A GEOLÓGIAI MOZGÁSFORMA NÉHÁNY ELMÉLETI-FILOZÓFIAI PROBLÉMÁJA

/Doktori értekezés/

Készitette: DIMÁK ANDOR

Szeged, 1985.

József Attila Tudományegyetem Központi Könyvtára
SZEGED
B 2601

Tartalom

	Bevezetés	6. old.
I.	A geológiai mozgás	9. "
	1./ Anyagfajták és mozgásformák	9. "
	a./ A mozgásformák engelsi értelmezése	9. "
	b./ A mozgásformák osztályozásának újabb kisérlete	12. "
	c./ A geológiai mozgással kapcsolatos elképzelések	21. "
	2./ A geológiai mozgásforma értelmezései	31. "
	3./ A geológia objektuma a természet fejlődésének különleges lépcsőfoka	36. "
	a./ A geológia önálló tudománnyá válásának története	36. "
	b./ A különleges anyagfajta, a geológiai anyag fogalmának a meghatározása	38. "
	c./ A geológiai anyagfajta és mozgásforma történeti kialakulása	41. "
II.	A geológiai mozgásforma általános és specifikus tulajdonságai	52. "
	1./ A Föld mint rendszer	52. "
	2./ A Föld szerkezetének gömbhéjas modellje	61. "
	3./ A globális lemeztektonika mint a geológiai mozgás alapja	66. "
	4./ A lemezek aktiv és passziv részei	71. "
	5./ A külső- és belsőerők ellentmondásainak felhalmozódása a lemezszegélyeknél	78. "

6./ Az óceáni lemez mozgásának modellje 81. old.
7./ A légkör evolúciója 84. "
8./ A kontinensek változásai és a lemeztektonikai mozgás 90. "
9./ A geológiai mozgásról a globális lemeztektonika alapján 94. "
Befejezés 99. "

A felhasznált irodalom

1./ Balogh János-Balogh Péter: A légkör és a biológiai evolúció, Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, A változó élet, 1977.

2./ Butakov A.A.: A mozgás alapformái a modern tudomány fényében, Gondolat, 1980.

3./ Erdey-Grúz Tibor: Filozófiai tallózás a természettudományokban, Kossuth Kiadó, 1965.

4./ A Föld és fejlődéstörténete, Gondolat, 1975.

5./ Dr. Horváth Ferenc: Az aktiv Föld, Közgazdasági és Jogi könyvkiadó, A változó Föld, 1977.

6./ Dr. Horváth Ferenc: A Föld dinamikája, Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, A változó Föld, 1977.

7./ Ignatov A.I.: A mozgásformái és az anyagfajtái, Tankönyvkiadó, Budapest, 1974.

8./ Jasztrow Robert: Vörös óriások és fehér törpék, Gondolat, 1973.

9./ Juhász Árpád: Kivallatott ofiolitok, Delta, 1983. 5. szám

10./ Kedrov B.M.: A természettudományok tárgya és kölcsönös kapcsolata, Kossuth Kiadó, 1965.

11./ Dr. Kőháti Attila: A Föld újrafelfedezése, Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó. A változó Föld. 1977.

12./ Marx György: Az anyag fejlődéstörténete, Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, A változó világegyetem, 1976.

13./ Dr. Meskó Attila: A Föld szerkezetének megismerése, Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, A változó Föld, 1977.

14./ Müller Pál: Az élet története és a lemeztektonika, Magvető Kiadó, 1979.

15./ Rendszerelmélet: Kindler J. és Kiss I. /szerk./ Válogatott tanulmányok, Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, 1969.

16./ Rendszerelmélet mint társadalmi igény. Rendszer kutatási tanulmányok 2. Akadémiai Kiadó, 1982.

17./ Rutten M.G. /1971/: The Origin of Life by Natural Causes - Elsevier Rubl. Comp. Amsterdam,London, New York. 420.p.

18./ Szadovszkij V.N.: Az általános rendszerelmélet alapjai. Statisztikai Kiadó Váll. 1976.

19./ Zeldovics J.B.: Az univerzum szerkezete. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, A változó világegyetem, 1976.

20./ Zubkov I.F.: Problema geologicseszkoj formi dvizsénija materii, Izdatelsztvo "Nayka" Moszkva, 1979.

Bevezetés

A Föld megismerése hosszú kutató munka eredménye. Az ember mindig különös figyelemmel fordult lakóhelye felé. Ez a figyelem a nagy földrajzi felfedezésekben volt a legnagyobb, a későbbi időszakokban már csak kisebb fehér foltok maradtak hátra a felfedezőknek.

Felvetődött az a kérdés, hogy minden tekintetben ismerjük-e a Földet? A sarkkutató expedíciókkal eltüntek az utolsó fehér foltok a térképről. A Föld belsejébe minden eddiginél mélyebbre hatoltak a kutató fúrások: úgy látszott, hogy az embereknek sikerült megismerni a Földet, új ismeretekhez már csak részletkérdésekben lehet eljutni. A geológiában a részletek megismerése után globális problémák vetődtek fel, amelyek elsősorban elméleti megközelitést igényeltek. Az elméleti geológiai kutatásokat nemcsak a geológia tudományában végbement változások igényelték, hanem a tudományos és technikai forradalom elméleti kutatásainak az eredményei is hozzájárultak a fejlődéshez. Az elméleti kutatások és a technikai fejlődés hatására olyan területek megismerése is lehetségessé vált, mint az Anktartisz és az óceánok medencéi. A Föld fejlődésével kapcsolatos ismeretek is bővültek, egyrészt a mélységi kutatással kapcsolatos ismeretekkel, másrészt az ürkutatás során megismert Hold kőzetekkel, igy közelebb kerültek a kutatók a kezdetek pontosabb megértéséhez is. Az elméleti kutatásoknak nagy lökést adott a gazdasági szükségszerüség is. Mivel a hasznositható ásványok nagyrésze üledékes eredetü, ezért a kutatásokra forditható összeg több mint a

felét az üledékes kőzetek kutatására forditják.
A gazdasági érdekek hatására a felszini geológiai folyamatok megismerése haladt gyorsabban, az eredmények következtében a mélységi folyamatok modern geológiai elméleti és gyakorlati kutatása is fejlődött.

A Föld megismerése során felvetődtek olyan problémák a geológiában, amelyekre adott válaszok a jelenségek közti összefüggésekre hivták fel a figyelmet, igy például a hegységképződés okai és lefolyása, valamint az óceáni üledékgyüjtő medencék jelenségei stb. A század elején a tudomány felismerte az óceánok és a kontinensek helyváltoztatása közti összefüggés problémáját. Világossá vált, hogy csak egy hatalmas "őskontinens" létezett, a Pangea, a Föld többi részét az "ősóceán" boritotta. Az "őskontinens" felderabolódott és darabjai "elúsztak", mint azt ALFRED WEGENER állitotta 1912-ben. Ez az álláspont szenvedélyes vitákat robbantott ki, rengeteg érvet és ellenérvet sorakoztattak fel a tudomány különböző területéről. A kontinens vándorlás elméletét hosszabb ideig csak elszórt bizonyitékok támasztották alá.
A probléma megoldásában a Föld belső szerkezetének alaposabb megismerése segitette a kutatókat. A szerkezet feltárásában a földrengések és a mesterségesen keltett rengések során szerzett tapasztalat hozott jelentős előrelépést, mert segitségükkel olyan részleteket ismerhettek meg a kutatók, amelyekhez más módszerekkel nem tudtak hozzáférni. A földtudományok fejlődéséhez a mesterséges holdak is nagy mértékben hozzájárultak. Jobban megismertük a Föld alakját, mert igy olyan módszereket tudtak

alkalmazni, amelyek a méréseket eddig nem sejtett mértékben tették pontosabbá. A mérések pontosságának a növekedése változást hozott a geodéziában és a geofizikában is, eredményeik lökést adtak a többi földtudomány fejlődésének is, új kéregszerkezeti felfogás alakult ki: a lemeztektonika. Eredményei a földtudományok összefoglalását jelentik, mert ez az elmélet egyetlen egységbe fogva tudta megmagyarázni a jelentősebb földrajzi és geológiai jelenségeket. Ezen tudományos eredmények valósággal egyesitették az addig elkülönült földtudományokat a geonómiában.

Ezek a szaktudományos eredmények új megvilágitásba helyezték a geológiai mozgásról folyó vitát a filozófiában is. A hatvanas és hetvenes évek elején folyó vita azzal volt kapcsolatos, hogy önálló mozgásforma-e a geológiai mozgás. Továbbá az is vita tárgyát képezte, hogy hogyan helyezhető el a mozgásformák rendszerében, hogyan kapcsolódik a többi mozgásformához, milyen kölcsönhatások realizálódnak a geológiai mozgás és a többi mozgásforma között. Az új eredmények lehetővé tették a vitatott kérdések ismételt felvetését, átgondolását, árnyaltabb megválaszolását.

A dolgozat kisérletet tesz arra, hogy a legújabb szaktudományos eredményeket, elsősorban a globális lemeztektonika eredményeit felhasználva hozzájáruljon a vitatott kérdések megoldásához, kimutassa, hogy a geológiai mozgás az anyag alapvető, önálló mozgásformája.

József Attila Tudományegyetem Könyvtára SZEGED

I. A geológiai mozgás

1./ Anyagfajták és mozgásformák

a./ A mozgásformák engelsi értelmezése

A mozgásformák első tudományos osztályozását ENGELS végezte el. Nézeteit a korabeli szaktudományok eredményei alapján a dialektikus materializmus segitségével alakitotta ki.

A szaktudományok az anyagfajták tanulmányozására specializálódtak, vizsgálják a strukturákat, a tulajdonságokat, a funkciókat. A természettudományok a speciális anyagfajtáknak nemcsak az egyedi tulajdonságait, hanem az általános jellemző tulajdonságait is tanulmányozzák.

ENGELS a mozgásformák osztályozásánál a mozgás különböző jellegü megnyilvánulását vette figyelembe. "A mozgás az anyag létezési módja", általános elvét konkretizálta és megállapitotta, hogy az anyag meghatározott fajtájának minőségileg meghatározott létezési forma /mozgásforma/ felel meg és forditva. A mozgásformák felismerése a különböző anyagfajták felismerését jelenti. A mozgásformák a jelenségek széles körét ölelik fel, és egymással a minőségi különbségek ellenére összefüggésben vannak, dialektikus átmenet realizálódik közöttük.

A kölcsönös egymásba történő átalakulásnak,az átmeneteknek megfelelően vizsgálhatjuk a mozgásformák kölcsönös kapcsolatait. A strukturális kapcsolat a térben egymás mellett létező mozgásformák kölcsönös viszonyait fejezik ki. A genetikus kapcsolat azt fejezi ki, hogy a mozgásformák hogyan alakultak, hogyan fejlődtek ki egymásból. A genetikus és strukturális rendszer elvei-

nek összekapcsolása pedig azt jelenti, hogy a jelenségek kölcsönös, kiegészitő jellegét vesszük figyelembe.

A mozgásformák elmélete: feltárta az alapvető mozgásformák közti összefüggést; a mozgásformák közti dialektikus átmenetet az egyik mozgásformából a másikba, ahogyan az egyszerübb mozgásformából összetett keletkezik. Az átalakulás során az alacsonyabbrendü nem semmisül meg, hanem a magasabbrendü formán belül, mint mellékforma megőrződik, elveszti önállóságát. Ugy kapcsolódik az alacsonyabbrendü mozgásforma a magasabb formához, mint a rész az egészhez. A magasabbrendü forma az alacsonyabbrendü formát meghaladja a megszüntetve megőrzött formában. A mozgásformák közti kapcsolat alapján az egyik forma megismerhető a másikból, a magasabbrendü az alacsonyabbrendüből. Igy a mozgásformákat az egyetemes összefüggés és a fejlődés szemszögéből vizsgálhatjuk.

ENGELS a tudományok rendszerezését a mozgásformák rendszerezéséből kiindulva végezte el. A természettudományok tárgya az anyag egy mozgásformája, vagy az egyik mozgásformából a másikba való átmenet. ENGELS nem sorolta alapvető mozgásformák közé a geológiai mozgást, csak a biológiai mozgásforma előfeltételének tekintette. Mivel az alapvető mozgásformák sorát állitotta össze, igy rendszerében nem helyezte el a geológiai mozgást. ENGELS nem beszélt a geológiai mozgásforma jellegéről, lényegéről.

A természettudományok gyors fejlődése ENGELS óta óriási ismeretanyag felhalmozódását eredményezte. Ami a mozgásformák

problémájának vizsgálatára késztetett, ugyanis az új eredmények fényében az engelsi rendszer nem fogadható el teljes egészében.

- Az új eredmények megerősitették az ENGELS által figyelembe vett alapelvek és általános következtetések érvényét.

- A konkrét forma viszont fejlesztésre szorul, mert a tudományok fejlődésével több új sajátosság került előtérbe.
Az engelsi rendszerezéssel kapcsolatos újabb felvetéseket a következőkben foglaljuk össze:

Először: Az alapvető mozgásformák vonatkozásában feltárták a kapcsolataikat, átmeneteiket és a vizsgálódás középpontjába azokat állitották. A mozgásformákat nem mechanikusan széttagolt jelenségekként értelmezték, hanem belső összefüggésükben, amit a mozgásformák általános fejlődésének folyamata határoz meg. A modern tudományokra jellemző a határtudományok kialakulása, pl. a fizikokémia, biokémia, a biofizika, a geofizika stb. Ezek a tudományok a határjelenségeket tanulmányozzák, elsősorban a mozgásformák egymásba történő átmenetét, kölcsönös átalakulását.

Másodszor: A mozgásformák rendszerében jelenlegi ismereteink szerint az elemi részek kvantummechanikai mozgása az "alapszint".

Harmadszor: Az újabb szaktudományos eredmények alapján elkülönitik egymástól a mikrofizikai és makrofizikai mozgásformákat.

Negyedszer: A mozgásformák rendszere nem lezárt rendszer, amelynek alakulása mindig a természettudományok mindenkori fejlettségi szintjétől függ, a felismert összefüggéseknek megfele-

lően bővül vagy átalakul.

- Nem lehet abszolút értelemben vett "kezdő" és "végső" formát feltételezni.

- A mozgásformák sora nem lineáris.

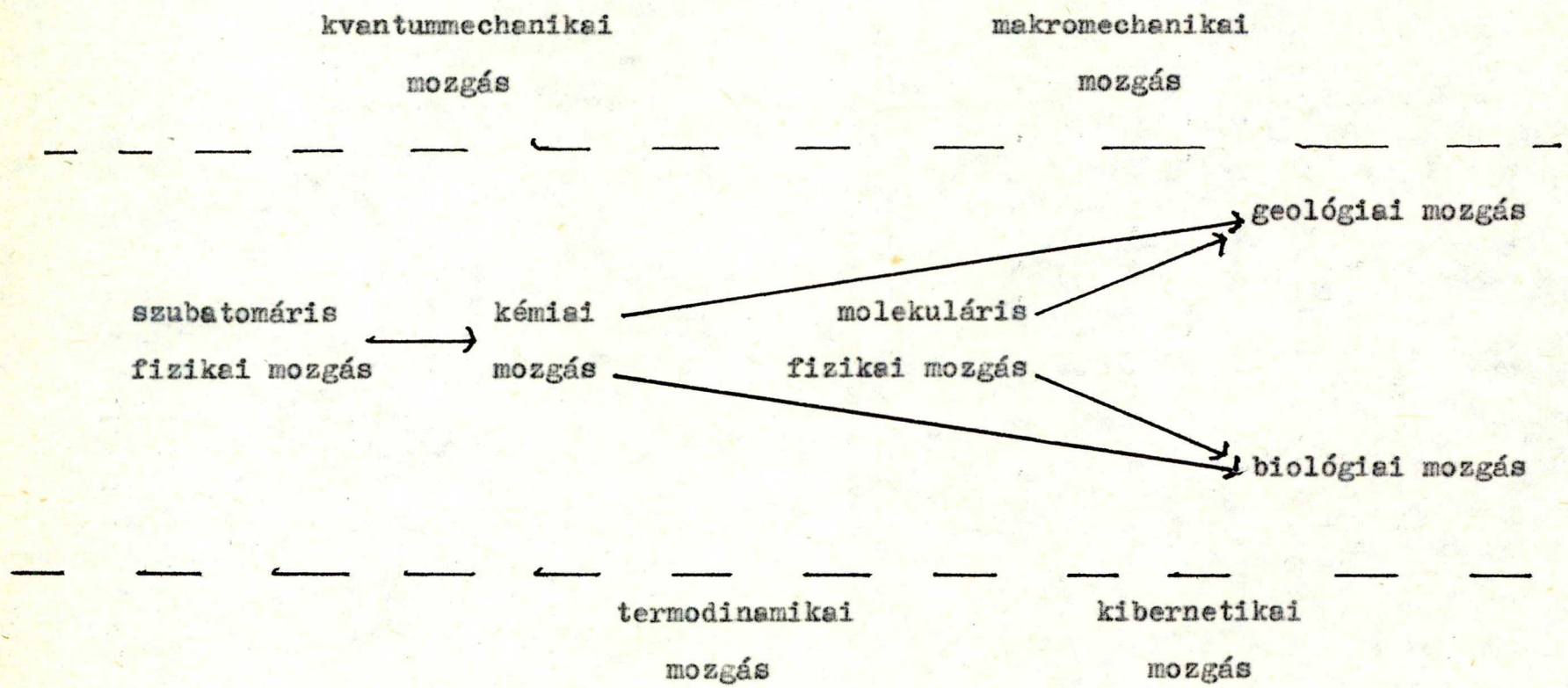
Ötödször: ENGELS óta a tudományok új anyagfajtákat ismertek fel, ezek létezési módját a mozgásformák rendszerébe be kellett illeszteni.

Hatodszor: A szaktudományok újabb eredményei alapján az ENGELS által vizsgált mozgásformákról is többet tudunk.

b./ A mozgásformák osztályozásának újabb kisérlete

A mozgásformák osztályozása annyira sikeres, amennyire a kiválasztott alapelv helyesen tükrözte vissza az objektiv alapot, amely az anyag minőségi átalakulásának a különbségét meghatározza. A mozgásformák kedrovi rendszerére a "dichotomikus elágazás" a jellemző. KEDROV B.M. /1965./ szerint az anyag fejlődése a kémiai mozgástól kettévált, egyrészt a geológiai mozgással az élettelen természet felé, másrészt a biológiai mozgással az élő természet felé. KEDROV B.M. differenciál az alapvető és nem alapvető mozgásformák között. A mozgásformák közül alapvetőnek tekintette: a kvantummechanikai, a makromechanikai, a termodinamikai, a kibernitikai, a szubatomáris fizikai, a kémiai, a molekuláris fizikai, a geológiai és a biológiai mozgásformát. Az elmondottak alapján rendszerében a kémiai mozgás központi helyet foglal el, mert innen átmenet kezdődik egyrészt a geológiai, másrészt a biológiai mozgásformához.

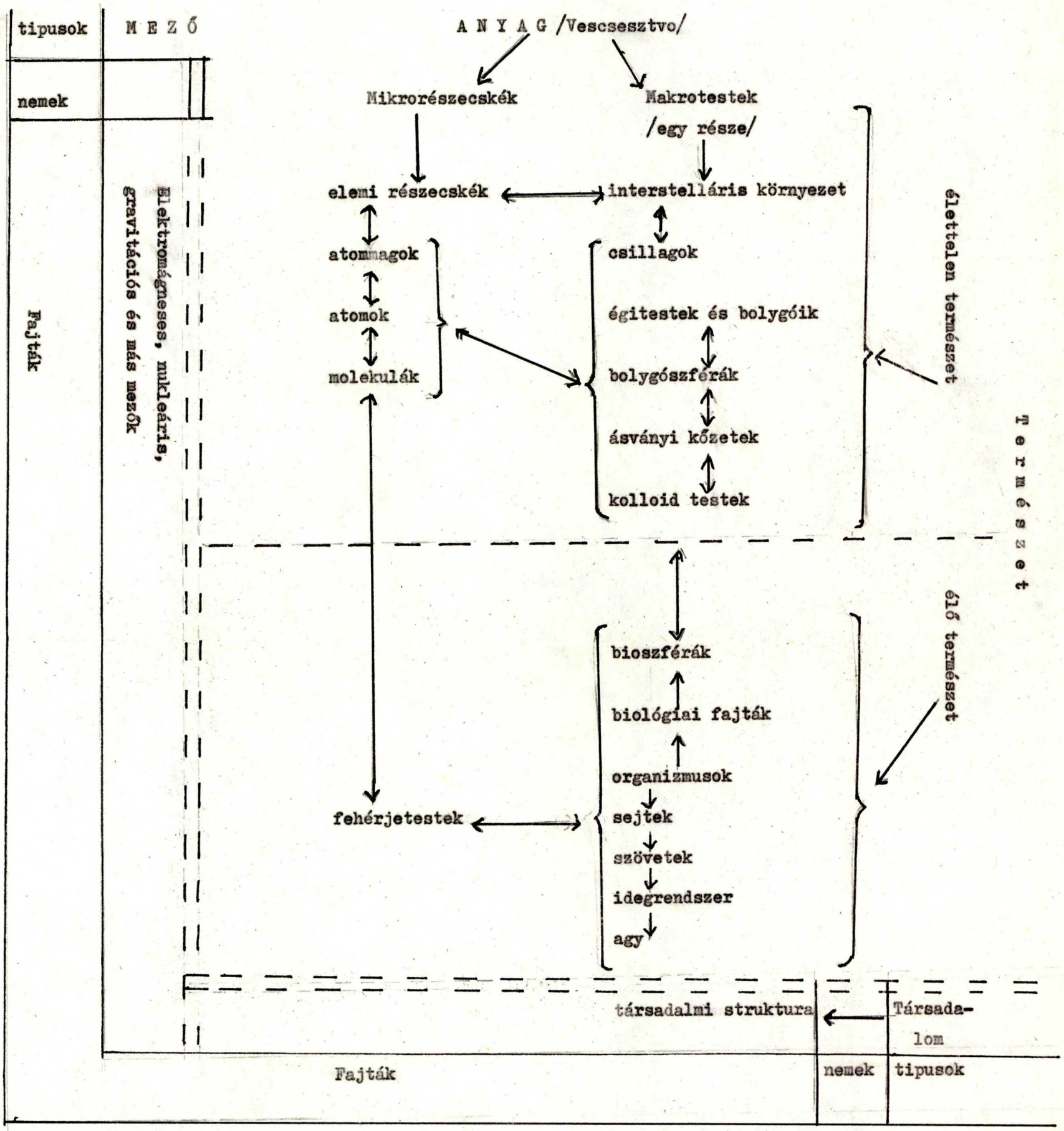
A mozgásformák kedrovi rendszere



A mozgásformák előbbi rendszerének vizsgálata során IGNATOV A.I. /1974/ felveti azt, hogy " ... elégséges-e a mozgásformák és az anyagfajták osztályozási sémáinak megalkotásánál csupán a mozgás jellegének változását alapul venni és nem kell-e figyelembe venni az anyag más tulajdonságait is?"/1/ Ezután megállapitja azt, hogy " ... az anyagfajtáknak a mozgásformákra épülő sémája helyesen tükrözi vissza az anyag strukturális felépitésének alapvető vázát, a fejlődés általános vonását, mégsem tárja fel az anyagfajták teljes gazdagságát, nem mutatja a testek egyes csoportjaira jellemző minőségi sajátosságok okait."/2/ Ezért szükséges az anyagfajtáknak olyan osztályozása, mely tekintetbe veszi az anyag valamennyi tulajdonságának illetve azok sajátos megnyilvánulásának a testekre gyakorolt befolyását.

Igy az anyagfajták legáltalánosabb osztályozása a kölcsönös kapcsolatok elemzése alapján valósitható meg. Az ilyen módon végrehajtott rendszerezés feltárja az anyag strukturális felépitésének lényeges vonásait, fejlődésének tendenciáit és minőségi sokféleségének okait. Ez azonban a tudomány mai fejlődési állapotában elérhetetlen cél, állapitja meg IGNATOV A.I./3/ Igy az osztályozásnál csak egy-két tulajdonságot tudunk alapul venni. Az egyes számú séma kisérlet arra, hogy az anyag strukturális felépitésének olyan vázát adja, amely figyelembe veszi a mozgás, a tömeg és a visszatükröződés jellegének a változásait. /1 séma/

Az anyagra jellemző tulajdonságok változásaiban világosan észrevehetők a változások nagyságainak fokozatai, melyeknek fontos szerep jut az anyag strukturális felépitésében. A testeknek


tipusok
M E Z Ő
nemek
Fajták
Elektromágneses, nukleáris, gravitációs és más mezők
A N Y A G /Vescsesztvo/
Mikrorészecskék
Makrotestek
/egy része/
elemi részecskék
interstelláris környezet
atommagok
atomok
molekulák
csillagok
égitestek és bolygóik
bolygószférák
ásványi kőzetek
kolloid testek
élettelen természet
Természet
bioszférák
biológiai fajták
organizmusok
sejtek
szövetek
idegrendszer
agy
élő természet
fehérjetestek
társadalmi struktura
Társada-
lom
Fajták
nemek
tipusok

I. séma

azon csoportjai, amelyekben a változások következtében új tulajdonság jelenik meg, különbözőek. A sémában az anyag csoportoknak három fokozata szerepel. E fokozatokkal az anyag fajtáját, nemét és tipusát jelölik.

Az anyag fajtáit a testek azon csoportjai alkotják, amelyeknek minőségi jellemzőit valamely tulajdonságának minimális változásai határozzák meg. Az anyagfajták egy-egy tudomány tárgyát alkotják, igy az atom, a molekula, a kristály, az előorganizmus, az égitestek. A testek minőségi különbségeinek részletesebb osztályozását a tudományok végzik. /Pl. a kémiai elemek Mengyelejev-féle táblázata, az élőlények rendszerezése./

Az anyag nemei: a testek azon csoportjai, amelyek az anyag valamely tulajdonságának jelentős változását mutatják, és magukba foglalják a testek olyan csoportjait, amelyekre az anyag tulajdonságainak kisebb minőségi módosulásai a jellemzőek. Az anyagfajták egységes megnyilvánulási csoportjai, például a makrotestek és a "mikrotestek" fogalmakkal jelölhetők, amelyek különböző fajtájú testeket foglalnak magukba.

Az anyag tipusai: a testek legátfogóbb csoportjai. Az anyag tulajdonságainak olyan változásai jellemzik, amelyek mint ellentétek jellemezhetők. Az anyag tipusai magába foglalják az anyag nemeit, amelyeket az anyag valamely tulajdonságának egyazon megnyilvánulása egyesit. /Pl. a visszatükröződés különböző megnyilvánulása./

Az anyagot a visszatükröződés alapján természetre és társadalomra, a természetet pedig élő- és élettelen részre osztják fel.

Az anyag fajtái osztályozhatók még úgy is, ahogyan a testek tömegének a jellege is változik. Az anyag e tekintetben a mező és a diszkrét anyag /vescsesztvo/ csoportra osztható. A diszkrét anyag /vescsesztvo/ nyugalmi tömeggel rendelkezik, a mező pedig mozgási tömeggel. A diszkrét anyagnak két nagy neme van: a makro- és a mikrotestek. A makrotesteknek rengeteg fajtája van, amit az ábrán nem lehet feltüntetni.

Az anyagfajták az ábrán genetikus összefüggésben vannak csoportositva. Az anyagfajtáknak ez az osztályozási sémája lehetővé teszi, hogy képet kapjunk a strukturális felépités vázáról, az osztályozás elvéről, az alapvető fokozatok hierarchiájáról és értékrendjéről.

