,}$$

az aktivitásra vonatkozó hitelesítési állandó értéke pedig a radon bevezetése pillanatára:

$$j_0 \cong 5,10^{-12} \text{ curie/skálaosztás/perc.}$$

Ugyanezek az értékek a radonnak a kamrába zárása utáni 3. órára vonatkozóan:  $\sim 0,05$  eman/skálaosztás/perc és  $\sim 3,10^{-12}$  curie/skálaosztás/perc. (A „ $\sim$ ” jelek a műszertípuson belüli különböző műszereknél kapott eltéréseket érzékeltetik.) Figyelembe véve az ionizációs kamrára vonatkozó telítési áram-korrekción (b = 0,1), valamint a Duane-Laborde [9] korrekciót a radon és termékei egyensúlyánál (ennek értéke a kamra méreteire 1,68) és hogy az elektrométerrel még mérhető legkisebb áram értéke  $I_{\min} \cong 1,10^{-15}$  A, a telítési áram, melyet a műszerrel mérni lehet:

$$I_{\text{tel}} \cong I'_{\min} (1 + b) \cdot 1,68 \cong 1,85 \cdot I_{\min}.$$

Így a legkisebb mérhető radonkoncentráció értéke:

$$(C_{\text{Rn}})_{\min} \cong \frac{1,85 \cdot I_{\min}}{a \cdot V_k} \frac{\text{curie}}{\text{liter}}, \text{ ahol}$$

a az 1 curie, bomlástermékeivel egyensúlyban levő radonmennyiség által,  $\alpha$ -sugara ionizációs hatása teljes felhasználása esetén létesített ionizációs áram. Értéke kb.  $2 \cdot 10^{-3}$  A.  $V_k = 0,5$  l. Behelyettesítések után

$$(C_{\text{Rn}})_{\min} \cong 1,85 \cdot 10^{-12} \text{ curie/liter.}$$

Az elektrométerek közötti különbség, a háttéringadozások, feszültségváltozások, beállítási pontatlanságok hatásait is figyelembevéve, gyakorlatisan:

$$(C_{\text{Rn}})_{\min} = 3 \cdot 10^{-12} \text{ curie radon/liter.}$$

Ugyanehhez az adathoz jutunk akkor is, ha kiindulunk a fenti emanométer esetén nehézség nélkül tartható 0,5 skálaosztás/perc háttér-szálssebesség értékéből és ez érték 40%-át vesszük a maximálisan lehetséges háttéringadozás és egyúttal a műszerrel mérhető legkisebb szálssebesség értékének is.

#### D) Az analízis hibái

- A műszer hitelesítésénél elkövetett relatív középhiba a hitelesítési állandó értékére vonatkozóan  $\pm 4\%$ .
- A koncentrációméréskor elkövetett relatív középhiba értéke a hitelesítés hibáit is figyelembe véve, laboratóriumban  $\pm 6\%$ , terepmérések esetén  $\pm 10\%$ , a mért koncentrációra vonatkozóan.
- A radioaktív bomláshól eredő relatív statisztikai hiba  $Q_{\min} = 1,5 \cdot 10^{-12}$  curie, rövidéletű termékeivel radioaktív egyensúlyi állapotban levő radonmennyiség esetén, 15 perces észlelési idő mellett  $\pm 10\%$ .
- Ismétlési pontosság:  $3 \cdot 10^{-12}$  curie/liter értékű rádiumkoncentrációk laboratóriumi vizsgálatánál (vagy  $1,5 \cdot 10^{-12}$  curie aktivitás mérésénél) a mérést azonos feltételek mellett megismételve, a két adat eltérése nem haladta meg a  $\pm 10\%$ -ot.

## I R O D A L O M

[1] *Neszmecjanov – Baranov és mások*: Prakticeszkoje rukovodstvo po radiohimii (Goszhimizdat, Moszkva, 1956) 75. 121. 202. oldal.

[2] *Bresler*: Die Radioaktiven Elemente (VEB Verlag Technik Berlin 1957) 163–165. oldal.

[3] *Grammakov és mások*: Radiometriceszkie metodi poizskov i razvedki uranovih rud (Goszgeotehizdat, Moszkva, 1957) 253–255. és 438–443. oldal.

[4] Szpravocsnyik po radiometrii (Goszgeotehizdat, Moszkva, 1957) 62–67., 74–78. oldal.

[5] *Baranov*: Radiometrija (Akad. Nauk. SZSZSZR, Moszkva, 1956, II. kiadás) 171–172., 186–187., 257–258. oldal.

[6] *Curtiss – Davis*: A counting method for the determination of small amounts of radium and radon (Part of Journal of Research of the National Bureau of Standards, vol. 31, sept. 1934.) 181–195. oldal.

[7] *Cercek*: A radon meghatározása meleg forrásokban. (I. Stefan Intézet, Közlemények, III. kötet, Ljubljana, 1956. okt.)

[8] *Tokarjev – Scserbakov*: Radiohidrogeologija (Goszgeotehizdat, Moszkva, 1955.) 147–148. és 214. oldal.

[9] *W. Duane – A. Laborde*: C. R., 150, 1421. 1910.

[10] Szpravocsnyik po dozimetriceszkim, radiometriceszkim . . . priboram (Izd. glavn. upr. iszp. atomnoj energii. Moszkva, 1959.) 75. oldal.

[11] *H. Israel*: Geol. Beitr. 51, 35 (1937).

Köszönetemet fejezem ki Csókás János egyetemi tanárnak és Tatár János tudományos munkatársnak a dolgozat átolvasása nyomán tett értékes megjegyzéseikért, valamint Péter József technikusnak a mérési munkában való segítségéért.

