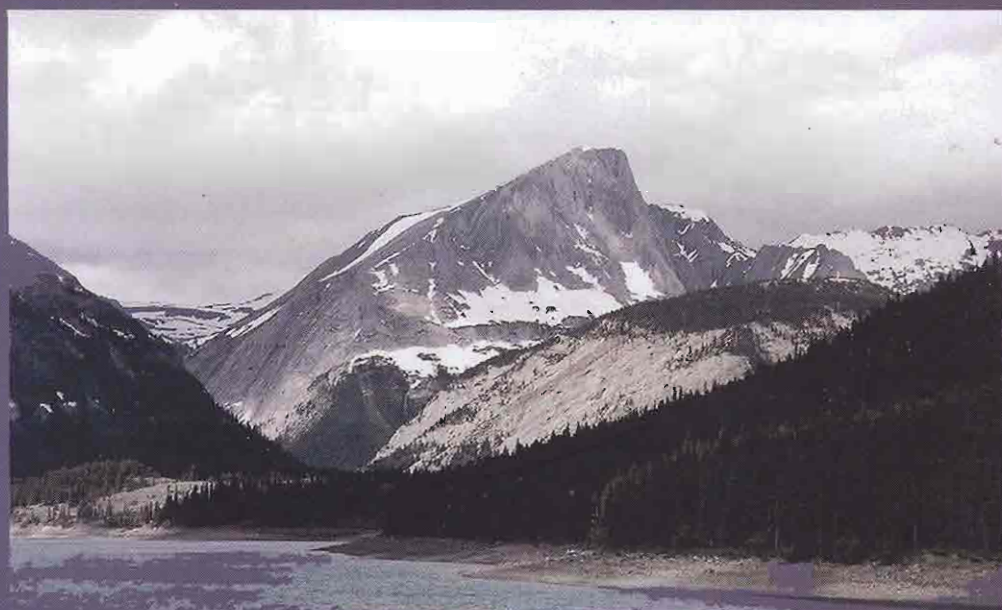


# ПУТНИК КА ЗЕМЉИНОМ ЈЕЗГРУ

ГОДИНА ПРВА



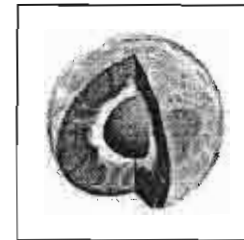
ВЛАДО МИЛИЋЕВИЋ



књига 1

ВЛАДО МИЛИЋЕВИЋ

**ПУТНИК  
КА ЗЕМЉИНОМ ЈЕЗГРУ**



**ГОДИНА ПРВА**

**КЊИГА 1**

КАЛГАРИ - БЕОГРАД, 2012

Владо Милићевић  
**ПУТНИК КА ЗЕМЉИНОМ ЈЕЗГРУ**  
ГОДИНА ПРВА

Књига је штампана у оквиру научно-популарне едиције

“Векови и васиона“, а финансирала је компанија

ЗVM Geo Ltd. - “Фонд др Милићевић“, бр. 012/12

издавачи:

ЗVM Geo Ltd. - “Фонд др Милићевић“, Калгари

Удружење “Милутин Миланковић“, Београд

Књижарско предузеће “Жиравац” доо. Пожега



Жиравац

За издаваче:

др Владо Милићевић

мр Славко Максимовић

Зоран Недељковић

Сва права задржавају издавачи

Корице: *Врх Путник (2940m)*, један од  
многобројних у Стеновитим планинама  
у Канади, који од 1918. године носи име по  
знаменитом српском војсковођи и војводи  
Радомиру Путнику (1847-1917)

*За све евентуалне грешке одговорност  
искључиво сноси аутор ове књиге*

Технички уредник: мр Вања Врачар

Лектура: Марија Ивановић

Техничка припрема: компанија ЗVM Geo Ltd.

Коректура и корице: Војислава Милићевић

Штампа:

Књижарско предузеће “Жиравац” доо, Пожега

Тираж 500 примерака

## САДРЖАЈ

	страница
АКО СЕ ПОЂЕ...	5
ПРЕДГОВОР	7
1. ПРВА БУШОТИНА	11
2. ПОРЕЂЕЊЕ	19
3. ПРАПОЧЕЦИ	25
4. ДРУГА БУШОТИНА	29
5. РАНИ МАГНЕТИЗАМ	37
6. ХОРИЗОНТАЛНО БУШЕЊЕ	43
7. СУДБИНА	47
8. НЕОЧЕКИВАНИ СУСРЕТ	52
9. ЕРУПЦИЈА	57
10. ТЕМПЕРАТУРА	63
11. ЗИМСКА СЕЗОНА	67
12. НОВЕ БУШОТИНЕ	71
13. НАФТНО ПОЉЕ “КЕРОЛАЈН”	75
14. ПРИТИСАК	81
15. ПОТОНУЛИ КОНТИНЕНТИ	86
16. КИШНО ПРОЛЕЋЕ	90
17. МАГНЕТНА ПРИВЛАЧНОСТ	95
18. ДЕВОН КОРПОРАЦИЈА	100
19. КОНТИНЕНТАЛНА КОРА	105
20. ЛЕДНИК	110
21. ПОРОЗНОСТ	114
22. КРАЈ ЛЕТА	118
23. ПУТНИК	123
24. ПЕРМЕАБИЛНОСТ	128
25. ГЕОЛОШКИ МЕМОАРИ	133

	страна
ПОГОВОР .....	137
ДОДАТАК .....	141
ПУТ У НЕИЗВЕСНОСТ .....	142
ВИРТУАЛНИ ПУТ КА ЗЕМЉИНОМ ЈЕЗГРУ .....	145
ОСНОВНЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ЗЕМЉИНЕ ГРАЂЕ .....	177
О АУТОРУ .....	179
ИНДЕКС ИМЕНА .....	181

## АКО СЕ ПОЂЕ...

---

Ако се пође од нивоа мора и крене до средишта планете, прећиће се пут дуг 6370 километара. У физичком погледу, за човека је неоствариво једно такво путовање, јер су притисци и температуре у унутрашњости планете толико високи да је само природни дијамант као најтврђе познати минерал у Природи у стању да поднесу тако сурове услове.

Наука данас сматра да се у Земљиним језгу, за које се претпоставља да је хетерогено, и у течном и чврстом стању, налазе најтежи елементи као што су гвожђе, никл, кобалт, као и елементи платинске групе. Преовладава мишљење да су настали у првобитној фази згушњавања и сажимања протопланете пре више од 4,6 милијарди година. Под утицајем ротације, сопствене специфичне тежине и првобитне гравитације формиран је нукелус кога данас називамо Земљиним језгром. По свему судећи, један његов део никада није очврсао нити је престао да ротира.

Две врсте таласа ипак успевају несметано да продру до самог центра планете: сеизмички и свемоћне магнетне линије сила. Сва сазнања о језгру црпимо из ових геофизичких величина и за сада су то наши најдрагоценији извори информисања о стању у најдубљим деловима планете. Све остало само је верновско маштање или најужи домен научне-фантастике, како је то њен маг некада замишљао.

Средиште планете ће за дуго времена остати неосвојиво и недоступно за човека. До времена његовог бољег познавања протећиће многи векови и смениће се безброј генерација на планети.

Једног далеког дана, међутим, ни тамне Земљине дубине неће бити тако тамне...

## ПРЕДГОВОР

---

Своје скромно или богато геолошко искуство (у зависности са каквим се степеном мудрости посматра на пређени пут, протекли период и претходно искуство или са које емотивне и перспективно доступне позиције све то се сагледава), допунио сам новим сазнањима стеченим на просторима широког континента Северне Америке. У сваком случају, било је то нешто ново и вредно, а истовремено веома изазовно и све заједно уколико човек убеди себе да границе сазнања не постоје нити да је време ограничавајући фактор. Онај ко сматра да су видици увек отворени може се успети или доспети до оних висина за које је првобитно мислио или му се чинило да су недокучиве и веома удаљене, рецимо, недостижне.

Тако је са висинама, а шта је са дубинама?

Ово питање практично ме је одвајкада прогањало, чак и оно доба пре него што сам се определио да се трајно посветим изучавању науке и струке која то има за основни циљ.

Једно је било поуздано: дубине су тамне, недокучиве и одувек обавијене великим тајнама, а највећа је она коју крије наша мајчица Земља. Њена унутрашњост је и даље једна огромна и недокучива празнина за људска сазнања, а то је вероватно само зато што је пред собом имала једно незамисливо велико и неизмерно Време које је користила милионима и

милионима година да све своје тајне скрије у њена тамна и недодирљива недра. У поређењу са планетарним временом, може се једно закључити: човек је ту, на њеној површини тек један делић секунде жив, а желео би све, посебно то велико Време, у трептају ока да јој преотме. Другим речима, то су снови, утопија, макијавелизам.

У овој књизи описан је истинит пут једног геолога који се запутио тамним и непроходним стазама од површине планете па све до њеног средишта. Учинио је то на крилима магнетних линија сила и помоћу нафтних бушотина које су му метар по метар крчиле мукотрпан пут у дужину од 6370 километара - толико је било потребно да би стигло до језгра планете. Био је то несвакидашњи и непоновљив пут, редак, оригиналан и крајње изазован.

То није било верновско путовање кроз угашени исландски вулкан и још дубље у тамне поноре дубина нити "јахање" на сеизмичким таласима које ништа не може да заустави на њиховом дугом путу кроз мрачне планетарне дубине с једног на други крај света. Исто тако, то није била путања магнетних линија сила које се као свети ратници рађају у души планете и одатле полазе до најудаљенијих планетарних осмтрачница у магнетосферу да тамо вечно стражаре и чекају свог "крвног" непријатеља или воде љути бој против моћног титана у имену Сунчев ветар.

За пређени геолошки и истраживачки пут пре би могло да се каже да је била нека врста трајекторије што је личила на Миланковићеву прецесиону путању или Земљино пијано "тетурање" кроз васионски простор са коначним и срећним кружним завршетком. Требало је отићи и исто тако се вратити, али бесконачно много пута, гурајући увек повелики камен испред себе, као некада сироти и напаћени Сизиф. Разлика је била једна: смер кретања је био супротан, јер је коринтски краљ то чинио узбрдо, а ја низбрдо, али оба су пута била подједнако тешка, иако је само варљива чињеница била да је оном који је савлађивао низбрдо ипак било нешто лакше.

Ако бих пажљиво вагао, можда је мој пут био и тежи, јер против себе нисам имао силу гравитације и силу богова

као Сизиф, већ више њих, али су најважније и највеће биле увек жесток отпор средине, а посебно велики притисци и свемоћне температуре. На својој страни имао сам бројне "савезнике": непроспаване ноћи, неуспеле бушотине, хладне зимске дане и ноћи, непоуздане инструменте, клизаве путеве, нервозне бушаче, али и истинске помагаче у виду успешних резултата и открића, прекрасне пределе, савршене услове за рад, несвакидашње сусрете са многобројним североамеричким животињама, неограничену вољу и кристално јасан циљ. Струка и знање су непрестано били на мојој страни и зато ни у ком случају нисам могао бити ни губитник ни неко ко је залутао, па зато стао на пола пута и немоћно зверео и лево и десно не би угледао спасоносну оазу избављења.

За своје највеће животно путовање спремао сам се четврт века, не знајући да ли ће до њега уопште доћи. Самом себи лично сам на космонаута који је упорно и свакодневно тренирао и развијао све своје психофизичке могућности, али никада није био начисто да ли ће дочекати велики дан својих очекивања и надања и непоновљиви узлет у непрегледни простор бескрајне васионе. Тако сам и ја, после наведених четврт века упорног усавршавања, падова и успона, нада и безнађа једног дана ступио ногом на платформу торња за бушење и кренуо у свет неограничених дубина, тајни наше планете.

Путовао сам и осећао сам се на том путу као краљ на трону. Део тог краљевства желео бих да поделим са сваким ко је рад да се упозна са његовим просторствима и богатством, па зато и написах ово дело. Ако још са своје стране буде успешно или бар довољно занимљиво да се каже "вредело је потрудити се", тада мојој срећи неће бити краја.

Суштински, ово дело је велико хвала једној лепој струци која вслича и труди се да разоткрије безбројне тајне богиње Гее. Колико год да их је вешто скривала милионима година, разоткриваћемо их једну по једну, упорно, истрајно, све док буде света и века.

Та наша вишеструко слојевита богиња неће нам замесрити што је разголићемо, јер је тиме не срамимо, већ себе обогаћемо, а њу уздижемо у очима свих да би досегли њену



коначну лепоту. Наша Геа, наш понос и слава, даровала нам је све. од рађања до смрти. увек нас радо примала у своја недра, штитила и скривала од недаћа и зâла, никада никоме не ускраћујући ни колевку ни вечни починак.

У књизи која је пред читаоцем описани геолошки пут састојао се из више година рада и вишефазних догађаја. Међутим, она није финална, већ само иницијална или нешто од чега се морало поћи, а сви накнадни доживљаји остављени су за неко друго време и новија издања. То је само зато што је описани пут нестваран и непоновљив и онај који се њиме упутити не може да се заустави или да одустане, јер је препун различитих догађаја и увек изненађујуће нов.

Можда је таква и ова књига?...

