

POPULAARTEADUSLIK
SARI

G. P. Gorškov

MAAVÄRINAD



EESTI RIIKLIK KIRJASTUS

A - 99040

PROFESSOR
G. P. GORŠKOV

6218

~~55~~
~~964~~

MAAVÄRINAD

~~Tallinn~~
~~Tekstiil-õmblustehnikum~~
~~RAAMATUKOGU~~



EESTI RIIKLIK KIRJASTUS
TALLINN 1951

55
964

55

Originaali tiitel:

Профессор Г. П. Горшков

ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ

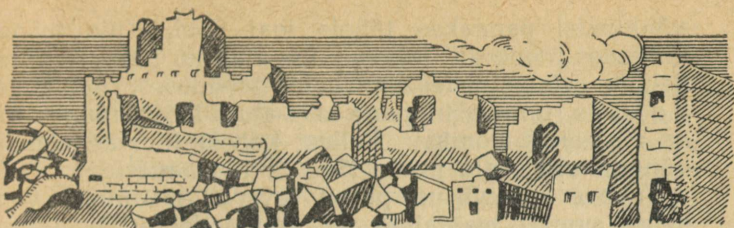
Издание второе

Военное Издательство
Военного Министерства Союза ССР

Москва 1951

Tõlkinud D. Pats.

TARTU ÜLIKOOLI
RAAMATUKOGU



SISSEJUHATUS

Tormiliselt arenevat sotsialistlikku ülesehitustööd meie maal saadab ennenägematult hoogus ehitustöö. Tekivad uued linnad ja alevid, ehitatakse sadu tehaseid ja vabrikuid, rajatakse raud- ja maanteid, püstitatakse paise, sildu, kaevatakse kanaleid, hakkavad tööle uued võimsad elektrijaamad, kaevandused. Võetakse tarvitusele kõik abinõud selleks, et uued hooned ja ehitused oleksid meie suure Nõukogude Kodumaa väärilised, et need oleksid mugavad ja vastupidavad, et mingisugused juhuslikkused ei rikuks hooneid. Tänu targale stalinlikule rahvuspoliitikale areneb ehitustöö iseäranis kiirelt meie rahvusvabariikides — Kaukaasias, Kesk-Aasias, samuti ka paljudes Siberi ja Kaug-Ida oblastites. Aga siin mõnes kohas, eriti lõunas, mäestikupiirkondades, kohtub ehitaja vahel maavärinatega ja ta peab juhtima erilist tähelepanu hoonete kindlustamisele maa-aluste tõugete kahjulike tagajärgede eest.

Juba ammu töötati välja erilised ehitusreeglid sääraates rajoonides. Sellised abinõud NSV Liidus, erinevalt kapitalistlikest maadest, on riiklikeks üritusteks ja peavad tagama hoonete võimalikult pikemat kasutamisega ja elanikkonna täielikku julgeolekut.

Tavaliselt näib Maa pind meile liikumatuna. Tegelikult ei ole see aga nii. Alati ja igal pool esineb maapinnal kergeid värinaid, kergeid võnkumisi. Et selles veenduda, tuleb maapinnale asetada võimalikult tundelik ja täpne aparaat, mis märgib värinaid. See aparaat ei ole ühtegi sekundit stabiilne, vaid märgib kogu aeg väikesi, aga pidevaid pinnaseosade võnkeid. Selliseid, väga väikesi ja inimesele nähtamatuid pinnase

võnkumisi pannakse tähele igal pool. Kuid mõnedes kohtades Maakeral tekivad aeg-ajalt ka tugevad võnked. Selliste võngete tekkimiskoha läheduses, niinimetatud kolde s, tunneb inimene maa-alust lööki, tõuget, vahel ka maa-alust kõminat. Sellest kohast levivad maapinna võnkumised igale poole. See ongi maavärin.

Tugeva maavärina puhul levivad maapinna võnkumised suurele maa-alale, maavärina kolde läheduses aga tekivad mitmesugused muudatused maapinnal — lõhed, maalihked ja maaroom; siin purunevad hooned ja nende rusude all hukuvad inimesed.

Juba ammu uurivad inimesed maavärinaid, püüavad välja selgitada nende tekkimise põhjuseid. Kaugeltki mitte kõik maavärinad ei ole ohtlikud ja nad ei teki igal pool. Kuid siiski toimub igal aastal kogu Maakeral kuni mitusada tuhat maavärinat, milledest mõnikümmed osutuvad purustavaiks. Säärased maavärinad tekitavad kahju küladele, linnadele, tervetele riikidele, hävitavad inimelusid. Seepärast tuleb neid süngeid loodusnähtusi kogu aeg meeles pidada ja neid hoolikalt tundma õppida. On olemas teadus maavärinaist. Seda teadust nimetatakse seismoloogiaks. Tänu sellele me teame, kuidas ja kus tekivad maavärinad, miks nad tekivad, kas võib varakult ette näha nende tekkimist ja kuidas vähendada kahjusid, mida nad inimestele toovad.

Meie maa teadlased leidsid juba ammu õige tee maavärinate uurimiseks. M. V. Lomonossov esitas seismoloogia alused ammu enne välismaiste õpetlaste töid ja näitas, et need ebakorrapärasused maakoore kihtide asetuses, mida meie näeme mägede rajoonides, — mitmesugused muljutused settekivimites, lõhed, nihked, mineraalidest rikkad sooned jne. — on maakoore liikumise tagajärg. M. V. Lomonossovi raamat „Lugusid metallide sünnist maavärinate tagajärjel“ (1757. a.) on üks varasemaid töid maavärinate geoloogist.

„Kus sa vaid näed lõhedega kivimägesid, ära kahtle oletamast maavärinate jälgi; ja nad on seda suuremad, mida korratumad on rusud, järsakud ja sügavikud“, kirjutas M. V. Lomonossov.

Palju huvitavaid ja tähtsaid töid maavärinatest avaldas möödunud sajandi teisel poolel vene teadlane A. P. Orlov. Tema kogus ja uuris väga hoolikalt kõiki andmeid maavärinate kohta ja tuli täiesti õigele järele-

dusele, et „ei või olla mingisugust kahtlust selles, et maavärinad on ... tihedas ja otseses sõltuvuses eeskätt maakoore välise konfiguratsiooniga, peamiste tõusutelgedega suunaga, maakoore pinnakihtides esinevate murrangute ja lõhedega jne. Tugevaimate maavärinate pesad tekivad peamistel tõusutelgedega joontel“ (1876. a.).

Palju väärtuslikke töid maavärinaist on avaldanud vene uurijad — geoloogid I. V. Mušketov, V. N. Veber, P. Vassiljev, I. A. Preobraženski, G. D. Romanovski, A. I. Mihhalevski, P. I. Lebedev, geofüüsikud B. B. Golitsõn, N. V. Raiko, P. M. Nikiforov ja paljud teised. Eriti peab märkima B. B. Golitsõni uurimisi, mis panid füüsikalise aluse seismoloogiale, teadusele maavärinaist.

Nõukogude seismoloogia arendab edukalt vene seismoloogia parimaid traditsioone, mille tagajärjel seismoloogia meetodeid rakendatakse nüüd laialdaselt ka sotsialismi ülesehitustöö praktikas — maavarade otsimisel ja uurimisel, tööstuses, ehitustöödel.

I KUIDAS JA KUS TOIMUVAD MAAVÄRINAD

1. Maavärinate kirjeldus.

Suur vene luuletaja Aleksandr Sergejevitš Puškin elas oma varajases nooruses mõne aja Moskvas. Mängides kord hoidja juuresolekul aias, jäi ta vaatlema marmorkuju. Järsku tundus talle, et kivist kuju kumardub ja kukub tema peale. Ta ehmus, hakkas nutma ja jooksis hoidja juurde. Hoidja tукkus vaikselt, istudes pingil, ei märganud midagi ja rahustas poissi. Nõnda kirjeldab seda väikest episoodi kaasaegne kirjanik J. Tõnjanov. Sel ajal oli Puškin kolme aastane ja võib-olla toimus kõik pisut teisiti, aga põhifakt on õige: sel päeval, 26. oktoobril 1802. aastal, oli maavärin. Paljudel Moskva elanikel pööritas sel päeval mõni



Joon. 1. Maavärina mõju (1550. a. jooniselt).

minut pea; nad kuulsid nõude klirinat kappides, iseene-
sest pragunesid ja avanesid ukсед, klirisesid aknaklaa-
sid; mõnes kohas varises krohv. Kõik aina rääkisid
ennekuulmatust sündmusest. Mõne minuti jooksul kõi-
kus Moskvas maapind, ja mitte ainult Moskvas, vaid pal-
judes Venemaa teistes linnades. Ja mida lähemal Kar-
paatidele, seda tugevamini.

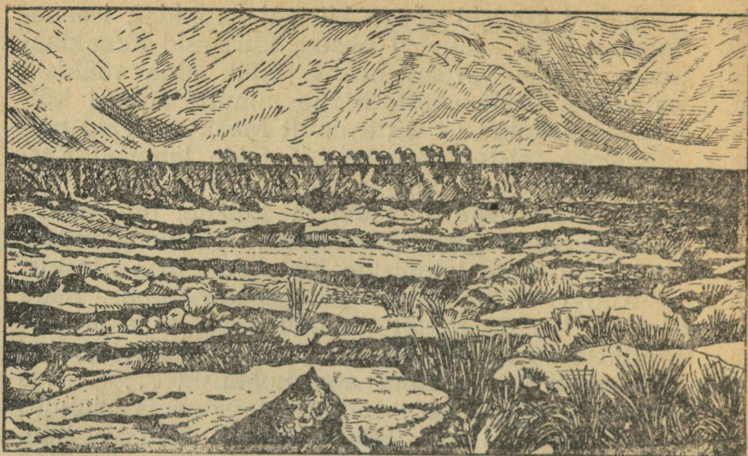
Laia Vene lauskmaa linnadel ja küladel tuli mõni-
kord kohtuda selle julma nähtusega. Palju sajandeid
tagasi märkisid vene letopiside kirjutajad oma üleskir-
jutistes: Kiievis 1091. aastal „... maa võppus, nagu
paljud kuulsid“. 1230. aastal Vladimiris „... maa ja kiri-
kud ja altarid värisesid, ikoonid liikusid seintel ... ja
õlilambid kiikusid; inimesed aga kokkusid ... ja see
oli paljudes kirikutes ja isandate majades ja muudes
kohtades oli see“. 1445. aastal „värises Moskva linn,
Kreml, kogu ümbruskond ja kirikud kõikusid, paljud
inimesed ei maganud ja kuulsid seda“.

Sellist sündmust märgiti ka 1940. aasta sügisel. Pal-
jud arvatavasti mäletavad hästi, kuidas mõni minut oli
tunda maapinna võnkumist Moskvas, Harkovis, Voro-
nežis, Kiievis, Lvovis ja kõigis ülejäänud linnades ning
külades Moskva ja Karpaatide vahel.

Mäestikuelanikule ei ole maa võnkumine midagi eri-
list. Ta teab, et maa aeg-ajalt võngub, ja on sellega har-
junud. Mõnes paigas on see niivõrd sagedane, et ei
möödu päevagi ilma ühe või mitme maa-aluse tõuketa.

Kõige tihedamini tuntakse maavärinate puhul nõrku
tõukeid, aga vahel saavutavad need määratu suure jõu.

Kuidas, näiteks, toimus hävitav maavärin 1929. aastal
Turkmeenia NSV pealinnas Ašhabadis? Esimesel mail,
õhtu eel tekkisid pinnases nõrgad tõuked, mis tulid
lõunast, Iraani poolt. Need tugevnesid kiiresti. Siis
kajas kõrvulukustav maa-alune mürin ja maa võpatas
tugevate löökide all, millest hakkasid ehitised kokku
varisema. Iraanis sai surma üle kolme tuhande inimese.
Maavärin tekitas palju kahju Ašhabadile ja selle ümbrus-
konna asulatele. Alates esimesest maist kuni aasta
lõpuni oli maa-aluseid tõukeid ja maapinna kõikumisi
tunda peaaegu iga päev, vahel aga mitugi korda päe-
vas. Kuid iga päevaga jäi neid ikka vähemaks ja nende
jõud rauges. Kaheksa kuu jooksul registreeriti kuni
kolmsada tõuget.



