

OD VELIKOG PRASKA DO STENE

III  
ZEMLJA





### III. ZEMLJA

#### UVOD

Postojeće hipoteze o nastanku Zemlje najbolji su zaključci izvedeni na osnovu raspoloživih podataka iz velikog broja naučnih disciplina. Treba imati u vidu da još nismo izbušili „rupu” do centra naše planete (kako stvari stoje, još ćemo „dugo” i čekati na to), zbog čega nema direktno uzetih uzoraka najvećeg dela Zemlje da utvrdimo njen sastav. Samo mali deo unutrašnjosti naše planete dostupan je direktnom osmatranju. Najdublji rudnici su na oko 2500 m ispod površine, a najdublja bušotina je na oko 12 km, gde je izmeren pritisak od 4 kB i temperatura od 500 °C.

Zbog toga se za proučavanje i određivanje sastava i strukture Zemlje koriste različite metode: geohemija svojstva elemenata, sastav meteorita, geofizička istraživanja, eksperimentalna hemijska i fizička ispitivanja, prisustvo ksenolita u vulkanitima, praćenje prirodnih pojava – vulkana i zemljotresa i, naravno, podaci iz ispitivanja stena i minerala. Neophodno je što preciznije objašnjenje svih rezultata, bez „kršenja” opšte prihvaćenih i dokazanih fizičkih i hemijskih zakona. Što je više podataka, imamo više „poverenja” u hipotezu. Tekst koji sledi o stvaranju i građi Zemlje u skladu je sa pomenutim.

Naša planeta nastala je pre oko 4,6 milijardi godina, od ostatka nebule, nakon formiranja Sunca i treća je po udaljenosti od naše zvezde. Zemlja je najveća terestrična planeta. Izgrađena je od **Fe**, "Eq,"P<sub>k</sub>, "O i,"Ec,"U<sub>k</sub>, "C<sub>n</sub>, "P<sub>c</sub>, "Q, "P<sub>c</sub>, "M itd., koji grade silikate, sulfide, karbonate, sulfate itd. ili se javljaju kao samorodni elementi i glavni su sastojci stena, minerala ili ruda na Zemlji.

Kada je gravitaciono polje u tek stvorenoj Zemlji postalo dovoljno jako da izazove sabijanje i značajno poveća gustinu u njenom unutrašnjem delu, stvoreno je dovoljno toploće da se stope **Fe**, "P<sub>k</sub>, "Eq itd., koji su bili u elementarnom stanju, stenama ili mineralima. Zbog veće gustine, tj. težine, oni su tonuli ka središnjem delu, formirali jezgro, uz oslobođanje dodatne toploće, koja je doprinela, uz lokalna odstupanja, potpunom stapanju unutrašnjeg dela Zemlje.

Lakši elementi, poput **O i**, "C<sub>n</sub>, "U<sub>k</sub>, "Q, "P<sub>c</sub>, "M i „višak“ **Fe** u silikatima, oksidima, sulfatima, karbonatima itd., zbog manje gustine, „isplivavalii“ su na površinu. Ovim procesima Zemlja se diferencirala, kada su stvorenii „slojevi“ kontrolisani gustinom i hemijskim afinitetom elemenata i jedinjenja koji je grade. Zemlja dobija zonarnu građu, koji čine slojevi, ljske, različitog hemijskog i mineralnog sastava, kao i fizičko-mehaničkih osobina. Setimo se i „stare škole“, u kojoj je Viktor Goldšmit (Victor Goldschmidt; slika 126) 1937. godine uočio da elementi Ze-

mlje imaju tendenciju da se izdvajaju, diferenciraju u odvojene faze, analogne slojevima koji se javljaju u loncima gde se topi ruda (tabela 1).

Iako je objašnjenje procesa diferencijacije i stvaranje slojevite planete za „današnje” vreme pojednostavljen, nasledili smo njegove pojmove, termine:

• *nkvqLnpk"gn go gpvk* („vole” stene) formiraju silikatne faze;

• *jcmmqLnpk"gn go gpvk* („vole” bakar) formiraju sulfide i

• *ukfgtqLnpk"gn go gpvk* („vole” gvožđe) formiraju gustu metalnu fazu.

*Vcdgnc"30" I qnf-o kvqxc"mncukLmcekIc"gn go gpcvc*

*Slika 126. V. Goldšmit  
(1888–1947)*

Prema navedenoj podeli, afinitet elemenata i jedinjenja može se odrediti i predvideti i u ranoj diferencijaciji Zemlje. Novija proučavanja ukazuju, međutim, na to da su pomenuti procesi složeniji. Gvožđe je prema ovoj podeli samo „siderofilno”, ali se javlja i u ostalim fazama jer su analizirani samo katjoni. Anjoni su, takođe, podjednako važni. Kiseonik je glavni anjon u silikatima. Za nastanak litosfere (gornjeg dela gornjeg omotača i kore) potrebni su i drugi katjoni, poput **Uk**, **Cn**, **O i**, **Ec** itd., od kojih su stvoreni olivini, pirokseni, plagioklasi i drugi minerali. Zaključak je da nisu svi elementi „ograničeni” na „predviđenu” fazu. Evo primera. Jezgro Zemlje je siderofilno, ali se smatra da se komponenta halkofila u njemu nije izdvojila kao posebna faza. Ona se formira u topionicama, ali je verovatno da se neće dogoditi pri visokim temperaturama i pritiscima u jezgru. Zemlja ipak nije lonac za topljenje.

Prisustvo pojedinih elemenata, minerala van predviđenog, očekivanog reda u pojedinim fazama, slojevima ili delovima Zemlje može biti uzrokovano i ne-

potpunom ravnotežom tokom diferencijacije. Ako se ne postigne ravnoteža, svi elementi „ne idu” u jedan sloj ili rezervoar, već se, zavisno od uslova, akumuliraju u odvojenim, manjim zonama ili područjima. Iz tih razloga zlato (siderofil) i bakar (halkofil) itd., najvećim delom su akumulirani blizu, tj. na površini Zemlje (uglavnom u hidrotermalnim ležištima).

Prema seizmičkim proučavanjima, sastavu meteorita, geologiji, kosmohemiji, astrofizici, hemijskim i fizičkim eksperimentima, kao i kompjuterskim modelima itd., Zemlja je izgrađena od metalnog, gvožđevitog **lg| itc**, stenovitog **q o qvc/ c** i tanke **mqtg** (slika 127).



Unutar spoljašnjeg jezgra konvekciona strujanja kretanja, dok su unutar spoljašnjeg jezgra konvekciona strujanja

**Pcrq o gpc<"W"wfldgpkek o c."nkvg tcvwtk" k" rwdnkmceklc o c" rquvqlg" tc/nk kvk" rq-daci o temperaturi, pritiscima, dubini, granicama diskontinuiteta itd. vezanih za \gonlw0"Rtgw/gvk"uw"rqfcek"mqlk"uw"pcl g- g"pcxgfgpk0**

### III.1 JEZGRO

Jezgro je središnji deo Zemlje, između 2900 i 6370 km dubine, i veće je od Marsa. Ima prečnik oko 3480 km, gradi 27,5% Zemljine mase, a samo 9,25% njenе zapremine.

Gotovo sve što znamo o jezgru je na osnovu seizmologije ili indirektnog zaključivanja, što je često kontroverzno. Geofizički podaci ukazuju na rano formiranje i brzi rast jezgra, što je potvrđeno i izotopima za „kratke” vremenske intervale između formiranja Solarnog sistema i procesa diferencijacije planeta, uključujući i Zemlju. Sastav jezgra određen je i proučavanjem gvozdenih meteorita, termodinamičkih modela i eksperimentima na visokim temperaturama i pritiscima.

Na osnovu hemijskog sastava hondrita, pretpostavlja se da je jezgro izgrađeno od legure  $Hg^{174}Pb$ , malo sumpora, silicije i kiseonika, uz značajna neslaganja o njihovoj zastupljenosti. Pojedini autori smatraju da u jezgru ima i radioaktivnih elemenata  $W^{182}$ ,  $V^{171}$ ,  $M$ . Dominantan element  $Fe$  javlja se u tri moguće faze, među kojima je heksagonalna najstabilnija.

Rastop sa  $Hg^{174}Pb$  verovatno je u „grudvama” gravitaciono dospeo u jezgro u ranoj fazi nastanka Zemlje. Mali sadržaj sulfida u gvozdenim meteoritima u skladu je sa prisustvom sumpora u jezgru, što je potvrđeno i eksperimentalno ( $Nk^{175}Cigg.$  4223).

Geofizička proučavanja ukazuju na to da jezgro ima veliku gustinu, do 13  $g/cm^3$ , ali je termodinamičkim proračunima dobijena manja vrednost, verovatno zbog prisustva siderofilnog sumpora, koji se u jezgro „provukao” sa gvožđem i niklom.

Jezgro nije moguće datirati jer nemamo uzorke, ali se mogu koristiti indirektni izotopski i geoхемијски podaci, koji, veruje se, daju vreme nastajanja jezgra. Pomenimo sistem  $^{3:4}Jh-^{3:4}Y$ . Roditeljski izotop  $^{3:4}Jh$  ima poluživot od oko 9 Ga (9 milijardi godina) i, ako se jezgro formira brzo nakon narastanja planete, kćerka izotop  $^{3:4}Y$  će ostati u omotaču i pojaviće se  $Y$  anomalija u ksenolitima omotača. Ako se jezgro formiralo polako, volfram će u njega ući i neće biti anomalija u ksenolitima omotača. Podaci izotopa  $^{3:4}Jh-^{3:4}Y$  iz gvozdenih meteorita podržavaju rano stvaranje jezgra u prvih 30–50 Ma narastanja, stvaranja Zemlje, uključujući i ostale terestrične planete.

Stalan međusobni odnos siderofilnih i litofilnih elemenata u omotaču u saglasnosti je sa ranim i brzim formiranjem jezgra. Ako bi proces bio spor, omotač bi trebalo da ima progresivno osiromašenje siderofilnih elemenata ( $V^{171}Oq^{174}Rd$ ) u odnosu na litofilne elemente ( $Eg^{174}Td^{174}Dc$ ) sa vremenom, ali to nije slučaj. I najstariji poznati bazalти stari 4 Ga, imaju slične odnose elemenata kao i mladi bazalти. Važno pitanje u vezi sa nastankom jezgra je i posledica pretpostavljenog sudara nebeskog tela i Zemlje kada je stvoren Mesec.

Prema fizičkim svojstvima jezgro se deli na **Wpwvtc-plg**"lg| i tq" i **Urqmlc-plg**"lg| i tq," koje je znatno veće.

### III.1.1 UNUTRAŠNJE JEZGRO

**Wpwvtc-plg**"lg| i tq" se, prema geofizičkim podacima, rasprostire između 5200 km i 6370 km dubine i gradi samo 1,7% mase Zemlje. Otkrila ga je Inga Leman (Inge Lehmann) 1936. godine (slika 128), a 1972 godine utvrđeno je da je čvrsto. Izgrađeno je od **Fe** i malo **Pk**, od 5% do 10%. Kroz njega prolaze seizmički talasi, na osnovu čega se pretpostavlja da je **xtuvq**. U središnjem delu temperature su oko 5000"K i pritisci oko 360 GPa, dok su na granici sa spoljašnjim jezgrom temperature 4000–5000 K, a pritisci oko 330 GPa (slika 129). Zbog vrlo visokih pritisaka u unutrašnjem delu jezgra pomenuti **Hg**" i "Pk su u čvrstom stanju. Smatra se da u Unutrašnjem jezgru ima i malo sumpora, zbog jakog afiniteta ovog elementa prema gvožđu. Sastav gvozdenih meteorita ide u prilog ovoj pretpostavci jer oni sadrže sulfide (troilit), ali ne i silikate ili okside.

Dve su opšte prihvaćene hipoteze o nastanku unutrašnjeg jezgra:

*Slika 128. Inga Leman  
(1888–1993)*

1. Osnovni materijal nikada nije bio potpuno stopljen već se sjedinio u čvrsto unutrašnje jezgro i
2. Unutrašnje jezgro je u početku bilo tečno, postepeno se hladilo i očvršćavalo uz povećani pritisak dok je Zemlja narastala.

Unutrašnje jezgro trenutno gradi 5% mase ukupnog jezgra. Zavisno od ravnoteže i odnosa zagrevanja i hlađenja vremenom se može povećati, ali i smanjiti. Njegovo postojanje, veličina i svojstva definisani su temperaturom, pritiskom i sastavom.

Anomalna svojstva unutrašnjeg jezgra su niska tvrdoća i velika viskoznost u poređenju sa „normalnim” čvrstim materijalima. Smatra se da unutrašnje jezgro ima vrlo visoku toplotnu i električnu provodljivost, nesferičan oblik i osobine zavisne od frekvencije. Moguće je da je i delimično stopljen i da ima važnu ulogu za postojanje i promenu položaja magnetnog polja. Samo nekoliko seizmičkih talasa dođe do njegovog središta i vrati se na površinu. Uslovi u unutrašnjem jezgru su tako ekstremni da i teoretičari i eksperimentatori imaju poteškoća u simuliranju tih uslova.



*Unkmc"34;0"WPwvttc-plg"urqnlc-plg"lg/itq"\gonlg*

Unutrašnje jezgro je seizmički anizotropno, talasi su brži u jednom pravcu nego u drugima, usled paralelnog položaja kristala bogatih gvožđem ili od „jednog ogromnog kristala” sa predisponiranim pravcem velike brzine. Mala brzina S talasa ukazuje na to da je blizu tačke topljenja.

Granica spoljašnjeg i unutrašnjeg jezgra (Lemanov diskontinuitet) nalazi se na 5150 km i označena je porastom brzine R talasa i smanjenom brzinom U talasa.

Unutrašnje jezgro je verovatno rezultat hemijske stratifikacije. Uticaj pritiska na tačku topljenja stvorio je čvrsto unutrašnje jezgro, čak i ako je ono hemijski identično spoljašnjem jezgru. Minerali i elementi male gustine „ne mogu opstati”, zbog čega je unutrašnje jezgro čistije i gušće od spoljašnjeg jezgra.

Unutrašnje jezgro je jedno od retkih mesta u unutrašnjosti Zemlje gde se promene vide za ljudskog života. Na oblik unutrašnjeg jezgra utiču gravitacija, elektromagnetski talasi itd., a najviše na „plastičan” protok, orijentaciju kristala gvožđa i njihovu rekristalizaciju.

Unutrašnje jezgro je podložno različitim spoljnim uticajima, uključujući varijacije u orbitalnim i rotacionim parametrima, silama gravitacije, viskoznosti spoljašnjeg jezgra, elektromagnetskih sila, uz toplotne i hemijske varijacije, anizotropiju i hlađenje.

### III.1.1.1 ANIZOTROPIJA UNUTRAŠNJE JEZGRA

Anizotropija u unutrašnjem jezgru nastaje i hlađenjem unutrašnjeg dela, kao i u području dodira sa spoljašnjim jezgrom. Temperatura topljenja raste sa pritiskom pa jezgro očvršćava od sredine ka obodu. Ovaj efekat uzrokuje i narastanje koje može da „zamrzne” jezgro kada Zemlja dostigne kritičnu veličinu, osim ako nema pregrevanja. Magnetno polje Zemlje je važno za postojanje unutrašnjeg i spoljašnjeg jezgra. Anizotropija je parametar koji značajno utiče na dinamiku jezgra i svojstva za seizmološka ispitivanja.

Unutrašnje jezgro je čvrsto sa pretpostavljenom, izračunatom, gustinom od oko  $13 \text{ g/cm}^3$ . Smatra se da je uglavnom izgrađeno od gvožđa, sa niklom i manjom količinom (?) kiseonika, sumpora i vodonika. Svojstva i ponašanje jezgra se podudaraju i sa drugim metalima, kao što su kobalt ili titanijum, ali model gvožđevitog jezgra je jedini „razuman jer se uklapa” da je Zemlja bogata ovim metalom, koji nalazimo i u meteoritima.

Iako seizmički podaci pokazuju da je unutrašnje jezgro čvrsto, u starijim geološkim periodima moglo se ponašati kao tečnost, rastop, koji prolazi kroz čvrstu konvekciju, kao što je u omotaču. Podrška ovoj ideji dolazi od seizmičke anizotropije u kojoj je brzina **R** talasa veća u unutrašnjem jezgru duž rotacije Zemlje nego u ekvatorijalnim pravcima ( $L_{GCP} \approx q/3; 2 = V_{TQOR} \approx 4223$ ). Veruje se da je najviši sloj unutrašnjeg jezgra „muljevita” zona sa procenjenom veličinom zrna od 1–2 km, koja se sastoji uglavnom od aksijalno orijentisanih kockica, faza **Fe**.

Očvršćavanje unutrašnjeg jezgra duž ove granice se odvija pod pritiskom na granici tečne i čvrste faze, u procesu koji favorizuje razvoj orijentisanih kristala **Fe**.

Poznato je već dugi niz godina da su talasi koji putuju paralelno sa osom rotacije Zemlje brži od talasa koji putuju u ekvatorijalnoj ravni. Za anizotropiju unutrašnjeg jezgra predložena su četiri mehanizma: čvrsta konvekcija, očvršćavanje, anizotropni rast unutrašnjeg jezgra i magnetno polje ( $V_{TQOR} \approx 4223$ ).

### III.1.1.2 ROTACIJA UNUTRAŠNJEG JEZGRA

Problem koji nije rešen je i pitanje da li se unutrašnje jezgro brže okreće od omotača i kore. Neki istraživači tumače male, ali sistematske vremenske varijacije u vremenu putovanja seizmičkih talasa koji prolaze blizu centra Zemlje kao dokaz da se čvrsto unutrašnje jezgro rotira brže od omotača i kore. Nedavna merenja isključuju diferencijalnu brzinu rotacije, što podrazumeva da je unutrašnje jezgro gravitaciono „zaključano” sa omotačem i da ne rotira različitom brzinom.

Za razliku od našeg boljeg poznavanja i razumevanja kore i omotača, nepoznance o unutrašnjem, ali i spoljašnjem jezgru tek se počinju otvarati.

### III.1.2 SPOLJAŠNJE JEZGRO

Urqplc-plg"lg| i tq" se, prema geofizičkim podacima, nalazi između 2900 km i 5200 km i znatno je veće od unutrašnjeg jezgra. Gradi 30,8% mase Zemlje (slika 129).

Izgrađeno je, kao i unutrašnje jezgro, od gvožđa, (oko 85%), sa manjom kolичinom Pk (oko 5%) i laksih elemenata: kiseonika, sumpora, ugljenika i vodonika (oko 8–10%). Neobično je to što, uprkos velikom pritisku, ono nije čvrsto. Budući da U"talasi ne „prolaze” kroz fluide, zaključuje se da je spoljašnje jezgro vg pq" i jako komprimovano, sa gustinom od oko 10–12 g/cm<sup>3</sup>, koja je preniska da bi bio čisti metal. Međutim, ono može da sadrži i više od 50% suspendovanih kristala i još uvek da se ponaša kao tečnost. Zbog toga se smatra da je oko 10% njegove mase sastavljen od jednog ili više relativno lakih elemenata, najverovatnije sumpora, kiseonika, ugljenika, vodonika i kalijuma (?). Obično se prepostavlja da je spoljašnje jezgro homogeno, fluidno, delom i turbulentno.

Granica spoljašnjeg i unutrašnjeg jezgra, diskontinuitet na 5150 km, obeležena je porastom brzine R"talasa i nižim brzinama U"talasa (Lemanov diskontinuitet). Temperatura na granici spoljašnjeg jezgra i donjem omotaču je 3000–4000 °C, a pritisak oko 100 GPa.

### III.1.2.1 MAGNETNO POLJE ZEMLJE

Istraživanja ukazuju na to da se u spoljašnjem jezgru stvara magnetno polje. Magnetizam je interakcija između atoma i određenih osobina negativno nanelektrisanih elektrona koji kruže oko jezgra kada atomi formiraju „posebna” područja, **f q o gpg**. Izlaganje spoljašnjem magnetnom polju „poravnjava” atome u feromagnetskom materijalu, stvarajući magnetne domene koji se kreću ili orijentisu u sličnom pravcu. Magneti i magnetne sile uključuju električne naboje. Feromagnetizam (ferum je latinska reč za gvožđe, **Fe**) nije ograničen samo na ovaj element, ali je ta osobina posebno vidljiva u materijalima koji sadrže **Fe**, **Pt** ili **Eq**. Oni mogu postati i ostati magnetični kada se izlože jakom magnetnom polju.

„Trajni” magnet nije uvek trajan. Ponekad je i međusobno dodirivanje ili udaranje magneta dovoljno da „uništi” domene, ali se najefikasnija demagnetizacija postiže promenom temperature. Atomi i molekuli su uvek u pokretu, a njihova brzina zavisi od temperature. Elektroni se „uznemire” topotom, i tada se domeni gube. Na određenoj Kirijevoj temperaturi (nazvanoj po francuskom naučniku Pjeru Kiriju (Pierre Curie, 1859–1906; supruga Marija Kiri (Marie Curie)), feromagnetni materijal gubi svoj „trajni” magnetizam, a ona za gvožđe iznosi 770 °C. U „normalnim” uslovima, zbog geotermalnog gradijenta feromagnetizam stena (minerala) gubi se na dubinama od 30–60 km. Temperatura u spoljašnjem jezgru je znatno viša od Kirijeve temperature, pri kojoj magnetni domeni unutar atoma gvožđa postaju neuređeni i gvožđe gubi, nema magnetna svojstva.

Konvekciona strujanja u spoljašnjem jezgru (slika 129), međutim, omogućavaju da se stopljeno gvožđe „kreće” stvarajući električnu struju od koje nastaje magnetno polje. Pomenuta hipoteza, koju je predložio Džozef Larmor (Joseph Larmor; slika 130), o nastanku i poreklu magnetizma naše planete poznata je kao „dinamo efekat” i za sada je najviše prihvaćena. Magnetnog polja naše Zemlje nema bez električne struje niti električne struje ima bez magnetnog polja (slika 131). Oni su deo jedinstvene elektromagnetne pojave pa se sa pravom kaže da je Zemlja jedan ogroman elektromagnet.

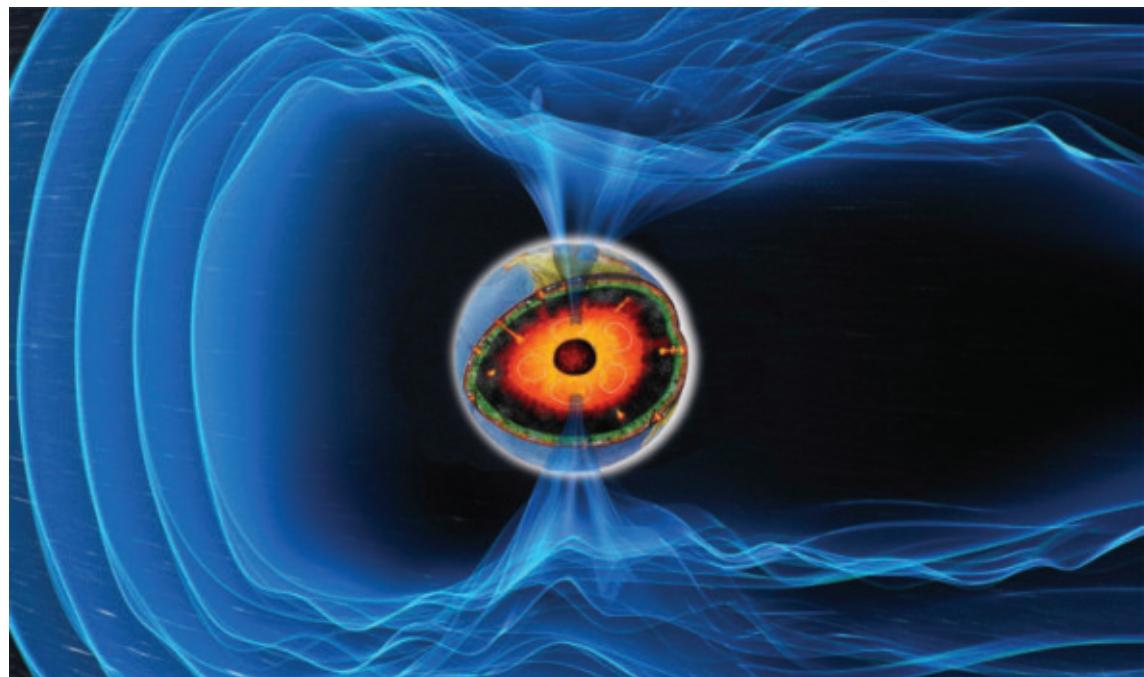
Jačina i položaj magnetnog polja zavise od količine stvorene struje, a ona od intenziteta i položaja konvekcionih strujanja u spoljašnjem jezgru, a manjim delom i od spoljašnjih faktora. Pojedini autori smatraju da na magnetno polje utiču i rotacija Zemlje, nehomogenost donjeg i gornjeg omotača, koji su izgrađeni od



Ukmc "3520" Fflq/għ "Nct o qt  
(1857–1942)

gusto pakovanih oksida i silikata sa električnim i magnetnim svojstvima. Tu su još i „zarobljena” magma, astenosfera, uticaj Sunčevog sistema i njegovih planeta itd. Kompjuterski modeli simulacije „geodiname” Zemlje ukazuju i na važnu ulogu čvrstog unutrašnjeg jezgra kao izvora energije i mehaničke barijere koja ima značajan uticaj na tangencijalni cilindar, tj. na to da se jezgro vrti brže u odnosu na omotač stvarajući magnetno polje unutar tangencijalnog cilindra. Prisutni su i polarni vrtlozi, koji uzrokuju stvaranje magnetnog polja izvan cilindra i promene njegovog položaja, kao što je zabeleženo, na Zemlji.

Mapiranjem dobijene linije protoka magnetnog polja ukazuju na kretanja površine spoljašnjeg jezgra, kao i na područja uzdizanja i spuštanja u samom jezgru.



Unkmc"3530"Ocipgypq"rqnlg"\gonlg

Procena brzine hlađenja spoljašnjeg jezgra je važna zbog visoke topotne provodljivosti tečnog **Fe**. Nepoznanice o gubitku topote otežavaju procenu uloge konvekcije u stvaranju magnetnog polja. U ranim fazama postojanja jezgra, konvekcija je verovatno bila slabija jer je unutrašnje jezgro bilo manje ili čak nije ni postojalo, pa se smatra da je magnetno polje u to vreme generisano samo termičkom konvekcijom. Kada se spoljašnje jezgro ohladi, konvekcija se zaustavlja, a magnetno polje prestaje da postoji.

Magnetno polje Zemlje je slično velikom magnetu, ali nije usklađeno sa rotacijom ose naše planete, zbog čega severni i južni magnetni polovi nisu u istim tačkama kao i geografski polovi. Magnetne linije su zakrivljene i izlaze blizu Južnog pola, a ulaze blizu Severnog pola.

Podsetimo se, kompas ne pokazuje direktno sever Zemlje, već pravac severnog magnetnog pola.