Az anyagfajtáknak a mozgás egy specifikus formája felel meg, ezért a testek felosztása a mozgásformák csoportositásának is megfelel. De felosztható a mozgást saját csoportjai szerint is. /2. séma/

A mezők mozgásformáiról keveset tudunk, igy a felosztás a diszkrét anyagra vonatkozik. Az anyag minőségileg specifikus folyamatai közül nem mindegyik vezet a testek meghatározott fajtájának a képződéséhez. Sok olyan kapcsolat van, amely a testek külső viszonyára vonatkozik, jellemző. Előidézhetik új strukturák, új anyagfajták létrejöttét, de amig ez nem következik be, addig nem lehet ezeket belső mozgásnak nevezni.

A mikrorészecskékre nem közömbösek a külső kapcsolatok, sőt gyakran olyan erősek lehetnek, hogy a belső kapcsolatokat megsemmisitik és a részecske bomlását idézik elő. Máskor a ré-

Az anyag funkcionális szerkezete
/a mozgásformák osztályozása/

A nyilak ⟶ az alárendeltség sorrendjét mutatják ⟷ a kölcsönös kapcsolatokat és a kölcsönös átmeneteket

Élet ⟷ Társadalmi élet

/a fehérjetestek reakciói/
A mozgás belső molekuláris /kémiai/ formája

A mozgás belső atomi formája

A mozgás belső magformája ⟷ A mozgás csillagon belüli formái

Az elemi részecskék belső mozgása ⟷ A mozgás galaktikaközi és belső galaktikai formái

A MIKRORÉSZECSKÉK MOZGÁSÁNAK FORMÁI ⟷ A MAKROTESTEK MOZGÁSÁNAK FORMÁI /Részletes felsorolás/

Az organizmusok élettevékenysége
A mozgás kolloid formája
A bolygószférák mozgásformája
A mozgás bolygón belüli formája

A mozgás formái ⟷ A mozgás fajtái

A MEZŐ MOZGÁSFORMÁI ⟷ Az anyag /vescsesztvo/ mozgásának formái és fajtái

Gravitációs
elektromágneses
és más mező folyamatok

A mező anyaggá /vescsesztvo/ való átalakulásának folyamatai
Az anyag /vescsesztvo/ mezővé való átalakulásának folyamatai

fehérjetestek
molekulák
atomok
atommagok
Elemi részecskék

A makrotestek mechanikai mozgása
A mikrorészecskék kvantummechanikai mozgása
A mikrorészecskék hőmozgása

A mező és az anyag /vescsesztvo/ kölcsönös átalakulása
Szintézis mozgások
Helyzet változtatás

II. séma

szecskék közti új kapcsolat tartós formája alakul ki: igy egy bonyolultabb kapcsolat alakul ki a részecskék adott tipusának keretei között, vagy egy bonyolultabb tipusú részecske jön létre. Az átalakulásnál a mozgási folyamatok az anyagfajták mindkét csoportját felölelik. A külső ellentmondások alapján jelennek meg, amelyek a mikrorészecskék egymásközti kölcsönhatásainál keletkeznek a mikrotestekben. Bizonyos feltételek között érintik a mikrorészecskék belső viszonyait és átalakitják az egymásra ható részecskéknek megfelelően.

A részecskék belső mozgását és szintézisük, átalakulásuk folyamatait rendszerint a mozgás egy és ugyanazon folyamatainak tartják. Az atommagon, az atomon, a molekulán belüli folyamatok csupán stabil atommagoknál, tehetetlen kémiai elemeknél és szilárd molekuláknál zártak. Többségében, igy az izotopok, rádioaktiv elemek ionjai, stb. esetén ilyen zártság nincsen s ez új alapot ad a makrostrukturák külső kapcsolatainak, folyamatainak, átalakulásainak, képződményeinek.

A mikrotestek külső kapcsolata olyan erős lehet, hogy megváltoztatják a belső kapcsolatokat. Ilyenkor a makrostruktura kialakulása együttjár a mikrostruktura megsemmisülésével. Az sok kristály képződésénél megfigyelhető, például a konyhasó kristályrácsában felbomlanak a molekuláris kapcsolatok a nátrium és a klór atomjai között, amelyek úgy viselkednek, mint önálló részecskék.

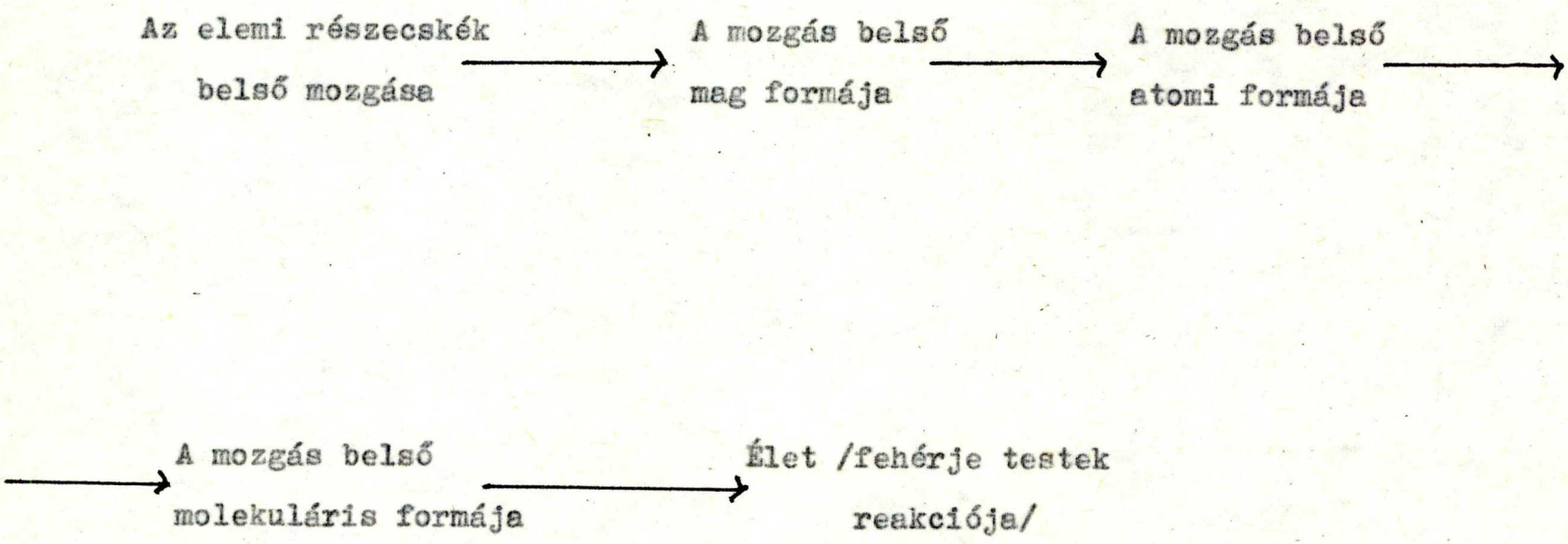
A mozgások kölcsönös kapcsolataik, sőt kölcsönös feltételezettségük ellenére sem veszitik el minőségileg specifikus

voltukat, amit osztályozásukban fel kell tárni és kifejezésre kell juttatni. A mikrostrukturák kevésbé bonyolult részecskék egész sorát foglalják magukba, ezek a belső folyamatok következtében léteznek, megmutatják a mozgásformák viszonylagosságát és arra figyelmeztetnek, hogy nem szabad összekeverni a részecskék szintézisének, vagy az egyik minőségi állapotból a másikba való átalakulásuknak folyamatait.

A mozgás belső folyamatait, amelyek meghatározzák a testek létezését, nevezhetjük a mozgás formáinak, a testek számára külső folyamatokat nevezzük a mozgás fajtáinak. A csoporton belüli osztályozás a második sémán található.

A mozgásformák egyik csoportjába azokat a belső folyamatokat soroljuk, amelyek meghatározzák a mikrorészecskék létezését. Bonyolultságuk fokai alapján az alábbi hierarchikus sort kapjuk:

A belső folyamatokat meghatározó mozgásformák



A másik csoportba olyan folyamatok tartoznak, amelyek a makrotestek létezési módjai. A testek keletkehetnek egynemü mikrorészecskék /például kristályfajták/, valamint különböző tipusú részecskék, /például a csillagok, az elemi részecskékből, magokból, atomokból, molekulákból tevődnek össze/ közötti külső kapcsolatok eredményeként. Az ilyen mikrotesteket alkotó részecskék kölcsönhatásainak bonyolult összefonódásában olyan új mozgásfolyamat keletkezik, mely nem vezethető vissza az őt alkotó kölcsönhatások összegére. Igy minőségileg sajátos mozgásformák keletkezhetnek, ez a magyarázata az anyag rendkivül sokféle megnyilvánulásának.

A makrotestek mozgásformái összetettek, kölcsönhatásaiból az anyag és a mező kölcsönhatása kiemelhető. Leginkább tisztázott a fotonok átalakulása elektronpozitron párrá és viszont. A másik csoport a mikrorészecskék szintézise és bomlása. A mozgásfajták harmadik csoportját a mechanikai-és hőmozgások alkotják. A mechanikai mozgás a makrotestek helyváltoztatásával függ össze. A mikro világ megfelelő folyamatai a kvantum mechanikai mozgás elnevezést kapták. A hőmozgás a térbeli helyzetét változtató hatalmas mennyiségü mikrorészecskék kölcsönhatásaival függ össze. A mozgásfajták szerepe az anyag strukturális felépitésében a mozgásformákéhoz hasonlóan fontos.

Az anyagfajtáknak egy belső és egy külső mozgás felel meg, a mikrorészecskéknél pedig ehhez jönnek szintézisük és felbomlásuk folyamatai. A fehérjetestekre jellemző életfolyamatokkal az anyag új szintesekre emelkedik, ahol a strukturák és folya-

matok új sorozatában jelenik meg. Ennek alapja az ingerlékenység is és a visszatükröződés minőségileg új formája. E tulajdonság alapján keletkeznek a dinamikus önszabályozó rendszerek. Az organizmustól az anyag fejlődésének két vonala halad egymással párhuzamosan: a külső és a belső.

A rokon organizmusok külső kapcsolatai a fajon belüli viszonyokká és a fajok viszonyaivá alakulnak át. Ezek a folyamatok megfelelő strukturákká, biológiai fajtákká és bioszférává válnak. Ezért nevezhetjük ezeket az anyag különös mozgásformáinak. Az organizmus belső differenciálódása specifikus folyamatokat idéz elő, amelynek során az anyag sejtekké, szövetekké, szervekké alakul. Az állatok fiziológiai sajátossága a világ visszatükröződésének tökéletesebb formáit tette lehetővé.

A mozgás valamennyi formája és fajtája összefügg egymással, kölcsönösen feltételezi egymást, osztályozásuk csupán hozzávetőlegesen tárja fel az anyag minden megnyilvánulásának valóságos egységét.

c./ A geológiai mozgással kapcsolatos elképzelések

A mozgásformák tanulmányozásával számos marxista szerző foglalkozik. Az általuk adott megoldási javaslatok közül azokat vesszük számba, amelyek a geológiai mozgással kapcsolatos problémákat érintik.

A geológiai mozgás elméletének fejlődését elősegitette az a tény, hogy felfedezték a rádioaktivitást és felismerték a

viz szerepét a Föld fejlődésében. A geológiai mozgásról az első összefoglaló "A geológiai kutató tudományok marxista-leninista értelmezése" cimü gyüjtemény volt 1932-ben a Szovjetunióban. E mü szerzői V.M. BUKANOVSZKIJ, D.I. VIDRIN, I.F. KUZAROV, P.N. PANJUKOV és V.P. SZEREBOVSZKIJ érdekes, általános elméleti és metodológiai problémák egész sorát vetették fel, igy például azt, hogy a földtörténet a különböző geológiai formák kölcsönhatásainak és egymásba való átmeneteként értelmezhető. Igy az önállóan fejlődő Föld egységes anyagi rendszeréből indultak ki. A fenti elképzelések nagy hibája volt az, hogy a földkérget passziv belső tevékenység nélküli résznek tekintették és metafizikusan értelmezték. Az, hogy a metafizikus szemléletet nem tudták legyőzni, azzal függött össze, hogy a geológiai elmélet és gyakorlat fejletlen volt még abban az időben. Az egyes geológiai résztudományok elszigetelten fejlődtek, nem volt kapcsolat a különböző tudományágak között. A filozófiai kutatások a geológiában felgyülemlő elméleti és módszertani problémák megoldásához nem tudtak segitséget adni, hiszen ezek csak kezdeti próbálkozások voltak. A geológiai mozgásforma különbözőségét más mozgásformáktól nem ismerték úgy fel, mint tudományos problémát.

A geológiai mozgás helyét a mozgásformák rendszerében - ENGELS tanitása alapján - B.M. KEDROV határozta meg. KEDROV[4] a mozgásformák rendszerezése kapcsán arra megállapitásra jutott, hogy a természet fejlődése a kémiai mozgástól kettéválik, egyrészt a kőzetek kifejlődéséhez, másrészt az élőlények

kialakulásához vezet. Az volt a megállapitása, hogy a fejlődés különböző irányainak nincs egyforma jelentősége, mert nem mindegyik formáról van átmenet egy másik mozgásformára. Az anyag-és mozgásformák progressziv fejlődési vonala érdekes a tudomány számára elsősorban Kedrov B.M. szerint. A kémiai folyamatok eredménye az élet, a kialakult fejlődés eredménye az ember, igy a változás már túllépi a természet határait. Szerinte figyelmen kivül hagyhatjuk az olyan elágazást, amelynek a keretében nem következett be átmenet egy magasabb fokra, de feltétele a magasabb fokra való lépésnek. Igy a mozgásformák összefüggő sort alkotnak, mert feltételei az őket követő mozgás létének, de az új mozgásforma nem foglalja magába a megelőző mozgásformát. Az élőlények egymás táplálkozási feltételei, például a növények nélkül nem léteznek az állatok.

KEDROV B.M. véleménye szerint a geológiai mozgás szerepe hasonló a biológiai mozgást tekintve, a geológiai nem megy át a biológiai mozgásba, de nélkülözhetetlen feltétele a biológiai mozgás kialakulásának és fejlődésének. Véleménye szerint ENGELS azért nem sorolta az alapvető mozgásformák közé a geológiai mozgást, mert a fejlődést nem "viszi túl" a mozgásforma határain.

BUTAKOV A.A.[15] nem ért egyet KEDROVNAK B.M. a földi fejlődésről vallott nézeteinek azzal a részével, amely a fejlődés első, az élet megjelenése előtti szakaszát - amelyet KEDROV B.M. preorganikus szakasznak nevez - élesen szembeállitja az élet megjelenése utáni szakasszal. A második szakasz-véleménye sze-

rint - tisztán geológiai, az élet keletkezésének lehetőségét nem tartalmazza. Ma elfogadhatjuk azt a véleményt, hogy a földi " ... fejlődés szakaszosan, szinte ugrásokban történt. Lehet, hogy a biológiai evolúció eme szakaszai összefüggnek a geológiai történet szakaszaival."/6/ Tehát a geológiai és a biológiai fejlődést nem lehet elválasztani egymástól.

A mozgásformák kedrovi rendszerében található elágazódással kapcsolatban BUTAKOV A.A. megállapitja, hogy az elágazódás a természet legáltalánosabb fejlődéstörvénye. Az élettelen és az élő természetben is számtalan példáját találjuk. Ezek szorosan kapcsolódnak egymáshoz, és nem tekinthetjük elszigetelt jelenségnek. Az előzőekben megállapitottuk, hogy a geológiai és biológiai folyamatok között összefüggés van. Ha bolygónk fejlődésének alapvető szakaszait az élet fejlődésével együtt nézzük, és az igy kapott láncolatot összehasonlitjuk Kedrovnak a "megkettőződésre" vonatkozó elméletével, akkor világosan látszik, hogy az egymással összefüggő jelenségeket szétválasztotta. BUTAKOV A.A. szerint a geológiai mozgáson a magban, a köpenyben, a litoszférában, az atmoszférában és hidroszférában lejátszódó jelenségeket értjük. A Nap sugárzása és a Föld belső energiája közösen alakitották ki a Föld jelenlegi alakját és ez elősegitette az élet kialakulását.

Az élet a litoszféra, a hidroszféra és az atmoszféra találkozásánál alakult ki. A geológiai mozgás és a Nap energiájának a kölcsönhatása megteremtette az élet keletkezésének reális lehetőségét.

Az élet keletkezésének problémája még számos részletében nem tisztázott, BUTAKOV A.A. is foglalkozik az élet keletkezésének a problémájával, mivel a geológiai és a biológiai mozgás közötti kapcsolatot fontosnak tartja. BUTAKOV az élet keletkezésének kapcsán OPARIN elméletét fogadja el. Az élet keletkezésének[7] magyarázata a biokémiai kisérletek bizonyitékainak hatására napjainkban is állandóan újabb és újabb bizonyitékokkal gazdagodik. Az élet megjelenésével OPARIN és HALDANE századunk húszas éveiben foglalkoztak, és rámutattak arra, hogy az ősföldrajzi viszonyok alapvetően eltérnek a mai felszini viszonyoktól. Lényeges eltérés a légkör összetételében volt, hiányzott a molekuláris oxigén, másrészt nagyon sok hidrogéndús vegyületet tartalmazott, igy kétatomos hidrogén molekulát is.

Laboratóriumi kisérlettel 1953-ban STANLEY MILLER bebizonyitotta, hogy a redukáló kégkörben vizes fázis jelenlétében elektromos kisülések hatására biológiai fontosságú szerves savak keletkeznek, közöttük többféle aminosav is.

Igy alakult ki a biológiai fontosságú szerves vegyületek spontán keletkezésének, a kémiai evolúciónak természettudományosan bizonyitott egzakt képe.

A kémiai evolúció főbb lépcsőfokai a következők: A világegyetem leggyakoribb elemei a biogén elemek. Ezek az égitestek gázburkában, vagy kozmikus por felületén abszorbeálódtak. A világegyetemet átszelő sugárzások hatására reakcióba léptek és bonyolultabb 5-15 atomos vagy annál nagyobb molekulák jön-

József Attila Tudományegyetem Központi Könyvtára SZEGED

nek létre mint: hangyasav, metilalkohol, etilalkohol, cianoacetilén, acetaldehid, etán, propán, propil-aldehid stb, valamint néhány egyszerü gyürüs vegyület: benzol, toluol stb. A csillagászat ezen egyszerü vegyületeket tudta kimutatni a csillagközi por- és gázfelhőben, valamint kémiai analizis segitségével a Földre esett meteoritokban és a Földre hozott holdpor és kőzetmintákban.

A folyékony viz jelenlétében az emlitett vegyületek tovább reagálnak a vizzel és egymással is, igy sokféle szerves vegyület keletkezik. Elsősorban a biológiailag fontos szervessavak, cukrok, aminósavak, fehérjék és nuklein savak. A ciánpolimerekből viz hatására fehérje jellegü vegyületek, úgynevezett protenoidok keletkeznek. A protenoidok képesek összeállni mikroszkopikus strukturákká: membránokká, gömböcskékké, szálakká.

A folyékony viz jelenlétében a kémiai evolúció során kis molekulasúlyú szerves vegyületek, makromolekulák, mikroszkopikus strukturák alakulnak ki. Az ősvizek dús szerves tápanyagot tartalmaznak az élőrendszereknek. A kémiai evolúció és biológiai evolúció között van a prebiológiai evolúció, az élővé válás folyamata.

A chemoton elmélet alapján a biológiai fontosságú anyagok az ősi redukáló környezetben viszonylag gyorsan keletkeztek és a katalitikus reakciók enzimek jelenléte nélkül is viszonylag gyorsan játszódtak le számos természetes ásvány, de különösen az agyagásványok jelenlétében. Ezen kivül kimutatták a spontán keletkező fehérje jellegü vegyületeket is, hogy a biológiai

jellegü reakciókban katalitikus hatásúak.
E feltételek alapján megállapithatjuk, hogy az élet keletkezésének realis alapja van.

A chemoton-elmélet szempontjából fontos három alrendszer, az automatikus reakcióhálók, a kétdimenziós folyadék membránok és a kémiai információs rendszerek biogén keletkezését és müködését kisérletes bizonyitékok támasztják alá. A kisérleti eredmények már valójában a prebiológiai evolúciónak, magának az élővé válás folyamatának, az élő rendszerek önszerveződésének a lépcsőfokai. Ezek létezésétől és müködésétől az élő rendszerek megjelenése egyetlen lépés: ha ezek müködése összekapcsolódik, élő és evolúcióképes önreprodukáló rendszer, a chemoton jön létre.

A geológiai és biológiai folyamatok nagyon szoros kapcsolatot alkotnak. Szakaszaik egymás feltételei, mivel minden mozgásforma szerves egységet alkot. A geológiai mozgásforma a mechanikai, a fizikai és a kémiai formán kivül a biológiai formát is tartalmazza.

Az élőlények és környezetük közti összefüggést nem meriti ki az a kapcsolat, hogy az élőlény függ a környezetétől. Az élőlény is visszahat a környezetére a szerves erdetü kőzetek anyagával, igy pl: mészkőképződéssel. Hasonlóan fontos az élőlények szerepe a barnavasérc, a mangántelepek, vagy a szén és a kőolaj képződésében. A geológiai mozgás megismerésében is fontos szerepe van a kövületeknek.

Az élőlények nagy tömegü elterjedésére hatnak a geológiai

folyamatok, de az utóbbiakra is visszahatnak az előzők: a kölcsönös egymásra hatás vitathatatlan. Az élettelen természet fejlődésével a Föld kialakulása után létrejöttek azok a feltételek, amelyek lehetővé tették az élet megjelenését; ezt követően az élő és élettelen természet egymással kölcsönhatásban fejlődött úgy, hogy a biológiai folyamatok is hatottak a geológiai változásokra, illetve megforditva:a természeti környezet, a geológiai változások szintén hatást gyakoroltak a biológiai evolúcióra. Az ősi anaerob autotróf szervezetek anyagcsere folyamatainak eredményeként széndioxid került a levegőbe, ezzel nyitva állt az út olyan szervezetek evolúciója felé, amelyek a szerves vegyületek felépitéséhez széndioxidot használnak fel. Ezek az élőlények a zöldnövények, amelyek fotoszintetizálnak és végtermékként szabad oxigént juttatnak a levegőbe, ami lehetővé tette a sejtlégzést, az pedig a fejlettebb élőlények kialakulását.

Az elmondottak alapján B.M. KEDROVNAK a geológiai mozgásról alkotott nézeteiből elfogadhatjuk azt, hogy a geológiai mozgás az anyagnak egy önálló, alapvető mozgásformája. Nem lehet egyetérteni viszont azzal, hogy a kémiai mozgásforma után kialakuló geológiai és biológiai mozgásforma kapcsolatában csak a geológiai környezeti feltételek szerepét hangsúlyozza, a biológiai folyamatok hatását a környezetre nem tartja jelentősnek. A geológiai és biológiai folyamatok ilyen fajta elválasztása azért nem indokolt, mert a geológiai mozgásnak az élőlényekre gyakorolt hatása nem mindig közvetlen, hanem a meg-

változott körülmények hatására az élőlények életfolyamatai átalakulnak, és ezek visszahatnak a környezetre. Megváltoztatják a légkört, a kéreg, vagy viz adottságait. Az élőlények a környezetükből anyagot, energiát vesznek fel, ezt beépitik a szervezetükbe. Igy az anyagcserével a környezeti változások beépülnek az élőlények szervezetébe, tehát az élőlényt megváltoztatja a környezetének a változása. Közben a megváltozott élőlény is visszahat a környezetére, a légkörre, a talajra, a geológiai folyamatokra. De oly módon is, hogy nagytömegü elterjedésükkel, elhalt vázuk anyagával üledékes kőzeteket alkotnak. Ez utóbbi példával is jól szemléltethető a két mozgásforma kölcsönhatása. Az élőlények nagytömegü elterjedéséhez kedvező környezeti tényezőkre van szükség; jól ismert például a ciklusos naptevékenység, az időjárás és a járványok közötti kapcsolat. A biológiai fejlődés szakaszossága és a környezeti változások szakaszai közötti összefüggést jól példázza az élőlények változásának az a tipusa, amit LICSKOV "élethullámoknak" nevezett el, ezek egy tektonikus ciklusnak felelnek meg. Valószinü, az "élethullámok" létezését CUVIER vette észre először. Tanitását úgy értelmezték, mint az újrateremtés mechanisztikus elméletét.

Az élőlények egyik csoportjának tömeges kipusztulása, a megváltozott körülmények miatt, lehetőséget adott más csoportoknak a gyors fejlődésre. CUVIER is az élőlények elterjedéséről beszélt. Elképzelésében nem volt helyes a katasztrófa elmélet felnagyitása, lényeges viszont az élőlények alkalmazko-

dó képességének az értelmezése.
Ez azért fontos, mert "CUVIER-nek a szerves világ általános fejlődésére vonatkozó nézeteiben egy racionális oldal is volt, amelyet a tiszta evolúcionizmus képviselői nem vettek figyelembe."

" ... úgy gondoljuk, hogy a modern darwinizmusnak a CUVIER tanitásában található valamennyi pozitiv oldalt tartalmaznia kell. Ez annak elismerését jelenti, hogy a természetes kiválasztódás és a létért folytatott harc különbözőképpen jelenik meg az "élethullámok" különböző /LICSKOV szerint jégkorszaki, mérsékelt és xerotermikus/ szakaszaiban."/9/

Az élőlény és a környezete közti kapcsolatot nem meritik ki azok a kapcsolatok, amelyben az élőlény a környezetétől függ. A "megkettőződésre" vonatkozó elméletben B.M. KEDROV - véleményem szerint - szétválasztja az összefüggő földi geológiai változások két szakaszát, amikor az előszakaszt preorganikusnak nevezi, azért, mert ebben a szakaszban még kialakulhatott az élet. A második szakaszt, amelyben már nem alakulhat ki az élet, geológiai szakasznak tartja.

A.A. BUTAKOV véleményét a kérdés kapcsán úgy fogalmazta meg, hogy " ... mechanikai, fizikai, kémiai és /részben/ biológiai folyamatok úgynevezett"összessége" nem más, mint a kölcsönhatás különleges tipusa."/10/ Szerinte a geológiai mozgás az anyag önálló mozgásformája. Elismerte azt is, hogy a geológiára is jellemző a történetiség. Elfogadja FJODOROVNAK és RUTKEVICSNEK azt az álláspontját, hogy geológiai mozgás-

forma önálló mozgásforma, másrészt " a biológiai mozgásforma nem tartalmazza oldalhajtásként"/11/, ezért nem alkalmazhatók rá az alapvető mozgásformák követelményei. Igy a geológiai mozgás BUTAKOV szerint az élő és élettelen határán lévő "transzformáló berendezés". Nem fogadhatjuk el véleményének ezt a részét, igaz az, hogy a biológiai jelenségek nem érthetők meg fizikai és kémiai ismeretek nélkül. De a geológiai törvényszerüségek ismerete nélkül sem érthetjük meg az élőlényeket, mert az élőlények már kis területen belül is lényeges eltérést mutatnak a földrajzi körülmények különbségei miatt. E törvényszerüségek ismerete nélkül a biológiai jelenségeket nem lehetne pontosan megismerni. Nézetünk szerint az élőlények a megváltozott életjelenségeken keresztül tartalmazzák a geológiai folyamatokat, a megváltozott fizikai, kémiai és biológiai jelenségekből következtetnek vissza a kutatók a régebbi korok állapotára.