Joon. 2. Murrangud ja maalihked Kebini maavärina ajal 1911. a. Tjan-Sanis.

Tugevad ja sagedased maavärinad esinevad Kesk-Aasia idapoolseis piirkondades — Tjan-Šani ja Pamiiri mäestiku süsteemides.

Võib nimetada grandioosset Kebini maavärinat 4. jaanuaril 1911. aastal, mille keskus asetses Alma-Ata linnast (tolleaegsest Vernõist) mõnevõrra lõuna pool, Kebini jõe orus. Maavärin oli oma jõu ja ulatuse poolest tõesti erakordne. Värina keskuses toimus maastikus enneolematuid muudatusi. „See oli mingi võimas jääminek, kus jääpank oli jääpanga, jäämägi jäämäe turjal, nagu oleksid võimsad käed haaranud meie elamu ja raputanud seda, nagu raputatakse klaasi rohuga, et segada selle sisu“, kirjutas üks selle õnnetuse tunnistaja. Umberkaudsete mägede nõlvad, Kebini jõe org, kogu mägedesüsteem Alma-Ata linnast lõuna pool olid maavärinast kannatanud. Lugematud maalihked ja üksikud allavarisevad kivid hävitasid oma teel kauni tjanšani kuuse metsamassiivid. Nõlvadelt allavarisenud mullamassid ummistasid kitsaid orge, ülespaisutatud jõed muutusid pikkadeks ja sügavateks järvedeks. Sadu miljoneid kuupmeetreid mulda paiskus maalihke näol alla orgudesse, sügavalt paljandades segipaisatud nõlvasid; need massid haarati allajõudmisel mägijõgede võimsa-

test voogudest ning kanti jõgede alamjooksule, kus riad ummistasid paksu mudaga teid, jõgede sänge, ehitisi ja aedu. Suured maa-alad kattusid lõhedega, paljud neist lõhedest olid mitme kilomeetri pikkused. Isegi tasastel kohtadel oli maa üles künatud, nagu oleks võimas sahk läinud üle külmanud maa, ja purunenud paljastatud pinnase vaod mustendasid lõpmatute küngastena valgel lumel (joon. 2).

Maa-aluseid tõukeid oli selgelt tunda enam kui ühe miljoni ruutkilomeetri suurusel maa-alal.

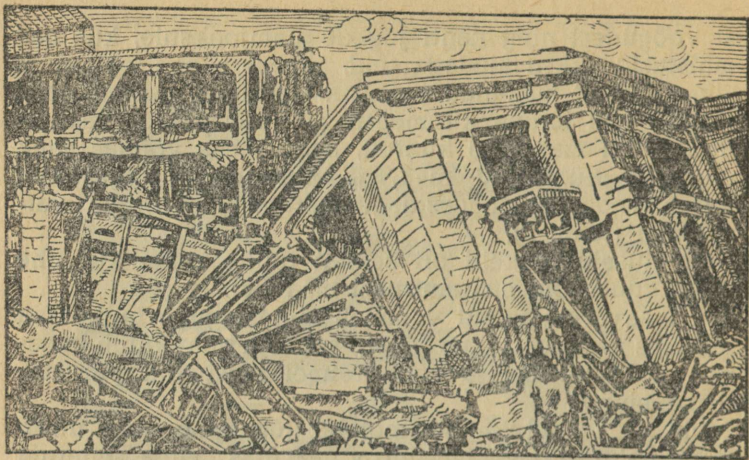
Iga maavärina puhul vabaneb mingisugune hulk Maa sisemuses peituvast energiast; see energia kulub maapinna võnkumiseks ja selle toimel teostuvad purustused maapinnal.

Meie maa tuntuim seismoloog (õpetlane, kes uurib maavärinaid) P. M. Nikiforov arvutas välja energia hulga, mis vabanes Kebini maavärina ajal. Et anda säärast hulka energiat, peab NSV Liidu võimsaim elektri-jaam (Dnepril) loötama vahetpidamata täie võimsusega rohkem kui kolmsada aastat!

Kebini maavärin on näiteks, kui hädaohtlikud, hävitavad võivad olla need julmad loodusnähtused.

Maavärinate all kannatavate piirkondade hulka meie maal kuuluvad: Kaukaasia, iseäranis Taga-Kaukaasia, Turkmeenia, Kesk-Aasia idapoolsed vabariigid, s. t. Pamiiri, Tjan-Šani mäestikud ja nende kõrvalharud; Baikali-äärne, Kamtsatka ja teised rajoonid. Veel hädaohtlikumad on maavärinad mõnedes teistes maades.

Suur õpetlane Charles Darwin teostas oma nooruses suure ümbermaailma-reisi. Selle reisi ajal külastas ta Concepcioni linna Lõuna-Ameerikas, mis lühikest aega enne seda oli võimsa maavärina tagajärjel maapinnalt täiesti ära pühitud. Selle katastroofi värsked jäljed — majade varemed, kaljupankade veermed, lõhed maas — olid igal pool näha. „Ma ei hakka kirjeldama“, kirjutab Ch. Darwin, „täpselt seda vaatepilti, mida pakkus Concepcion, sest leian täielikult võimatu olevat väljendada neid keerukaid muljeid, mida ma tundsin ... Kahju ja valus oli näha, et esemed, mille loomine maksis inimestele nii palju aega ja tööd, hävitati ühe minutiga; kuid kaastunne selle all kannatanud elanikkonna vastu justkui kahvatas selle imetlustunde ees, mille kutsus esile pöörde nägemine, mis avaliselt toimub



Joon. 3. Varemend Concepcioni linnas, põhjustatud 1939. a. maavärinaga.

sajandite vältel, siin aga toimus ühe minutiga ... On küllalt ainult maavärinatest, et hävitada kogu maa”.

Joonisel 3 on näidatud purustused samas Concepcioni linnas, mille põhjustas 1939. aasta maavärin.

Maksim Gorki elas üle 1908. aastal Lõuna-Itaalias, kus ta ennast ravis, väga tugeva maavärina. Ta kirjeldab seda sündmust nii: „Maa undas tumedalt, oigas, küürutas jalgade all ja lainetas, tekitades sügavaid lõhesid — justkui oleks ta sügavuses ärganud ja pöörelnud mingi sajandeid uinunud võimas uss, — pimedana roomab ta seal pimeduses, tema lihased painduvad ja rebivad maakoort, loopides sellelt hooneid inimeste ja loomade peale ... Võpatades ja vankudes kummardusid hooned, nende valgetel seintel vingerdasid mõrad nagu välk ja seinad purunesid, kattes kitsaid tänavaid ja inimesi ... maa-alune kõmin, kivide mürin, puude kriiksumine summutavad appihüüdeid, meeletut kisa, haavatute oigeid... Inimesed ja kivid segunevad hunnikutesse, ja ikka tihedamini, ikka tugevamini värisevad majad, kirikud, neid niidab aluselt mingisugune nähtamatu vikat — midagi ei jää püsima tema võimsate löökide ees ... Maa lainetab nagu meri, heites oma rinnalt lossid, onnid, templid, kasarmud,



Joon. 4. Purustused Messina linnas (Itaalia) 1908. a. maavärina ajal.

vanglad, koolid, iga võpatusega hävitades sadu ja tuhandeid naisi, lapsi, rikkaid ja vaeseid, kirjaoskamatuid ja õpetlasi, usklikke ja jumalasalgajaid." (joon. 4).

Teel Venemaale peatus 23. detsembril 1854. aastal Jaapani rannikul, Tokio linna lähedal vene sõjalaev, fregatt „Diana“. Äkki algas hiigelvõimsusega maavärin. Kõik ümbruskonna asulad kaldal muudeti silmapilkselt suitsevateks varemeteks. Merel puhkes ebatavaline lainetus. Uks „Diana“ reisijatest, V. Mahhov kirjutas, et fregatt „nagu väike veekeerisesse visatud laast hakkas keerutama, ropsima, lööma, peksma, taglas kärises, küljed lõhkesid, pardad kõikusid kiiresti kord ühele, kord teisele poole. Hirm kangestas meid! ... Vesi langes, raginal ja kriuksudes kaldus fregatt pahemale küljele ... haarasime paremast pardast kinni ja jäime rippuma kuristikku kohale ...". Kui kõik jäi vaikseks, peatus fregatt „keset jaapani hoonete rususid, purustatud paatide, uppunute laipade, kõntsa ja igasuguse prügi hulgas, mis aetud kokku linna kohalt ja tõstetud üles merepõhjast“.

Miks tekib järsku võimas maa-alune tõuge, sünnivad kõikumised, vapustades maad ulatuslikul alal? Mis on maavärinate põhjuseks?

Küsimus maaväriinate põhjustest on juba ammust ajast inimesi huvitanud. Vanades egiptuse, babüloni ja kreeka legendides võib leida palju huvitavaid jutustusi sellest, kuidas ja miks maaväriinad tekivad. Sel ajal oli teadus alles tekkimas ega saanud veel anda vastust sellele küsimusele. Inimesed mõtlesid välja igasuguseid olematuid põhjuseid maaväriinate kohta. Nii pidasid muistsed kreeklased maaväriinate tekkimises süüdlaseks erilist jumalat Neptunit. Nad kujutasid teda tugeva mehena kolmeharulise odaga käes, mille abil ta justkui oleks võinud maad liigutada. Palju samasuguseid jutustusi tekkis ka hiljem. Jaapani rahva legendi järgi lasub maa vaaladel ja kõigub sel momendil, kui vaalad liiguvad selle all, Iraanis räägitakse, et Maa on härja sarvel, härg seisab suure kala selias, kes ujub maa-aluses ookeanis; härg heidab vahel Maa ühelt sarvelt teisele — siit tulevad maaväriinad. Harimatud budha laamad (preestrid) jutustavad, et Maa tugineb kuldsele konnale, kes aeg-ajalt sügab pead või sirutab jalga, mille tulemusena Maa võngub.

Teistes maades kutsutakse maaväriina selgitamiseks abiks kujuteldavaid hiide, vaime, kilpkonni, mereloomi ja muid muinasjutulisi olendeid. Sääraste muinasjuttude hulka kuuluvad ka igasugused usulised, sealhulgas ka ristiusu legendid maaväriinaist.

Midagi ühist tõeliste maaväriinatega need jumalad, vaimud, võimsad vaalad, härjad, kalad, konnad, hiid ja muud väljamõeldud olendid ei oma. „Loodus teeb kõik iseseisvalt, ilma jumalate vahele segamata“, ütles juba vanal ajal rooma luuletaja Lucretius. Ja see on õige.

Mis siis ütleb teadus maaväriinaist?

2. Kus toimuvad maaväriinad?

Et välja selgitada maaväriinate põhjuseid, peab esialgu teada saama, kus need esinevad.

Maakeral võib täpselt ära näidata need kohad, mis kuuluvad maaväriinate piirkonda, ja need, kus maaväriinad ei toimu. Enamasti toimuvad maaväriinad mäestiku-rajoonides. Tasandikel neid peaaegu ei ole; selline tasandik on näiteks Vene lausmaa. Maaväriinad ja

maa-aluseid tõukeid on siin harva ja oma jõult on need nii nõrgad, et elanikkond suuremas osas ei pane neid tähele. Need võnked tulevad kaugelt: nende tekkimiskoht — kolle — on Karpaatides, Rumeenias, Kesk-Venemaani levivad ainult maavärina järelkajad.

Hoopis teisiti on mägirajoonides: siin on maavärinad sagedad ja tugevad. Vaatame näiteks maavärinaid NSV Liidus. Alustame Krimmiga. Erilistes kataloogides kirjeldatakse ligi 100 enam või vähem tugevat maavärinat Krimmis; nendest viimaseid maavärinaid mäletavad paljud — need olid 1927. aastal, mil juulis ja septembris olid tugevad maa-alused tõuked ja purunesid paljud hooned. Maa ei rahunenud järgneva 2 aasta vältel — selle aja jooksul registreeriti enam kui 200 korduvat tõuget. Kõik need tõuked olid eriti tugevalt tunda Krimmi mäestikuosas (Jailas). Põhja pool, Krimmi tasandikul olid tõuked väga nõrgad ja ainult kõige tugevamad neist ulatusid Ukraina linnade ja küladeni.