## TARTALOM

<i>Bisztricsány Ede és Kiss Zoltán: Kéreg átlagvastagságának számítása euráziai útra a Love-hullám diszperziós görbéje alapján</i> .....	147
<i>Facsinay László és Mészáros Mihály: A perkupai gipsz-anhidrit terület geofizikai újraértékelése</i> .....	151
<i>Gálfi János és Pálos Miklós: Refrakciós kéregkutató szelvény a Magyar Medencében</i> .....	177
<i>Gálfi János és Stegena Lajos: Mélységi reflexiók és a földkéreg szerkezete a Magyar Medencében</i> .....	189
<i>Kilczer Gyula: A rétegvastagság és mélység meghatározásának a kissebességű réteg elhanyagolásából eredő hibája szeizmikus refrakciós mérésnél</i> .....	197
<i>Kilczer Gyula és Elek Ilona: Dombos terepen végzett szeizmikus refrakciós mérések javítása</i> .....	201
<i>Lánczos Pál: A földmágneses tér hatórás periódusú változásáról</i> .....	209
<i>Lányi János: A Magyar Kisalföld mélyszerkezete a geofizikai mérések alapján</i> .....	219
<i>Szalai Tibor: Pracalpi építőelemek szerkezete a K-i Alpok és a Ny-i Alpok között</i> .....	241
<i>Szénás György: A szeizmikus módszer kifejlődésének és alkalmazásának egyes kérdései</i> .....	255
<i>Tóth Árpád: Vizben oldott rádium- és radontartalom meghatározása torziós szálás elektrométerű emanó méterrel</i> .....	279

## CONTENTS

<i>E. Bisztricsány and Z. Kiss: Computation of the mean thickness of the crust on a eurasian wave path, on the basis of the dispersion curve of the Love-waves</i> .....	147
<i>L. Facsinay and M. Mészáros: Geophysical revaluation of the gypsum-anhydrite of Perkupa</i> .....	151
<i>J. Gálfi and M. Pálos: Refraction profile for earthrust-research in the Hungarian Basin</i> .....	177
<i>J. Gálfi and L. Stegena: Deep reflections and the structure of the earth's crust in the Hungarian Plain</i> .....	189
<i>J. Kilczer: Der bei Bestimmung der Schichtendicke und Tiefe aus Vernachlässigung der verwitterten Zone stammende Fehler der refraktionsseismischen Messungen</i> .....	197
<i>J. Kilczer und I. Elek: Korrection der in Hügelgelände ausgeführten refraktionsseismischen Messungen</i> .....	201
<i>P. Lánczos: Die sechsstündigen periodischen Änderungen des Erdmagnetfeldes</i> .....	209
<i>J. Lányi: Die Tiefenstruktur der kleinen Ungarischen Tiefebene, auf Grund geophysikalischen Messungen</i> .....	219
<i>T. Szalai: Struktur der Präalpinen Bauelemente zwischen den Ostalpen und Westkarpaten</i> .....	242
<i>G. Szénás: Einige Fragen der Entwicklung und der Anwendung der seismischen Methode</i> .....	255
<i>Á. Tóth: Bestimmung der in Wasser gelösten Radium- und Radongehaltes mit einem Emanometer nach dem Prinzip eines Torsionselektrometers</i> .....	279

Geofizikai Közlemények VIII. kötet, 1959.

TARTALOM

<i>Barta György</i> : A Föld mágneses sarkainak és középpontjainak időbeli változásáról .....	3
<i>Béltékny Lajos</i> : A lyukszelvényezés gyakorlati alkalmazása a hazai vízfeltáró fúrásoknál .....	19
<i>Schestyén Károly és Sajti László</i> : A vízkutató fúrások mélyfúrási geofizikai vizsgálata .....	33
<i>Bod Magdolna és Bárdossy György</i> : Új módszer az üledékes kőzetek redox viszonyainak meghatározására .....	53
<i>Pécsi Márton</i> : A negyedkori tektonikus mozgások mértéke a Dunavölgy magyarországi szakaszán .....	73
<i>Posgay Károly</i> : Szeizmikus kísérleti terület kijelölése .....	85
<i>Szilárd József</i> : Az országos gravitációs alaphálózat néhány különleges problémája .....	98
<i>Renner János</i> : A magyar országos gravitációs alaphálózat végleges feldolgozása .....	106
<i>Bisztricsány Ede és Kiss Zoltán</i> : Kéreg átlagvastagságának számítása euráziai útra a Love-hullám diszperziós görbéje alapján .....	147
<i>Facsinay László és Mészáros Mihály</i> : A perkupai gipsz-anhidrit terület geofizikai újraértékelése .....	151
<i>Gálfi János és Pálos Miklós</i> : Refrakciós kéregkutató szelvény a Magyar Medencében .....	177
<i>Gálfi János és Stegena Lajos</i> : Mélységi reflexiók és a földkéreg szerkezete a Magyar Medencében .....	189
<i>Kilczér Gyula</i> : A rétegvastagság és mélység meghatározásának a kissebességű réteg elhanyagolásából eredő hibája szeizmikus refrakciós mérésnél .....	197
<i>Kilczér Gyula és Elek Ilona</i> : Dombos terepen végzett szeizmikus refrakciós mérések javítása .....	201
<i>Lánczos Pál</i> : A földmágneses tér hatórás periódusú változásáról .....	209
<i>Lányi János</i> : A Magyar Kisalföld mélyszerkezete a geofizikai mérések alapján .....	219
<i>Szalai Tibor</i> : Praealpi építőelemek szerkezete a K-i Alpok és a Ny-i Alpok között .....	241
<i>Szénás György</i> : A szeizmikus módszer kifejlődésének és alkalmazásának egyes kérdései .....	255
<i>Tóth Árpád</i> : Vízben oldott rádium- és radontartalom meghatározása torziós szálas elektrométerű emanométerrel .....	279



Geophysical Notes Vol. VIII. 1959.