2. A geológiai mozgásforma értelmezései

A földkéreg keletkezésének és fejlődésének törvényeit a geológia vizsgálja. A geológiai folyamatok fontosak az élő anyag kialakulásában, valamint a társadalom életében is. A társadalom fejlődése meggyorsitotta a geológiai kutatásokat. A geológiai folyamatok vizsgálata felvetette a földkéreg fejlődéstörvényei általánositásának a kérdését. A vizsgált problémák filozófiai kérdéseket érintettek, igy:

1. önálló mozgásforma-e a geológiai mozgás?
2. ENGELS miért nem különitette el ezt a formát?
3. milyen kritériumai vannak az új formák kiválasztásának?
4. ha önálló mozgásformaként létezik a geológiai mozgás, akkor milyen helyet foglal el a többi mozgásformák között?
5. ha önálló mozgásforma, akkor mik a sajátosságai, mi az anyagi hordozója?

A kérdésekre adott válaszok alapján két szélsőséges álláspont különithető el: vannak,akik tagadják /pl. FJODOROV és RUTKEVICS/ azt, hogy a geológiai folyamatok külön mozgásformáját alkotják az anyagnak; a másik csoport /BUTAKOV, KEDROV, POSZPELOV, SANCER, VISZOVCKIJ és mások/ pedig úgy foglalnak állást, hogy létezik az anyagnak önálló geológiai mozgásformája.

E kérdésekre adott válaszok értékelésében segitséget adnak a geológiai folyamatokra érvényes elvi fontosságú elméletek, például SZTAROVNAK a litogenezis elmélete és az újabban kialakult lemeztektonikai elmélet. A lemeztektonika " ... a Föld történetének eseményeire, a folyamatok összefüggésére és okaira egységes magyarázatot ad, mely a régebben megfigyelt jelenségekkel összhangban van."/12/

A geológiai mozgásforma anyagi hordozójának a szerzők egy része az egész bolygót tartotta. BUTAKOV szerint "a geológiai mozgás, azaz a Föld magjában, köpenyében, a litoszférában és

az atmoszférában végbemenő folyamatok összessége."/13/

A geológiai mozgást a gravitációs vonzás és a hőmozgásból eredő taszitás eredője tartja fenn. Belső forrása a rádioaktiv bomlás zárt térben, amikor is az energia hővé alakul. A hő forrása ezen kivül még a Nap sugárzása is, és bizonyos körülmények között a gravitációs összehúzódás.

A földkéreg folyamatainak törvényszerüségei ilymódon az elemek vándorlásai, a földkéreg diszlokációja, a kontinensek vándorlásai, a litoszféralemezek mozgása, a magma felemelkedése és körforgása, az izostatikus kiegyenlitő mozgások - tehát a Föld belső erőinek a törvényei. Jelentősek a földfelszint pusztitó exogén folyamatok törvényszerüségei is.

A geológiai folyamatokban szerepet kapó fizikai és kémiai folyamatokat a geológiai mozgásforma törvényei szabályozzák. Hasonlóan ahhoz, ahogyan a biológiai folyamatok, jóllehet fizikai és kémiai részfolyamatokat is magában foglalnak, mégsem ezek mechanikus összege, hanem egy magasabbrendü mozgásforma megnyilvánulásai.

FJODOROV tagadja a geológiai mozgás önállóságát, véleménye szerint az atmoszféra és az óceán jelenségei nem tartoznek a geológiai mozgásba./14/ Önálló mozgásnak tartja a "plasma", a csillag jelenséget, ezekben a mozgásokban a fizikai törvények uralkodnak, és a fizikai mozgásformának egyik megjelenési formája.

I.V. NAZAROV azért nem ismeri fel a geológiai mozgást önálló mozgásformaként, mert nem ismeri el a geológiai speciális

törvényszerüségek létezését. Ugy véli, hogy a geológia egy egész sor mozgásformát tanulmányoz. Kritikájában nem fogadja el, hogy az exogén és az endogén folyamatok közti ellentét a geológiai jelenségek közti alapvető ellentét. A tektonikus és a geomorfológiai folyamatokat vizsgálva NAZAROV logikailag helytelen következtetésre jut: "Minden alapvető geológiai folyamatnek van fizikai, kémiai vagy biológiai lényege." NAZAROV a geológiai folyamatokat egymástól függetlenül, nem összefüggésükben vizsgálja, és a többi mozgásformához viszonyitott helyét és szerepét is figyelmen kivül hagyja. Az összes természeti folyamatot a geológiai mozgásba kapcsolja, de nem vizsgálja fejlődésüket, a végbemenő minőségi változásokat, az ellentétek és a törvények keletkezését, nem választja ki az alapvető és nem alapvető ellentéteket,a külső és a belső ellentmondásokat. Megfeledkezik a geológiai folyamatok egységének és összességének dialektikájáról.

A természeti földrajz bizonyos értelemben szélesebb érvényességi körü törvényszerüséget tár fel, mint a geológia, SZAMOLJOV ezért felvetette azt, hogy létezik önálló földrajzi mozgásforma. ZABELIN véleménye a földrajzi héj atmoszférájából, hidroszférából és litoszférából áll, melyek a természeti jelenségeket alkotják. A szervetlen természet fejlődésének eredményeként megjelent az élet. A földrajzi burok az élet megjelenésének, fejlődésének a szférája. ZABELINTÓL ered a pontosabb elnevezése: a Föld biogeoszférája./15/ Stukturája egyre bonyolultabbá, önállóbbá vált. A szerkezet önálló,

egyre egységesebb természeti alakulattá lett. A napsugárzás szerepe a környezeti tényezők hatására megnőtt, és a felszin alakitásában is jelentőssé vált.

A geológiai mozgás önállóságát tagadók sem állitják azt, hogy e folyamatok pusztán fizikai vagy kémiai folyamatokra vezethetők vissza. Szerintük a geológia tudománya nem külön mozgásformát tanulmányoz, hanem a mozgásformák sajátos összességét. Amikor ezt állitják, elfeledkeznek a mennyiségi változások minőségi változásba történő átcsapás törvényének az érvényességéről. Az adott mennyiség mértékhatárát ha átlépjük, új minőségbe lépünk át. Ha az endogén és az exogén folyamatokat mechanikai, fizikai és kémiai folyamatokra vezetjük vissza, akkor a geológiai folyamatok tagadásához jutunk. Ez az álláspont sokáig uralkodott a geológiában, ezért alapjában véve leiró jellegü tudomány volt.

Az ismeretek fejlődése alapján megállapithatjuk, hogy a mechanikai, a fizikai és részben a kémiai folyamatok összessége nem más, mint az összefüggések különleges tipusa. A geológiai mozgás specifikus törvényeinek van alávetve, amely más törvényekre nem vezethető vissza. A geológiai mozgásnak van speciális anyagi hordozója, amely sajátos strukturával rendelkezik, kölcsönhatását sajátos törvényszerüségek és összefüggések jellemzik.

A Földhöz hasonló tipusú bolygókra jellemző a geológiai mozgás; a különböző bolygókon a folyamatok sajátosak, de általános törvényei ugyanolyanok, mint a Földön. Az emberek

szempontjából a geológiai mozgás alapvető, mert az kapcsolatban van a biológiai mozgással, de nem része annak. Az élet kialakulása a geológiai mozgás egy bizonyos szakaszában kötött, mert a bioszféra kialakulása az anyag fejlődésének egy bizonyos fokán ment végbe. Az anyag fejlődése csak úgy érthető meg, ha a földkéreg kialakulásához vezető, a kéreg változásaiban megnyilvánuló geológiai folyamatokat figyelembe vesszük.

3. A geológia objektuma a természet fejlődésének különleges lépcsőfoka

a./ A geológia önálló tudománnyá válásának története

A felszin anyagának a megismerése a geológia fejlődésével mind mélyebb lett. Mind több és több jelenséget ismertek meg, ez elősegitette a geológiai jelenségek lényegének a feltárását és azt, hogy megtalálják a geológiai mozgás helyét a természet rendszerében.

A geológia a XVIII. század közepétől vált önálló természettudománnyá. A geológia fejlődésének három nagy szakaszát különböztetjük meg:

1./ Az egységes, osztatlan tudomány időszaka /a XVIII. század - XIX. század közepe/,

2./ Az analitikus időszak, amikor a geológia egyes ágai kialakulnak, alapvetően a leiró jelleg jellemzi /a XIX. század közepe - a XX. század/,

3./ A szintetizáló időszaka, amikor a geológiai ismeretek

egységes elméletté egyesülnek /a XX. század második fele/.

A geológiai ismeretek az ókortól kezdve fokozatosan fejlődtek, de a kezdeti megfigyelések hosszú ideig magánosak voltak. Csak az európai gépgyártás fejlődése és különösen a gőzgép tökéletesedése után, amikor ugrásszerüen megnőtt a fémek és a szén iránti igény, fejlődött gyorsabban a kutatás. Elkezdődött a régi lelőhelyek feltárása és az új lelőhelyek felkutatása. Hatalmas ismeretanyag halmozódott fel a kutatások felgyorsulása után a geológiában, elsősorban az iparilag fejlettebb országban, Angliában. A felszaporodott hatalmas anyagot legnagyobb részt LYELL angol tudós dolgozza fel, aki továbbfejleszti a megelőző korok ismereteit a földfelszin hosszú időtartama alatt végbemenő, állandó változásairól. A földkéreg, ásványi anyagok most már mint történelmi képződmények szerepelnek, amelyek a viz, a belső és a külső erők, valamint a szerves-világ hatására jöttek létre. A geológiai folyamatok okait a ma is tapasztalható jelenségekben látja, bebizonyitja, hogy a katasztrófákról szóló elméletek nem állják meg a helyüket, ellentmondanak a geológiai tényeknek.

A fejlődés második szakaszában az ismeretek differenciálódnak, újabb és újabb tudományágak alakulnak ki. Ez a folyamat a gyakorlatnak is megfelel, mert egyre újabb ásványkincs lelőhelyet kellett feltárni. A folyamat során az egyes részjelenségeket alaposan megismerték és a Föld ismeretlen területeit is feltárták. Mivel azonban a különálló részismeretekből nehezebb az egészre következtetni, ezért leegyszerüsitett, egy-

oldalúbb, általánosabb képhez jutottak, mint a későbbi korok kutatói.

A geológiai kutatásokban a XIX. század elejétől fokozatosan használják fel a kémiai és fizikai módszereket, igy a különböző tudományágak fejlődése felgyorsult. A geológiai kutatások közvetlen tárgya továbbra is a földkéreg maradt. A különböző segédtudományok segitségével sokkal mélyebben, pontosabban, sokoldalúbban és változatosabb módszerekkel lehetett a kutatásokat folytatni, igy a tudományos fejlődés hatására a geológia tárgya kiszélesedik. A geológia a földkéreg tanulmányozása közben keletkezett, fejlődött és specializálódott. Az empirikus megalapozás jó kiindulópontot jelentett a geológia tárgyának a vizsgálatához.

b./ A különleges anyagfajta, a geológiai anyag fogalmának meghatározása

A földkéreg bonyolult, összetett képződmény, amelyben sokféle mozgásforma fedezhető fel, amelyeket a fizika, a kémia, a biológia és más tudományok vizsgálnak. Fontos kérdés azonban, hogy mi a geológiai, a geológia által vizsgált objektumokban a specifikus, amely csak rá jellemző. Van-e geológiai strukturális szintje az anyagnak?

A földkéreg összetétele, felépitése, mozgása, fejlődése kapcsolatban lehet azzal, hogy összegeződik benne a szilárd, a folyékony és a gáz halmazállapot, mivel szoros kapcsolatban,

egyszerre vannak jelen, és ezért átalakulhatnak egymásba. Az anyag emlitett szintjei, fázis állapotai, a földkéreg minőségi sajátosságának alapját és feltételeit képezik, együtt léteznek, kapcsolatban vannak, magasabb szintü strukturává és mozgásokká szerveződnek.

A kontinensek és az óceáni fenéklemez a földkéreg fő strukturális elemei, melyek különleges kihült térhullámok. A kontinensek és az óceáni fenéklemez másodrendü hullámokkal bonyolódott, ezek pedig a harmadrendüekkel. A földkéreg egy sor egymásra fektetett csökkenő hosszúságú térhullámból áll. Ezek anyagának belső felépitése különbözik energiájukban, mozgásukban és egyéb tulajdonságukban. A jelenségek arra utalnak, hogy a földkéreg saját mozgásának az eredménye, nem pedig külső erők hatására jön létre. A földkéreg specifikus mozgásai a strukturától függenek./16/

A struktura és mozgás dialektikus kapcsolata az anyag és a mozgás egységes elvében konkretizálódik. Mint már emlitettük, a geológia jelenségei fizikai, kémiai, ásványtani és egyéb mozgások együttesei. Az alapvető mozgás bármelyik lehet közülük. A kéreg fejlődésének okait kutatva megállapithatjuk azt, hogy több kölcsönhatás alakitotta az anyagának a viselkedését. A létrejött alakzatok, mozgások, kölcsönhatások eredeti tulajdonságait annál nehezebb felismerni, minél többféle kölcsönhatás eredményeként jöttek létre. A Föld és általában a bolygók felszine a légkörrel kölcsönhatásban fejlődött. A kéreg kőzeteit ismerjük a Földön és a Holdon, igy meglehető-

sen jól tudjuk azt, hogy a Föld tipusú bolygók miből épülnek fel. A Hold kőzetek bazaltos kőzetek, némely meteor anyagával is hasonlóságot mutatnak. A Föld tipusú bolygók felszine asszimetrikus, egyes helyeken kráterek, máshol sikságok az uralkodók. A bolygók felszine arról árulkodik, hogy hasonló jelenségek játszódtak le mindegyiken. A felszinük rétegezett, először a kráterek alakulnak ki, majd ezután a nagy medencék, végül a medencéket kitöltötte a vulkánosság. A bolygók kialakulása után 1-1,5 milliárd évvel kialakult jelenlegi felszinük, ami azóta keveset változott.

A Föld felszinén is találhatók kráterek, de ezek csak különleges esetekben, elsősorban müholdas felvételek segitségével ismerhetők fel. A Föld azért különbözik a többi Föld tipusú bolygótól, mert felszinén folyékony viz van, amit különleges helyzetének köszönhet. A viz folyékony halmazállapotát két feltétel biztositja: egyrészt a megfelelő nagyságú gravitáció, másrészt a kedvező hőmérséklet. A viz a felszin dinamizmusát tette lehetővé, ezzel a felszin fejlődését erősen befolyásolta. Meghatározza és létrehozza a földkéreg mechanizmusának alapvető jelenségeit, még a vulkánosságot is befolyásolja.

A földtörténet során kialakuló folyóvizek tevékenységének eredményeként jönnek létre az üledékes kőzetek, nélkülük nem lehet elképzelni a geológiai mozgást, a lemeztektonikát.
A viz halmazállapot változásai erős hatást gyakorolnak a földi fejlődésre. A viz a geológiai folyamatok valóságos motorja,

ezért a Föld fejlődésében felbecsülhetetlen a jelentősége, mert a kőzetek átalakulását, mozgását és felhalmozását tette lehetővé.

Az eddig elmondattakból következik, hogy a geológiai mozgás sajátossága a hidroszféra létezésen alapszik. A hidroszféra kialakulása után a felszin átalakulásának addig nem létező, új formái alakultak ki, megjelentek az üledékes kőzetek, köztük az agyagásványok, melyek a földkéreg nagy tábláinak mozgását tették lehetővé. A külső és belső erők kölcsönhatása bonyolultabbá vált a hidroszféra kialakulása után, a geológiai mozgásnak különböző formái jelennek meg, a meglévők is módosulnak. A mozgás különböző elemei egymással rendezett, szoros kapcsolatban és kölcsönhatásban vannak. Az anyag és a mozgás kapcsolatát fejezi ki a geológiában az aktualizmus elve, amely azt mondja ki, hogy a földkéregre mindig azok a mozgások voltak a jellemzők, melyek ma is tapasztalhatók, mert ez a kéreg saját mozgásformája, aminek köszönheti keletkezését és fejlődését.

c./ A geológiai anyagfajta és mozgásforma történeti kialakulása

A kéreg mozgásformájának és kapcsolatainak vizsgálatánál túl kell lépni a geológiai mozgás határain. Az anyag mozgásformáinak genetikai rendszerezésénél az anyag fejlődésének menetét kell követni.

ENGELS az anyag fejlődésének evolúcióját LAPLACE elméle-

te alapján képzelte el. A tudomány fejlődése következtében az anyag fejlődését ma már a következőképpen lehet elgondolni:

A világteret fénysugarak járják be. A fotonokból van a legtöbb a világegyetemben. A fotonok többsége nem a csillagokból származik, hanem az univerzumnak abból az állapotából, amikor még nem léteztek szilárd felületü égitestek, kristályok, atomok, elemi részecskék, protonok és elektronok sem voltak a mai formájukban.

Az ősi alaktalan kavargást GAMOW ylemnek, AMBARCUMJAN presztelláris anyagnak nevezi, ezt az állapotot tekintik az univerzum hajnalának. Az anyag fejlődését innét figyelemmel kisérve a kezdeti időszakról megállapitották, hogy a mozgás volt túlsúlyban a tömegvonzás felett, ezért az ylem robbanásszerüen kitágult. Az ősrobbanás utáni világmindenség tágulását, ha időben visszafelé követjük, azt tapasztaljuk, hogy a tágulás annál gyorsabb, minél kisebb térfogatra összpontosul a tömeg. A világmindenség 10 milliárd éve olyan állapotban volt, hogy gyakorlatilag egy pontra koncentrálódott. Az ősrobbanás időpontjában végtelen nagy volt az anyag sürüsége. A tágulás után az anyag hőmérséklete csökkent, belőle anyagi részek váltak ki. Ebben az időben az anyagra a nagyon gyors változás a jellemző, két szimmetrikus változási folyamat játszódott le. Az elektronok ütköznek a pozitronokkal és két fotont, gamma sugárzást hoznak létre. Másrészt két gamma foton ütközik és párkeltéssel elektron és pozitron jön létre. Az atommagok ilyen magas hőmérsékleten nem jöhetnek létre, mert

túlságosan sok nagy energiájú foton van jelen, és ezek szétromboljják a keletkező összetett magokat. A protonok és neutronok aránya végül is megállapodik, egy meghatározott végső értéknél, a világegyetemben 85 % proton és 15 % neutron van jelen. Ennek az aránynak a kialakulásához az idő előrehaladtával tágulásra és hőmérséklet csökkenésre van szükség. Az alacsonyabb hőmérsékleten az atommagok is létrejöhetnek, 15 % neutron 15 % protonnal egyesülve héliumot alkot, amely súlyszerint az atomos anyag 30 %-át teszi ki, ezenkivül kialakul még deutérium is. A világegyetem fejlődésének korai időszakában a kozmikus ősanyag 70 % protont vagyis hidrogén atommagot és 30 % alfa részecskét, vagyis hélium atommagot tartalmaz. A nagy energiájú fotonok veszitenek energiájukból és a tágulás során hullámhosszuk nő, frekvenciájuk csökken. Nem gammasugárzás formájában, hanem nagyobb hullámhosszú rádiosugárzás formájában figyelhetjük meg. A foton maradvány sugárzást sikerült észlelni, de a neutrinok észlelése a jelenlegi méréstechnikával nem keresztülvihető. A rádiohéttérsugárzásra vonatkozó megfigyelési adatok szerint a nagy térfogatokban az anyag eloszlása rendkivül egyenletes, a kisebb tartományokban anyagsürüsödéseket találunk. A világegyetemben az anyag eloszlása majdnem homogén. Amikor a tágulás és hülés során a hőmérséklet 4000 K^{o} alá süllyedt, a világegyetem minden jellemző mérete a jelenleginek 1/400-ad része volt, a protonok és az elektronok semleges hidrogén atomokká egyesültek, az alacsonyabb hőmérsékleten az ionizáció már nem maradt fennt. Amikor az elektronok

szabadok voltak, szoros kölcsönhatásban álltak a fotonokkal, ezért nem tudtak egy helyre koncentrálódni. A proton felhők elektrosztatikusan kapcsolódtak az elektronfelhőkhöz, ezért nem tudtak elmozdulni tőlük. Ezért a sürüsödés nem nőtt, az anyag eloszlását a fotonokkal való kölcsönhatás szabta meg. Amikor kialakultak a semleges hidrogén atomok, a fotonokkal való kölcsönhatás már elhanyagolható. Az atomos szerkezetü anyag függetlenné vált a fotonoktól. A fotonok és az atomok egymástól független gázt alkotnak, egymáson szabadon áthatolnak, lényegileg kölcsönhatás nélkül töltik ki a teret. A fotonok szabadon töltik ki a teret, és a jelenleg is megfigyelhető háttérsugárzást adják. Az atomos anyag, miután a fotonokkal való kölcsönhatását elveszitette, kizárólag a gravitáció hatása alatt marad, a sürüség ingadozások,a gravitációs instabilitás következtében erőteljes növekedésnek indul. Az atomos anyag nyomása elhanyagolható, ezért a gravitációs összehúzódás igen gyors, roskadásszerü, az összehúzódási sebességek túllépik a hangsebességet. A sürüsödés eleinte egyenletes, a sebességgel és a távolsággal arányos, később lökéshullámok alakulnak ki, ezekben a nyomás igen magas, a részecskék igen erőteljesen ütköznek.

Az ingadozások irány és fázis szerint véletlen elosztásúak, de méret szerint kis kiterjedésü ingadozás nem lehet közöttük a fotonokkal korábban fennállt kapcsolat miatt. A lökéshullámok ott alakultak ki, ahol a zavarok és az ingadozások elég nagy méretüek. Az összehúzódás nem valószinü, hogy a tér

három irányában egyforma erős, valószinü, hogy van egy megkülönböztetett tengely, amely mentén az összehúzódás leghamarabb bekövetkezik. Általában lapostestek kialakulása valószinü. Az ilyen ősköd képződményekből alakultak ki galaxis halmazok. A sürüsödéseket az jellemzi, hogy a középső síkon olyan részecskék helyezkednek el, amelyek egyenlő sebességgel haladnak a pályák mentén. Erre a rétegre rázuhan és beleütközik a következő fölötte lévő réteg. Az egyenletesen összenyomott rétegben megnő a nyomás, de a hőmérséklet nem emelkedik magasra. A belső rétegre rázúduló részben az összeütközés miatt magas hőmérséklet és lökéshullám alakul ki. A fiatal protohalmazoknak két fővonása van: az <u>első</u> az, hogy lapultak, <u>második</u> pedig az,hogy hőmérsékletükre sajátos forditott hőmérsékleti eloszlás jellemző.

A sürüség ingadozások, ha azok 0,001 nagyságúak, akkor kb. milliárd év alatt alakulnak ki. A belőlük hozzánk érkező fény 5-10-szeres relativ hullám növekedést /vöröseltolódást/ mutat, vagyis a világegyetem a protohalmazok kialakulásának idején 5-10-szeresen összehúzódottabb állapotban volt, mint ma. A világegyetem mai strukturáltságát darabolódás eredményének tekintik. Először nagy 10^{14}- 10^{15} M /száz-ezerbillió Naptömeg/ tömegü gázfelhők alakultak ki, ezek több lépésben egymás után feldarabolódtak galaxisokká, csillaghalmazokká és csillagokká. A forró univerzum elmélet szerint először a nagystrukturális elemek alakultak ki meghatározott tömegekkel, ezekből kifejlődött lépcsős feldarabolódással a világegyetem jelenlegi formá-

ja.

A galaxisokban a középső hideganyag tömörült, mig a külső részben a melegebb hőmérséklet, és az alacsonyabb sürüség nem kedvezett a gravitációs összehúzódásnak, a forró gáz gravitációsan kötve maradt a halmazhoz, de nem alkot csillagokat. A fenti elméletet a megfigyelések is alátámasztják, pl. a coma halmazban kiterjedt röntgensugárzást figyeltek meg, ez a sugárzás nagy forró gáz halmazból származik, amely nem tudott galaxissá vagy csillagokká sürüsödni. A protohalmazokban kialakuló lökéshullám a valószinü oka a galaxisok forgó mozgásának. A galaxisok forgását az eddigi elméletek nem tudták megmagyarázni. A gravitációs instabilitás elmélete szerint az anyag mozgását gravitációs erők határozzák meg, de ezek nem hoznak létre forgó mozgást. HELMHOLTZ és KELVIN hidrodinamikai elmélete szerint a folyadékokban nem jön létre örvény a gravitáció hatására. A lökéshullámok keletkezése után már a HELMHOLTZ-KELVIN-tétel feltételei nem érvényesülnek, és igy az örvények kialakulhatnak. A lökéshullámokra épülő elképzeléssel megmagyarázhatók a kozmikus örvények. Igy a galaxisok forgásának a magyarázata a gravitációs instabilitás elméletén belül történt.

A galaxisok közt a mozgás az uralkodó, igy mind távolabb és távolabb kerülnek egymástól és szétszóródnak. A galaxisokban a gravitáció az uralkodó, hatására az összehúzódó hidrogén sürüsödik.

A hidrogén gömb átmérője a tömegvonzás következtében egy-

re emelkedik, egy idő múlva saját fénye lesz. Amikor a csillag hőmérséklete egy millió fok lesz, lehetővé teszi, hogy két hidrogén atommag megközelitse egymást, az erős kölcsönhatás eredményeként az atommagok fúziója bekövetkezik. Ezt a fúziót még legyőzi a mozgás, de a protonok ütközése során kialakul a rádioaktiv kölcsönhatás, ami lehetővé teszi azt, hogy az első fúziót kövesse a többi, és a hidrogénből új elem, a hélium képződik. Az alaktalan anyag szétszóródását,az elemi részekre hullását a felépülés, az összetett strukturák kialakulásának időszaka követi. A csillagok belsejében az elemi részek atomokká szerveződnek. A protonok egyesülése mellett meleg és fény termelődik. A folyamatot a rádioaktivitás szabályozza, igy az évmilliárdokig is eltarthat. Az óriás csillagok élete nem tarthat évmilliárdokig, mert gravitációs tere túl sok hidrogént halmozott össze. A hatalmas gravitáció miatt a csillagrétegek zuhanása magasabb hőfokra heviti a csillagot, igy a hidrogén rohamosabban ég el. Ilyenkor a hidrogén után a hélium is lángralobban, szénné, mésszé, magnéziummá fúzionál. Egyre nehezebb és nehezebb atomok jönnek létre, a széntől a vasig. A csillagok belsejében a hőmérséklet egyre nő, a vasból ólom és arany lesz, higany és uránium. Amikor az energiakészlet kimerül, az anyag a gravitáció következtében összezsugorodik, és létét csak a gravitációs tere árulja el, ezzel az atomok fejlődése bezárul. A katasztrófát az anyag egy kis része elkerüli azzal, hogy az összeomlás energiáját megcsapolva kitör a világtérbe. A kidobott felhő

ragyogása egy milliárd Napot felülmúl, ez a szupernova-kitörés. A kitörés eredménye az, hogy az óriás belsejében kialakult atomok - széntől az urániumig - szétszóródnak a világmindenségben. A csillagok között úszó hidrogén felhők beszennyeződnek a periodusos rendszer valamennyi kémiai elemével, amelyből új csillag nemzedékek képződnek. A csillagok felszínén a hőmérséklet több ezer fok, mig a belsejükben több millió fokon izzik az anyag. A magas hőmérsékleten erős mozgás következtében bonyolultabb strukturák nem tudnak kialakulni. Az alacsonyabb hőmérsékletü helyeken, ahol a mozgás már gyengébb, az összeütköző atomok elektronburkai egymásba hatolnak, az elektronpályák eltorzulnak, és ha az ütközési energiát elsugározzák, akkor a torzulás állandósul. Az elektromos kölcsönhatás az elektronfelhőket összetartja, igy az atomokból molekulák épülnek fel, az elemekből vegyületek. Ezzel megindulnak a kémiai folyamatok.