Можда су многе њене странице пуне необичних информација или искустава, али то је и нормално, јер је све доживљено далеко од очију обичног света, градова, гужви, семафора или аутомобила. Већина догађаја изродила се у Природи, а од ње. ма колико се људи модерног доба неразумно гомилали по нехуманим бетонским сојеницама, никада неће моћи да се побегне, јер је њен шарм пресликана космичка песма богиње Гее подарена свим животима на њеној таласастој постели. Ту баладу неки чују, а поједини нити чују нити би вредело да допре до њиховог слуха. Зато и кажњенички проживљавају дане у бетонским бункерима - залуд времену, залуд животу, незнајући да је баш то највећа истина.

Залочето негде на северозападу канадске провинције Алберте у лето 2004. године.

Завршено у Калгарију, нафтном центру Канаде, крајем јесени 2006. године.

Редиговано и припремано за штампу пуних шест година, довршено 2012. године.

## 1. ПРВА БУШОТИНА

---

Тек су први јутарњи зраци Сунца пробијали тамну октобарску ноћ тог прохладног сванућа у подножју Стеновитих планина када сам напуштао своју прву самостално вођену бушотину. Одлазио сам са места где сам провео лепих петнаестак дана, а у глави су ми се врзмале свакојаке мисли - нисам био сигуран шта сам више осећао: понос или разочарење.

Суштински, био сам итекако задовољан оним што сам урадио. Знао сам да је читав посао изведен темељно и изузетно квалитетно - посебно сам истицао детаље које до тада моји претходници нису уочавали или су их одбацивали као непотребне, непрестано хрлећи ка задатом циљу, дну пројектоване бушотине. Исто тако, знао сам да је моје вишегодишње акумулирано знање довољно да, најзад, дође до изражаја и да ће видело мога дугогодишњег самоодрицања и ненаграђивања једнога дана засијати. Нисам ни слутио да је то већ било уочено од стране Луја Дагдика (Louis Dagdick), који ће већ сутрадан, по завршетку посла, инсистирати да следећу, још дубљу бушотину, водим баш ја.

Помисао на износ зараде, која је остварена у тих протеклих петнаестак дана, давала ми је крила да још више прионем на своје даље усавршавање. Био је то понос број два, али и награда за све научено, урађено, све оне бесане ноћи

које сам морао да проведем пажљиво пратећи и описујући шта се дешавало дубоко испод нас у подземљу западно-канадске прерије. Будно сам прелиставао читанку Земљине прошлости, имајући привилегију да будем њен први читаоц.

Разочарење је представљао коначан резултат бушења или оно што у животу називамо неуспехом. Најједноставније речено, пројектована да се њоме открије гас као примаран циљ, бушотина је дала резултат једнак нули, тј. од гаса није било ни трага ни гласа, како би то наш народ просто рекао за рђав посао. Узалудно сам буљио у гас-детектор и резултате мерења када се доспело до зоне у којој је очекиван или до дубине од 2595 метара и нешто више, надајући се да ће се појавити вредности веће од 200 јединица на компјутеру.

Гас-детектор се, међутим, понашао као тврдоглаво магаре и упорно држао константне вредности све до дна очекивано продуктивне формације. То нас је све онерасположило, али и показало да на овом месту немамо шта да тражимо. Гаса није било, тог тако значајног енергетског извора, иако смо избушили бушотину дубоку 2674 метра, доспели до горње креде или, ако се временски изразим, вратили наш временплов читавих 90 милиона година уназад. Уклета нула ми је одзвањала у глави, док су ми мисли лутале по пређеном животном путу и професији која ми је донела безбројна путовања, сусрете, открића, знања, али и велика самоодрицања и бројне проблеме и странпутице.

У својој струци, геологији, налазио сам се више од 35 година, рачунајући што своје школовање што радно искуство. То је довољно дуг период да би се стекло огромно знање. Када боље поразмислим, могу рећи да сам ближе завршетку каријере него неким зрелим годинама, али ме је тешила чињеница да у Канади човек може да ради док год је жив или докле год га снага држи. Са своје 53 године живота још нисам осећао замор нити терет година иако сам иза себе имао инфаркт и два уграђена бај-паса као резултат бројно нагомиланих и бурних догађаја у животу. И поред тешке операције, ипак сам осећао да још нисам рекао последњу реч ни у струци ни у ономе што се назива опстајање као живо биће.

Исто тако, бројне преломе костију ногу и руку нисам ни рачунао, заправо сматрао сам да је то саставни део активног битисања.

Док сам возио стари изнајмљени камионет, кога у Северној Америци називају трак (truck), који ми се претходних дана заглављивао три пута што у блату што у снегу, јер није имао вучу на четири точка, заокупљен мислима, нисам ни обраћао пажњу на дивљач, а посебно не на срне. Њих је уосталом у овим шумовитим пределима било безброј. Мogle су у једном једином скоку да прескоче шљунком насути пут, који је специјално био изграђен да би се њиме дошло до бушотине, и да хитро шмугну у густиш четинарске бореалне шуме. На крају крајева, ко је њих могао да следи?

Суштински, био сам помало киван на пројектанте за које сам сматрао да су свој посао обавили доста траљаво. Можда сам био велики оптимиста или сувише критичан, то нисам могао прецизно да дефинишем, али сам засигурно знао да не волим негативан резултат, а још мање пораз.

Бушотину, коју сам напуштао, водио сам брижно, скоро као своје рођено дете. Био сам пажљив исто колико и они што се зову дирекционисти, а чији је основни задатак био да диктирају правац бушења и да не дозволе да се скрене са задатог смера, ако је у питању коса бушотина. Сав мој труд, међутим, био је узалудан и без позитивног резултата.

Морам да признам да је посао дирекциониста био веома одговоран, јер су свака непажња или нестручност могли да доведу до скретања са правца бушења и губитака драгоцених метара у бушотини. Све до појаве компјутера или до осамдесетих година XX века дешавале су се крупне грешке и велика одступања од пројектованих правца, али, како је наступила компјутерска ера, тако се све изменило, па и контрола бушења. Фактор човек замењен је фактором компјутер, а грешке у погледу навођења сведене су на минимум.

Као геолог пратио сам, и то врло детаљно, шта се дешава у току бушења. Користио сам софтвер који је носио име пејсон (pason), а одатле су се увек добијали подаци о дубини бушења, дубини круне или бушаће главе, ротацији, количини



гаса, брзини напредовања бушаће главе, капацитета пумпе, торзији, притиску у бушотини, густини и вискозности исплаке и још око стотинак различитих података који мени нису били потребни, али су веома много значили инжењеру бушења и бушачима. Све је то било изузетно корисно, јер сам одакле непогрешиво одређивао почетке нових формација или слојева у којима се могао очекивати природни гас, нафта, подземна вода, угаљ итд. Ако изузнем подземну воду и гас, све остало припадало је категорији тзв. "прљаве технологије", а био сам заклет и еколог. Каква иронија!

То, међутим, није било све.

Моја прва обавеза била је да пратим и опишем стене кроз које се бушило. Чинио сам то на сваких пет метара дубине, користећи стриплог или програм који је имао различите колоне и у које су се уписивале, цртале или означавале све уочене карактеристике, промене структура и сл. Користио сам енглеске скраћенице, али сам то морао да чиним по прописима америчко-канадске стратиграфске комисије.

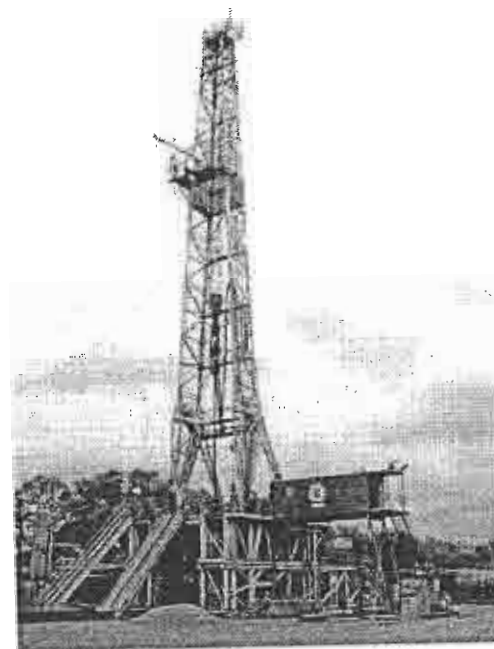
Нисам мислио да је ово посебно тежак посао, јер сам добро познавао све литолошке чланове, с једне стране, а са друге, претежно их је било три: глинци, лапорци и пешчари. Понекад би се појавили конгломерати или мермери, али то је било ретко и скоро занемарљиво у односу на претходно наведене типове стена.

На први поглед чинило се да је све тако једноставно, али то је била варка. Непрестано је требало контролисати рад гас-детектора, пратити брзину бушења и кориговати је уколико би се за то указала потреба, уочавати и објашњавати скокове на гасној криви, брзине напредовања, редовно писати јутарње извештаје, допуњавати стриплог подацима о густини, вискозности и рН вредности исплаке, означити било какву промену у вези круне бушаће гарнитуре, пречника бушења, цементовања бушотине и многе друге податке.

Било је поприлично посла, али је најважнији био стриктно праћење формација и одређивање њихових почетака. За тај посао требало је добро геолошко знање и искуство, посебно у западноканадском седиментационом басену. Како је

мени то била прва самостално вођена бушотина, што је већ раније речено, мој шеф Кен Воч (Ken Waunch) одлучио је да ми помогне када се дође у близину нашег главног циља или формације која је носила име Кардијум (Cardium), а за коју се очекивало да ће нас наградити гасом.

Касније се испоставило да је његова помоћ била апсолутно беспотребна. Иако ми је својски помагао, испоставиће се да ће начинити грешку, ни мање ни више, него 35 метара, што је било превише. Сва је срећа да нисмо узимали језгра из бушотине, јер у том случају не само да бисмо радили узалудан посао него бисмо потрошили стотине и стотине хиљада долара ни за шта. Знао сам засигурно да се таква грешка ни једном геологу не опрашта.



Торањ за бушење бушотина до 6.000 метара дубине. Висок је око 50 метара и претежно се користи за истраживање нафте, природног гаса, подземних вода итд.

Било како било, тек мој посао се окончао и ја сам се враћао у Калгари, град од скоро милион становника.<sup>1</sup> Снег је увелико провејавао док сам се приближавао првом насељу на свом путу. Носило је име Керолајн (Caroline), а мени се некако наметала мисао да би га ми сигурно посрбили у Каролина.

Пут је био клизав и расквашен и требало се концентрисати на латентну опасност коју је носио са собом. Ипак, после четири године боравка у Канади већ сам се био привикао на временске прилике и неприлике и почео сам да схватам да је то саставни део живота у овом крају.

Читавим путем моје су се мисли упорно враћале на прву бушотину која као да ми је била прирасла за срце.

Сваки посао може да се води успешно и неуспешно - такав је и живот. Може се вредно проживети, али исто тако и проћердати. Мени је одувек била драга народна пословица која каже да "колико си посејао, толико ћеш и пожњети". То сам непрестано имао на уму када сам започињао овај посао, а посебно када сам преузео комплетну одговорност на себе. То ватрено крштење значило је са штитом или без њега, успешна или неуспешна каријера, требало је смело загристи тврду јабуку или храбро запливати узводно.

Најтежи посао био је одређивање почетака геолошких формација. Моја прва бушотина пројектована је да се избуши седам, а две су биле од посебног значаја. Једна је носила назив Бејли Ривер (Belly River) и њу је требало прецизно одредити због наредних истраживања, а друга је била Кардијум "А" песак (Cardium "A" sand) у којој се очекивао гас.

Мој претходник, Патрик Норман (Patrick Norman), који је радио на истом терену у децембру 2003. године и јунауру

<sup>1</sup> Већ 2010. године Калгари је званично постао милионски град, четврти по величини у Канади, иза Торонта, Монтреала и Ванкувера. Иначе је познат по зимској Олимпијској игри која је у њему организована 1988. године. Данас је највећи нафтни центар у Канади где је концентрисано преко 200 највећих светских нафтних компанија. У њему се сваке године организују стампедо игре у јулу, а редовно започињу првог петка у том месецу. Важи за један од најчистијих градова на свету, препун је модерних зграда (центар града), али и лепо уређених приватних кућа које су концентрисане изван пословног дела.

наредне године није се баш прославио. Анализе које сам сачинио показале су ми да је грешио у одређивању граница од 5 до 18 метара и да је само у три случаја имао поготке. Ово га је у великој мери дисквалификовало са ових терена, а мој шеф је одлучио да га ја заменим. Да ли је очекивао да ћу забрљати и сагорети или је имао добар нос, тек ја сам само код једне формације погрешно за 5 метара док су све остале биле пун погодак или су одступале од по један једини метар. Сам себи личио сам на некога ко се бави стрељаштвом, а не геологијом, али, било како било, тек то ме је издигло у орбиту и препоручило за даљи рад.

Моја размишљања о прецизном дефинисању границе формација нису се на томе окончала, већ, напротив, само још више распламсала. Кад год сам имао сличне проблеме, помишљао сам како би их решавао Милутин Миланковић (1879-1958), јер њему није била страна ни техничка ни научна проблематика. Знајући да је имао изузетно аналитичан карактер и довољно проницљив дух да доскочи проблему са његове најотвореније стране, претпостављао сам да би у првобитној фази решавања требало ићи за тиме да се нађу разлози и величине у неподударању дубина.