0DJQHWQL SRORYL VX PHVWD JGH VX PDJQHWQH  
QRVQR QD WDQJHQWQX UDYDQ NRMD VH PRÅH SRV  
LOL f L ]DKYDWDMX SRYUÃLQX L GR QHNROLNR N  
PDJQHWQH SRORYH MH PDJQHWQD RVD NRMD VD  
f L QDPIDYJQ HWQD GHNOOLNQDFLMD

6OLND 3RORÅDM JHRJUDIVNRJ L JRPDJQHW

0DJQHWQR SRODULWHWD PDJQHWQRJ SROMD =HPOM  
QDOD]L QD RNR f MXåQR L f ]DSDGQR-X EOL]  
žND 6HYHUQL PDJQHWQL SRO QDOD]L VH QD f  
JHRJUDIVNH GXåLQH X EØHJUHQMSLUPNDWMLH NRWYRUNYHDQ  
QL PDJQHWQL SRO SRPHUD VD SURVHþQRP EU]LQRF  
WD VH EU]LQD XYHÜDÝR OÐRHQHEÐEÐKLIV ÐRÐHQLÄX GD  
SURPHQH SRODULWHWD PDJQHWQRJ SROMD =HPOM  
SROMD X VDPRP VSROMDäQMHP MH]JUX SURPHQR  
UDOQLK YDULMDFLMDPD QD JUDQLFL MH]JUR±RPRV  
NRQWLQHQWDOQH NRSQHQH PDVH MH QD VHYHUQR

3URPHQH PDJQHWQRJ SROMD UHYHU]LMH MHV  
L UD]OLþLWLK MDþLQD .RQYHNFLRQD VWUXMDQMD  
QD KDRWLþQD VD SURPHQDPD VPHUD NUHWDQMD  
PDJQHWQRJ SROMD

1DMþHÄÜL L QDMLQWHQJLYQLML SRUHPH-ÜDML S  
OMD GHÄDYDMX VH QD SURVWRUX RNR ž VHYHUQ  
,]PHUHQR MH L L]UDþXQDWR GD VH MXåQL PDJQH  
JHRJUDIVNRJ SROD VD SHULRGGRP RG JRGLQD  
=DQLPOMLYR SD L YLÄH RG WRJD MHVWH WR  
JRGLQH SRPHUDR JD SHWQDHVWDN NLORPHWDUD J

6OLND \*RGLQH PHUHQMD EHOL EURMHYL L L]UDþ  
SRORYL QD VHYHUQRM KHPLVIHUL JRUH GHVQR SR  
SD MH RVDPGHVHWLK JRGLQD VNRþLOR' QD ±  
QL SRO SRPHULR ]D YLãH RG NP 3HULRGGLþQH  
JRGLQD YH]XMX VH L ]D SRMDYX SHJD QD 6XQFX  
VWYDUDMX HOHNWULþQH VWUXMH NRMH NDR ÄYH  
3URPHQD PDJQHWQRJ SROMD =HPOMH VH MDYOD  
OLPD NDGD VH VPDQMXXMH QDNRQ WRJD SRMDþD  
PHQVNL SHULRG 3UHRNUHWL VH MDYOMDMX SURV  
]DEHOHåHQ SUH JRGLQD 8 ÄSRVOHGQMH YUH  
SROMD NRMD MH YHURYDWQR UH]XOWDW ORNDOG  
PDGD SRMHGLQL LVWUDåLYDþL VPDWUDMX GD QLM  
OHÿX QDMXSHþDWOMLYLMLP SURPHQDPD X SRV  
MHVX VPDQMHQMH GLSROQH NRPSRQH ~~QWR~~ PSHQODMD  
SRODULWHWD GHäDYD VH UHODWLYQR EU]R ]D R

YUHPHQR JXEL ]DāWLWQL PDJQHWQL āWLW RG 6XG  
SRVOHGLFH SR åLYRW QD =HPOML 1RYD SURPHQD  
NDVQL OLāOMHQMD VX GD üH VH ÄRGXJRYODþLWL  
üH VH ]DPHQD PDJQHWQLK SRORYD X YUHPHQX SU  
äWR VH GHVLOR X JRUQM RM NUHGL NDGD MH =HP  
L NDGD MH GRÄOR GR ]QDþDMQLK SURPHQD L]XPL

Sateli Swarm VOLND

NRML WUHQXWQR NUXåH RNR =HPOMH  
SRWYUGLOL VX RSäWL WUHQG VODEOMHQMD  
PDJQHWQRJ SROMD QDURþLWR QDG ]D  
SDGQRP KHPLVIHURP NDR L SRPHUD  
QMH VHYHUQRJ PDJQHWQRJ SROD SUHNR  
\$UNWLþNRJ RNHDQD ND 6LELUX ]D  
NLORPHWUD 8 LVWR YUHPH X MXåQRP  
,QGLMVNR P RNHDQX PDJQHWQR SROMH  
MDþD 2YL VDWHL-WL SULNXSOMDMX L SRGDW  
NH ]D SURXþDYDQMH SRPHUDQMD SORþD  
SUHGYLþDQMH JHPOMRWUHVD SURQDODåH  
QMH SULURGQLK UHVXUV D LWG 0HUHQMD VX  
SRND]DOD GD MH MDþLQD PDJQHWQRJ SR  
OMD ]D SRVOHGQMLK JRGLQD PDQMD  
RNR 'D OL WR -XND]XMH QD SUR  
PHQX SRORåDMD PDJQHWQLK SRORYD" ,  
SRUHG GHWDOMQRJ VYHREXYDWQRJ SURXþDYDQ  
MX UHYHU]LMH PDJQHWQRJ SROMD =HPOMH L ]DāW  
RþHNXMþISRDYR VH L QH ]QD NDGD üH GR SUHRNUH  
SRVOHGQMX PDJQHWQX UHYHU]LMX YHUXMHPR GD  
PRåGD VDPR NXSLPR QRYL NRPSDV

=HPOMLQR PDJQHWQR SROMH PHQMDOR VH PQI  
SURåORVWL 5H]XOWDWL XND]XMX QD WR GD MH M  
GDQDåQMLK YUHGQRVWL ELOD X VWHQDPD RG  
-XåQRM \$IULFL ]DGUåDOH VX PDJQHWQH ]DSLvh N  
=HPOMH IXQNFLRQLVDOD L UD8QLXMLHL BG PLOLM

3RPHQLPR L NOLPDWVN H SURPHQH JGH MH MDN  
NROLþLQH SDGDYLQD X WURSVNLP SUHGHOLPD QD  
MRQRVIHUL 3R Y&HÜQQMHI MRGLQHQJURN NOLPDWVN

8 SRODUQLP REODVWL PD OLQLMH VLOD PDJQHW  
L VYRMLP REOLNRP RPRJXüDYDMX QDH OHNWULVDQ  
DWPRVIHUU VWYDUDMXÜL QHRELþQX L OHSX SRMD  
NRG RSLVD 6XQFD 0ROHNXOL NLVHRQLND GDMX ]H

3URPHQH PDJQHWQRJ SROMD GROD]H L L] DWPR  
QDPD RG SUHNR NP QDOD]L VH MRQRVIH-UD QD

MD ]DJUHYDQMD DWPRVIHUh NRMD XJURNXMH SHU  
JDVRYD VWYDUDMX ÄVYRMH' HOHNWULþQH VWUXM  
LPDMX XWLFDMD L QD QDāX SODQHWX

\*HRORJL L QH VDPR JHRORJL WUDJDMX JD UH  
GHäDYD VD SURPHQRP =HPOMLQRJ PDJQHWQRJ SR  
2QD L]D]LYD SRUHPHüDM X NRPXQLNDFLML L SORY  
JUDþHQMH VD 6XQFD ]QDþDMQR üH XJURJLWL SRVW  
MHGLQL NRULVQLFL =HPOMLQRJ PDJQHWVN-RJ SROI  
QR SROMH NDNR EL SURQDāOH VØRØWDUJDQ MHGDLQIN  
PR]JRYL LOL WHOD VDGUåH GRYROMQR MHGLQMHQ  
UHDJRYDOH ýRYHN WR QDåDORVW QHPD SD WR  
VYDNRP WUHQXWNX PRJX SRND]DWL JGH MH VHYH  
.LQHJL YHUXMX GD VH EROMH VSDYD NDGD QDP MH  
.DGD VPR XPRUQL VXPQMDP GD üHPR LØR åGUNXHJØBD  
SUDYFX

0DJQHWQR SROMH =HPOMH L QMHJRYR NUHWDC  
SODQHWD VD WHNWRQLNRP SORþD NRQYHNFLRQL  
OMDāQMLP MH]JURP LWG

,, , 0\$ \* 1(726)(5\$

3URVWRU X NRPH VH RVHÜD GHMPWDWØR VWDVQHJWDG  
RQD VH SURVWLUH L GR NLORPHWDUD RG SRY  
JRGLQH 0DJQHØRNDQHNDWULVDQH þHVWL FH X JRUQ  
QDVWDOH SRG XWLFDMHP PDJQHWQRJ SROMD =HP  
6XQþHYRP VLWVHWPX XJODYQRP ÄSUD]DQ' RQ LSDN

6XQFH HPLWXMH WRNRYH YUXÜHJ JDVD VRODU  
MRQD L PROHNXOD NRML NUHÜX ND =HPOML 0DJQ  
YDMX' WM åWLWH RG ]UDþHQMD VD 6XQFD NRMH  
SURFHVL X QRYLMH YUHPH SDåOMLYR VH RVPDWUD  
PDJQHWRVIHUL L =HPOMLQRP PDJQHWQR P SROMX

2EOLN PDJQHWRVIHUH MH NRQWUROLVD-Q PDJQ  
YLP YHWURYLPD L LQWHUSODQHWDUQLP PDJQHWQ

8SUNRV QD]LYX PDJQHWRVIHUD QLMH VIHULþQ  
XWLFDMD 6XQþHYRJ YHWUD VSOMRåWHQD-QD VWU  
QRM VWUDQL L]GXåHQD VOLND

6OLND        3RORåDM L REOLN PDJQHWRVIHUh

, , ,        3\$/(20\$ \* 1(7, = \$0

3DOHRPDJQHWL]DP MH RþXYDQL YUHPHQVNL ]DS  
PLQHUDOLPD L VWFH Q-DRþDXN;R;MÝHWDXGRW&NULY-HQR MH  
UDOL X WUHQXWNX QMLKRYRJ IRUPLUDQMD SRVWD  
SROMHP =HPOMH 3RþHWNRP GYDGHVHWRJ-YHND %  
NULR MH GD VX QHNH VWHQH PDJQHWL]RYDQH VXS  
SROMD =HPOMH QD RVQRYX þHJD MH JDNOMXþLR  
SRODULWHW

3RVHEQR GREUL UH]XOWDWL SDOHRPDJ-QHWL]P  
VWYR MDþLQD L SUDYDF =HPOMLQRJ PDJQHWQRJ  
RþYUäüDYDQMD ODYH DOL L GþeX GLDKMXWQHQHDJ RNRSMR  
X WUHQXWNX L]OLYDQMD LOL VWYDUDQMD - PHWDP  
ND SORþD

, , , 2 0 2 7 \$ ý

2PRWDþ JUDGL RNR ]DSUHPLQH =HPOMH -DY  
NRML üH ELWL SULND]DQ X SRJODYOMX R NRUL  
SRYUãLQH JGH VH RGYDMD RG NRUH SD VYH GR  
GR JUDQLFH VD VSROMDãQMLP MH]JURP 6PDWUD  
VH GLUHNWQR LVWUDåLYDWL

6DVWDY L VYRMVWYD RPRWDþD XWYUÿHQL VX  
SRMDYOMLYDQMD VWHQD QD WHUHQX R ðROLWD  
WHPDWLþNLP PRGHOLPD

7HPSHUDWXUD L SULWLVDN XJODYQRP V-H SRYH  
FH VD NRURP WHPSHUDWXUD MH RNR f & D QD  
f & 6PDWUD VH GD VX JERJ YLVRNLK 37 XVORY  
PRJX NUHWDWL SODVWLþQR )L]LþNR VWDQMH L KH  
VYRMVWYD SRQDãDQMH L SRMDYX NRQYHNFLRQLK

, , , 9 2 ' \$ 8 2 0 2 7 \$ ý 8

6DGUåDM YRGH X RPRWDþX SUHGP HW MH PQRJL  
PR XORJX YRGH X NULVWDOQLP VWUXNWXUDPD PL  
þDN L X PDOLP NROLþLQDPD PRåH ]QDþDMQR XWLF  
QHUDOD L VWHQD NDR åWR VX WRSOMHQMH YLVN

1XPHULþNH VLPXODFLMH RJUDQLþDYDMX VH QD  
YHÜLP GXELQDPD PDGD MH HNVSHULPHØWD OQR VL  
OLNDWD WDNR]YDQH IDJH ÄDEHFHGH' NRMD PRåH  
PLQHUDOL QD Y ØJiL&PDGSXHEUHQDQW]LRYXVWLW L SR  
PRJX VDGUåDWL ]QDþDMQH NROLþLQH YRGH X GXE  
GHIHNDWD ± SSP X VYDNRM ID ]WadsleyþDWUD VH  
ULQJYX GribWoodHØJFORJX LPDWL RNR YRGH X ÄQRU  
\$QL]RWURSQD SULURGD SRVWSHURYVNLWV-NH VWU  
SOLNDFLMD 7HRUHWVND UDþXQDQMD XND]XMX QD  
WRSORWQX DQL]RWURSLMX RG SHURYVNLWD

3URPHQD UDVWYRUOMLYRVWL YRGH VD WHPSHU  
üDYD QMHQX DNXPXODFLMX X GRQMHP RPRWDþX L  
\$NR SRYHÜDQL VDGUåDM YRGH SUDWL YLVRNX UD  
SOXPÐ RVOREDÿDWL YRGX NRMD üH LÜL QDJRUH  
QDGROH VXEGXNFLRQLP SURFHVLPD 2YR MH SUH  
NP GLVNRQWLQXLWHWD þLPH &W DROEDMDDä QD DRÝDR M

OHëXWLP PRGHOLUDQM H SUHQRVD YRGH NRQYHN  
KRPRJHQL]RYDQD X FHORP RPRWDþX PDGD KLGUD  
SURFH V 8 JRUQMHP RPRWDþX UD]QH NULAWDOQH  
VHEQR X XVORYLPD QLåLK WHPSHUDWXUD X SURFH  
9RGX ÄþXYD' YHOLNL EURM PLQHUDOD 1D PDQM  
YRGD VH ÄVNODGLäWL' X PHWDPRUIQLP PLQHUDOL  
WL OLVNXQL DPþEROL HSLGRW FRLVLW ODYVRG  
YUDÜDMX X RPRWDþ X ]RQDPD VXEGXNFLMH  
\$NR VH YRGD ÄþXYD' X RPRWDþX SUHPD SRPHG  
]QDþDMQD NROLþLQD NRMD RGJRYDUD NROLþLQL  
=HPOMH

, , , . 2 1 9 ( . & , 2 1 \$ 6 7 5 8 - \$ 1 - \$ 8 2 0 2 7 \$ ý

.UHW DQM H X]URNRYDQR UD]OINRQPY NWHRQR UWD  
MDQMJH QHUDOQR VH YH]XMH JD ÁXLGH 7RSOLMD Y  
þHJD GROD]L GR QMHQRJ NUHWDQMD WM NRQYH  
VWUXMX X NRMRM YRGD JERJ UD]OLNH X WHPSHU  
6OLþDQ SURFH V MH FLUNXODFLMD YD]GXKD X DW  
JERJ þHJD WRQH D WRSOLML L ODNäL VH X]GLåH  
YUHPHQVN H QHSRJR GH , PL VH VYDNRJD GDQD VU  
NXYDMXüL NDIX NDGD ]DJUHMDQD WRSOLMD YRG  
SRYUäLQX GRN KODGQLMD WHåD WRQH ND GQX  
.RQYHNFLRQR VWUXMDQM H X VWHQDPD ]DYLVL  
VWHQD L SULKYDWOMLYR MH JD UD]XPHYDQM H PHK  
.RQYHNFLRQR VWUXMDQM H X RPRWDþX MH NUH  
QXOL VPR WRSOLML PDWHULMDO SRGLåH D KODG  
WUL RVQRYQD SURFH VD

JXELWDN WRSORWH L] MH]JUD  
XQXWUDäQM H JUHMDQM H RG UDGLRDNWLYQR,  
KODëHQMH X]URNRYDQR VXEGXNFLMRP OLWR

.RQYHNFLMD X RPRWDþX ]DYLVL L RG YUHPHQD  
SODQHWD VH KODGL D NRQYHNFLMD XVS RUDYD LO  
7RSORWD L] MH]JUD ]DJUHYD VWHQH GRQMHJ  
JXVWH L ODNäH JERJ þHJD VH NUHÜX QDYLäH L ]  
VX WHåH L WRQX .RQYHNFLMD MH QDMYDåQLML P  
NRQGXNFLMX SURYRGOMLYRVW ]UDþHQMH DGYH  
]DMHGQR X FLNOXVX WHNWRQLNH SORþD NRMD ü

. R Q Y H N F L M D X R P R W D þ X G R Q R V L W R S O R W X L ] G  
V W Y D U D M X Ü L R N H D Q V N X N R U X 5 L I W Q H J R Q H P H V V  
U X þ M D J X E L W N D W R S O R W H  
' H R W R S O R W H N R M D V H S U H Q R V L Q D S R Y U ã L Q X  
H O H P H <sup>230</sup>Q D <sup>230</sup>V D . L W G 3 U R F H Q H N R O L N R V H R P R W D þ  
U D ] O L þ L W H D O L Ä U D ] X P Q H ' L X N D ] X M X Q D - W R G D  
S H Q L W R S O L M L X Q D M U D Q L M H P D U K H D Q X Q H J R G D  
U H O D W L Y Q R N U D W N R P S H U L R G X ± P L O L R Q D J  
L N R Q Y H N F L M H X R P R W D þ X X N O M X þ X M X Ü L N R U X  
W R S O L M L V D S X W D Q L å L P Y L V N R ] L W H W R P L S  
% U ] L Q D N R Q Y H N F L M H X R P R W D þ X ] D Y L V L R G V D  
Y R G O M L Y R V W L L Y L V N R ] L W H W D N D R L R G V U H G L Q  
F L M D X R P R W D þ X Q D S U D Y L S X Q N U X J F L N O X V M H G  
6 H L ] P L þ N D W R P R J U D þ M D V O L N D X N D ] X M H Q  
L P D S R G U X þ M D V D Q L V N L P E U ] L Q D P D V H L ] P L þ N L K V  
V H L ] P L þ N L K W D O D V D N R M H V X Y H U R Y D W Q R Q D V W D  
W L K V W U X N W X U Q L K S D N R Y D Q M D P L Q H U D O D  
6 W U X M D Q M H N R Q Y H N F L M D X R P R W D þ X - V H X V S  
P L þ N X H N V S D Q ] L M X W R S O R W Q X S U R Y R G O M L Y R V W  
S H U D W X U F þ I P R V D X G Ø R D Y M ü D W L V S R V R E Q R V W R P R W D þ  
W R S O R W H L ] M H ] J U D L V W Y D U D Q M H W R S O R W H X R  
Ä U H F L N O D å D ' L P D J P D W L ] D P V X R E O L F L N R Q Y H N F L  
X W L F D M S U L W L V N D ] Q D W Q R Y H Ü L

=D UD]XPHYDQMH NRQYHNFLRQLK VWUXMDQMD  
URNL VSHNWDU RSVHUYDFLMD L RJUDQLþHQMD L] P  
JHRKHPLMH L JHR]LNH ,]RWRSVNL L JHRKHPLMV  
L]YRGQML' WRSORWH VXJHULÄX SRVWRMDQMH UD  
ÄVYRM LGHQWLWHW' QDMMPDQMH \*D

=D NRQYHNFLMX NRMD VH MDYOMD X RPRWDþX  
GRYROMQR MDNH GD QDGYODGDMX RWSRUQRVW K  
L GD QH ÄL]JXEH' VYX WRSORWX

\*UDQLFD JRUQMHD L GRQMHJ RPRWDþD Q-D GXELC  
YX SRYHÜDQMD JXVWLQH PLQHUDOD 'D OL MH RQI  
SRNODSD VD JUDQLFRP SURPHQH KHPL]PD -LOL VW  
GXNRYDQL GHR OLWRVIHUU QH PRÅH GD ÄSURELMH  
VH NRQYHNFLMD X]GLåH L]QDG"

6PDWUD VH GD SRVWRMH GYDHG QSRD]KRMQD NFLF  
NUR] FHR GRQML' GYRVORMQD BRRMWDþMH MHGQD X G  
D GUXJD X JRUQMHP RPRWDþX VOLND

6OLND .RQYHNFLRQD VWUXMDQMD X RPRWDþX MHGQ  
VWUHOLF RP D GYRVORMQD REHOHåHQD ]HOHQRP

-HGQRVFORGMHQL NRQYHNFLMH SRGUD]XPHYD GD  
ÄGHJUDGLUDMXÜL' XWYUþHQH UD]OLNH (NVSHULP  
]DMHGQR VD VHL]PLþNLP RSDåDQMLPD XND]XMX Q  
QD NP WM QD JUDQLFL GRQMHJ L JRUQMHD RP  
GD L]DJRYX GXJRURþQX VWUDWL]NDFLMX RPRWDþ  
WHUPLþNL LOL UD]OLþLWL KHPLMVNL VDVWDY QD S

8 SULORJ MHGQRVORMQRM NRQYHNFLML JRYRUL  
QD WR GD VXEGXNRYDQH SORþH SÜREEQD LMQUGLVNF

YDQ GHU +LOVWQLDÑBQ QHNRJ YUHPHQD GRVSHYDM  
Ä' 6PDWUD VH GD ÄSURGLUDQMH' SORþH QD N  
JXVWLQH L YLVNRJLWHWD RPRWDþD 3ORþH VD VW  
URYRYLPD NDR äWR VX 0DULMDQD L 7RQJD YHURY  
RPRWDþ 3RWYUGD VX L VHL]PLþNH DQRPDQLMH X C  
OMDWL VXEGXNRYDQH RNHDQVNH SORþH -HGQD LV  
6 GR 1 X 6HYHUQRM L -XåQRM \$PHULFL -YHURYD  
QH SORþH 6OLþQR MH L X QHNLP GHORYLPD 3DFL  
SRWLVQXWH X GRQML RPRWDþ SULOLNRP JDWYDUD  
PLNURNRQWLQHQWL VXGDUDOL VWYDUDMXÜL YHOL  
1HNL PRGHOL NRQYHNFLMH X RPRWDþX-XND]XM  
MH SRG SULWLVNRP ÄRQHPRJXÜDYDMX' SURGRU S  
WRJD SRYHÜDQD YLVNRJQRVW PRåH ELWL L ÄSUR  
XQXWUDäQMH JXVWLQH XVOHG SURPHQD X VDVW  
ÄSRYUDWQX' VQDJX GD EL VH VXEGXNRYDQD SORþ  
QDPLþNL ]QDþDM VHL]PLþNRJ GLVNRQWLQXLWHWD  
MH WR MHGQRVWDYQD ID]QD WUDQVIRUPDFLMD LO  
RPRWDþD \$QRPDOLMH YHOLNH EU]LQH LVS-RG \$]LM  
WDþD þLQL VH GD SUHGVWDYOMDMX GUHYQH RNI  
]DYUäLOD RNR 0D QDNRQ þHJD VX VH VXEGXN  
QDVWDYLOH GD WRQX X RPRWDþ  
3RPHQLPR GD MHGQRVORMQLP NRQYHNFLRQLP  
Ä' VORMþQRVL PDJPX ODYX QD SRYUäLQX NUR]  
NOMXþXMH JUDQLFX QD NP 1XPHULþNL PRGHOL  
SURSXVQX' JUDQLFX QD ELOR NRP PHVWX X RPRW  
,PD QDUDYQR L GUXJDþLMLK PLäOMHQMD 3RM  
PDOLP XJORYLPD VXEGXNFLMH NDR äWR VX ,]X %R  
GRQML RPRWDþ LVSRG GLVNOLQXIGWIRWØRRQAD N  
NRQYHNFLMH  
6LOYHU L GXND]XMX QD WR GD MH GLVNRQWLQX  
EDULMHUD' YLVNRJQRVWL LOL JXVWLQH GD VSUHþ  
RPRWDþD WM GD MH NRQYHNFLMD GYRVORMQD  
HOHPHQDWDX JRUQMHP RPRWDþX L QHRVLEURPDäH  
WRSVNL UD]OLþLWLK NRPSRQHQWL LOL GRPHQD L  
MHGQX X JRUQMHP RPRWDþX L GUXJX X GRQMHP R  
Ä5LJRUR]QD' GYRVORMQD LOL MHGQRVORMQD N  
GD EL VH ÄL]PLULOH' SRPHQXWH UD]OLNH =DQLP  
QRYH LGHMH NDNR ELVPR RYDM QDMYHÜL GHR Q  
9Hü PLOLMDUGL JRGLQD NROLN R MH VWDUD  
NRMD ÄJXUD' VYH JHRORäNH SURFHVH %H] GRYR  
QHPD NUHWDQMD SORþD OLWRVIHUUH GL]DQMD ND  
QL]PD PHWDPRU¿]PD LOL WHNWRQLNH =QDþDMQX

EH] NRMH EL NUHWDQMH QD =HPOML ELOR KDRV  
WRSORWH L JHRORÄNLK SURFHVD QD =HPOML QH  
VH GD QD QDÄHP SULURGQRP VDWHLWX 0HVHFX  
6XQþHYRJ VLVWHPD QHPD åLYRWD MU QHPD JHR

7HRULMD WHNWRQLNH SORþD ELÜH SULND]DQD  
NRQYHNFLRQRP VWUXMDQMX NRMLP VH REMDÄQMD  
OLWRVIHUH QMLKRYR UD]PLFDQMH SRGYODþHQMH  
RPRJXÜDYD VH L SRGYODþHQMH L VPHäWDM ÄKODG  
QD YHOLNLP GXELQDPD JGH VH ]DJUHYDMX L GHOR  
VWHQH SRVWDMX ODNÄH RG VUHGLQH X NRMRM VH  
SRQRYR VH YUDÜDMX QD SRYUäLQX 3URFHV VH REQ  
GHORYD QDÄH SODQHWH

.RQYHNFLRQD VWUXMDQMD X RPRWDþX VX YDåQ  
VD QD QDÄRM SODQHWL 8 PQRJLP WHNWRQVNLP V  
NXMX L PDJPDWVN X DNWLYQRVW 8 SRþHWNX VH VF  
ÄSDVLYQL SXWQLFL' QD DVWHQRVIHUL SUL-þHPX M  
ÿLYDQR SRORÄDMHP L YHOLþLQRP NRQYHNFLRQLK V  
VD]QDQMD SRWYUÿXMX SUHWSRVWDYNX GD VX L VD  
GD LPDMX XWLFDMD QD NRQYHNFLRQR VWUXMDQMI

6D UD]YRMHP =HPOMH L UD]OLþLWLP VWHSHQRP  
RPRWDþD VH NUR] JHRORÄNR YUHPH PHQMDR 3URF  
KRPRJHQL]RYDOL RYH UD]OLNH QDURþLWR X JRUQ  
GR DVWHQRVIHUH PDGD VH SUHWSRVWDYOMD GD  
UDVWRSL NRML VH MRä QLVX L]GYRMLOL L IRUPLUD

8VOHG UD]OLþLWLK WHUPDOQLK UHÅLPD SOXPD  
QMX RNHDQVN H OLWRVIHUH 1D NP LV 6tR G ,VOD  
ODVD NRMD XND]XMH QD SULVXVWYR SOXPH äLUL  
VX ]D -HORXVWRQVN L <HOORXZVWRQ SDUN L +DY

\$NR NDSOMLFH PDJPL QH SURELMX OLWRVIHUX  
GDMX WRSORWX RNROQLP VWHQDPD LOL VD QMLPD

\*HRKHPLMD ED]DOWD VUHGQMHRNHDQVN LK ULIW  
SULND]DQL X SRVHEQRP SRJODYOMX SRWYUÿXMX S  
WDþX .DR äWR MH SRPHQXWR LJYRU ED]DOWD VUH  
QMHJ RPRWDþD RVLURPDäHQ LQNRPSDLWLELOQLP H  
QD NRQWLQHQWDOQX NRUX WRNRP VWDUDQMD QD  
ÿXWLP SRWLþX L] GXEOMHJ GHOD RPRWDþD NRML  
NRUH ]ERJ þHJD QLMH RVLURPDäHQ LQNRPSDLWLELO

'RND]L ]D SRVWRMDQMH KHPLMVNL RVLURPDäHQ  
NRQYHNFLRQLK VWUXMDQMD MHVX L]RWRSL JDVRYI  
WLPD %D]DOWL RNHDQVN LK RVWUYD SRSXW +DYDI  
KHOLOMXP D X SRUHÿHQMX VD ED]DOWLPD VUHGQMHR  
NRPSRQHQWH L]GYRMHQH L] ÄQHJD]LUDQRJ' PDWHU