CONTENTS

<i>G. Barta:</i> Zur säkulären Wanderung der magnetischen Pole und des Mittelpunktes der Erde .....	3
<i>L. Béltékj:</i> Praktische Anwendung der Bohrlochkarottage bei den ungarischen wasserschliessenden Bohrungen .....	19
<i>K. Sebestyén und L. Sajti:</i> Geophysikalische Untersuchung wasserschliessenden Bohrungen mittels Bohrlochkarottage .....	33
<i>M. Bod and G. Bárdossy:</i> A new method for the determination of the redox-potential of sedimentary rocks .....	53
<i>M. Pécsi:</i> Ausmasse quartärer tektonischer Bewegungen in ungarischen Abschnitt des Donautales .....	73
<i>K. Posgay:</i> The location of a seismic experimental area .....	85
<i>J. Szilárd:</i> Some problems of the national gravitational base network .....	97
<i>J. Renner:</i> Final Elaboration of the measurements of the national hungarian network of gravity base .....	105
<i>E. Bisztricsány and Z. Kiss:</i> Computation of the mean thickness of the crust on a eurAsian wave, path on the basis of the dispersion curvu of the Love-waves .....	147
<i>L. Facsinaý and M. Mészáros:</i> Geophysical revaluation of the gypsum-anhydrite area of Perkupa .....	151
<i>J. Gálfi and M. Pálos:</i> Refraction profile for earthcrust-research in the Hungarian Basin .....	177
<i>J. Gálfi and L. Stegena:</i> Deep reflections and the structure of the earth's crust in the Hunarian Plain .....	189
<i>J. Kilczér:</i> Der bei Bestimmung der Schichtendicke und Tiefe aus Vernachlässigung der verwitterten Zone stammende Fehler der refraktionsseismischen Messungen .....	197
<i>J. Kilczér und I. Elek:</i> Korrektion der in Hügelgelände ausgeführten refraktionsseismischen Messungen .....	201
<i>P. Lánzos:</i> Die sechstündigen periodischen Änderungen des Erdmagnetfeldes .....	209
<i>J. Lágýi:</i> Die Tiefenstruktur der kleinen Ungarischen Tiefebene, auf Grund eophysikalischen Messungen .....	219
<i>T. Szalai:</i> Struktur der Präalpinen Bauelemente zwischen den Ostalpen und Westkarpaten .....	242
<i>G. Szénás:</i> Einige Fragen der Entwicklung und der Anwendung der seismischen Methode .....	255
<i>Á. Tóth:</i> Bestimmung des in Wasser gelösten Radium und Radongehaltes mit einem Emanometer nach dem Prinzip eines Torsionselektrometers .....	279

## MELLÉKLETEK JEGYZÉKE

Facsinay – Mészáros: A perkupai gipsz-anhidrit-terület geofizikai újraértékelése c. cikkhez:

1. mell. Perkupa környékének átnézetes földtani és földmágneses vertikális intenzitás térképe
2. mell. Perkupa környékének átnézetes földtani és gravitációs térképe (Eötvös-íngá mérések alapján)
3. mell. A perkupai gipsz-anhidrit kutatási terület földmágnességi vertikális intenzitásának izoanomál vonalas térképvázlata. Haáz István Béla 1949–5-es mérései és izoanomál térképe alapján szerkesztette Mészáros Mihály és Facsinay László  
Jelmagyarázat: 1 izoanomálvonalak 100 gammás közökkel; 2 fúrás; 3 akna; 4 szerpentintelep; 5 telepek közé ékelt diabázgabbró tömzs; 6 telepek alatti mélyfekű szerkesztett kibúvási vonala; 7 a hegység morfológiai határa; 8 szelvényvonal
4. mell. A perkupai gipsz-anhidrit kutatási terület izogamma és gradiens térképvázlata Eötvös-íngá mérések alapján  
Návay György izogamma-térképe alapján szerkesztette Mészáros Mihály és Facsinay László  
Jelmagyarázat: 1 izogammák, az izogammák értékköze 0,25 mgal; 2 gradiens; 3 maximumtengely; 4 minimumtengely; 5 fúrás; 6 akna; 7 gipsz-anhidrit telep; 8 szerpentin; 9 telepek közé ékelt diabáz-gabbró tömzs; 10, 11, 12, mint a 3. mellékleten 6, 7, 8
5. mell. A perkupai gipsz-anhidrit kutatási terület  $W_{zzz}$  izoanomálvonalas térképvázlata. A  $W_{zzz}$ -értékeket Olczak – Haalek módszere szerint számította és az izoanomál-vonalakat szerkesztett Zilahy – Sebess László  
A térképet összeállította Mészáros Mihály és Facsinay László  
Jelmagyarázat: 1  $W_{zzz}$  izoanomálvonalak, értékközük  $10^{-12}$  CGS; 2 maximum; 3 minimum; 4 fúrás; 5 akna; 6 gipsz-anhidrit telep; 7 szerpentin; 8 telepek közé ékelt diabáz-gabbró tömzs; 9, 10, 11, mint a 3. mellékleten 6, 7, 8
6. mell. A perkupai gipsz-anhidrit kutatási terület izoohm térképvázlata hosszanti szelvények alapján  
Dankházi Gyula és Szabadváry László térképe alapján szerkesztette Mészáros Mihály és Facsinay László  
Jelmagyarázat: 1 izoohm-vonal, az izoohmok értékköze 10 ohm; 2 maximumtengely; 3 minimumtengely; 4 fedőrétegvastagsági vonal 5 m-enként; 5 fúrás; 6 akna; 7 a hegység morfológiai határa
7. mell. A perkupai gipsz-anhidrit kutatási terület izoohm térképvázlata, keresztshelvények alapján  
Dankházi Gyula és Sajtí László mérései és térképe alapján szerkesztette Mészáros Mihály és Facsinay László  
Jelmagyarázat: 1 izoohm-vonal, az izoohmok értékköze 10 ohm; 2 maximumtengely; 3 minimumtengely; 4 fúrás; 5 akna; 6 gipsz-anhidrit telep; 8 telepek közé ékelt diabáz-gabbró tömzs; 9, 10, 11 mint a 3. mellékleten 6, 7, 8

8. mell. Szalai Tibor: Struktur der Präalpinen Bauelemente zwischen den Ostalpen und Westkarpaten c. cikkhez.