A csillagok belsejéből kikerülő anyag porszemcsékké, kődarabokká, szilárd égitestekké áll össze. A lehülés befagyasztja a kémiai változásokat, a molekulák kristálytömböket alkotnak. A világtérben a hideganyag atomrácsok rendszerébe záródva sodródik. A hosszan izzó csillagok sugárzása felolvasztja a környezetét. Ha a csillag állandó fénye csak fellangyositja a bolygót, és nem bontja meg a kémiai elemeket, a hőmozgás elegendő a változatos atom kapcsolatok felépitésére. Ilyen körülmények jellemzőek a kialakuló Nap-rendszerben is, amelynek kialakulásában és fejlődésében is jelentős szerepet töltött be

a vonzás és a taszitás. A Nap és a Föld keletkezése része az Univerzum fejlődésének.

A Napot születése idején gázfelhő vette körül, ezt a gravitáció az asztrális gázfelhő körül tartotta. A Nap gázfelhője saját gravitációjától összehúzódott, hátrahagyta azokat a gázrészeket, amelyek elég gyorsan mozogtak ahhoz, hogy saját haladó mozgásuk következtében kör vagy majdnem köralakú pályára kerültek. A gravitáció az összes gázatomokat a centrális gázfelhő körül tartja, ezek úgy keringenek körülötte, mint miniatür bolygók. A központi gázfelhő addig húzódik össze, mig hőmérséklete a kritikus 11 millió fokot el nem éri, ami a termonukleáris reakció megindulásához szükséges. Az összehúzódásnak ez a stádiuma jelzi a Nap születését. A Napot környező gázfelhő összehúzódásából jöttek létre a bolygók. Valószinü, a Hold és a bolygók holdjai is igy keletkeztek az egyes bolygók körüli anyagok koncentrálódásából.

Felvetődik az a kérdés, ha a Nap és a bolygók ugyanúgy keletkeztek a gázfelhő összehúzódásából, akkor mi a különbség köztük? A válasz a tömegükkel kapcsolatos. Ha felhőnk tömege elég nagy, a hőmérséklet eléri a 11 millió fokot, akkor a nukleáris reakció megindul és csillag születik. Ha a felhő kicsi, a hőmérséklet nem éri el a kritikus értéket, igy az összesürüsödött belső nukleáris energia nélküli élettelen test marad, vagyis bolygóvá válik.

A Naprendszer bolygóinak alakját a gravitációs erőtér határozza meg, tehát gömbalakúak. A tengelyforgásból származó

hengerszimmetria erre rakódik rá, ez okozza a bolygók lapultságát. A szilárd és folyékony anyag a két erőhatás következtében öveket alkot a bolygók belsejében. A légkör elrendezésébe a mágneses tér is beleszól. A földi légkör nemcsak semleges gázokból, hanem plazmából is áll. A Föld mágneses tere a plazmát vastag héjakba rendezi a bolygó köré.

A bolygókat két nagy csoportba osztályozzák tulajdonságaik alapján, az úgynevezett Föld és Jupiter tipusú bolygókra.

A Föld tipusú bolygókat a nagy anyagsürüség és a kis átmérő jellemzi. Anyagukban eltérően a központi égitesttől, amely többségében hidrogénből és a más csillagokból kikerült anyagokból jött létre, a Föld tipusú bolygók az óriás csillagok által kidobott anyagokból jöttek létre, amelyek legalább kétszer estek át a magátalakulási folyamatokon, először az univerzum kezdetén, majd egy kialakult csillag belsejében. A Nap tipusú lassú evolúció kedvező lehetőséget teremtett az anyag koncentrációhoz és a bolygók létrejöttéhez. A bolygók közül a Föld felszinén voltak a legkedvezőbbek a feltételek, mert a levegő csak langyosodott, igy a felszinen található viz folyékony halmazállapotban is jelen van. Ez kedvező a kéreg fejlődése szempontjából is, mert lehetővé tette, hogy összetettebb molekulák alakuljanak ki. A földi fejlődés kedvezett a komplex molekulastrukturák kialakulásának. A szénatomok hosszú láncszerkezetéhez más atomok, pl. hidrogén, oxigén, nitrogén, foszfor, kén kapcsolódhatnak. Az igy kialakuló molekulák nem túlságosan stabilak, de fejlődéssel kialakultak azok a mo-

lekulák, amelyek képesek voltak reprodukálódni, igy a molekulák megszülték saját másodpéldányukat. Ilyen feltételek mellett kialakulhatott az élőanyag, amelynek a fejlődése a biológiai mozgáshoz vezet el bennünket.

A bolygók második tipusába a Jupiter tipusúak tartoznak. E bolygókat viszonylag kis sürüség és a nagy átmérő jellemzi. Gyors tengelyforgásuk miatt erősen lapultak. A külső bolygókat úgy tekintik, mint a Naprendszer keletkezésekor kiáramlott gázmaradékot, mert anyaguk hidrogén és hélium.

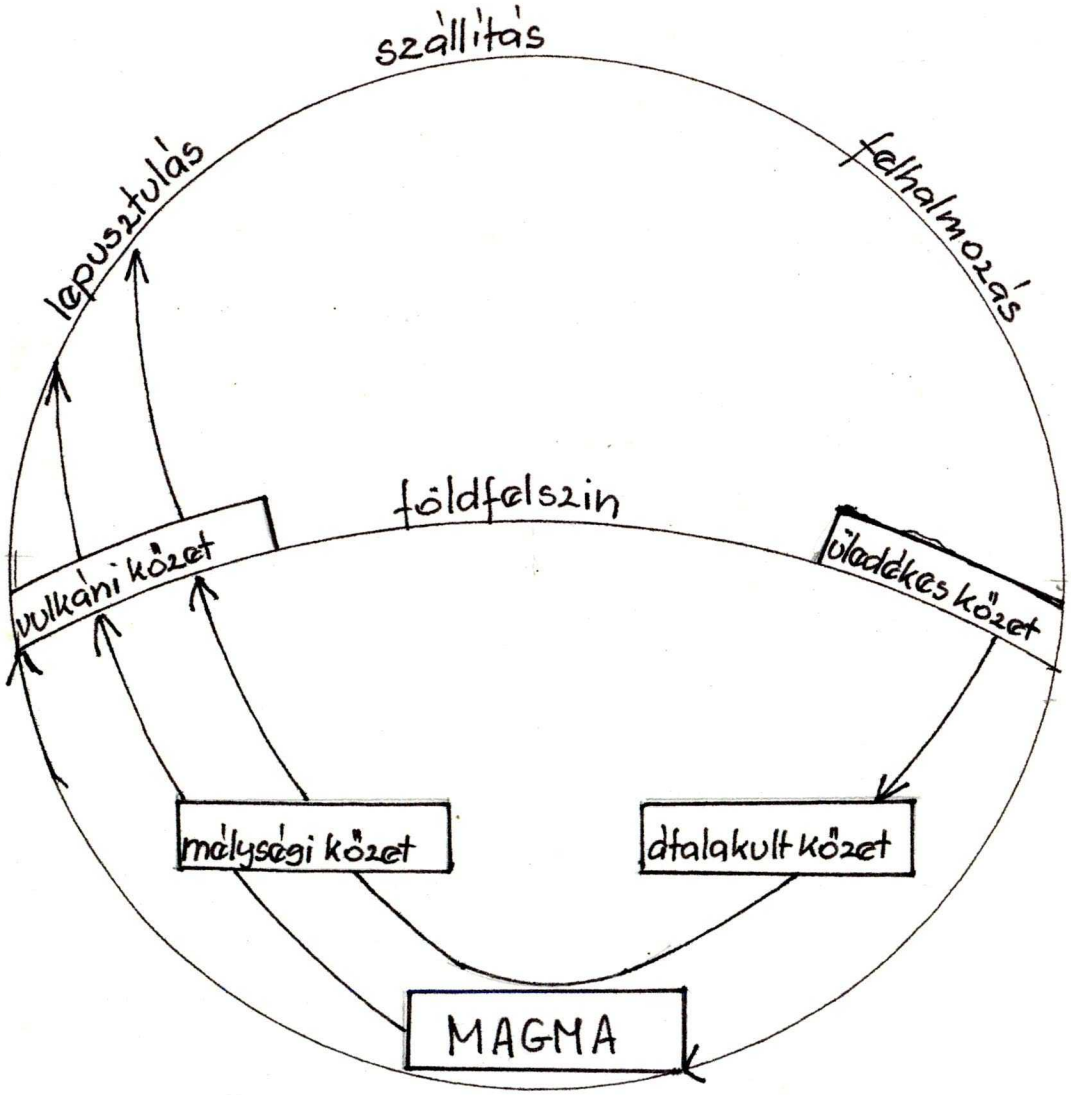
II. A geológiai mozgásforma általános és specifikus tulajdonságai

1./ A Föld mint rendszer

Ha a Föld anyagát vizsgáljuk, megállapithatjuk, hogy az egy egységes rendszert alkot. A "rendszer"-nek mint ismeret-elméleti fogalomnak a célja az, " ... hogy egy-egy objektumnak rendszer tulajdonságokat adjunk."/17/ A rendszer fogalma, olyan kognitiv eszköz, amellyel valamilyen eszmei objektumot irunk le. Formájában olyan elemek halmazaként jelenik meg, amelyek osztatlan egységet képeznek. A halmaz elemei között meghatározott viszonyok, összefüggések vannak, igy az elemek együttese egységes egészet alkot. A rendszer-jellemzés lényeges mozzanata az, hogy összefüggések és a viszonyok rá jellemző halmazán belül elkülönitsük a rendszerképző összefüggéseket.

A Földre, mint rendszerre jellemző az izosztatikus egyensúly, az izosztatikus kiegyenlitő mozgások. Azért fontosak ezek az összefüggések, mert HANS STILLE is erre alapozta geotektonikai feltetéseit. Eszerint a földkéreg könnyebb tömegei /szial/ úsznak a sürübb, nehezebb /szima/ aljzaton. Ahol magasabb a hegység, ott vastagabb a kéreg. A konvekciós áramlatokkal a szial plasztikus anyaga vastagodik. A konvekciós áramlatok a geoszinklinális epirogén besüllyedését eredményezik. Besüllyedéskor a szárazulat a tengerszintje alá kerül, ilyenkor az exogén erők pusztitó hatásukat nem fejthetik ki. A lepusztulási terület lerakódási területté válik. A geoantiklinálisra

A kéreg anyagának körforgása



1. ábra

- amely a geoszinklinális környezete - az emelkedés és a lepusztulás a jellemző. A geoantiklinális felszinének formakincsét a geomorfológiai folyamatok határozzák meg.

Ezek a folyamatok a két terület közötti ellentmondást fejezik ki egyrészt, másrészt a rendszer totalisztikus, integriv tulajdonságait hangsúlyozzák, és a lényegét határozzák meg. Tulandonképpen a geológiai rendszer két hierarchikus elemét,a tektonikai és a geomorfológiai rendszert elkülönitik. Az elemek maguk is rendszernek tekinthetők, igy a tektonikai rendszer a gránittektonikai és a vulkántektonikai összetevőkből áll. A geomorfológiai rendszer az éghajlati elemeknek megfelelően tagolódik. /1 ábra/ A totalitás szempontjából a rendszert egy meghatározott rendezettség, szervezettség és struktura jellemzi. A rendezettség azt jelenti, hogy egy meghatározott rend jellemzi az elemeket, viszonyaikat, összefüggésüket. A rendszer magába foglalja és meghatározza az alrendszereket, a szinteket, ezek specifikus és kölcsönös viszonyait, és azt is, hogy milyen mértékben "járulnak hozzá" a rendszer müködéséhez. A rendszer strukturáján általában a specifikus rendszer tulajdonságoknak azt az általánositott jellemzését értik, amely elvont formában rögziti az elemeket, a viszonyaikat, azok rendezettségét és szerkezetét.

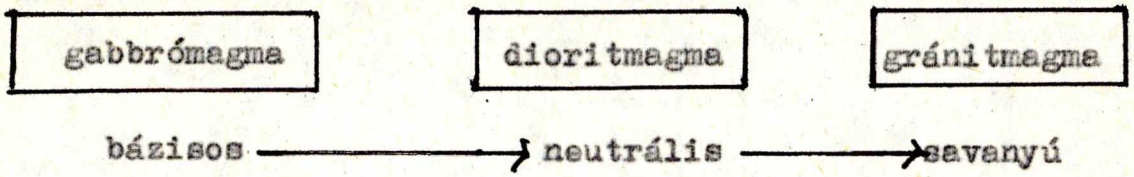
A Föld részben szilárd halmazállapotú, az ásványok és kőzetek többségére a kristályos rendszer a jellemző. A kristályos állapot a szilárd anyag főállapota. A kristályokra a geometriai rend jellemző. A természetben található kristályféle-

József Attila Tudományegyetem Központi Könyvtára SZEGED

ket ásványoknak nevezzük. Az ásványok mellett kevés az ásvány-együttesek - a kőzetek - száma. A geológiai rendszerben a részek nincsenek vezetékkel összekapcsolva, mint általában a szilárd rendszerekben, hanem a kapcsolat és a mozgásuk szabályozása lágy vagy képlékeny folyamatokon keresztül valósul meg. Ezért a Földet lágyrendszernek nevezhetjük, mert a három halmazállapot együttes jelenléte és kölcsönhatása a mozgás olyan változását, formáját eredményezi, ami az anyagnak egy speciális mozgásformája. A Föld belsejében a rendszerképző összefüggéseket és viszonyokat nem a kristályos szerkezet határozza meg, hanem az a tény, hogy a kéreg alatti részek hőmérséklete magas, anyaga folyós, képlékeny és a konvekciós áramlatok tartják mozgásban az egész rendszert.

Ha a geológiai rendszer alapegységét keressük, akkor megállapithatjuk azt, hogy az a litoszféra lemez, amely a konvekciós áramlatokkal együtt mozog és a kontinenseket cipeli. A kéregnek ez a része az, amelynek mozgásából önállóan egészen pontosan megérthető a geológiai mozgás. A rendszer müködését meghatározott törvények szabályozzák. A müködésre a folyamatos munkavégzés a jellemző. A magma konvekciós áramlásához az energiát a rádioaktivitás biztositja.

A magmában végbemenő változások hatására a magma átalakul, de a változások a kényszerpályák sorozatán úgy mennek végbe, hogy a rendszer belső szerkezete nem változik. A magma elemek kölcsönhatásának eredménye az, hogy az egységes gabbróidális magmából részmagmák alakulnak ki:



A mélységből felfelé áramló magmában szételegyedés, differenciáció indul meg. A likvidáció folyamán a cseppfolyós magmából fajsúly különbséggel részmagmák különülnek el.
A kristályosodási differenciáció 1300 C° és 650 C° hőmérsékleten megy végbe. A gáztalanodás és a viztelenedés csak akkor következik be, ha a magma belső nyomása le tudja győzni a fedő kőzettömeg nyomását és ki tud törni.
A gránitosodás folyamata három fő formában megy végbe:

1./ Magmás keletkezés: kristályosodási differenciációval magmás olvadékból.

2./ Szelektiv mobilizációval:az emelkedő hőmérséklet hatására az inmobilis részek mobilizálódnak.

3./ Metaszomatikus keletkezéskor a kőzetek gránitokká alakulása anyagkicserélődésre vezető reakciókkal megy végbe.

A mélységi kőzetek fejlődéstörténete a gránittektonika vagy magmatektonika. A gránittektonika jellege annál szabatosabb, minél szabályosabban alakult ki a mélységi kőzettest. A felszinre került mélységi kőzetek mállását a hasadozottságuk, a pados elválás elősegiti, azért mert a hasadékokban, a hézagokban a bomlasztó erők, a viz, a fagy alkalmas támadási felületet találnak.

A vulkántektonika a Föld felszinén lejátszódó kitörésekkel kapcsolatos. A földkéreg gyengeségi öveinél a magma a fel-

szinre kerülhet a törések mentén. A kitörés legtöbbször explozív, robbanásszerü, ami a magma elegy részeinek, illótartalmának a következménye.

A kifolyt láva lehet higan folyós, erősen gáztalanitott, ilyenkor lepénylávároI beszélünk, kihült alakja után kötél- vagy fonatoslávának nevezik.

Ha a láva közepesen nyúlós, akkor a felülete salakszerü, kerekded darabok keletkeznek, ilyenkor rögös- vagy salaklávának nevezik. /RITTMANN/

A nyúlós, illőkban gazdag lávák neve tuskósláva. A lávából a lehüléskor gyorsan kiáramló gázok a felszint felborzolják, ezért a felszin göröngyössé válik.

A tengerfelszine alatt kifolyó láva felszinén a nagy nyomás hatására különböző nagyságú tömbök keletkeznek, amelyeket párna- vagy golyólávának neveznek.

A vulkáni kitörések alkalmával a láván kivül még szilárd halmazállapotú vulkáni termékek és gázok is keletkeznek. A vulkántektonikai felszini formák közé tartozik a pajzsvulkán, a vegyesvulkánok, igy a rétegvulkánok vagy sztratovulkánok, a "Monte Somma" tipusú vulkánok. A felemelt tetőrögök vulkántektonikai horsztok, kiemelt sasbércek.

A geomorfológiai folyamatokban a gravitációnak és a napsugárzásnak van fontos szerepe. A geomorfológiai rendszer az éghajlatnak megfelelően tagolódik, a külsőerők szerint.

A geomorfológiai folyamatok három fő szakaszra tagolódnak: a lepusztulás, a szállitás és a felhalmozás. A folyamatot a

törmelékanyag szállitása alapján osztják fel:

1./ Pluviális folyamatok, a folyóviz munkája.

2./ A hegyi lejtők lepusztulása /denudáció/.

3./ Karsztosodás.

4./ Glaciális folyamatok, gleccserek munkájának eredménye.

5./ Eolikus folyamatok, a szél mozgásának az eredménye.

6./ Marin vagy litorális folyamatok, a tengerek és a tavak pusztitó és épitő folyamatai.

A szállitás távolsága és a keletkezett üledék minősége között összefüggés van. A lepusztulásnak és az üledék-felhalmozódásnak jellegzetes formakincse van, amely a szállitóközegtől függ. Ennek megfelelően megkülönböztetjük a fluvialis, glaciális, eolikus lepusztulási- és üledékfelhalmozási formakincset. A természetben ritkán találkozunk tiszta ún. monogenetikus morfológiai formákkal, ennek az oka az, hogy a domborzat elemei nem egyféle erő hatására jönnek létre, ezért legtöbb a poligenetikus forma. A különböző tényezők hatása egy területen belül is változik. A geomorfológiai folyamatok csak lassan, fokozatosan pusztitják a régebbi felszini formákat.

A geomorfológiai folyamatok végeredménye az üledék. A mechanikai üledékek rendszerezése az alapján történik, hogy különböző szemcsenagyság-osztályokba tartozó részecskéket tartalmaznak. Az üledékes kőzetek felosztása ezek szerint:

1./ Klasszikus vagy mechanikai üledék.

2./ Vegyi üledék.

3./ Szerves üledékek.

Az üledék rendszerint vizes közegbe rakódik le. Az üledék saját súlyától állandóan ülepedik, hézagaiból a viz fokozatosan kiszorul. Ezzel egyidejüleg kémiai és kristályos ásványos átváltozások kezdődnek a vizes oldatokban. E folyamatok a nyomás és hőmérséklet emelkedés eredményeképpen jönnek létre, aminek a során az üledékből üledékes kőzet alakul ki. A jelenségeket a kőzettéválás, a diagenezis fogalmával foglalják összesze.

A mállás és a diagenezis kőzetátalakulással jár, a metamorfózis fogalmát csak olyan változásokra alkalmazzák, amelyek az üledékképződésekor elő nem forduló paragenezíseket, ásványtársulásokat hozzák létre. Az átalakulások feltételei:

a vizgőz, 300 C^{o}-nál magasabb hőmérséklet és a nagy nyomás. Az átalakult kőzetek, amelyek a magmáskőzetekből keletkeztek: ortokőzetek, amelyek az üledékes kőzetekből keletkeznek, azok pedig parakőzetek. Maga a folyamat lehet:

- kontakt metamorfózis vagy érintkezéses átalakulás,
- diszlokációs metamorfózis kimozdulásos átalakulás. Ezek vagy helyileg elhatárolt vagy regionális = kiterjedt pl: regionális mélységi metamorfózis és regionális dinamometamorfózisos folyamatok.

A kőzeteket az átalakitó hatás szerint két fő csoportba osztjuk:

1./ Kontakt kőzetek: érintkezéses átalakuláson mentek át /sztatikus átalakulás/.

2./ Kristályos palák: pedig regionális dinamo-termometa-

morfózis termékei /kinetikus átalakulás/.

A süllyedéses regionális metamorfózis feltétele a geoszinklinális teknőben folyó üledékképződés. Az üledékes kőzetek átalakulásának feltétele a lassú lesüllyedés; a mélyben, ahol a hőmérséklet túllépte a 300 C°-ot, megindul a metamorfózis. Az átalakulás első fokát a vezérlő ásvány után laumontit-prehnit-kvarcfáciesnek nevezik. Néhány kilométerrel mélyebben a pumpellegit-prehnit-kvarcfácies alakul ki.

A nagyon mély geoszinklinálisokban, amelyekben a geotermikus gradiens kicsi, a gyors süllyedéskor a metamorfózis Lawsonit-albit fáciessel kezdődik, amelyet a nagyobb nyomás mellett a lausonit + glaukofánfácies követ.

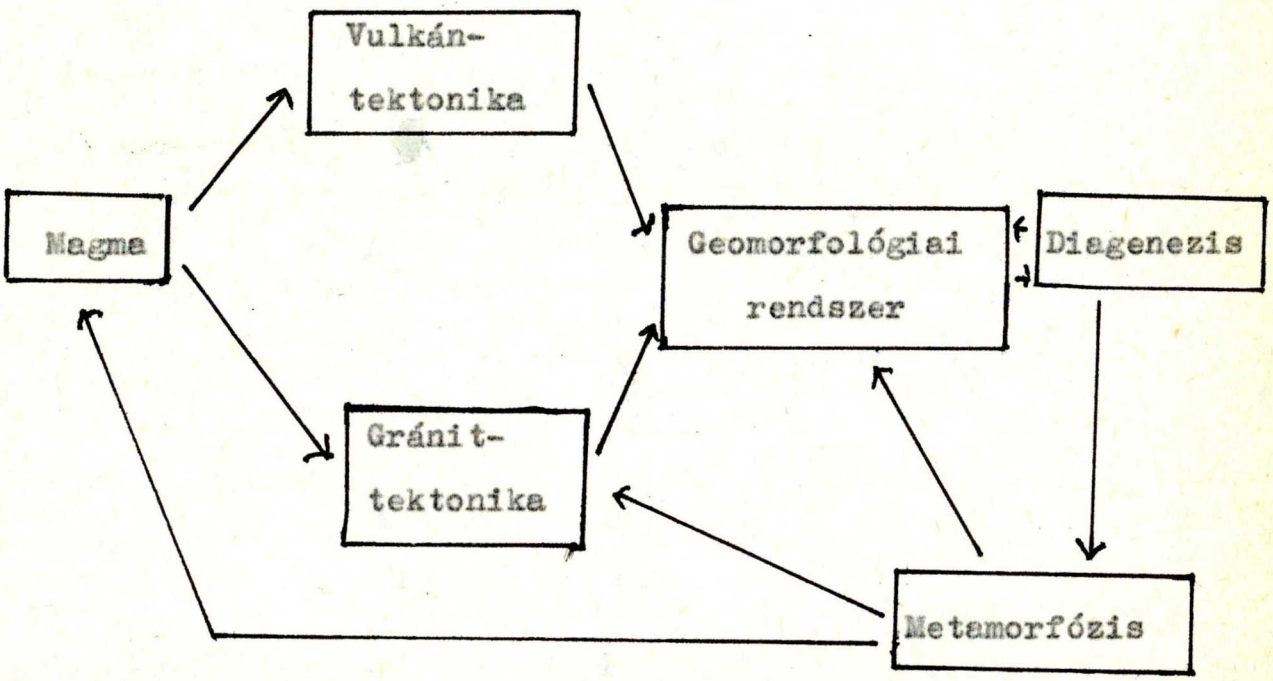
A regionális dinamo-termometamorfózis, a szükebb értelemben vett regionális metamorfózis a hegységképződéssel függ össze. Kiindulási anyag a geoszinklinális üledéksora, ami közé közbeiktetődtak iniciálisok, elsősorban tengeri vulkánok. A terheléses nyomás mellett irányitott nyomás is fellép, ami palásságot, gyürődést eredményez. A nyomás valószinü 1000-2000 bar lehet, de maximálisan a 3000 bart is elérheti. A geotermikus gradiens az orogén területeken sokkal nagyobb, 60-80, sőt 100 C°/km is lehet.

A regionális dinamo-termometamorfózis a közepestől a magas fokig terjedő nyomás mellett, igen magas hőmérsékleten játszódik le. Az átalakulás első foka a zöldpalafácies, majd almadin-amfibolitfácies követi.

Az ultrametamorfózis: H.A. READ angol petrográfustól szár-

mazó megjegyzés szerint:"Ha a kőzeteket az átalakulás magasabb fokain követjük, végül is a gránitos maghoz érkezünk. Ez nem lehet véletlen. Az átalakult kőzetek, migmatitok és gránitok társulása valamit jelent."/16/

A kőzeteknek ez a társulása az orogén területeken megfigyelhető, és a közvetlen származási összefüggést a kisérletek is igazolják. Azokat a folyamatokat, melyek a dinamo-termometamorfózison túl, a további nyomás és hőmérséklet emelkedésekor jönnek létre, ultrametamorfózis néven foglalják össze.
A többféle folyamat közül a metablasztézis nevü folyamat eredményeképpen más kőzetek "gránitosodnak".
A rendszer elemei és kölcsönhatásai a következő ki- és bemenetekkel irhatók le:



A rendszer első eleme a magma, a hegység képződésekor a

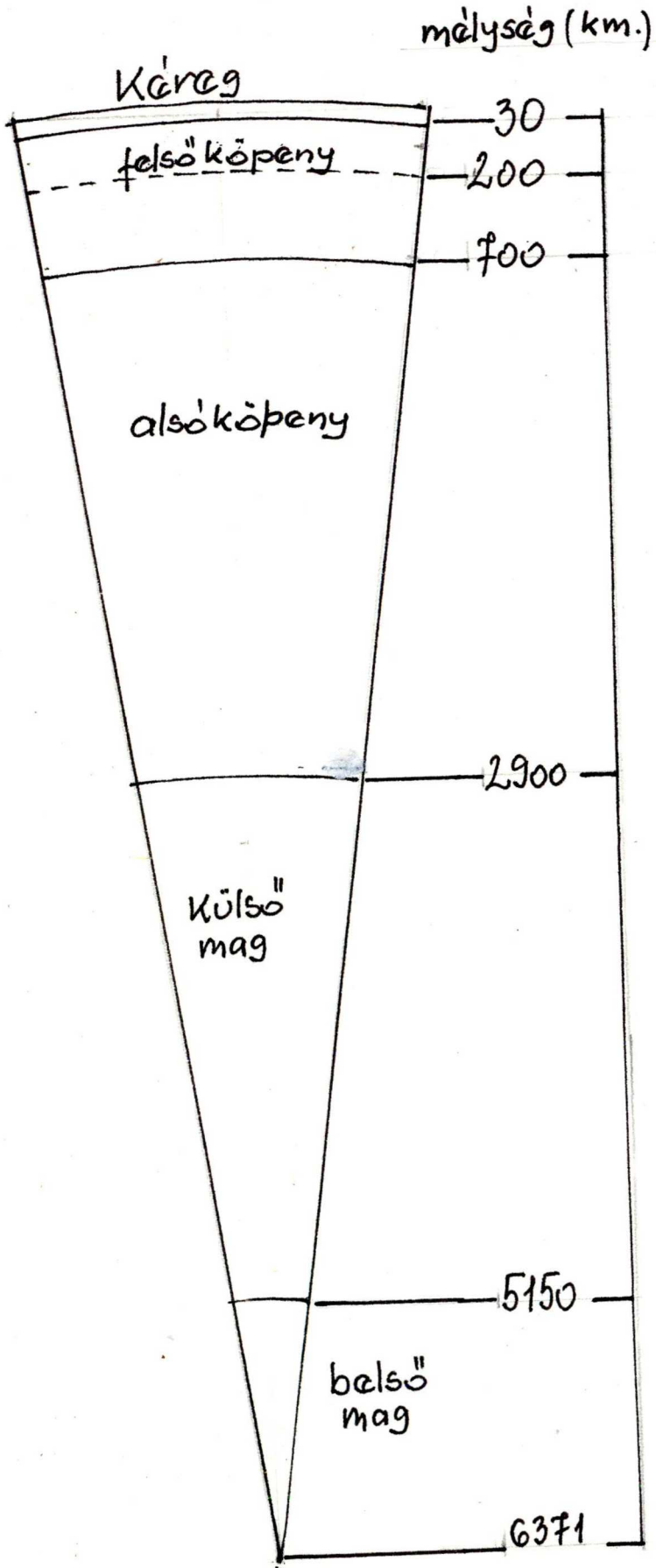
felszinhez közelebb kerül, hőmérséklete és a ráható nyomás csökken, ennek hatására differenciáción megy át, ezen állapotok a gránittektonikai elem bemenetele. Az elemek ezen állapotai, tehát a differenciáció eredményeképpen kialakulnak a magmafajták, kőzetfajták két csoportja: a mélységi kőzetek és a kiömléses kőzetek.
Az utóbbi két kőzetcsoportja magmatektonika és a vulkántektonikai elem kimenetelei. A magmás és a vulkánikus kőzetek a geomorfológiai rendszer bemenetei, itt a rendszerben a lepusztulás, szállitás és üledékfelhalmozás ciklusán mennek át. A geomorfológiai rendszer kimenetele az üledék, amely a diagenezis folyamatában vizet veszitve üledékes kőzetté alakul. A rendszer metamorfózis elemében az üledékes kőzetek részben gránitosodnak. Itt az elem egyik kimenetele a geomorfológiai ciklushoz vezet, a másik kimenetele a gránitosodáshoz, a harmadik kimenetel a magmához, mivel a kőzetek egy része a magas hőmérsékleten megolvad és visszakerül a magmába.

