

Dragan Milovanović

OD VELIKOG PRASKA DO STENE



Dragan Milovanović
OD VELIKOG PRASKA DO STENE

Autor:
Dragan Milovanović

Izdavač:
Dragan Milovanović

Lektor:
Ivana Andrić

Tehnička priprema:
CTRL Dizajn studio, Užice

Štampa:
BIROGRAFI, Zemun

Tiraž: 1000

CIP - Каталогизација у публикацији
Народна библиотека Србије, Београд

551.12

МИЛОВАНОВИЋ, Драган, 1949-, геолог

Od velikog praska do stene / Dragan Milovanović. - Beograd : D.
Milovanović, 2025 (Zemun : Birograf). - 1064 str. : ilustr. ; 28 cm

Tiraž 1.000. - Bibliografija: str. 997-1025. - Registar.

ISBN 978-86-905531-4-3

а) Земља (планета) -- Постанак

COBISS.SR-ID 162320393

Dragan Milovanović

OD VELIKOG PRASKA DO STENE

Beograd, 2025.

SADRŽAJ

PREDGOVOR	17
Uvod	19
I. VELIKI PRASAK	25
I.1 Nastanak Univerzuma	27
I.2 Zvezde	43
I.3 Nastanak težih elemenata	51
II. SUNČEV SISTEM	59
Uvod	59
II.1 Nastanak Sunčevog sistema	61
II.2 Sunce	67
II.3 Planete	74
II.3.1 Unutrašnje, Terestrične planete	76
II.3.1.1 Merkur	76
II.3.1.2 Venera	81
II.3.1.3 Zemlja	86
II.3.1.4. Mars	96
II.3.1.5 Asteroidni pojas	102
II.3.2 Spoljašnje planete	107
II.3.2.1 Jupiter	109
II.3.2.2 Saturn	115
II.3.2.3 Uran	120
II.3.2.4 Neptun	125
II.3.3 Patuljaste planete	130
II.3.3.1 „Ostala” mala tela	132
III. ZEMLJA	147
Uvod	147
III.1 Jezgro	150
III.1.1 Unutrašnje jezgro	151
III.1.1.1 Anizotropija unutrašnjeg jezgra	153
III.1.1.2 Rotacija unutrašnjeg jezgra	154
III.1.2 Spoljašnje jezgro	154
III.1.2.1 Magnetno polje Zemlje	155
III.1.2.2 Magnetosfera	160

III.1.2.3 Paleomagnetizam	161
III.2 Omotač	162
III.2.1 Voda u omotaču	162
III.2.2 Konvekciona strujanja u omotaču	163
III.2.3 Donji omotač	168
III.2.3.1 Sloj „D”	171
III.2.3.2 Plume	172
III.2.3.3 Tople tačke	174
III.2.4 Gornji omotač	177
III.2.4.1 Geofizička proučavanja	178
III.2.4.2 Sastav meteorita	180
III.2.4.3 Sastav ksenolita i nodula u kimberlitima i bazaltima	180
III.2.4.4 Sadržaj volatila	181
III.2.4.5 Eksperimentalne metode, P i T uslovi stabilnosti pojedinih minerala	182
III.2.4.6 Geohemijska ponašanja mikroelemenata	184
III.2.4.7 Ultramafitska tela u ofiolitima	185
III.2.4.8 Modelovanje na osnovu sastava bazalta	186
III.2.4.9 Sadržaj izotopa	186
III.2.4.10 Geotermalni gradijent	190
III.2.4.11 Parcijalno stapanje u gornjem omotaču	196
III.3. Litosfera	199
III.3.1 Izostazija	201
III.4 Kora	203
III.4.1 Moho diskontinuitet	204
III.4.2 Okeanska kora	205
III.4.3 Kontinentalna kora	210
III.4.3.1 Sastav i građa kontinentalne kore	210
III.4.3.2 Nastanak i rast kontinentalne kore	213
III.5 Atmosfera	216
III.5.1 Sastav atmosfere	217
III.6 Prvi život	223
IV TEKTONIKA PLOČA	233
Uvod	233
IV.1 Osnovni tipovi granica ploča	239
IV.1.1 Razmicanje, divergentne granice	240
IV.1.1.1 Divergentne granice u okeanskim područjima	240
IV.1.1.1.1 Okeanski rift	244
IV.1.1.1.2 Hidrotermalni sistemi na srednjeokeanskim grebenima	248

