

# SASTAV ZEMLJE KAO CJELINE

Sastav Zemlje kao cjeline određen je **sastavom i relativnim odnosima u plaštu i jezgri**, jer oni, zajedno čine preko 99% mase Zemlje. Uz tu činjenicu, u svrhu određivanja sastava sljedeće se pretpostavke moraju uzeti u obzir:

- 1) *Jezgra Zemlje ima približni sastav siderolita (željezovitog meteorita);*
- 2) *Plašt se sastoji od peridotita;*
- 3) *Zemlja sadrži 8% sulfida po sastavu meteoritskog troilita;*
- 4) *Troilit je jednoliko raspoređen između plašta i jezgre.*

**Na temelju ovih pretpostavki, za izračunavanje srednjeg sastava Zemlje kao cjeline, uzeti su sljedeći omjeri:**

$$*Ni-Fe : sulfidi : silikati = 28,8 : 8 : 63,3*$$

**Temeljem tih odnosa MASON je izračunao srednji sastav Zemlje kao cjeline, koji je naveden u tabeli, u prvom stupcu. U tabeli su i vrijednosti NIGGLIJA i WASHINGTONA, koji su, neovisno jedan od drugoga, još krajem dvadesetih godina ovog stoljeća objavili vrijednosti koje se malo razlikuju od vrijednosti MASONA. Njihove pretpostavke proračuna su vrlo slične pretpostavkama MASONA, pa su i vrijednosti slične. (Nešto povišene vrijednosti aluminija kod NIGGLIJA posljedica su njegove pretpostavke o tome da se plašt sastoji od eklogita, a ne od periditita).**

Iako postoje određene nejasnoće i pretpostavke uključene u model proračuna srednjeg sadržaja elemenata Zemlje kao cjeline, pa stoga te vrijednosti treba uzeti s rezervom, ipak se mogu izvući neki značajni zaključci, primjerice :

- 1) 90% Zemlje izgrađeno od samo 4 elementa: Fe, O, Si i Mg;*
- 2) Količine veće od 1 % pokazuju sljedeća 4 elementa: Ni, Ca, Al i S;*
- 3) U količinama između 0,1 i 1% javlja se 7 elemenata: Na, K, Cr, Co, P, Mn i Ti;*
- 4) Postotak svih ostalih elemenata manji je od oko 0,1%.*

Dakle, Zemlja je izgrađena gotovo u cijelosti od samo 15 kemijskih elemenata, a postotak ostalih elemenata praktički je zanemariv i iznosi 0.1% ili manje.

# GEOKEMIJSKA KLASIFIKACIJA ELEMENATA

U poglavlju o elementima pokazali smo kako se elementi mogu grupirati prema ponavljanju nekih njihovih svojstava u periodičkoj tabeli. *A što je s geokemijskim karakteristikama elemenata? Mogu li se elementi grupirati prema svojim geokemijskim afinitetima i kako?* V.M. GOLDSCHMIDT, pionir istraživanja zakonitosti raspodjele elemenata, predložio je klasifikaciju elemenata koja je dijelom temeljena na direktnom opažanju raspodjele elemenata. Ta je klasifikacija, koju je on nazvao geokemijska klasifikacija, imala za cilj odgovoriti na teorijsko pitanje : *Ako je Zemlja u neko vrijeme u prošlosti najvećim dijelom bila u rastaljenom stanju i ako se je rastaljeni materijal u fazi hlađenja raspodjeljivao u metalnu, sulfidnu, i silikatnu fazu, kako su se tada elementi raspodjeljivali između navedene tri faze?*

Odgovor je GOLDSCMIDT tražio u teorijskim razmatranjima na temelju osnovnog pristupa:

- 1) *pretpostavlja se da je srednji sastav meteorita sličan sastavu primitivne Zemlje i da je prošao isti proces diferencijacije;*
- 2) *korelaciji metala i troske u procesima taljenja u visokim pećima;*
- 3) *korelaciji sastava silikatnih stijena, sulfidnih ležišta i rijetkih nalazišta elementarnog željeza u prirodi.*

Na osnovi tih opažanja GOLDSCMIDT je predložio da se elementi mogu grupirati u :

1) *siderofilne elemente*, koji se pretežito vežu za željezo i vjerojatno su koncentrirani u Zemljinoj željezovitoj kori;

2) *halkofilne elemente*, koncentrirane u sulfidima i prema tome karakteristične za sulfidna ležišta;

3) *litofilne elemente*, koji se javljaju u ili sa silikatima.

Kasnije je ovoj grupi dodana i grupa *atmofilnih elemenata*, elemenata prisutnih u plinovitom stanju i drugih plinova prisutnih u atmosferi.

Kao što se moglo očekivati, Goldschmidtova geokemijska klasifikacija usko je povezana s periodičkim zakonom. U periodičkoj se tablici može uočiti da su siderofilni elementi općenito koncentrirani u njenom središnjem dijelu, litofilni elementi lijevo od centra, halkofilni desno od centra, a atmofilni elementi ekstremno desno od centra. Ta se klasifikacija može korelirati i s elektrodnom potencijalom: *siderofilni elementi su većinom plemeniti metali s niskim elektrodnom potencijalom; litofilni elementi su oni s visokim potencijalom; halkofilni elementi zauzimaju, u odnosu na elektrodni potencijal, neku središnju poziciju.*

Različite se grupe i preklapaju pa se neki elementi javljaju u više od jedne grupe. GOLDSCHMIDT je pretpostavio da ponašanje tih elemenata u danoj situaciji ovisi o relativnim odnosima sadržaja željeza, sumpora i kisika. Primjerice, ako je dostupan suvišak željeza, kao u meteoritima, nikal i kobalt bit će siderofilni (tj. u željezovitoj fazi), dok će krom biti halkofilan i odlaziti u sulfidnu fazu. U Zemljinoj kori željezo nije toliko obilno u odnosu prema ukupnom kisiku i sumporu. U tom slučaju, nikal i kobalt su halkofilni, spajajući se sa sumporom, dok je krom litofilan, spajajući se sa kisikom. Na taj način može se reći da će raspodjela određenog metala  $M$  zavisiti o relativnoj stabilnosti *Fe-silikata*, *Fe-sulfida*, *M-silikata* i *M-sulfida* u određenom okolišu. Već je prije rečeno da je geokemijski karakter nekog elementa, najvećim dijelom uvjetovan njegovom elektronskom konfiguracijom i time povezano i sa sistematskom pozicijom u periodičkoj tabeli.



**Ti se faktori, također, reflektiraju i na druga svojstva. Goldschmidt je ukazao i na izraženu vezu između geokemijskog karaktera i atomskog volumena. Grafikon atomskog broja i atomskog volumena daje krivulju s izraženim minimumom i maksimumom. Svi siderofilni elementi blizu su minimuma; halkofilni elementi su u dijelu u kojem atomski volumen raste s atomskim brojem, itd.**

**Iako ovakvo grupiranje elemenata odlično oslikava samo tendencije ali ne i kvantitativne relacije, Goldschmidtova geokemijska klasifikacija elemenata važna je karika u razumijevanju procesa u ranoj fazi evolucije Zemlje i objašnjenja današnje raspodjele elemenata u Zemlji.**