A Földet, mint aktiv rendszert, a belső viselkedési törvények determinálják, a geológiai törvények szerint müködő rendszerre a fejlődés jellemző, ezért önfejlesztő, müködését a különböző elemek közti kapcsolat és más rendszerekhez való viszonya határozza meg.

2./ A Föld szerkezetének gömbhéjas modellje

A Föld strukturális szerkezete a 2. ábrán látható nagyobb

A Föld szerkezete



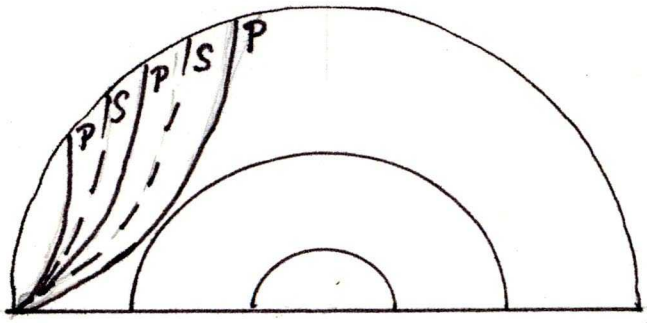
2 ábra

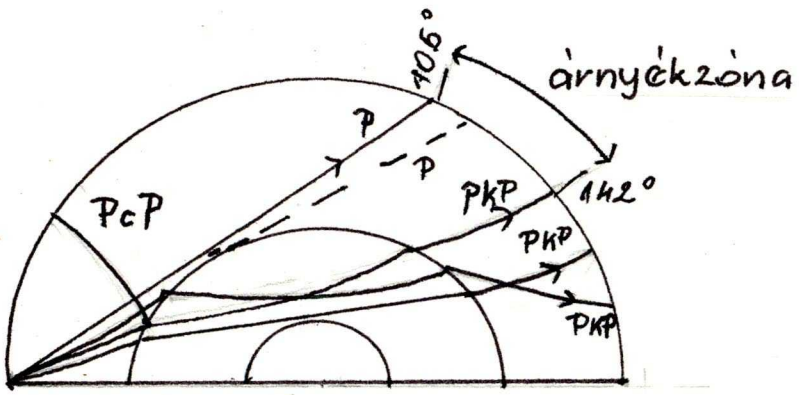
egységekre osztható. A kéreg a Föld méreteihez viszonyitva rendkivül vékony, a köpeny szilárd halmazállapotú. A külső mag folyadékszerü halmazállapotú, a belső mag ismét szilárd. A kéregnek és a köpenynek finomabb rétegződése van.

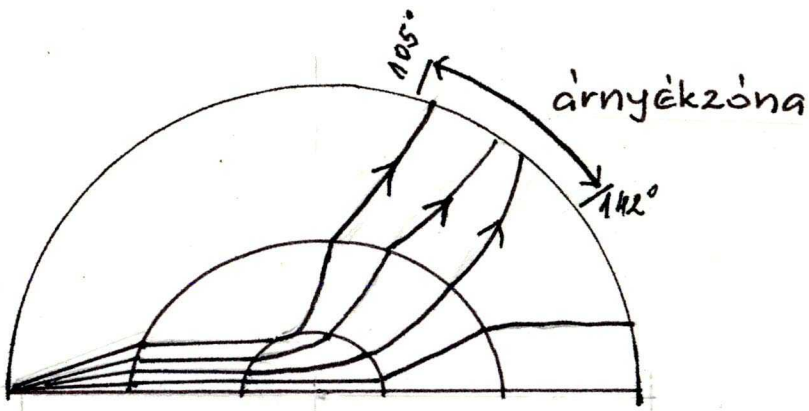
Közvetlen ismereteink a Föld belsejéről 9 km mélységig vannak, idáig tudtak a mélyfúrásokkal lehatolni. A geológiai folyamatokkal olyan töredékek is felszinre jutnak, amelyek a felső köpenyhez tartoznak, de ezek csak szórványos adatokat adnak a Föld szerkezetének a megismeréséhez. A Föld héjas szerkezetét főleg a szeizmikus méréseredmények alapján ismerték fel.

A földrengés-hullámok terjedési sebessége a kőzetek minőségétől függ, igy beérkezési idejéből azon kőzetek fizikai tulajdonságaira tudnak következtetni, amelyeken a hullámok áthatolnak, vagy a visszaverődésükből a nagyobb szerkezeti határokat felismerhetik. /3. ábra/

A technikai fejlődéssel mind érzékenyebb és érzékenyebb müszereket állitanak fel, és ezekkel az egész Földet behálózzák, az obszervatoriumok rendszere egy óriási röntgenkészülékhez hasonlitható. A modern szeizmográfok kimutatják a hullámok terjedési sebességét, igy kiszámitják a rengésfészek helyét és a rengés kipattenásának időpontját. A rengéshullámok a Föld belsejében ivalakú pályákat futnak be, s közben a különböző minőségü kőzetek határfelületein visszaverődnek és megtörnek. A fő hullámtipusok nem tisztán, módositottan láthatók a szeizmogrammon, amelyből felvilágositást nyerhetünk



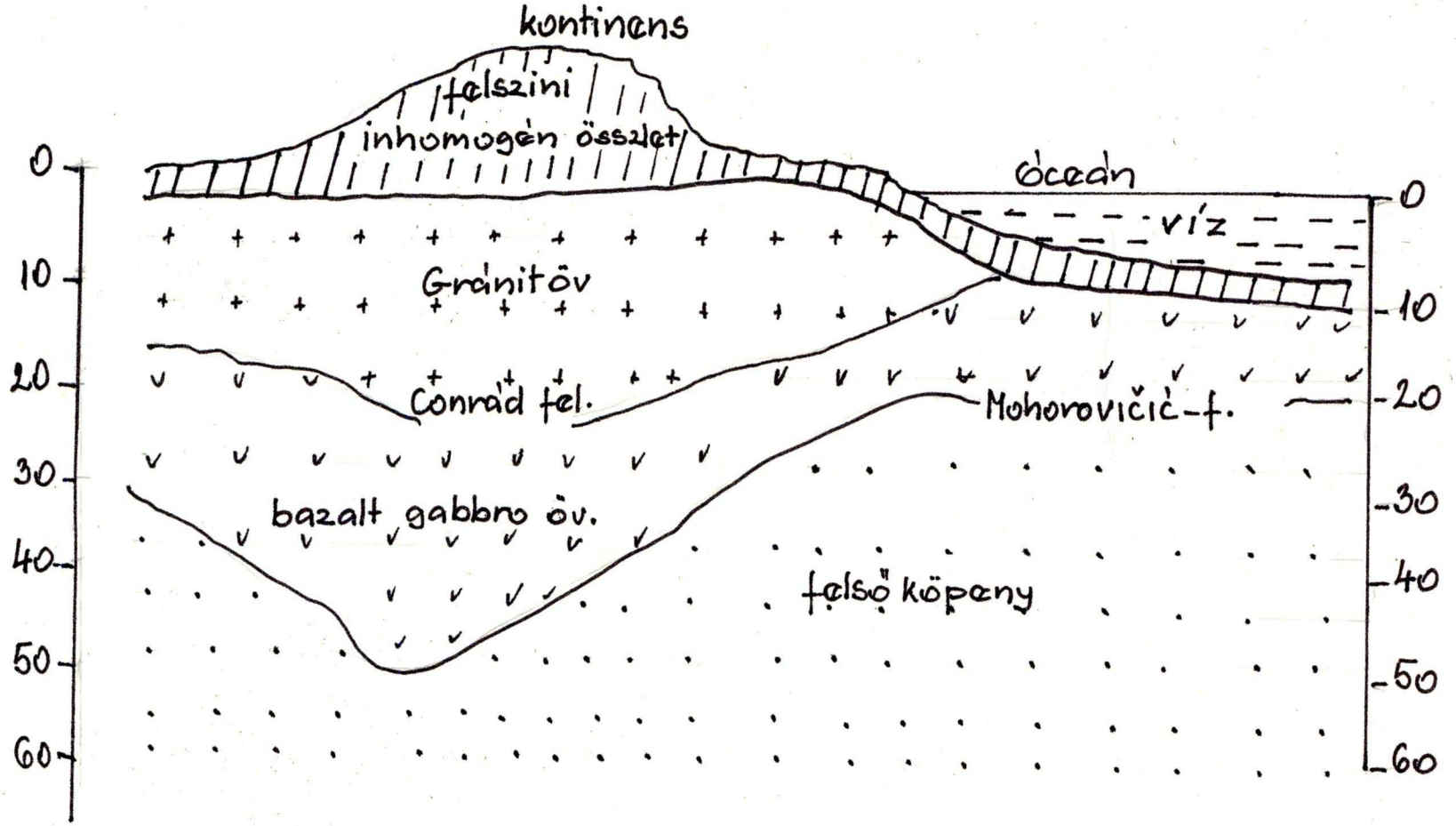




földmag és a belsőmag felfedezésében lé-
yeges szerepet játszó hullámutak

3. ábra

A kéreg szerkezete a kontinensek és óceánok területén



4. ábra

a földkéreg különböző héjainak fizikai állapotára.

A földrengés-hullámok közül a P hullámok longitudinálisak, a részecskék mozgása a hanghullámokhoz hasonlóan a terjedési irányba esik. Az S hullámok csak szilárd közegben terjednek, mert az oldalirányú elmozdulásokat csak igy tudják átvenni. A longitudinális hullámoknál a részecskék az elmozdulást akkor is át tudják venni, ha nem szilárd a közeg, amelyben a hullámok terjednek.

A harmadik hullámfajtának, az L hullámnak, több tipusa ismert. Ellentétben a P és S térhullámokkal, csak a Föld felszínének közvetlen közelében terjednek, ezért felületi hullámoknak nevezik ezeket a hullámokat. A P hullámok sebessége a legnagyobb, majd a S hullámok követik, a leggyengébb a felületi hullámok sebessége.

A Föld szerkezetére a P és S hullámok beérkezése alapján következtettek. A szeizmológusok a Föld felszinén a hullámok tanulmányozása során mért távolságot fokokban mérik, a Föld teljes kerülete 360°, egy fok kb. 111 km távolságnak felel meg. A rengéshullámok tanulmányozása során azt tapasztalták, hogy a földrengések helyétől 105° távolságig elhelyezkedő állomások szeizmogrammjain a P és S hullámok egyaránt megfigyelhetők. Egy bizonyos távolság után az S hullámok kimaradása figyelhető meg. E jelenségből azt a következtetést vonta le R.D. OLDHARA, hogy ahol a P és S hullám egyaránt terjed, ott szilárd halmazállapotú az anyag, de a következő rész a folyékony halmazállapotú. A hullámok adataiból meghatározható az egyes

felületek határa és a burkok halmazállapota.

A 105° távolság után a szeizmogrammok szerkezete megváltozik. Az S hullám egyáltalán nem jelentkezik. A P hullám amplitudója kicsivé, gyengévé válik, nagyobb távolság után a gyenge P hullám is kimarad és egy "árnyékövezet" keletkezik. A 142°-os és ennél nagyobb távolság után a P hullám ismét megerősödik. A jelenség magyarázata az, hogy a Földnek a magja folyadék, ebben az S hullámok nem terjednek, a P hullámok sebessége gyengébb. A 105° körüli gyengébb P hullámokat azzal magyarázzák, hogy a hullámok a magfelületén úgy szóródnak szét, mintha egy nagy lencse felületéről verődnének vissza, és csak 142°-nál távolabb bukkannak elő. A távolságból a méretre és a terjedési sebességre lehet következtetni. Ezeket a magfelszínéről visszaverődő hullámokat V. CONRAD találta meg, e magreflexiókat használták fel a köpeny és a mag határának a meghatározásához, amelyet GUTENBERG-WIESHERT-felületnek neveztek el. Ezt a hatást ± 2 km pontossággal ismerjük, átlagos mélysége 2900 km.

A szeizmogrammok későbbi elemzése során kiderült az, hogy a 105° és a 142° közötti árnyékzóna nem teljesen "üres". A megtalált gyenge, szétszórt P hullámok alapján vetette fel I.LEHMANN a belső mag lehetőségének a gondolatát. Feltételezése az volt, hogy a belső magban a hullámok terjedési sebessége jóval nagyobb, mint a külső részben, ezért a megfelelő szögben érkező hullámokat ez a belső lencse visszaforditja az árnyékzónába. A belső magban az S hullámok terhedhetnek, tehát szi-

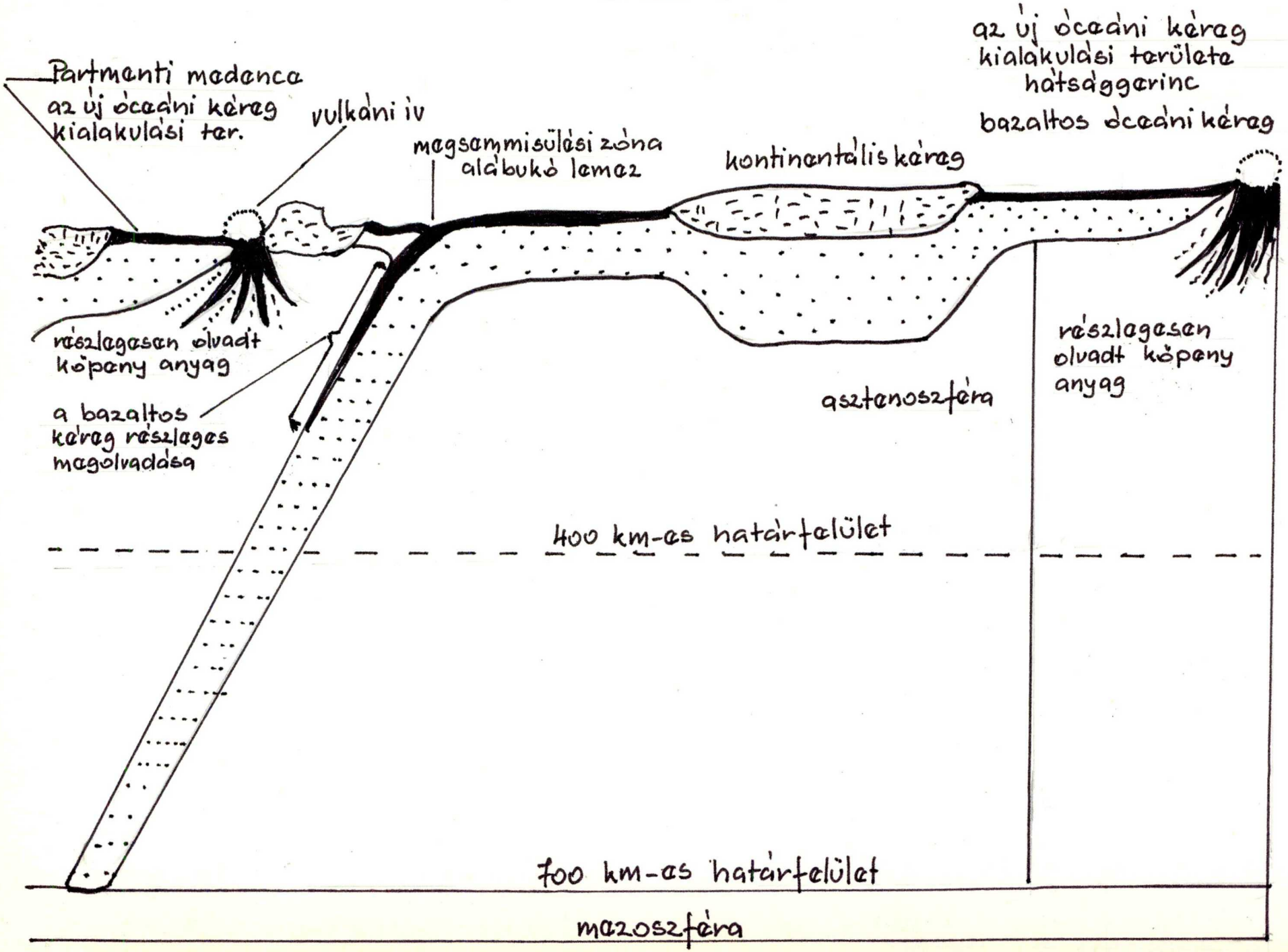
lárd halmazállapotú anyagként viselkedik. A külső és belső mag határát LEHMANN-felületnek nevezik. Mélységének a meghatározása sokkal nehezebb, mint a köpeny és a mag közötti választóvonal esetében.

A földkéreg alsó határát MOHOROVIČIĆ horvát szeizmológus 1909-ben fedezte fel /4. ábra/. Azt tapasztalta, hogy a P hullámok sebessége a felszintől számított néhány tiz kilométeres mélységben ugrásszerüen megnövekszik. A sebességugrásnak megfelelő felületet felfedezőjéről MOHOROVIČIĆ-felületnek nevezték el. Helyzetét és mélységét mesterséges rengésekkel könnyen meghatározhatjuk. Átlagos mélysége 35 km alatt van és 10 km az óceánok területén. A magashegységek alatt a kéreg vastagabb, mélysége 65 km is lehet. Az alsó és a felső kéreg határán is sebességváltozást figyeltek meg, a jelenséget okozó részt CONRAD felületnek nevezik; az óceánok területén ez hiányzik.

A köpenyben, 100-200 km mélységben, a rugalmas hullámok terjedése, sebessége kisebb, mint az öv feletti illetve öv alatti részben. Ez az öv a csökkent sebesség öve /GUTENBERG-csatorna/, amely fontos szerepet játszik a felszint alakitó mozgásokban, a hegységképződésben, az óceáni hátságok, a mélytengeri árkok kialakulásában. A kisebb sebességből az anyag kisebb merevségére, képlékenységére következtetünk és arra, hogy hőmérséklete az anyag olvadáspontja közelében van.

Tehát a geofizika szeizmikus és geomágneses vizsgálatainak az eredménye tette lehetővé, hogy a Föld gömbhéjas modell-

5. ábra


Partmenti medence az új óceáni kéreg kialakulási ter.
vulkáni ív
az új óceáni kéreg kialakulási területe hátsággerinc
bazaltos óceáni kéreg
megsemmisülési zóna alábukó lemez
kontinentális kéreg
részlegesen olvadt köpeny anyag
a bazaltos kéreg részleges magolvadása
asztenoszféra
részlegesen olvadt köpeny anyag
400 km-es határfelület
700 km-es határfelület
mezoszféra

jét megalkossák. A modell a szeizmikus méréstechnika fejlődésével tökéletesedett, mind pontosabb leirását és megértését tette lehetővé a Föld belső szerkezetének. A modell megalkotását az tette szükségessé, hogy a közvetlen úton szerzett ismeretek nem voltak elégségesek, igy csak indirekt úton lehetett megismerni a strukturát. A valóság megértésének fontos eszköze lett. A megismerés kapcsolódott a szeizmikus megfigyeléshez, méréshez és kisérlethez. A modell segitségével a mérési adatokat pontosabban tudták értelmezni, magyarázni. Segitségével a különállónak látszó jelenségek közti összefüggést sikerült megérteni, egységének bizonyitása igy lehetővé vált, a magyarázatokat egységes elméletbe lehetett kapcsolni.

3./ A globális lemeztektonika mint a geológiai mozgás alapja

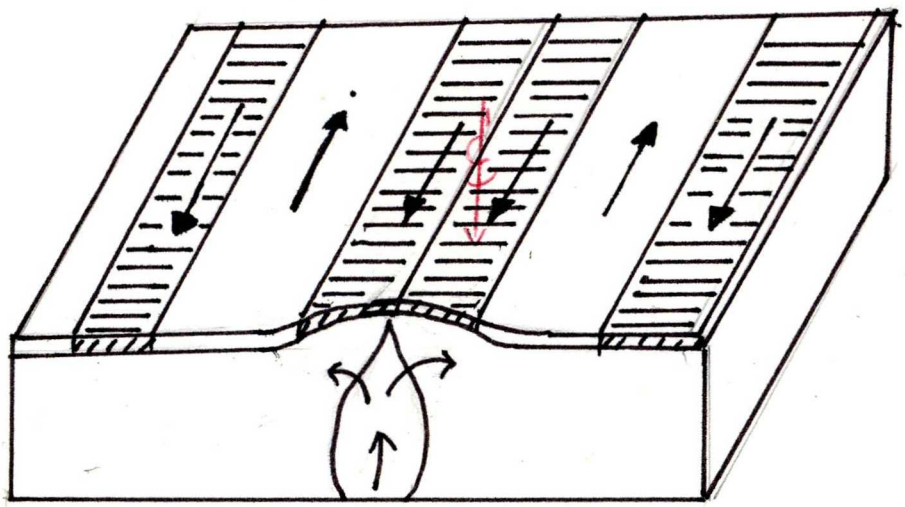
Az új geofizikai, szeizmikus és geomágneses vizsgálati eredményeken alapszik a lemeztektonika elmélete. A lemeztektonika a folyamatok okaira és összefüggéseire egységes magyarázatot ad, amely a régebbi megfigyelésekkel és a geológiai ismeretekkel is összhangban van. A globális elmélet hatása összehasonlitható a BOHR-féle atommodellel.

A kontinensek közti összefüggésre az összeilleszthetőség alapján már BACON is gondolt. Tudományosan először a XX. században következtettek a déli kontinens, a GONDWANA létezésére. A kontinensek vándorlásának elmélete WEGENER munkásságá-

hoz füződik. Az Atlanti-óceán mindkét partján végzett paleontológiai vizsgálatokat, és ezek a közös múltra utaltak. Munkájában a kontinens szétszakadását összekapcsolta a kontinensvándorlással és az aktualizmus elvével, ezért bizonyitékot keresett mérésével arra, hogy e mozgások még ma is tartanak. Ezt az elméletet sokan nem fogadták el, mert a felvetődő kérdésekre akkor a tudománynak nem sikerült választ adnia. Később a permokarbonban eljegesedett területek vizsgálatából a kontinens vándorlásra következtetett DU FOIT is. Az 1950-es években végzett paleomágneses vizsgálatok eredményei alapján a látszólagos pólus vándorlási görbéből azt tételezték fel,hogy az északi pólus a harmadidőszak előtt más helyen volt. Csak később, az eredmények újraértékelése után jutottak el a kontinensek vándorlásának elfogadásához. Később a tengerparttal párhuzamos szerkezeti vonalakat vizsgálták úgy meg, hogy a folytatása megtalálható-e a másik kontinensen. Az afrikai kutatások alapján előrejelezték, és a dél-amerikai kontinensen meg is találták az előrejelzés alapján a kőzeteket elválasztó vonalakat. E tények alátámasztották a kontinensek vándorlásának elméletét. Megértéséhez nagy segitséget adott az óceánok aljzatának vizsgálatát összefoglaló elmélet, az óceáni fenék szétterjedésének az elmélete.