IV.1.1.1.3 Razmnožavajući riftovi	250
IV.1.1.1.4 Trojni spoj, trojna tačka	251
IV.1.1.1.5 Aseizmički grebeni	252
IV.1.1.1.6 Okeanski platoi	253
IV.1.1.1.7 Okeanska ostrva	255
IV.1.1.2 Divergentne granice, riftne zone unutar kontinentalnih ploča	258
IV.1.2. Zone podvlačenja, konvergentne granice, subdukcione zone	261
IV.1.2.1 Ostrvski luk	265
IV.1.2.1.1 Baseni iza luka	270
IV.1.2.2. Vulkanski (magmatski) luk	271
V.1.2.2.1. Okeanski (tektonski) rov	272
IV.1.2.2.2. Narastajući klin	274
IV.1.2.2.3. Pasivne kontinentalne i okeanske margine	278
IV.1.2.2.4. Sutur zone	280
IV.1.3. Transformne granice ploča	283
IV.2. Vilsonov ciklus	285
IV.3. Paleomagnetizam i tektonika ploča	287
IV.4. Kratka istorija geološkog znanja i tektonika ploča	290
V. MAGMATSKE STENE	295
Uvod	295
V.1. Rad na terenu	297
V.1.1. Stvari koje treba uraditi pre terena	297
V.1.2. Oprema za teren	297
V.1.3. Rad na terenu	302
V.2. MAGMA	305
V.2.1. Nastanak magme	308
V.2.1.1. Parcijalno stapanje i sastav rastopa	310
V.2.1.2. Parcijalno stapanje i fluidi	313
V.2.1.3. Nastanak magme u subdukcionim zonama	314
V.2.1.4. Transport, kretanje magme	316
V.2.2. Fizičke osobine magme	317
V.2.2.1. Gustina	317
V.2.2.2. Viskozitet	318
V.2.2.3. Temperatura magme	321
V.2.2.4. Pritisak u magmi	324
V.2.2.5. Prisustvo fluida	325
V.2.3. Hemijska svojstva magme	334
V.2.3.1. Geohemijska svojstva elemenata	337
V.2.3.2. Klasifikacija mikroelemenata prema njihovim geohemijskim svojstvima	341