Tihti on maavärinaid Kaukaasias, Kaukaasia on viimase ahelmäestik selliste kõrgete tippudega, nagu Elbrus ja Kazbek. Kaukaasias on teada enam kui 1000 tugevat maavärinat.

Taga-Kaukaasias, see tähendab Gruusias ja Armeenias, on samuti suurem osa maapinnast kaetud mägedega ja ka siin on tihti maavärinaid. Gruusia pealinnas Tbilisis on maavärinad tuntud vanast ajast, nendest kõnelevad vanad gruusia ürikud. Viimase 100 aasta jooksul on selles linnas märgitud ligi 200 maavärinat. Samuti on Erevanis — Armeenia pealinnas. Armeenia on vana kultuuri ja rikka ajaloo maa. Tema arhiivides, muuseumides ja eri-instituutides säilitatakse tuhandeid väärtuslikke ürikuid. Iseäranis kuulus on „Mate-nadaran'i" nime all tuntud käsikirjade kogumik. Neis ürikuis võib leida palju huvitavaid kirjeldusi tugevate maavärinate kohta. Võib osutada paljudele maavärinatele vanas Armeenia pealinnas Anis. 1319. aastal hävines see linn maavärina tagajärjel täielikult, jäeti elanike poolt maha ja on praeguseni varemtes.

Joonistel 5 ja 6 on kujutatud vanaaegne Tatevi klooster Taga-Kaukaasias — enne maavärinat 1931. aastal ja peale seda.

Suundudes Kaukaasiast idasse ja möödudes Kaspia merest, jõuame Turkmeeniasse. Siin, NSV Liidus, tõu-



Joon. 5. Vana-aegne Armeenia klooster Tatevi külas enne 1931. a. maavärinat.

piiril, Iraani lähedal, asetseb Kopet-Dagi mäeahelik. Suurem osa Turkmeeniast on kaetud madalike või kõrbetega; Turkmeenias on kõige suurem NSV Liidu liivakõrb — Kara-Kum. Enamasti kõik Turkmeenia maavärinad on Kopet-Dagis või teistel selle naabruses asuvatel mäeseljaketel. Kara-Kumi liivakõrbes aga omi maavärinate koldeid peaaegu ei olegi.

Kõigil on meeles hävitav Ašhabadi maavärin 6 oktoobril 1948. aastal. Seile keskus ei olnud kaugel Ašhabadist, 30 kilomeetrit linnast kagu pool. Seal märgati palju mitmesuguseid lõhesid, maalihkeid ja muid maapinna moonutusi. Turkmeenia pealinnas hävisid paljud hooned täielikult. Maavärina kolle oli 20 kilomeetri sügavuses, kohal, kus Kopet-Dagi mäestiku sügavuses asuvad kihid, tema „juured“, on kokkupuutes Kara-Kumi all oleva madaliku peaaegu rikkumata asendis kihtidega.

Ašhabadi maavärin oli suur õnnetus Turkmeeniale, aga suur abi vabariigile, mida osutasid vennasvabariigid ja NSV Liidu valitsus, võimaldab lähemate aastate jooksul Turkmeenia pealinna täielikult taastada. Hooned ehitatakse selle arvestusega, et nad peaksid vastu kõige tugevamatele maavärinatele, et kahjulikke tagajärgi võimalikult nõrgestada.



Joon. 6. Tatevi klooster peale 1931. a. maavärinat.

Iseäranis tugevad maavärinad on Iraanis. Ja see pole imeks pandav, sest just sealt, lõuna poolt meie piiri, lähivad läbi peamised mäeahelikud, mis ühendavad Türgi ja Taga-Kaukaasia mägesid Pamiiri mägedega. Kopet-Dagi ahelik, mis asetseb Turkmeenias, on vaid väike osa nendest ulatuslikest ja kõrgetest Iraani mäeahelikudest. 1893. aastal hukkus Iraanis, Kutšani linna ümbruses majade rusude all 5000 inimest. Kahe aasta pärast, 1895. aastal, röövis uus Kutšani maavärin 8000 inimelu.

Veel kaugemal idas asuvad Pamiiri ja Tjan-Šani kõrgeimad mäeahelikud. Siin asetsevad NSV Liidu kõige kõrgemad mäetipud — Stalini mäetipp, Lenini mäetipp, hiiglasuur Han-Tengri massiiv, Võidu mäetipp ja palju teisi.

Pamiir ja Tjan-Šan kujutavad endast väga keerukat mäeahelike ja neid lahutavate pikiorgude süsteemi, läbipääsematute kuristike ja jääliustikega, igilume ja tormiliste jõgedega. Ja just need kohad on iseloomulikud kõige tihedamatele ja kõige tugevamatele maavärinatele NSV Liidus. 1911. aastal puhkes Tjan-Šani põhjapoolseis ahelikes üks tugevamaid maavärinaid — Kebini maavärin, millest me juba kõnelesime.

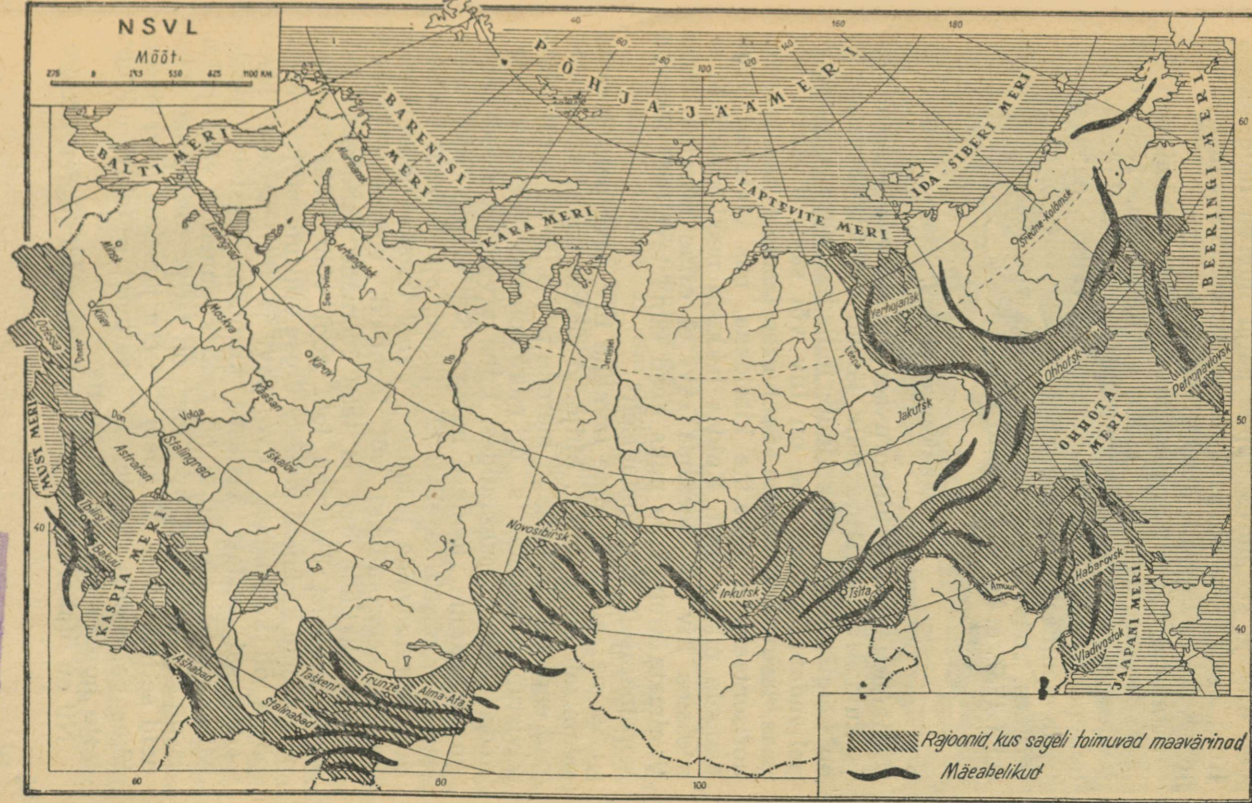
Väga tugevad maavärinad toimusid 1902. aastal Kesk-Aasias mäestikualal Kašgari ja Andžani linnas, 1907. aastal Karatagi linnas, 1911. aastal Pamiiris jm. kuni viimaste aastateni. Eriti tihti on maavärinaid Tadžikistanis, sellistes kohtades, nagu Garm, Obi-Garm ja Tavildara asula, möödub harva mõni aasta ilma tunduvate maa võnkumisteta.

Üldiselt arvestatakse Kesk-Aasias kuni 1000 maavärinat aastas, see on umbes 3 maavärinat päevas. Kõigi nende maavärinate kolded asetsevad mägirajoonides. Kuid Kesk-Aasiast põhja pool, see tähendab Kasahstani ja Lääne-Siberi tasandikel ja steppides, ei ole maavärinaid peaaegu üldse.

Kesk-Aasiast ida pool, piki meie piiri, venivad arvurohked mäeahelikud — Tarbagatai, Altai, Gornaja Šoria, Sajaanid, lõuna-poolsed Baikali-äärsed mäed. Siin on igal pool maavärinaid, tõsi küll, mitte nii tugevaid ja sagedasi nagu Kesk-Aasias, kuid selle eest on siin ka mäed madalamad. Mõnedes kohtades aga on ka siin tugevaid maavärinaid. Näiteks, on teada, et 1862. aasta algul osa Baikali järve kallast läks peale maavärinat

TARTU ÜLIKOOLI
RAAMATUKOOGU

Tallinna
Tehnikali - õmbiustehnikum
RAAMATUKOOGU



Joon. 7. Maavärinate poolt ohustatud rajoonide ja mägedesüsteemide jaotus NSV Liidu territooriumil.

vee alla ja seejuures uppus palju inimesi ning loomi. Kuni siiani paistab see ala maastikukihis silma. Seda nimetatakse Provali (alangu) laheks.

Joonisel 7 on näidatud maaväriinate levimisalad ja mäestike asetus NSV Liidu territooriumil. Need alad langevad ühte. Sama võib öelda ka välisriikide kohta. Sellepärast oleme täiesti õigustatud väitma, et maaväriin tekib põhiliselt mägirajoonides, peamiselt ahelmäestike piirides. „Seoses maaväriinatega tekivad mäed“, kirjutas juba 1757. a. M. V. Lomonossov.

3. Maakoore ehitus.

Lähenege mingi uhteoru servani ja vaadake, millest ja kuidas on ehitatud selle järsud veerud. Arvatavasti on kõigile teada, et kivimid, milledest koosneb uhutud paljandatud kallas, see on liiv või savi, liivakivi või paas, lasuvad kihtidena. Seejuures lasuvad nad tasaste, horisontaalsete, rahulike kihtidena, mis ulatuvad väga kaugele piki kallast. Kuidas tekkisid need kihid? Miks seesama liiv või seesama savi ei esine massina, vaid tingimata kihina? Ja miks need kihid tavaliselt lasuvad korrapäraselt, horisontaalselt?

Asi on selles, et meie tavaline liiv, savi, paas jne. on peamiselt mere setted. Miljonid aastad tagasi sadestusid nad endiste siin laiunud merede põhja. Seda saadi teada kivistunud kodade, s. o. mereloomade jäänuste järgi, mida avastati maakihtides. Enne arvati, et need kojad on omapärane „looduse mäng“. See ei ole õige. Meie ees on tõeliselt tegeliku elu jäljed, aja jooksul kivistunud mereloomade jäänused. Vahel leitakse maakihtides kalade selgroolülisid või hambaid, võimsate ürgsete mere-sisalikkude luid ja teisi loomade kehaosade jäänuste kivistisi. Pääaegu igal pool võib leida kivistisi, neid ammu kadunud merede ürgse elu tunnistajaid. Mere põhja oli kogunenud liiva, savi ja teisi setteid. Need sadestusid aastast aastasse kihtidena üksteise peale. Miljonite aastate vältel on neid kogunenud väga palju, ja nüüd võime seal, kust meri on tagasi tõmbunud, näha neid setteid uhte- või jõeoru veeru järsakus ning kunstlikes paljandeis. Sellepärast asetuvad settekivimid ühtlaste horisontaalsete kihtidena.