Az óceáni árok melletti széles földrengési övben a földrengés-fészkek mélysége szabályszerü térbeli elrendeződést mutat. A legsekélyebb rengések az óceán alatt vannak. A szigeteknél, igy például Japánban is, közepes mélységüek a rengések,

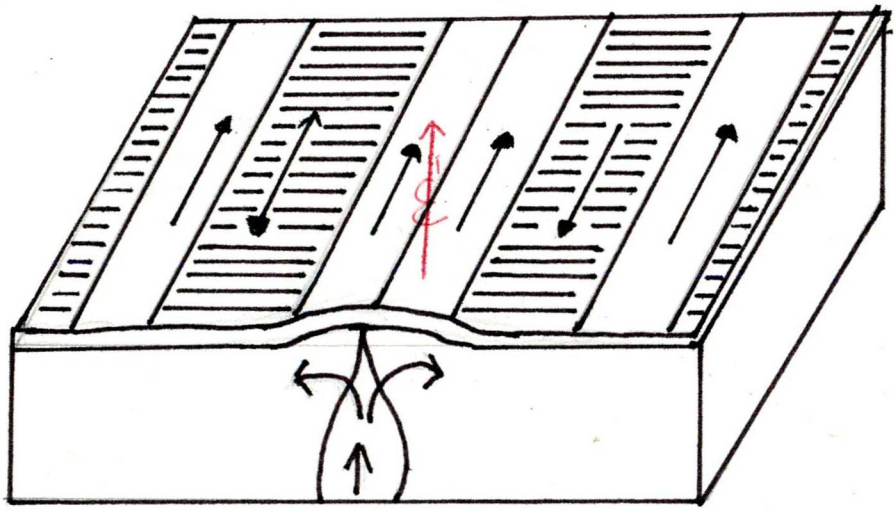
I. Fordított mágneses periódus



A „befagyott" mágnesesség iránya

Fordított mágnesezettség idején képződött óceánfenék

II. A mai helyzet (rendes mágneses periódus)



A „befagyott" mágnesesség iránya

Fordított mágnesezettség idején képződött óceánfenék

Földtudományi Egyetem Központi Könyvtár SZEGED

6. ábra

a kontinensek alatt vannak a legmélyebben a rengéshelyek. Ebből arra lehet következtetni, hogy a rengések egy lejtős ferde sik mentén keletkeznek. A rengés oka egy hatalmas alátolódási felület, amely ferdén lejt a kontinens alá. A földrengéseket az váltja ki, hogy a kéreg anyaga lassan, fokozatosan mozog a ferde sik mentén, igy az anyagában a feszültség fokozatosan nő, és egyszer csak meghaladja a belső ellenállást, eltörik, és abban a pillanatban tör ki a földrengés. Hatszázhétszáz kilométeres mélységben az anyag már plasztikus, benne nem halmozódik fel feszültség. Miért pattan mégis itt ki a földrengés? A földrengéses területen a Benioff zónában az anyag hidegebb, ezért keményebb is és ridegebb, ezért pattanhatnak ki a földrengések olyan nagy mélységban. /5. ábra/

Az óceáni lemez mozgásának és keletkezésének bizonyitékát mágneses tulajdonságának a vizsgálata szolgáltatta. A mágnesesség szabályosan váltakozó elrendeződést mutat. A fenék anyaga bazalthoz hasonló anyag, amely számokkal kifejezve 1-2 % magnetitot tartalmaz. A magnetit melegen lágyvasként viselkedik, és felveszi környezete mágnesességét, hidegen tehát a lehülés után mágnesessége állandó lesz. A mérések folyamán azt tapasztalták, hogy a hátsággal párhuzamosan az Atlanti-óceán. feneke rendesen és forditottan mágnesezett sávokból áll. A forditott mágnesesség oka az, hogy a pólusok időnként felcserélődnek. A pólusok felcserélődésének oka ma még nem ismert. Az előbb leirt jelenség az óceáni fenék mozgásának és keletkezésének a bizonyitéka. Az óceáni hátságtól két irány-

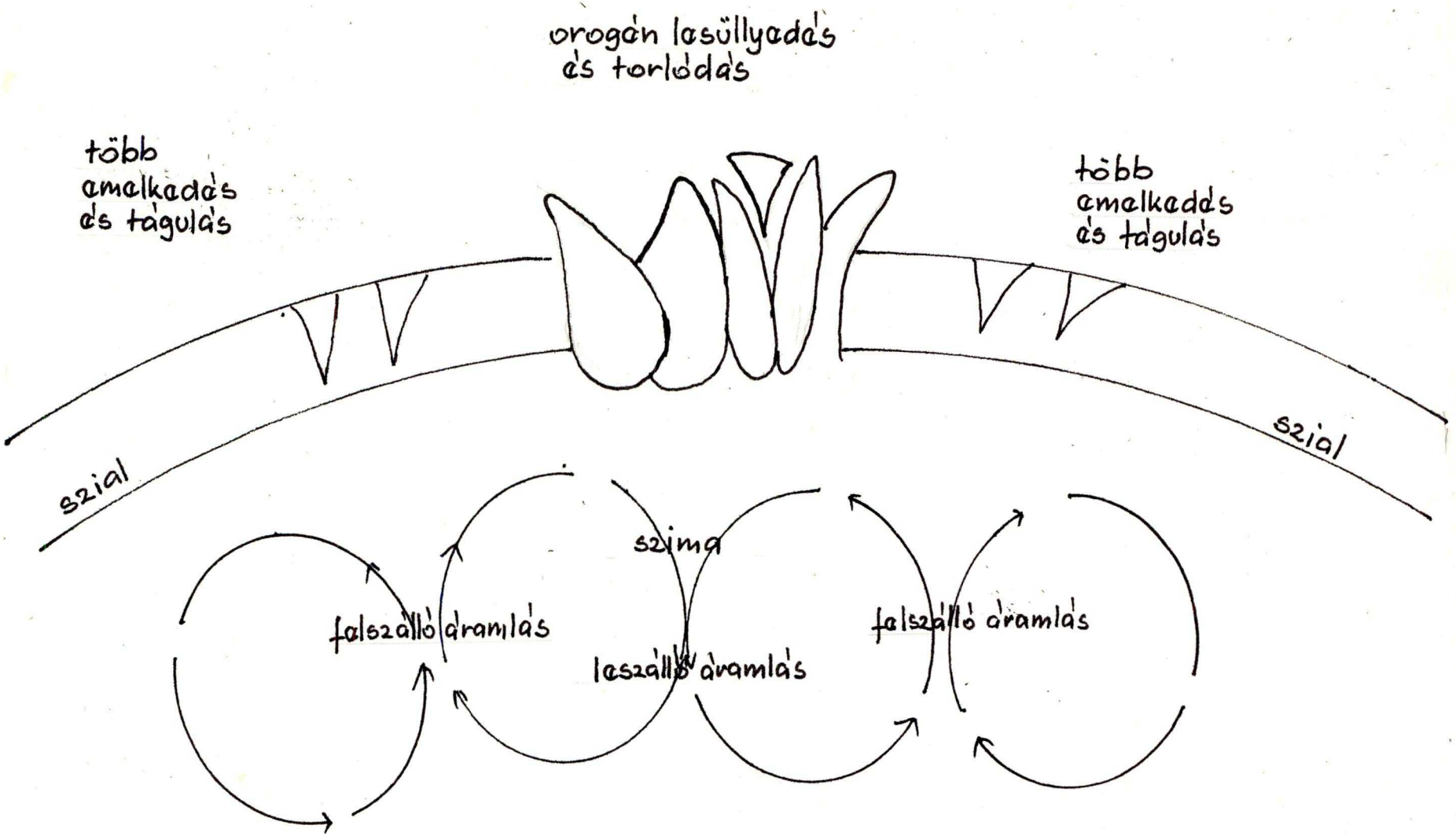
ba távolodnak egymástól a lemezek. Itt a bazaltláva folyamatosan áramlik felfelé, a kéregben keletkezett nagy repedéseket kitölti, lehülve hozzánő a lemezekhez, majd jobbra-balra széttolódik, az egyidőben képződött anyag a hátság két oldalán megtalálható és fokozatosan távolodik tőle. /6. ábra/

Az óceáni fenéklemez szétterjedését bizonyitják a mélytengeri fúrások eredményei is. A fúrások a hátságok területén mind elérték a bazaltos kőzeteket. Az üledék vastagsága a bazalt felett a hátságoktól távolodva növekszik, mind idősebbé válik. A hátságok kétoldalán azonos távolságban lévő szelvények jobban hasonlitanak egymásra, mint a szomszédos szelvényekre. Mi mozgatja a lemezeket?

A Föld hétszáz-nyolcszáz kilométer vastag rétege állandó mozgásban van; egyik helyen felfelé áramlik, majd a felső rész lehülve megszilárdul, oldalirányba eltávolodik, újra mélybe süllyed. Ilyenkor a már megszilárdult rész újra megolvad, és visszaáramlik a mélybe, és újra kezdi a körforgást. /7. ábra/ Ez a folyamat uralkodik a földköpeny felső részében és a kéregben.

Mi adja az enregiát a folyamathoz? A földi kőzetek tartalmaznak uránt, tóriumot és a kálium 40-es rádioaktiv izotópját. Ezeket a Napban, a Holdon és a meteoritokban is megtaláljuk. Ha a Föld belsejében a mennyiségét a vas meteoritokhoz hasonlónak vesszük, akkor megbecsülhetjük a mennyiségét, a termelt hő mennyiségét, a termelt hő mennyiségét kiszámithatjuk, mert a rádioaktivitás teljes energiája hővé alakul zárt térben. A

Konvekciós áramlás a szimában



7. ábra

kiszámitott hőmennyiség megegyezik a felszinre jutó hőmennyiséggel. A hegységképződés, a földrengés, vulkáni kitörés egyetlen eseménysor láncszemei; oka a Föld belsejében lejátszódó rádioaktiv bomlás.

A Föld kérge a köpeny egy részével összefüggő, együttmozgó réteget alkot, a litoszférát vagy a litoszféra lemezt. A litoszféra merevebb, mint az alatta lévő plasztikusabb, több száz kilométer vastag öv, amit antenoszférának hivnak. Ebben az övben vannak a konvekciós áramlások, ennek a fenntartásához kell a hőenergia, amit a rádioaktiv bomlás ad. A köpeny igen merev részét, amely a mozgásban nem vesz részt, mezoszférának nevezik. /8. ábra/

A könnyebb kontinentális anyag elkülönülésének oka is az anyag konvekciós áramlása, ami azt fokozatosan kialakitotta. A köpeny anyagának fajsúlya 3,2 gramm, nehezebb, mint a kontinensek anyagának sürüsége, ami 2,6-2,7 gramm köbcentiméterenként, ez akadályozza meg azt, hogy a kontinensek a mélybe süllyedjenek. A kontinensek a felszinen maradnak, és úsznak a nehezebb köpeny anyagán, úgy, hogy az óceáni lemez hordozza a kontinenseket.

A magma-áramlás feltételezett mozgás, mert a rádioaktiv bomlás tartja fenn. A folyamatokban a kéreg és a mag ellentmondása fejeződik ki. A rádioaktiv bomlás irreverzibilis változás, addig tartja fenn a magma körmozgását, amelyben az adott minőség újra termelődik és a felszin fejlődik, amig a radioaktiv elemek mennyisége egy meghatározott szint alá nem

süllyed.

4./ A lemezek aktiv és passziv részei

A Földfelszin nagy szerkezeti egységeit három fő részre oszthatjuk geotektonikailag: a kontinentális, az óceáni és a partmenti területekre.

A kontinentális területek:

Magvát 600-350 millió éves pajzsok képezik. Szerkezetük eredetileg gyürt volt, ma tektonikailag nyugodt területek. A geofizikai megfigyelések szerint nagy kéregvastagság, kis gravitációs anomalia, a földrengés és a vulkánosság hiánya jellemzi őket. E területek csoportjába tartozik a Balti-pajzs Észak-Európában, a Dekkán Indiában, az Angara-masszivum Szibériában, a Dél-Kinai hegyvidék Kinában és a Kanadai-pajzs.

Az orogén területek:

Az utóbbi 600 millió évben lejátszódott folyamatok eredményeiként hatalmas hegységek képződtek. A hegységképződésben három szakaszt különböztetünk meg: a Kaledóniai /pl. a Skandináv-hgy/, a variszkuszi-herciniai /pl. az Urál/ és az alpi orogenezist. E hegységrendszerek folyamatos övet alkotnak a kontinensek peremén, mozgásuk főfázisa rövid idő alatt lezajlott. Erős a vulkáni és a szeizmikus aktivitásuk, anyaguk többségében üledékes kőzet. Az alpi orogenezis élénk tektonizmusára utal az, hogy a földrengések nagyrészt ebben az övezetben koncentrálódnak. A nem orogén területek aktivitása a pajzsok és az orogén terüle-

tek között helyezkedik el, vagy emelkednek, vagy süllyednek lassan, kérgük az átlagnál vastagabb, szeizmikus aktivitásuk jelentéktelen, de nem teljesen inaktivak.

Az óceáni területek:

Medencék: Felületük nagyrészt egyenletes, az egyhangúságot kanyonok és vulkáni hegyek teszik változatossá. Kérgük vastagsága csekély, átlagosan 10-15 km, hiányzik belőlük a kontinensekre jellemző gránitos réteg. Kőzetei sehol sem idősebbek 200 millió évnél.

Az óceáni hátságok:

Általában az óceánok középvonalában húzódó, 60000 kilométer hosszú és többszáz kilométer széles képződmények. Magasságuk 2-3 ezer méter. Vonulataikat merőleges törések, a transzform vetődések szabdalják. Szeizmikusan igen aktiv területek, a rengések kis mélységben pattannak ki. A legnagyobb tagjai a Közép-Atlanti-, az Indiai- és a Csendes-óceáni-hátság.

A mélytengeri árkok:

A medencék szintjénél 2000-6000 méterrel mélyebb, hosszanti képződmények. Jellemző rájuk az erős szeizmikus aktivitás. Területükön sokféle, fészekmélységü földrengés fordul elő. Hipocentrumaik szabályos sávok mentén rendeződnek el. A legmélyebb árok a Csendes-óceán partvidékén és a Melanéziai szigetiv mentén van.

A partmenti tengerek:

Egyik tipusát kontinensek fogják körül, ilyen például a Földközi-tenger; második tipusát szigetivek választják el az óce-

áni medencéktől, ilyen pl. az Ohotszki-tenger, a Japán-tenger. A tengerek e két tipusát erős tektonikus mozgás jellemzi, földrengések és vulkáni kitörések kisérik e mozgásokat. A két tipus geológiai felépitése eltérő.

A földrengések a tektonikus övezetben vannak, olyan eloszlásban, amelyet szigorú szbályszerüség jellemez. A szeizmikus övek keskenyek, és nyugodt területeket fognak közre. Szeizmikus övek a mélytengeri árkok területe, az óceáni hátságok gerincvonala, valamint a lánchegységek; ezek az övek aktiv vulkáni területek.

A szeizmikus zónáknak a következő tipusai vannak:

Az első a kis fészekmélységü, a húzófeszültség felszabadulásával akpcsolatos.

A második keskenyzónák mentén helyezkedik el; a földrengéseket a nyirófeszültség felhalmozódása előzi meg.

A harmadik: a mélytengeri árkok területéhez kapcsolódik.

A negyedik a Földközi-tengertől Burmáig terjedő széles sávot foglalja el. A harmadik és a negyedik tipusban a nyomófeszültséggel keletkeznek a földrengések.

A Föld felszine LE PICHON szerint hat nagy és néhány kisebb litoszféra lemezre tagolódik. A lemezek kontinentális és óceáni területeket is magukba foglalnak, belsejük tektonikailag nyugodt, az egymáshoz képest elmozduló lemezek szegélye aktiv.

A szomszédos lemezek egymáshoz viszonyitva háromféle mozgást végezhetnek:

Először: távolodnak egymástól, ezek az akkréciós vagy növekvő lemezszegélyek, az antenoszférából mindig újabb és újabb kőzetanyag tör fel és nő hozzá a lemezszegélyhez. Ilyen területek az óceáni hátságok, a Kelet-Afrikai árok, a Vörös-tenger és a Bajkál-tó vidéke.

A második mozgástipusban: a lemezek közelednek egymáshoz. A lemezek tipusától függően két-két alapeset lehetséges. Az első, amikor a kontinentális lemez találkozik az óceáni lemezzel, ilyenkor az óceáni lemez alábukik a kontinentális lemeznek, s lehatol több kilométer mélységbe, majd eloszlik az antenoszférában.

Amikor két kontinentális lemez ütközik össze, akkor nem tudnak egymás alá hatolni, ezért olyan sáv jön létre, ahol az anyag összetorlódik, meggyürődik és összetöredezik. Az ilyen lemezhatárok, más néven konszumációs lemez-szegélyek, vagy szubdukciós zónák. Ilyen a Csendes-óceánt szegélyező cirkumpacifikus öv és az Alpi-Himalájai-Melanéziai övezet.

A harmadik mozgástipus a transzform vetődés, amikor a lemezek horizontálisan csúsznak el, például a Kaliforniai Szent András-törésvonal mentén és a törökországi Anatóliai vetődés mentén.

A lemezhatárok bizonyos felszini formák alapján felismerhetők. Ilyen felszini formák az óceáni hátságok, a mélytengeri árkok és a transzform vetők. A tektonikusan aktiv zónákban kevésbé egyértelmüen lehet megállapitani, itt a szeizmikus térképek adnak segitséget, de ez nem tesz lehetővé egyértelmü

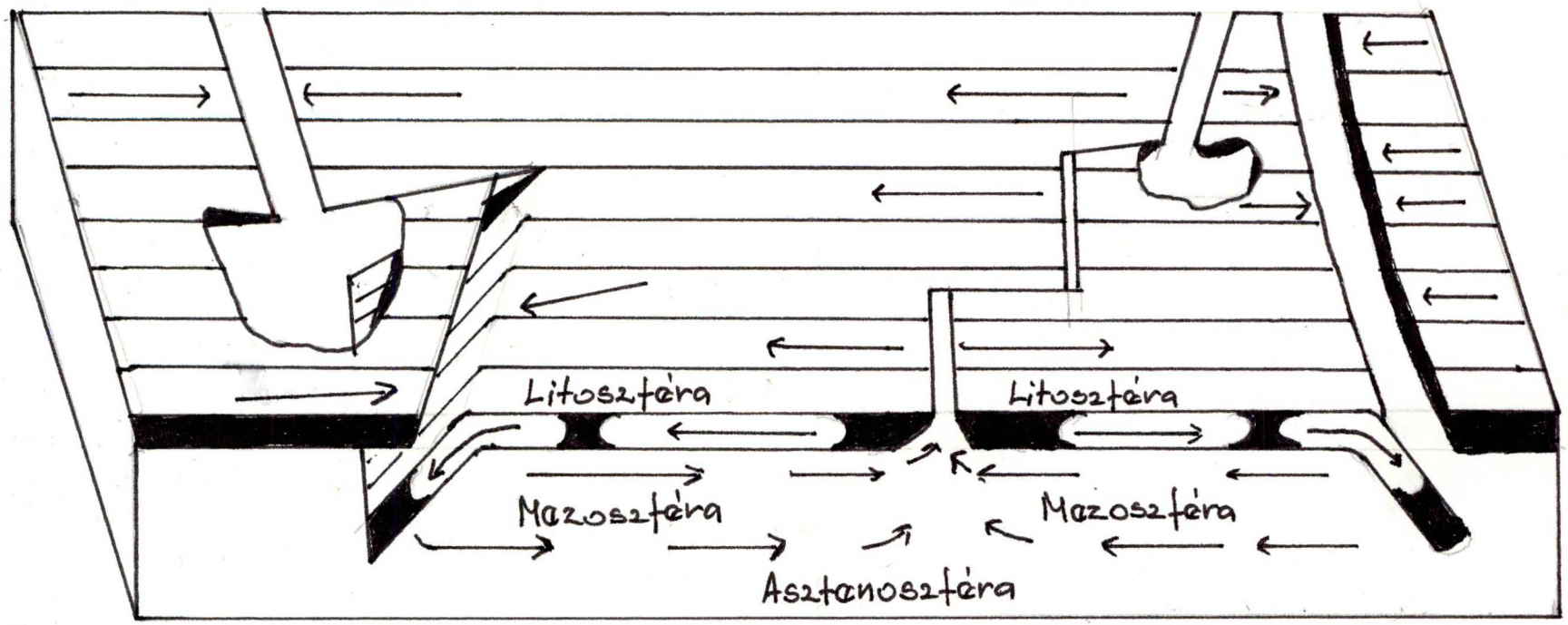
meghatározást, mert az Alpi-Himalájai övben többszáz kilométeres széles sávban pattannak ki a földrengések. Az elhatárolási nehézségek miatt a lemezek számát sem lehet egyértelműen meghatározni. LE PICHON a hat lemezből álló modell megalkotásakor megállapitotta a köztük lévő relativ sebességet is /9. ábra/

A hét lemez: az Amerikai, az Eurázsiai-, az Afrikai-, az Ausztráliai-, az Indiai-, az Anktartiszi- és a Pacifikus-lemez. Hat kisebb lemezt is figyelembe vett a modell megalkotásánál: a Nasca-, a Cocos-, a Karib-, a Fülöp-, az Arabiai- és a Szomáliai-lemezt. A Pacifikus-lemez határai a legegyértelműbbek, keleten és délen hátságok, északon és nyugaton mélytengeri árkok határolják. Az Anktartiszi-lemez is jól elhatárolható, mert minden oldalról óceáni hátságok övezik, igy területe állandóan növekszik.

Az Afrikai-lemezt is hátságok határolják, az északi részét kivéve, itt konszumációs, azaz megsemmisülő a lemezszegély. A határ nem esik egybe Afrika partszegélyével, mert hozzátartozik még a Földközi-tenger déli és keleti szegélye. A tőle északra lévő mikrolemezekkel együtt belenyomódik Eurázsia testébe, és létrehozza azt a földrengéses övezetet, amely az Atlasz-hegységnél kezdődik, majd Szicilián az Appenineken és a Dinaridákon át húzódik. Afrika keleti részén az árokrendszer mentén a kontinens alá benyomuló Indiai-hátság hasitja Afrika keleti részét, tehát itt egy kisebb lemez alakul ki.

Az Amerikai-lemez az amerikai kontinenseket magába fogla-

A litoszféralemezek mozgásának modellje



8. ábra

ló hatalmas egység. Keleti-szegélye a Közép-Atlanti-hátság, nyugati oldalán mélytengeri árkok és részben transzform vetődések határolják. Az Amerikai és az Eurázsiai lemezek közös határa teljesen bizonytalan, a Bering-szoros közelében bárhol lehet. Nem eldöntött, hogy az Amerikai lemez egy vagy két részből áll-e. Az Ausztrál-Indiai-lemezen óceáni és szárazföldi területek is vannak. Az Eurázsiai-lemez déli szegélyén, ahol az Alpi-Himalájai-Melanéziai öv van, a pontos határt nehéz kijelölni.

A lemezek mozgását a Föld felületén EULER geometriai tétele szabályozza. Ennek értelmében a merev testek mozgása a gömbön forgómozgásnak fogható fel. A Pacifikum egész terjedelmében az óramutató járásával ellentétes forgást végez. A szétnyiló hátságok kétoldalán lévő lemezek mozgása is forgómozgás. A lemezek forgástengelye átmegy a Föld középpontján, döféspontjai a rotációs pólusok, a tengelyre merőleges sikok pedig a rotációs szélességi körök, köztük legnagyobb a rotációs egyenlitő. A rotációs szélességi körökre merőleges vonalak a rotációs hosszúsági körök. A körbeforgó lemezek egyes részei a forgástengelytől eltérő távolságra vannak. Ezért, ha a lemez egyenlő szögsebességgel halad, akkor eltérő az egyes részek valódi sebessége. A Föld gömbölyü felületén a litoszféra lemezek úgy mozoghatnak, hogy a mozgásirányukkal párhuzamosan keskeny darabokra törnek. A hosszúkás lemezdarabok különböző sebességgel mozognak. A lemeztektonikai elmélet nagy sikere volt az, hogy az elméletileg megsejtett transzform törésvonalakat megta-

lálták. A földrengés-térképek adtak segitséget a vetők megtalálásához. Az óceán fenekén a rengések mindig a hátságokra merőleges vonalakon pattannak ki, e vonalak a feltételezett transzform törésvonalak. A lemezdarabok a transzform törések mentén igen erősen ellenkező irányba mozognak. A súrlódás hosszabb ideig akadályozza a mozgást, ez alatt a mozgást létrehozó erő felhalmozódik, növekszik; a kőzeteket rugalmasan összenyomja. A megnövekedett erő idővel legyőzi a súrlódást fékező hatást, elszakitja egymástól a lemezdarabokat, és azok elmozdulnak egymás mellett. Ez a jelenség okozza a földrengéseket a hátságok közelében, a fészke mindig a lemezek felszinéhez közel van. A transzform törések egy része a kontinensekbe is benyúlik, ez a katasztrofális földrengések egyik oka. A század elején a kaliforniai Szent András-törésvonal mentén kipattant földrengés pusztitotta el San Franciscot.

Az óceáni hátságok mentén észlelt széttolódási sebességek alapján meghatározhatók a hátság két oldalán lévő lemezek spreading-tengelyei és a széttolódás mértékét meghatározó szögsebességek. A széttolódási sebesség az egyik lemeznek a másikhoz viszonyitott elfordulása 1 alapján kiszámitható. Ez az érték a spreading sebesség kétszerese, mert ez az érték nem más, mint az óceáni fenék kőzeteinek a hátság gerincvonalától szimmetrikusan jobbra és balra való eltávolodásának a mértéke.

A különböző hátságokhoz széttolódási sebessége és a transzform vetődések adatai alapján külön spreadingtengely és külön rotációs szögsebesség tartozik. A mérési adatok azt mutatják,

hogy a spreading tengelyek helyzete nem állandó.

A konszumációs lemezszegélyeknél a mozgás összetettebb, mert nincs még meghatározva az a litoszféra anyagmennyiség, ami visszajut az antenoszférába; feltételezhetően annyi, amennyi az akréciós övezetekben termelődik. Igy a Föld felszinének területét állandónak tekintjük. Igy a lemezhatárok ismeretében az akréciós zónákban mérhető távolodással kiszámitható bármelyik két lemez egymáshoz viszonyitott rotációja. A konszumációs övezetekben nincs lehetőség közvetlen mérésre, de meghatározható közvetve a lemezek viszonylagos mozgása. A lemeztektonikai elmélet a lemezek összefüggő mozgását feltételezi. A mozgások algebrai összegének minden gömbi főkör mentén zérusnak kell lennie, különben a Föld alakjának el kellene torzulnia.

A lemezek szegélyei aktivak, a mozgás során erős átalakuláson mennek át, ez végső soron a lemezek felszinét is átalakitja. A lemezeket a belsőerők tartják állandó körforgásban. A lemezek felszine a belsőerők szempontjából viszonylag nyugodt, a belsőerők kevésbé háborgatják; itt elsősorban a külsőerők fejtik ki felszinalakitó hatásukat.

5./ A külső- és belső erők ellentmondásainak felhalmozódása a lemezszegélyeknél

A külső és belső erők ellentmondásának a kölcsönhatásában alakult ki a Föld felszinének jelenlegi állapota. /1. ábra/

Ez egy hosszú fejlődési folyamat, amelynek eredménye a kontinensek mai felszine, az óceánok mai állapota.

A kontinensek peremén a lemeztektonikai mozgások átalakitják a szárazföldet, úgy, hogy az üledékgyüjtők anyagát nagy erővel nyomják, igy feltolódás és takaró keletkezik. Ha húzóerő is müködik a kéregben, akkor tágulás következik be, és ékalakú testekké törik a kéreg. Ezek lefelé és felfelé is elmozdulhatnak, ezeket a mozgásokat vetőknek nevezzük.

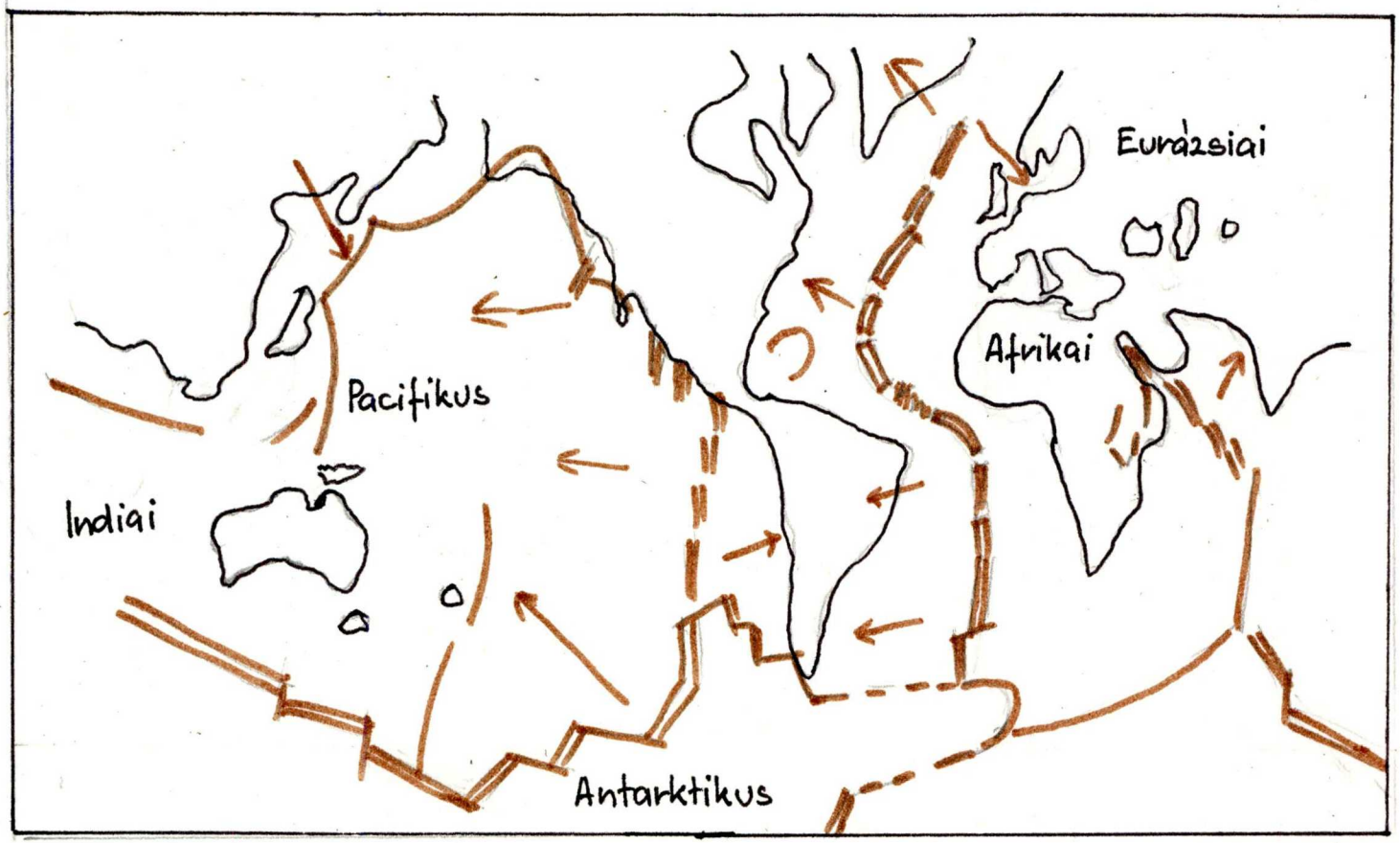
A tüzhányók élete is a lemezek mozgásával függ össze. Az egyik tipusuk az óceáni hátságok szétnyiló hasadékainál van, és bazaltlávát produkál, ami az óceáni lemezek anyagát adja. A másik tipusa a mélytengeri árkok mentén alakul ki. A kéreg mélybe süllyedésekor a felszinről nagy viztartalmú iszapot, üledéket visz magával. A mélyebb részekben a viz, illetve a vizgőz nyomása növekszik. Az üledék is megolvad, úgy, hogy a megolvadt rész kovaanyagot tartalmaz, mig a szilárd részben vas és magnézium tartalmú anyagok vannak. A megolvadt anyag nagynyomású, vizben gazdag, áttöri a felette lévő kérget, és tüzhányók formájában a felszinre kerül. A vulkánok az andezit lávából és tufából az óceáni kérgekre szigeteket épitenek, a görbült óceáni árokkal párhuzamosan, görbülő szigetivet alkotnak. Az árkok lehetnek a kontinensek peremén is; ilyenkor a vulkánok csak úgy tudnak a felszinre törni, ha a kéreg nem túlságosan vastag a megolvadt zóna felett, pl. ilyen az Andok vulkáni sora.