6 WHQH NRMH JUDGH RPRWDþ XJODYQRP VX VLC  
MH]JURP VX ]QDþDMQR GUXJDþLMH RG ÄVWHQRYL  
YHÜRP JXVWLQRP L]D]LYDMXÜL GUDPDWLþQX SURF  
1D RVQRYX KHPLMVNRJ RG QRRQADPQH  
QML RPJRWUDQML RPRWDþ

, , , '21 - , 2027\$ý

'RQML RPRWDþHR =HPOMH L]PHýX L NP GX  
PDVH =HPOMH 'R VDGD JD QLVPR YLGHOL -GRGLUC  
PR LQGLUHNWQR 1DMYLÄH SRGDWDND GRELMHQ  
YX EU3iLQW DODVD NRML ]DYLVH RG JXVWLQH L VD  
3RGDFL R VDVWDYX GROD]H L QD RVQRYX NRVPRK  
ED]DOWQLP ODYDPD L HNVSHULPHQWDOQLK SURXþ  
VRNLP SULWLVFLPD L WHPHUDWXUDPD LWG

3UHPD SRVWRMHQIDPJWD]QDFQMGRLQMHCJ RPRWDþD  
WHPHUDWXUD MH RG GR f& D SULWLVDN  
JRUQMLP RPRWDþHP WHPHUDWXUD RG GR

6HL]PLþNL GLVNRQWLQXLWHW QD NP-GXELQI  
L]PLþNLK WDODVD ]D ± QD RVQRYX þHJD MH L  
RPRWDþD 2Q MH JOREDOQR SUHSR]QDWOMLY QD  
ýHQLP GLVNRQWLQXLWHWLPD

.ULVWDOQH VWUXNWXUH PLQHUDOD X GRQMHP  
WXPÐþHQMH JHR]LþNLK SRVPDWUDQMD GXERNLK  
VDVWDYD RYRJ VORåHQRJ L XGDOMHQRJ GXERNRJ

\*HR]LþNL SRGDFL XND]XMX QD WR GD MH GRQM  
QDWVNRJ OHU]ROLWD NRML JUDGL GRQMH GHORY  
]D SRUDVW SRPHQXWH JXVWLQH SRYHÜDQ VDGUåD  
GDOMD PLQHUDOQD WUDQVIRUPDFLMD X GRQMHP  
DVRFLMDFLMD VD YHÜRP JXVWLQRP 3UHWSRVWDY  
JRUQMHJ L GRQHMHD RPRWDþþRGL]NDFLMH SLURN  
VSLQHO YDGVOHMULW ULQJYXGLW LWG JXäüH

JRUQMHJ RPRWDþD 3RPHQXWL PLQHUDOL SUHOD]  
WXURP LVWRJ LOL VOLþQRJ KHPISNHWNRJ]JNIDMWDYD

6L]2PDJQH]LR]X]VHW]WD SHUR&,DON,]L)M 6L]2V6GØLFL  
MXP MRQ QDOD]L VH SUH X RNWDHGDUVNRM QHJR  
åHQ MH ÄUDGLMH' VD äHV2W DQSHJRPWQDþHMMUURLY NWQ  
VNRN X EU]LQL VHL]PLþNLK WDODVD QD SRPHQXWR  
RGUHüHQD JUDQLFD L]PHýX -JDRYUQMDH]VHL XGRQIORJXR  
SULWLVND L WHPHUDWXUH QD GXELQDPD L]PHýX

6OLND 'RQML RPRWDþ REM  
tekstu (napomena: minerali u donjem  
RPRWDþX GDWL VX QD HQJOHV  
GHOLPLþQR LQGLNDFLMD WHãNRÜH X SUHFL]QRP R  
D GHOLPLþQR L ]ERJ ODWHUDOQLK SURPHQD 8 RYI  
NDR ÄGLVNRQWLQXLWHW RG NP'  
(NVSHULPHQWDOQH VWXGLMH ÝUÝRNURÝS  
PLQDQWMDMID]LDP D RGJRYDUDMXÜX JXVWLQX QHRSK  
PLþNLK WDODVD NRML SUROD]H NUR] GRQML RPRW  
OLQHUDOL UD]OLþLWRJ KHPL]PD PHýXW-LP PRJ  
]OLþLWH0JR2G)QIRVH6L=2ERJ WRJD MH VDVWDY GRQMHJ  
GLWL MHU VX PLQHUDOL P0H2DÝL2Q/HW IRaRÝLLGID NNDRR  
VOLþQD VYRMVWYD L VWLKLPHWULMX NDR L SHUP

Slika 139. Struktura perovskita (levo) i kristali perovskita (desno)

2GUHÿLYDQMH NRML PLQHUDOL JUDGH GRQML R  
JXÜLK VWUXNWXUD L KHPLMVNRJ VDVWDYD SRVHEQ  
37XVORYLPD 1D ÄVUHÜX' UDþXQDUVNLP WHKQLNDI  
NH WRPRJUD¿MH NRMH GDMX WURGLPHQ]LRQDOQH I  
OML ÄRWNLULYDMX' KHWURJHQH DQRPDOLMH EU]LC  
VOXþDMHYLPD VH WHãNR PRJX SRPLULWL XSRUHGL  
0QRJL DXWRUL NRULVWH VDPR JXVWLQX JD RG  
WYUGHÜL GD MH RQ KRPRJHQ 6NRN JXVWLQH QD  
RJUDQLþHQMH JD SURPHQX KHPLMVNRJ VDVWDYD I  
VX GRND]L ED]LUDQL QD YLVNR]QRVWL L VUHGQMR  
3RGVHWLPR UD]XPHYDQMH PLQHUDORJEMH L N  
þX XYHOLNR VH SURãLULOR UD]YRMHP QRYLK HNV  
WHPSHUDWXUDPD NRMH VH 5RLþHRNOXMHD X GRQUMHP R  
L 5LQJZRRG9HÜLQD QMLK L]YHGHQD MH NR-ULãüHQ  
IUDNFLMD NDR SULPDUQH GLMDJQRVWL NH  
2GUHÿLYDQMH PLQHUDOQRJ VDVWDYD GRQMHJ F  
SRGDWDND MH ÄLSDN WHãNR L QHL]YHVQR' MHU  
YUOR YLVRNX WHPSHUDWXUX L SULWLVNH 3RVHE  
NRMH MH X SULURGL YHRPD GXJR =D SRMHGLQH U  
RSLWD MH PRJXÜH SULPHQLWL DOL PLQHUÐOLPD X  
PH GD GRVWLJQX UDYQRWHåX 3]ERVQPRHYIDPQRVWL  
WUHED SDåOMLYR LQWHUSUHWLUDWL QDMEROMH  
1D YHÜLP GXELQDPD X GRQMH P RPRWDþX SUHP  
SHURYVNLW QLMH YLãH VWDELODQ YHÜ VH UD]OD  
VDJRKDOQRP VWUHX ND]URPMI Q]HYDLOM VNL VDVWDY  
2YDM SRGDWDN PRåH SURPHQLWL QDãH UD]XPHYD

6 ORERGQD VLOFLMD VWLÄRYLW MH XYHN SUL  
JXÄÜL SROLPRU & D~~D~~ QDW~~R~~~~N~~ W~~L~~~~X~~~~Q~~ PDP L GUD PRJXÜH  
MH GD JD LPD L QD GXELQDPD YHÜLP RG NP 8  
L SRVHEQD DOXPLQLMXPVND IDJ]

0 RJXÜQRVW GDOMHJ IDJQRJ SUHODVND RYH IDJH  
] QD 1 HNH VWXGLM~~H~~ X~~N~~ D~~J~~ R~~Y~~ M~~X~~ N Q~~V~~ L~~W~~ R~~Q~~ D~~Q~~ DMH~~X~~  
\*3D L . LOL SUHODJL X GUXJX IDJX L] QDG \*3D  
0 J SHURYVNLW VWDELODQ NUR] FHR GRQML RPRWD

3 RVWRMH PLÄOMHQMD GD MH GLVNRQWLQXLWH  
NP YHUR YDWQR QD~~V~~ W~~S~~ R~~U~~ R~~W~~ Q~~H~~ W~~S~~ D~~R~~ P~~S~~ R~~Q~~ W~~H~~ SHUR Y  
þLQH JXVWR6~~I~~<sub>6 S~~R~~ D~~N~~ N~~R~~ D~~Y~~ B~~Q~~ U~~L~~ IRUPLUDMXÜL ÄVORMHYL  
0 Ji )H</sub>

=DNOMXþLPR GRQML RPRWDþ MH QHGRYROMQR S  
XYHN QH REMDäQMDYD VYH XWYUüHQH VHL]PLþNH D

% ROMH UDJXPHYDQM~~H~~ VH RþHNXM~~H~~ RG HNVSHUL  
WLVND NRML üH QDP RPRJXÜLWL GD EROMH UDJX  
YRGH L XWLFDM WHPSHUDWXUH QD PLQHUDOH VWD  
ULMVNLK VWXGLMD NRMH üH GRSULQHWL EROMHP  
X GRQMHP RPRWDþX

6 PDWUD VH GD MH GRQML RPRWDþ JERJ RG VXX  
MDOQRJ VWDS~~D~~ QMD RVWDR QHSURPHQMHQ RG QM  
WLP XNDJXMX QD WR GD VH L JRUQML GHR GRQM~~H~~  
VXEGXNFLMD RNHDQVN~~H~~ OLWRVIH~~U~~H NRMD MH X H  
PRJOD ÄSURELWL' GLVNRQWLQXLWHW QD - NP L  
FLMDOQR VWDS~~D~~ DOD NLGDOD VDYLMDOD L VWYDU

, , , 6 / 2 - Ä''

1 D VDPRP ÄGQX' GRQM~~H~~ J RPRWDþD QD JUDQLFI  
javlja se VORM ÄD]YDQ SR VHL]PLþNRP WDODVX NRML V  
VDQMH VOLND 7R MH SRGUXþMH DQR~~P~~ DOQR C  
XNDJXMX QD YLVRN WHUPDOQL JUDGLMHQW-L QL]D  
YD RYRJ GHOD RPRWDþD ,]JUDüHQ MH RG JXVWH  
VLOLNDWD GHEOMLQH RG GR NP 9HUWLND

6 S~~R~~ OM~~D~~ äQM~~H~~ MH]JUR MH GREDU SURYRGQLN W  
JDQLMH' NDSOMLFH WHþQRJ JYRåüD L] VS~~R~~ OM~~D~~ äQI  
UHDJXMX VD PLQHUDOLPD GRQM~~H~~ RPRWDþD X]UR  
MXÜLP SURPHQDPD EU]LQH VHL]PLþNLK WDODVD

(NVSHULPHQWL VX SRND]DOL GD WHþQR JYRåüY  
VD SHURYVNLWRP V~~W~~ Y~~S~~ H~~U~~ DR~~M~~ X~~U~~ NLL~~R~~ H~~D~~ A~~M~~ A~~Q~~ L~~W~~ LDM X P D  
) H6L'RPLQDQWQORINDXNDÄXYHUR YDWQ RJSRH V~~W~~ S~~I~~ URYV

þLMD VX PLQHUDORÄND L VWUXNW~~W~~OR~~D~~DN~~W~~RMVWYD  
PLNH GRQMHJ RPRWDþD  
3RPHQXWL SURFHVL VX X VDJODVQRVWL VD VORÄ  
Ä' NRMH VX XJURNRYDQH YDULMDFLMRP WHPSHUDWXUH  
WUD VH GD VX SURPHQH WHPSHUDWXUH L VDVWDYD  
X GRQMHP RPRWDþX NÄRMH XRN~~E~~X~~R~~YLD~~W~~ D~~2~~NQ~~H~~ LX JUORRNM  
HIHNDW KODÖHQMD JERJ þHJD VH SRYHÜDYDMX EUJL  
FLMD QDMGRQMHJ GHOD GRQMHJ RPRWDþD SUHPD  
RPRJXÜDYDMX GD VXEGXNRYDQH SORþH ÄGRÖX GR  
:LOOLDPV L \*DU~~X~~Q~~M~~Y~~U~~RGLOL VX VSRUDGLþQX XOWUDQ  
VD NRMD MH XJURNRYDQD QDVWDQNRP L SULVXVWY  
3URVWRU RNR QMLK LPD DQRPDQQR YHOLNH-EUJLQH  
VWYRP VXEGXNRYDQLK OLWÄVI,HP~~W~~DL NGRUMXH~~U~~ D~~P~~XL~~W~~ R~~K~~ OPHL

, , , 3 / 80 (

\*YRÅÖH L] VSROMDÄQMHJ MH]JUD HPLWXMH L R  
GRQML RPRWDþ XJURNXMXÜL QMHJRYSRO XGP~~W~~OLL~~P~~NDþQR  
NDSOMLFH GLMDSLUL PDJPH NRMH VH JERJ  
RG RNROQLK VWHQD PLQHUDOD GRQMHJ RPRWDþ  
KODGQLMD RG UHSD MU VDGUÅL XKYDÜHQ PDWHU  
QX SRMDYOMLYDQMD SOXPH VX ÄXVNH XVSUDYQH  
YRGRYL' YUXÜHJ PDWHULMDOD ÄL'VNH JXVWLQH NR  
(NVSHULPHQWL VX SRND]DOL GD YLVNR]LWHW L  
\$NR MH YLVNR]QRVW YHOLND NUHÜH VH NDR SUVW  
PRÅH ELWL SUHþQLND L YLÄH RG NP äWR MH SI  
3OXPH XJODYQRP SUROD]H L JRUQML RPRWDþ I  
GHORP L JERJ GHNRP~~SUHVLMH~~ VWDSDMX NDGD QD  
L]OLYDMX QD SRYUÄ~~W~~Q~~R~~X~~S~~ ØH~~W~~Q~~D~~ND~~W~~Q~~D~~MB~~M~~X~~Q~~DUHG  
1DVWDMX YHOLNH PDJPDWVN~~H~~ SURYLQFLMH LOL RI  
QLK PLÄOMHQMD R WRPH NRMRP VH EUJLQRP SHQM  
NRQYHNFLRQD VWUXMDQMD 1HNH SOXPH SXOVLUD  
3OXPH VH MDYOMDMX ÄXVUHG' WHNWRQVN~~H~~ SC  
VXEGXNFLMH 8 RNHDQX VX RJURPQD SROMD ODYD  
YDWQR QDVWDOD UDGRP SOXP~~D~~

3RVWRMDQMH SOXP~~D~~ NDSOML~~OF~~DR QS UNYDLRMRHE~~W~~Q~~D~~AC  
QMHQMH RNHDQVN~~L~~K ODQDFD RVWUYD SRSXW +DY  
YUHPHQRP 9LOVRQ MH SUHG~~O~~RÅLR GD VH OLQHD  
NUHWDQMD SORþH MDYOMD NDGD OLWRVIHUVND S  
JQDPR GD VH SOXPH NDSOMLFH SRPHUDMX 6PDWU  
SOXP~~D~~ GRPLQLUDOR X DUKHDQX

. R Q G&LRQGLH MH SUHGORåLR GYH YUVWH SOXP  
3UYH WUDMX SUHNR PLOLRQD JRGLQD L XJURN  
VWYDUDQMH RJURPQH NROLþLQH QRYH NRUH . UDV  
liona godina i vezuju se za narastanje vulkanskih lukova i dodavanje, narastanje  
PODGH NRUH

, VWUDåLYDQMD SRND]XMX GD SRVWRMH YHOLN  
=HPOMH X NRMLPD YHOLNL EURM SOXPD Ä-XGDUD' ti kao VXSHUSQXPDMX ]QDþDMQH LPSOLNDFLMH ]D ÄVX  
L YUHPHQVN L UDVSRUHG PHWDORJHQHWVN LK ]RQD  
ODYD SR]QDWH L NDR YHØLNHH Page Pg Dowl Wp Min SURYL  
ce WM SODWR ED]DOWL 7R VX ÄäLURND' SROMD W  
RNHDQVN LK RVWUYD +DYDML GXJDþNH KLOMDGH

6XSHUSOXPH VX SUHSR]QDWH X UDJOLþLWLP YU  
NRUHOLUDMX VD UDVWRP NRQWLQHQWDOQH NRUH  
LJ'Ä VORMD ± X 3DFL;NX +DYDMVND WRSOD WDþND

9LVRN VDGUåDM UDGLRJHQRJ RVPLMXPD X QHNL  
SRGUåDYD GXERNL L]YRU SOXPD 3R DQDORJLML V  
GD =HPOMLQR MH]JUR EXGH RERJDÜHQR RVPLMXPR  
RQR PRåH ELWL NRQWDPLQLUDQR XVOHG UHFLNOL  
VWDOL L] SOXPD WDNRÿH QHPDMX GRND]H R NRQW  
OLUDQ X MH]JUX MHU MH VLGHUR;OQL HOHPHQW

6PDWUD VH' GDUDORRåÄX XORJX X KODÿHQMX =H  
QLNRP SORþD

3RPHQLPR GD SRMHGLQL \$O XQEDvWYDMPXL Q/P DWDQ  
QMHJ L JRUQMHJ RPRWDþD NP LOL X DVWHQR  
SRVWRMH SOXPH

,,, 723/( 7\$ ý.(

7RSOH WHDQDQH spots MHVX PHVWD L]OLYDQMD ODYD  
LOL SRG PRUHP NRMH VX GRäOH L] QDM'GXEAMM LK  
L] SOXPD VOLND 6WYDUDMX VH NDNR VPR SR  
ÄSURODVND' RNHDQVNH OLWRVIHUH SUHNR UHODV  
PHýX L DNWLYQLK WRSOLK WDþDND XWYUýHQI  
EXFLMH6 ENUJDQND VOLND âWD XJURNXMH VWYD  
ODYD NRMH VH QDODJL GDOHNR RG JUDQLFD SORþ  
8 QHNLP VOXþDMHYLPD PDJPD PRåH GRÜL L] GX  
DOL WR PRJX ELWL ÄSOLWNL' GåHSRYL ÄORNDOQH

6OLND 3RORåDML QHNLK WRSOLK WDþDND FUYH  
EHOH VWUHOLFH VX ULIWQH ]RQH PHVWD UD]PL

\*HRKHPLMD ED]DOWD VWYRUHQLK X YUXÜLP WDþN  
ULVWLNX SOXPH LOL NDSOMLFH RGDNOH VX L GRäO  
VWHQH VWYRUHQH QD ]QDWQR YLäLP WHPSHUDWXUD  
7RNRP JHRORäNH SURäORVWL =HPOMH ELOR M  
ODYD QD GQX RNHDQD L QD NRQWLQHQWLKD þLM  
YHüH X RGQRVX QD ED]DOWH VWYRUHQH X ÄQRUP  
Nazivaju se SODWR ED]DOWQ WIPYSIÖR NILQFR DPPDDWVNLP S  
MDP BRPHQLPR ED]DOWH 3DUDQH -XåQD \$PHULND  
ED]DOWH .ROXPELMH ]DSDGQD 6\$' VOLND 2Q'  
RNHDQ .DULSVND RVWUYD LWG

Slika 141. Kolumbija, plato bazalti

6PDWUD VH GD VX UH]XOWDW SDUFLMDOQRJ VW  
SRGLQH RNHDQVNH LOL NRQWLQHQWDOQH -OLWRVI  
YL' RYDNYLK SOXPD QDVWDYOMDMX GD VQDEGHYD  
ãWR VH JODYD SOXPH ÄUDVWRSLOD' PDGD SRVWR  
1DMEROMH GRNXPHQWRYDQH WRSOH WDþNH LPD  
L NRQWLQHQWDOQLP SRGUXþMLPD 1HNH VH MDY  
,VODQGD 6YHWH -HOHQH L 7ULVWDQD X \$WODQWV  
SORþD SRSXW +DYDMD -HGQD RG QDMVWDULMLK  
X MXåQRP ,QGLMVNRP RNHDQX NRMD MH ÄSRþHO  
0HÿXWLP YHüLQD PRGHUQLK åDULãWD WRSOLK WI  
þLQD WRSOLK WDþDND ]DYLVH RG YHOLþLQH SOXP  
MDYOMD 1D SDFLþþNRM SORþL WUL YXONDQVND O  
0D GRN MH ODQDFD SURL]YHGHQR X SRVOHGG  
QDOD]L VH X \$IULFL L X 3DFLþNX 3RVWRMH L ÄMD  
ÄKDYDMVNRJ KRWÅSÅWÅQRSÅHG U 0D  
3RPHQLPR GD PLOLRQL OMXGL åLYH EOL]X DNWLY  
NH 0DXQD /RD QD +DYDMLPD VOLND MH-QDMYHÜ  
OMD R]ELOMQX SUHWQMX VWDQRYQLFLPD XNOMXþX  
7X MH L -HORXVWRXQ <HOORZVWRQH VD YUO  
L SRWHQFLMDOQRP HUXSFLMRP NRMD EL PRJOD E  
QMHP RYLK YXONDQD X PRJXüQRVWL VPR G-D SUHG  
PR VWDQRYQLãWYR NRMH åLYL X QMLKRYRM EOL]L

6OLND 9XONDQ QD +DYDMLPD MHGQR RG PHVWD N

= \$ . / - 8 ý , 0 2

.RQYHNFLMD RPRWDþD MH RG SUHVXGQRJ ]QDþ  
POMD JLJDQWVNL WRSORWQL PRWRU NRML- SRNUH  
VNH VHGLPHQWQH L PHWDPRUIQH VWHQH - NUHWD  
ãHJ RPRWDþD X SRGUXþMD VUHGQMHRNHDQVNLK .  
SRYUãLQVNRJ WRSORWQRJ WRND LWG  
1DVWDQDN PDJPDWVNWK VWHQD L UDVWRSD GLU  
PDJPDWL]DP MDYOMD X UHODWLYQR XVNLP SRMDV  
WQLK JUDQLFD SORþD L QD YUXÜLP WDþNDPD L]QD  
RGUHýHQH SHWURWHNWRQVNH DVRFMDFLMH JHQH  
QH 7DNR VX QD SULPHU DQGH]LWL XRELþDMHQL  
L]QDG VXEGXNFLRQLK ]RQD GRN VX RGVXWQL X V  
QMLKRYL SOXWRQVNL HNYLYDOHQWL JUDQLWL VX  
WDOQH VXEGXNFLMH DOL UHWNR JGH VH GYH RN  
RVWUYVNLP OXNRYLPD ]DSDGQRJ 3DFL¿ND- 2 VYH  
OMLPD 7HNWRQLND SORþD L 0DJPDWVNH VWHQH

, , , \* 251 - , 2027 \$ ý

\*RUQML RPRWDþ MH GHR =HPOMH NRML VH SURW  
ELWL REMDãQMHQ X SRJODYOMX R NRUL L QDOD]L  
GXELQH RG NP JGH VH JUDQLþL VD GRQMLP RP

6OLND \* RUQML RPRWDþ  
(neka imena minerala data su na engleskom jeziku)

\* RUQML RPRWDP JUDGL RN & VD VWDYH JRDQHMHQ DP  
XODJL L GHR RNHDQVN H L NRQWLQHQWDOQH OLWI  
/LWRV6RDUD VH GD MH RYD ÄOMXVND' =HPOMH LJ  
L SLURNVHQRP NDR GRPLQDQWQLP PLQHUDOLPD 6  
GHR NRUH QDMYHÜLP GHORP VH RGUHÜXMH SRVUHC

- JHR ð]LþNLK SURXþDYDQMD
- VDVWDYD PHWHRULWD
- VDVWDYD NVHQROLWD L QRGXOD X NLPEHUOL
- VDGUåDMD L VDVWDYD YRODWLOD
- 37 XVORYD VWDELOQRVWL SRMHGLQLK PLQHU
- JHRKHPLMVNLK SRQDäDQMD HOHPHQDW
- XOWUDED]LþQLK VWHQD X RðROLWLPD
- PRGHORYDQMD QD RVQRYX VDVWDYD ED]DOWI
- VDVWDYD SLUROLWD L
- VDGUåDMD L]RWRSD

, , , \* ( 2 ) , = , ý . \$ 3 5 2 8 ý \$ 9 \$ 1 - \$

9HÜLQD SRGDWDND R VDVWDYX JRUQMHD RPRWD  
RVQRYX SURXþDYDQMD VHL]PLþNLK WDODVD NRML  
L VDVWDYD VWHQD WM PLQHUDOD NRML VX SRWY  
1D RVQRYX EU]LQH VHL]PLþNLK WDODVD NRMD  
VX VOHGHÜL GLVNRQWLQXLWHWL

- ]RQD QLVNLK EU]LQD VHL]PLþNLK WDODVD NR  
WLQHQWDOQH OLWR VGRUH IN QLGMHE IXQIH NR GS U6VXWQD  
WDODVD XND]XMH QD WR GD VH X RYRP Gato X JRUQ  
QRVIHEUDH SULND]DQD X SRJODYOMX /LWRVIHUD N

, ]JUDüHJD MH RG XOWUDED]LþQLK VWHQD GR RI  
QHPD ]QDþDMQLMLK VHL]PLþNLK DQRPDOLMD DOL  
XRþHQH SURPHQH PLQHUDOD NRML VDGUåH DOXPL

- diskontinuitet na NP2OLYLQ MH XJODYQRP VWDELOD  
YLVRNRJ SULWLVND SUHODJL X JXäÜH SDNRYDQMH  
X RNWDHGDUVNRM NRRUGLQDFML

- diskontinuitet QD MR]RQDþDYD SUHWSRVWDYOMHQX  
X EHWD PRQDGNVDFQDQDQGVOHMDWMSLQHOVNRP VWUX  
LPD YHÜX JXVWLQX RNR , VSRG RYH GXELQH S  
SLURNVHQL YLäH QLVX VWDELOQL

- diskontinuitet na GR MR]RQDþDYD GHR JUDQ-DWD NR  
VNLWVN X VWUXNWUX D EHWD PRGLzNDFL-MD ROL  
ju ULQJY XQWQJZRRNGRLWHD LPD RNR YHÜX JXVWLQX

- diskontinuitet na    N P R ] Q D þ D Y D   J U D Q L F X   L ] P H-ÿ X   G R Q I  
W D þ D   O L Q H U D O L   L P D M X   V S L Q H O V N X   V W U X N W X U X  
S U H O D ] H   X   P L Q H U D O H   V D   S M H S U R R G Y   R N I H W G / X N E R L P Q   M W   S   X  
V H L ] P L þ N L K   W D O D V D   P L Q H U D O L   L P D M X   Q D M J X ã Ü H  
M H ] J U R   Q M L K R Y D   J X V W L Q D   V H   Q H ] Q D W Q R   S R Y H Ü D

6 O L N D               \* R U Q M L   R P R W D þ   G H V Q R   E U ] L Q D   V H L ] P  
(neka imena minerala su napisana na engleskom jeziku)

, , , 6 \$ 6 7 \$ 9 0 ( 7 ( 2 5 , 7 \$

=D SURFHGX KHPLMVNRG UHDJLW DWBDUHMRMULP QDQLS  
VH L PHMWHUR UXLOMLPD RGQRV VDGUÅDM D UHIUDNWR  
WDþNX WRSOMHQMD RVWDMH VWDODQ 6PDWUD V  
NDR L X RPRWDþX RGQRVQR MH]JUX QDåH SODQHW

\*YR]GHQL L VWHQRYLWL PHWHRULWL SUH VYHJD  
XþDYDQMHD VDVWDYD =HPOMH 10DHæY MÜDPL NGDHWDR PLVXH  
SHWURORJD L JHRKHPLþDUD MH SULKYDWLOD PLäO  
VDVWDYX JRUQMHJ RPRWDþD 1D RVQRYX WRJD VH  
WDþD L]JUD<sub>2</sub>H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>M<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>, & Di<sub>2</sub>SiO<sub>5</sub> 1MLKRY VDGUÅDM  
VREQL RGQRVL SULND]DQL VX X SRVHEQRP SRJODYC