Nii on olukord lauskmaal — Leningradi juures, Moskva



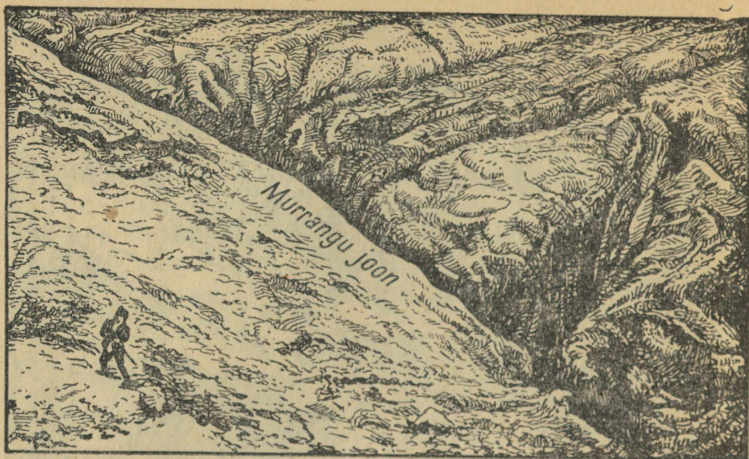
Joon. 8. Kõverduesse kõverdatud mägede kivimite kihid.

juures — igal pool, kus ei ole mägesid, kus maapind on tasane ega ole maavärinaid.

Midagi taolist ei ole mägirajoonides. Muidugi, ka seal on kihid, ka seal koosnevad nad karploomade koda-
 sid sisaldavaist meresetteist, kuid nad ei asetu horison-
 taalselt. Nad on kaldu. Juba eelmäestikus on kihid, mis
 seni olid lamanud horisontaalselt, üles tõstetud ja asetu-
 vad kaldu; nende all aga on näha sügavamal veel mingi-
 suguseid teisi kihte, mis on arvatavasti esimestest
 iidsemad. Kallakad kihid on haruldane nähtus ja iga
 uudishimulik inimene mõtleb tahtmatult selle korratuse
 põhjuse üle kihtide ladestumisel (joon. 8).

Mägedes leidub peale kallakate kihtide ka vertikaal-
 seid. Sääraste kihtide kohta ütlevad geoloogid: nad
 „seisavad pea peal“. Nad isegi painduvad, tekitades
 kurde, kõige tõelisemaid kurde — kumerusega kas ülal
 või all. Neid esineb igas suuruses ja nad on vahel nii-
 võrd keerulised ja segased, et raske on leida sidet nende
 alguse vahel. Sageli on kivimid ümberpööratud asendis:
 vanemad kivimid, mis oleksid pidanud olema all, lasu-
 vad nooremate kivimite peal.

Mitte ainult kurrutatud, painutatud ja kallakaid kihte
 ei märka me mägirajoonides, vaid võib kohata veelgi



Joon. 9. Suur murrang kivimite kihtides.

hämmastavamaid nähtusi — murranguid kivimites. Kujutlege mingisugust kihti, mille asendit te maastikul jälgite. Kuskil kaob see ootamatult: lõpeb nagu noaga lõigatud lõhega, millele järgneb hoopis teine kiht, millel pole midagi ühist eelmisega. Säärased murrangud on kõige levinum nähtus mägedes. Uks osa mäest võib olla kerkinud mitme saja või tuhande meetri võrra, teine — laskunud, ja nende vahel on murrangulõhe murrangu-pinnaga, mida mööda toimuski maapankade liikumine (joon. 9). Just säärase maapangaste liikumisega seletubki kurdude ja murrangute tekkimine.

Kihtide kallakus, kurrutus, murrangud — see pole tavaline kihtide asetus; kihid lamavad siin mitte normaalselt, nad on nihkunud endisest seisundist, võtavad osa maapangaste nihkumisest, andes tunnistust sellest, et kõva maakoore liigub, kortsus ja praguneb. Sääraseid häireid ja liikumisi nimetavad geoloogid tektoonilisteks, see on liikumisteks, mis on tingitud häiretest Maa sisemuses.

Maakoore liikumist võib näidata ka teisiti. Selleks on küllaldane ainult mõelda sellest, kuidas, millisel kombel need mereloomade kojad, millest me kõnelesime, võisid sattuda kuivale, kus me neid praegu leiame. Tõepoolest, sest enne oli siin meri. Miks siis meri kadus ja nüüd on

sel kohal maa? Mägedes on aga säärased meresetted väga suurel kõrgusel, sageli mitu kilomeetrit kõrgemal merepinnast. Kuidas sattusid nad sellisele kõrgusele? Vastus on üks: sellistes kohtades on maa kerkinud. Teistel juhtudel on vastupidi: endine maismaa on kaetud mereveega; sellistes kohtades on maa laskunud.

Selliseid muutusi on tekkinud kõikjal ja alati. Nende jälgi näeme me igal pool, ja juba ammu kirjutas geniaalne vene õpetlane M. V. Lomonossov sel puhul: „Sellised muudatused ei tekkinud Maakeral mitte üks kord, vaid esinesid mitmesugusel ajal lugemata palju kordi: esinevad nüüdki, ja vaevalt, et nad kunagi lõpevad“.

Tõesti, sellised liikumised toimuvad ka nüüd. Näiteks väike Holland, mis asetseb Põhjamere rannikul, laskub juba paljude sajandite vältel tervikuna 2 millimeetri võrra iga aasta. Juba ammu hakkasid hollandlased ehitama rannikul tammisid, muidu oleks meri tunginud maale ja selle üle ujutanud. Tammisid tuleb kogu aeg uuendada, parandada ja suurendada.

Selle vastandiks on Balti mere rannik, iseäranis selle põhjapoolne osa, mis viimaste aastatuhandete vältel kerkitab; mõnes kohas on tõus kuni 1 sentimeeter aastas. Kui liikumise tempo püsib, siis kümne tuhande aasta pärast mere põhja kerkimise tulemusena ühinevad Soome ja Rootsi maakitsusega seal, kus nad praegu on eraldatud merega.

Kirjeldatud näites toimub maapangaste liikumine aeglaselt ja ilma tähelepandavate häireteta kihtides. Mägi-rajoonides toimuvad sellised liikumised palju tugevamini, igas suunas, ka horisontaalses, ja nendega käivad kaasas lõhede, kurdude tekkimine ja kihtide kaldumine. Teiste sõnadega, seal võib näha tegevuses, kasvus ja arengus kõiki neid häireid, millest me rääkisime eespool.

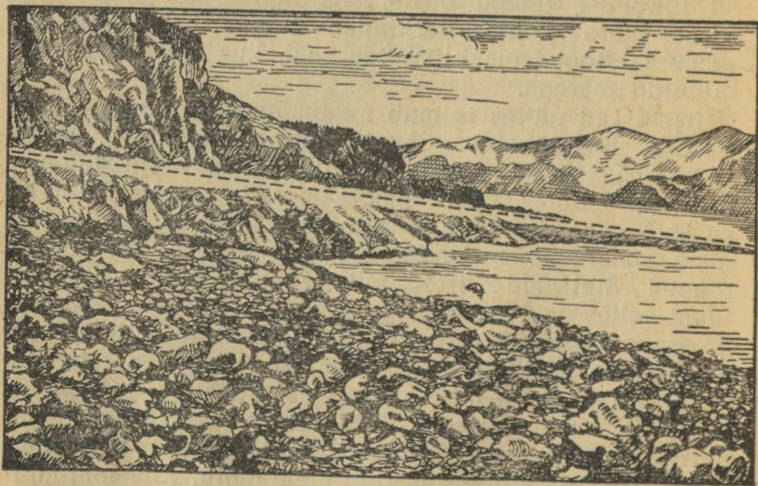
Just selles on tasandike ja mäestikkude vahe. Esimesetele on omased väikese ulatusega, aeglased liikumised, teisi aga — vastupidi — iseloomustavad väga tugevad, kiired ja järsud maakoore liikumised kihtide kokkumulumise ja rebenemisega. Tahtmatult hakkad mõtlema: kas need maakoore liikumised ei ole maavärinate põhjuseks? Kas ei võiks kusagil leida juhtu, kus märgatavad maakoore liikumised ja maavärinad oleksid kokku sattunud, see tähendab, et nad oleksid toimunud ühes ja samas kohas ja ühel ja samal ajal?

II MAAVARINA PÕHJUSED

1. Masside ümberpaigutus Maas ja maavärinad.

Õpikutes ja erialases kirjanduses käsitletakse tihti 1891. aasta Mino-Ovari maavärinat Jaapanis, mis toimus üheaegselt suure murrangulõhe tekkimisega maapinnas. See lõhe ulatus 100 kilomeetri pikkuseni. Maapind ühel pool lõhet kerkis, teisel pool aga langes; nende kõrgusvahe ulatus kuni 6 meetrini.

Teine näide — võimas maavärin 1899. aastal Alaskas (Põhja-Ameerikas), Vaikse ookeani rannikul. Siin tõusis merepõhi mõnes kohas rannas 10 ja isegi 15 meetrit, kusjuures paljastus merepõhi ja randjoon nihkus kaugele



Joon. 10. 1899. a. maavärina ajal Alaskas, Põhja-Ameerikas 6,7 meetrit kerkinud merepõhi (punktiirjoonega on näidatud rannajoon enne maavärinat).



Joon. 11. 1899. a. maavärina ajal Alaskas tekkinud 0,6 meetri kõrgune murrang (väljavise).

merre (joon. 10). Teistes kohtades maa laskus ja rand läks vee alla: soolane merevesi kattis rannaäärsed metsad ja puud hävisid, aga nende surnud tüved seisisid veel kaua vees.

Veel varem, 1811. aastal, oli säärane juhus ka Uus-Madridi linna rajoonis (Põhja-Ameerikas). Siin laskus silmapilkselt suur maa-ala Mississipi jõe orus, ning põldude ja metsade asemel tekkis suur järv. Järvel lokkasid vetikad ja liiliad, sigines kalu, kuid tänini on veel veest väljas võimsate puude tüved, mille vahel otsib läbipääsu kaluripaad.

Mõnevõrra erineb 1906. aasta Kalifornia maavärin. Siin, piki Vaikse ookeani rannikut oli juba ammu avastatud mitu murrangujoont, kusjuures kõige suurem nendest möödus San Francisco linna lähedalt ja ulatus pikkuses üle 500 kilomeetri. Piki seda joont toimus äkiline ja kiire maapangaste nihkumine. Erinevalt eelmistest juhtudest ei nihkunud siin maapangased üles ega alla, vaid peamiselt horisontaalselt. Murranguala idapoolne osa, see tähendab see maa-ala, mis asetses ida pool lõhet, nihkus lõuna poole, läänepoolne osa aga, s. o. lõhest lääne pool asuv maa-ala, liikus põhja poole. See

oli märgatav igas asjas: kui lõhe ületas tee, siis üks osa teest oli nihkunud lõuna poole, teine põhja poole; läksid lahku üle lõhe ulatuvad müürid ja tarad, nihkusid kohalt tänavad, tammid ja sadamad rannas. Nihkumine küündis kuni 6 meetrini. Ja just sel momendil toimus tugevaim Kalifornia maavärin, millest sai tugevasti kannatada üks suuremaid linnu Ameerikas — San Francisco.