Дакле, поставио би себи логично питање: зашто је до тога дошло?

Према томе, требало је као пас трагач, како је Миланковић волео да каже, кренути од врха сваке формације и детаљно анализирати све индикације које су утицале да се за ту и ту формацију каже да је започела. Био је то мукотрпан посао, али довољно значајан да је вредело прионути на задатак. Уосталом, радио сам у корист сопствене професионалне будућности.

Протекло је пет дана од упорног и детаљног рада. Шестог дана осванула је зора, а са њоме и решење. Једна мала дубинска кота била је узрок свим проблемима. Затворене криве линије, које се називају изопахе, биле су погрешно уцртане, јер их је та ситница-котица одвела на странпутицу, па су изгледале као да их је ветар одувао ка североистоку. Та нелогичност остала је, нажалост, неопажена од стране пројекта-

ната бушотине, али довољно кобна да читав посао пропадне. Сви прорачуни, дубине и сав труд срушили су се као кула од карата.

Мој посао, међутим, није имао тако трагичан завршетак. Напротив, ја сам свој део обавио квалитетно, зарадио лепе паре, купио себи камионет и са пуно оптимизма кренуо ка новим дубинама и несвакидашњим изазовима.

## 2. ПОРЕЂЕЊЕ

Већ сам навео да сам четири године у Канади, тачније и више и да сам се у том протеклом периоду већ увелико прилагодио на многе особености које са собом носи ова велика земља. Како је моја основна делатност геологија, а сада истраживање нафте, гаса, угља и подземне воде, мишљења сам да би било исправно дати једно кратко поређење ове струке у Србији где сам живео и радио до 2000. године и Канаде или њених западних провинција Британске Колумбије, Саскачевана, а посебно Алберте где тренутно радим.

Геолошка струка у Србији је потпуно потцењена. Можда би исправније било рећи омаловажена и деградирана у сваком погледу. Стручњаци су бедно награђени за свој рад, а у поређењу са политичарима, певачима или фудбалерима истински су сиромаси. Они који би требало да трагају за изворима енергије и своје народу дарују Земљину драгоценост данас једва састављају крај са крајем, а истраживачке фирме таворе у беди, немаштини и хроничној беспарици. Бити геолог у Србији или одредити се за ту струку, значи кренути у велику животну неизвесност. Тако је у једном делу Балкана на почетку XXI века!

Ако би могао некакав закључак свему томе да се дâ, онда би он гласио: ову црну слику нема ко да промени или бар

префарба у нешто светлије нијансе. Тако проистиче да српском народу енергетске сировине и нису потребне или да су их се они "драге воље" одрекли, живећи на нивоу претходних векова. Као да нису потомци Теслини, Пупинови, Цвијићеви, а ни Ђорђа Станојевића, што осветли Србији и улице и образ.

У канадској преријској провинцији Алберти, да узмемо њу за пример, ситуација је потпуно другачија. Бити геолог и радити у овом региону значи имати добро плаћен посао, занимљиву професију пуну путовања, а живети у Калгарију, једном од светских центара ове струке, сваком појединцу омогућава брз и богат прилив геолошких информација. По мом дубоком убеђењу само су Хјустон и Денвер у САД-у развијенији центри, али не у толикој мери да би сви искључиво тамо хрлили.

Једном речју, геологија на тлу Северне Америке је веома цењена струка, увек у великом замаху. Прво што може да се уочи то је да се непрестано развија, допуњава новим истраживањима или осавремењава старим, тако да никада ништа не застарева. Да бих наведено поткрепио, узећу један пример, а бројне друге ћу постепено набрајати како се буду развијале странице ове књиге.

Први национални парк у свету никао је на тлу Северне Америке. То је предивни Јелоустон који је претворен у прави правцати парк, а његова промоција догодила се у децембру 1871. године. Част је припала америчкој држави Вајоминг, а најзаслужнији за то био је амерички геолог Фердинанд Хејдн (Ferdinand Hayden, 1829-1887) кога није заслепило откриће злата у оближњој Монтани и одвукло тамо да се сусреће са многобројним авантуристима и типовима сумњиве прошлости, већ неповратна лепота предела Јелоустон за коју је мислио да припада ванземаљском рају. И био је у праву.

Хејдн је брижљиво сакупио екипу истраживача у којој је било места за једног минералога, топографа, фотографа, па чак и два глумца и обишао Јелоустон, вредно прикупљајући све могуће информације. Када је сав материјал био припремљен, класификован и детаљно образложен, Хејдн је све то упаковао и послао америчком конгресу на разматрање са

предлогом о формирању првог националног парка у свету. Јелоустон је то и постао, а од тада па на даље многе генерације геолога имале су трајно загарантоване послове што као истраживачи, што као стручни водичи у наведеном парку.

Након свега тога, златна монтанска грозница је неповратно прошла, а Јелоустонски парк је остао за сва времена у свој својој лепоти и непоновљивости.

Канада као млада и недовољно истражена земља, а Алберта као њена енергетски и сировински најбогатија провинција, представљају прави правцати рај за геологе. Свако ко је наклоњен струци и жели да ради, усавршава себе и, на крају крајева, заради паре може све то да пронађе ту. О статусу геолога можда најречитије говори чињеница да су српски политичари, певачи и фудбалери, и поред све своје новчане незаситости, за њих и поред свега у великом заостатку.

Себи сам често пута постављао једно питање: зашто је све то баш тако? Зашто су геолози тако велики губитници у Србији и тако велики добитници у Канади? Зашто о једној истој струци имати крајње црно или крајње светло виђење када је у суштини иста ствар у питању? Шта је допринело катастрофалном положају српских геолога, а шта тријумфалном канадских?

ФЕРДИНАНД ХЕЈДН  
(1829-1887)

Амерички геолог који је први истражио Јелоустон и допринео да се прогласи националним парком, првим у свету. Био је члан 17 научних друштава у САД и 70 иностраних као дописни члан. Докторирао је на Универзитетима Рочестер и Пенсилванија, а објавио је 158 научних расправа. Због нарушеног здравља отишао је у пензију 1886., а већ следеће године је умро. Његови савременици окарактерисали су га као интензивно нервозног, повремено импулсивног, али увек дарезљивог човека.



Шта дати као најмеродавније и коначно мишљење?

Моја питања и размишљања одвела су ме на безброј страна. Свака је давала по неки одговор, по највише делимитан, а када сам их све сложио и поређао као на филмској траци, увидео сам да их има безброј. И даље је остало питање: шта је највише пресудило?

Ипак, решење се на крају пронашло.

За једну путању првобитно сам мислио да је странпутица и да не може дати одговор на моје питање. Како је, међутим, време протичало, тако су моје сумње бивале све тање и тање, а ја све мање убеђен у своје првобитно мишљење. Завршни ударац и дефинитивна пресуда дошли су неочекивано, али ефектно. Распршили су све моје сумње и ја сам са великом тугом морао себи да признам да је то истина. А ево у чему се она састојала.

Геолози из Србије су сами криви за положај у коме се налазе. Највећим делом, што својом пасивношћу, што незнањем, што системом "може то и сутра", што катастрофалном селекцијом, што небригом о својој струци, што одсуством визионарства, што затварањем у само њима знане и разумљиве термине, скупове, конгресе, што неинтересовањем за светска искуства и сазнања, што траљавим радом и бесконачним отезањем да се саопште резултати истраживања, што бежањем од мас-медија, што међусобним трвењем и мржњама, и много чиме још што-шта, дошли су лагано и неосетно до дна лествице и друштвеног стандарда, а своју су струку деградирани у толикој мери да ће много воде Дунавом и Савом морати да протекну да би се вратили у колико-толико бољи и положај и статус.

Када је Јован Жујовић (1856-1936) постављао темеље српске геологије, канадска је била у повоју - само нешто мало мање од века и по, српска геологија је на издисају, а канадска доживљава истински бум.

Где је запело? Где се изгубила оријентација и правац даљег развоја? Како то да они којима је компас једно од основних средстава за рад могу да кажу да су дезоријентисани?! Зашто се струка тако срзала?

Српска геологија је имала свој релативно добар положај у периоду између двадесетих и четрдесетих година XX века, а још бољи у времену између педесетих и осамдесетих година истог века. Генерација која је радила Основну геолошку карту тадашње велике државе тај посао је успешно обавила и то је био замашан дугогодишњи рад. Наведени успех требало је да буде звезда-водиља млађим генерацијама и стаза за даљи још виши стандард струке, али, нажалост, то се није остварило.

Уместо тога сав дугогодишњи посао се претворио у самозадовољство и хвалоспев једне неправедно награђене и у свему повлашћене генерације која је потрошила сав свој кредитилитет и још три унапред. Како се овај посао примицао крају и смањивао по свом обиму, тако су његови креатори и извршиоци бивали све гласнији, телалећи на свим местима о великом и недостижном успеху српске геологије. Основна геолошка карта јесте био успех, али се није после тога требало китити ловоровим венцима у толикој мери и протраћити силне године запостављајући даљи развој. Нико се, нажалост, није запитао: "шта даље, шта после?"

А то немање "шта даље, шта после" сасекло је српска геолошка крила и она је неповратно бачена у јалове расправе типа "ко је шта рекао и ко није ништа рекао, ко је тврдио ово, а ко оно". Тако се српска геологија упутила ка маргинама друштва и катакомбама света без светлости. Била је осуђена на пропаст и пропала је као Римско царство - многи су славили док им се претходно створена тековина распадала у парам парчад. Креатори пропасти имали су само једно на уму: спречити било какву светлост, а још више критику стања одумирања струке.

Када се човек мало одмакне од центра збивања и догађаје посматра са стране, често пута може боље да сагледа истину него неко ко је стално изложен утицају тих догађаја или чак у центру свих тих збивања. Са стране се добро виде и преваранти, и рачунџије, и доушници, и лезилебовићи, и незналице, а и они који вуку конце да се ништа не промени, па и они у сенци као сиве еминенције. Нажалост, међу тим опстру-

кционашима било је професора факултета, њихових асистената, доктора наука из института и министарстава, водећих инжењера, директора фирми, вођа разноразних пројеката итд. Сви су калкулисали, натеривали воду на свој млин и сви губили. Тако је српска геологија упала у таму и понор најдубље бушотине.

Канадски рецепт је добар и поучан. Све што се истражује, уради или не уради мора дебело да се документује и сачува за сутра, јер инжењерска струка траје и после. Нико, наравно, није њен фараон па да гради импозантне пирамиде и тамо сакрива своје благо од света. Струка је да светли и даје корист другима да би ти други били бољи од првих како би трећи све њих скупа превазишли. Ако се тако ради, тада ће једни друге славити, а ако не онда је јадна и струка и сви са њом, а и њихови потомци са оваквима.

Моје поређење српског и канадског модела развоја геологије нећу детаљније разматрати, јер то нема сврхе. Треба завршити са једном констатацијом која довољно о свему јасно говори. Српски геолози су остали на нивоу симбола те струке и користе геолошки чекић као основно средство за рад. Даље се од тога није одмакло иако се увелико закорачило у трећи миленијум и нови технолошки развој.

Није баш похвална чињеница, али се има утисак да је Јован Жујовић био далековид када је још у раној фази развоја српске геологије тако детаљно разматрао и описао камено доба. Остаде ли српска геологија тамо?

### 3. ПРАПОЧЕЦИ

Све моје бушотине као да су имале један једини циљ - продрети у средиште планете.

О томе су маштали многи пре мене, али је Жил Верн (Jules Verne, 1828-1905) био први. Када сам прочитао његово "Путовање у средиште Земље", а тада сам имао само девет година, пожелео сам да и ја будем један од тих путника, па да се као професор Лиденброк, а још више као Аксел, спустим низ тај кратер Снефелс право у царство подземља. Многи су стремели ка висинама и авионима, ракетама и васиони, посебно онда када је Јуриј Гагарин (Јуриј Гагарин, 1934-1968) полетео у космос 1961. године, а ја супротно, ка дубинама.

Вероватно да је одатле и настао разлог зашто сам у својој наивној дечачкој машти замишљао да сваки одлазак у иностранство уствари представља путовање у дубину. Због тога сам сматрао да је Француска испод нас, а да је испод ње Немачка, па Енглеска и тако редом. Замишљао сам да свака земља има своје небо и своје тло, али да се увек морало путовати на доле да би се из једне прешло у другу.

Нисам ни слутио да су то били прапочеци мога професионалног опредељења. Жил Верн је и надаље распаљивао моју дечачку машту и ја сам просто гутао сва његова земаљска и ванземаљска путовања, али је средиште Земље увек



остајало нешто засебно, усамљено, трајно обележено. Ништа слично томе није постојало нити га је било шта могло да замени. Пут у средиште планете је значио пут у геологију и ја сам се том изазову безусловно предао и храбро њиме кренуо.

Да би се стигло у средиште Земље потребно је да се превали пут дуг 6370 километара. То је приближно половина Земљиног обима, мерено по њеном екватору, и не представља дугачак пут, ако га посматрамо као површинску димензију. То растојање је невелико, јер ни сама наша планета не припада групи дивова какви су Јупитер, Сатурн или Уран, већ групи малих или унутрашњих планета, другачије названих планета Земљиног типа.