, , , 6 \$ 6 7 \$ 9 . 6 ( 1 2 / , 7 \$ , 1 2 ' 8 / \$  
U KIMBERLITIMA I BAZALTIMA

.VHQROLWL L QRGXOH VX Ä]DUREOMHQL' NRPDGL  
LOL ODYRP WRNR P QMHQRJ XWLVNLQDQMD LOL L]OL  
PP GR FP YHRPD UHWNR L SUHNR P VOLND  
SRUHNOR L] JRUQMHJ RPRWDþD

.VHQROLWL VH MDYOMDMX X NLPEHUOLWLPD NR  
VWHQDPD ED]DOWLPD RNHDQVNLK L NRQWLQHQWD  
QLVDQMH XVORYD NRML YODGDMX X JRUQMH P RPR

Slika 145. Ksenolit peridotita u bazalu

S R Y U ā L Q X H N V S O R ] L Y Q L P Y X O N D Q V N L P H U X S F L M D  
N L P E H U O L W H L O L O D P U R O L W H 2 V L P G L M D P D Q W D  
N V H Q R O L W L P D J P D W V N L K V W H Q D L P L Q H U D O D N R M  
N U X S Q R J U Q L X M H G Q D b H Q H Y H O L b L Q H J U Q D - N R M D  
P D 2 Y H W H N V W X U H Q D V W D O H V X S O D V W L b Q L P W H b  
P D J P H X N R M L P D V H M D Y O M D M X

3 R P L Q H U D O Q R P V D V W D Y X N V H Q R O L W L V X J U D Q  
U R N V H Q L W L J O L P H U L W L V W H Q H E R J D W H O L V N X Q L I  
N U L V W D O L J U D Q D W D S L U R N V H Q D R O L Y L Q D V S L Q I  
J Q D b D M Q H U D J O L N H X K H P L M V N R P V D V W D Y X V D G U å

3 U H b D X V O R Y L P D V W Y D U D Q M D S R V W R M H - G R N D ] L  
Q H U D O D G R O D ] H L V D G X E L Q H 3 R u o v i n a s t a R a n e k i h N P , J U  
V S L Q H O V N K N V H Q R O L W D G D O L V X W H P S H U D W X U H R  
N D O Q H E D ] D O W Q H P D J P H X N R M L P D V H M D Y O M D M X

8 S R M H G L Q L P N V H Q Å R Q J L M S D P D ; E R D O N D M Ø M X ü V H Q D  
sustvoH<sub>2</sub>O X J R U Q M H P R P R W D b X 9 L S J L U R F H Q M X M H G D N  
H<sub>2</sub>O Q H S U H O D ] L W H å L G D Q L M H U D Y Q R P H U Q R  
X W Y U ü H Q H V X L J D V R Y & W H L Q N O X ] L M H V D

1 R G X N D D R N V H Q R O L W L V X U H O D W L Y Q R U H W N H 8  
L V P D W U D V H G D V X Ä E U J L P ' W U D Q V S R U W R P L J Q H  
D O N D O Q L P E D ] D O W L P D L E D ] D Q L W L P D Q D R V Q R Y X  
S U L P L W L Y Q L M H R G W R O H L W D

, , , 6 \$ ' 5 ä \$ - 9 2 / \$ 7 , / \$

6 D G U å D M Y R O D W L O D X J R U Q M H P R P R W D b X M H P  
G R P Å R J R S L W D L D P ; E R O D L V W U D å L Y D Q M L P D M H  
V D G U å H J D V Q H L Q N Q X b L M H V B S R O R Y J L X M H G D X R P

8 J R U Q M H P R P R W D b X Y R G D Q L M H Ä Y R G D ' Y H Ü  
P L Q H U D O L P D 6 P D W U D V H G D M H G H O R P Ä X ä O D ' X  
S R Y U ā L Q H = H P O M H V X E G X N F L M R P W H å H J X ä Ü H R N  
N R Q Y H N F L R Q L P V W U X M D Q M H P R Q D V H Y U D Ü D X S O  
N U R ] Y X O N D Q V N H H U X S F L M H L U L I W Q H J R Q H

6 D G U å D M Y R O D W L O D Y R G H L J D V R Y D L R N V L G D I  
N L X W L F D M Q D V W H S H Q S D U F L M D O Q R J V W D S D Q M D L  
Q M H M H P H ü X W L P G D O L M H J R U Q M L R P R W D b W R N  
Y R G R P L J D V R Y L P D L O L M H Q M L K R Y V D G U å D M R V W D  
ü H Q L Y X O N D Q V N L P H U X S F L M D P D Ä Q D G R N Q D ü L Y D Q L  
= D Q L P O M L Y R M H G D S R M H G L Q L L V W U D å L Y D b L V P D  
L P D Y L ä H Y R G H Q H J R X V Y L P R N H D Q L P D Q D S R Y U ä

, , , ( . 6 3 ( 5 , 0 ( 1 7 \$ / 1 ( 0 ( 7 2 ' ( 3 , 7 8 6 / 2 9 , 6 7 \$ % , / 1 2 6 7 , 3 2 - ( ' , 1 , + 0 , 1 ( 5 \$ /

1 D RVQRYX HNVSHULPHQWDOQLK SRGDWDND QI  
PD XWYUÿHQR MH GD HOHPHQWL NRML JUDGH PLQ  
UDGLMXVH L GD VX YH]DQL MDNLP NRYDOHQWQLP  
PHÿXVREQL RGQRV X PLQHUDOD PHQMD 5DGLMXV  
VWUXNWXUH 1 D RVQRYX YH]H DQMQRQD L N-DWMRQ  
YLPD L]UDþXQDWL VX JXVWLQD PLQHUDOD L XVO  
ÄGRSXQLWL' L GUXJLP LVWUDåLYDQMLPD SRVHEQ  
UDYQRWHåH PLQHUDOD LPDMXÜL X YLGX GD YUHP  
SURFHvh NRML X SULURGL WUDMX YLäH GHVHWLQD  
QD YHÜLP SULWLVFLPD VX SRND]DOL GD VH PLQHU  
GXELQRP PHQMD äWR MH X VDJODVQRVWL L VD JH  
VDGUåH DOXPLQLMX QD PDQMLP GXELQDPD GR  
WXUH PHQMDMX VDVWDY RG SODJLRNODVD SUHNR V  
\*UDQLFH L]PHÿ\$OSDRJPDHQ XWUKGRWLWLPD -PRJX VH  
üLP UHDNFLMDPD

SODJLRNODW SUDIEILGRQWLWXLGR NP GXELQH R  
GH SRGLQVNH GHORYH RNHDQVNH NRUH  
VSLQHO SMDYGRMVMXLVH QD GXELQDPD-RG G  
ULPD JUDQLFD MH ± NP JGH MH DOXPLMLVND I  
SR UHDNFLML ROLYLQ SODJLRNODS/LiQIROWRSLUR  
JUDQDW SMWIDERWQWLvx QD GXELQDPD-YHÜLP  
WRULPD JUDQLFD MH ± NP NDGD MH DOXPLQLM  
SR UHDNFLML VSLQHO JURDJQDRVS LURNVHQ ROLYLQ

1 D NUDMX QD YSHUGIPDRHNGDS MULPHQWDOQLP SRGD  
REUDåDMD JUDQDW NOLQRSLURNVHQD L VSLQHOD  
RPRWDþHP ÄSUHäLURNR' RNR NP JD VHE]PLþNL  
ELQL äLURN VDPR QHNROLNR NP 3RPHQXWD JUDQLF  
VDVWDYD PLQHUDOD 3RMHGLQL DXWRUL VPDWUDM  
JYRåÿHP

8 LQWHUSUHWDFML SRGDWDND PRUD VH LPDW  
SUHWUSHR SDUFLMDOQR VWDSDQMH L RGYDMDQMH  
8 OLWHUDWXUL SRVWRML YHOLNL EURM GLMDJU  
ELOQRVWL PLQHUDOD ]ERJ þHJD WUHED ELWL RED

Slika 146. Stabilnost minerala prema Itou i Takahašiji  
W R L 7 D N D K D X & U R ä ü H Q L S U L  
O H Y R L P L Q H U D O Q L V D V W D Y J R U Q M H J R P R W D p D Q D R V Q R  
S U R X p D Y D Q M D V N U D ü H Q L F H 3 O ± S O D J L R N O D V 6 S ± V S L Q  
Gt – granat (neki minerali su napisani na engleskom jeziku)

, , , \* ( 2 + ( 0 , - 6 . \$ 3 2 1 \$ â \$ 1 - \$ 0 , . 5 2 ( / ( 0 ( 1 \$ 7

1 D R V Q R Y X J H R K H P L Y M H O N L R J S H R Q U D D A G L O M X D D Q D H O  
Y H ] L Y D Q M D L X V O R Y D Q D V W H D Q H N P D H Q M D I R V A H V B H C P H R Q D

- V L G H U R ï O Q I N R H M Q L H I P P H D Q M X H D e i Q I X W G I D Y S Q U R H P P D U D G H  
6 L G H U R ï O Q L L K D O N R ï O Q L H O H P H Q W L L P D M X V U  
L O L P H W D O Q L P F e Y & J R D I R D R 5 , R 5 V K X , G 5 , H 2 , V , , U 3 W \$ X L W G  
1 D M Y L ä H L K L P D X = H P O M L Q R P M H ] J U X 1 M L K R Y U D  
Y L V L L R G U D V S R O R å L Y R J N L V H R Q L N D R G Q R V Q R V

- K D O N R ï O Q , H N R O I H P I H P D Q M X D ï Q L W H W S U H P D V X O  
P H W D O L N R M L V H Y H ] X M X J D V X P S R U N D R Q H U D V W  
N L V H R Q L N X 6 X O ï G L V X J X ä Ü L W H å L R G V L O L N D W I  
] E R J þ H J D L K L P D X M H ] J U X D & X L = I Q \* X D \$ R P G R H \$ , D þ X L N  
& G , , Q 6 , Q 6 , E 7 H + , J 7 , 0 3 , E % L W G

- O L W R ï O Q H L H P O H M P X H D Q M X H W H W S U H P D V L O L N D W Q L  
M R Q V N H Y H ] H ] E R J þ H J D V H X J O D Y Q R P M D Y O M D M X  
1 D Y H G L P R L Q % H N D H J , , & D 6 , F 7 , L 9 & U 5 E 6 , U 5 = , U 1 E & , V % D  
U H W N H , T D P , O % M H ) \$ , O 6 L 3 L W G L

- Y R O D W L O Q H D W , P N R R M D Q H J U D I G H P N H H Q G N L H Q M H Q M D V  
N O M X þ D Q M D - D Y O M D M X V H X V Y D W U L D J U H J D W Q D  
1 D M Y H ü L P G H O R P V X Q D S R Y U ä L Q L = H P O M H X J D V  
K L G U R V I H U L L D W P R V I H U & 1 3 R , R 1 H Q U P I R ; Q 5 H Q R R R G Q M  
G R Q L N M H S U L V X W D Q X Y R G L D X J O M H Q L N J U D G L  
& 2 i & 2

3 R P H Q X W D V Y R M V W Y D H O H P H Q D W D R P R J X ü D Y D M  
W D þ D 1 D M Y D ä Q L M H D V R F L M D F L M H O L W R ï O Q L K H O  
Y L P D N R M L Y O D G D M X X J R U Q M H P R P R W D þ X X J O D Y  
Q M L P D L G H W D O M Q L M H ü H E L W L U D ] P D W U D Q H X G I  
S R J O D Y O M X O D J P D W V N H V W H Q H

, , ,        8 / 7 5 \$ 0 \$ ) , 7 6 . \$ 7 ( / \$ 8 2 ) , 2 / , 7 , 0 \$

8OWUDPD¿WVND WHOD NRMD VH MDYOMDMX X R  
JODYOMX 0DJPDWVNH VWHQH VOLND MHVX S  
VX XJODYQRP KDUFEXUJLWVNRJ VDVWDYD - LPD L C  
QH åLFDPD SLURNVHQLWD SRQHNDG VDGUåH L KU  
GHORP VX UHIUDNWRUQL RVWDWDN ]DRVWDR QDNI  
VND' ED]DOWD NRML VX L]OLYHQL X VUHGQMHRNH  
RVWUYVN back orxWIRWMØHPD

6OLND        3HULGRWLWL VD 'LYþLEDUD SRUHNORP V

, , , 0 2 ' ( / 2 9 \$ 1 - ( 1 \$ 2 6 1 2 9 8 6 \$ 6 7 \$ 9 \$ % \$ = \$

3URXþDYDQMHP PRGHOD VWDSQMD SRVWLJQX  
QMX VDVWDYD ED]DOWD L LQWHUSUHWDFLML SRG  
WDþD 2YLP PRGHOLPD ED]DOW VH PRåH ÄYUDWLW  
VH LQGLUHNWQR RGUHÿXMH PLQHUDOQL L KHPLI  
SRGDWNH WUHED NRUHOLUDWL VD RVWDOL-P PHWR  
GH L]YHGHQLK JDNOMXþDND

3 , 5 2 / , 7

8 RNYLUX HNVSHULPHQWDOQLK SURXþDYDQMD PLQ  
NOMXþXMH R VDVWDYD QMHDQJYXG  
MH PHäDQMHP ED]DOWD VD +DYDMD L XOWUDPD  
SUHWSRVWDYOMD GD VX þYUVW RVWDWDN SDUFLMD  
QXWLK VWHQD QDSUDYLR YSHLäWRDQPLNM VWHQX GDMXÜL  
8þHäüH L RGQRV DONDOQLK ED]DOWD L SHULGRWLWD  
KHPLMVNRP VDVWDYX KRQGULWVNLD PHWHRULWD ]D  
GD RGJRYDUDMX VDVWDYX JRUQMHJ RPRWDþD 3LURO  
SUHWSRVWDYOMHJD VWHQD X HNVSHULPHQWDOQLP S  
]D NRUHODFLMX VD LVSLWLYDQLP VWHQDPD UDGL L]  
þDND R QMLKRYRP SRUHNOX VWHSHQX NRQWDPLQDF  
NULVWDOL]DFLMH VWHSHQD SDUFEMDOQRJ VV  
Slika 148. A.E. Ringvud  
(1930–1993)

, , , 6 \$ ' 5 ä \$ - , = 2 7 2 3 \$

]RWRSVNL VDVWDY JRUQMHJ RPRWDþD GRELMHG  
VWHQD NRMH VX QDVWDQH QMHJRYLP SDUFLMDQQL  
PLQDFLMH VD RNROQLP VWHQDPD SRVHEQR VX YDå  
L]RWRSB1G5ELWG X ED]DOWLPD VUHGQMHRNHDQVN  
GHWDOMQLMH X SRJODYOMX 0DJPDWVNH VWHQH  
1D RVQRYX VDGUåDMD L]RWRSRSD SRMHGLQL DXW  
SULPLWLYQSLURPRWQDQDIO3þDNQRMQHQLMH SUHW-USHR S  
PDäHQMH SRMHGLQLK HOHPHQDW MRä RG YUHPHQ  
SRVWRMDQMH VX VOHGHÜL

QHNL ED]DOWL LPDMX RGQRV L]RWRSRSD QLRGLM  
RGQRV 3He Röv RSSDR MHGLQLP ED]DOWLPD +HH YHÜL  
QLMH IRUPLUDQ UDGLRDNWLYQLPþHþUþþkazQmhd P ]ER  
RþXYDQ SUYRELWQL QHL]PHQMHQL RPRWDþ

'LIHUHQFLMDFLRQLP SURFHVL PD NRML VX WUD  
QD LJGYRMHQR MH QHNROLNR WLSRYD JRUQMHJ P  
L]RWRSVNL VDWWDY DOL VH QH ]QD NRMH VX YHO  
,]RWRSVNL RGQRVL ED]DOWD GHWDOMQR SULN  
QDVWDOL SDUFLMDOQLP VWDSQDMHP JRUQMHJ RP  
þHWLUL D PRÅGD þDN L ãHVW L]RWRSVNL SRGU  
Har WL GU +HOÜULFK L :RRB VX RVLURP'D ãiHQL RPRW  
025%ED]DQ08D NDUDNWHULVWLþDQSBR EKdijVdRaNRP RG  
åDYD YL3VERNG QR8V 3E X L]YRUX L QDMPDQMH GYD  
(0 i (0 NRMD RGUDåDYDMX ÄGXJRUR5%QRHORHERJD  
PHQWL PD UHWNLK JHPDOMD X L]YRUX 330WD NRP  
NRML MH VDþXYDQ X GHORYLPD JRUQMHJ RPRWDþD  
8 QDYHGHQLP UD]PDWUDQMLPD SRVWLJQXW MH  
þHJD QDYHGHQH SRGHOH GDMX YDåQH LQIRUPDFL  
XVORYLPD QDVWDQND L SRUHNOD ED]DOWD

2VLURPDäHQL RPRWDþDmantle MHVWH JRUQML RPR  
SURäDR MHGDQ LOL YLäH SHULRGD SDUFLMDOQRJ  
RGQRV L]RWRSVNL S3DE 3Evisok 1G 1GL YLVRNL, VDeGUåDML  
PHQD025%XX GHWDOMQLMH X SRJODYOMX 0DJPDW  
QDVWDOL L] RVLURPDäHQRJ JRUQMHJ RPRWDþD 1L  
GD VX RYL UH]HUYRDUL RVLURPDäHQL UHWNL P JDV  
JRUQMHJ RPRWDþD 9HüLQD JHOR216%PDLR VEIMLDKäQNDIYD  
SURFHVL PD VWHSHQD SDUFLMDOQRJ VWDSQMD L  
+ HWHURJHQRVW PRÅH ELWL X]URNRYDQD L PDC  
L] RERJDÜHQRJ GHOD JRUQMHJ RPRWDþD 4DMYDå  
FLNOLUDQH NRQWLQHQWDOQH NRUH ,]RWRSVNL S  
RPRWDþ JOREDOQR VDGUåL RNR ± UHFLNOLUDQ  
\$ELVDOQL SHULGRWLWL L] QHNLK VSRLUEK ULIW  
nos 1G 2VNML XND]XMX QD ÄGXJRURþQR' RþXYDQMH  
NRML QLVX ÄL]EULVDQL' NDVQLMLP NRQYHNFLRQL  
PHäDQMH X JRUQMH P RPRWDþX QLMH SRWSXQR XN

+ ,08 HNVWUHPQR R3EER J3DEÜXL YQDHQNM P RNHDQVNLP R  
ED]DOWLPD GHWDOMQR SULND]DQL X SRJODYOMX  
6YHWH +HOHQH ]DKWHYD SRVWRMDQMH L]YRURJ  
ÜHQJ7 K odnosu naæE ,]RKURQH XND]X, M & LQ ØRWURVØWDUMH  
\*D 2YDM UH]HUYRDU MH WD2NRPDKURIE R J-DDUWQ UD  
+,08 LPD RGQRV6VØGØDØX SD VX QHNL DXWRU  
GD SUHGVWDYOMD VXE GXNRYDQX8R M3HEDSRVNHÜDNQR  
SUHIHUFQFLMD8E&LYPRØXDEVLMONLRPPD RVORERÿHQLP WR  
ND UHFLNOLUDQRP RNHDQ, VONRVPX SLRUHØDWLNQUDH QD

7D 1EX PQRJLP RNHDQVNLP RVWUYVNLP ED]DOWLPD  
QL RVWDWDN SORþH NRMD VH VXEGXNMHDQNRUS  
i 1E ,DNR MHþ,SDUDHNDR UHFLNOLUDQH RNHDQVNHN  
.DPEHU L .RDPHEJHURQ &ROOHSUHRSORåLOL VX GD VX V  
KHOLOM3XEPÄDQ DMEROMH' REMDåQMHL UHFLNOLUDQR  
PHWDVRPDWL]RYDQD 2W¥RQWHDQDØHL SXLWPRQWØþJG  
GYD PHVWD SOXPDX RPRWDþX L UDVSUåHQH  
JRUQMHP RPRWDþX 8RELþDMHQD SUHWSRVWDYND  
RPRWDþD RþLJOHGQR QLMH VOXþDM 1LMH ODNR  
EURMHP L]RORYDQLK RNHDQVNLK RþLJOHGQR 1HOL SRC  
üLQD QMLK LPD YX,ØNSDQOHL NRRIKHQPRMHN(LO, MUDUDNW  
YHURYDWQR QH GROD]H L, SØXOPNRB SRRYCRHPQWØDXþBM  
VWYRULWL PDOLP VWHSHQRP SDUFLM+DØQBJ VWDS  
NRPSRQHQWH GRN üH YLäL VWHSHQ VWDSQMD E

2ERJDÜHQL RPRWDþDmantle LPD YLVRN VD-GUåDM  
ELOQLK HOHPHQD WGD 7KD3RREWURHEQH VX QDMPDQMH GY  
REMDVQH GLVWULEXFLMH L]RWRSVNLK L PLN-URHOHP  
nihu(0 VD XPHUHQLP SURVHþQIL PQIRGNLREVEL(PDsa  
YLVRNLP R6QGRULLRÐHUhQLP REGQBVLEPDLPDMX QL]DN F  
1G 1G 0HþX EURMQLP ÄNDQGLG(DWsuPstará Skála ORåHQ  
OLWRVIHUD NRMD VH UHFLNOLUD QDWUDJ X RPRWDþ  
+IL]RWRSD X +DYDMVNLP ED]DOWLPD XND]XMX QD SU  
QMLKRYLP L]YRULPD RPRWDþD 1D QHNLP ORNDOLWI  
EHQ ÄPDULRQVNL KRWVSRW' 3EQB3Davna SeQlulabiRPHQON  
PD VD äLURNLP UDØISRØRLB ERSEQDØna 3E 3E 2YH  
YDULMDFLMH MDVQR XQH]PXRåXHQDP DMRUØDWVHMHGQLP G  
SUHGVWDYOMD QHNROLNR L]YRUD 6YH RYH NRPSRQ  
ELOQRP HOHPHQWLPD X SRUHþHQMX VD SURVHþQLP  
025% SULND]DQL X SRJODYOMX 0DJPDWVNH VWHQH  
integrisani5E 6RGQRV VOLþDQ RQRP L] SULPLWLYQRJ RPR

(0 LPD L]RWRSVNH RGQRVH EOLVNH SURVHþQR  
NRUH LOL VXEGXNWLYQLP NRQWØQH QWIDQØQGP VHGI  
MH YHÜL RG 1D RVQRYX 3VEXG WØØDØVNL RWRSØD  
.DPEHU L .RDPHEJHURQ &ROOHSUHRSORåDX LGDFMNHOLOUDQ  
VXENRQWLQHQWDOQD OLWRVIHUD L GDRILUPNDP ØQULM  
L GU VXJHULäX GD VH PRåH UHFLNOLUDW-L RNHD  
FLMDPD UDVWROS DSUHØQVWØHYØMD YLäH RG MHGQH N  
VQH PHäDYLQH NRPSRQHQWL X SORþDPD

NAPOMENA: 3RPHQXWL VDVWDY JRUQMHJ RPRWDþD  
SRJODYOMX 0DJPDWVNH VWHQH

, = 2 7 2 3 , + ( / , - 8 0 \$

- HGQD RG YDåQLK RSVHUYDFLMD X RNHDQVNLP  
SD KHOLOMXP D NRML VH UD]OLNXMX JDYLVQR RG W  
SD KHO<sup>3</sup>He M XNPDM L MH NDR SULPRUGLMDOQL L]RWRS  
ona narastala, He L]RWRS SURL]YHGHQ U<sup>3</sup>iGZLQD RWR<sup>3</sup>QLP  
%D]DOWL YH]DQL JD SOXPH X RNHDQVNLP SRGUX<sup>b</sup>  
<sup>3</sup>He He bHVWR YLäH RG SXW<sup>D</sup>25%<sup>b</sup>EHD JRDQ W D]GPXDN<sup>b</sup>X  
QM H ÄVDPR' ± SXWD 0.25% Q H N U<sup>b</sup>H S Q R V<sup>b</sup>W<sup>b</sup>N V<sup>b</sup>K SRY  
SRYHÜDQMHB ER<sup>b</sup>EQ RGVRDN MH X \$WODQWLNX VXSURWD  
LQGLMVNL P SRGUX<sup>b</sup>MLPD L]RWRS L KHOLOMXP D LPD  
VD NDUDN W<sup>b</sup>U L<sup>b</sup>W<sup>b</sup>L<sup>b</sup>W<sup>b</sup>DVRDN L RGQRVL ON<sup>b</sup>W<sup>b</sup>M bkeV H SULP  
DQVNLP RVWUYVNLP ED]DOWLPD PRJ<sup>b</sup>K<sup>b</sup>S<sup>b</sup>R<sup>b</sup>W<sup>b</sup>LF DWL  
VD QL<sup>b</sup>V<sup>b</sup>W<sup>b</sup>DNR L VD YL<sup>b</sup>W<sup>b</sup>R<sup>b</sup>NEP RGQRVL PD

'YD PRGHOD VX SUHGORAHQD GD <sup>3</sup>Re<sup>b</sup>HE<sup>b</sup>D<sup>b</sup>Q H SRUH  
QMHP RPRWD<sup>b</sup>X 1HNL LVWUDÅLYD<sup>b</sup>L WXPD<sup>b</sup>H YLVR  
OLWRVIHUH X GXERNRP GHOX JRUQMHJ RPRWD<sup>b</sup>X  
nos<sup>3</sup>He He MU GHOLPL<sup>b</sup>QR VWDSDQMH X RNHDQVNLP  
8i 7KL] RPRWD<sup>b</sup>D 2YL HOOPHQWL HeX W<sup>b</sup>RGNJ<sup>b</sup>R<sup>b</sup>Y<sup>b</sup>W<sup>b</sup>Q<sup>b</sup>H<sup>b</sup>P<sup>b</sup>H<sup>b</sup>  
äWR GRYRGL GR V<sup>b</sup>HeD<sup>b</sup>H<sup>b</sup>M<sup>b</sup>H Q<sup>b</sup>M<sup>b</sup>D<sup>b</sup>Q<sup>b</sup>R<sup>b</sup>G<sup>b</sup>Q<sup>b</sup>RR<sup>b</sup>P<sup>b</sup>D<sup>b</sup>V<sup>b</sup>D<sup>b</sup>F<sup>b</sup>X MU M  
RVLURPDÄHQD RNHDQVNND G<sup>b</sup>HeW<sup>b</sup>B V<sup>b</sup>I<sup>b</sup>H<sup>b</sup>X<sup>b</sup>J<sup>b</sup>D<sup>b</sup>L<sup>b</sup>\$<sup>b</sup>W<sup>b</sup>I<sup>b</sup>W<sup>b</sup>S<sup>b</sup>Y<sup>b</sup>L<sup>b</sup>W<sup>b</sup>R<sup>b</sup>  
GD SULPLWLYQL QHIUDNFLRQLVDQL L]YRUL GXERN  
ÄRULJLQDOQH <sup>3</sup>HeL<sup>b</sup>H<sup>b</sup>R<sup>b</sup>N<sup>b</sup>R<sup>b</sup>Y<sup>b</sup>LG<sup>b</sup>Q<sup>b</sup>R<sup>b</sup>V<sup>b</sup>SH<sup>b</sup>ULPHQWL R SRQD<sup>b</sup>  
]DKWHYDMX QMLKRY ÄGXERNL' L]YRU 1DMXSH<sup>b</sup>DW<sup>b</sup>  
L]RWRS KHOLOMXP D GROD]L RG PODGLK SOXPD ED]  
LPDMX YHRPD Y<sup>b</sup>He/ReN H<sup>b</sup>Y<sup>b</sup>D<sup>b</sup>Q<sup>b</sup>R<sup>b</sup>V<sup>b</sup>H LQDFLMD MH ÄR<sup>b</sup>XY<sup>b</sup>  
ORNDOQR P QLYRX YUOR SULPLWLYQRJ L]YRUD RN