Sääraseid näiteid võib leida palju. Selliseid juhtumeid on teada ka teistest maadest. Viimastel aastatel on mõnedes maades katsetatud mõõta sääraseid maa nihkumisi täpsete eriaparaatide abil; neid aparate nimetatakse geodeetilisteks ja nad sarnanevad aparaatidega, mida kasutavad maamõõtjad. Sääraseid mõõtmisi ei viidud läbi mitte ainult maavärina kolde juures, vaid ka sellest eemal; mõõtmise toimus nii pärast kui ka enne maavärinat. Siis sai selgeks, et maavärin on seotud maakoore osade äkiliste nihkumistega, selliste nihkumistega, mida nimetatakse tektoonilisteks ja mis avalduvad maapinnas lõhede tekkimise, maapinna tõusu, laskumise ja kivimi-kihtides toimuvate muljutuste näol. Kiirel maapangase nihkumisel toimub maa all tugev tõuge, mis levib igale poole nagu lained mööda vett, kui visata vette kivi.

Alltoodud tabelis on näha, milliseid tõsiseid muudatusi esineb maakoorel maavärinate mõjul.

Joonisel 11 on ühe 1899. aasta maavärina ajal Alaskas tekkinud murrangu ülesvõte.

Maavärina rajoonid	Maavärina aasta	Mitu meetrit laskus (või tõusis) maapind (kõige vertikaalsem nihkumine)	Mitu meetrit nihkusid üksikud maapangasid (kõige vertikaalsem nihkumine)	Üldine murrangu ulatus kilomeetrites
Baikal	1862	2,5	—	—
Kalifornia	1872	6,9	5,4	68
Jaapan	1891	5,7	3,9	102
Assam	1897	10,5	—	20
Alaska	1899	14,1	—	—
Taivan	1906	1,8	2,6	41
Kalifornia	1906	0,9	6,3	—
Nevada	1915	4,5	—	37
Uus-Meremaa	1931	2,7	1,8	—

2. Maavärina põhjus — tektooniline liikumine.

Seega tekivad maavärinad maakoore äkilisel nihkumisel ja lõhenemisel.

Vahel aga, isegi kaunis sageli, ei ole maavärina ajal mingisuguseid maapangaste nihkumisi märgata. Näiteks toimub Kesk-Aasias igal aastal mitusada maavärinat, aga silmapaistvaid muudatusi maapinnas on harva märgata. Kuidas sellisel juhul maavärinat seletada?

Vastust tuleb otsida selles, kui sügaval asub maavärina kolle, see tähendab koht, kus sünnib maa-alune tõuge, millest hargnevad igale poole maakoore võnked. Kui kolle on madalal, see tähendab, kui liiguvad maakoore kõige pealmisemad osad, siis võib nihkumisi ilma raskusteta näha täiesti maapinnal. Kui aga kolle on sügaval, siis maakoore osade liikumine, mis toimub seal, peegeldub maapinnal nõrgalt; sellistel juhtudel on tunda ainult silmapilkset maa-alust tõuget või maa võnkumist, ilma pealmiste kihtide nihkumiseta.

Osutub, et enamik koldeid asub õige lähedal maapinnale, mitte üle 10 kilomeetri sügavuses. Kuid palju koldeid, ja seejuures kõige tugevamate maavärinate puhul, on tunduvalt sügavamal, 30—50 kilomeetrit maapinnast. Harva on ka niisuguseid koldeid, mis asuvad saja kilomeetri sügavuses. Kõige sügavam õpetlastel teadaolev kolle on ligi 800 kilomeetri sügavuses.

Peatume natuke nendel arvudel. Pärast tugevat Krimmi maavärinat 1927. aastal ei rahunenud maa kaua aega. Leiti sügavus, kus tekkisid tõuked: 9 kuni 40 kilomeetrit; sagedamini aga tekkisid tõuked 20—30 kilomeetri sügavuses.

On huvitav, et siin kolded paiknevad ühes kitsas vööndis, mis väljub ranna lähedal mere põhja ja siit kalla-kuga põhja poole kulgeb edasi maakoore sügavusse, s. o. Krimmi poolsaare alla.

Kaukaasias registreeriti viie ja poole aasta jooksul, 1933. kuni 1938. aastani, enam kui 1000 maavärinat. Nendest paljudel juhtudel oli võimalik kindlaks teha kolde sügavus — 5 kuni 70 kilomeetrit.

Kesk-Aasias on teada kollete sügavus väga suure arvu maavärinate kohta. Siin on enamik kolletest maapinna lähedal, 10 kilomeetri sügavuses, või sügavamal tsoonis — kuni 40 kilomeetrit; vahepealsed sügavused

esinevad harvemini. Pamiiri rajoonis on avastatud koldeid 300 kilomeetri sügavusel.

Sellest loetelust on näha, et kollete sügavus muutub tugevasti, ja võib oletada, et maavärina kolde mitmesugune sügavus annab ennast tunda maapinnal erinevalt.

Võrdleme mõnda maavärinat omavahel.

Kebini maavärina ajal 1911. aastal värises maa enam kui 1 miljoni ruutkilomeetri ulatuses ja alates maavärina keskusest kuni selle ääreesadeni nõrgenes tõugete ja võngete tugevus aeglaselt ja järk-järgult. Täpselt sama pilti võis näha maavärinal Semiretšjel 1889. aastal, Krasnovodskis 1895. aastal, Ašhabadis 1929. aastal ja mõnel teisel juhul. Nende maavärinate levimise piirkond on suur ja hävitav jõud keskuses määratu. Liikumine haaras suurel sügavusel ulatuslikke maa-koore osi. Selliste maavärinate kolded olid 40—50 kilomeetrit allpool maapinda.

Maavärinad Šemahas 1902. aastal ja Zangezuris 1931. aastal olid ülaltähendatust nõrgemad, tuntavad tõukeid ei levinud mitte väga kaugemale, võnkumine nõrgenes kiiremini, värinast haaratud piirkonna põhikuju aga ei olnud niivõrd korrapärane kui esimestel juhtudel. Kollete sügavus oli väiksem: see ei ületanud 20—30 kilomeetrit.

Lõpuks, säärase maavärinate ajal, nagu Leninakanis 1926. aastal, Erevanis 1937. aastal või arvukate tugevate maavärinate puhul viimase 15 aasta jooksul Tadžikistanis, oli tuntavate tõugete piirkond hoopis väike, kuigi tõuke jõud oli keskuses võrdlemisi suur. Nende maavärinate poolt põhjustatud kõige tugevamate purustuste alad asetsevad täpselt tektoonilistel murrangujoontel. Eriti näitlik on selles mõttes Tadžikistani maavärin 1930. aastal Faizabadi linna lähedal. Selliste maavärinate kollete sügavus tavaliselt ei ületa 10 kilomeetrit; vahel aga on need kolded päris maapinna lähedal.

Sel juhul, kui maapangaste nihkumine toimub maapinna lähedal, s. o. maavärina kolle ei ole sügaval, siis näeme selle tihedat sidet kurdude ja murrangute geoloogiliste joontega. Sellistel juhtudel on tugevamat purustust märkata maapinnal piki tektoonilisi murrangujoooni, mida on kirjeldatud eespool. Kui aga säärsed liikumised toimuvad suures sügavuses ja maa-alune

tõuge on küllalt tugev, siis künivad kõikumised samuti maapinnale, valguvad aga laiali ega oma otsest sidet maapinnal nähtavate üksikute tektooniliste murrangutega.

Kuna maakoore liikumisi nimetatakse tektoonilisteks liikumisteks, siis sääraseid maavärinaid nimetatakse tektoonilisteks. Kollet, see tähendab punkti maa all, mis on maavärina allikaks, nimetatakse hüpotsentriks (hüpo — sügav). Otse tema peal maapinnal on niinimetatud epitsentri (epi — madal), mille ümber asetseb ala, kus maavärina ajal on tunda kõige tugevamaid tõukeid; seda ala nimetatakse epitsentraalseks.

Koldest ehk hüpotsentrist levivad Maa tahkes kehas igale poole võnked, mida nimetatakse elastseteks või seismilisteks laineteks. Tehakse vahet nende lainete kahe pealiigi vahel. Esimene liik — need on pikilained; need tekivad maapinna osade võnkumise tagajärjel selles suunas, milles levivad võnked ise. Võib öelda, et osakesed liiguvad justkui piki kiiri, mis lähevad koldest igale poole; neid suundi nimetataksegi seismilisteks kiirteks. Iga osake nihkub väga vähe, peaaegu nähtamatult ja lõppude-lõpuks tuleb tagasi peaaegu oma endisele kohale; tema nihkumised aga kanduvad naaberosadele, nendest järgmistele ja nõnda edasi, lõpuks levib piki seismilist kiirt seismiline või elastne laine, sealjuures kiirusega 6—8 ja isegi rohkem kilomeetrit sekundis.

Teistsugused on ristlained; nende puhul kõiguvad maapinna osakesed teises suunas kui pikilainete juures, nimelt suunas, mis on risti seismilistele kiirtele; levimiskiirus on nendel lainetel mõnevõrra väiksem kui esimestel — 4—5 kilomeetrit sekundis.

Uldiselt teeb iga osa läbi õige keerukaid võnkumisi, võttes korraga osa nende liikumiste igast liigist, nii et kui meil tuleks märkida üksiku maapinnaosa tee maavärina ajal, siis saaksime väga keerulise joone.

Eraldatakse veel teistsuguseid seismilisi laineid, nendest omavad suurt tähtsust niinimetatud pindlained. Need ei teki koldes, vaid epitsentris ja puudutavad ainult Maa kõige pealmisemat pinda. Nad levivad võrdlemisi aeglaselt, on aga sageli katastroofiliste purustuste peamisteks põhjustajateks maavärina ajal.

Seega põhjustab maavärinat maakoore liikumine. On arusaadav, et säärased liikumised peavad olema, nagu räägivad geoloogid, noored, see tähendab, et nad kuuluvad praegusesse Maa arenemise perioodi. Iidsete tektooniliste liikumiste jälgi leidub väga tihedalt; näiteks terve Uraal koosneb säärastest maakoore muutustest. Praeguse aja maavärinaid aga ei põhjusta vanad tektoonilised liikumised, vaid need, mis toimuvad praegu. Maakeral on palju rajoone, kus tektoonilised liikumised on praegusel ajal väga tugevad. Säärasteks rajoonideks on eelkõige mäestikud, aga ka mitte ainult need. Tihti toimuvad liikumised Maa suures sügavuses, aga maapinna reljeefil võivad need peegelduda mitte ainult mägedena, vaid ka sügavate lohkudena. Neid alasid Maal, kus praegusel ajal on märgata tektoonilisi liikumisi, kusjuures tavaliselt on säärasteks aladeks mäestikud, nimetatakse „kaasaegseteks kurrutusvöönditeks“. Suurem osa maavärinaid ongi tektooniliste liikumiste tulemused kaasaegsetes kurrutusvööndites.

Seejuures, nagu kirjutas juba 1873. a. A. P. Orlov: „Maavärinaid ... ei saa pidada maapinnal toimuvate suhteliste muudatuste vahetuks absoluutseks põhjuseks, samuti ka mitte vastupidi, vaid ... mõlemaid nähtusi tuleb pidada omavahel seotuks“. Õige, nagu maavärin, nõnda ka „muutused maapinnal“ on tektooniliste liikumiste tulemus, mille allikad on maapõue suures sügavuses.

3. Liikumised suurtes sügavustes ja Maa sisemine ehitus.

Kas võib olla selles kindel, et Maa tundmatuis, väga suurtes sügavustes tektoonilised liikumised on samasugused nagu pinnal? Kas võib öelda, et sügavuses on kivimid samasugused nagu üleval? Muidugi mitte.

Esiteks on seal sügavuses teised kivimid. Seal ei ole sääraseid kivimeid nagu liiv, savi, paas, see tähendab settetikivimeid, mis on ülekaalus maapinnal. Seal on ainult üks kivim — väga raske, tihe must kristalne kivimass suure rauasisaldusega ja väikese ränimulla-hulgaga. Maapinnal on selliseid kivimeid vähe.