Baja: B; Babócsa: Ba; Balassagyarmat: Bgy; Balatonfüred: Bf; Balatonhidvég: Bh; Budafa: Bud; Budakeszi: Bu; Budapest: Bp; Buzsák: Bzs; Cili: C; Dobsina: D; Dunaremete: Du; Ederics: E; Egyházasküzes: Egy; Érd: Ér; Felsőregmec: F; Graz: G; Győr: Gy; Hahót: H; Jászberény: J; Kádárta: K; Kaposvár: Ka; Karád: Kr; Kassa: Ks; Keresztély: Ksz; Kőszeg: Kő; Kövesd: Kv; Losonc: L; Mihályi: Mi. 1–5; Miskolc: M; Moha: Mo; Mohács: Mh; Oltárc: O; Parád: P; Pécs: Pes; Perkupa: Pe; Pinnye: Pi; Rudabánya: Ru; Sámfalva: S; Solymár: So; Sopron: Sp; Szabadbatlyán (Szarhegy): Sz; Székesfehérvár: Szé; Szekszárd: Szk; Szigetvár: Szg; Szilvagy: Szi; Szombathely: Szo; Tárnok: T; Tokaj: To; Ujfalu: Úf; Újudvar: Új; Uppony: Up; Vaskeresztes: V; Vát: Vá; Wien: W.


1: Terrestrisches Perm; 2: Marines Perm; 3: Oberes Karbon teilweise unter der Oberfläche; 4: Visé; 5: Devon; G: Granit und Quarzporphyr; 7: Phyllit, Diabas; 8: Gneis und Glimmerschiefer; 9: Paleogen Andesite; 10: Helium Spuren; 11: Strukturen.

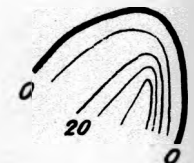
Auf den Phyllit von Kádárta hat *Dr. F. Darányi* meine Aufmerksamkeit gelenkt.