V.2.4. Analitičke metode u geohemiji	360
Uvod	360
V.2.4.1. Rendgenska fluorescentna analiza	361
V.2.4.2. Neutronska aktivaciona analiza	362
V.2.4.3. Emisiona spektrometrija (ICP)	362
V.2.4.4. Atomska apsorpciona spektrofotometrija	362
V.2.4.5. Masena spektrometrija	363
V.2.4.6. Elektronska mikroanaliza	364
V.2.4.7. Jonska mikroproba	364
V.2.4.8. Termoluminiscencija	364
V.2.4.9. Odabir analitičke metode	365
V.2.5. Primena i prikaz analitičkih podataka u petrologiji	365
Uvod	365
V.2.5.1. Dvokomponentni dijagrami	366
V.2.5.2. Trokomponentni dijagrami	373
V.2.5.3. Normalizacioni, spajder (paukovi) dijagrami	375
V.2.5.4. Elementi retkih zemalja	383
V.2.5.5. Izotopi u magmatskim stenama	386
Uvod	386
V.2.5.6. Neradioaktivne metode datiranja	407
V.2.6. Fizička hemija rastopa magme	411
V.2.6.1. Termodinamičko stanje, procesi i stanje promenljivih sistema	412
V.2.7. Diferencijacija magme	420
Uvod	420
V.2.7.1. Frakciona kristalizacija i gravitaciona kristalizaciona diferencijacija	422
V.2.7.2. Diferencijacija tečenjem	437
V.2.7.3. Istiskivanje ostatka rastopa	438
V.2.7.4. Diferencijacija termodifuzijom	439
V.2.7.5. Diferencijacija gasnim transportom	439
V.2.7.6. Volatili i diferencijacija magme	440
V.2.8. Mešanje magmi	443
V.2.8.1. Nemešanje magmi	446
V.2.9. Diferencijacija magme i rudni minerali	448
V.2.10. Asimilacija	452
V.3. Sklop, strukture i teksture magmatskih stena	456
Uvod	456
V.3.1. Kriterijumi za podelu sklopa magmatskih stena	461
V.3.1.1. Oblik, pravilnost kristala	461
V.3.1.2. Veličina zrna u magmatskim stenama	463
V.3.2. Strukture magmatskih stena	465
V.3.2.1. Zrnasta (faneritska) struktura	465

V.3.2.2. Strukture koje se odnose na ravnotežu minerala u rastopu ..	468
V.3.2.3. Porfirska struktura	474
V.3.2.4. Reakcione strukture	478
V.3.2.5. Staklaste strukture	481
V.3.3. Teksture magmatskih stena	485
V.3.4. Lučenje magmatskih stena	494
V.4. Način pojavljivanja magmatskih stena	499
V.4.1. Način pojavljivanja dubinskih magmatskih stena	500
Uvod	500
V.4.1.1. Intruzivna magmatska tela	501
V.4.1.2. Konkordantna magmatska tela	509
V.4.1.3. Diskordantna magmatska tela	511
V.4.2. Način pojavljivanja vulkanskih stena	516
Uvod	516
V.4.2.1. Klasifikacija vulkana	519
V.4.2.1.1. Podela erupcija vulkana prema mestu izlivanja	519
V.4.2.1.2. Podela vulkana prema karakteru erupcija	521
V.4.2.1.3. Podela vulkana prema morfologiji	538
Uvod	538
V.4.2.1.4. Morfologija toka lave	549
V.4.2.1.5. Hidrotermalni sistemi	569
V.4.2.1.6. Vulkanski resursi, hazardi, globalni uticaji	573
V.5. Klasifikacija i nomenklatura magmatskih stena	576
Uvod	576
V.5.1. Mineraloška klasifikacija stena	580
Uvod	580
V.5.1.1. Klasifikacija stena na osnovu sadržaja salskih i femskih minerala	581
V.5.1.2. Klasifikacija prema mestu hlađenja magme, sastavu i načinu pojavljivanja	584
V.5.1.3. Klasifikacija magmatskih stena na osnovu boje, kolor indeksa	587
V.5.1.4. Klasifikacija IUGS-a	588
V.5.1.4.1. Klasifikacija dubinskih stena	589
V.5.1.4.2. Klasifikacija vulkanskih stena	594
V.5.2. Klasifikacija stena na osnovu sadržaja slobodnog kvarca	600
V.5.3. Hemijska klasifikacija magmatskih stena	600
Uvod	600
V.5.3.1. Podela magmatskih stena na osnovu sadržaja silicije (SiO_2) ..	602
V.5.3.2. Zasićenje aluminijom	605
V.5.3.3. TAS klasifikacija	606
V.5.3.4. AFM dijagrami	609