Teiseks on seal sügavuses kõrge temperatuur. Mäe-kaevuritel, kes töötavad kaevandustes, on teada, et

mida sügavam on kaevandus, seda palavam on seal. Nii võib arvata, et 100 kilomeetri sügavuses on temperatuur kuni 1500 kraadi ja rohkem, ning kivimid, kui ei oleks kõrget survet, peaksid seal esinema tulivedelas olekus. Vahel sellised vedelad kivimassid, helendades pimestavalt punase või kollase valgusega, tõesti paiskuvad maapinnale — toimub, nagu räägitakse, vulkaaniline purske.

Lõpuks, kivimite kihid asuvad suures sügavuses määratu surve all; neile suruvad kogu oma suure raskusega neil lasuvad kihid. Kui kobedat kivimit väga tugevasti kokku suruda, saame tiheda kivimi, millel on teised omadused kui olid varem. Sama toimub ka Maa sisemuses. Kui 100 kilomeetri sügavusse asetada hõberaha, siis selle väike pind tunneb 30-tonnilist survet.

Tähendab, Maakera suures sügavuses on kivimid teised kui pinnal ja ka temperatuur on kõrgem ning surve suurem. Sellepärast ei saa mõelda, et seal toimub masside liikumine samuti nagu üleval. Maa sügavuses areneb masside liikumine kuidagi teisiti. Aga ka see kutsub esile maavärinaid; maavärinate kolded ei asu, nagu me teame, mitte ainult Maakera pealmises osas, vaid ka mitmesaja kilomeetri sügavuses.

Maavärinate juures seismitilised lained, millistest me juba kõnelesime, ei lähe üksnes üles, epitsentrisse, vaid igale poole, sealhulgas ka otse alla, Maa keskosa poole. Kui tõuge koldes on küllalt tugev, siis võivad lained läbida Maa keskosa, tungida läbi maakera ja küündida kuni selle vastaspoolele, kusjuures selle tee nad läbivad kiiremini kui ringi, piki pinda. Uurides neid seismitiliste lainete teid, võib otsustada Maa sisemise ehituse kohta. Sel viisil on võimalik välja selgitada, et Maa koosneb mitmest kestast. Kõige pealmisemat nendest nimetatakse maakooreks: see on kõva, koosneb kristalseist kivimeist ja levib kuni 100 kilomeetri sügavuseni. Selles asetseb kõige rohkem maavärinate koldeid. Maakoore omakorda koosneb mitmest kihist.

Maakoore all asub niinimetatud mineraalkest, mille paksust arvestatakse 1100 kilomeetrini. Igal pool selles kestab ületab temperatuur 1500 kraadi, surve on väga suur ja seega kõik, mis oli kõneldud ülalpool tektooniliste liikumiste omapärast sellistes olukordades, käib otseselt mineraalkihi kohta. Selles kihis toimub

samuti maavärinaid, aga palju väiksemal arvul kui maakoores.

Lõpuks järgneb niinimetatud vahekest, aga alates 2900 kilomeetri sügavusest — Maa tuum. Tuum koosneb peaaegu täielikult rauast, mõnede andmete kohaselt on temperatuur seal 5—6 tuhat kraadi, surve aga — enam kui 2 miljonit atmosfääri (nii et iga ruutsentimeeter tunneb survet, mis ületab 2 tuhat tonni). Vahekestas ja tuumas pole maavärinate koldeid seni õnnestunud leida.

4. Maakoore liikumise põhjused.

Me räägime, et maakoore liigub, et kivimitelihid, millest see koosneb, painduvad, moodustades tugevaid kurde, ja rebenevad, moodustades tektoonilisi murranguid. Aga kust need liikumised tulevad? Mis sunnib kõva, vastupidavat, näib nagu igavesti paigalseisvat Maad üle elama selliseid keerulisi muudatusi?

Oletatakse, et Maa oli enda tekkimisel, see on pärast seda, kui ta muutus iseseisvaks taevakehaks, suur vedel kera. See oli umbes kolm miljardit aastat tagasi. Inimesel ei ole võimalik kujutleda nii suurt ajavahe-mikku, aga on hästi teada, et vähemalt niipalju aega eksisteerib Maa kui iseseisev planeet.

Aja jooksul jahtus kuum Maa ja, nagu jahtuv keha, vähenes mahus. Tema pinnal tekkis juba kõva, külm koor, aga sügavusse jäi ikka veel kuumus. Maa jätkas jahtumist, järelikult ka kokkutõmbumist. Täheandab, ka koorel tuleb väheneda, kokku tõmbuda; ta kisub kokku, kortsu, isegi rebeneb, et ainult kohaneda veel jahtumata tuumaga. Siit tulenevadki meile märgatavad liikumised ja häired Maa pinnal. Selline on üks hüpoteesidest, võib-olla kõige varasem. Nüüd ei peeta seda õigeks. Et paremini ja täpselt tektooniliste liikumiste põhjuseid seletada, leida nende allikat, on viimastel aastakümnetel esitatud palju uusi hüpoteese.

Nii näiteks kõneldakse ühes hüpoteesis, et mandreid, mis koosnevad võrdlemisi kergetest kivimitest, võib kujutleda kui ujuvaid kehi maakoore alumise osa raskemates kivimites. Seejuures võivad mandrid aeglaselt edasi liikuda oma alusel, nagu jäätükid vee peal. Võib välja arvestada, millised jõud ja millises suunas

nad püüavad suuri mandritemasse nihutada. Kui see on nii, siis oma liikumisel kannatavad mandrid iga-suguseid deformatsioone, see tähendab tektoonilisi häi-reid, mis ongi, ühelt poolt mägede tekkimise, teiselt poolt aga maavärinate, vulkaaniliste pursete jms. näh-tuste põhjuseks.

Teises hüpoteesis viidatakse sellele, et mandritemas-sid võivad kohalt liikuda mitte ainult horisontaalses suunas, vaid ka vertikaalses, see on kas kerkida või laskuda. Kui säärane suur mass, nagu terve manner, laskub kas või natuke ja väga aeglaselt, siis pressib ta säärase jõuga enda all olevaile kivimeile, et selle tule-musena tekivad mäed.

Edasi viidatakse sellele, et Maas on teatud hulk nii-nimetatud radioaktiivseid aineid, mis kogu aeg kiirgavad soojust, soojendavad Maad ja võivad selle aja jooksul koguni üles sulatada. Siit tekivad jällegi liikumised, mida me nimetame tektoonilisteks.

Lõpuks, palju kõneleb selle kasuks, et Maa sügavuses eksisteerib väga aeglasti, aga võimsaid ainevoolusid, mis liiguvad ühest kohast teise. Maa sügavustes asuval ainel on igakülgse tugeva surve tagajärjel plastilised omadused, see tähendab, ta on järeleandlik ja või-meline ümberpaiknemiseks. Sellised maakoorealused voolud haaravad liikumisse hõõrdumise tõttu ka maa-koore; siit tulenevad tektoonilised häired, mäed ja maa-värinad.

Nagu näeme, on mäetekkeliste liikumiste põhjuste küsimus väga keeruline ja lõplikku vastust siiani veel ei ole. Aga järk-järgult saame me neist teada ikka enam ja mõne aja pärast võib maavärinate põhjustest kõnelda palju üksikasjalisemalt ja täpsemalt.

Nagu üksik inimene või üksik taim ja loom sünnib, kasvab, areneb, muutub, vananeb ja hävib, nii ka kogu Maa tervikuna ei jää muutumatuks. Nii maakoore, mäed, jõed ja isegi üksikud kivid ja mineraalid — kõik muu-tub maailmas aeglaselt, aga kõrvalekaldumatult. Kõik on alalises liikumises. „Midagi ei ole igavene, peale igavesti muutuva, igavesti liikuva materia ja selle lii-kumise ja muutumise seaduste“, ütles F. Engels. Maa-värinad on vaid väike osa sellest võimsast vahetpida-matust üldisest looduse liikumisest ja muutumisest.

5. Kas peale tektooniliste on veel teisi maaväriinaid?

Kas on veel maaväriinaid peale tektooniliste? Peaaegu kõik meile teadaolevad maaväriinad on tektoonilised. Aga jääb siiski veel väike rühm maaväriinaid, mis oma tekkimiselt erinevad nendest. Eelkõige on need niinimetatud langatusväriinad. Need tekivad sel juhul, kui langeb sisse mingisugune maa-alune tühimik, koopa või iseärgi kaevanduse lagi. Siis võib märkida vulkaanilisi maaväriinaid. Need tekivad tuld-purskava mäe ehk vulkaani tegutsemisel, see tähendab sulakivimid, tungides suurest sügavusest maapinnale, põrkavad vastu maa-aluste käikude seinu, vabanevad äkki ja kiiresti pääsevad valla gaasid, aurud jne.

Langatusväriinate näiteks võivad olla arvukad maapinna võnkumised Uraalis, Gubahhinski asula ümbruses Molotovi oblastis Kizeli rajoonis. See oli 1934. aasta oktoobris-detsembris. Esimesi maa-aluseid tõukeid, mida tundsid üksikud isikud, märgiti 10.—11. oktoobril. Siis oli tõukeid tunda oktoobris, novembris ja detsembris. Iseäranis tugev tõuge oli märgata 28. novembri hommikul. Üldiselt aga olid tõuked ja võnkumised nõrgad. Mõnes kohas kannatas krohv, klirisesid aknaruudud ja nõud kappides, võpatas ja nihkus kergelt oma kohalt tubade sisustus. Selliseid nähtusi märgati ainult ühe küla rajoonis. Ettevõetud uurimine selgitas maa-aluste tõugete põhjuse. Selles rajoonis toodetakse juba ammu sügavatest kihtidest kivisütt. Pärast kaevurite tööd jäävad maasse tühimikud, mille lagi pikapeale variseb. Kõrgemal, lubjakivikihtides on looduslikud tühimikud, mis on tekkinud põhjavete mõjul. Paindumiste tõttu alumistes kivisöekihtides rikutakse pealmiste lubjakivikihtide tasakaalu. Tühimike lagi ja seinad varisevad kokku ja selle tagajärjel on maapinnal tunda maa-aluseid tõukeid.

Muidugi, sääraseid nähtusi esineb ka tavalistes looduslikes tingimustes, nagu see sageli juhtub langatusväriinate juures.

Vulkaaniliste maaväriinate näiteks on mõned maaväriinad Kamtšatkal. Sellel suurel poolsaarel on kuni 130 vulkaani, 20 nendest tegutsevad ka praegu. Aeg-ajalt paiskavad nad õhku suuri hulki igasuguseid gaase, veeauru, kive, tuhka. Kraatereist ja pragudest voolab välja

sula laava. Selliseid nähtusi nimetatakse vulkaanilisteks purseteks. 1944. ja 1945. aastal oli väga aktiivne üks suuremaid vulkaane Kamtšatkal — Kljutševskaja sopka. Pursked, kord tugevnedes, kord nõrgenedes, keetsid vahel väga kaua. Purske ajal pülbitseb vulkaani sisemus ja vulkaan võibiseb nagu halvasti reguleeritud aurukatel. Aurud ja gaasid püüavad välja tungida, sulanud laavas järgnevad üksteisele plahvatused, langevad sisse maa-aluste tühimike ja kanalite seinad, millede kaudu liigub laava. Seejuures võngub ümbruskonnas maapind kergelt. Sellised ongi vulkaanilised maavärinad; nad erinevad selle poolest, et nende jõud ei ole suur, maapinna kõikumine ei levi kaugele, aga see-eest on tõukeid väga sagedased, vahel peaaegu lakkamatult üksteise järel õige pika aja jooksul.

Palju selliseid maavärinaid oli märgata Kljutševskaja sopka rajoonis 1937. aastal.

Langatus- ja vulkaanilised maavärinad ei ole nii laialdaselt levinud ega nii hädaohtlikud nagu tektoonilised maavärinad. Tektoonilised maavärinad on väga tugevad ja väga hädaohtlikud.

Sel põhjusel ongi selles raamatus pööratud neile kõige rohkem tähelepanu.