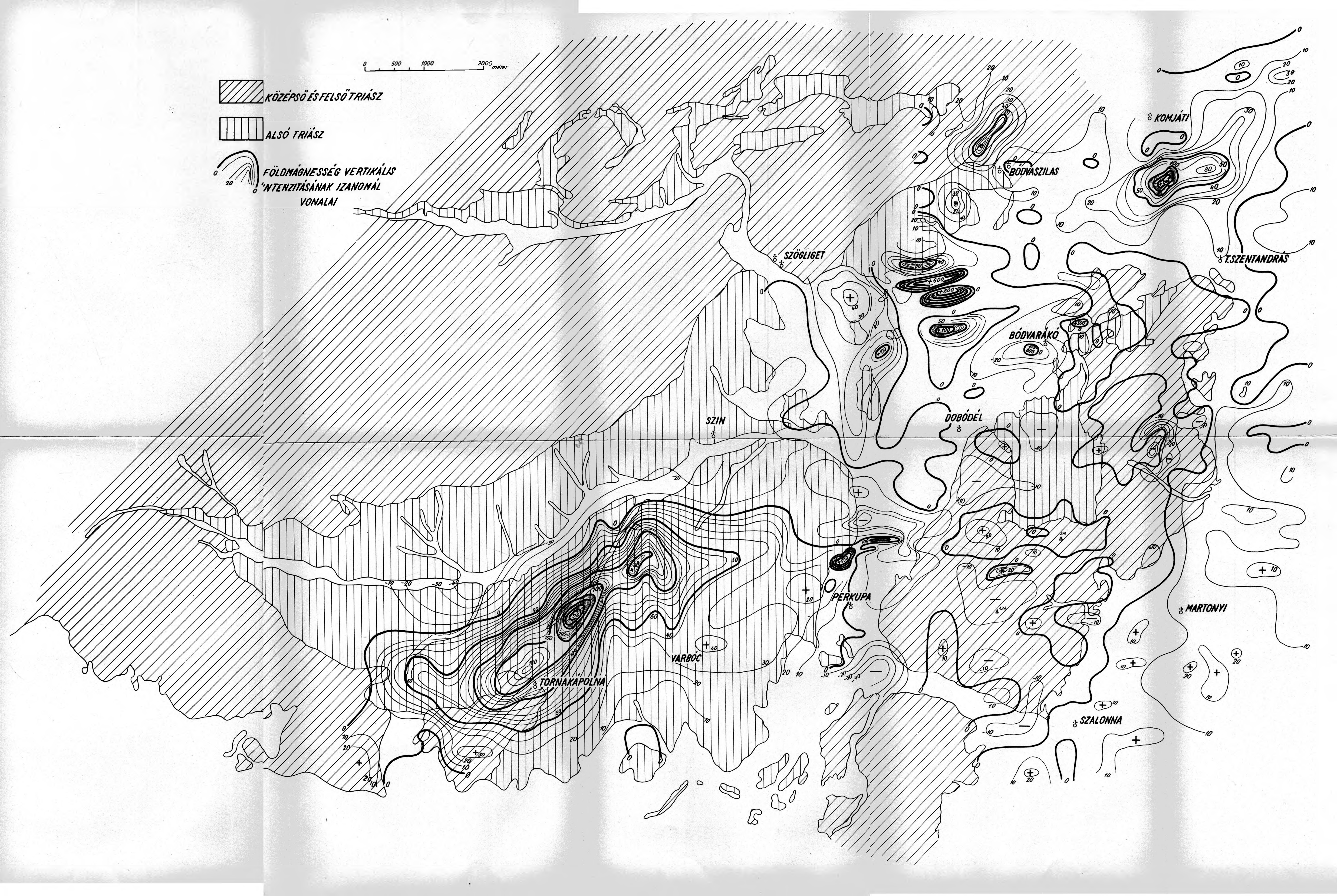


0 500 1000 2000 méter

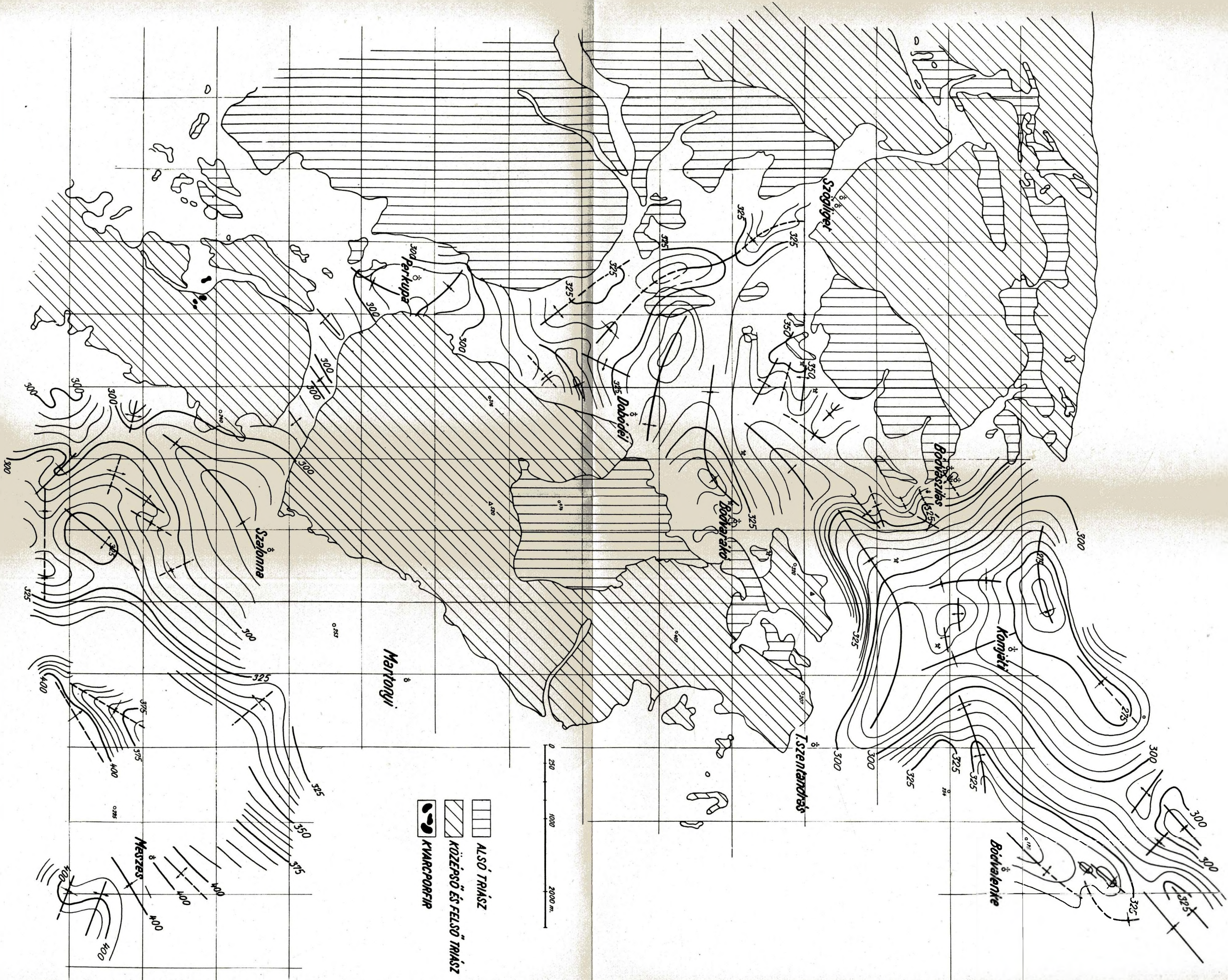
 KÖZÉPSŐ ÉS FELSŐ TRIÁSZ

 ALSÓ TRIÁSZ

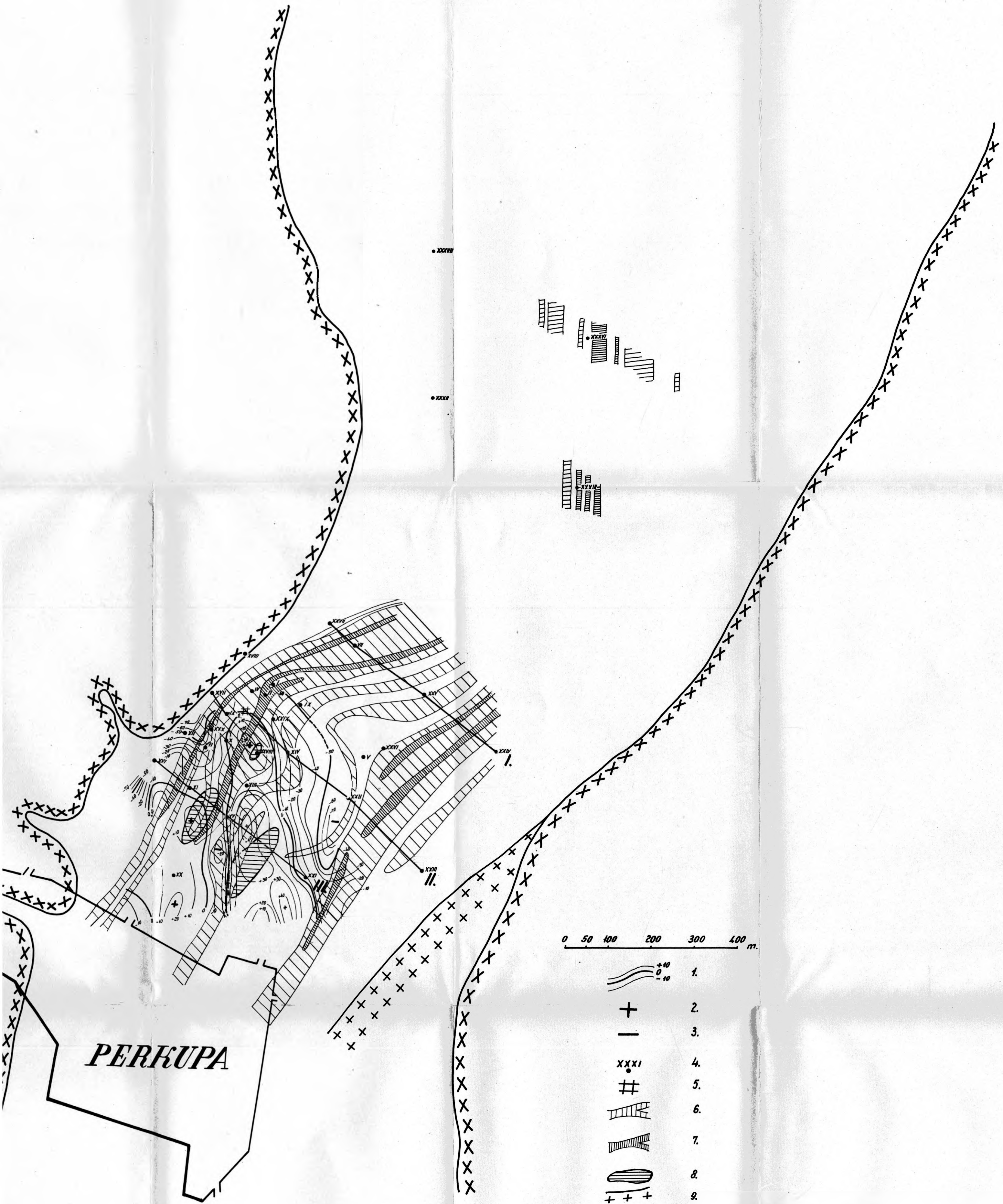
 FÖLDMÁGNESÉG VERTIKÁLIS INTENZITÁSÁNAK IZONOMÁL VONALAI





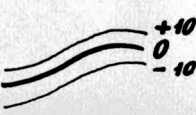






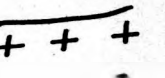




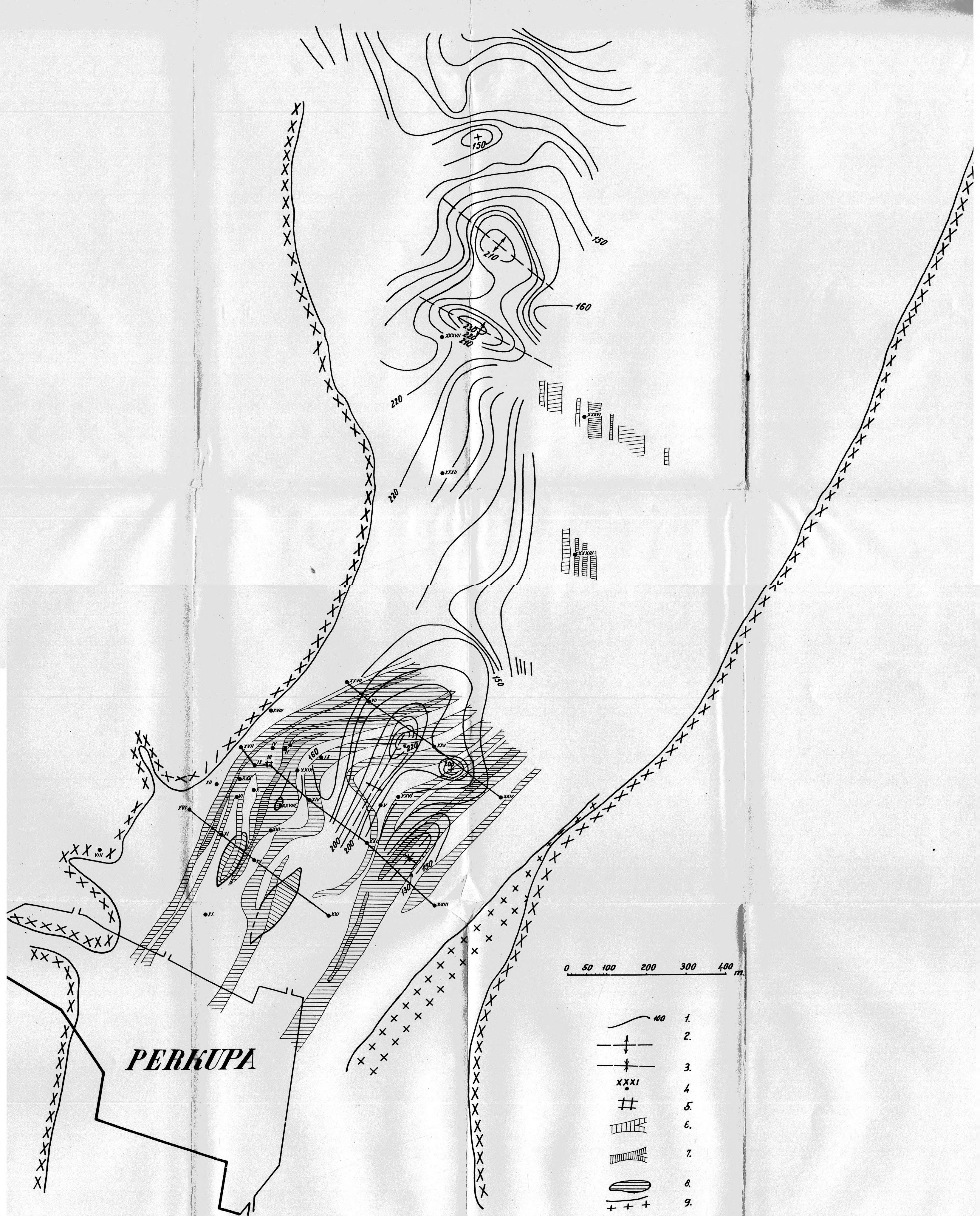


**PERKUPA**

0 50 100 200 300 400 m.


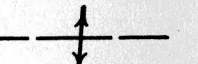
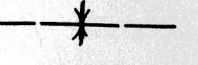
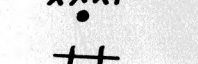




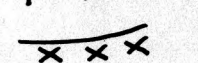
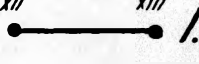
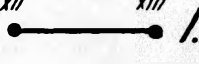
- 1.  1.
- 2.  2.
- 3.  3.
- 4.  4.
- 5.  5.
- 6.  6.
- 7.  7.
- 8.  8.
- 9.  9.