Да ли тих 6370 километара можемо да савладамо?

Данас сваки трансконтинентални авион прелети ово растојање за мање од 10 сати. Технологија ће се и даље усавршавати и време лета биће све краће и краће, а брзине све веће и веће. Летеће наши авиони и брзином преко 2.000 километара на сат, а тада ће нам бити потребно мало више од 3 сата да савладамо ово растојање.

Дакле, изгледа као да ништа није неоствариво.

Тако је то када се крећемо без отпора средине или ако је тај отпор скоро занемарљив, а средина гасовита.

Нашу планету, међутим, не сачињавају само гасови. Давно је она напустила своју космичку фазу, згуснула се, загазила у геолошку, сазрела и презрела, како каже Миланковић, очврсла, охладила се, формирала слојеве под високим притисцима и температурама, а тиме начинила један за нас несавладив отпор средине.

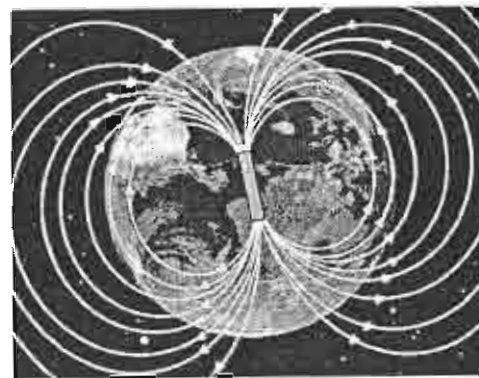
Како ову препреку пребродити?

Човек је и овом проблему доскочио. Пронашао је да то могу сеизмички таласи и да за њих нема несавладивих баријера. Посебно су то искористили Истријанин Андрија Мохоровичић (1857-1936), немачко-амерички геофизичар Бено Гутенберг (Benó Gutenberg, 1889-1960) и Данкиња Инге Леман (Inge Lehmann, 1888-1993), па су пронашли неправилности у брзинама простирања ових таласа у Земљиној унутрашњости. Њихови сеизмографи открили су дисконтинуитете, а они

се отиснули хиљадама километара у дубину да би расветлили само један мали делић истине од многобројних тајни којима Земља располаже.

Најдаље је отишла дама из Данске, скоро до самог Земљиног језгра, па је тако, супротно и Жилу Верну и мушкој сујети, жена била та која је прва “закорачила” најдубљим просторствима наше планете. “Јашући” на сеизмичким таласима она се, супротно од јахача на морским, далеко удаљили од обале, дубоко у планетарне поноре.

Мој пут у средиште планете није имао додирних тачака са сеизмиком. Истина, он је био двојак, и геофизички и геолошки, али геофизички са становишта једне њене друге методе која се назива магнетизам, а геолошки путем дубоких нафтних бушотина. Магнетизам сам изучавао на тлу Старог Света, учећи у својој земљи и усавршавајући се у водећим европским лабораторијама током последње две деценије XX века, а нафтну геологију радећи на тлу Новог Света или



Земља је један велики магнет који се може замислити као несметано продире од северног до јужног пола. Ако се представи као једна велика бушотина која полази од најсеверније тачке и доспева до најјужније, тада на свом путу пролази кроз центар планете. Магнетне линије сила се генеришу у Земљином језгру, извиру на јужном магнетном полу и увиру на северном, враћајући се поново у језгро планете. Тако чине један затворен кружни циклус кретања. Можемо ли ово искористити да бисмо доспели до центра планете?

крстарећи уздуж и попреко западном канадском територијом у времену прве две деценије XXI века. Тако сам спојио најсавременије знање два најразвијенија континента и постао самосталан у свему, па чак и делу располагања сопственом истраживачком компанијом, што ми и није био циљ када сам се отиснуо овим стазама.

Мени, дакле, нису били потребни сеизмички таласи као Мохоровичићу, Гутенбергу или Лемановој, а ни Вернове визије и вулканско гротло да бих доспео у те недокучиве дубине. Наштао сам свој оригиналан пут, успешно себи уградио крила где је једно представљало магнетизам, а друго нафтне бушотине и тако сам могао комотно да се "винем" ка жељеним понорима. Чинио сам то без икаквог страха и са великим ентузијазмом.

Миланковић је путовао кроз васиону, а ја кроз дубине. Обојица смо савлађивали векове који су се бројали у астрономским јединицама, светлосним годинама или милионима година, а колико је енергије и воље било код обојице, могло је све то заједно чак и у еонима да се изражава.

#### 4. ДРУГА БУШОТИНА

У подножју Стеновитих планина поново сам се нашао непуних месец дана после завршеног посла на првој бушотини. Циновски торањ и сва постојећа техничка опрема пренети су неких 5 километара северније од претходне локације и то у рекордно кратком временском периоду, а ја сам позван да започнем посао крајем прве недеље новембра 2004. године. Требало је кренути у нове дубине и на даљи пут ка средишту планете.

Ако једноставно сабирам дубине сваке своје бушотине, тада би могло да се каже следеће: прва је доспела до 2674 метра. У поређењу са дужином до центра планете то износи 0,0041978%. Већ друга која је пројектована, а затим изведена до дубине од 3069 метара донела је процентуално повећање на 0,0901569%, јер обе заједно износе 5743 метра. Ово је још испод 0,1% од пута ка средишту Земље, али веома блиско - недостаје само 627 метара бушења.

Тих нешто мало више од 5,5 километара може да се представи на следећи начин. Ко је љубитељ шетњи по планинским пропланцима, пашњацима или шумовитим пределима зна да је ово једна лепа преподневна тура без великог замора. Дакле, за ово треба утрошити угодних 5 сати пријатног хода у Природи.

Да бисмо избушили бушотину дубоку око 5,5 километара потребно је најмање месец дана рад. Тако је у Канади где је технологија бушења веома развијена, а сам процес страховито брз. Проста рачуница нам говори да се до дубине од 5743 метра доспело тако што се свакодневно просечно бушило око 185 метара. Мора се закључити да је ово веома импозантна бројка. Ако бисмо све то преточили у новац, онда бисмо могли рећи да је преподневна шетња била рекреативна и ништа није коштала, а да је за 30 дана бушења утрошено најмање 3 милиона америчких долара.

Моја друга бушотона имала је два основна циља. Први је био да се пронађе гас на дубини од 2650 метара, а други да се дефинише дубина једне интересантне геолошке формације која је у будућем периоду требало да буде предмет нових истраживања, а сматрало се да је на скоро 3 километра дубине. Оба циља су остварена, али на различите начине.

Поучени горким искуством са претходне бушотине, пројектанти су предвидели три новине. Прва је била да се буши вертикално до дубине од 1500 метара, а затим настави косо под углом од 20 степени све до 3069 метара. Друга новина била је тестирање бушотине на дубини на којој се очекивао гас и трећа језгровање при самом дну уколико бушотина буде позитивна. Ово је, наравно, изискивало један дужи процес и бушења и истраживања, а по мојој првобитној рачуници све скупа требало је да траје око 20 дана.

И овога пута дирекционисти су имали једну од водећих улога и свој посао су обавили беспрекорно добро. На сваких 10 метара бушења њихов уређај је показивао којим се правцем крећемо. Првобитно је био вертикалан, а затим је измењен постепено до угла од 20 степени са азимутом према североистоку или мало више ка северу - све у свему око 30 степени. Они су били наше очи у тами Земљиних дубина.

Продор до слоја где се очекивао гас извршен је невероватно брзо. Ја сам једва стигао да поставим све своје уређаје, гас-детектор, компјутере и да их повежем са сателитом када су бушачи завршили цементовање бушотине до 610 метара дубине. Од тада па све до 2 километра дубине као да је наста-

ла сулуда трка. Тих непуних 1,5 километар избушило се рекордно брзо у четири дана и четири ноћи, а ја сам имао прилику да за сво то време ринтачим у правом смислу те речи и спавам све укупно око 12 сати.

Овај исцрпљујући темпо остварен је захваљујући моћним машинама, али и посебној врсти дизел исплаке која као да није само хладила системе за продирање у дубину, већ и растварала тврде стене на том путу. Хиљаду пута сам проклињао онога што се досетио да конструише овако нешто иако нисам знао ни ко је ни одакле је. Био сам сигуран да се ђаволски добро досетио.

Како се дубина повећавала, тако је код свих нестрпљивости расло. Организација рада беспрекорно је функционисала, а системи заштите и праћење сваког метра бушења били су као на филму. Да је неко све то са стране посматрао, помислио би да је у питању добро режиран сценарио. Водећи "глумци" су били познати, а главну епизодну улогу одиграо је Аргентинац-Италијан Алберто Скарионе (Alberto Scarione).

Када се доспело до планиране дубине гас-детектор је почео да луди и јасно показује да је отворен слој са повећаном количином овог природног богатства. Наравно, одмах је пала одлука да се престане са даљим бушењем и изврши гасни тест бушотине. Тиме је наша луда трка била привремено заустављена, а на сцену је ступио поменути Аргентинац италијанског порекла и његови тест уређаји. Од тог тренутка сви остали постали су само посматрачи.

Када је Албертов уређај за тестирање доспео до дна бушотине или гасног слоја, кога смо раније представили као Кардијум "А" песак, сви смо се окупили око гумене цеви чији је један крај био повезан са апаратуром на дну бушотине, а други потопљен у посуду са водом. Жељно смо ишчекивали реакцију или доказ постојања гаса.

Ипак, уместо тражене сировине, повремено би се појавили мехурови ваздуха, а затим би стали. После извесног времена то се поновљало, а мени се чинило као да пецамо неку повећу рибу која даје знаке да је доле, али се још није упецала на удицу.

Од гаса, међутим, поново не беше ни трага. Први тест од петнаестак минута дао је негативан резултат, други у трајању од сат времена исто тако, трећи и најдужи од три сата само је потврдио претходна два. Шта смо ми то видели на гас-детектору, питали смо се сви скупа.

Одлучено је да се понови први део теста, па ако се покаже исто, онда више нема шта да се тражи. Опет се ништа није изменило. Алберто је одречно климао главом, а нама свима било је јасно да је наша бушотина поново стерилна. Тако се завршио тај дан, а као последња и танка нада остао је Албертов уређај са дна бушотине који је требало да се извади на површину после двадесетчетворочасовног тестирања.

То јутро, наравно, никада нећу заборавити, јер је имало троструки значај. Чим сам се пробудио, позвао сам своју жену преко телефона и честитао јој јубиларни 50-и рођендан. Само што сам завршио разговор, појавио се Алберто са дискретним осмехом на лицу и мирним тоном саопштио да је наша бушотина успешна, јер је под хидростатичким притиском од преко 27 хиљада килопаскала, а да је притисак формације још већи и да у свом уређају има око 10 метара песка. Били су то тако жељени подаци и јасан доказ о неминовном присуству гаса у слоју.

“Добар глас далеко се чује“, каже наша народна пословица, а она очигледно важи и у Канади. За тили час сви су се окупили и тада сам први пут могао да видим да су ови људи суштински слични нама. Свима је било драго, а ја нисам могао да пронађем особу која се томе није веселила. Само мени није био осмех на лицу, јер сам одмах после те радосне вести осетио јак бол у леђима који није престајао читавих седам дана. Проклети ишијас укочио ме је баш када није требало.

Наравно, овим наш посао није био завршен. Тренило је наставити даље и ми смо то учинили по већ устаљеном плану. Хрлили смо ка новим дубинама.

Та нова дубина значила је продор у две нове формације и трећу која је била најзначајнија, а звала се Викинг.

Викинг је требало освојити на посебан начин. Пројектовано је да се буши до једног метра изнад почетка те геолош-

ке формације, затим стане и онда настави са бушењем и вађењем језгра. Била је то лепа и добро испланирана тактика, али изузетно тешко остварива. Како рећи или када одлучити да се налазимо тачно један метар изнад Викинг формације? Који податак треба да искористимо да бисмо били сигурни да је то баш тако? Шта је у читавом том процесу најмеродавније и шта даје највећу тачност?

Све су то била питања која су мучила Кена Воча и мене, јер се није смело промаштити. Није се смело, а било је хиљаде елемената који су на то наводили.

Први проблем биле су стене. Геолошка формација изнад Викинга претежно је садржавала стопроцентно глинце, а она изнад ње, такође. Микроскопски посматрано, све је било исто, а слојеви су наликовали једни другима као јаје јајету или малина малини.

Одлучисмо се да користимо логове из оближњих бушотина.<sup>2</sup> На њима смо пронашли карактеристичне тачке и искористили их као поуздане маркере. За сваки маркер смо срачунали апсолутну висину тако што смо од њихове надморске одузели стварну вертикалну дубину. Те вредности смо пренели на нашу бушотину и добили податак да врх Викинга у бушотини треба да се нађе на око 2999 метара. Тако је пала одлука да се буши до 2998 метара, а одатле језгрује, што је и спроведено у праксу.