III MAAVÄRINATE UURIMINE

1. Kas võib maavärinaid ette näha?

Oleks väga tähtis õppida ette nägema maavärina algust, ette näha seda päeva, millal see toimub, et elanikke varakult hoiatada. Palju kordi on õpetlased püüdnud leida teed maavärinate ettenägemiseks. See ülesanne on erakordselt raske. Tõesti, võrrelge maavärinat ilmastikuga. Alati ja igal pool on inimestel tegemist ilmastikuga, tuulte ja vihmadega; ilmastikust oleneb tunduval määral viljasaak, teede olukord ja palju muud. Palju asutisi, tuhandeid õpetlasi tegutseb ilmastikuküsimustega. Iga päev muutub ilm, pilved tulevad ja lähevad, tekib vihm, langeb udu — see kõik on meie silmade all, kõiki neid nähtusi võib jälgida, osaliselt võib korrata laboratooriumis, katsetel. Need katsed aitavad kaasa ilmastiku tundmaõppimisel ja õpetlased õppisid seda ette ütleva. Mis siis öelda maavärinate kohta, mida laboratooriumis ei saa teostada, mis tekivad inimestele kättesaamatus sügavuses ja mis küpsevad aeglaselt, järjekindlalt, paljude aastate vältel, inimese silmale nägematult ja varjatult? Ja siiski, hoolimata ülesande raskusest, tehakse katseid maavärinate ennustamiseks, ja on lootusi, et me võime lõppude-lõpuks neid ette näha.

Ette ütelda maavärinat — see on vastata kolmele küsimusele: kus on oodata maavärinat, millise jõuga see on ja millal see on. Esimesele küsimusele vastab teadus kaunis täpselt. Küllalt hästi on teada, millistes rajoonides tekivad maavärinad ja millistes neid ei ole. Ka teisele küsimusele maavärina jõu kohta võib anda kindla vastuse. Näiteks on teada, et Moskvast võivad olla ainult õige nõrgad, peaaegu märkamatud ja täiesti

ohutud maa võnkumised ja sedagi väga harva. Aga selle eest paljudel teistel linnadel, eriti lõuna pool, tuleb karta tugevaid maavärinad, millede all need linnad võivad kannatada, kui mitte võtta tarvitusele ettevaatusabinõusid.

Viimane küsimus — millal tuleb maavärin? — on muidugi peamine. Vastata sellele on raske. Praegusel ajal võib sellele vastata väga ligikaudselt.

Tehakse katseid rakendada eriaparaate ja korraldada pikemat aega nende abil vaatlusi, et avastada maavärinate lähenemise tunnuseid. Häid tulemusi saab aparatidega, mida nimetatakse kaldemõõtjaks; need mõõdavad maapinna kallakuse väga suure täpsusega. Osutub, et igas maapinna punktis maapinna kalle rõhkpinnast, ehkki aeglaselt, siiski kogu aeg muutub. Enne maavärinat muutub kalle kiiremini; seda momenti tuleb aparadi järgi tähele panna ja teha vastavad järeldused. Ülesanne on raske, aga mitte täiesti lootusetu ja praegu toimuvad sellised uurimised. Meie maal tegeleb nendega NSV Liidu Teaduste Akadeemia (prof. V. F. Bontškovski).

Teine moodus on järgmine: kaua aega enne maavärinat kuhjub järk-järgult maakoores pinge, mis kivimite elastseid omadusi muudab. See tähendab, neid kivimeid läbivate seismiliste lainete levimiskiirus muutub samuti. Seda kiirust saab mõõta, ära ootamata maavärinat, „kunstlike maavärinate“, see tähendab plahvatuste abil, mida tuleb korraldada perioodiliselt väikese hulga lõhkeaine abil. Seejuures võib tabada momente, mil seismiliste lainete levimiskiirus hakkab näitana seda, et on tekkinud pinge, mis on juba kardetav, ja tuleb oodata maavärinat. See idee on väga huvitav ja praegu korraldatakse NSV Liidu Teaduste Akadeemia poolt selles suunas uurimisi (NSV Liidu Teaduste Akadeemia korrespondeeriv liige G. A. Gamburtsev).

On olemas ka teisi meetodeid, mille abil on lootust õppida maavärinaid ette nägema.

Muidugi on siin veel palju ebaselget, palju peab veel õppima. Astronoomid on juba imestamapaneva täpsusega õppinud ette ütleva päikese- ja kuuvarjutusi, seejuures sadu aastaid ette. Aga täheteadus eksisteerib juba mitu tuhat aastat, kuid seismoloogia — teadus maavärinaist — ei ole veel sadat aastatki vana. On selge, et jõuab aeg, kus me võime ette näha maavärinaid samuti suure täp-

susega. Partei ja seltsimees Stalini hoolitsus inimeste eest ja rahva huve teeniva teaduse arenemise eest on selle pandiks, et üks loodusteaduse raskemaid probleeme, maavärinate etteütlemine, lahendatakse meie maal.

2. Aparaadid maavärinate uurimiseks.

Kõige parem tee selleks, et täpsemalt uurida maavärinaid, on täpsete aparaatide kasutamine. Selliseid aparate on paljudes maades valmistatud hulgaliselt. Peamisi nendest nimetatakse seismograafideks. Meil NSV Liidus peetakse üheks paremaks seismograafiks seda, mis valmistati 40 aastat tagasi akadeemik B. B. Golitsõni poolt. Akadeemik B. B. Golitsõn (joon. 12) oli suur teadlane, suur maavärinate tundja ja vene ning maailma seismoloogia rajaja. Tema poolt leiutatud aparaat on näidatud joon. 13 (üleval). Sellist aparati kasutatakse siiani mitte ainult meil, vaid ka välismaal. Golitsõni seismograaf on ehitatud ja töötab järgmiselt: raske metallist koorem on kinnitatud vedrule riputatud raamile, mida võime näha joonisel. Koorem võib võnkuda üles või alla. Raami lõppu on kinnitatud traadist poolid, mis omakorda on asetatud tugevate magnetite vahele. Kui maavärinat ei ole, siis on kogu süsteem liikumatu. Kui aga maapind hakkab kõikumama, siis alus, mille külge aparaat on kinnitatud, nihkub raske koorma suhtes kõrvale, kuni viimane oma suure kaalu tõttu jääb liikumises alusest maha. Raami kaugem osa poolidega nihkub magnetite vahel ja poolides tekib elektrivool. Vool läheb peegelgalvanomeetrisse, see tähendab sellisesse aparati, kus elektrivoolu mõjul pöörleb väike peeglike. Peeglikele suunatakse peenike valgusekiir: kiir peegeldub peeglist ja langeb aeglaselt liikuvale fotopaberilindile.

Maapinna kõikumine maavärina ajal, iseäranis kaugel koldest, jätkub kaunis kaua, mitu minutit, ja kogu aeg on aparaat vastuvõtlik neile võnkumistele — valgusekiir liigub fotopaberil. Lõpuks on paberil keeruline kõverjoon, mis peegeldab maapinna liikumist. Säärast aparadi poolt ülestähendatud kõverjoont nimetatakse seismogrammiks (joon. 13 all).

Seismogrammi tähelepaneliku uurimise juures võib väga palju öelda: kindlaks teha, kus oli maavärin, milli-

ses sügavuses asetsetes kolle ja palju muud. Just säärase või neile sarnaste aparaatide abil uuritakse maavärinaid.

Aparaadid asetatakse erilistesse ruumidesse, mida nimetatakse seismilisteks jaamadeks. NSV Liidus töötab praegu enam kui 50 sellist jaama. Neid leidub Moskvas, Sverdlovskis, Tbilisis, Taškendis, Irkutskis, Samarkandis ja teistes linnades ning nende arv kasvab kiiresti iga aastaga.



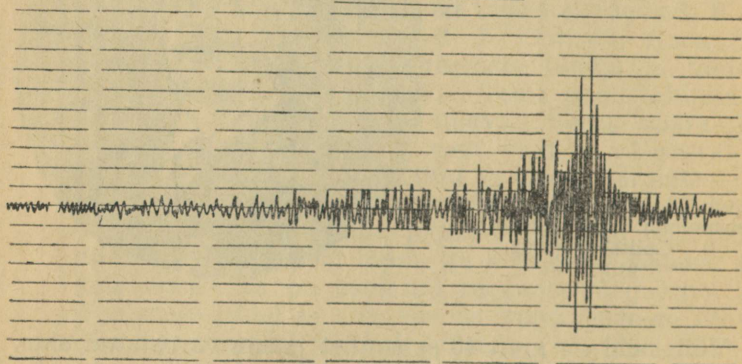
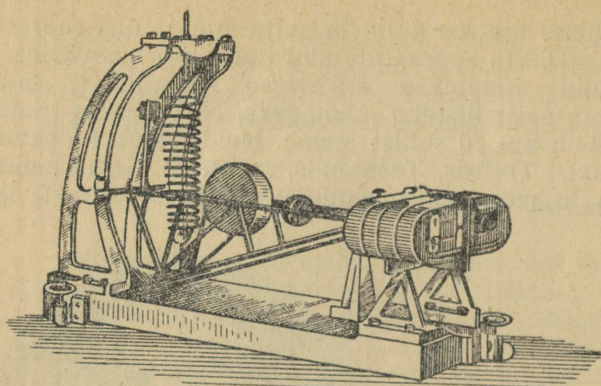
Joon. 12. Esimene vene seismoloog akadeemik B. B. Golitsõn (1862—1916).

Välismaal on kuni 40 seismilist jaama varustatud akadeemik B. B. Golitsõni poolt valmistatud vene aparatuuriga. NSV Liidus on paljud seismilised jaamad asetatud maavärinate kollete lähedale ja varustatud P. M. Nikiforovi, V. F. Bontškovski, D. P. Kirnosi ja D. A. Harini uute, nõukogude süsteemi aparatuuriga.

NSV Liidus ehitatavad seismilised jaamad varustatakse enamasti D. P. Kirnosi seismograafidega, millel on seismiliste laineperioodide konstantse suurendamise omadus.

3. Kuidas nõrgestada maavärinate kahjulikke tagajärgi.

Kogu Maal on praegu umbes 500 seismilist jaama. Paljudes maades on organiseeritud eriinstituudid ja laboratooriumid, kus uuritakse maavärinaid ja nendega kaasas käivaid nähtusi.



Joon. 13. B. B. Golitsõni süsteemi seismograaf, mis märgib maa kõikumisi, mis levivad maavärina koldest. All — maavärina üleskirjutis (seismogramm).

Iseäranis on arenenud uurimised seismoloogia alal meil NSV Liidus. Valitsus ei säästa summasid geofüüsiliste teaduste arendamiseks. Ehitatakse suur hulk seismilisi jaamu. Töötatakse välja uusi meetodeid maavärinate uurimisteks, ehitatakse uusi aparate, valmistatakse ette kaadreid. Tuleb mobiliseerida kõik teaduse võimed selleks, et õppida võitlema maavärinate hädaohtliku tegevusega.

Me näeme, et maavärinad teevad palju kahju ja et peab leidma võimalusi neid vähendada. Kuivõrd hädaohtlikud on maavärinad, seda näitab kas või selline

maavärin, mis toimus 1. septembril 1923. aastal Jaapanis. Sellel väikesel maal, tema saartel esinevad maavärinad väga tihti ja rahvas on sellega harjunud. Kuid 1923. aasta maavärin oli erakordselt tugev. Tugevad maa-alused tõukeid ja maa võnkumine, mis kestsid mõne sekundi — mitte minuti, vaid sekundid! — tõid järgmisi purustusi ja kaotusi: täielikult hävis 127 266 maja; osaliselt hävis 126 233 hoonet; põles maha 447 128 hoonet; lainetest kanti merre 868 hoonet; hukkus kuni 8000 laeva (praamid, aurulaevad jne.). Sai surma ja jäi teadmata kadunuks 142 807 inimest; haavata ja põletus-haavu said 103 733 inimest.

1923. aasta maavärin tekitas mõne sekundi vältel Jaapanile 5 korda rohkem kahju kui 19 kuud kestnud Vene-Jaapani sõda 1904.—1905. aastal!

Sellised katastroofid haaravad aeg-ajalt ka mõned teised maad — Itaalia, Hispaania, Kreeka, Türgi, Iraani, India, Hiina, Ameerika mõlemad mandrid ja paljud teised rajoonid.