V.5.3.5. Klasifikacija magmatskih stena prema odnosu sadržaja određenih katjona	611
V.5.3.6. Jensenov katjonski dijagram	612
V.5.4. Mineraloško-hemijska klasifikacija	613
V.5.4.1. CIPW normativni proračun	613
V.5.4.2. Ne-Ol-Di, Ol-Di-Hy i Di-Hy-Q dijagram	614
V.5.4.3. Ab-An-Or dijagram	615
V.5.4.4. Bazaltni eksperimentalni sistemi	616
V.5.4.5. Klasifikacija magmatskih stena prema modalnom sadržaju glavnih minerala i pojedinih oksida	616
V.5.5. Klasifikacija magmatskih stena prema sadržaju makro i mikro elemenata	617
V.5.5.1. Klasifikacija vulkanskih stena prema odnosu sadržaja $\text{SiO}_2\text{--Zr/TiO}_2$ i $\text{Zr/TiO}_2\text{--Nb/Y}$	618
V.5.5.2. Klasifikacija stena prema odnosu sadržaja $\text{Zr/TiO}_2\text{--Nb/Y}$..	619
V.5.6. Klasifikacija magmatskih stena prema tektonskoj sredini stvaranja	620
V.5.6.1. Bazalti	621
V.5.6.2. Granitoidi	622
V.6 Peridotitska grupa	624
V.6.1. Dubinske ultrabazične stene	624
Uvod	624
V.6.1.1. Peridotiti	624
V.6.1.2. Tektonitski peridotiti	630
V.6.1.3. Peridotiti kao ksenoliti	633
V.6.1.4. Kumulatni feldspat peridotiti	634
V.6.1.5. Serpentin	637
V.6.1.6. Listvenit	638
V.6.1.7. Rodingit	630
V.6.1.8. Ofioliti	642
V.6.1.9. Ofioliti arheana („stari” ofioliti)	644
V.6.1.10. Melanž	645
V.6.2. Žične ultrabazične stene	647
V.6.2.1. Pirokseniti i hornblenditi	647
V.6.3. Vulkanske ultrabazične stene	649
V.6.3.1. Pikriti i pikritporfiriti	649
V.6.3.2. Komatiti	650
V.6.3.3. Kimberliti	652
V.7. Gabro grupa	663
V.7.1. Dubinske bazične stene	663
V.7.1.1. Gabro	663
V.7.1.2. Anortoziti	678

V.7.2. Žične bazične stene	688
V.7.3.1. Dijabazi	688
V.7.2.2. Gabroporfirit	692
V.7.2.3. Gabropegmatit	692
V.7.3. Vulkanske bazične stene	693
V.7.3.1. Bazalti	693
V.7.3.1.1. Petrografija bazalta	705
V.7.3.1.2. Hemijska klasifikacija bazalta	712
V.7.3.1.3. Podela bazalta prema tektonskoj sredini stvaranja	717
Uvod	717
V.7.3.1.3.1. Bazalti srednjeokeanskih grebena, MORB	717
V.7.3.1.3.2. Bazalti okeanskih ostrva	736
V.7.3.1.3.3. Kontinentalni plato bazalti	752
V.7.3.1.3.4. Bazalti ostrvskih lukova	771
Uvod	771
V.7.3.1.3.5. Bazalti u basenima iza luka	789
V.7.3.1.3.6. Bazalti aktivnih kontinentalnih margina	794
V.7.3.1.4. Makro i mikroelementi kao indikatori tektonske sredine stvaranja bazalta	796
V.8. Granitoidi	802
Uvod	802
V.8.1. Klasifikacija granitoida	814
V.8.1.1. Mineraloška klasifikacija	815
V.8.1.2. Petrografija granitoida	818
Uvod	818
V.8.2. Dioritska grupa	824
V.8.2.1. Dubinske stene dioritske grupe	824
V.8.2.2. Žične stene dioritske grupe	826
V.8.2.3. Vulkanske stene dioritske grupe	828
V.8.3. Kvarcdioritska grupa	834
V.8.3.1. Dubinske stene kvarcdioritske grupe	834
V.8.3.2. Žične stene kvarcdioritske grupe	836
V.8.3.3. Vulkanske stene kvarcdioritske grupe	838
V.8.4. Granodioritska grupa	841
V.8.4.1. Dubinske stene granodioritske grupe	841
V.8.4.2. Žične stene granodioritske grupe	843
V.8.4.3. Vulkanske stene granodioritske grupe	845
V.8.5. Monconitska grupa	847
V.8.5.1. Dubinske stene monconitske grupe	847
V.8.5.2. Žične stene monconitske grupe	849
V.8.5.3. Vulkanske stene monconitske grupe	850
V.8.6. Kvarcmonconitska grupa	852