Milyen jelenségek játszódnak le az üledékgyüjtő árkokban?

A BENIOFF-zónák feletti óceáni kéreg állandóan süllyed, amit nagymértékben kiegyenlit az állandó vulkáni müködés. A vulkáni láva és a tufa gyorsan erodálódik, az anyaga a tengerbe kerül. A süllyedés és az üledékképződés nagyjából egyensúlyban van, igy vastag üledék képződik. A vastag üledék alsó része a mélyben a magas hőmérséklet és a nagy nyomás miatt átalakul; csillámpala, gneisz, gránit képződik belőle. A lemezbetolódás az anyagot oldalra szoritja, préseli. Az üledékes anyag tömörödik, gyürődik, törések szelik át. Az óceáni kéreg lassan lefelé nyomódik, beleolvad az antenoszférába, és feletta új kéreg keletkezik. Az üledékgyüjtő anyaga az óceáni kéreggel együtt nem kerül a mélybe; ha a konvekciós áramlatok megváltoznak, lehúzó hatásuk áttevődik más területre. Ilyenkor az üledékgyüjtő anyag kiemelkedik és hegység születik.

A kontinensek peremén is kialakulhatnak üledékgyüjtő árkok, olyankor, ha a konvekciós áramlat lehúzó hatása a kontinens peremének néhány száz kilométeres sávját is a vizszint alá húzza. Igy itt sekély, de állandóan süllyedő, apró szigetekkel tarkitott tengerrész alakul ki. Ha a terület trópusi éghajlatú, akkor nagyon gazdag élővilág alakul ki. Házuk anyagából mészkőréteg lesz, az állandó süllyedés miatt több ezer méter is lehet a vastagságuk. A mészkő alatt legtöbbször folyami eredetü homokkő van. A mészkő és a homokkő nagyon megnöveli a könnyü kontinentális kéreg vastagságát. Ezen anyagokból is - a lehúzó erő megszünte után - hegység képződik.

A földfelszín litoszféralemezei és mozgási irányuk



9. ábra

6./ Az óceáni lemez mozgásának a modellje

Az óceánok és a szárazföldek kőzeteinek korát ha összehasonlitjuk, azt tapasztaljuk, hogy a legidősebb óceáni kéreg 200 millió éves. Az óceánok régebben keletkeztek, mint a szárazföldek, kőzeteik mégis fiatalabbak, mint a szárazföldön lévő kőzetek, ahol nem ritkák a három, sőt a három és fél milliárd éves üledékes kőzetek sem. A magyarázat az, hogy az óceáni aljzat állandó mozgásban van: a hátságoktól, ahol képződik az új litoszféra anyag, a mélytengeri árkokig, ahol megsemmisül. Például a Kelet-Pacifikus hátságtól évi 5 cm sebességgel távolodik a Pacifikus lemez. Kiszámitható az az idő, amely ahhoz szükséges, hogy a mozgó lemez adott pontja az Uj-Zeeland közelében levő mélytengeri árkot elérje. Ez az idő 140 millió év; azt jelenti ez, hogy ha a lemezek már 140 millió évnél idősebbek, akkor alábuktak a mélytengeri árkoknál. /8. ábra/

Az alábukó óceáni lemez egyrésze a kontinens peremához tapad, és nem bukik a mélybe. Igy a kontinens peremét kisérő hegységrendszer magába zárhat óceáni burokdarabokat. Az óceáni aljzatnak mintegy ezredrésze menekül meg a pusztulástól. Az óceáni hátságok tanulmányozásánál a mélyben csak a kőzetek felszinét ismerhetjük meg, a párnára emlékeztető lávaformákat. A lávapárnák a hasadékból kibuggyanó lávából merevednek meg a hidegviz óriási nyomása alatt. A felszinre került óceáni kőzetfoszlányok tanulmányozása választ ad arra, hogy milyen kőzetekből épül fel az óceánok aljzata.

Az óceánok fenekét alkotó kőzetek zöld színükről az ofiolit nevet kapták. Ez a szín a szerpentit nevü ásvány következménye, amely a magmából képződik vizfelvétellel. Az ofiolitok kőzettipusok, köztük található a párnaláván kivül a mélyebb rétegben függőleges helyzetben kristályosodott kőzetek, a dájkok, valamint a mélyben lassan kihülő és ezért durvább kristályos kőzetek; a gabbró és a peridotit. A magmás kőzetekhez mélytengeri üledékes kőzetek csatlakoznak, például kovakőzetek, vagy az agyagos palák.

Az ofiolitok jól tanulmányozhatók Ciprus szigetén a Troodos-masszivumban és az Arab-félszigeten, Ománban. A tanulmányozás során jól megfigyelhető, hogy miként növekszik a tellér kőzetek aránya a párnalávákhoz viszonyitva és az, hogy a nagy mélységben négy-öt kilométer átmérőjü nagy magmakamráknak kellett lenni, izzó olvadékkal teli, amiből a durvábban kristályos kőzetek megszilárdultak. Az óceáni hátságok mélyén nagy magmakamrák létezésére következtettek a földrengés hullámok terjedése alapján már régebben is a geológusok. A tenger mélyén képződő ércek is a magmakamrákkal vannak összefüggésben. A kéregmozgások során a magmakamrák feletti vékonyabb kőzetburok felreped, itt a tengerviz behatol a hasadékokon a kamrába. Az izzó magmától felmelegedve és vizzel, ónnal, mangánnal, vassal megrakodva a viz újra magasba emelkedik, és mint hőforrás tör fel a tenger fenekéről. Az ásványokat tartalmazó forró vizből a hideg tengervizzel érintkezve a fémszulfidok kicsapódnak, és a tenger fenéken lerakódnak.

A magmakamrákat oldalról gabbró és peridotit kőzetek fogják közre, melyek szerkezetéről a földrengés hullámokkal történő vizsgálat kimutatta, hogy vizszintes réteges szerkezetüek.

A gabbró és peridotit rétegek közt húzódik a földkéreget a földköpenytől elválasztó MOHO felület. A peridotit alatt nagy vastartalmú kőzetek vannak, amelyek néhol belepréselődtek a kontinensperemi hegységekbe, és igy számos helyen tanulmányozhatók.

Az óceáni aljzatot alkotó kőzetlemezdarabok leszakadásának az okát kutatva számos modellt dolgoztak ki a kutatók. Például a fenéklemez kettétört, és az alábukó lemezdarabokból felszabaduló vizdús olvadékok felhajtóerőt fejtenek ki a felül maradt lemezdarabokra. Van olyan feltételezés is, mely két szárazföldi lemez közeledését feltételezi, a közbezárt óceáni lemez kettétörik. Ilyenkor az alábukó óceáni lemezzel együtt a kontinens lemez is a mélybe kerül, és a könnyü szárazföldi lemez fejt ki emelőhatást az óceáni lemezdarabokra.

Egy másik modell szerint a kettétörő és leváló óceáni lemez darabkái a mélytengeri árkokba hullanak. A lemez alábukásával az ofiolitok a kontinens peremi hegységekbe kerülnek. Ha az óceáni hátság viszonylag közel van a kontinens peremhez, akkor a lemezek még könnyüek és vékonyak, igy nem buknak a kontinens alá, a széttöredezés után kontinens peremére rátolódnak.

A kontinensek is kopnak az erozióval. A hordalékanyag a

sekély tengerbe kerül, onnan a mélytengeri árkokba. A sziliciumban gazdag anyagokból andezit láva képződik, ebből pedig újabb kőzetek, és a kontinensek anyagát gyarapitják, újabb kontinens részek keletkeznek.

7./ A légkör evolúciója

A légkör fejlődésével több tudományos elmélet foglalkozik, amelyek közül a legelfogadottabb RUTTEN M.G. /1971/ munkája. Modelljében a légkör fejlődését összekapcsolja a kéreg és az élet fejlődésével.

Az ősi légkörnek más volt az összetétele, OPARIN és HALDANE munkássága óta tudjuk, hogy redukáló jellegü volt. A redukáló légkör elengedhetetlen feltétele volt a makromolekulák kialakulásának. Ha ma képződne makromolekula, akkor azt az oxidáció és a rothadás szétrombolná, igy élőanyag ma csak élőanyagból képződhet.

Az élet keletkezésének nagy ellentmondása az, hogy a keletkezéséhez redukált légkörre és ultraibolya sugárzásra volt szükség. A sugárzás energiát szolgáltatott a makromolekulák felépitéséhez, de ha nem volt hatásos védelem, el is rombolta a molekulákat. Ma a légkör ózon rétege és oxigén tartalma védi az élőlényeket a halálos sugárzástól, amely a világürből érkezik.

Az élet keletkezése és fennmaradása szempontjából a légkör fizikai összetétele meghatározó fontosságú volt. A légkör fizikai összetétele döntő fontosságú a Föld és az élet evolu-

ciója szempontjából.

A Föld az első légkörét az erős felmelegedés miatt a feltételezések szerint elveszitette. A kéreg megszilárdulása után a kőzetek sokáig adtak még le gázokat, és igy fokozatosan új légkör keletkezett. Milyen volt a légkör az élet keletkezésekor? Erre a vulkánikus kőzetek gázleadásából következtetnek. A jelenkori hegységképződést és vulkánosságot kisérő gázképződést átlagnak tekintve a korábbi időszakra számitásokkal következtettek és azt tapasztalták, hogy a képződő gáz mennyisége elegendő a légkör anyagaihoz.

Az ősi légkör, az ősi hidroszféra és az ősi litoszféra olyan vegyületeket tartalmazott, amelyek a rövid hullámhosszú ultraibolya sugarainak a fénykvantumjaival találkozva lehetővé tették a szervesanyag szintézisét és az élet keletkezését.

A felszint az ultraibolya sugárzás mindaddig elérte a légkörön keresztül, amig nem képződött számottevő oxigén és ózon. Az ősi légkörben az ultraibolya sugárzás nemcsak a felszint érte el, de az ősi vizekben 10 méter mélységbe is behatolt.

A légkörben megnövekedő oxigén és ózon mennyiség megvédte a felszint az erős ultraibolya sugárzástól. Ha azt kutatjuk, hogy honnan származik a keletkező oxigén, akkor elsősorban a viz jöhet számitásba, mivel bőven áll rendelkezésre.Fotodisszociációval az ultraibolya sugárzás elbontja a vizmolekulákat, a keletkező hidrogén megszökik a világürbe, mert könnyü; az oxigén meg az O_2 vagy O_3-má alakulva a felszin kőzeteivel egyesülhetne. Az oxigén termelésnek ez a formája e-

legendő oxigént termelt volna, de nem fogadható el, mert működik egy önszabályozó rendszer, ami ezt megakadályozza.

A földi légkör 11 kilométer magasságában a hőmérséklet állandó - 60 C°, ez "hideg csapda", mert a vizgőz itt kicsapódik, nem tudja elhagyni a Földet. Az oxigén és a hidrogén számára a hidegcsapda nem akadály, szabadon tud távozni a hidrogén, az oxigén pedig 11 kilométer felett rétegződik fel. Az oxigénszint egy meghatározott szint felett leárnyékolja az ultraibolya sugarakat és a disszociáció leáll. Az őslégkör oxigén tartalma, amelynél a fotodisszociáció leállt, a mai oxigénszintnek a 0,001 része. A felfedezőjéről UREY-szintnek nevezik. Ez a szint nemcsak a Földünkre, hanem minden más égitestre is érvényes. Nem ismerünk olyan tényezőt, mely ezt a mechanizmust kikapcsolná, és nagyobb oxigén termelést tenne lehetővé. Az oxigénnek ennél magasabb szintje csak biológiai úton keletkezhet. Földünk magas oxigén szintjét biológiai eredetünek kell tekinteni. Az univerzumban 0,001 értéknél magasabb oxigénszintü légkör csak a földi élethoz hasonló élet mellett lehetséges. A viz fotodisszociációjának kizárásával a lehetséges oxigén-források sorában a széndioxidot és a vizet együtt hasznositó fotoszintézis került előtérbe. A széndioxid a kőzetek gázleadása során kerül a levegőbe a metánnal együtt. Szilárd kőszén csak a fotoszintézis során fokozatosan halmozódott fel. A légkör fokozatosan gazdagodott a fotoszintézis során oxigénben. Amig az oxigén-szint kezdetben a 0,001-es értéket nem érte el, addig az élőlények erjesztés fermentáció útján

bonyolitották le életfolyamataikat. A 0,001 oxigén szint felett az élőlények jelentős része áttért a légzésre. A légzés sokkal nagyobb lehetőséget biztosit az élőlények elterjedésére. Az élőlények a 0,001-es oxigén szinten térnek át az oxigénes energia felhasználásra, ezt az állapotot nevezik PASTEUR-szintnek. Amikor az oxigén mennyiség eléri a PASTEUR szintet, a földi élet hihetetlenül felgyorsul, miután alkalmazkodik a magateremtette új helyzethez, az oxigénes légkörhöz. Az oxigén és a széndioxid előfordulásában ellentét van. A szabad oxigén többségében a levegőben található, amig a széndioxid az óceánok vizében oldódik fel. A légkör széndioxid szintjét a széndioxidnak a tengerbe történő oldódása szabályozta, ezért nem változott a mennyisége hosszú időn keresztül.

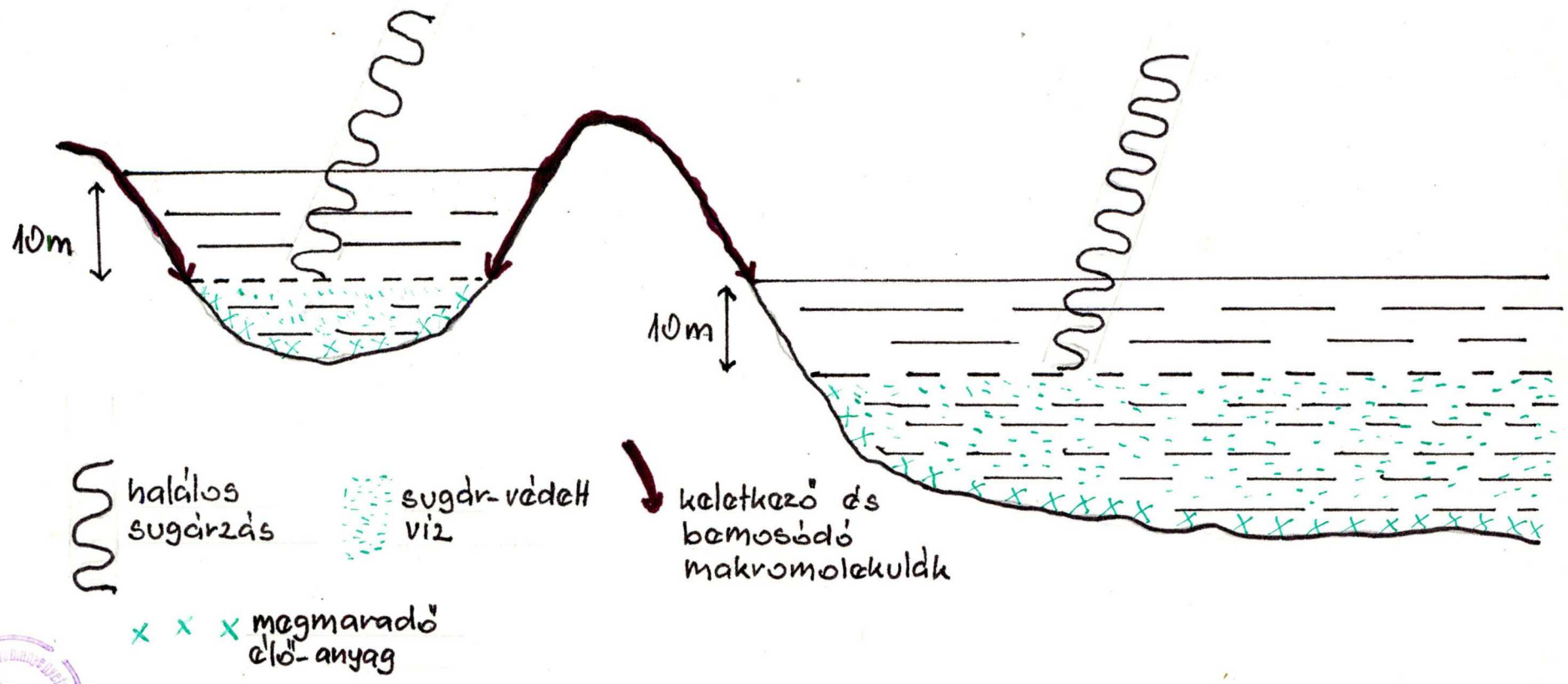
Az élővilág és a légkör evolueiója nem választható el egymástól. Együttes fejlődésükben a következő szakaszokat különitik el:

Az első szakasz: A Föld korai időszakában a forró kőzetek lehülése után megindul a kőzetek gázleadása: kialakul a másodlagos atmoszféra. Ez a légkör redukáló jellegü, a felszinre érkező ultraibolya sugárzást nem árnyékolja. A légkörben kialakul a hidegcsapda, müködni kezd az UREY-szabályozás, az oxigén tartalom a levegőnek 0,001 része. A légkör és a felszini vizek a kemény sugárzás redukáló hatása alatt vannak és az energiadús makromolekulákat tartalmazza. Ez a szakasz tehát az élőanyag kialakulásának szakasza.

A második szakasz: Az élőanyag csak ott tud fennmaradni, ahol a halálos sugárzástól védelmet talál. Az ultraibolya sugárzás, amely létrehozza energiájával a makromolekulákat, el is pusztitja saját termékeit, ha nem talál védelmet. Ilyen védelmet adó helyek a szilárd kéreg üregeiben és a 10 méternél mélyebb vizrétegekben vannak. /10. ábra/ A kezdetleges élőlények heterotrofok és felfalják a keletkező makromolekulákat. A heterotróf táplálkozás mellett megindul az autotróf táplálkozás, kialakulásának az okát nem ismerjük. A fotoszintézis produktumaként oxigén kerül a levegőbe, az oxigénből ózon képződik, ami csökkenti a fotodisszociációt. Amikor a levegő oxigéntartalma eléri a 0,001-es sintet, a fotodisszociáció megszünik. Az oxigén-ózon réteg egy bizonyos vastagság után az élet keletkezéséhez szükséges sugárzást felfogja: ezzel az élet keletkezésének szakasza befejeződik. A fotoszintézis megindulása után az élet a viz egy vékony rétegéhez volt kötve a 10 méternél mélyebb vizekben. A felszin alá 10 méterig hatolt be a halálos sugárzás, ezért itt az életet elpusztitotta. Ez az élet felső határa volt, az alsó határt a fotoszintézis szempontjából hatékony sugarak behatolásának mélysége szabta meg. Az első élőlények nagy valószinüség szerint fenéklakó élőlények voltak, a planktonikus életre úszó-lebegtető szervek hiányában nem voltak képesek.

A harmadik szakasz: A fotoszintézis eredményeként az oxigén

A korai élet állapota a Földön (Rutler M.G után Balogh J. Balogh P. módosításával)



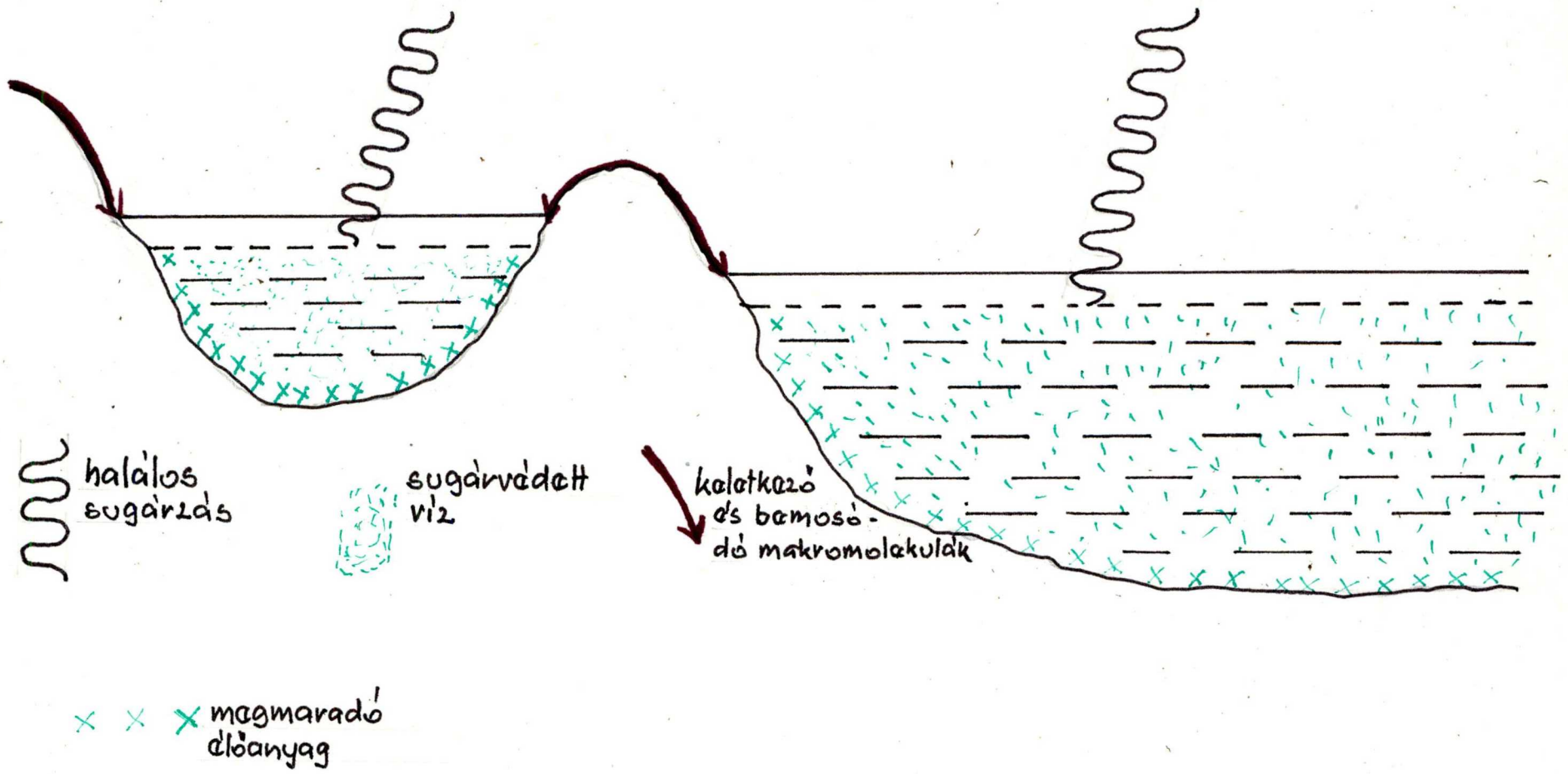
SZEGED

10.ábra

mennyisége állandóan nő, és az oxigén-ózon ernyő állandóan vastagszik. /11. ábra/ A levegő 0,001-es oxigénszintjén a sugárzás csak a felső néhány centimétert érinti, igy az élet a viz egész tömegében lehetővé válik. Ekkor kialakul a lebegő életmód, és a planktonok meghóditják az óceánokat. Ez a minőségi változás azt jelenti, hogy a partvonal mentén az egész óceán kiterjedésében folyhat a fotoszintézis. A 0,001-es oxigénszint nemcsak az óceánok meghóditását jelenti, hanem a mikroorganizmusok szervezete is átalakul, alkalmazkodik a magasabb oxigén-szinthez. Az erjedésről áttérnek a légzésre azok a mikroorganizmusok, amelyek képesek mindkét tipusú disszimilációra. A légzéses mechanizmus majdnem tizenötször több energiát ad az élőlényeknek, mint az erjedés, igy az élet "feldúsul", és új evolúciós változásokat tesz lehetővé. A légzésre való áttérés az oxigén fogyasztás megnövekedését is jelenti, ami az oxigén mennyiségének időleges csökkenését is jelentette. Csak egy meghatározott idő elteltével növekedett újra a levegő oxigén tartalma. Ez a szakasz az oxigénes környezethez való alkalmazkodás időszaka.