Читав посао деловао је нестварно, као надмудривање са Минотауром у мрачној катакомби. Негде доле у дубини на 3000 метара нешто се догађало, али изван нашег видокруга, па зато нисмо могли стрпљиво да чекамо шта ће показати

<sup>2</sup> Офсет (Offset) логови представљају слику претходно избушених бушотина, најчешће оних која се налазе у непосредној близини. То је у суштини представа геофизичких података о вредностима гаме (садржаја радиоактивног материјала у бушотини), простирању звука, неутрона, густине или индукције из којих се боље распознају дубински геолошки чланови или литолошке средине, продуктивне зоне, угљени итд. Пошто је у Алберти избушено преко стотине хиљада бушотина (годишње у просеку између 15 и 20 хиљада), то су истраживања у много чему олакшана путем коришћења оваквих података.

извађена језгра. Када, пак, она стигну на површину терена, тада геолог више нема никакву одступницу, јер јасно може да види колико је био у праву или колико је погрешно. Пошто смо знали да врх Викинга започиње са конгломератима, лако је било да се каже где се тачно налази. Истина је била да се директан контакт између глинача и конгломерата налазио на 3005,42 метра, а то смо накнадно могли прецизно да утврдимо из извађеног језгра.

По простој рачуници то је требало да значи да смо погрешили за нешто мало више од 6 метара. Грешка од 6 метара на дубини од 3000 метара представљала је непрецизност од 0,2%. Незнатно, када се тако посматра, прескупо, ако се у оптицај узме колико кошта један метар језгровања.

Када је, међутим, Луј Дагдик објаснио процес стварања конгломерата и изнео чињеницу да често пута између глинача и врха формације Викинг постоји тзв. транзитна зона, било нам је јасно да ово нисмо могли никако да предвидимо нити су логови могли то да наговесте.

Још утешнице је било то што та зона никада није била иста, негде је била само један метар дебела, а негде пет, па и десет. Све је било у зависности од низа фактора, а мени се непрестано мотало по глави да ћу морати поново и знатно пажљивије да проучим књигу која објашњава процесе насатанка седиментних стена или да се својски удубим у науку која се назива седиментологија.

“Знања нам никад доста“, то је још у античко доба Питагора (571-496 пре н.е.) тумачио, а мени се чинило као да се његове речи, попут ветра, развијају и шуњају од једног до другог четинара у околини, продиру дубоко у шуму што се поносито уздиже на граници преријске равнице и планинског предгорја и као плима шири по бореалу, осваја га и даље жури ка дугачким и узаним пацифичким обалама и разноликом арктичког архипелагу.

Знао сам да је незнање увек веће од знања и да ће тај бездан заувек остати да зјапи над свим нашим чулима ма колико се упињали да тај јаз и несклад смањимо што је више могуће.

Викинг формацију сам добро познавао од раније, радећи скоро годину дана у једној познатој геолошкој лабораторији у Калгарију. Тамо су често доносили слична језгра, а мој основни задатак састојао се у одређивању порозности, пермеабилности, саставу стена и других карактеристика. Заправо, требало је доћи до податка о квалитету резервоара или једноставно рећи да ли је та врста стене и средина у којој се она налази довољно порозна и да ли има довољно пропусну моћ да се у њој нађе нафта, гас или подземна вода. Викинг је био познати колектор и веома чест предмет таквих испитивања у то време.

Нажалост, када су сва језгра била извађена, нисам могао да дам оптимистичан одговор на ово питање. Избушили смо 18 метара језгра, али су све стене, и глинци, и конгломерати, и пешчари били довољно чврсти, просто сабијени, а зрна која су их сачињавала толико компактна да није могло доћи до продора или задржавања нафте у таквој средини. Пре би се могло рећи да је она представљала баријеру, а не погодан слој за дугогодишње очување ове Земљине драгоцености. Уосталом, то и није био мој превасходни циљ. Тим послом ће се бавити моје бивше колеге у лабораторијама и њима сам остављао сву муку или задовољство око тога, па како им било драго или не.

Тако је и друга бушотина била приведена крају. Завршну реч дали су логери, снимајући сваки метар почев од дна па до 610 метара дубине, али то већ није био посао за неко ново узбуђење. Они су увек давали завршну реч, радећи рутински, проверавајући наш рад и знање, али никада нису могли бити ти који ће открити нешто ново, јер су давно пре њих “ајкуле“ већ растргле своју жртву све до њене утробе и огољених костију.

Ветар је наносио снег са Стеновитих планина ка прерији када сам се упутио својој кући. Док сам се возио шумским путем, удисао сам прохладан планински ваздух кроз полуотворено стакло новокупљеног камионета и звиждукао неку стару песмицу. Већ у повратку знао сам да ме чека нови далеки пут, одлазак на север Британске Колумбије, скоро према

непрегледној и пустој Северозападној Територији и чуду званом хоризонтална бушотина.

Кроз шумарак сам возио лагано, дивећи се природи, боровој шуми, потоку, дрвеном мостићу, тражећи било коју сличност овог некадашњег дивљег запада са питомим источносрпским пределима за које сам се судбински везао и њих увек користио као пример за поређење са лепотама најразличитијих светских крајева. Када сам се приближио ауто-путу све идиличне слике су се распршиле и ја сам се упустио у огољену реалност аутомобила, камиона, асфалта и мириса издувних гасова, а затим бетона, градске вожње, гужве и свега оног фрустрирајућег што је даровало модерно доба.

По ономе што сам претходно урадио, било је оправдано питање: да ли сам и ја једним својим делом допринео свему томе?

## 5. РАНИ МАГНЕТИЗАМ

Још од свог боравка у циришкој универзитетској лабораторији на оближњем брду изнад овог невеликог планинског града 1988. године прогањала ме мисао о коришћењу магнетних линија сила. Тамо сам се први пут сусрео са биомагнетизмом, осетио његово позитивно дејство на сопственој кожи и то запамтио за читав живот. Једно од тих искустава био је рад у “нултом пољу”, невероватан осећај константне радне енергије, одсуства замора, али и велике непознанице у облику медицинског ефекта. Наиме, савремена наука није имала одговор на питање да ли тако дугорочан и неуморан рад може да доведе до непожељних последица, оштећења појединих телесних и психичких особина, посебно можданих ћелија.

Суштински, о магнетизму и даље мало знамо, а о његовом дејству на људски организам и уопште на живи свет, све у свему, још мање. Иако је од његовог открића протекло више од хиљаду година, магнетизам нам је некако увек измицао из домена контроле, још више корисности, или је остајао по страни, тако да су његове безбројне тајне и надаље удаљене и недокучиве људским сазнањима и широј примени.

Нека ми буде дозвољено да се осврнем на догађаје који су ипак попуњавали ову човекову празнину о знању о магнетизму. Тај историјат ћу поделити у три дела, јер ми се намеће



мисао да се магнетизам развијао у различитим фазама и у различитим деловима света.

Магнезија, источни део Тесалије, са прелепим заливима и још лепшим острвима Скиатос, Скопелос и Алонисос, једно је од првих, а по некима и прво старогрчко насеље. Да ли је то тако или не, остављамо археолозима да дају своје стручно мишљење, али претпостављамо да је Магнезија мајка магнетизма. На њеном тлу човек је први пут запазио да се гвоздени предмети тако чврсто пријањају за подлогу као да су неким чаробним лепком залепљени. Античка Грчка је науци даровала многе термине, а један од њих је и назив науке о магнетизму.

Ово је једна верзија о постанку овог имена.

Друга каже да је неки критски чобанин по имену Магнес, тражећи залутале овце на падини планине Иде наишао на земљиште на коме су му се сандале, које су на себи имале металне делове, чврсто пријањале за подлогу. По овој верзији, његово име је искоришћено да за вечна времена представља појам о привлачном дејству магнетних тела.

Шта је истина - то вероватно никада нећемо сазнати, али, на крају крајева, то и није битно. Све у свему једно је сигурно: античка Грчка је колевка магнетизма.

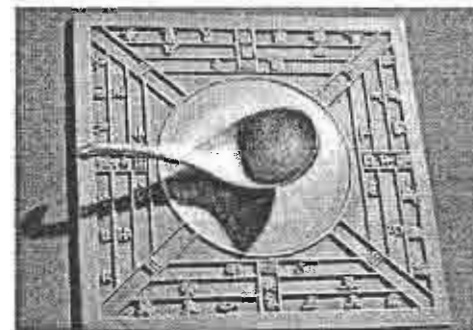


Античка Грчка даровала је свету многобројна открића чији темељи су постали трајни и незаменљиви у науци. Откриће магнета је једно од тих, а то се догодило у Малој Азији у месту Магнезија (назначено стрелицом).

Први писани документ о магнетној особини и сумња да постоји неки минерал који даје таква својства потиче од Плинија Старијег (23-79 н.е.) који је писао да у долини реке Индус постоји место где се могу наћи стене таквих особина.

Када набрајамо догађаје који су довели до открића магнета не смемо да заобиђемо једно велико име античке Грчке. Био је то Архимед (287-212 пре н.е.) који је бранећи своју Сиракузу од римских напада размишљао како да искористи ову природну појаву и потоци освајачке бродове који су били укотвљени у околној луци. Ту оригиналну идеју није успео да спроведе у дело, а да јесте зло би се писало освајачима. Архимедово име данас се не везује ни за откриће магнетних мина, које су биле у широкој употреби у Другом светском рату, премда се не може заобићи чињеница да је на индиректан начин указао и на такву могућност. Невероватан је практичар био славни Архимед.

Први компас је направљен у секуларној Кини у време владавине династије Хан у IV веку пре нове ере. Била је то бронзана основа на којој је Рај означен у центру, а на странама је представљена Земља. Мала кашика се налазила у средини, а врх дршке, данас би то била игла компаса, показивао је југ. Компас је имао означене четири основне стране света и четири додатне, северозапад, североисток, југозапад и југо-



Претпоставља се да је први компас, кога су изумели Кинези, имао овакав изглед. Дршка кашике је увек показивала југ што је било довољно да се одреде и остале стране света. На ивицама се налазило 28 спољних и 24 унутрашње тачке.

исток. Биле су ту још 24 тачке са унутрашње стране компаса и 28 са спољње, а означавале су лунарне фазе.

Морамо закључити да је ово било толико оригинално и напредно за своје доба да је засигурно представљало једно од прекретница у развоју човечанства.

Компас се у Кини није користио за навигацију, али јесте за распоред и градњу кућа и правилно струјање ваздуха у насељеним местима! На основу овога за Кинезе може да се каже да су, сем употребе компаса, први далековидо размишљали и о здравој животной средини и њеној заштити.

Сада ћемо начинити један велики скок и из IV века пре нове ере упутићемо се на сам почетак XVII. Ово не чинимо зато што тако хоћемо или што нам се прохтело, већ због тога што су историјски догађаји наметнули такав редослед. Ова празнина од читавих двадесет векова само још више потврђује већ изнету чињеницу да се човек нерадо или уопште није интересовао за магнетизам и да га та појава није посебно фасцинирала. Уосталом, слично је било и са геологијом која је вековима храмала и заостајала за многим наукама, а свој развој уздигла само захваљујући племенитим металима, посебно злату, и потрагом за њима.

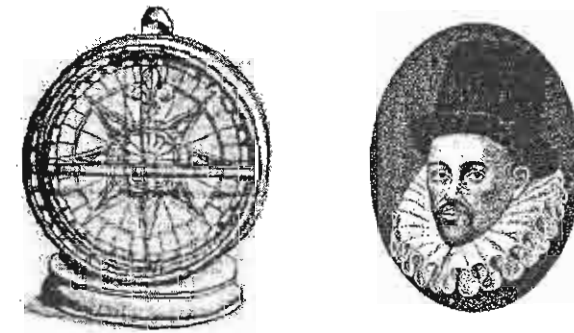
Због свега тога морамо да кажемо да увек, када се чита историја астрономије, чинимо то са извесном завишћу. Док се она несметано развијала и пре него што су почели да се броје векови, дотле се геологија и магнетизам, специјално, нису налазили ни у колевкама. Човек се још од своје ране младости интересовао шта му звезде "поручују", а на тло, по коме је ходао, гледао је скоро са омаловажавањем, иако му је оно давало и храну и живот у крајњем смислу те речи. Због тога је астрономија тако далеко изнапредовала и одмакла, док су геологија и магнетизам тек почели да хватају прве корене и стидљиво извирују из научне постеле.

Са своје стране, убеђен сам да није било пољопривреде и касније нафте човек се још дуго не би сетио своје мајчице Земље. Зашто је то тако може се објаснити чињеницом да он често пута, супротно свим здравим резонима, своје најрође није уме сурово да казни и запостави.

Ипак, вратимо се на рани XVII век. Године 1600. Вилијам Гилберт (William Gilbert, 1544-1603), у то време поданик краљице Елизабете I на британском двору, објављује ово своје велико откриће. Налази да је Земља један велики магнет и од тада се на нашу планету гледа као на "двополно биће". Тако смо сазнали да имамо и северни и јужни пол и да је магнетна шипка "провучена" од једног до другог краја планете. Захваљујући Гилбертовом генијалном уму магнетизам израња из вековне таме и постаје општа својина света.

Дански научник Ханс Ерстед (Hans Oersted, 1777-1851) први је открио везу између електрицитета и магнетизма 1819. године, утврдивши да игла компаса скреће на једну страну уколико се пропушта електрична струја. Првобитно је Ерстеду додељена част да се његовим именом изражавају јединице за магнетни флуks, али је касније замењена једним још већим именом из домена магнетизма.