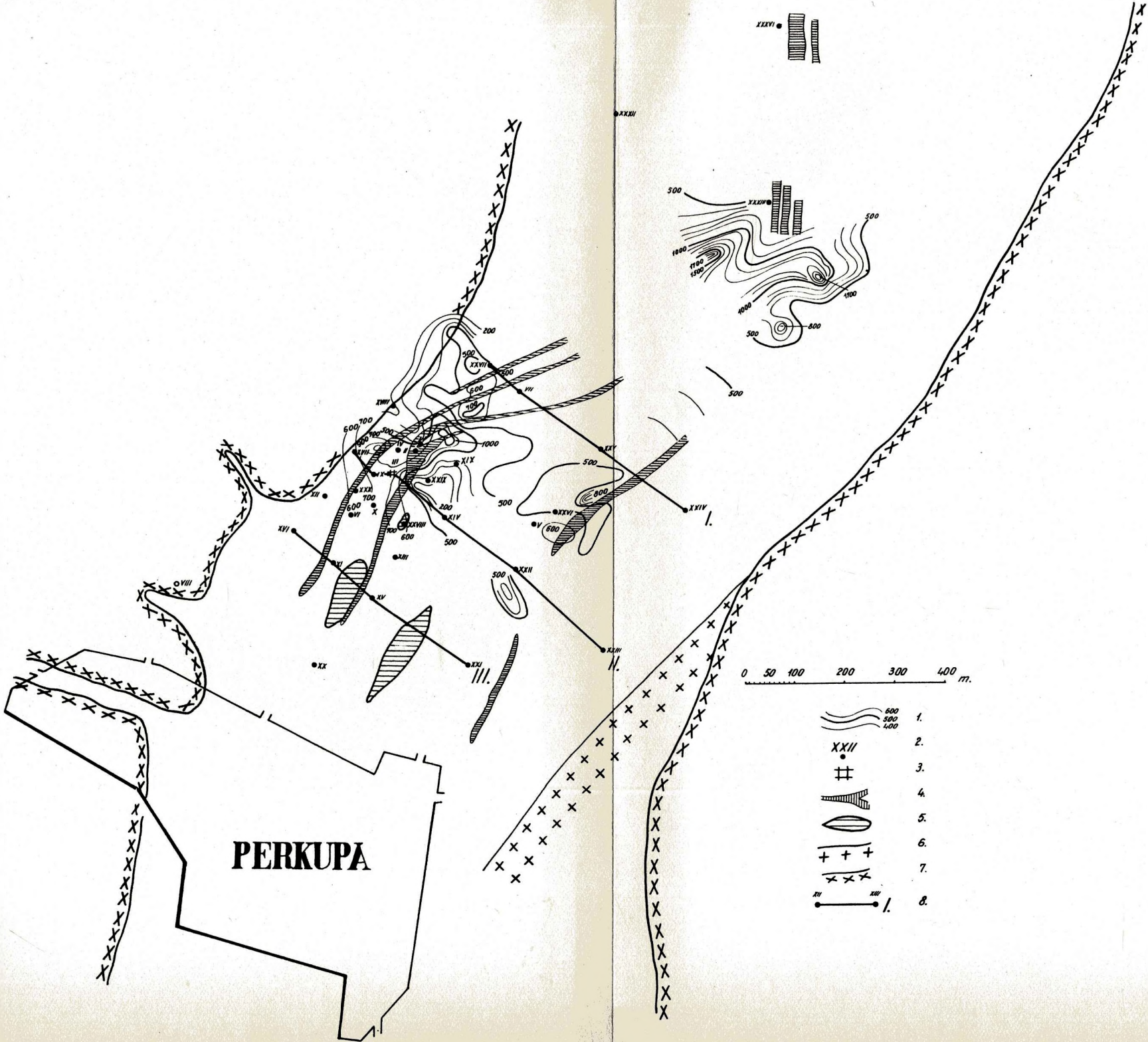


**PERKUPA**

0 50 100 200 300 400 m.

- 1.  100
- 2. 
- 3. 
- 4. 
- 5. 
- 6. 
- 7. 
- 8. 
- 9. 
- 10. 
- 11. 