\* ( 2 + ( 0 , - \$ \* 251 - ( \* 2027\$ ý \$ 8 \$ 5 + \$ , . 8

\* HRKHPLMVNL VDVWDY RPRWD<sup>b</sup>D GH<sup>b</sup>QLVDQ MH  
GLK ED]DOWD =D RGUHGE X QMHJRYRJ VDVWDYD X  
LQNRP SDWLELOQLK HOOPHQDW D LOL MRä EROMH  
NRP SDWLELOQLK HOOPHQDW D WDNR<sup>b</sup>H LPDMX SUH  
.RQ G<sup>b</sup>LRQGLH VXJHULÄH GD MH PRJXÜH GH<sup>b</sup>QLV  
VYRMVWYD JRUQMHJ RPRWD<sup>b</sup>D VD RGQRVL PD<sup>b</sup>H WL  
1E7K ±<sup>b</sup> <sup>b</sup>U 1E<sup>b</sup>, DNR RYL SRND]DWHOML QH PRJX  
PLMVNH UH]HUYRDUH X JRUQMH P RPRWD<sup>b</sup>X NDR ä<sup>b</sup>  
VOX<sup>b</sup>DMHYLPD VH PRJX NRULVWLWL JD UD]OLNX R<sup>b</sup>  
QXWL RGQRVL QH PRJX EH] GRGDWQLK JHRORäNL  
QH VXE<sup>b</sup>GNFLMRP RG ED]DOWD L] SOXPD NRML VX  
LOL VXENRQWLQHQWDOQR P OLWRVIHURP 2GQRVL

NRML VX PHWDPRU¿VDQL X IDFLML JHOHQLK ãNULC  
NRPSRQHQWH X PODGRP RPRWDþX ELOH L X VWDU  
=DNOMXþLPR VD QHNLP RG RWYRUHQLK SLWDQM  
QLK HOHPHQDW X NRQWLQHQW DQ, B&R&NR WIG L "VLG  
.ROLNR MH VWYDUDQMH MH]JUD VPDQM'LOO'R VDGUåD  
'D OL VX L NROLNR ÄQHKRPRJHQRVWL' X JRUQI  
ELOH QHGRYROMQR KRPRJHQL]RYDQH NRQYHNFLRC  
SRQHQWL ]DMHGQR VD RVLURPDäHQJRWQENWPL R  
YDQH' X VXENRQWLQHQWDOQRM OLWRVIHUL QDUD  
WRNRP JHRORãNRJ YUHPHQD

+ ,08 D GROD]L L] JRUQMHJ RPRWDþD DOL QMLK  
VOLNX R QMLKRYRP SRUHNOX 3OXPH VX KHPLMVN  
LQNRPSDLWELOQH HOHPHQWH L RVLURPDäHQH NR  
2VLURPDäHQD NRPSRQHQWD X SOXPDPD VH UD  
nente u izvoru 025% D L PRåH SUHGVWDYOMDWL UDQX UH  
UHFLNOLUDQD X GXERNRP GHOX JRUQMHJ RPRWDþ  
JRUQMHJ RPRWDþD PRJX ELWL GYRVPLVOHQL L NR  
QH LVNOMXþXMX KHPLMVNX VORMHYLWRVW- X JRUQ  
MDYOMLYDQMH JHRKHPLMVNLK NRPSRQHQDW X L  
L]PHÿX JRUQMHJ L GRQMHJ RPRWDþD  
'XELQD RG NP MH SRPHQXOL VPR JUDQLFD  
MRã XYHN QHSR]QDQLFD NDR L WR GD OL VH RQL

,, , \* (27(50\$/1, \*5\$', -(17

%H] QHRSKRGQH NROLþLQH WRSORWQH HQHJL  
SODQHWD 1H EL ELOR NUHWDQMD SORþD OLWRVIH  
YXONDQD PHWDPRU¿]PD WHNWRQLNH VHGLPHQW  
2G VYRJD QDVWDQND SUH RNR PLOLMDUGL  
JDQWVND WRSORWQD PDäLQD NRMD SRNULYD VYH  
JODYQL L]YRU HQHJLMH MU þLQL YROXPHQD  
L VNODGLäWL QDMYLäH WRSORWQH HQHJLMH 3R  
PDJPL GROD]L L] RPRWDþD 'D ELVPR UD]XPHOL  
UD]PRWULPR QHNH REOLNH HQHJLMH NRML VH SU  
L]YRUH WRSORWH XQXWDU QDäH SODQHWH

8 SULURGL HQHJLMD VH NUHÜH UD]PHQMXMH  
IRUPH X GUXJX SUL þHPX MU XNXSQD NROLþLQD H  
2QD VH QH GRGDMH LOL RGX]LPD YHü VDPR NUHÜH  
OMLYH REOLNH 8 VYLP QDäLP UD]PDWUDQMLPD ED  
8NXSQX LOL DSVROXWQX NROLþLQX HQHJLMH NR

L ] D Q D V M H Q H Y D å Q D

, G X Ü L X G X E L Q X = H P O M H S R Y H Ü D Y D M X V H L S U  
N D R S R V O H G L F D W H å L Q H V W H Q D N R M H V X - L J Q D G  
Y H Ü D Y D S U H Q R V R P W R S O R W H L ] = H P O M L Q H X Q X W U

\* 5 \$ ', - ( 1 7 3 5 , 7 , 6 . \$

3 U L W L V D N X W H p Q R M V U H G L Q L Q D V W D M H X V O H  
W U S L S U L W L V D N J D Y L V Q R R G G X E L Q H Q D N R M R M  
L ] M H G Q D p D Y D L V W L M H X K V Q U R V S W D W E p R D S U Q D M L Y

% O L ] X S R Y U ä L Q H V W H Q H V X N U X W H L W - U S H Q H  
W L V D N Q D G M D p D Y H U W L N D O Q L L O L R E U Q X W R V V  
G X E L Q L P H y X W L P V W H Q H S R V W D M X G X N W L O Q H S  
V Y L P S U D Y F L P D L W Q D J W D W L V P H L W S L M D N L V B Q H - U D O Q R  
Q R P D O L Q M L K R Y P H y X V R E Q L R G Q R V Q L M H O L Q H D  
V W X U H V W H Q D V D G U å D M D Y R G H W H N W R Q V N H V U H  
S U L W L V N D V W H Q D S R V W D M H J X ä ü D

5 D ] X P Q D U H D O Q D S U R F H Q D S U R V H p Q H J X V W L Q  
, J U D p X Q D W L S U L W L V D N Q D G X E L Q L R G N P N R Q W L  
V H p Q L P J U D G L M H Q W R P S U L W L V N D X N R Q W L Q H Q W D  
N P 6 O L p D Q M H L ] D R N H D Q V N X N R U X 3 U R V H p Q D  
Y H ü D R N R J E R J F p H J D M H L ] U D p X Q D W L J U D G L M H Q V

\* 5 \$ ', - ( 1 7 7 2 3 / 2 7 )

7 R S O R W D X Y H N W H p H L ] W R S O L M H J S R G U X p M D  
G H O R Y H J G H M H Q M L K R Y R N U H W D Q M H P D Q - M H + O D  
N X S R V W D M H W R S O D N D R U H ] X O W D W S U R Y R y H Q M D  
J D J U H Y D R N R O Q H K O D G Q L M H V W H Q H N R M H S R V W I  
V H P D J P D K O D G L = D R G U H y H Q L Y R O X P H Q Y U X ü H W  
S R Y U ä L Q D N R M D J D R N U X å X M H Y H ü D 5 D ] O L N D L ] P H  
Q D ] L Y D V H W H U P D O Q L J U D G L M H Q W 7 R N R P Y U H P H Q  
Q L ä H D N R V H W R S O R W D Q H Y U D W L X W R S O L M X P D V  
X R G U H y H Q R P Y U H P H Q V N R P S H U L R G W R S S O R W Q L Q ä X  
H Q K ä D W à R R Z Q M H U H ] X O W D W W H U P D O Q R J J U D G L M H

= E R J Y H R P D Q L V N H W R S O R W Q H S U R Y R G O M L Y R V  
V P D W U D M X W R S O R W Q L P L ] R O D W R U L P D

7 H U P L Q W R S O R W D V H S R Q H N D G N R U L V W L N D R V  
J R J R Y R U H ü L W R S O R W D V H S U H Q R V L W R S O R W Q R I  
W H P S H U D W X U L L ] P H y X W H O D 1 D S U L P H U W R S O R W  
Q M X M H N D G D W R S O R W D Ä R G O D ] L ' X R N R O Q H K O D G  
S H U D W X U X 7 R S O R W D V H Q H S U H Q R V L N U R ] Y D N X X

2 GDNOH GROD]L WRSORWD =HPOMH" 3 RVWRMH C

3ULPRUGLMDOQD SULPDUQD WRSORWD QDV  
VRP DNUHFLMH QDUDVWDQMD L JUDYLWDFLRQH G  
L SRþHOD GD VH KODGL \*UDYLWDFLRQR WRQMHQM  
WDNRÿH MH VWYRULOR WRSORWX 3URFHQH GRSU  
GROD]L RG SULPRGLMDOQH WRSORWH JDUREOMHQ  
RG GR

0QRJL HOHPHQWL LPDMX UDGLRDNWLYQH LJR  
YDåQL L]YRUL WRSORWH QD =HPOML NDOLMXP XU  
WHQGHQFLMX GD VH DNXPXOLUDMX X VWHQDPD N  
R NRUL D QH X RPRWDþX äWR REMDäQMDYD ]DåV  
UDGLRDNWLYQR SURL]YHGHQH WRSORWH VWYDU  
XNXSQH =HPOMLQH JD SUHPLQH

5DGLRDNWLYQ8R7UDVISWGDQMBWUD VH YDåQLP L  
X NRQWLQHQWDOQRM NRUL L ÄSURL]YRGL' RNR  
QDäH SODQHWH .RQWLQHQWDOQD NRUD MH QDVW  
RPRWDþD NUR] JHRORäNR YUHPH

6PDWUD VH GD MH ÄGDQDäQML³ RPRWDþ MDNR  
PD ]D IDNWRU RNR X RGQRVX QD NRQWLQHQWD  
YROXPHQD NROLþLQD WRSORWH RPRWDþD -MH YHU  
QD NRUD ,DNR QLMH PRJXüH SUHGYLGHWL -NDGD ü  
GLWL WRSORWX SRVWRML ÄPHUOMLYD' YHURYDWQ

35(126 723/27)

7RSORWD VH SUHQRVL L] WRSOLMLK X KODGQLM  
QDVWDOD QD]UDVWHLQMRQDþXLNQDRMQRYPH N FDQYRHPN FLMRP  
2ELþQR GYD LOL WUL RG QMLK GHOXMX JD MHGQR

=UDþHMHPLVLM MD HOHNWURPDJQHWQH -HQHUJL  
]LUQX SURYLGQX VUHGLQX

8 YD]GXKX DWPRVIHUL WRSORWD VH SUHQRVL  
SRSXW VYHWORVWL LOL LQIUDFUYHQRJ GHOD VSH  
RGODVND WRSORWH VD =HPOMLQH SRYUäLQH X VY  
PDPR WRSORWQX HQHUJLMX RG 6XQFD 3UHQRV W  
QLMH PRJXü RVLP QD YHOLNRM GXELQL " JGH  
WRSOL L SURJUDþQL ]D JUDþHQMH

.RQGXNMHMSUHQRV WRSORWH X VWHQDPD NLQ  
YLEUDFLRQRP VD WRSOLMLK DWRPD QD VXVHGQH  
SRVHEQR H¿NDVDQ NRG PHWDOD X NRMLPD VH HO  
VH WRSORWD SUHQRVL NUR] NRUX L GHR OLWRVIH

. R Q Y H N M F H M S D U H Q R V N R G N R J V H W R S O R W - D H ï N D V  
W L O Q D S O D V W L þ Q D 8 Q D M Ä L U H P V P L V O X N R Q Y H  
L ] D ] Y D Q H U D ] O L N R P X W R S O R W L L V D V W D Y X  
= D J U H Y D Q M H P P D W H U L M D O S R V W D M H P D Q M H J X  
G R N V H J X ä Ü L R G Y R G L L W R Q H % H ] J U D Y L W D F L M H  
Q D U D ] O L F L J X V W L Q H N R M D S R N U H Ü H P D W H U L M X .  
D O L L J D V R Y H 0 R J X Ü D M H P H ÿ X W L P L X þ Y U V W R P  
R E M D ä Q M H Q D W H N V D W H N W R Q L N R P N U H W D Q M H P

. R Q Y H N F L M D V H M P H R G ä Q R N P U W R D Q D X L V X W R S O D G H O  
V W H Q D D N X P X O L U D Q D Y U K X D K O D G X Q ä U Q D L Q O N P X Q D D  
X Ä ] D W Y R U H Q R M ü H O L M L <sup>3</sup> L ] Q D G O R N D O L ] R Y D Q R J  
S R G L å H L N U H Ü H E R þ Q R D ] D W L P V H K O D G L V N X S  
J G H V H ] D J U H Y D D F L N O X V V H Q D V W D Y O M D

. R Q Y H N F L M D V H M D Y O M D X V S R O M D ä Q M H P W H þ Q R P  
M H V O D E L M D ] E R J P D Q M H J N U H W D Q M D G X N W L Q R O V W  
K L G U R W H U P D O Q L P V L V W H P L P D L ] Q D G P D J P D W V N L K W H

2 P R W D þ M H þ Y U V W X Q H N L P G H O R Y L P D G X N W L C  
S U H Q R V L N R Q Y H N F L M R P 1 D G X E L Q L Y H Ü R M R G  
G D W R S O R W D R V W D M H L V W D D W R V H Q D ] E Y D D G L  
W H \$ N R E L V H N R Q Y H N F L M D P R J O D ] D X V W - D Y L W L  
þ D D Q M H J R Y D W H P S H U D W X U D E L V H S R Y H Ü D Y D O D  
. R Q Y H N F L M D ] D S U D Y R V S U H þ D Y D G D S R V W D Q H G R Y  
H I H N W L Y Q D N R Q Y H N F L M D M H X W H þ Q R P V S R O M D ä Q  
J U D G L M H Q W Q L å L P W D N R G D V H W H P S H U D W X U D X C  
M X Ü H Q L V N X Y U H G Q R V W R G S U L E O L å Q R f &

\$ G Y H N S I R M G D ] X P H Y D S U R W R N W R S O L K U D V W Y R U  
N U R ] ä X S O M L Q H L S X N R W L Q H X V W H Q D P D V D Q L å R I  
P D J P D W V N H L Q W U X ] L M H L O L ] D J U H M D Q D D W P R V I H U  
K O D G Q L M R M V W H Q L N R M X ] D J U H Y D M X 9 H Ü L W R S C  
L Q W H Q ] L Y Q L M L S U R F H V S U H Q R V D L P H ÿ X V R E Q X U  
W D N R ý H Y D å D Q S U L O L N R P L Q W U X ] L M H X W L V N L Y D C  
M H D N R X F H O R P V L V W H P X L P D Y L ä H Y R G H

3 U H Q R V W R S O R W H M H Y D å D Q S U R F H V X S H W U R  
N D U D N W H U P H W D P R U ï J P D S D U F L M D O Q R V W D S D Q M  
ä D Q M H P D J P L W R N R Y H O D Y H S R O R å D M L Y H O L þ L C  
V W H Q D L W G 6 Y L R Q L ] D Y L V H L R G N R O L þ L Q H W R S C  
% U ] L Q D N R M R P V H Q D S U L P H U L Q W U X ] E M D K O D  
] L Y H O L þ L Q H R E O L N D L R U L M H Q W D F L M H S R O R å D I  
N R M D S R P D å H X E U ] D Y D N R Q Y H N W L Y Q L S U H Q R V W  
Y U V W D P D J P H V W H S H Q L V N U L V W D O L V D O R V W L L W C

\* ( 2 7 ( 5 0 \$ / 1 , \* 5 \$ ' , - ( 1 7

\* HRWHUPDOQL JUDGLMHQW LOL JHRWHUPD MH  
VD LQWHUYDORP GXELQH QDYNRPHRGHGREGUOHXMH  
VWHQD VDGUÅDMD YRGH WHNWRQVNH VUHGLQH X

6OLND \* HRWHUPDOQL JUDGLMHQW GHVQL GHR V

2GUHÿLYDQMH JHRWHUPDOQRJ JUDGLMHQWD M  
QH SRVWRML MHGQRVWDYDQ ÿ]LþNL PRGHO ]D UDV  
SUHQRVX WRSORWH L ÄXVNODÿXMX' VD L]PHUHQLP

\* HRWHUPDOQL JUDGLMHQW X RNHDQVNRP RNUX  
NUDWRQLPD MHU MH RNHDQVNND OLWRVIHUD WDQM  
WHUPRGLQDPLþNLK L PDWHPDWLþNLK PRGHOD 5H  
YHUJHQWQLP JUDQLFDPP SORþD RNHDQVNLP ULIW  
RPRWDþD L GHOLPLþQRJ VWDSDDQMD NDGD VH VWY

\* HRWHUPDOQL JUDGLMHQW X RNHDQVNLP ED]HQ

OMHQRVWL RG JUHEHQD L EUJLQH āLUHQMD 8 SRG  
WHUPDOQL JUDGLMHQW MH YLVRN GR QHNROLNR  
RURJHQLP SRMDVHYLPD MH QLåL RNR ± f& NP  
LOL VWDELOQLP WHUHQLPD VDPR f& NP

8 NRQWLQHQWDOQRM NRUL SURVHþQD VWRSD S  
WHUPDOQL JUDGLMHQW LJQRVL RNR f& SR NLOI  
MH HNVWUDSRODFLMRP X EDJL NRUH GHEOMLQH  
SRGLQL QD GXELQL RG NP āWR MH GHEOMLQD N  
UHDOQR 8 GRQMLP GHORYLPD NRUH RPRWDþD L M  
SURFHQM XMH LQGLUHNWQLP PRGHOLUDQMHP NDNP  
GXELQRP 9HÜLQD PRGHOD VH JDVQLYD QD PRGHOL  
XNOMXþXMXÜL L VWYDUDQMH MH]JUD 2JUDQLþHQML  
L WRSORWQRM SURYRGOMLYRVWL VWHQD L GUXJL  
UHGLVWULEXFLMH UDGLRDNWLYQLK LJYRUD WRSOR  
FLRQRJ VWØXØBØQØMØRØLYWØL %RHY

\*HRWHUPDOQL JUDGLMHQW LJPHUHQ EOLJX SRY  
HNVWUDSROLUDWL GDOHNR X XQXWUDāQMRVW =HPO  
3RVWRMH L GUXJL PHKDQLJPL SUHQRVD WR-SORWH  
GL GR ÄQHPRJXÜH' YLVRNRJ JHRWHUPDOQRJ JUDG  
WXUH LJQDG f& VH QH SRVWLåX X NRUL MHU E  
5HäHQMH RYH JDJRQHWNH MH GD VDPR RNR SROR  
NRQWLQHQDWG GRODJL RGRJGR GRN MH RVWDWDM  
GD JHRWHUPDOQL JUDGLMHQW SRVWDMH V-YH PDQI  
IHUH WHPSHUDWXUD UDVWH EUJLQRP NRMD MH PD

\*HRWHUPH VH JDQDþDMQR UD]OLNXMX L YDULUD  
RPRWDþD GRN VX QD YHÜRM GXELQL XMHGQDþHQH  
MHQWX RG f& SR NLORPHWUX 6YDNL WHUPDOQ  
WRSORWQL WRN NRML YDULUD QD SRYUāLQL =HPO

3R]QDYDQMH JHRWHUPDOQRJ JUDGLMHQWD MH  
UD]XPHPR SURFHVN SDUFLMDOQRJ VWDSDQMD XQX  
ÄQHSUHFL]QLK' WHKQLND PRGHOLUDQMD JHRWHU  
JUDQLFDPPD JD RGUHÿHQD WHNWRQVND RNUXåHQMD

= \$ . / - 8 ý , 02

'D OL MH WRSORWQD HQHUJLMD QD =HPOML UH]  
MHGQRP PHVWX GRSXQMDYD D QD GUXJRP PHVWX  
XJODYQRP LJ VUHGQMHRNHDQVNPK JUHEHQD MRä P  
LJ XQXWUDāQMRVWL =HPOMH X RNHDQH L ðWPRVIH  
KODGQL' XUHÿDM =DäWR VH YXONDQVNH HUXSFLM

\*ODYQL LJYRU WRSORWH XQXWDU =HPOMH MH UDC  
8,<sup>235</sup> 8,<sup>232</sup> 7K . i 5E 6DGUåDML SRPHQXWLK LJRWRS  
NRUL X JUDQLWLPD ]QDWQR QLåL X ED]DOWLPD L M

GRWLWVNRP JRUQMHP RPRWDþX =ERJ UDGLRDNWLY  
SODQHWH X ÄQMHQRM PODGRVWL<sup>3</sup> ELOD MH RNR WU  
UDQRM LVWRULML =HPOMH ELOR ÄNUDWNRWUDMQLH  
WRSORWQRM HQHUJLML L NRML VX GR GDQDV SRWU  
UDVSDGDQMHP RVWDMH QDVOHÿHQD WRSORWD RG  
QMHP SODQHWH]LPDOD L HPEULRQD JUDYLWDFLRQD  
RYD X WRSORWQX HQHUJLMX 3URFHQMXXMH VH GD M  
YROMQD GD SRGLJQH WHPSHUDWXUX =HPOMH QD GH  
SRUDVW WHPSHUDWXUH MH ELR PDQML JD QHNX QH  
JXELR X SUYRELWQRM SULPLWLYQRM DWPR-VIHUL S  
POMD X SRþHWNX ELOD KHPLMVNL KRPRJHQD WRN  
NROLþLQD WRSORWQH HQHUJLMH NDGD VX VH JXV  
QLK VLOLNDWD X RPRWDþX L JUDYLWDFLRQLP WDOR  
-Rã MHGDQ L]YRU WRSORWH MH VROLGL¿NDFLMD WH  
ODWHQWQD WRSORWD NULVWDOL]DFLMH NRMD MH ]

2þLJOHGQR MH GD SRVWRML GRYROMQR- L]YRU  
JRQ ÄWRSORWQH PDäLQH' RPRWDþD 1H WUHED JD  
QH ]DYLVL VDPR RG WRSORWQH HQHUJLMH YHü L  
EL VH QHRJUDQLþHQR UDVSUäLOD WRSORW-QLP SU  
SDUDYDQMD 6 GUXJH VWUDQH JUDYLWDFLMD VNX  
WLYQD WRSORWQD HQHUJLMD L JUDYLWDFLMD VX

1DMYHÜL L]YRU HQHUJLMH NRML SRNUHÜH JHPD  
6XQFD NRMD MH RNR JDUREOMHQD X D-WPRVIH  
VWHP NUHWDQMD PDVH YD]GXKD L YRGH 6XQþHY  
X =HPOMX VDPR QHNROLNR PHWDUD X ÄRVXQþDQL

, , , 3\$5&,-\$/12 67\$3\$1-( 8 \*251-(0 2027

3DUFLMDOQR VWDSQDH X RPRWDþX QD-VWDMH  
GLMHQWD X YUXÜLP WDþND<sup>2</sup>þO ÄRIGGDDQ M-þP \$V  
GXNFLRQLK SURFHVD LOL D&YMDENIRWLN RPGGHNR  
0LQHUDOAH X JRUQMHP RPRWDþX GHOLPR L SUH  
QD UHIUDNWRUQH L IHUWLOQH

5HIUDNW~~R~~D<sup>1</sup>X YLåX WHPSHUDWXUX WRS-OHQMD  
SDQMD RQL Ä]DRVWDMX' L RVWDMX NDR þY-UVWL R  
GDMX ROLOYLQ GHR SLURNVHQ~~8~~DR 1LS~~L~~QHOL D RG P  
)HUW~~P~~QH~~Q~~UDOL LPDMX QLåX WHPSHUDWXUX VW  
VWRS 8 RYRM JUXSL PLQHUDOD VX SODJLRNODVL  
NRPSDWLELOQL H/Q/H P H~~Q~~WLG JUXSH  
5D]GYDMDQMH VH RGUHÿXMH NRH¿FLMHQWRP U

PHQWD L]PHÿX þYUVWRJ RVWDWND L UDVWRSD PD  
VNLP VWHQDPD

7HPSHUDWXUD QD NRMRM SRþLQMHHOVWÅSØQMH  
3RãWR VXEGLNFLMD QRVL VWHQH ERJDWH -YRG  
QL]DP SDUFLMDOQRJ ØWØDSØDQØWVØRPGØDØRSØUHGMHL  
RPRWDþD X]GLåH X ULIWQLP ]RQDPD JUDGLMHQW

f & NP ãWR ]QDþL GD VH QH KODGL \*XELWNRP  
GXELQDPD SRYHÜDYD VH WHPSHUDWXUD L VWHQH  
L EHØ ÅXLGD 1DVWDMX ED]DOWQH PDJPH NRMH  
JUHEHQLPD 3RPHQLPR GD YHÜLQD PDJPDW-VNLK S  
QRM SRYUãLQL SRWLþH L] RPRWDþD PDGD VX QHNH  
VD NDVQLMLK VHNXQGDUQLK PHWDPRIQLK L LOL

Ä1RUPDOQR VWDQMH' JRUQMHJ RPRWDþD MH þYI  
]OLNH X PLãOMHQMX NDGD NDNR L JGH VH GRVWLå  
PDJPL X JRUQMH P RPRWDþX L NDGD NDNR -JGH L N  
VWD QDVWDQND GR XWLVNLQDQMD X RNROQH VWHQ

8 SRþHWQRM IDJL SDUFLMDOQRJ VWDSQMD QRY  
PUHåX' X NULVWDQRM þYUVWRM RVQRYL PLQHUDO  
QMHJRYRJ L]GYDMDQMD ]DYLVH RG VWHSHQD SDUFL  
QD NRMRM VH YUãL VWDSDQMH L UD]OLNH X JXVWLQ

9LVNR]LWHW JRUQMHJ RPRWDþD ]DYLVL RG VD  
VDGUåDMD YRGH 6DGDãQML VWLO WHNWRQLNH S  
GD MH YLVNR]LWHW VWHQD PDOL XSUNRV UHODW  
DUKHDQRP

8VOHG PDQMH JXVWLQH L YLãH WHPSHUDWXUH  
JGH VH XWLVNXMH X RNROQH VWHQH LOL L]OLYD  
EOMHQ' X L]YRUQRP SRGUXþMX JRSWQMRØPQRHPIØD  
PDJPH QD SRYUãLQL YHRPD UHWNH MHU QD -SXWX R  
FLRQX NULVWDOL]DFLMX NRQWDPLQDFLMX VD RNRC

3DUFLMDOQR VWDSDQMH YLãHNRPSRQHQWQRJ V  
RPRWDþD MH VORåHQ SURFHV (NVSHULPHQWDOQL  
SXVWOMLY NDGD MH VWRSMOHQ VDPR ± 1L] SDUD  
QDVWDMX PDJPH UD]OLþLWRJ VDVWDYD RG- NLPEHU  
VNLK ED]DOWD SD þDN L DQGH]LWD

0LVHQ L .ØÅLHQRL .XVKLURVSHULPHQWDOQR VX V  
JUDQDWVNRJ SHULGRWLWD QD NEDUD L GRELOL

QD	ž& ±	UDVWRSD ± DONDOQL ED]
3	ž& ±	UDVWRSD ± ROYLQ WROI
3	ž& ±	UDVWRSD ± YHEVWHULW
3	ž& ±	UDVWRSD ± WROHLWVNL

8 SRJODYOMX ODJPDWVNH VWHQH GHWD-OMQLMH  
SDQMD JRUQMHJ RPRWDþD L IRUPLUDQMD PDJPL N  
L NDUDNWHULVWLNH 7DNRÿH UD]PDWUDM-X VH UD  
UDORJLMD WHNVWXUD L JHRKHPLMVNH NDUDNWH  
SURFHVH L HYROXFLMX =HPOMLQH NRUH