Negyedik szakasz: A megújuló hegységképződés hatására mind több CO_2 kerül a levegőbe, igy a fotoszintézis megnövekedett, és ezzel együtt az oxigéntermelés is rohamosan növekedett. Az oxigén-ózon mennyiség a növekedés hatására a levegő 0,1 részét adja, ami megvédi az élőlénye-

Az óceánok meghódításának időszaka



11. ábra

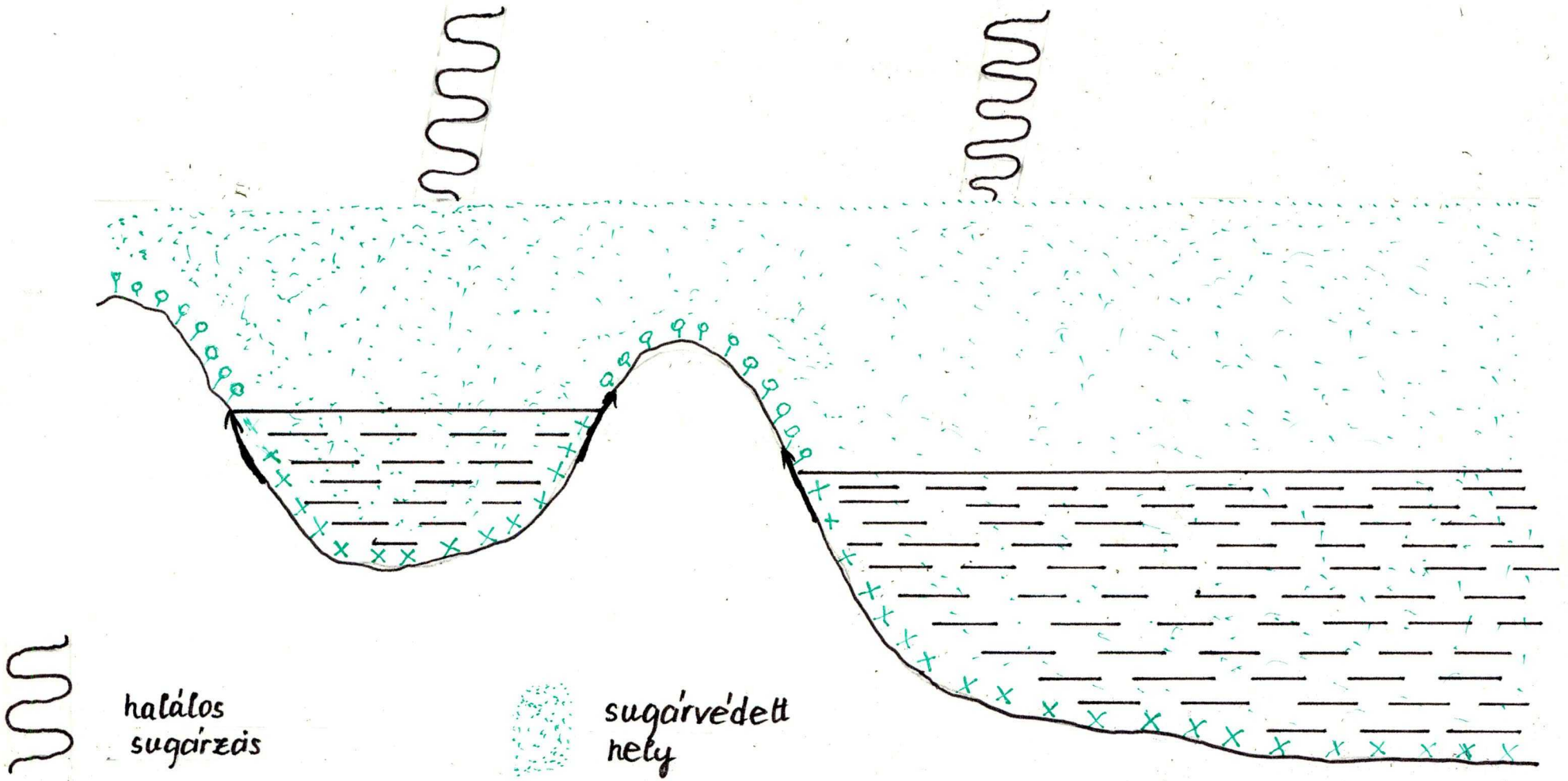
ket a halálos sugárzástól. /12. ábra/ Az élőlények gyors elszaporodását elsősorban a trópusi klima és a napsütés segiti elő. Másodsorban számtalan kedvező élőhely alakult ki a kontinensek közti geoszinklinálisokban, a kontinens peremi üledékgyüjtők sekély öbleiben. A kedvező élőhelyi feltételek a gyors szaporodásnak, ez pedig az evolúciónak kedvezett.

8./ A kontinensek változása és a lemeztektonikai mozgás

A Föld életének első időszakáról nincsenek adatok. A fennmaradt legidősebb kőzetek erősen átalakultak, gneiszből, csillámpalából és gránitból állanak; ezek alkotják a kontinensek legidősebb magvát. Az őskori pajzsok kőzetei erősen átalakult kőzetek, a felületükről a puhább kőzetek lepusztultak, de igy is elárulják azt, hogy a maihoz hasonló geológiai feltételek alakitották ki őket.

Az ókorban a lemezek mozgása tovább tartott, és hatalmas méretü hegységképződés épitette tovább a kontinenseket. A változások kedveztek az élővilág fejlődésének a hegységképződéssel kapcsolatos üledékgyüjtőkben, a sekély tengerekben, melyek a trópusi éghajlati övbe estek. A tengeri élet mellett a szárazföldi növények is elszaporodtak az időszakosan vizzel borított helyeken; belőlük képződött a kőszén. A növények fejlődése elősegitette az állatvilág fejlődését, ekkor jelentek meg és indultak fejlődésnek az első szárazföldi állatok, a rovarok,

A szárazföld meghóditásának időszaka



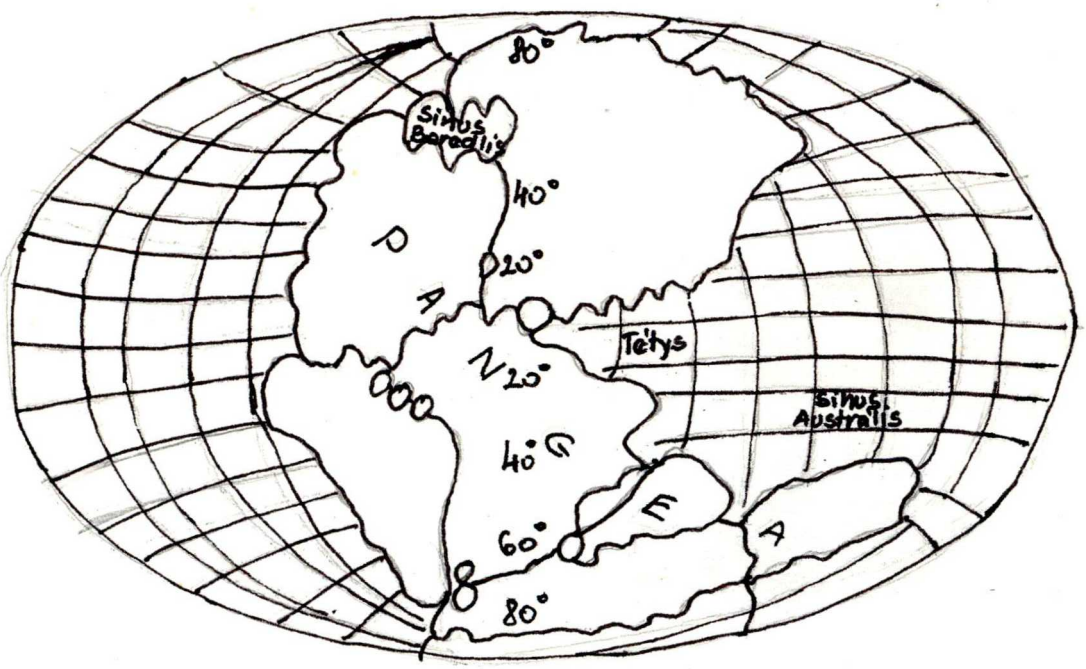
12. ábra

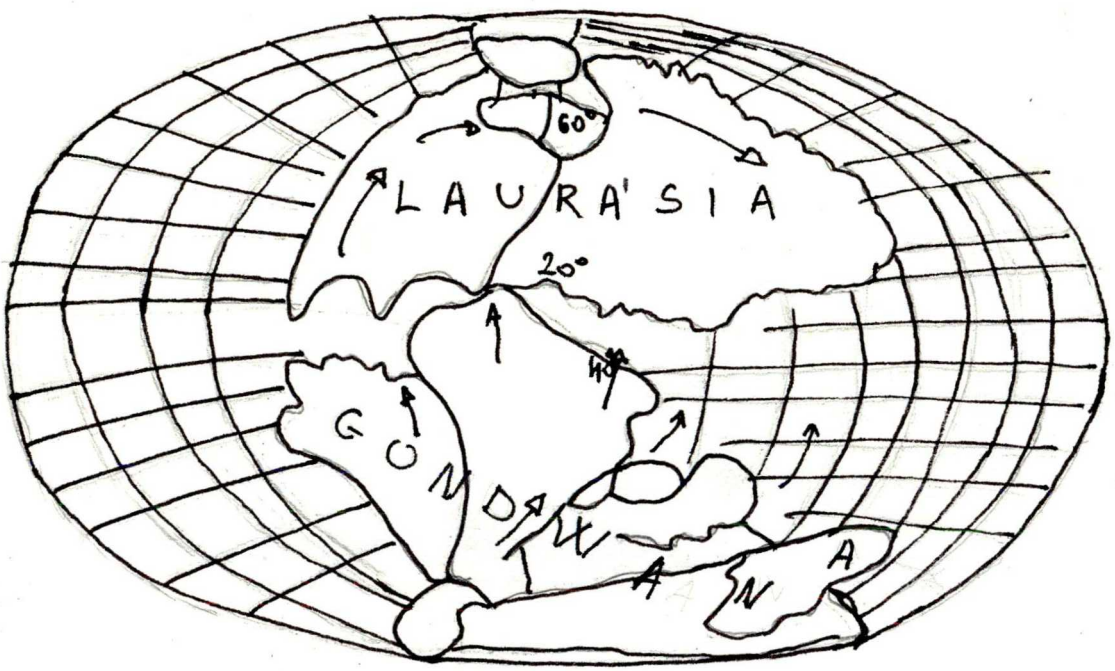
százlábúak. A gerincesek fejlődésének is kedvezett az élőhelyek átalakulása, mert elősegitette azt, hogy a halak a levegőből szerezzék be az oxigént. Kialakult a tüdővel való légzés, ami a mászással együtt a fejlődést segitette elő.

A mezozoikumban egyetlen ősi szuperkontinens, a Pangea volt, amelyet az ősi óceán, a Panthalassa vett körül. /13.ábra/ Az őskontinens keleti részén egy hatalmas öböl, a Tethys tenger volt. Az őskontinens a felsőtriászban kezdett feldarabolódni, a Laurásia és a Gondwána-föld alakult ki belőle.

Az ősi Atlanti-hátság kialakulása után a termelődő óceán hatására a Laurásia az óramutató járásával megegyező, a Gondwána pedig ellenkező irányba kezdett elfordulni; ez hatással volt a Tethysre. Nyitódása és záródása többször megfigyelhető ezután. Először óceáni jellegüvé lett, megkezdődött a fenéklemezének begyürődése délen és északon is. Mindkét helyen üledékgyüjtő árok alakult ki, amelyben délen mészkő és dolomit képződött, valamint egy kevés homok és agyag szállitódott. Északon mészkő, homokkő, márga és agyagpala keletkezett. A régebbi korokban képződött közeli hegységek nagyon lepusztultak, igy sok üledék keletkezett. A táblák mozgása időközben megváltozott, és a nyitódást záródás váltotta fel. Ázsia és Afrika távolődása és közeledése ritmikusan ismétlődött 150-200 millió évenként. E változások hatására alakult ki az "Eurázsiai hegységrendszer". Egyes részei igen magasra emelkedtek ki a környezetükből, ennek okaként módositó tényezők játszottak közre. A betolódó óceáni lemez kontinenst "hordozott a hátán". A kon-

Pangea





Laurásia, Gondwana-föld

13. ábra

tinens a betolódási zónában nem süllyedt a mélybe, hiszen könnyü fajsúlyú, hanem fennmaradt a felszinen. A vizszintes tolóerő tovább nyomta a geoszinklinális, illetve a belőle kialakuló kontinens pereme felé. Ezért nagy torlódás következett be. A fellépő nagy nyomásnak háromféle hatása lett: a mélyben fokozta a kőzetek átalakulását, a közepes mélységben az eredetileg sima, réteges kőzeteket redőkbe gyürte, a felszin közelében töréseket okozott, igy a rétegek egymásra csúsztak, eltolódtak óriási takaróként. Ilyen változást okozott az Appenini-félsziget és Kisázsia is a középkor végén.

Ezek a mozgások az élővilágra is nagy hatással voltak, mert a szárazföldön kihaltak az óriás hüllők, a tengerből az ammoniták. A kipusztulás okára a lemeztektonika ad magyarázatot. A környezet gyors változása, fejlődése az élővilág fejlődésére is hatott. Egyes állatfajok kipusztultak, mig mások, melyek a környezeti változásokhoz jobban alkalmazkodtak, fejlődésnek indultak, a környezetüktől jobban függetlenedtek és elszaporodtak.

A fennmaradás függött az élőlény elterjedésétől is, mert minél nagyobb területen terjedt el, annál valószinübb volt az, hogy az élőlény a kedvezőtlen időket átvészeli valahol. A nagy egyedszám lehetővé tette az előnyös tulajdonságok keletkezését és elterjedését. A nagy termetü állatok nem tudtak alkalmazkodni a környezeti hatások változásához. A kisebb hüllők egy újabb fejlődés kiindulópontjai lehettek volna, ha az emlősök el nem szaporodnak. Ezek gyors szaporodásukkal jobban

alkalmazkodtak a megváltozott körülményekhez. A Tethys változása a középkorvégi klimaváltozásnak az oka. A lecsökkent tengerszint miatt kevés volt a párolgás, nagy területek sivatagosodtak el. A szélsőségessé vált klimát az emlősök könnyen átvészelték, a hüllők nagy része azonban kipusztult.

Összefoglalva megállapithatjuk, hogy a lemeztektonika egységbe foglalja a Föld felszinén lejátszódott eseményeket; olyan problémákat tudott összekapcsolni, mint a felszin fejlődése és az élőlények változásai. Globális elmélet, mert a Föld fejlődésére, a nagy szerkezeti egységek kialakulására és hosszú időszakra alkalmazható. Elősegitette a földtörténeti folyamatok jobb megértését, az ásványlelőhelyek könnyebb feltárását.

A geológia, a geofizika, az ürkutatás és a biológia eredményei rámutattak arra, hogy a földkéreg a légkörrel és a földi élettel kölcsönhatásban fejlődött. A földkéreg nagy dinamizmusát az tette lehetővé, hogy a Föld nagy mennyiségü vizet tartalmaz. A viztartalom egyrészt elősegitette a litoszféra mobilitását olyan mértékben, amelyhez hasonló más bolygón nem tapasztalható, másrészt fontos feltétele volt az élet kialakulásának. A kialakuló élet, majd a fotoszintézis megindulásának hatására a légkörben feldúsul az addig kis mértékben jelenlévő oxigén. E folyamat hatására a légkör hőmérséklete mind egyenletesebbé válik, ami az élőlények fejlődését segiti elő. Az oxigén megjelenésével a felszinközelében hidroxilban gazdag ásványképződés indul meg, ami a vastag üledéktakarók kia-

lakulásának a feltétele. Az agyagásványok megjelenése lehetővé tette a földkéreg nagy tábláinak mozgását. A táblák mozgása fokozza a hegység-képződést, ami a vulkánossággal növeli a légkör CO_2 mennyiségét, ez fokozza a fotoszintézist, és ezzel növeli a légkörben az oxigén tartalmat. A hegységképződéssel termelődő viz elősegiti a litoszférán belüli kölcsönhatást az élettelen és az élő tényezők között.

A Föld alapvetően különbözik a többi bolygótól. A Földön viz van, és igy kialakulhatott az élet, ami folyékony vizhez van kötve. A viz csak kedvező körülmények között van ilyen nagy mennyiségben és ilyen formában jelen egy bolygón.

A Föld kedvező körülményei:

Először: a gravitációs erő kedvező nagyságban, megfelelő forgási sebességgel együtt képes megakadályozni a viz szökését.

Másodszor: az energiaforrástól kedvező távolságra van a Föld. A Naptól 100-200 millió kilométerre van, ennél nagyobb távolság esetén a viz állandóan fagyott állapotban van, kisebb távolság esetén a magas hőmérséklet miatt elpárolog.

A Földön érvényesülő ellentmondásokban - pl. az endogén és az exogén erők között - a hidroszféra jelenti a főoldalt. Szerepe fontos a geológiai mozgás minden fázisában, igy a kőzetek átalakulásában, a lemezek kialakulásában, mozgásában. Fontos a viz az élet szempontjából is, kialakulásában és fejlődésében is.

9./ A geológiai mozgásról a globális lemeztektonika alapján

A globális lemeztektonika eredményei alapján megállapithatjuk, hogy:

- A geológiai folyamatok speciális anyagi hordozóval rendelkeznek, amelyek minőségileg különböznek a többi anyagfajtától. A földkéreg a geológiai mozgás hordozója, sajátságos, belső felépitése van, amely az anyag egyetlen más formájára sem jellemző.

- Jóllehet mechanikai, szubatomáris fizikai, kémiai és fizikai folyamatok is végbemennek a geológiai mozgás során, a folyamatokban érvényesülő mechanikai, fizikai és kémiai törvényeken túlmenően specifikus törvényszerüségek ismerhetők fel. A folyamatokban érvényesülő fizikai és kémiai törvényekkel a geológiai mozgás folyamatai kimeritően nem értelmezhetők.

A geológiai folyamatok specifikus kölcsönhatásoknak:

a gravitáció
a belső hőmozgás
a vegyi folyamatok
a napsugárzás

} eredője.

A földkéreg strukturájában érvényesülő ellentmondások az okai a geológiai mozgásnak. A geológiai mozgásnak relative önálló hordozóhoz kötött, jól elkülönült törvényei vannak. Más mozgásformáktól jól elkülönithető, ugyanakkor szoros kapcsolatban és kölcsönhatásban van más mozgásformákkal, elsősorban a biológiai mozgással, mert a geológiai folyamatok feltételei a biológiai folyamatoknak. A biológiai folyamatok is hatnak a geológiai folyamatokra, módositják, átalakitják azokat, valamint

részt is vesznek egyes folyamatokban.

A földkéreg változásait egyrészt a funkcionális törvények szabályozzák. Ide tartoznak az egyes speciális geológiai jelenségekben érvényesülő törvényszerüségek, mint például a lepusztulás, az üledékszállitás és felhalmozás folyamatában érvényesülő törvények. E törvényszerü változások függvényszerü kapcsolatokkal kifejezhetők.

A változások másik csoportja a dinamikus törvények, melyek pl. a tektogenézis folyamatában érvényesülnek. A tektogenézis szerkezetátalakitó hatású. Az általánosan ható törvényszerüségek is dinamikus változást eredményeznek, például az endogén és exogén erők közötti kölcsönhatás, amelynek során az endogén eredetü tektonikus mozgások a földkéregben egyenetlenségeket, kiemelkedéseket és lesüllyedéseket hoznak létre. A geomorfológiai folyamatok külső, exogén eredetüek, melyek a kiemelkedéseket és mélyedéseket eltüntetik.

Igy arra a következtetésre juthatunk, ha a geológiai folyamatokat vizsgáljuk, hogy a térbeli, az egymás fölötti - időbeli egymásutániként jelenik meg, úgy, hogy a geológia lényegében történetkutatás.

A geológia lényegére ezért a következőkkel is válaszolhatunk:" ... Ami tudományunkban és a gondolkodás módjában sajátosan geológiai, az a földtani időfogalom."/19/

A történeti forráskutatás a következő alapelveken nyugszik/20/:

1./ Minden földtani anyag valamilyen időben végbement fo-

lyamat eredménye.

2./ Rétegtani elv: alapján " ... tükröződik a kőzeteknek, mint földtani dokumentumoknak a térbeli helyzete időfolyamatként ..."

3./ A tektonikai elv azt fejezi ki, hogy a szerkezeti formák tulajdonképpen mozgásképek, amelyekről a mozgási folyamatokra és részben a mozgatóerők fajtáira, eredetére is következtetünk.

A földtörténet-kutatás a következő alaptételeken nyugszik:

Az anyagok a földtan számára folyamatként jelentkeznek.

A térbeli elrendezés egymásutánja időbeli egymásutánt jelez.

Az egykori mozgások képei dinamikus folyamatokat árulnak el.

Az elmondottak alapján megállapithatjuk azt, hogy a geológiai mozgás önmozgás, iránya a körforgás, mint ilyen az ismétlődés és az irreverzibilis változó sajátos egysége. A kéreg körforgása önfenntartó, önmagát létrehozó és megőrző mozgás. A folyamat totális, tartalmazza a körforgást is, például a kéreg a tektonikus és a geomorfológiai körforgásban is részt vesz. De tartalmazza a fejlődést, mert a felszinnel együtt a kontinensek egyre bonyolultabbá válnak a változások eredményeként. Igy az ismétlődésben, a körfolyamatokban sohasem a kiinduló-ponthoz való abszolút visszatérésről van szó.

A ciklusok sohasem tiszták, mert a visszatérő, megismétlődő epirogenetikus folyamatok teremtik meg a tektogenezis e-

lőfeltételeit.

Az ellentétes erők harcának alakulása,a külső és belső erők kölcsönhatása olyan eltéréseket eredményez a ciklusokban, hogy a körfolyamat speciális jelleget nyer.

Befejezés

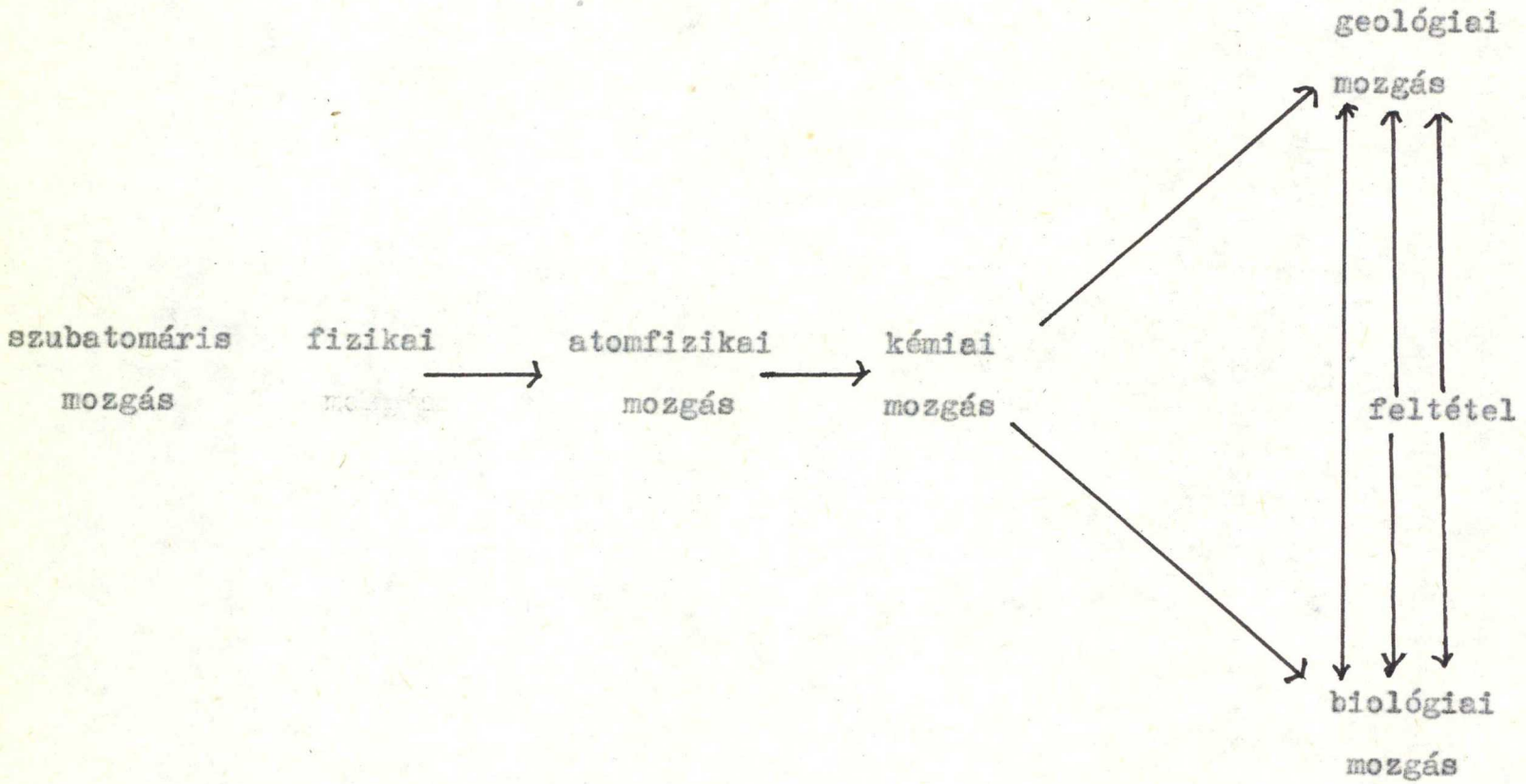
A geológia és társtudományainak fejlődése a hetvenes években hozzájárultak ahhoz, hogy a filozófiában a geológiai mozgásról folyó vitában a geológiai mozgásforma önálló mozgásformaként történő értelmezése mellett foglaljunk állást.

Miért önálló a geológiai mozgás? Mert jól körülhatárolható, önálló anyagi hordozója van. A geológiai mozgásban jelenlegi tudásunk szerint a Föld szerkezetének kéreg és köpeny része vesz részt. A kéreg és a felső köpeny alkotja a litoszféra lemezeket. A lemezek széle geológiailag aktiv, a belső része tektonikailag nyugodt. Az anyagi hordozó tehát határozott strukturával rendelkezik. A strukturán belüli kölcsönhatás a lemezek mozgásában nyilvánul meg. A mozgáshoz az energiát gravitációs összehúzódás, a radioaktiv bomlás adja, mely a belső hőmozgás oka. A belső erők a felszinen kiemelkedéseket és mélyedéseket hoznak létre. A térszin különbségeit a külső erők elegyengetik, mozgatójuk a Nap sugárzása és a gravitáció. A külső és belső erők harcának állapotát mutatja a felszin.

A geológiai mozgásnak specifikus törvényei vannak. E törvények az ásványok és kőzetek társulásaiban, a földkéreg diszlokációjában, a litoszféralemezek és kontinensek anyagának körforgásában, és a magma konvekciós áramlásában nyilvánulnak meg. A kimeritás értelmében ezek a jelenségek nem irhatók le a fizika, a kémia törvényei alapján, mert a geológia törvényei szabályozzák ezeket a folyamatokat. A geológiai mozgás alapja is fizikai és kémiai részfolyamatokból áll, de nem folyamatok

összegei, hanem minőségileg más, magasabb mozgásforma megjelenése. Ebből következően a geológiai mozgásforma önálló mozgásforma.

Mindezek alapján a geológiai mozgás helye a mozgásformák rendszerében:


szubatomáris
mozgás
fizikai
atomfizikai
mozgás
kémiai
mozgás
geológiai
mozgás
feltétel
biológiai
mozgás

A földi evolúcióban a kémiai mozgás megkülönböztetett helyzetben van, mert a természet fejlődése a kémiai anyagok bonyolultabbá válásával szétvált: egyrészt az ionos kötéssel a geológiai mozgás felé, másrészt a kovalens kötéssel, a szénvegyületek kialakulásával a biológiai mozgás felé.

Az oxidok és a viz a felszin közelében hidroxilban gazdag ásványok képződését segitette elő, lehetővé tették, hogy vastag üledéktakarók keletkezzenek. Az üledéktakarók mozgását a kéregben kialakuló kettős "kenőanyagrendszer" elősegitette. A felszin közelében az agyagásványok szerpentin transzlációs sajátságaikkal, a mélyben pedig a kristályszerkezetben megkötött illóolaj tartalommal alakult ki az a kettős rendszer, amely lehetővé tette a globális lemeztektonikát, a földkéreg nagy tábláinak gyors mozgását.

A földi evolúcióban az élettelen természet fejlődése az élet keletkezésének az előfeltétele. Az agyagásványok feltételei az élet keletkezésének is, mert nagy felületükön vizes oldatban az aminosavak egymással reakcióba lépnek és polipeptidet képeznek. Az agyagásványok markánsabbá teszik a geológiai mozgás szerepét az élet keletkezésében, és az egész evolúciós folyamatnak a feltételét adják.