V.8.6.1. Dubinske stene kvarcmonconitske grupe	852
V.8.6.2. Žične stene kvarcmonconitske grupe	854
V.8.6.3. Izlivne stene kvarcmonconitske grupe	857
V.8.7. Sijenitska grupa	860
V.8.7.1. Dubinske stene sijenitske grupe	860
V.8.7.2. Žične stene sijenitske grupe	862
V.8.7.3. Vulkanske stene sijenitske grupe	863
V.8.8. Granitska grupa	869
V.8.8.1. Dubinske stene granitske grupe	869
V.8.8.2. Žične stene granitske grupe	873
V.8.8.3. Vulkanske stene granitske grupe	878
V.9. Serija magnetita i ilmenita	882
V.10. Morfologija cirkona	882
V.11. Hemijska klasifikacija granitoida	883
V.11.1. TAS klasifikacija za intruzivne stene	883
V.11.2. Šandova klasifikacija	884
V.11.3. TAS klasifikacija za vulkanske stene	891
V.11.4. Kalk-alkalni indeks	892
V.12. Genetska klasifikacija granitoidnih intruzivnih stena	894
Uvod	894
V.12.1. ISMA („Abecedna”) klasifikacija	895
V.12.1. I graniti	896
V.12.2. M graniti	898
V.12.3. S graniti	899
V.12.4. A graniti	900
V.12.5. Feroan graniti	901
V.13. Granitoidi i tektonska sredina stvaranja	902
Uvod	902
V.13.1. Granitoidi u aktivnim kontinentalnim marginama	903
V.13.1.1. Andi, vulkanski (magmatski) luk, aktivna kontinentalna margina	908
V.13.2. Granitoidi u ostrvskim lukovima	914
V.13.3. Kontinentalne kolizione zone	914
V.13.4. Anorogeni granitoidi	916
V.13.5. Granitoidi u okeanskim grebenima	916
V.13.6. Kontinentalni anorogeni granitoidi	919
V.13.7. Podela granita prema vremenu stvaranja	920
V.14. Hemija i geohemija granitoida	922
V.14.1. Plutonske stene	922
V.14.1. Vulkanske stene	924
V.14.2. Boniniti	927
V.14.3. Sadržaji izotopa u granitoidima	929

V.15. Hemijski sastav granitoida i tektonska sredina stvaranja	933
V.16. Vulkanska stakla	937
V.17. Alkalne stene	943
Uvod	943
V.17.1. Dubinske alkalne stene	947
V.17.2. Vulkanske alkalne stene	953
V.17.2.1. Ultrakalijske stene	962
V.17.2.2. Lamprofiri	965
V.17.2.3. Stene sa leucitom	969
V.17.2.4. Stene sa kalsilitom	970
V.18. Hemijski sastav alkalnih i ultraalkalnih stena	971
V.18.1. Ultrakalijske i kalijske stene	971
V.19. Mesto stvaranja i pojavljivanja alkalnih stena	976
V.19.1. Kontinentalni riftovi	976
V.19.1.1. Istočnoafrički rift	977
V.19.2. Alkalne stene u okeanskim ostrvima	983
V.19.3. Alkalne stene u subdukcionim zonama	984
V.19.4. Alkalne stene u kolizionim zonama	984
LITERATURA	996
INDEKS POJMOVA	1027