, , , / , 7 2 6 ) ( 5 \$

/ L W R V I H U D      R<sub>108</sub> & U Ä P N D P U H Q P L M H V W H Ä Q D M Y L Ä L ' V  
na je od gornjeg dela R U Q M H J , R<sub>109</sub> R D W D M B Q R N V R I U H N Y H G R S R Y U ä  
S R N R M R M K R G D P R \* U D Q L F D L ] P H ÿ X N R U H L J R U Q  
G H W D O M Q R X S R J O D Y O M X . R U D

3 U H P D V D V W D Y X V W H Q D L P H V R M H Q D Q W N D Q Q N D W R  
U X N R M D M H L V S R G R N H D Q D L ] J U D ÿ H Q D R G R N H D C  
D V W H Q R N V R I Q W H Q H Q W D Q N Q R M D L W H R Q D H N R Q W L Q - H Q W L P D  
W L Q H Q W D O Q H N R U H L G H O D J R U Q M H J R P R W D b D W

2 N H D Q V N D Q H W Q R D / Q H D Q I D L V S R G R N H D Q V N L K S R G U  
L R N H D Q V N L W L S N R U H L V W D U D M H G R R N R P L  
R N H D Q V N D O L W R V I H U D M H G H E O M L Q H G R R N R N P

GHOX R WHNWRQLFL SORþD 8GDOMDYDMXÜL VH RG  
L GR NP \*RUQML SRYODWQL GHR RNHDQVNH C  
MHVWH RNHDQVND NRUD GHWDOMQLMH X SRJODYC  
8 VXEGXNFLRQLP ]RQDPD GHWDOMQLMH X SRJC  
OLWRVIHUD ELYD ÄSRMHGHQD' DOL VH WDM ÄJXE  
VNH OLWRVIHUH X SRGUXþMLPD UD]PLFDQMD SORþ

.RQWLQHQWD OQDN QJW RXNIGM þþXMH GHR-JRUQMH  
QRVIHUH L NRQWLQHQWDQX NRUX 8JODYQRP MH  
YHÜH GHEOMLQH GR NP SR QHNLP DXWRULPD  
WLQHQWDQH OLWRVIHUH MH L]JUDþHQ RG PHWD  
VWHQD L VHGLPHQDW D GRQML GHR QDMYHÜLP G

\$VWHQRRGHWþN HasterhaþLÄEH] VQDJH' MHVWH SRG  
MH ]RQD PDOLK EU]LQD VHL]PLþNLK WDODVD ]ERJ  
L ODNR VH GHIRUPLÄH NUHWDQMHP 7R VH -REMDäQ  
QRJ UD\$VWHQRDVRQ L GWR MH SRWYUþHQR L HNVSH  
DXWRUL VPDWUDMX GD VH UDGL R ÄJDUREOMHQRP  
PDJPX

/DERUDWRULMVNH VWXGLMH XND]XMX QD WR G  
EOL]X WHPSHUDWXUH WRSOMHQMD GHþQLVDQ L]R  
LPDJLQDUQX SRYUäLQX VD LVWRP WHPSHUDWXURP  
VD QD RYRM GXELQL MH SULVXXWYR ± SDUFLMD  
IRUPLUD WDQNL GLVNRQWLQXLUDQL þOP G-Xå JUDQ  
WDþ GXNWLOQLML L SODVWLþQLML

\$VWHQREVSIGDØWLþQD L QH VODPD VHSRNØDD MMH  
NDR YUXÜL DVIDOW ,VSRG DVWHQRVIHUH MH SHUL  
VH SRQDäD SODVWLþQR ,]JOHGD GD QHPD ]QDþDM  
L]QDG L LVSRG DVWHQRVIHUH

\$VWHQRVIHUD MH YDåQD JD WHNWRQLNX SORþD  
NUHÜX VH RNHDQVND L NRQWLQHQWDQD OLWRVIH  
WHUPLþNH VWUXNWXUH YUHPHQD L QDþLQD ]DJUH  
RG WHNWRQLNH SORþD ,VSRG NRQWLQHQWDQH C  
DVWHQRVIHUD MH GHEOMLQH RNR ± NP - GRN MI  
UD GHEOMD GR NP 8 ULIWQLP ]RQDPD GHWD  
DVWHQRVIHUD VH L]GLåH JRWRYR GR ED]H SRGLåX

/LWRVIHUD VH PRåH SRVPDWUDWL NDR PR]DLN SO  
ULIWRYLPD VXEGXNFLRQLP ]RQDPD L WUDQVIRUPQLP  
QHGRYROMQR ÄMDND' GD SRGQHVH UXSWXUH L VWUH

/LWRVIHUD VH ]ERJ NUHWDQMD X]URNRYDQRJ W  
QMH NRSPODRGCHHWDOMQLMH X SRJODYOMX 7H-NWRQLN  
WRVIHUD MH SRGHOMHQD MH QD ÄJODYQLK' WH

VND MXåQRDPHULþND ãNRWVND DQWDUNWLþND  
 ¿OLSLQVND DXVWUDOLMVND SDFL¿þND +XDQ GH  
 1D]FD NRMH ÄSOLYDMX' L NUHÜX VH SR DVWHQR  
 .DGD VH JRYRUL R WHNWRQLFL SORþD ÄSRGU  
 OLWRVIHUh D QH VDPR NRUH NDR L NRG äLUHQH  
 VH SORþH RGQRVQR OLWRVIHUD UD]PLþX -6XGDUL  
 VNLK OXNRYD SRGUD]XPHYDMX NRQWLQHQWDOQX  
 QHQWDOQX NRUX

, , , , = 2 6 7 \$ = , - \$

3RPHQXWH OLWRVIHUh LOL GHORYL SORþH JDY  
 VX ODNäL GLåX VH RGQRVQR ÄLVSOLYDYDMX' GR  
 SRMDYD SR]QD RWDWMDL SUDHGR RåL R MX. ØBIUDHQHULCØNL  
 YDUG 'ØØBQHQFH (GYDUG 'XWWRQRGLQH  
 5D]PRWULPR L]RVWD]LMX X] SULPHQX \$UKLPHG  
 VWDYLPR NRPDG GUYHWD X NDGX SXQX YRGH RQ  
 SRWRQH L LVWLVQH YRGX VUD]PHUQR QMHJRYRM R  
 ÄSOLYD' X PRUX .DGD VWDYLPR GYD NRPÐGD GU  
 EOML üH SRWRQXWL GXEOMH \$NR VWDYLPR GYD N  
 JXVWLQH GXEOMH üH SRWRQXWL JXäÜL 1DSUDYLP  
 LOL YHOLþLQH NRMH ÄSOLYDMX' QD DVWHQRVIHUL  
 YLäH SOXWD L ÄLVSOLYDYD' RG OLWRVIHUh VD YH  
 QRVIHUL EH] RE]LUD QD GXELQXELL ØBIWWRPISIØQ] ØFI  
 LVWL MH LVSRG RNHDQVNH LOL NRQWLQHQWDOQH  
 SOXWDMX QD RGJRYDUDMXÜRM GXELQL NDåHPR  
 JUDYLWDFLRQH DQRPDOLMH 3R]LWLYQH DQRPDOL  
 QHJDWLYQH NDG MH PDQMH PDVH QHJR äW-R VH Rþ  
 EOMLQD L WHåLQD OLWRVIHUh LOL QMLHØQLWDEØMñ  
 X QRYR UDYQRWHåQR VWDQMH VOLND ,] RVWD  
 NROLþLQH OHGD D SODQLQH ÄRGPRUH<sup>3</sup> RG QMHJ  
 XVOHG VPDQMHQRJ SULWLVND ,] LVWRJ UD]ORJD  
 JGH VX ELOL OHGQLFL ]ERJ NRQWLQXLUDQLK VNRN

---

Slika 151. Izostazija

, , , . 25 \$

.RUD MH GHR =HPOMH RG SRYUāLQH QD NRMRM  
JUDQLFH VD JRUQMLP RPRWDþHP JGH VH ]ERJ SUP  
ÜDYD EUJLQD VHL]PLþNLK WDODVD L GR .RUD JU  
MH QMHQ ]QDþDM PQRJR YHÜL 9HRPD MH WDQND  
LOL PRMRM UXFL 'HEOMLQH MH RG NP GR NP  
=HPOMH 6PDWUD VH GD QLMHGQD SODQHWD 6XQþH  
LGHQWLþQD =HPOMLQRM

.DNR L NDGD MH QDVWDOD L NRML MH ELR VDV  
SODQHWL SRVWRML ÄPODG'D PH]R]RMVND NRUD D  
2YR VX VDPR QHND RG SLWDQMD NRMD IDVFLQL  
=HPOMH

3UYD NRUD QDVWDOD MH SDUFLMDOQLP VWDS  
VWHQH L]JUDýHQH RG ROYLQD \$ILØRÝNDQRQDLü ED%

6PDWUD VH GD MH UDQD =HPOMD LPDOD ED]DOW  
QHWX ,]RWRSVNL SRGDFL PHýXWLP SRND]XMX G  
L ÄQHND' NRQWLQHQWDOQD NRUD GHWDOMQLMH  
QDVWDMDQMD NRQWLQHQWDOQH NRUH PRåH VH XS  
VH IRUPLUD QD SRYUāLQL ED]DOWQH ODYH NRMD M

.DGD MH QDVWDOD =HPOMD QMHQD SRYUāLQD  
YLQ L GUXJL VLOLNDWL ÄLVSOLYDOL' D QDNRQ WI  
LVNULVWDOLVDOLK PLQHUDOD NRML VX SOLYDOL  
NRUX NRMD MH X WR YUHPH YHUXMH VH þHVWR  
GROD]LOL L] GXELQH =HPOMH NDR RVWDWDN VWY  
SUVD NRUD VWYRUHQD X KDGHDQX SUH L]PHýX  
PHQWDUQR RVLURPDäHQLP RPRWDþHP %LOD MH L  
ODYD =ERJ LQWHQJLYQRJ ERPEDUGRYDQMD NRPH  
URýHQX =HPOMX GR VDGD LPD RNR SRWYUýHQ  
XVSHOR MH GD ÄSUHåLYL'

6PDWUD VH GD VH SUVD NRUD ED]DOWQRJ VDV  
QRP IUDNFLRQRP NULVWDOL]DFLMRP LOL LVWLVNI  
VWYDUDMXüL VWHQH NLVHOLMHJ VDVWDYD NRMH  
YHü LVNULVWDOLVDOLK NRPDGD NRML VX SRQRYR  
ÄL]EULVDQD' DOL MH MRã XYHN LPD QD 0HVHFX  
ÄVHWVWULQVNLP' WHUHVWULþQLP SODQHWD PD NRM  
QLP XVORYLPD

9HüLQD LVWUDåLYDþD VPDWUD GD VH KØDýHQMI

QMD WHNXÜH YRGH GRJRGLO R SUH RNR -PLOLMD  
DQL L VWDELOQL WRNRYL SRYUÄLQVN H YRGH 7DG  
SUYH NRUH L VWYDUDQMH SUYLK VHGLPHQDW D

, , , 0 2 + 2 ' , 6 . 2 1 7 , 1 8 , 7 ( 7

0RKIR 0RKUR YGELVÜNRYQ WGLRQEILRW MW QD]LY- SR KUY  
XþQLNX \$QGUHML 0RKUR YLþLÜX VOLND - NRM  
NH JRGLQH QDNRQ JHPOMRWUHVD MXJRLVWI  
=DJUHED QD RVQR YX SRUDVWD EU]LQH VHL]PLþN  
GHþQLVDR JUDQLFX LJPHýX NRUH L RPRWDþD MXJ  
(YURSH 7RNRP QDUHGQLK GHFHQLMD XWYUþHQR  
RYDM GLVNRQWLQXLWHW MDYOMD QD FHORM SOD  
WLQHQWDOQLK L RNHDQVN LK SRGUXþMD 2SäWH M  
SRG SRPHQXWØRKQDRLYLRþLÜHY GLVNRQWLQXL  
tet LOL V ~~NohD diskon~~ munitet 6D VHL]PRORäNH  
WDþNH JOHGLäWD 0RK R GLVNRQWLQXLWHW MH G  
GXELQD X NRM RM VH EU]LQD 3 WDODVD JERJ SURF  
YD L JXVWLQH VWHQD SRYHüDYD RG ÄQRUPDOQH  
EU]LQH NRMD MH PDQMD RG ~~NPLWPF~~ VNRN RPUQD  
RG SUHNR ± NP VHF 8 PQRJL <sup>(1847-1936)</sup> UHJLRQLPD OR  
GLVNRQWLQXLWHW MH JERJ WHäNRÜH PHUHQMD Ä  
NLORPHWDUD 0QRJR MH ÄMDVQLML' QD JUDQLFL  
QHJR LVSRG NRQWLQHQDW D 'YD VX NULWHULMXP  
NRML RGYDMD RNHDQVN X NRUX RG JRUQM HJ RPRW

- VHL]PLþNLNRMLRVH QDOD]L QD JUDQLFL NXPXODV  
ULGRWLWD VOLND 9HOLNH UD]OLNH X VDVWDYX  
RG SODJLRNODVD ROYLYQD L SLURNVHQD L- ÄWHåL  
URNVHQD ± X]URNXMX UD]OLNX X EU]LQL VHE]PLþNL  
WLQXLWHW

- SHWUROR äNRLMØRMR GXEOML QD JUDQLFL NXPX  
VN LK SHULGRWLWD

'RQML GHR RNHDQVN H NRUH L]JUDýHQ MH RG N  
WDOMQLMH X QDUHGQRP SRJODYOMX NRML VX G  
VWDOL]DFLMRP ED]DOWQH PDJPH ,]JUDýHQL VX R  
ED]LþQRJ SODJLRNODVD VD NDUDNWHULVW-LþQRP M  
JODYOMX 0DJP DVVN H VWHQH , VSRG RYK VWHQD  
GUXJDþLMHJ VDVWDYD PLNURHOHPHQDW D -L]RWRS

MX JRUQMHP RPRWDþX QYHDP~~SHWUROR~~W~~NRUD~~ QLWDQ VTH  
 6OLþQR MH L VD SHWURORãNLP ORKR GL-VNRQWI  
 QHQWDOQH NRUH GHWDOMQLMH X SRJODYOMX .RC  
 MH RG MDNR PHWDPRUþVDQLK VWHQD JUDQXOLW  
 DOL L YHÜX JXVWLQX NRMD XJURNXMH SRYHÜDQM  
 L VWHQH L] JRUQMHN RPRWDþD ,GHQWLþQD VLWX  
 VXEGXNXMX GR GXELQH LVSRG ± NP L PHWDPRU  
 YHÜX JXVWLQXL YHÜX~~SHULGRWLWL~~ ÄQRUPDOQH VWHQH' L] JRUQMHN RP  
 3RPHQXWH ÄGYRVPLVOHQRVWL' L]PHÝX JHRþJLþ  
 GLVNRQWLQXLWHWD þHVWR L]D]LYDMX L UD]OLþL  
 VWRUD \*HRORãNH SHWURORãNH L JHRþJLþNH VW  
 QLMH WUDMQR ÄVWDELOQD' JUDQLFD YHÜ VH MDY  
 razloga:

VXGDU NRQWLQHQWDOQLK EORNRYD L LQWUX]LM  
 HURJLMD SODQLQVNWK YHQDFD NDGD NRUD ÄL  
 NDGD VH GXERNL QLYRL NRUH ]DJUHMX RGR]G  
 PHWDPRUIQL SURFHVL X GRQMRM NRUL NDGD  
 UDVWRS QDVWDR SDUFLMDOQLP VWDSDQMHP  
 VLQ GR SRVWRURJHQL SURFHVL NDGD VH V  
 RNHDQVNL EDJHQL LWG

1D RVQRYX KHPLMVNRJ PLQHUDOQRJ VÐVWDYD  
 OMLYDQMD RUNDJDOQWNXNRNRW~~X~~QHQWDOQX NRUX

, , , 2. (\$ 16. \$ . 25 \$

2NHDQVND NRUD SRNULYD RNR SRYUäLQH =H  
 GLUHNWQRP L]XþDYDQMX JERJ VYRMH SRNULYHQRV  
 RNHDQVNRM NRUL GROD]H QD RVQRYX JHRþJLþNLK  
 GRYLPD SRVHEQR SURJUDPD GXERNRJ EXäHQMD C  
 JRGLQH LOL QD RVQRYX SURXþDYDQMD RþROLWD  
 VX IUDJPHQWL NRUH L OLWRVIHUUH \*HRORJL ÄRGD  
 NRML VX UHGRYQR VHUSHQWLQLVDQL JDEUD E  
 VYHJD URåQDFD L JOLQD SUHGVWDYOMD VWUDWL  
 VH MRã RG LK JRGLQD YHND QD]LYD RþROLW  
 QMLKRY QDVWDQDN L ]QDþDM ELR QHSR]QDW ]DJ  
 GHþQLVDQD MH JRGLQH L SUHGVWDYOMD IUDJ  
 X ID]DPD ]DWYDUDQMD RNHDQVNRJ SURVWRUD WH  
 ÄQDYXþHQL' QD NRQWLQHQWDOQX NRUX

1 D MYHÜH YDULMDFLMH GHEOMLQH RNHD-QVNH NGUXþMLPD WRKSLQWHLK WØþDHNOJLH  
'HEOMLQD RNHDQVNH NRUH GR ORKR GLVNRQWLQ SURVHþQR RG GR NP D RYD NRUD VH JQDþDMQR J gustina je oko J FPD VUHGQMD E3JWQODWHDLMPHþNLMP V  
2 NHDQVND NRUD X SRGUXþMLPD RNHDQD 3DFL;N MH VDVWDYD L LPD VORMHYLWX JUDþX VOLND ,C - SDNHWD GXERNRYRGQLK VLUWRQRPDUOOLK WØþLVRWHL GRPLQLUDMX SHOLWL NRML VX SRQHNDG L]PHäD NRQJORPHUDWLPD NRML VX QDVWDOL WXUELGLWV EOMLQD VHGLPHQDW PRåH ELWL L GR NP - MDVWX HØQSMODKØRDZþRGUHþHQR SORþDVWLK L]OL YXONDQVNWK EUHþD QDVWDOLK L]OLYDQMHP ED]D VNRP YRGRP GHEOMLQD RYRJ GHOD RNHDQVNH NR - VLVWHPD VXESDUDOHOQLIKQØJOMBDWJQLGKNGDMIRRI VD NDUDNWHULVWLþQLP ]DPU]QXWLP UXERYLPD WL] NRPRUH GR SRYUäLQH SURODJL NUR] YH-UWLND UDMXÜL VLVWHPH GDMNRYD VD NDUDNWHULVWLþQLP L]PHþX GDMNRYD L MDVWXþDVWLK ODYD NRMH VH Q RYRJ SDNHWD MH GR NP - NXDXODWQLK LJDWJERJRYD VWDYD NDR GLMDEDJL VWUXNWUD YHOLþLQD PLQHUDOD SDU PLOLPHWD PDJPH QD GQX RNHDQVNH NRUH X QMLPD VH SRQI ELWVNWK JUDQLWD SODJLRJUDQLWD SURVHþQH

Ispod ovog sloja je VHL]PLþNL ORKR GLVNRQWLQXLWHW

- NXDXODWQLK S/þKUJLUGQRD/WLWHL NXDXODWQH- VWUXN QD L SLURNVHQD VD LQWHUVWLFLMVNL P ED]LþQLP QDVWDOL VX IUDNFLRQRP L JUDYLWDFLRQRP NULV QDNRQ JDEUD QMLKRYD SURVHþQD GHEOMLQD MH LVSRG RYþJHWORØRäMH ORKRWGL VJURQWNEØRVL QLWVNLP' SHUNLRGMRIWLPMþ PHKDQLþNL GHIRUPLVD RG ROLYLQD L SLURNVHQD JRDQWØJØJRRMØDØLIP SDUFLMDOQLP VWDSDQMHP QDVWDOL VX ED]DOWL UD]OLNXMX RG NXDXODWLYQLK SHULGRWLWD NRM NAPOMENA 'HEOMLQD QDYHGHQLK SDNHWD GDWD SURþOD SUHVHND X SXEOLNDFLMDPD L XGåEHQLF

% XäHQMH P X PRULPD XWYUþHQD VX JQDþDMQD V YUVWD VWHQD VORMHYD NRMH XODJH X VDVWDY VX ELOH QD UDVWRMDQMX RG VDPR QHNROLNR VW

Slika 153. Okeanska kora (objašnjenje u tekstu)

- HGQR RG SUYLK GLUHNWQLK RVPDWUDQMD L X]  
OMHQR MH PDOLP SRGPRUQLFDP DHQJ~~Q~~ H~~Q~~ E~~Q~~ X\$ FSHURM  
ULFDQ 0LG 2FHDQ 8Q~~G~~ H~~G~~ HDY HMD 6SW~~X~~ Q~~Y~~ D YDQL 6UHGQ  
EOL]X \$]RUD L ,VWR~~b~~ QRSDFL~~z~~ NL JUHEHQ EOL]X \*  
L]UD~~y~~HQD MH L GHWDOMQD WRSRJUDIVND NDUWD W  
WXUD L UDVSRUHGRP UD]OL~~b~~LWLK PRUIROR~~a~~NLK W  
,VWUD~~a~~ LYDQMLPD QD ,VWR~~b~~ QRSDFL~~z~~ NRP JUHE  
SROMD W]Y ÄFU~~ack~~ GR~~ack~~ MDL' HQJO  
1D GHEOMLQX VWYDUDQMD RNHDQVNH NRUH XW  
SRG RNHDQVNLC ULIWRYD L EUJLQD UD]PLFDQMD S  
~~b~~D 9L~~a~~D WHPHUDWXUD RPRWD~~b~~D GDMH YHÜL VW  
SRGUX~~b~~MH NRMH MH VWR~~S~~ OMHQR NDGD VH VWYDU  
SRGUX~~b~~MLPD VD EUJLP äLUHQMH~~P~~ SOR~~b~~D RPRJXÜD  
3RPHQLPR GD MH YL~~a~~D WHPHUDWXUD RPRWD~~b~~D X  
QM~~H~~ RNHDQVN~~H~~ NRUH NRMD MH ELOD YHÜH GHEOM  
(UXSFLMRP ODYD X SRGUX~~b~~MLPD ULIWRYD ED]DOW  
PDJQHWQRJ SROMD Ä]DPU]DYDMXÜL' QMHJRY SRO  
VYRMVWYD XWYU~~y~~HQD X RNHDQVNRM NRUL SRND]X  
ULIWQLK JRQD UD]OL~~b~~LWD RG QHNROLNR PP GR G  
3DOHRPDJQHWQD SURX~~b~~D YDQMD VWHQD L] RNH  
GHUQX WHRULMX WHNWRQLNH SOR~~b~~D L äEUHQMD  
QHQDW~~D~~ VXJHULVDQR MR~~a~~ X YHNX RQR QLMH  
YHND 1HPD~~b~~NL QDX~~b~~QLN:HPJ~~H~~ H~~B~~ U~~S~~ O~~R~~J M~~H~~ SHUQH~~F~~ W  
IRUPXOLVDR RYX WHRULMX 2Q MH XND]DR QD YH]  
X UHJLRQDOQRM UDVSURVWUDQMHQRVWL-SHUPVM  
PLVIHUL 8 SR~~b~~HWNX NUHWDQMH NRQWLQHQDW~~D~~  
SRVHEQR HQJOHVNL~~P~~ L IUDQFXVNLP LVWU~~D~~ LYD~~b~~  
OMLYRJ PHKDQL]PD NUHWDQMD NRQWLQHQDW~~D~~  
VH QH PRJX NUHWDWL SR 0RK~~R~~ GLVNRQWLQXLWH~~V~~  
QDVWDR JRGLQH NDGD MH +HV QD RVQRYX S  
REMDYL~~R~~ KLSRW~~H~~]X GD VH NRQWLQHQWL NUHÜX S  
WLQXLWHW~~X~~  
2NHDQVN~~D~~ NRUD VH VWYDUD SDUFLMDO-QLP VW  
MRP RVLURPD~~a~~HQRJ JRUQM~~H~~ RPRWD~~b~~D X VUHGQM  
ED]DOWL GHWDOMQLMH X SRJODYOMX 0DJPDWVN~~H~~  
ED]L~~b~~QRJ SODJLRNODVD 2NHDQVN~~D~~ NRUX~~b~~LQH L P  
WRSOH WD~~b~~NH NDGD ODYD PDJPD SUROD]L NUF  
L L]OLYD VH QD SRYU~~a~~LQX  
6WYDUDQMH RNHDQVN~~H~~ NRUH SUHGVWDYOMD Ä  
JXELWND WRSORWH NUR] ULIWQH JRQH 2YDM PHK~~I~~  
YUHPHQLPD MR~~a~~ RG KDGHDQD L DUKHDQD- NDGD  
JODYOMX .RQWLQHQWDOQD NRUD 3RMHGLQL LVW

WRSORWH X WHN URÿHQRM =HPOML XWLFDOD L QD  
NUHWDQMH SORþD QHJR GDQDV

3UYD UDQD NRUD LPDOD MH GUXJDþLMF VDWDF  
FLMDOQLP VWDSDQMHP ELR ]QDWQR WRSOLML  
þHJD VX ED]DOWL6E<sub>2</sub>IOIE R[JDNAPD3RQMDVWDYX VX RG  
NRPDWLOMQLMH X SRJODYOMX 0DJPDWVNH V  
SUYH NRUH

6DGDãQMD RNHDQVND NRUD MH PODGD -LPD ÄV  
OMD VH GXå JDSDGQLK L LVWRþQLK JUDQLFD NDR  
FLþND 1HSUHNLGQR VH VWYDUD X VUHGQMHRNHD  
X ]RQDPD VXEGXNFLMH NDGD VH REQDYOMD L UH  
WDOMQLMH X SRJODYOMX 7HNWRQLND SORþD )UD  
RþROLWL GHWDOMQLMH REMDãQMHQX X SRVHEQR  
QD LYLFDPD ~~NRQRYLQCRQDLW~~ % RHY

1D =HPOML SRVWRML L VWDULMD RNHDQVND NF  
L XGUXåHQD VD GUXJQPV ~~VWWRQBRDIQUHU~~ ~~SCXHMEVLH~~ \$R  
QHNROLNR VWRWLQD NLORPHWDUD 8 QMLPD VX V  
HUXSFLMDPD FLNOLþQRP UD]YRMX L PHKDQL]PX V  
RNHDQVNH NRUH QD =HPOML ,]RWRSVND VWDURVV

3RMDVHYL VX L]JUDÿHQL RG VODER PHWDPRUþ  
ãNULOMDFD ED]LþQLK YXONDQLWD QMLKRYLK SLU  
þHVWR UPHHWLR SULPDUQH RGQRVH .DUDNWHULV  
KORULWD HSLGRWD L DPþERO~~JHOHEQW~~ \$RMDNBHQH  
VNH VWHQH X RYLP SRMDVHYLPD VD ED]DOWL VD  
GHIRUPLVDQH 8 QMLPD VH þHVWR MDYOMD L PDO  
VWHQD 8 ]HOHQLP SRMDVHYLPD MDYOMDM-X VH L  
QRGLRULWL JUDQLWL LWG =DYLVQR RG RGQRVD  
LOL SUHGVWDYOMDWL ]DWYRUHQH RNHDQVNH ED]  
UHQH VOLþQH PODÿLP RURJHQLP SRMDVHY-LPD 6W  
VNLK ]HOHQLP SRMDVHYD YDULUD ]DYLVQR RG YU  
JRGLQD LPDMX VHGLPHQWH XNOMXþXMXÜL URåQD  
VWURPDWROLWVNH NDUERQDWL äWR XND]XMH QD

=HOHQL SRMDVHYL VH MDYOMDMX X GHORYLPP  
\$IULNH L \$XVWUDOLMH 8 QHNLP PHVWLPD RþXYDC  
-XåQX \$IULNX L GHORYH .DQDGH 9HOLNH PDþWVNH  
REHOHåMD SURWHUR]RMVNH JHRORJLMH äWR SRG  
NRUH WHNWRQLFL SORþD DNWLYQRVWLPD YHOLN  
WHPDPD