Било је потребно да протекну два и нешто више века од Гилбертовог открића док се нису појавила два генијална ума који су магнетизму поставили истинске темеље засноване на математичкој анализи и физичком објашњењу. Били су то Карл Фридрих Гаус (Karl Fridrich Gauss, 1777-1855) и Вилхелм Вебер (Wilhelm Weber, 1804-1891), водећи математичар и водећи физичар тога доба. Можда би тек од тада могло да се



Вилијам Гилберт био је први који је открио да је Земља један велики магнет и то своје становиште представио је у књизи *De Magnete* 1600. године.

каже да је магнетизму трајно утрт пут и да ова наука почиње тек тада да живи једним сасвим новим начином животом.

Захваљујући Гаусу и Веберу 1839. године конструисан је портабилни магнетометар. То је био први инструмент који је мерио природно магнетно поље Земље, али како су оба научника сагледавала човекову потребу далеко испред свог времена, биће потребно да прође више од једног века како би овај инструмент ушао у ширу употребу.

Да ли је Гаус био нестална и нестрпљива личност, пчелица која је ишла са цвета на цвет или геније који је журио да за живота што више открије, тек на магнетизму се није дуго задржавао и чим је ту своју истраживачку фазу окончао, отишао је даље у нове и непознате области. Где год да је радио за собом је остављао дубок траг који ни минули векови нису могли да избришу.

Остао је један од највећих немачких и светских научника, неприкосновени математички ум. Као и Ерстед ни Гаус није имао срећу да његово име трајно остане у систему мерних јединица, јер је, првобитно додељена јединица за магнетну индукцију под именом гаус, појавом гиганта у имену Никола Тесла (1856-1943), заслужено преиначена у ново име тесла.

Вебер је остао доследан себи. Наставио је да ради у области која га је прославила, па је и њему у част јединица за магнетни флуks добила име. Тако су се он и Тесла трајно уписали у мерни систем јединица за магнетизам и док год буде света и века њихова имена ће се изговарати са дужним поштовањем.

Ренесансу многим наукама представљао је XIX век. И поред тога, магнетизам планете каснио је читав век за њима. Било је потребно да се развију друге научне дисциплине као претходнице, па и геологија међу њима, да би тек онда и он ступио на сцену.

Рани XX век означава ново поглавље у развоју магнетизма, а у исто време и дефинитивни крај његовог праскозорја. Ипак, о томе ћемо нешто и касније и детаљније.

## 6. ХОРИЗОНТАЛНО БУШЕЊЕ

Баш када сам се спремао да кренем за Британску Колумбију, стигло је изненадно обавештење да се план мења. Уместо на запад кренуо сам на исток, на саму границу Алберте и Саскачевана. Заправо, више сам продро, да тако кажем, у Саскачеван, а пошто је то био мој први сусрет са овом канадском провинцијом, сво време, док сам возио до места где се бушило, осматрао сам знатижељно околину. Био је леп сунчани касно новембарски дан са температуром која се кретала око нуле, али како није било ветра, то је значило да је било угодно боравити на отвореном простору.

Први утисак о Саскачевану базирао сам на тој краткој посети у трајању од три дана. Предели кроз које сам прошао били су пустији него што је то случај са Албертом. Уосталом, Саскачеван је већа провинција, али истовремено мање насељена, па је и нормално да ми се тако чинило. И ово је преријски предео, а његово богатство базирало се на непрегледним житним пољима. Поуздано знам да је то једна од најбогатијих житница на свету.

Разлог мог доласка на исток била је хоризонтална бушотина у близини места Меклин (Macklin). Уједно, то је био мој први сусрет са оваквом врстом бушења и морам рећи да сам према том начину рада имао страхопоштовање и једно

потпуно погрешно мишљење. Одакле је то потицало, нисам могао себи да објасним, али морам да признам да ми је у тим почетним фазама рада на оваквим врстама бушења све изгледало и нестварно и компликовано.

Хоризонтално бушење је веома специфичан начин рада. Прво да дамо одговор зашто се оно ради. Обично се буши вертикална или коса бушотина, али има случајева када се то ради и хоризонтално. Ово се најчешће догађа онда када се нађе неки изузетно продуктиван слој, рецимо са угљем, па је намера да се прати његово хоризонтално распрострањење. Понекад се дешава да је циљ да се дефинише хоризонталан положај неког песковитог слоја са добрим колекторским својствима, што значи онај који може даровати нафту, подземну воду или, пак, може бити непосредно изнад неког значајног слоја, а тај слој треба да остане заштићен.

Постоје и други разлози зашто се изводи овакав тип бушења. Најчешће се ради када су изузетно отежани услови или када нема могућности да се буши више вертикалних бушотина. То се обично догађа са онима на морима и океанима, у арктичким регионима, насељеним местима или планинским областима. Тада једна хоризонтална бушотина треба да замени већи број вертикалних или косих.

Хоризонтално бушење суштински није само хоризонтално. Увек се у првој фази буши вертикално до неке одређене дубине, затим косо и на крају прелази у хоризонтално. Ово може да изгледа чудно и да изазове недоумицу код неупућених, јер је оправдано питање “како то може?” Ипак, ништа у свему томе није нереално, јер је све опет у рукама оних који познају свој посао. Технолошки, ово је изводљиво и у пракси је више од 30 година, а данас се као главни протагонисти оваквог начина рада појављују заједнички дирекционисти и геолози.

Дирекционисти воде главну реч у процесу косог бушења или све до оне дубине док се не стигне до жељеног слоја. Они диктирају углове под којима се изводи напредовање у дубину, а кад заврше свој део посла, тада геолози ступају на сцену и они диктирају правац бушења, контролишући сво

време да се не изађе из одабраног слоја. Овај заједнички рад има дубоки смисао, јер геолог може да упозна све формације кроз које се пролази док се буши вертикално и косо, а затим да трајно меморише примарни циљ бушења. Многи тврде да када се то само једном уради, тада остаје упамћено за сва времена, слично вожњи бициклом, пливању или вештини клизања на леду.

Тако сам и ја упамтио тај песковити слој у Саскачевану. Личио ми је на дунавски, земунски, онај испод Горње вароши и нешто узводније или голубачки какав је код села Винци. Био је финозрн, светао, бео и гладак под прстима, јер није имао много кварца или отпорних минерала у себи. Ја сам непрестано помишљао како би био изванредно корисна сировина за градњу кућа. Када сам то саопштио свом колеги, он ме је погледао изненађено, јер је за западњаке из Канаде једини грађевински материјал дрво, почев од њиховог првог насељавања у ове крајеве па до дана данашњег. О песку као материјалу за градњу и зидање, коришћењу цигли, црепа итд. они ни у XXI веку не помишљају или, ако их користе, чине то тек спорадично и нерадо.

О хоризонталном бушењу немам посебно позитивно мишљење. Чак га сматрам неатрактивним и неинтересанним, јер нема драж једне вертикалне или косе бушотине. Уосталом, како да рачунам дубине свога напредовања у средиште планете ако се буши хоризонтално? То је посао који захтева велику брзину у праћењу процеса напредовања и кориговање правца бушења и практично ништа више од тога.

Ове бушотине немају драж откривања нечег новог. Оне не доносе задовољство, а ни разочарење; оне не знају шта је гас, нафта, подземна вода, угљан или нешто томе слично; оне су глуве, неме, увек исте, а живот без догађаја, промена или узбуђења и не треба сматрати неким посебним задовољством. Уосталом, зар би се толико путовало, мењала места боравка, рада и битисања да се задовољило статусом мировања и ходом по једном утабаном путу. То никада не сме да буде циљ у животу, јер истраживач није стуб који, када се постави, остаје такав какав је све док га природне силе не помере или

смрт не покоси. Истраживач је немиран дух, а геологија је дама са бескрајно много тајни. Ко је тако схвати, тада од ње има вишеструку корист.

Хоризонтално бушење сам само спорадично упознао. У Саскачевану сам боравио три дана и то је било довољно да себи кажем “гледај да овај посао не радиш више“. Наравно, чинио сам то вешто и увек изналазио неке разлоге да не идем на такав терен, ако је то икако било могуће.

Моја аверзија према хоризонталном бушењу потицала је из још једног разлога. На таквим бушотинама обавеза је да раде два геолога и да се смењују сваких 12 сати. То још више умањује креативан рад и струку практично своди на занатску делатност, а ја нисам могао да се помирим са том чињеницом. Био сам предодређен за оригиналност, па ма колико жртва то носило са собом.

Ипак, тада нисам ни слутио да ће се нешто касније све променити у начину истраживања и технологији бушења и да ће се све преоријентисати на хоризонтално бушење, јер ће се током времена појавити нови сировински господар у имену неконвенционални гас. Тиме ће хоризонтално бушење поста-ти обавезно, али више о томе када дође време.

И поред свега тога, мој пут у средиште планете ипак ништа није могло да заустави.

## 7. СУДБИНА

Мало по мало и дође време да и ја исправљам туђе грешке. Нисам ни сањао да ће то бити већ на мојој трећој бушотини, али пошто се добар глас далеко чује, тако се убрзо сазнало о мојој претходној и њеним вредним резултатима. За мене то беше некако појмљиво и логично, али за друге равно подвигу. На моје велико изненађење постадох нека врста нафташког чуда за велики број искусних западњака, иако таква намеру нисам имао ни у сну.

Трећа бушотина ме одведе право у Стеновите планине. Док сам се возио путем од градића Роки Маунтин Хауса (Rocky Mountain House) до још мањег насеља Нордег (Nordegg), сетих се својих дечачких дана и безброј одгледа-них филмова о дивљем западу, каубојима, Индијанцима, рас-ним коњима, фармама, безбројним окршајима и авантурама. Гледајући те филмове, маштао сам да једнога дана и сам пос-танем каубој иако сам рођен у земљи чији су преци били хај-дуци и дубоко позитивне личности. У време моје младости популарнији су били далеки западњаци, а много мање домаћи ослободиоци, тако да је на један филм о њима долазило хи-љаде и хиљаде каубојских.

Сада сам све то имао пред собом на дохват руке, посма-трао пределе које сам могао само на филму да видим, али

нисам више осећао оно дечачко одушевљење. Ваљда су и године играле одлучујућу улогу, па како сам постајао старији, тако је и моје усхићење све више јењавало.

Тамо, на планинској висоравни, чекала ме је бушотина за коју бих главу дао да је била једноставна, изводљива и рутинска. За мога претходника она је била све само то не. Иако је имао богато искуство, преварио се и заједно са инжењером бушења буквало пропао у суноврат залеђа две велике планетарне тектонске плоче. Ја сам то дефинисао као скијање кроз желатинско-контактну средину.

Можда би требало мало боље појаснити читав случај и посебно се осврнути на геолошку краљицу која се назива тектоника, а у коју сам од вајкада био заљубљен.

Стеновите планине су се издигле не тако давно. Старе су само неких педесетак милиона година и у геолошком смислу припадају младим, ако их поредимо са онима које су старе 200, 300 и више милиона година. Данас представљају баријеру између пацифичке океанске коре која се налази на западу и североамеричке континенталне коре која је источно. По теорији тектонике плоча, океанска кора се подвукла под континенталну и то је довело до издизања ових планина, па самим тим и нарушавања претходно створеног стања, посебно старијих слојева.

Ако се крене од Стеновитих планина ка истоку, улази се у непрегледно равну прерију у географском смислу те речи или један од највећих седиментационих басена на свету који се назива западноканадски, посматрано у геолошком смислу. Географски термин подразумева површинско стање, а геолошки подземље и један другоме не противурече већ, напротив, логички се настављају један на други, посматрано по вертикалној равни.

Ово кратко објашњење дато је само зато да би се схватило шта значи бити блиско или удаљено од Стеновитих планина. Геологија западноканадског седиментационог басена је релативно једноставна, ако се не налазимо у близини планина, а веома компликована ако смо ту, на домак великих тектонских кретања. Ово је веома слично ситуацији која се може

наћи у близини планине Урал или на истоку даље, дубоко у подручју сибирске платформе.

Вратимо се поново на тектонску ситуацију у Стеновитим планинама. Оно подвлачење океанске коре испод континенталне, како смо навели, одражава се преваходно на дубоке структуре, понекад чак преко 40 до 50 километара. Ипак, све то има свој ефекат и на плитке, па и на оне на самој површини терена о чему нам јасно сведоче вертикални слојеви на планинским странама. Док сам путовао до места где се бушило, посматрао сам такве слојеве поред шумског пута и јасно видео и хоризонталне и нагнуте под угловима од 30 до 60 степени, а понегде субвертикалне, па чак и вертикалне. Можда бих открио и преврнуте да сам имао времена за детаљнија опажања и анализе.

Поента овог мог излагања састоји се у јасној стенској "поруци": пажљиво ради у залеђу планинског система, а још пажљивије у самом систему, јер изненађења вребају на сваком кораку. Тако је било и са овом бушотином на коју сам дошао када је већ све било касно за мог претходника, јер се уређај за бушење заглавио на дубини од 1487 метара. Била је то тешка и исцрпљујућа борба за спас скупocene опреме.