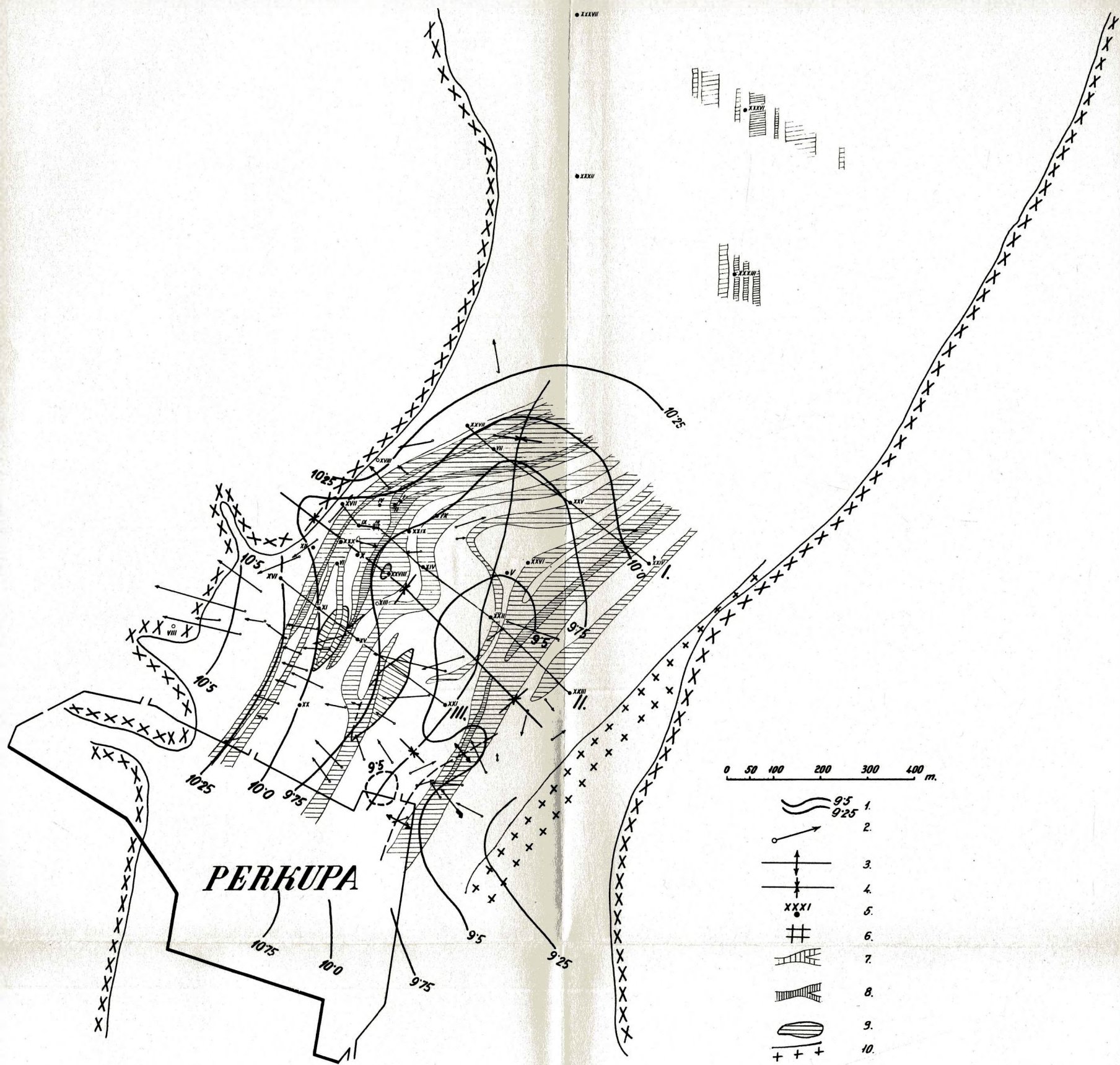


**PERKUPA**

0 50 100 200 300 400 m.

- 1. 600  
500  
400
- 2. XXII
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.
- 7.
- 8. XII / XIII



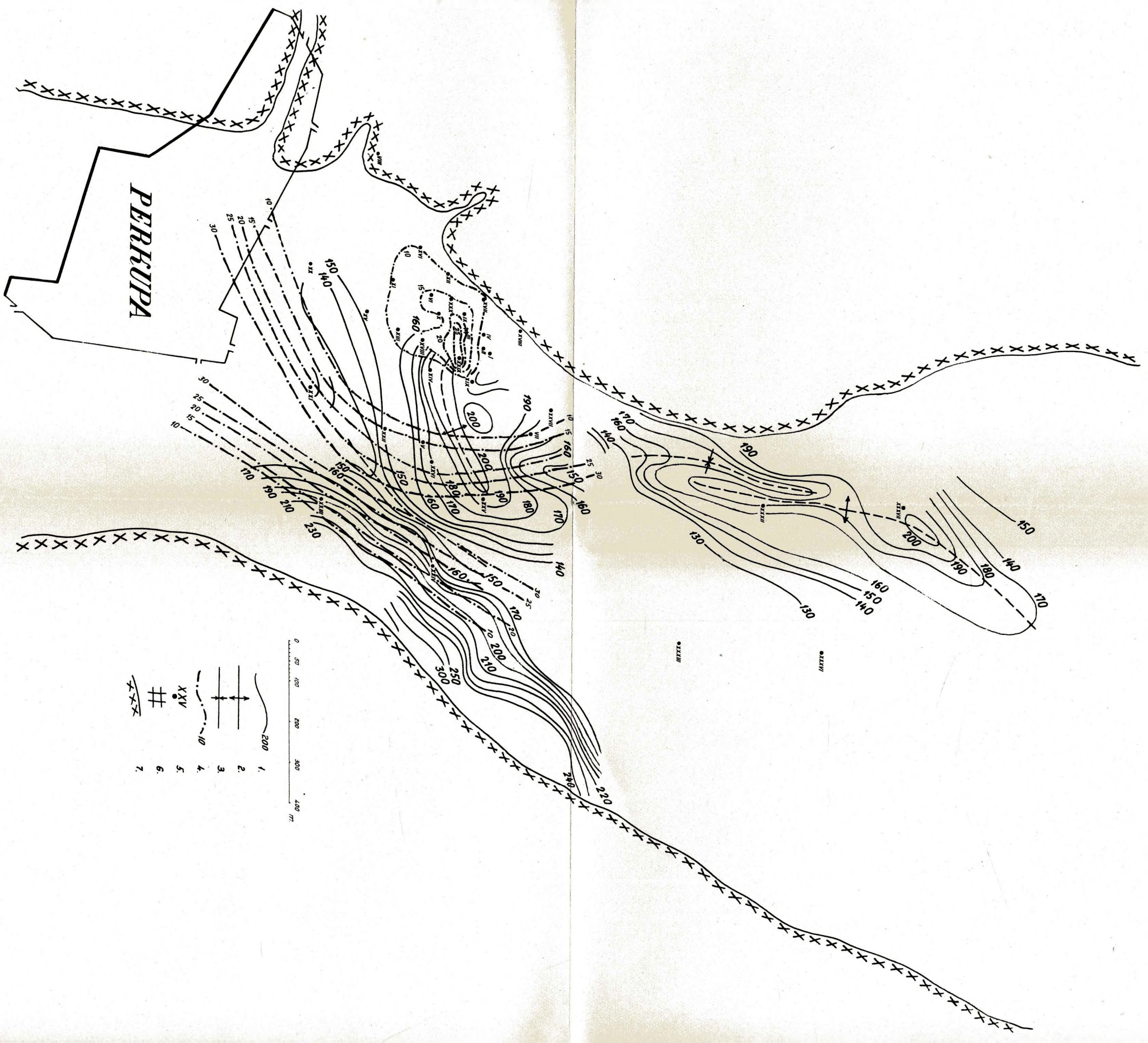
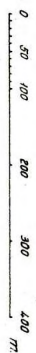
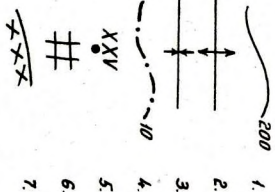


0 50 100 200 300 400 m.

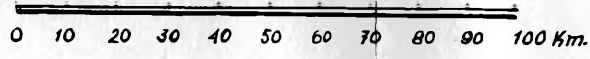
- 95, 92.5
- 
- ↑
- ↑
- XXXI
- #
- ▧
- ▧
- ⊖
- + + +
- +
- X



PERHUPA







T. SZALAI 1959  
 STRUKTUR DER PRÄALPINEN  
 BAVELEMENTE ZWISCHEN DEN  
 OSTALPEN UND WESTKARPATEN