,, , . 2 1 7 , 1 ( 1 7 \$ / 1 \$ . 2 5 \$

=HPOMD MH MHGLQD SODQHWD X 6XQþHYRP VLV  
YDåQD IDNWRUD VX RPRJXÜLOD QMHQR VWYDUDQM  
YHURYDWQR MH MHGLQD SODQHWD X NRMRM MH ELC  
3UYD NRUD SRGVHWLPR VH VWYRUHQD MH SU  
L \*D X KDGHDQX L DUKHDQX QDMVWDULML  
POML L ELOD MH ED]DOWQRJ VDVWDYD 'LIHUHQFL  
RPRJXÜLOR VWYDUDQMH NLVHOLMLK VWHQD RG N

. R QWLQHQW □ Ø QDH □ QMD ERJDWLMD VLO-LFLMXP  
stine od RNHDQVN HGNHR □ SRYUäLQH GR ORKR GLVNRQV  
VD JRUQMLP RPRWDþHP 3URVHþQD GHEOMLQD NR  
RG NP LOL PDQMH QD LYLFL NRQWLQHQWDOQLK  
]RQD VXþHOMDYDQMD NDR äWR VX +LPDODML

,, , 6 \$ 6 7 \$ 9 , \* 5 \$ \$ . 2 1 7 , 1 ( 1 7 \$ / 1 ( . 2 5 (

. RQWLQHQWDOQD NRUD MH KHWURJHQD ÄJELU  
GLYLGXDOQRP' VWUXNWURP VDVWDYRP L LVWRU  
GH]LWD WM GLRULWD NYDUFGLRULWD L JUDQRGI  
SUHPD SRMHGLQLPÄD RWQM LÄPGDROQHNOLOQND

Ä \* RUQMOLRMD ÄJUDQLWVNL' VD YOWD i REZERJDÜHQ  
REXYDWD VHGLPHQWQH VWHQH PHWDPRUIQH VV  
XJODYQRP DP ðEROLWVNH UHWRN L HNORJLWVNH L  
GHORP RG JQDMVHYD PLNDäLVWD L D PgaEiR-OLWD  
ida ili 6 JUDQLWD L QMLKRYL YXONDQVNL HNYLYDOHQ  
VWHQH JUDQLWRLGL ýHVWR MH SRNULYHQ DOL  
PD SHäþDULPD LWG 'HEOMLQD PX YDULUD ]DYLV

Ä 'RQML³ NWØRYM üH JXVWLQH LPD GLRULWVNL L JD  
MDNR PHWDPRU ðVDQLK L GHKLGUDWLVDQLK PHWD  
YD JUDQXOLWL HNORJLWL DP ðEROLWL LWG 'HEC

\* UDQLFD L]PHýX JRUQMHJ L GRQMHJ GRQD NRQ  
UDGRYLP VHL]PLþNLP QLHMNDRGQDN Q6MSL WUDQRRP BI

2G GXELQVNWK PDJPDWVNWK VWHQD X FHORM N  
QLWRLGL D RG YXONDQVNWK DQGH]LWL L GDFLWL

Slika 154. Kontinentalna kora  
(objašnjenje u tekstu)

0RKR GLVNRQWLQXLWHW X NRQWLQHQWDOQRM  
YRJ UHGD YHÜ JUDGL JRQX äLULQH QHNROLNR NLC  
SURVHNX MH RNRD GRQMJF RG HODÄR ØRYDQMHF PVWH  
PDQMH JXVWLQH JODYQL MH UDJORJ äWR VH NRQW  
L RVWDMH QD SRYUäLQL =HPOMH

&LNOXV YRGH LJUD YDåQX XORJX X VWYDUDQM  
RNHDQVNRP SRGUXþMX VWYDUDMX VH VHGLPHQWI  
VXEGXNFLMRP UHFLNOLUDMX X JRUQMHP RPRWDþX  
RQLP QDUDVWDMXÜLP SUL]PDPP GHWDOMQLMH X  
PRUIQLP SURFHVLVD SRVWDMX GHR NRQWLQHQWD

1D NRQWLQHQWDQQLP SRGUXþMLPD VWYDUDMX  
YUäLQVNL VORM JRUQMHP GHORYH NRQWLQHQWD  
PHWDPRUžäX X QRYX NRQWLQHQWDQX NRUX LOL  
VWDURM

.RQWLQHQWL þLQH =HPOMLQH SRYUäLQH  
üLQD NRQWLQHQWDQH NRUH þLMD MH LVWRULM  
DUKHDQVNH L SUHNDPEULMVNH VWDURVWL L XJOD

6WHQH NRQWLQHQWDQH NRUH VX PHÿX QDMV  
JQDMVHYH \$NDVWD VWDUH \*D L] VHYHUR]DSDGQ  
X .DQDGL QHäWR PODÿH ± \*D JQDMVHYH ,WV  
(QGHUE\ /DQG ]DWLP LVWH VWHQH QD \$QWDUNWL

9HÜD GHEOMLQD L PDQMD JXVWLQD NRQWLQHQW  
RQX VWDELOQRVW QD YHÜLP YLVLQDPD L]QDG QLY  
NRQWLQHQWDQD NRUD MH X YHOLNRM PHUL VDþ  
=HPOML NDR SHQD QD POHNX L QH UHFLNOLUD V

,]RWRSVND VWDURVW FLUNRQD RG SUHNR \*D X  
QD NRUD UDQR RGYRMHQD RG RPRWDþD NRML MH  
QLML äWR MH PDOR YHURYDWQR MHU MH QDäD SC  
VX PHWDPRUIQH VWHQH QDVWDOH QD UDþXQ SRVW  
JPDWVNWK NLVHOLK VWHQD NRMH VX L]JOHGD SP

&LUNRQ QH NULVWDOLÄH L] ED]DOWD MHU MH S  
HOHPHQDWD UþWNL\$KR]MÝWþOHMDR MH GD MH RYDM F  
ÄNRQWLQHQWDQQRJ WLSD PDJPH' JUDQLWD þLMR  
ELWQL OLWRORäNL þODQRYL NRQWLQHQWDQH NR

6PDWUD VH GD MH YRGD NRMD VH MDYOMD X JO  
DPžEROLPD L OLVNXQLPD GRäOD L] VWDULK SUY  
]DFLMRP SULPLWLYQRJ RPRWDþD 3RMHGLQL DXWF  
NDGD VX VH ÄVOXSDOH' QD WHN URÿHQX =HPOMX

, , , 1 \$ 6 7 \$ 1 \$ . , 5 \$ 6 7 . 2 1 7 , 1 ( 1 7 \$ / 1 ( . 2 5 0

3RVWRML ]QDþDMQD GHEDWD R QDVWDQNX NRQWL  
DQVNL SODWRL VX ELOL XRELþDMHQD SRMDYD L YHU  
QMLKRYLP QDUDVWDQMHP L LOL VXGDURP VUHGQMHI  
NRML VX X WR YUHPH L]JOHGD ELOL þHVWL L ÄQRU  
WRSORWH WRNRP DUKHDQD QHJR NDVQLMH %LOR MH  
NUHWDQMD SORþD L YLVRNH WRSORWH ]DRVWDOH RC  
UDVSDGDQMD NUDWNRWUDMQL& ØDGVRXDNXVRXYQDWLLY  
SURL]YHOL GYD GR WUL SXWD YHÜX WRSORWX X DU  
MH ]QDþDMDQ XWLFDM QD SRORåDM NRSQD L PRUD C  
MH WHNWRQLND SORþD X UDQRP KDGHDQX ]QDWQR C  
NRMRM MH SRþHOD ÄSURL]YRGQMD' RJURPQH NROLþ  
GD OL MH UHODWLYQR GXJRWUDMQD RELPQD NRQWL  
KODGDQ RPRWDþ L DNR MHVWH NDNR VH ÄSUHJUHM

2WYRUHQR MH SLWDQMH GD OL VX UDQL WHNW  
VX GUXJDþLML 7UHED LPDWL X YLGX GD VX UDVW  
þHQL 9HÜLQD SHWURORÄNLK PRGHOD XNOMXþXMH  
NUR] YLÄHID]QL SURFHV X] PDJPH ODYH L] VUHG  
RVWUYVNKL OXNRYD PHÿXVREQH VXGDUH LWG

3UHPD SRVWRMHÜLP VD]QDQMLPD PDNV-LPXP VV  
QH NRUH MH ELR SUH RNR PLOLMDUGL JRGLQD  
QHQW NRML VH UDVSDR SUH RNR ± PLOLMDUC  
NRML MH GRGDWQR L]JUDGLR NRQWLQHQWDOQX N  
1DYHGLPR QDMYDåQLMH SURFHVH VWYDUDQMD

5DVW NRQWLQHQDW YHJDQ JD PDJPDWL]DP  
OXNRMDLG D QDVWDMH RJURPQDW INRØHL6LQID UYQFQJN DQI  
JLWL GDFLWL L LQWUX]LYD GLRULWL NYDUFGLR  
NRUX ÄSULUDVWDOL' WM GRGDYDOL VH

=DWYDUDQMH RNHDQWNSRJMISMR VQDRUDDWNDMGRD LV  
WLQHQWDOQLP PDUJLQDPD NRML ]QDþDMQR GRSUL

, QWHQJLYQD KRUL]RQWDOQD NRPSUHVEMD ND  
WLQHQDWL LOL GR NROLJLMH VD RVWUYVNLP OXNR  
GHEOMD L YHÜD L

8WLVNLÝDQMH L L]OLYDQMH ED]DOWQLK PDJP  
OLWRVIHUh NRMX GHORP VWDSDMX .DGD VH L]O  
ODYD VWYDUDMXÜL SODWR ED]DOWH SRYUäLQH KL  
NLORPHWDUD 2YH ODYH LPDMX YHÜX JXVWLQX L  
QHQWDOQH NRUH NRMD MH GDQDV ]QDWQR GHEOM

= \$ . / - 8 ý , 028 SURWHUR]RLNX MH ELOR LQWHQJLY  
L NUHWDQMD L VSDMDQMD NRQWLQHQDW X] LQW  
VH VPDWUD GD MH X WR YUHPH QDVWDOR RNR ±  
3RPHQXWL JHRGLQDPLþNL SURFHVL X] RGJRYD  
YRGHQH EDVHQH RNHDQH RPRJXÜLOL VX L GHSR  
VHGLPHQDW L UXGD JYRåýD 8WYUýHQR MH GD M  
YHOLNLK VHGLPHQWQLK ED]HQD LOL SODWIRUPL  
NUDWRQL]DFML L SULVXVWYX YHOLNLK NRQWLQH  
3RMHGLQL DXWRUL NRQWLQHQWDOQX NRUX GHO  
L GHIRUPDFLMD QD þSLRQNDSNRUDM RQDNMSRDDGM BVHQD  
QHLWG NRML JUDGH MH]JUD LOL GHORYH NRQWLQH  
RURJHQLPD ,]JUDýHQL VX RG MDNR LOL VODER PH  
PHWDPRUþVDQLK YXONDQLWD QMLKRYLK SLURNOD  
VNLK VWHQD XJODYQRP JUDQLWRLGD 'XåLQH VX L  
SRGHOH GHþQLFLMH L NODVLþNDFLMH GHQRP VH  
KYDWLWL L NDR VLQRQLPH 1DSRPHQLPR GD VX QD  
NRULVWH QDURþLWR X UHJLRQDOQRM JHRORJLML

\*QDMV JUDQLWXNIOþR MXDNWÅUYL L JUDQXOLW JQDM  
RG MDNR PHWDPRUþVDQLK VWHQD JQDMVHYD PL  
PHWDPRUþVDQLK ED]LþQLK VWHQD L QMLKRYLK S  
NRMH VX XWLVQXWL SRVWRURJHQL JUDQLWL 2ELþ  
VX SRMDV /LPSRSR X MXåQRM \$IULFL /HYLVLMDQ  
VHYL X VHYHUQRM .LQL QD \$QWDUNWLNX LWG 1D  
PHWDPRUIR]RP SHäþDUD DOHYUROLWD NUHþQMDN  
SLURNODVWLWD RG NRMLK VX QDVWDOL DPþEROL  
JLWL L JUDQXOLWL \*UDQLWL VX RELþQR LQWUXJLY  
9LVRN VWHSHQ PHWDPRUþ]PD L MDNH GHIRUPDI  
WLQHQWDOQH NRUH NRMD MH X WR YUHPH ELOD  
MHYLPD WHNWRQLNRP XGYRVWUXþHQD X GHEOM  
GHIRUPDFLMH VX YH]DQH ]D NRQWLQHQWDOQH NR  
þHJD VH VPDWUD GD SUHGVWDYOMDMX ]RQH NRQW

.UDWRÅLYHOLND WHNWRQVNL VWDELOQD SRGUX  
NRUH NRMD JUDGH L MH]JUD QHNLK NRQWLQHQDW  
PRUIQLK VWHQD JQDMVHYD PLNDåLVWD DPþEROL  
PHQWLPD VWYDUDQLP X SOLWNRM PRUVNRM YRGL  
YXONDQL]DP VX UHWNL 6D YUHPHQRP PHQMDMX RE  
NUDWRQL SUHGVWDYOMDMX QDMVWDULMH RURJHQV

âWLWÅYÅLWDELOQL GHORYL NRQWLQHQDW  
štitoi ,]JUDýHQL VX RG SUHNDPEULMVNLK VWHQD V

6OLND        3RORåDM NUDWRQD QD =HPOML

NULYDþD 1DMYHÜLP GHORP VX L]JUDÿHQL RG PHWD  
6WDUL VX RG PLOLRQD GR SUHNR PLOLMDUGH  
VWDELOQD XJODYQRP UDYQD VD PDORP YÐULMDF  
PHQD XNXSQH NRQWLQHQWDOQH NUH D QDMYHÜL  
\$QWDUWLþNL ãWLW LWG ORJX ELWL SRNULYHQL PC

3ODWIRUXPWDNRÿH VWDELOQL GHORYL NRQWLQI  
NDPEULMVNLK VWHQD NDR L ãWLWRYL DOL JD UI  
PD GHEOMLQH HGRDP ENPLMVNL ãWLWRYL L SODWIRUI  
NUDWR QNLRPNDL SUHGVWDYOMDMX VWDELOQH GHORY  
PRELOQH SRMDVHYH 7R VX PHVWD QD NRMLPD VX  
VWYDUDQLP X SOLWNRM YRGL ORJX ELWL L SDOHF

2URJHQL SVRMÄDGXJML' SRMDVHYL VWDULK -VWHQD  
VNH ODQFH XJODYQRP QDVWDQH NRQWLQHQWDOQ  
QL 3UHPD JHRORãNLP VD]QDQMLPD PQRJH VWHQH  
NRML VX NDVQLMLP WHNWRQVNLP SRNUHWLPD XEU  
SODQLQVNH SRMDVHYH DOL L R]QDþDYDMXÜL PHV  
PODÿHJ RURJHQRJ SRMDVD MH SODQLQVNL YHQDF

3DOHR]RMVNL RUVXHQXLå ISQHM DRGHQH NROLNR VWR  
OMDGD NLORPHWDUD 1DVWDOL VX WRNRP EDMNDC  
RG UD]OLþLWLK YUVWD PDJPDWVNLP PHWDPRUIQL  
YHQFH VD VODER L]JUDåHQLP UHOMHIRP L RGOLNXM  
, VWRYUHPHQR VD IRUPLUDQMHP NUH QD QDãR  
QDUHGQRP SRJODYOMX SULND]DÜHPR QMHQD RVQF

, , , \$ 7 0 2 6 ) ( 5 \$

8 Q X W U D ä Q M H    W H U H V W U L þ Q H    S O D Q H W H - P H ý X N  
O R P   V X   J D G U å D O H   J D V R Y H   R G   N R M L K   V X   Q D V W D O H  
R G   6 X Q F D   R G U H G L O R   M H   X   N R P   R E O L N X   V X   R V W D O H  
D W P R V I H U D   L   Y R G D   Q D   = H P O M L   L O L   V D P R   N D R   O H C  
= H P O M D   M H   R N U X å H Q D   Y D ] G X K R P    D W P R V I H U R I  
L ] Q D G   Q M H Q \$ H S P R Y S M B Q E D X M H   H Q H U J L M X   6 X Q F D   ä W  
J H W V N R J   J U D þ H Q M D   L   S U R V W R U D   Ä K O D G Q R J '   Y D N X  
Q H R U J D Q V N H   P D W H U L M H   N D N R   E L   R E H J E H G L O D   Ä Q  
R S V W D Q D N   6 W Y D U D O D   V H   L   U D ] Y L M D O D   X   Q H N R O L  
6 P D W U D   V H   G D   M Q I D S / W Y D D O D   W N P D R G M D   H U ð H P O M D   R G  
D N U H F L M H   Q D U D V W D Q M D   L   V W Y D U D Q M D   Q D ä H   S O D  
Q R P   R G   Y R G R Q L N D   L   K H O L M X P D   D O L   V H   E U J R   Ä L ] J X  
E L O D   G R Y R O M Q R   M D N D   G D   V S U H þ L   Ä R G O D ] Ð N '   J D V  
Q H O R   M H   L   V W Y D U D Q M H   0 H V H F D   N D G D   M H   V D P R   Q  
Q D ä H   = H P O M H   Q M X   S R J R G L R   Y H O L N L   R E M H N D W   Y H  
\* D V R Y L W H   H U X S F L M H   S U Y L K   Y X O N D Q D   N R M H   V X  
Q M H P   S D U D   R N R P   R N R   1<sub>2</sub>   Q H N R O L N R   S U R F H Q D W D  
O L þ Q H & Q<sub>2</sub> 6   6<sub>2</sub>   & +   D P R Q U M D N D G   V W Y R U L O H   V X   Ä  
D W P R V I H U X   N R M D   M H   J E R J   Y H ü H   J X V W L Q H   Ä R V W  
0 H ý X V R E Q L P   U H D N F L M D P D   S R P H Q X W L K   J D V R Y D  
K O R U R Y R G R Q L þ Q D   V X P S R U Q D   L W G   N R M H   V X   U D ]  
V H G L P H Q W H   D O L   L   P H Q M D O H   V D V W D Y   D W P R V I H U H  
3 U L Q R V R P   Y R G H Q H   S D U H   L ]   Y X O N D Q V N L K   H U X S F L M H  
P L O L M D U G H   J R G L Q D   Q D V W D O L   V X   R E O D F L - L   R N H D  
Q R   V W Y D U D Q   Ä V D P R H P H 6 S X D Q M M P P R U O D þ N H X Q M D H P   2 G  
N R O L þ L Q H   R Y R J   J D V D   X N D ] X M H   Q D   W R   G D   M H   D W P R  
G D   M H   X O W U D O M X E L þ D V W R   J U D þ H Q M H   Ä S U H S O D Y L  
M H   V H   E L O R   M H   L   P Q R J R   Ä J U P O M D Y L Q D<sup>3</sup>   R O X M D  
V O D E L M H   Q H J R   G D Q D V   D O L   V H   = H P O M D k o p a Je M H   Ä V P  
X J U R N R Y D O D   M D N   H I H N D W   V W D N O H Q H   E D ä W H  
ä L Y R N M Q X R   S U H   R N R   P L O L M D U G L   J R G L Q D   G  
6 D   S R M D Y R P   I R W R V L Q W H ] H   R G   G R   P L O L M D U G I  
N L V H R Q L N D   Q D V W D O D   M H   V O R å H Q L M D & 2 R k ö j ï D Q V N D  
Ä R G O D J L<sup>3</sup>   X   V D V W D Y   Q H N L K   R U J D Q L ] D P D   X - J O D Y Q R  
U L P D   L   R N H D Q L P D   1 M L K R Y L P   L ] X P L U D Q M H P   V W Y D  
N U H þ Q M D F L   N R M L   R Y D M   J D V   L   G D Q D V   Ä þ X Y D M X<sup>3</sup>   6  
M D Q R E D N W H U L M D   L   U D Q L K   E L O M D N D   N R O L þ L Q D   N  
P L O L M D U G H   G R   R N R   P L O L R Q D   J R G L Q D   G R V W L J

6 W Y D U D Q M H P O<sub>2</sub> H Q D H V M R D Q L M I H Q H R ] R Q V N L R P R W D p  
O R P V S U H p L R 8 9 J U D p H Q M H & V 2 D V B Q F D R D M P D I Q M I N D V D  
E D ä W H 8 ] P D Q M H Ä J U P O M D Y L Q D ' L R O X M D V W Y R U H  
U D ] Y R M L R S V W D Q D N å L Y R W D Q D = H P O M L

, , , 6 \$ 6 7 \$ 9 \$ 7 0 2 6 ) ( 5 (

\$ W P R V I H U D M H W D Q N D V I H U D R N R = H P O M H 6 D V  
N L V H R Q L N D D U J R Q D X J O M H Q G L R N  
K H O L M X P D N U L S W R Q D Q H R Q D L N V H Q R Q D N R M X  
V L O R P J U D Y L W D F L M H J D G U å D Y D D W P R V I H U X G D Q H

\$ ] R W<sub>2</sub> Q D M ] D V W X S O M H Q L M L M H J D V X D W P R V I H U I  
I H U V N L P L å L Y R W Q L P S U R F H V L P D 3 U H N X U V R U M H J  
V L Q W H ] X S U R W H L Q D - D Y O M D M<sub>2</sub> 0, L<sub>2</sub> X<sub>2</sub> 1 0 H G<sub>2</sub> Q M W G Q M L F

. L V H R Q L H N V H Q F L M D O D Q M H J D P H W D E R O L - J D P L H  
staje<sub>3</sub> N R M L J U D G L R ] R Q V N 8 9 V O D R M H Q N R H M L D S R V S P O U R E N Q M  
0 R O H N X O L J D V R Y D X D W P R V I H U L V H N R Q V W D Q  
\$ W P R V I H U D M H X Y H N X S R N U H W X M H U Q D H N Y D W F  
Q H J R Q D S R O R Y H 9 D ] G X K V H J D J U H Y D S R V W D M H Q  
W H å L W R Q H Q D N R Q W R J D V H S R Q R Y R J D J U H Y D S  
V H J O R E D O Q H F L U N X O D F L M H Y D ] G X K 6 D O L H Q R M H M P R I G  
N U H W D Q M H P Y R G H X P R U L P D L R N H D Q L P D N D G D V  
U H G L V W U L E X L U D M X W R S O X H Q H U J L M X L ] H N Y D W R U

\$ W P R V I H U V N L Y D S I G X W M H D W L O D S R M H G L Q L F L S R Y U ä I  
L ] Q D G R G U H ä H Q H W D p N H Q D E L O R N R P R E M H N W X L V S  
M H P L O L E D U D P E 3 U L W L V D N Y D ] G X K D - M H M H G  
W L L O M X G L Q L V X ä J G U R E O M H Q L ' L O L G H I R U P L V D Q L S

\$ W P R V I H U V N L S U L W L V D N L J X V W R ü D Y D ] G X K D V  
3 R G U X p M D Y L V R N R J S U L W L V N D D W P R V I H U H L P D M X  
R G S R G U X p M D Q L V N R J S U L W L V N D 3 U R P H Q H S U L W  
N R M L Q D M Y H ü L P G H O R P Q D V W D M H X V O H G U D ] O L N D

= H P O M L Q D D W P R V I H U D Q D V ä W L W L R G P D Q M L K  
N L V H R Q L N J D M H G Q R V D P D J Q H W Q L P S R O M H P ä W L  
p H Y R J J U D p H Q M D N R M L E L X J U R ] L O L å L Y R W N D N D Y

\$ W P R V I H U D N R M D R N U X å X M H = H P O M X P H Q M D V  
3 R G H O M H Q D M H Q D Q H N R O L N R V O R M H Y D V O L N D  
W H P S H U D W X U Q L P J U D G L M H Q W L P D N R M L Y D U L U D M

Slika 156. Atmosfera

7URSRW~~I~~H~~I~~LQD M J X ä ü L L Q D M Q L å L G H R D W P R V I H U H  
YU ä L Q L 3 U R W H å H V H G R N P X Ä Q H E R ' J G H W H P S  
Q H = H P O M H S & U R G V R H p Q F & 9 H ü L Q D S R ] Q D W L K D W P R  
S U L O L N D L Ä Q H S U L O L N Q H M J D L Y M O D M D X V Q H F D X J D U B R S R D Y T R Y

I H U H L = H P O M L Q X S R Y U ā L Q X V W Y D U D M X Ü L W R S O L M X J R U Q M H G H O R Y H W U R S R V I H U H D Ä ] D P H Q M X M H ' S R Y U ā L Q H = H P O M H

. U H W D Q M H F L U N X O D F L M D Y D ] G X K D X ] W H P S H U L Y U H P H Q V N H S U L O L N H 3 R Y U ā L Q V N L P L V S D U D Y D C S D U D N R M D V H G L å H X J R U Q M H G H O R Y H W U R S R V I H V N L X V O R Y L N R Q G H Q ] X M H V H L N D R Y R G D S R Q R Y F

1 D M Y H Ü L G H R V H W U D Q V S R U W X M H U H N D P D X Q R N H D Q D , Q D N R Q W R J D 6 X Q F H ] D J U H Y D Y R G X L R S M H G R P L Q D Q W D Q S U R F H V H U R J L M H W H U H Q D L ] Q D ]

, ] Q D G W U R S R V I H U H M H J U W Q R S Q R S D R E M O D D V R W Q D R D Q S U H Q D W U X D W R H E H O M L Q H M H R N R N P

6 W U D W M I S B Q U X p M H L ] Q D G W U R S R S D X ] H G R R N P O M H 7 H P S H U D W X U D V H S R Y H Ü D Y D V D Y L V L Q R P R Q D M Y L ä H P R Q I R Q X V O R M X D W P R V I H U H M H R ] R Q V N L V C R G W U L D W R P D N L V H R Q L N D G H E O M L Q H G R R N R

2 ] R Q V N L R P R W D p Q H Y L G L P R D O L M H Y H R P D Y R G 6 X Q B Q Y B D p H Q M D \$ N W L Y Q R V W p R Y H N D - W H U P R S U L Y U H G D L M R ä P Q R J D W R J D ] Q D p D M Q R M H R ä W H N O L P D W V N H S U R P H Q H S U H V Y H J D Y L ä X W H P S H U D W L - X å Q R P S R O X D X O H W Q M L P P H V H F L P D V W Y D U D M Q D p L Q å L Y R W D L R G Q R V V D S U L U R G R P S Q B Q H W R P Q L P R G D X V W U D W R V I H U L L P D L Y H W U R Y D N R M L G , ] R W H U P D O Q L U H J W R Q W S R S Q Q W D M D R V W U D W R V I H U X L

0 H ] R V I O H A L L ] Q D G V W U D W R V I H U H S U R W H å H V H U D W X U D Y D ] G X K D Q D Ä Y U K X ' P H ] R V I H U H V H G U D P D

0 H ] R S D X J D G Y D M D P H ] R V I H U X R G W H U P R V I H U H ' W X U H S R Y H Ü D Y D M X Q D Y L ä H R G f &

5 H O D W L Y Q R P D O L E U R M P R O H N X O D N L V H R Q L N D p H Y X H Q H U J L M X L W R S O R W X D W H P S H U D W X U H V U H J L R Q X N D R R G J R Y R U Q D S U R P H Q M H Q X V R O D U Q X

7 H U P R W H U Q D V W D Y O M D L S U R ä L U X M H G R N P Q L Y R D D W R P L V H R G Y D M D M X R G P R O H N X O D L P R J F D M D = H P O M H

( J ] R V I M H D V O R M L ] Q D G N P 8 Q M R M M H Y U O R U Y L V L Q H S R V W H S H Q R Y \$ W H Ø Ø R M X D W D P N R X X M B Q R M D Q U M H \$ W P R V I H U D V H P R å H S R G H O L W L L Q D R V Q R Y X K