Ово је представљало једно потпуно ново искуство за мене. Мојој знатижељи није могло да одоли питање: "шта је основни узрок свему томе?" Наравно, то нисам питао онога за кога радим, а још мање инжењера бушења, јер би то било исто као кад бих му стао на жуљ или гурнуо прст у око. У оваквој ситуацији одговор сам потражио на сасвим други начин, индиректно, питајући "оне" за које сам знао да ће ми рећи истину без увијања. Били су то софтвер пејсон и узорци извађени са критичних дубина.

Моје анализе су показале да је одлучујући моменат наступио на дубини од 1450 метара, значи читавих 37 метара изнад дефинитивне хаварије. Првобитно је дошло до проклизавања главе бушаће гарнитуре, јер се ушло у врло растресит слој, али на ову појаву као да се нико није освртао, ни вођа бушења, ни инжењер бушења, а ни водећи геолог, који су морали енергичније да реагују на "поруку" коју су послале



стене из подземља. Стенски језик може се лагано научити, само га треба пажљиво ослушкивати.

Са клизањем круне за бушење наставило се добрих 20 метара даље, што је већ увелико било алармантно, али не и касно да се заустави даље напредовање и смисли нова стратегија бушења. Да ли је у питању био немар или се очекивало да ће се литолошки чланови променити и “очврснути”, ако тако може да се каже, тек ова авантура је настављена даљих 10 метара. Ни тада није било касно да се стане, али ни Титаник се није зауставио пред знатно већим леденим брегом, па зашто би једна вертикална бушотина на тричавих километар и по дубине!

Даљих седам метара бушења представљало је агонију човекове велелепне конструкције. Буквално се продрло у бездан, слој са ратреситим песком, угљем и лапорцима, а то је исто као да се доспело у пихтијасту масу. Систем се суновратио у полупразан простор и заувек нестао у дубинама подземља. Била је то једна од најскупљих и најдубље ископаних гробница.

Док сам вршио анализу и покушавао да реконструишем шта се све догађало, свесно сам бежао од једне чињенице. Нисам желео да натрапам на доказе постојања једног структурног облика који је у геологији добро познат као расед. Ако је тако нешто откривено, онда је проблем био знатно сложенији, а понекад чак и нерешив. Трагао сам у узорцима за углачаним, сјајним или полираним површинама као доказима постојања раседа, а када сам пронашао неке елементе, истина непотпуне и несигурне, ућутао сам и замислио се.

Шта сада? Шта даље?

Расед је смрт за бушење. Он подсећа на дубоку провалију која се изненада испречила на путу. Даље дубинско напредовање је неизводљиво уколико се не изгради мост, али остаје отворено питање колико дугачак и да ли је то исплативо. Зато су увек пожељна сазнања: колико је по својим димензијама велики тај расед, његова оријентација, димензије скока који је начињен и колико треба да се цементује бушотина, утроши материјала, али и финансира и коначно да ли се

“лечење” уопште исплати. Било је много питања, а одговора помало, тек понеки, штури, скривен дубоко доле у тами Земљине утробе.

Мој клијент је свако јутро тражио исцрпан извештај о раду за последњих 24 сата, али га није занимало моје мишљење по питању узрока хаварије у бушотини. Можда је тако и било боље, јер нисам ја ни Шерлок Холмс ни Прљави Хари, па да решавам детективске послове и истражујем нешто што ме се није тицало, али, опет са друге стране, све ми је то некако личило на нојевско понашање. Нисам практиковао да заривам главу у песак пред евидентним проблемима, а нисам ни волео бадавацисање, иако ми је читава ситуација ишла у корист, а посебно финансијску.

Непрестано сам се питао шта даље и како ово да се на најбољи могући начин разреши, али одговора као да ниоткуда није било.

Од свих решења која су постојала, одлучено је да се систем подигне на површину, испере бушотина, а затим цементира од 736 метара на доле. То је практично значило почетак новог бушења, али на старој локацији. Да се не би догодила иста хаварија, предвиђено је да се после цементирања буши косо под углом од 5 до 7 степени око 150 метара, а затим поново крене са вертикалним бушењем.

Тако је и учињено. Нова бушотина, паралелна претходној, кренула је на свој пут ка средишту планете, а мени као да је било судбински досуђено да заједно са њом пођем у ту нову неизвесност и авантуру.

## 8. НЕОЧЕКИВАНИ СУСРЕТ

На 1120 метара бушења поново се стало да би се променила бушаћа круна или сврдло, како се то у народу каже. За то је потребно да протекне неко време, обично четири до пет сати у овом случају, а када сам сазнао да ће и дирекционисти поставити своје инструменте у бушотину, знао сам да имам најмање шест сати слободног времена. Одлучио сам се зато да одем у оближњи камп на ручак, а после тога у прво насеље које се звало Роб (Robb) и да тамо купим неке потрешитице што су ми недостајале или се током времена потрошиле.

Као и претходног дана у кампу ме је сачекао кувар Џејсон, доброћудни младић од својих двадесет и пет година. Док сам јео, повели смо разговор о храни и кад сам га похвалио да је вешт у кувању, рече да од сутра није више ту, јер се враћа у Едмонтон. На моје питање ко ће да га замени, одговори ми Кирк и Славко. Пошто нисам био сигуран да сам друго име добро чуо, упитах га поново, али он опет рече исто. Претпостављао сам да је то неко мој.

Таман када сам завршио ручак и пошао ка излазу из кампа, појави се један профелав, онижи човек од својих четрдесетак година. По изгледу ценио сам да није одавде, већ можда са балканских простора, али нисам желео директно да питам ни ко је ни шта је. Разговор започесмо на енглеском,

али када рече да је из Босне, ја му одговорих да сам из Београда, а он се одмах надовеза Србијанац. Ја рекох "не, искључиво Србин".

Радио је као кувар у кампу, а иначе живи у Сент Џорџу у Британској Колумбији. Живео је на Озрену у Босни, али га је рат отерао у бели свет, као уосталом и многе друге. Запита ме да ли сам пробао његову питу са сиром, а ја се обрадовах као мало дете кад чух да је има у фрижидеру. Донесе ми и ћуфте, па помислих да нисам у Канади, а кад рече да ће сутра спремати ћевапчиће мени вода пође на уста.

Све би се то тако лепо завршило око хране и спремања јела да ме није запитало шта ја радим овде. Када сам му саопштио да сам геолог, замолио ме је да само мало попричекам, јер има нешто да ми покаже. Није прошло ни пет минута, кад ето ти њега и његовог изненађења. Носио је један осредњи комад стене, тежак око једног килограма, а пружио ми га тако што га је држао на длановима обеју руку. Морао сам да га запитам да ли могу да га узмем, а он се само загонетно насмешио и благо климну главом.

Не бих могао да кажем шта је било по среди, да ли моја велика знатижеља, интуиција или истанчано професионално искуство, тек чим сам тај комад стене велики као песница узео у руке, ја сам га окренуо и зинуо од чуда. Доњи део био је сав од злата!

Нисам стигао ни да поставим питање у вези тога, а Славко је већ развезао причу. Пронашао га је у Британској Колумбији, како рече, у једном потоку. Био је на процени вредности и добио потврду да је заиста злато у питању, а измерено је да је тешко шест унци. Када се прерачуна у метричке јединице, тј. граме то износи око 180, а пошто је вредност једног грама злата око 200 америчких долара, то проистиче да је комад стене који ми је показао имао вредност од 36 хиљада америчких долара!

Славкова се прича, међутим, није на томе завршила. Саопштио ми је да му је понуђено 2 процента од укупне вредности налаaska уколико само покаже место где је нашао тај комад, али није хтео ни да чује за такву нагодбу. На упорно

инсистирање да открије место, тврдоглаво је одговарао у неком потоку, а тих потока у Британској Колумбији било је на хиљаде.

Мајка природа је створила Стеновите планине, а она изродила безброј потока који носе или доносе најразличитије драгоцености, понекад скривају или разоткривају то благо, а посебно злато и у томе се састојала сва епопеја са краја XIX века када је на хиљаде неуспелих и претежно трагичних долазила само једна срећна авантура. Овога пута коло среће стало је на страну Славка са Озрена...

У први мах помислио сам да је све то невероватно. И заиста је тако било. Како је могуће да се догоди да неко ко је рођен хиљадама километара далеко одавде дође у ову непрегледну земљу, изабере њен западни крај, крене по њеним врлетима и гудурама и нађе себи богатство? То је било као када би мени неко понудио Марс и рекао "твој је цео, а ти нађи златну жицу!"

Још невероватније ми је све то деловало, јер сам знао да је 1893. године у тим крајевима владала тзв. "златна грозница", слична као на Аљасци, која је довела на хиљаде и хиљаде типова различитих профила, углавном пробисвета и беспосличара да би исти ти у сулудој нади претраживали и ископавали сваки иоле сумњиви кутак овог дела планете. Ипак, и поред свега тога ништа није нађено и тако се та заблуда врло брзо разоткрила, а грамзива људска особина суновратила низ литице околног планинског система.

Један од оних који нас је обогатио том "златном грозницом" био је Чарли Чаплин (Charlie Chaplin, 1889-1977), али не наласком златног грумења већ истоименим филмом који је за вечна времена обележио сулуду америчку епопеју и наивно веровање да се трком за лаким богаћењем могу решити сви животни проблеми.

У свему о чему приповедам у вези Славка постоји, по мени, једна логичка оправданост, а можда и законитост. Она се састојала у следећем.

Славко није био авантуриста нити лакомислени наивац. Све што је радио по питању откривања злата, чинио је план-

ски и стрпљиво. Учећи се и трагајући по босанским планинама, ишколовао је себе за геолога-аматера врхунске класе. Научио је оријентацију у простору, препознавање основних врста фосила, разликовање различитих типова минерала, а оно што је било најважније, то је био његов стални контакт са Природом остварен кроз непрестана трагања, завлачења у најнепроходније и најнеприступачније пределе у Босни. Одлазио је тамо где је мало ко залазио, непрестано размишљајући шта би могло бити интересантно. Њега су ноге носиле по разноврсним гудурама и забитима, тако да је прерастао из аматера у професионалца достојне вредности иако није похађао наставу из геологије нити је имао и један једини час из било ког геолошког курса.

За мене он је био дух са краја XIX века, али заодевен у промишљивог трагача са почетка XXI. Знао је где да потражи фосилне остатке, нашао је примерке вредне и преко хиљаду долара, крупне, добро очуване, истакнуте у стенској маси, а када је открио злато, нигде то не пише званично нити може тако да се прихвати, ипак је било истоветно као да је изабран за члана неке академије наука.

Славко је у Канади схватио да може да живи од два занимања. Зими је радио као кувар, а с пролећа и лети као трагач за природним богатствима. Од тога се могло чак и лепо зарадити, а сам ми је говорио да нема ничег лепшег од шетњи по Природи. Мени није било тешко да га разумем, јер сам и сам био сличног мишљења, али у поређењу са његовим поимањем струке моје је било исувише испрофесионализовано, наменско и са стално одређеним циљем.

Ипак, кад год сам могао ослушкивао сам дух и дах Природе, али то је увек било некако убрзано и скопчано са слободним временом кога никада није било на претек. Обавезе су ме нагониле да непрестано негде журим и често пута пролазим поред јединствених лепота, не застајујући много. Ко зна колико пута сам себи рекао "ма пусти све то, види ово, јер таква прилика ти се никада више неће поновити", али ме је оно друго ја увек враћало на обавезе и упозоравало да посао мора да се заврши. У све то и онај проклети новац био је

непрестано умешан у све, као какав жандар који ми је кљуцао над главом и командовао једно те исто: устајање-оброк-рад-оброк-рад-оброк-рад-легање... и опет: устајање-оброк-рад... и тако у бесконачност.

Ипак, један догађај је чинио преседан у свему томе и њега се увек радо сећам.

Када сам у лето 2004. године у непосредној близини Драмхелера, градића познатог по старим угљокопима и светски вредном налазишту диносауруса, а сада и краљевском музеју фосила, први пут видео аурору бореалис негде око три сата после поноћи, узео сам столицу на расклапање, поставио је, сео на сред поља прерије и све до сванућа гледао како се та небеска завеса наизменично појављује и губи на ранојутарњем небу. Никада пре, а ни после тога нисам видео лепше небеске слике у своме животу. Смењивала се та поларна светлост ту преда мном као на највећем биоскопском платну на свету. Имао сам утисак као да ме је сваког тренутка запиткивала "има ли шта лепше од мене?", а ја сам као најпослушније ђаче увек исто одговарао "нема!". Тада сам први пут у животу поверовао да су бајке истините и да чаробно огледалце није измишљено, већ нешто стварно.

Тек тада сам осетио да је човек истинско дете Природе, а све друге особине и навике које је стекао живећи по градовима биле су резултат трагичне последице и стварања накардног осећаја везаности и припадности урбаној заједници. Рурална је била исконска и вредна и заувек ће таквом остати.

## 9. ЕРУПЦИЈА

Бушећи нову-стару бушотину стигосмо и до 1485 метара. Помало стрепим, јер само два метра дубље догодила се хаварија у претходном покушају, а ми смо тако близу тог места догађаја. Све ме то некако подсећа на ход по танкој или натурулој дасци која спаја две стрме обале. Сваког тренутка може да пукне под ногама, а тада је суноврат у подивљалу реку или дубоки понор неминован.