Et vähendada hoonete hävimise ohtu maavärina ajal, tuleb need ehitada nii, nagu nõuavad eriliselt välja-töötatud eeskirjad. Näiteks ei tohi hooneid ehitada järskudele nõlvadele, järsakute pervele, halvale kobedale või märjale soisele pinnasele. Kõige parem on valida kõva kaljualuspõhi. Iseäranis tähtis on ehitada vastupidav tugev alusmüür. Pinnalt puhas alusmüüri ladumiseks kasutatav esimese sordi raudkivi tuleb panna paigale parema tsemendi või lubja seguga. Kasutada selleks savi ei ole soovitatav. Kivi tuleb valida ühtlase paksusega; vundamendi jalg peab olema ühtlane; nurgad, sopid ja teised enam vastupidavamad kohad peavad olema kinnitatud raudvarbade või taladega.

Sama hoolega peab ehitama ka seinad. On teada, et hästi taluvad maa-alused tõukeid puust, raudbetoonist ja tellistest hästi laotud hooned, lõhutud kivist või savist majad aga varisevad kiiremini. Kui ehitatakse tellistest, siis peab tellis olema kvaliteedilt kõige parem, et müür oleks sile, laotud hea seguga; enam vastupidavatele kohtadele — nurkadele ja võlvikaartele — tuleb asetada täiendavaid kinnitisi. Kate on soovitatav teha võimalikult kare ja tihedasti ühendada seintega. Vaheseinad tuleb ehitada kergest materjalist ja kindlalt siduda neid seintega.

Kogemused näitavad, et maaväriinate puhul purunevad esmajoones ahjud ja korstnad; seepärast on soovitatav ahjud teha kerged ja madalad, müüri seotis tuleb tugevdada traadiga või lattrauaga.

Ehituse väliseid kinnitisi on parem vältida: karniisid, astangud, kolonnid, kujud, rõdud jne. purunevad kõige kergemini ja võivad allakukkumisel põhjustada inimeste hukkumist.

Ka hoonete kõrgus peab olema piiratud. Mida kõrgem hoone, seda halvemini talub ta maa-aluseid tõukeid ja võnkumisi.

Mida kergem katus, seda parem. Aaulides, NSV Liidu lõunaosas, ehitatakse sageli mullast lampkatused, väga paksud ja väga rasked; seinad aga on tavalisest savist või tehakse saviga seotud mitteühtlastest põllukividest. Säärased majad hävivad maa-aluste tõugete puhul kergesti. Seepärast tuleb neid tugevdada kõigi võimalike abinõudega. Savist või toortellistest majad on samuti hädaohtlikud, aga neidki võib parandada, kui arvestada kas või lihtsamaid reegleid, eriti tuleb tugevdada seinu puutalastikuga.

Paljude elamute, tööstushoonete, ametiasutiste ja teiste ehituste ehituspraktika maaväriinate suhtes ohtlikes NSV Liidu rajoonides näitab, et kaitseabinõude rakendamisel talub hoone tõukeid hästi. Näiteks väga tugevate tõugete juures 6. oktoobril 1948. a. Ašhabadis kannatasid paljud hooned eeskujulikult välja maavärina: tekstiilivabriku hoone, elevaatoritornid, kodukoha muuseum, Riigipank ja paljud teised. Seda sellepärast, et need hooned olid küllalt hästi ehitatud, mõned aga olid ehitatudki selle arvestusega, et nendel tuleb võib-olla taluda tugevaid maavärinaid.

Et rohkem uurida iga maavärinat ja paremini välja töötada maaväriinate purustavale mõjule edukalt vastu panevate hoonete ehituseeskirju, peab maavärinaist teadma võimalikult palju üksikasju. Kuidas sääraseid andmeid saada?

Neid peab koguma igalt isikult, kes on otseselt ise maavärina üle elanud. Eriaparaadid, erijaamad, laboratooriumid ja instituudid — need on kõik vajalikud, aga seda on vähe. Peab veel koguma kõik andmed, kõik materjalid pealtnägijatelt, isikutelt, kes maavärina isikult üle elasid. Peab teadma, kuidas maavärin toimus

kohapeal, milliseid purustusi see endaga kaasa tõi, kuidas ta üldiselt avaldus, millised tagajärjed tal olid. Kasulik ja hädatarvilik on iga üksikasi ja mida rohkem neid on, seda enam võib maavärinaid uurida ja mõista.

Võib anda sellise maavärina kirjelduse skeemi:

1. Millal see toimus (aasta, kuu, kuupäev, kellaeg).
2. Kus tundis seda kirja autor (linn, küla, rajoon, oblast, vabariik).
3. Milles see väljendus (maa-alused tõuked, maapinna võnkumised, maa-alune kõmin jne.).
4. Kas ei olnud märgatud mingisuguseid maavärina ennustajaid (nõrgad esialgsed tõuked jne.).
5. Kuidas see avaldus ruumides (seinte pragunemine, nõude klirin, mööbli kohalt nihkumine või ümberlangemine jne.).
6. Kas hooned said kannatada (mõrad krohvis või läbi-paistvad mõrad seintes, karniiside või korstnate varisemine, hoonete purunemine jne.).
7. Kas oli märgata muudatusi maapinna ehituses (praod maas, maalihked, maaroom jne.).
8. Millistes teistes punktides oli märgata tõukeid.

Kirja lõpus tuleb ära näidata oma aadress, et instituut, saades kirja, võiks sellele vastata.

Meie maal tegelevad maavärinate uurimisega mitmed teaduslikud asutised, nende hulgas NSV Liidu Teaduste Akadeemia Geofüüsika Instituut. Tema aadress: Moskva, 56, Bolšaja Gruzinskaja tänav, maja nr. 10.

Andmeid üleelatud maavärinate kohta tuleb saata sellele instituudile või üle anda igasse NSV Liidu Teaduste Akadeemia asutisse kohtadel või vabariiklikule teaduste akadeemiale.

Seal töötatakse need läbi ja kantakse sisse kataloogidesse, kus need teenindavad üldist võitlust maavärinate kahjulikkude tulemuste vastu.

LÕPPSÕNA

Seismoloogia on teadus maavärinatest. Algusest peale, veel akadeemik B. B. Golitsõni eluajal (sündis 1862. a., suri 1916. a.), on vene seismoloogia käinud maailma teaduse esirinnas.

Nõukogude võimu aastail asus seismoloogia meie maal väga laialdasele arenguteele. Täpselt on uuritud palju maavärinaid, on leiutatud ja ehitatud suur hulk uusi aparate, seismoloogiameetodite abil õppisid meie teadlased avastama kasulikkude maavarade leiukohti.

Nüüd on hästi teada, et põhiline osa maavärinatest NSV Liidus kuulub tektooniliste maavärinate hulka. On teada, millised tektoonilised häired on iseäranis ohtlikud, kus nad asuvad ja kui tugeva maavärina nad endaga kaasa toovad. On koostatud erilised seismilise rajoniseerimise kaardid, kuhu on märgitud ohtlikud rajoonid ja tulevaste maavärinate jõud. On välja töötatud ehituseeskirjad ohtlikkudes rajoonides ja neid eeskirju rakendatakse ehitusorganisatsioonide poolt sunduslikkude normidena, millega tagatakse hoonete püsivus ja inimeste julgeolek. Meie teadlaste poolt on ehitatud uusi kõrgekvaliteedilisi aparate, mille abil võib uurida mitte ainult maavärinaid, vaid ka Maa ehitust ja koosseisu, kasulikke maavarasid ja eriti avastada nafta asukohti. Seismoloogiameetodeid kasutatakse ka tööstustes hoonete, ehituste, masinate ja igasuguste kunstlike kõikumiste tundmaõppimisel. Seismoloogia on laialdaselt tarvitusel ka sõjaasjanduses.

Seega nõukogude seismoloogia jätkab edukalt ja arendab edasi vene seismoloogia parimaid traditsioone, paljudel juhtudel on ta läinud aga täiesti uuele teele ja saavutanud tulemusi, millest varem ei võinud mõeldagi.

Teadlased ei ole veel õppinud ette ütleva maavärinaid; aga võidelda maavärinate kahjulikkude tulemustega on võimalik. Selleks on vaja esmajärjekorras täpselt uurida iga tugevat maavärinat. Samuti on vajalik välja töötada sääraseid ehitusmeetodeid, mille järgi püstitatud hooned ei varise kokku maa-alustest tõugetest.

Meie maal ei säästa valitsus summasid seismoloogia arendamiseks. Samuti osutatakse hävitavate maavärinate juhtudel kannatanuile otsekohe kõike vajalikku abi.

Teadmistega relvastatud nõukogude inimene ei lepi vastupanuta stiihiliste õnnetustega, mida toob talle loodus. Uurides neid, võitleb ta aktiivselt nende tagajärgede vastu. Kui inimesed õpivad maavärinaid ette ütleva, võivad nad maavärina poolt tekitatavaid hädasid täielikult ära hoida. Selle poole on teadus suunatud ja selle sihi ta ka saavutab.

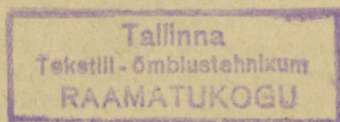
Nõukogude ühiskonnas on teadus esmakordselt inimkonna ajaloos pandud kommunismi ehitava rahva teenistusse. Meie teadus, nagu näitab seltsimees Stalin, ei varja ennast rahva eest, ei hoiu ennast rahvast eemal, vaid on valmis rahvast teenima, on valmis rahvale üle andma kõik teaduse saavutused. Meie eesrindlik teadus ei teeni rahvast mitte sunniviisil, vaid vabatahtlikult, meelega.

Hoopis teine olukord on teadusel kapitalismitingimustes. On teada, et kapitalistlikes maades kasutatakse teaduse saavutusi uue sõja ettevalmistamiseks, väikese ekspluataatoriterühma veel suuremaks rikastamiseks, töötajate veel suuremaks orjastamiseks. Seal, kapitalismaades, toovad teaduse ja tehnika saavutused endaga kaasa rahvamasside edasise vaesumise, töötute armee suurenemise.

NSV Liidus on kõik teaduse saavutused üldrahvalik omand. Nende saavutuste laialdane juurutamine Nõukogude Liidu rahvamajanduses tagab kõrvalekaldumatu tehnilis-majandusliku edu, annab Nõukogude riigile võimaluse edukalt lahendada kõige suuremaid rahvamajanduslikke probleeme, kiirendada meie edasiliikumist kommunismiteel.

SISUKORD

Sissejuhatus	3
I. Kuidas ja kus toimuvad maavärinad	6
1. Maavärinate kirjeldus	6
2. Kus toimuvad maavärinad?	12
3. Maakoore ehitus	18
II. Maavärina põhjused	22
1. Masside ümberpaigutus Maas ja maavärinad	22
2. Maavärina põhjus — tektooniline liikumine	25
3. Liikumised suurtes sügavustes ja Maa sise- mine ehitus	28
4. Maakoore liikumise põhjused	30
5. Kas peale tektooniliste on veel teisi maavärinaid?	32
III. Maavärinate uurimine	34
1. Kas võib maavärinaid ette näha?	34
2. Aparaadid maavärinate uurimiseks	36
3. Kuidas nõrgestada maavärinate kahjulikke tagajärgi	37
Lõppsõna	41



Vastutav toimetaja O. Põhjamäe.

Kaane kujundaja O. Soans.

Tehniline toimetaja E. Plaks.

Ladumisele antud 25. VII 1951. Trükkimisele antud 9. XI 1951. Paber 54×84 sm, 1/16. Trükiarv 5000. Trükipoognaid 2,75. Formaadile 60:92 kohaldatud trükipoognaid 2,26. Tellimise nr. 1364. MB-15492. Trükikoda „Punane Täht“, Tallinn, Pikk t. 54/58.

На эстонском языке.

Hind 95 kop.

95 kop.

A

99040

6218

TÜ RAAMATUKOGU



1 0300 00962234 3

55
964