+ R P R V I H Q U D E O M L Q H ± N P P H Ä D Y L Q D M H X M H . L V H R Q L N L D J R W V X X G R Q M H P G H O X D O Ð N Ä L J D V L Q D P D J G H S R V W R M L L Y H O L N L E U R M Q D H O H N W U D W P R V I H U M R Q B Y W M C D Q D V W D M X \$ X U R U D E R U H D O L V

6 D V W D Y L V Y R M V W Y D D W P R V I H U H V H V W D O Q R S R Y H Ü D Y D L O L V P D Q M X M H % D N W H U L M H L G U X J L E D O L J D L Y U D Ü D M X 3 R V H E D Q ] Q D p D M X D W P R V I H U

. 5 \$ 7 . \$ 3 5 , ý \$ 2 9 2 ' ,

9 R G D M H Ä p X G R ' S U L U R G H ± M H G Q R V W D Y Q R J K P R J X Ü Q R V W L P D , P D M H V Y X G D L X V Y L P R E O L F L P D Ü H S R V W R M D W L L R S V W D W L G R N L Y R G D S R V W R M L G H O R P L J J U D Ü H Q R R G Y R G H X N O M X p X M X Ü L 9 D V L P å L Y R W D R G Y L M D M X V H X Y R G H Q R P U D V W Y R U X

9 R G D V H N D R ä W R ] Q D P R V D V W R M L R G M H G Q R D W R P D Y R I C Q R Q U N D G H Ü L P R O H N X O N R M L Q H P D Q D H V W U X N W X U H L S R O R å D M D H O H P H Q D W D N R M L M H J U N D R G L S R O V O L N D 6 D V W U D Q H E O L å H Y R G R Q G R N M H X G H O X E O L å H P N L V H R Q L N X Ä Q H J D W L Y Q D ' b L R N R O Q H P R O H N X O H Y R G H 3 R O D U L W H W Y R G H M I R G O L p D Q U D V W Y D U D b ] D V X S V W D Q F H N R M H Q L V X H L S U R W H L Q H 9 R G D R P R J X Ü D Y D L N R P X Q L N - D F L M X Q M H Q M D 3 R O D U L W H W P R O H N X O D Y R G H R E M D ä Q M D W H P S H U D W X U L L V S R G f & Y R G D S U H O D ] L - X p Y U V V W D O Q X V W U X N W X U X Y H å X V H S U H N R Y R G R Q L N R Y X W H p Q R P V W D Q M X P R O H N X O L Y R G H V H Ä V O R E R G O P L Q X R G O H G D L Y H Ü X P D V X = E R J W R J D M H O H G O M H U R V W D M H Q D S R Y U ä L Q L L J R O X M H Y R G X L V S R G

9 D å Q D N D U D N W H U L V W L N D Y R G H M H G D X U H O D V f & R V W D M H X W H p Q R P V W D Q M X L L P D - Y H O L N X O D W L Y Q R Q H R V H W O M L Y D Q D V S R O M D ä Q M H W H P S H R S V W D Q D N ä L D Y R W H Ü D Q X M R W L Q D Y R G H M H Q D f &

3 R P H Q L P R Q D M Y D å Q L M D V Y R M V W Y D Y R G H

- voda je S U R Y L Q Q P D E R I M X E V V W U D Y R G D R P R J X Ü D Y D S U R Ü H N U R ] Q M X ä W R M H Y D å Q R ] D R S V W D Q D N E N R U D O H N R M L å L Y H X Q M R M

- voda je U D V W P R Ü H E L W L L V X V S H Q ] L M D

- Y L V R N D V S H F L M H Q D R W R S L O Q D W D V R S O R W H N R M D V

Slika 157. Struktura vode

SRWURãLWL GD EL SURPHQLOD WHPHUDWXUX YRG  
 WLPH ÄRGROHYD' SURPHQL WHPHUDWXUH NDNR  
 - YLVRND WRSORJW D RLOMSD QD YDQ M QJLMH SRWUHE  
 WHþQH YRGH X JDV NDORULMD NDGD VH ÄUD]  
 7RSORWQD HQHUJLMD 6XQFD XJURNXMH SURPHQ  
 X JDVRYLWR QD ORNYDPD SRWRFLPD UHNDPD PR  
 SDUD GLåH X DWPRVIHUX  
 - NRQGHQ J D Q D M D HÜLP YLVLQDPD YRGHQD-SDUD V  
 ]XMH VWYDUDMXÜL REODNH NLãX LOL VQHJ X NRM  
 - NRKHJLMHSULYODþHQMH L]PHýX þHVWLFD LVWH V  
 QDSHWRãüX PHUD MDþLQH YRGHQH SRYUãLQH SP  
 - DGKHMJLMHDHSOMHQMH SULYODþHQMH VD GUXJL  
 WOR ELOMQD WNLYD L SDPXN NDGD VH IRUPLUDM  
 VSRVREQRVW NDSLQDUQRJ ÄSHQMDQMD'  
 - WUDQVSMDHDFWRIEHV NRMLP ELOMNH JXEH YRGX  
 GHR YRGHQH SDUH YUDÜD X DWPRVIHUX  
 - XQLYHU]DOQL+ UMDRVGADY MHDþYHVWUDQL U-DVWYD  
 OHNXOD YRGH WUDQVSRUWXMH L ÄåLYRW' RUJD  
 PDWHULMH WHþQL ÄRWSDG' NRML VH L]EDFXMH

UDVWYRUHQL X YRGL SUHQRVH NUR] ELOMNH LOL  
SRWUHEQH UDVWYRUHQH VXSVWDQFH LWG  
- S+je NRQFHQWUDFLMDHY RG BQLVWRYRLUKX MRQDMH C  
VNDOD X UDVSRQX RG GR QHXWUDOQR MH D  
OLQH GLVRFLUDMX X YHR QIR Q\$DR YSHüPDHYQDMPX+ &QDHNUhå BR  
H₂&₂ RUJDQVNH NLEVHOOHQH MWQED]QL EDJH -UDVWYD  
QMXMX NRQF HMQVQD DIFLSQH KDGDMVLOQH MRQH L  
JRUNRJ XNXVD Q1HDNQH .RG E B GDD VEXLNDUERQD LWG  
- voda se javlja u svđu L DJUHJDWQD VWWRDpq MWDH pQRP L J  
.DGD MH X JDVRYLWRP VWDQMX QDJLYDPR MH YR  
QHYLGOMLYD DOL VH X REODFLPD PDJOL NLäl C  
6XQpHYRJ LOL GUXJRJ JUDpHQMD YRGD VH JDJUHY  
YUHPHQD L PHVWD 9RGHQD SDUD SUHQRVL WRSO  
2QD VWDELOL]XMH DWPRVIHUX DOL L XJURNXMH I  
YUHPHQVNWK SRMDYD 6SDMDQMHP PROHNXOD X Y  
YRGH SDGDMX QD SRYUäLQX =HPOMH X WHpQRP L  
SDGQH QD =HPOMX YRGD VH SRQRYR JDJUHYD LV  
GHWDOMQLMH X SRJODYOMX 6HGLPHQWQH VWHQH  
2VLP YRGH X DWPRVIH&₂ M Q QD&QWD NHEV&VSDY  
JDQVNH PDWHULMH RG YXONDQVNWK HUXSFLMD V  
JRULYD åLYRWLQMVNWK HPLVLMMD %LOMNH XJLPD  
PQRJL PRUVNL RUJDQL]PL JD NRULVWH JD JUDGQM  
od &D&₂ pLP&₂VXNODQMD L] DWPRVIHUh 7R MH JDV  
JERJ pHJD VH DWPRVIHUD JDJUHYD PHQMDMXÜL NO  
R VDGUåDMX RYRJ JDVD MU RQ JQDpDMQR XWLp  
ELÜD 'UXJL JDVRYL WDNRyH GRSULQRV&H HIHNWX  
DJRW RINVLLGKORURÀ X&ROJ&NDUERQ  
6DGUåDM PHWDQD X DWPRVIHUL VH SRYHÜDYD  
NURELPD EDNWHULMDPD X SLULQpX åHOXFLPD åL  
GRSULQRVH XQOäW PDYäDWLWXRJHQDXVNH NRMD äWLW  
OMXELpDVWRJ JUDpHQMD  
2]RQ VH NDNR VPR SRPHQXOL QDMYHÜLP GHOF  
IHUH JGH VH VORERGQL DWRPL NLVH QQLXN DWYUDXM  
WRVIHUL \*XELWDN R]RQD MH SRVOHGQMLK GHFH  
UXSH' JRWRYR EH] SULVXVWYD R]RQD L]QDG \$UNW  
OMD R WRPH NROLNR MH JXELOWDN R]RQD L]D]YDQ  
YHOLNLP IDNWRURP D NROLNR SULURGQLP SURFH  
6XPSRU G&R NQDQYHÜLP GHORP QDVWDMH VDJR  
YD 8 DWPRVIHUL VH PHäD VD YRGDP VWYDUDMXÜ  
NRMD ÄXELMD' ÀRUX L SUHNR PQRJLK SULURGQLK  
äWHWQLK XWLFDMD QD åLYRWQX VUHGLQX

, , , 3 5 9 , ä , 9 2 7

9HUXMH VH JRWRYR VPR VLJXUQL GD MH =HPC  
VWHPX QD NRM RM SRVWRML åLYRW NDNDY SR]QD  
XND]XMX QD WR GD MH åLYRW QDVWDR MRä WRNRI  
X NRMLPD MH QDÿHQ 'D EL RSVWDR WHN ]DSRþHW  
NDGD MH YODGDR SDNDR" -Rä XYHN QHPD MHGQR]  
-HGQD RG KLSRWH]D QDYRGL GD MH åLYRW QDV  
PROHNXOD QD UDQRM ÄQHåLYRM' =HPOML 3RMHG  
ÄGRäOL' L] VYHPLUD VD PHWHRULWLPD L NRPHWDI  
1DMUDQLML åLYRW MH ELR X REOLNX MHGQRVW  
XYHN QLVX SRWSXQR MDVQL (YR QDMYLäH SULKYD  
äLYD PDWHULMD QD =HPOML MH QDMYHÜLP GH  
NLVHRQLND L YRGRQLND NRML JUDGH åLYRWD  
L WUDJRYL GUXJLK HOOPHQDW 9LVRND NRQFHQW  
VH ÄVYHSULVXWQRP' YRGRP =DäWR MH YRGD WRC  
äLYRW NDNDY SR]QDMHPR ED]LUD VH QÐ VSRV  
åHQH PROHNXOH 'D OL EL åLYRW QDVWDR L UD]YI  
GUXJL HOOPHQW" 6LOLFLMXP MH WDNRÿH þHWYRU  
GUXJDþLMH RG XJOMHQLND L QDMYHÜLP GHORP JU  
MXP L XJOMHQLN ]QDþDMQLMH ]DVWXSOMHQL X VYI  
ELWL RVQRYD ]D åLYRW QD QHNRM RG JDODNVLM  
\$NR VPR VDPL X VYHPLUX ÄWR VLJXUQR L]JOHGD  
MH MHGQRP .DUO 6DJDQ , ]DLVWD L]JOHGD GD VX  
GDMXÜL PRJXüQRVW GD VH VWYRUL åLYRW 1HNROLN  
HOOPHQWH RG NRMLK PRJX QDVWDWL åLYL RUJDQL]F  
Ä6LOH' NRMH XSUDYOMDMX 8QLYHU]XPRP VWYRU  
KODGQR QL PQRJR WRSOR' L SRGHVLOH RGQRVH VD  
GD VH VWYRUL åLYRW , RQ YHUXMHP NDR L 9L M  
QLMH YDåQR RQ SRVWRML 'RND] VX L RWNULYHQL  
]YH]GD X QDäRM JDODNVLM L PLOLMDUGL JDODN  
\*GH VX X XQLYHU]XPX ÄQDMEROML XVORYL' ]D  
2þLJOHGDQ QHGRVWDWDN åLYRWD X 6XQþHYRP  
WH VXJHULäH GD VH åLYRW VOLþDQ LOL LVWL P  
SRSXW =HPOMH NRMD LPD XVORYH ]D QDVWDQDN  
NLVHRQLND YRGRQLND VLOLFLMXP D JYRåÿD LWG  
QHPD MDNRJ JUDþHQMD L JGH QHPD LQWHQ]LYQRJ  
QHEHVNLW WHOLPD  
5HJLRQL SRYROMQL ]D åLYRW X QDäRM JDODN  
NRMH SRNULYD RNR JDODNVLMH 7X MH L QDäH

8 FHQWUX JDODNVLMH PDOR MH YHURYDWQR G  
SUHYHOLND D UDGLMDFLMD MDND WHPSHUDWXUD  
9UDWLPR VH GLVNXVLML R QDVWDQNX åLYRWD  
þDMQLP NROLþLQDPL 1D =HPOML PHÿXWLP LPD  
]DVWXSOHQQL VLOLFLMXP JYRåÿH PDJQH]LMXP N  
RGJRYRU QD RYX QHSR]QDQLFX" +HPLMVND UHDN  
HOHNWURQD L QMHJRYH YDOHQFH 8JOMHQLN VD  
EURM MHGLQMHQMD VD GUXJLP DWRPLPD 6D YRG  
XJOMHQ YRGRQLND DOL VH PRåH YH]DWL L VD VD  
HOHPHQWLPD 2YR VYRMVWYR RPRJXÜDYD RJURPD  
OD NRML VX PHKDQL]DP SURFHVD åLYRWD JUDGH  
JUDGL YHOLNL EURM VWDELOQLK PROHNXOD =ERJ  
XJOMHQLN NLVHRQLN L DJRW VX RVQRYQL HOHPHQ  
þHWLUL HOHPHQWD VWYDUD VH YHOLNL EURM RU  
HVHQFLMDOQH' DPLQ ~~SNIRWHOLQH~~

ýHWLUL SRPHQXWD HOHPHQWD XJOMHQLN NLV  
=HPOMLQX DWPRVIHUX X REOLNX XJOMHQ GLRNVL  
VORERGQRJ YRGRQLND L QHNLK SURVWLK RUJDQV  
ELOL X YRGL NDR XQLYHU]DOQRP UDVWYDUDþX OH  
PHQDWLD L MHGLQMHQMD VWYRUHQL VX VORåHQLM  
NLVHOLQH 3UHPD RYRIM ~~QQLXSNROWHHLQV~~ NYD AND Q HMOHL QH  
ÄNRSLUDWL' L ]DMHGQR VD SURWHLQLPD VWYDUD  
6DP NR.G MH VORåHQ L PRåH VH ÄSUHXUHGLWL' QD  
OHåL X VLQWHJL SURWHLQD ± DPLQRNLVHQLQD NI  
JDQL]DPD 3RGVHWLPR VH GD MH þXYHQL HNVSHU  
SRND]DR GD VH PQRJD RUJDQVND MHGLQMHQMD  
NRPSRQHQWH SURWHLQD ODNR VLQWHWL]XMX L]

=D VWYDUDQMH QDYHGHQLK RUJDQVNLK PROHN  
PXODQVL' L]YRU YLVRNH HQHUJLMH 7RSOD YRGD  
PXQMH" (NVSHULPHQWLPD VX RG SUYRELWQH ÄVX  
YRGH HOHNWULþQLP SUDåQMHQMLPD GRELMHQH DI  
PROHNXOD' ~~1ELWQHLYKWD~~ P RQH VDPH QH SUHGVWDY  
MH GDOML PHKDQL]DP UHDNFLMD ]D SRNUHWDQMH  
PDFLMH NDNR EL VH PRJOL ÄNRSLUDWL' UDÿDWL  
åLYH L QHåLYH PDWHULMH X QHNLP VOXþDMHYLPD

6PDWUD VH GD VX SUYL SULPLWLYQL MHGQRÜHC  
WLK RUJDQVNLK MHGLQMHQMD XJOMHQL KLGUDWI  
i neorganskog ugljenika izvedenog &2 YRGH L X] SRPRü HQHUJL  
äLYRW MH YHUXMH VH SRþHR X SOLWNRM-YRGL S  
PD VOLþQLP EDNWHULMDPD SURNDULRWL NRML Q

3RMHGLQL LVWUDåLYDþL VPDWUDMX GD-VX RUJ  
QDWD SD L VDP åLYRW X REOLNX EDNWHULMD GR

QD þLQMHQFL GD MH =HPOMD X VYRMRM ÄPODGR  
NRPHWDPL NRML VX LPDOL RUJDQVN PDWHULMX  
PRJOL GDOMH GD VH UD]YLMMDMX QD =HPOML  
1DMVWDULML IRVLOL QD =HPOML VX RG SUH RN  
VX WR EDNWHULMVNH IRUPH NRMH VX HYROXLUDO  
=HPOML SRMDYLR SUH RNR LOL þDN SUHPD SRM  
äWR MH L]QHQDýXMXÜH EUJR QDNRQ QDVWDQND QD

6OLND 1DMVWDULML IRVLO QD =HPOML PLOLMD

, SURýH YUHPH 3UH RNR  
PLOLMDUGL JRGLQD GRJRGLOR VH  
ÄþXGR' QD QDäRM SODQHWL 3RMDYLOD  
VH FLMDQREDNWHLMD VOLND VLW  
QL MHGQRüHOLMVNL RUJDQL]DP NRML  
IRWRVLQWH]RP SUHWYDUD XJOMHQ GLRN  
VLG X RUJDQVNL XJOMHQLN L NLVHRQLN  
9UHPHQRP MH VDGUåDM NLVHRQLND X  
DWPRVIHUL UDVW-DR 3RPHQXWD FLMD  
QREDNWHLMD QLMH LPDOD SUHGDWRUH SD  
VH QHNRQWUROLVDQR UD]PQRåDYDOD  
VWYDUDMXÜL RJURPQH NROLþLQH NLVHR  
QLND %LOD MH W-R ANLVHRQEN NDWDVWUR  
ID' 1DNRQ WRJD SUH PLOLMDUGH  
JRGLQD ÄGROD]H' DOJH D SUH PLOLRQD JRGLO  
SRYHÜDYD VDGUåDM NLVHRQLND X DWPRVIHUL GR  
, VWUDÅLYDQMLPD MH XWYUýHQR GD VX QHNL R  
PH NRULVWLQLHYGR QRDQRL ÄGRXOD;GRU' HOHNWURQD  
VXPSRU X SURFHGX NRML VH QD]LYD DQRNVLGQD I  
UDMX VXOØWQ-LH QRDQRLG LGHMD MH GD VH-RYR GR  
PHQWLKD VWYDUDQLP X GXERNLP GHORYLKD PRUD  
3RVWRML L KLSRWH]D GD VX SUYL MHGQRüHOLM

Silka 159. Cijanobakterija (vidno polje 0,01 mm)

SURL]YRGLOL VRSVWYHQX KUDQX .RQ]XPLUDOL V  
LOL GUXJD MHGLQMHQMD NRMD VX X QMLKRYRP Q  
HQHUJLMX GRELMDOl RG RYLK DPLQRNLVHOLQD IH  
OHNXOD KUDQH NUR] QL] KHPLMVNLK UHDNFLMD N  
LWG .DGD MH IRWRVLQWH]D SRþHOD RUJDQL]PL V  
RG QHRUJDQVNLLK HOHPHQDW D SRVW~~820~~<sup>20</sup>-L VX DX  
H<sub>2</sub>O VYHW~~Q~~<sup>2</sup> WK:UDQ<sub>2</sub>D  
)RWRVLQWH]QL RUJDQL]PL VWYRULOL VX KUDQX  
SXãWDOL NLVHRQLN X DWPRVIHUX  
7DþDQ YUHPHQVNL UDVSRUHG NDGD VX RUJDQL]  
SR]QDW DOL QDMVWDULML ]DSLV KORUR~~z~~QD QDOD  
WROLWLPD L] \$XVWUDOLMH  
6WURPDW~~R~~<sup>Q</sup>UW\$D XJODYQRP NXSRDVWLK LOL  
RUJDQVNLP DNWLYQRVWLPD VOLND 1-DMYHUR  
MH UDQLMH JYDQH SODYR JHOHQH DOJH NRMH V  
ODPHODPD NRMH VX VH QDOD]LOH L]QDG WDORJD  
NDUERQDWQL VORM

Slika 160. Stromatoliti

6WURPDWROLWL SRND]XMX GD MH åLYRW QD PQ  
RJUDQLþHQ QD QHNROLNR L]RORYDQLK ORNDFLMD  
GLPHQWL PD VWDULP PLOLMDUGL JRGLQD X ]DSD  
X UDQLP VUHGQMLP L NDVQLP DUKHDQVNLP VWH  
0HÿX QDMVWDULMLP IRVLOL PD VX ± \*D- VWDUL  
OEDUD &UDWRQ X ]DSDGQRM \$XVWUDOLML JGH V  
VIHURLGQD WHOD SUHþQLND ± PLNURQD - RG NRI  
YDQMX üHOLMVNH SRGHOH 2YL PLNURIRVLOL VX V  
L QDMMDVQLMH SRND]XMX GD MHGQRÜHOLMVNL åL  
JRGLQD GD VH MDYLR MHGQX PLOLMDUGX JRGLQD

8 VHYHUQRM .LQL RWNULYHQL VX R̄ROLWL VW  
 GLPQMDFLPD L GRND]LPD JD SULPLWLYQH åLYRWQ  
 ULP VUHGQMHRNHDQVNLP JUHEHQLPD RPRJXÜLOL  
 L GUXJLK SUHELRLWLþNLK RUJDQVNPK PROHNXOD 2  
 visokih nivoa 89 ]UDþHQMD L QMHJRYLK ãWHWQLK -]LþNL  
 YRW MH ELR QD GQX PRUD X PDOLP JYR]GHQLP JO  
 3URNDULRVVNL pRkardyDiQdrjaPismsH & NØMXþXMXÜL L DUKH  
 WHULMH WUHQXWQR åLYH X FUQLP GLPQMDFLPD X  
 QMLPD RGUåDYD VH WRSORWQRP HQHUJLMRP NRMD  
 6XQFD Ä8QLYHU]DOQR VWDEOR åLYRWD' XND]XMH  
 åDOL SURVWRUL SRYROMQX VUHGLQX JD QDVWDQD  
 VX VYL KHPRVLQWHWVNL RUJDQL]PL NRML NRULVW  
 X VYRMLP PHWDEROLþNLP SURFHVLPD 3RPHQXWD  
 NRG FUQLK GLPQMDFND GRGDMXÜL GRGDWQX WRSO  
 KLGURWHUPDOQL VLVWHPL ÄFUQL GLPQMDFL' PHV  
 äLYRW MH QDVWDYLR GD LJUD JODYQX XORJX  
 DWPRVIHUh X QDUHGQLK QHNROLNR PLOLM-DUGL JI  
 QR GRED GRJRGLOr VH QD DUKHDQVNR SURWHUR]  
 MX QD VWDULMH OHGHQR GRED MRä X DUKHDQX  
 3UYL GRND] SRVWRMDQMD YLäHüHOLMVNLK RUJ  
 QD NRMD VH SRMDYLOD X SUHNDPEULMXPX SUH R  
 NDPEULMVNH HUH RG SUH RNR GR PLOLRQD  
 VNL RUJDQL]PL D RGPDk QDNRQ WRJD SUH RNR  
 ÄHNVSOR]LMD' REOLND åLYRWD NDGD VX VH X QDI  
 ÄSUHFL' YHüLQH JODYQLK åLYRWLQMVNLK URGRYD  
 7HNWRQVND DNWLYQRVW SOR&12DRG&DRHE&DHNQHRJGR  
 WDPRU]PRP L YXONDQL]PRP 2YL WUHQGRYL UH]X  
 DWPRVI&2V&WR MH XJURNRYDOR PDQML HIHNDW V  
 RPRJXÜLOR KODýHQMH L GRYHOR GR OHGHQRJ GRE  
 6ORE&G&RQL X RNHDQX X ÄNRPELQDFML' VD  
 VWYRULOL VX NUHþQMDNH NRML VX GHSRQRYDQL  
 uzelo & L] DWPRVIHUh \$HUREQH IRWRVLQWHWVNH ü  
 JHQHULVDOH NLVHRQLN 2YL RUJDQL]PL VX EUJR  
 VRNLK QLYRD (XNDULRWL VX VH UD]YLOL X ELOM  
 JRGLQD NROLþLQD NLV&2Q&LPNDDQ MHYSDROYDH &DDW&P&RV ID  
 SURWHUR]RLND NDGD MH HNVSOR]LMD PHWD]RD F  
 QD =HPOML 2YD WUDQ]LFLMD VH GRJRGLOD VD U  
 JODFLMDFLMDPD GR HNYDWRULMDOQLK UHJLRQD  
 , GD ]DNOMXþLPR SURVWH üHOLMH VX YUHPHQ  
 MH HYROXFLMD 1D NUDMX GRýRVPR 9L L MD 'RN  
 8 DUKHDQX åLYRW MH QDVWDRL SJRVUHRNåOHQ åK YRRUWD  
 MHGQD RG QDMYHÜLK PLVWHULMD åLYRWD

=DYUÃLPR RYX SUDPOXL SMLHV DQRMOND MHGLQVWYH

0QRJH NDUDNWHULVWLNH XND]XMX QD WR GD M  
GUXJLP SODQHWDPD X 6XQþHYRP VLVWHPX D L P  
RNR GUXJLK ]YH]GD

3RPHQLPR QDMYDåQLMH

=HPOMLQD RUELWD MH VNRUR NUXåQ-D þLPH  
SORWH RG 6XQFD 'D MH RUELWD HOLSWLþQD QDå  
OHWL PQRJR WRSOLMD JERJ þHJD YHOLNL GHR ÅR  
QDJLERP =HPOMH RG f

.DGD EL =HPOMD ELOD YHÜD VLOD JUDYLWDF  
åLYRWD NDNDY VDGD LPDPR

'D MH =HPOMD PDQMD L] DWPRVIHUh EL ÄSRE  
L NLVHRQLN L PL QH ELVPR SUHåLYHOL

.DGD EL =HPOMD ELOD VDPR EOLåD 6XQFX  
LVSDULOL D JDVRYL VD HIHNWRP VWDNOHQH EDå  
9HQHUL L RSHW QH EL ELOR åLYRWD

'D MH =HPOMD VDPR GDOMH RG 6XQFD RNH  
EL ELOD ]QDWQR PDQMD ãWR ]QDþL GD EL ELOR L  
EL RSVWDOL

'D QHPD WHNWRQLNH SORþD QD =HPOML QH  
EURMD åLYRWQLK REOLND NRML GDQDV SRVWRMH

%H] PDJQHWQRJ SROMD =HPOMD EL ELOD Ä  
NRMH EL XELOR YHÜLQX DNR QH L VYH åLYRWQH F

0HVHF VWDELOL]XMH RUELWX QDÄH SØDQHWH  
OXWDOD' LOL RGOXWDOD L

\*UDYLWDFLRQR SROMH -XSLWHUD ãWLWL QDÄ  
WLPD L NRPHWDPD LWG

'D OL MH QDYHGHQR VOXþDMQRVW" 1HNL QLåL  
RSVHJ XVORYD DOL YLäL REOLFL WR QH PRJX ýLG  
XVORYL ]D åLYRW 1HNL LVWUDåLYDþL VPDWUDMX  
VH QDÄD SODQHWD GHWDOMQR SULSUHPDOD ]D QD  
SR]QDMHPR

1D NUDMX RYH SULþH R =HPOML FLWLUDMPR YH  
MRYLüD VOLND

Bilo je vremena kada je vaseljena bila  
puna nebesnih tela, ali naše zemlje u njoj nije  
bilo. I bilo je vremena kada se naša zemlja stvo-

ULOD DOL QD QMRM QH EHäH QL ELOMD QL åLY  
nastaše vremena kada je na zemlji bilo raznoga  
ELOMD L UD]QLK åLYRWLQMD DOL QLNDNYLK C  
ELOR naša ~~ima~~ Mađare vrlo dugotrajnu  
LVWRULMX NRMD YHOLþLQRP L UD]QROLNRäüX  
GDOHNR SUHYD]LOD]L LVWRULMX FHORJD þRYH  
sviju pojedinih naroda.

6OLND -RYDQ äXMR  
(1856–1936)