Шта нас чека даље?

Брзина бушења је симболична, само 3 до 4 метра на сат. То је за ове моћне машине исто што и за порше вожња првом брзином. Ипак, терен је и даље непознат, а, с обзиром на претходно искуство, сваки опрез је оправдан. Нова хаварија значила би праву правцату финансијску катастрофу о којој нисам смео ни да помишљам.

Упорно буљим у сва три компјутера испред себе, али се највише осврћем на пејсон систем, јер имам директан увид на дно бушотине. Круна напредује лагано, гасови на оба гас-детектора показују стабилне вредности, ротација је уједначена, а само се брзина напредовања мења у зависности од литолошке средине кроз коју се буши. Ипак, не прелази се више од 4 метра на сат, јер би свако убрзање могло бити опасно.

Идемо ли опет ка бездану?

Рекох већ да је ово нова-стара бушотина. Ево зашто то кажем. Због свега онога што се догодило. Претходна је морала комплетно да се цементира до 736 метара, а затим поново буши. Да би се избегло место заглаве првих двеста метара бушило се под углом од 5 до 7 степени, а затим је настављено вертикално, тако да се практично добила бушотина паралелна претходној, померена за неких 50-так метара западно.

Овај план је могао бити и добар и лош. Ово кажем зато што се и даље нису знале димензије каверне на коју се наишло: могла је бити толико велика да никакво померање западно, источно, јужно, северно или ма где не би помогло. И даље нисмо знали колика је та бездан велика нити како се проблем може решити на најсигурнији могући начин.

Традиционално убацивање црвено обојених зрна кукуруза или пиринча у исплаку имало је смисла само донекле. Зрна су циркулисала са врха до дна бушотине и њихово поновно појављивање на површини говорило нам је о дубини, временском протоку са дна до врха, али и о томе да не постоје шупљине, отвори или каверне на дну. Ипак, ни једног тренутка нисмо могли бити стопроцентно сигурни у тачност ове, по мени, "пипајуће методе".

Посматрам бројку 1485. Да ли ми она нешто значи? Не посебно. Прва асоцијација ми је да представља крај XV века. Као геосторичар логично је да ћу се вратити скоро пет векова уназад и видети не баш срећно време по мој народ. Било је то доба дефинитивног пада под османлијску власт. Земља је била поробљена, а трагично вишевековно робовање тек је било у зачетку.

Наведена бројка представља пад Србије, па ме то непријатно асоцира на моју ситуацију. Да ли ће бити исто тако и са мном?

Улазимо у зону неизвесности. Крећемо се као пужеви, лагано и са страхом. Пролазимо првих пола метра, затим читав метар, а потом савлађујемо и други. Охо-хо!, мислим се, иде боље него што смо се надали.

На 1487 метара дубине нема знакова клизања круне као у претходном бушењу, а нема ни неуједначене ротације. Све

иде без икаквих проблема и наредних десет метара савладавамо без потешкоћа. Био је то добар знак, али опрез не попушта - биће тако и следећих 50 метара.

Улазимо у 1500-ти метар. И даље је све нормално. Када смо савладали 1550 метара, били смо сигурни да више нема оне претеће опасности. Даље се могло без ризика, премда смо знали да се налазимо у близини Стеновитих планина и да нас вребају многе замке, а по највише оне које се називају тектонске.

Крећемо се ка првој формацији испод зоне хаварије, а затим идемо ка оној која треба да носи нафту. Хоћемо ли бити срећне руке?

У формацију Бејли Ривер ушло се веома брзо, али је зато било потребно да прођу дани, више од једне недеље, док се кроз њу није прошло. При самом дну, на дубини од 2370 метара нађен је слој пешчара дебео око 25 метара за који су моји резултати говорили да може имати нафту. Како се, међутим, као исплака користило прерађено дизел гориво тешко је било са сигурношћу рећи да је то стопроцентно тачно. За доказ су биле потребне и друге анализе, а моја је послужила као прелиминарна и вредна пажње за даље радове или наредна бушења.

Зашто се тако дуго бушило кроз једну формацију?

На ово питање узорци су сами дали одговор. Велики број њих имао је једну страну сјајну и јасно углачану. Ово је речито говорило да смо се налазили у зони раседа или непосредно уз њега. Ако је било раседања, тада се могло догодити да стене поприме већу чврстину од оне која се ствара уобичајеном седиментацијом.

Налазак конгломерата, као самих по себи веома отпорних стена, још више је доприносило тежем напредовању круне бушаће гарнитуре, тако да се упоредо савладавао двоструки отпор средине. Ипак, све је на крају крајева савладано и затим се неупоредиво брже кренуло ка главном циљу, слоју са природним гасом.

Два дана пред Нову 2005. годину дочекао сам у нестрпљивом ишчекивању шта ће се догодити на дубини од 2900

метара. Били смо надамак циља, а он као да нам је непрестано измицао. Ипак, воља ме није издавала иако сам примећивао да појединци лагано губе наду. Пратећи пажљиво како се развија литолошка ситуација у бушотини, знао сам да се прича о овој бушотини лагано ближи своме крају и да ће истина ускоро избити на видело. Моја предвиђања су говорила да ће то бити пре 2905-ог метра.

То се и обистинило, а ја сам самом себи морао да честитам на добром познавању ситуације. Оно што се догодило на дубини од 2903 метра заслужује да се детаљно објасни.

Када се доспело до наведене дубине оба гас-детектора као да су се пробудила из дубоког сна. До тада су показивали вредности око 15 до 30 јединица, а када је отворена геолошка формација која се називала Кардијум "А" песак, све се из корена изменило. Прво лагано, а затим вртоглаво вредности су почеле да расту. У почетку су достизале стотине јединица, затим су прешле на хиљаду, па две, три, четири, пет, шест и зауставиле се на нешто више од седам хиљада невероватних и лудих јединица! Био је то истински шок за све, јер ово нико није очекивао. Била је то стварна, али веома пажљиво контролисана ерупција гаса.

Када сам ово јавио Роју Смиту (Roy Smith), човеку који је пројектовао бушотину и са ким сам свакодневно био у контакту за последњих 25 дана, верујем да је скакао од радости. После свих недаћа које су га биле снашле у децембру, ова вест му је морала бити као мелем на рану. Првобитно је имао хаварију на бушотини, затим је морао да оде на операцију прстију на ногама, онда му се мајка тешко разболела, тако да је Нову годину очекивао са неизвесношћу и непрестаном главобољом због учесталих проблема.

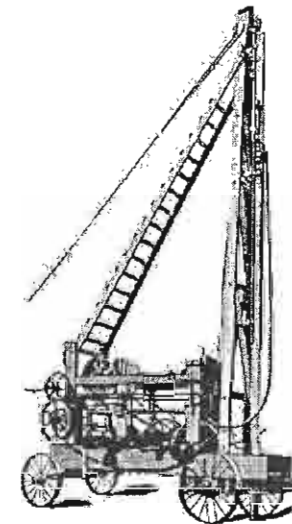
Имао сам утисак да сам му се појавио као Деда Мраз када сам му саопштио ову неочекивану, али пријатну вест. По његовом гласу осетио сам да је био неизмерно срећан, а то су потврдили и његови каснији и учестали телефонски позиви. Непрестано је нешто запиткивао, тражио и потребне и непотребне податке, а то се наставило чак и по завршетку бушења. Ишло је дотле да ме је позивао на кафу било где у

граду, звао у кућну посету, јер му је жена била Рускиња, предлагао да дођем у његову компанију итд. Овим се уствари по хиљадити пут показало да живот чини низ успеха и неуспеха, а те фазе имају своје строге законитости и циклусе.

Као најважнију геолошку лекцију из ове бушотине изучио сам ону о конгломератима, стенама које сачињавају различити заобљени и транспортовани комади, али и лекцију о друзама и фрактурама. Ово су били посебно значајни детаљи и обавезно штиво које је требало савладати, јер без тих друза и фрактура није било слободних путева за трансфер природног гаса у слојевима. Ако су се они налазили у слојевима, тада се гас несметано кретао и могао се у каснијој експлоатацији црпети без додатних инвестиција.

Када сам касније пажљиво анализирао дијаграм гаса који је био одштампан истовремено када се и бушење изводило, закључио сам да се читава прича о успешном истраживачком раду одиграла у току тих бизарних седам сати. Све дотле постојале су жеље и наде, а после свега тога нека друга реалност. Сви дотадашњи проблеми, недаће и мукотрпно ишчекивање, све нервозе, неуспеси и сукобљавања као да су се суновратили у неки други бездан, а из овог из кога смо упорно градили

Један од првих покретних торњева за истраживање нафте конструисан је од стране компаније Демпстер Мил (Dempster Mill Mfg. Comp.). Користио је комбиновни систем хидрауличке ротације и кабловске бушаће машине. Био је намењен за веће пречнике и дубине бушења до 1000 метара (конструисан је почетком XX века).





метар по метар неку нову грађевину као да је изронила златна звездана течност. Мајка Земља нам је и овога пута даровала делић своје неизмерне драгоцености, а ја сам се осећао њеним миљеником. Према мени је била издашна и тај осећај ме је држао читавог тог дана и још неколико после тога.

Бушотина није могла бити завршена на првобитно пројектованој дубини од 2934 метра. Продубљена је за додатних 30 метара које сам морао непрестано да контролишем док се није продрло у подлогу продуктивне зоне. Био је то завршни чин једне истинске драме која је имала срећан завршетак, а посебно оног момента када је први пут тријумфално упаљен пламен што нам га је даривао слој са тек откривеним богатством природног гаса. Остаће ми тај пламен у драгом и вечном сећању, јер је једним делом био и резултат мога дугогодишњег рада у струци што се назива геологија.

Све моје дотадашње бушотине дале су укупан збир од 8707 метара или 0,13668759% од мога замишљеног пута ка средишту планете. Када доспем до 63,7 километара биће то тек један једини проценат те дугачке стазе до центра Земље. Као неко ко има јасан циљ пред собом, није ми било тешко да започети пут наставим даље.

Ипак, једноставна рачуница дала ми је следећи резултат: сваке године требало би да радим на двадесетједној бушотини просечне дубине од око три хиљаде метара да бих за 100 година доспео тамо где сам замислио. За то ми је потребно 2100 вертикалних бушотина да бих себи могао рећи “стигао си тамо где си пожелео”.

Како се већина представника људске популације биолошки гаси пре напуњених осам деценија живота и како је просечни радни век око 40 година, остала ми је само једна реална варијанта, а то је да свој пређени пут пренесем у аманет млађима. Можда постоји и друга могућност? Како би било да отворим сопствену школу из које би се моји наследници размилели по свим континентима, океанима и морима света да наставе непоновљиви пут ка центру планете?

Можда је ово најбоља идеја?...

## 10. ТЕМПЕРАТУРА

Радећи на бројним истражним бушотинама уздуж и попреко западног дела Канаде, непрестано сам се сусретао са изузетно интересантним геолошким проблемима, различитим литолошким, структурним и палеогеографским карактеристикама терена тако да ми је сваки проведени дан на послу био радни празник или отворен уџбеник из кога сам црпео неизмерно интелектуално богатство. Имао сам прилику да се упознам са бројним стенским физичким особинама, али су ме увек неодољиво привлачиле четири битне карактеристике. Биле су то: температура, притисак, порозност и пермеабилност слојева у бушотинама. Због тога сам стао на становиште да сваку од њих треба посебно објаснити.

Поћићу од температуре, јер се она увек некако намеће као основна, полазна и незаобилазна.

Још као ђак средње школе на Вождовцу учио сам из геологије да се температура Земљине унутрашњости мења тако што расте за један степен на сваких 33 метра дубине. Не знам због чега, али кад год сам користио температуре из бушотина, увек бих се сетио овог податка иако је касније праведно одбачен као исувише генерализован и, на крају крајева, веома несигуран. Није речено нетачан, али није баш био ни поуздан, јер је више личило на дружење пијанца и натру-

лог плота, па се у читавој тој гунгули није знало ко ће у том међусобном и несигурном ослањању пре да тресне о ледину.

Ипак, догађало се понекад да је наведени податак и исправан - догађало се понекад да су се и пијанац и плот ипак добро испомагали и остали читави у свом том натезању!

Тако је, на пример, моја друга бушотина, коју сам већ описао, имала укупну дубину од 3069 метара, а њена измерена температура на дну износила 94 степена Целзијуса. Ако дубину поделимо са температуром, добићемо податак на колико се метара мења температура за један степен и то се тада назива геотермски градијент. Када сам ту једноставну математичку операцију извео добио сам резултат који ми је говорио да се на сваких 32,6 метара температура мењала за један степен Целзијуса. Дакле, било је веома блиско оној прокламованој бројци што ме је навело да убудуће пажљиво пратим како ће се ствар око геотермског градијента развијати.

Само 10 километара даље у истом нафтом пољу избушена је бушотина дубине од 3050 метара, а на њеном дну измерена је максимална температура од 80 степени Целзијуса. Овде је геотермски градијент износио 38,1 метар по степену Целзијусу, што нам је говорило да смо се налазили у "хладнијој" средини. Заправо били смо на ободу нафтог поља и то је био разлог зашто су вредности биле тако мале.

Други разлог мог великог интересовања и веза са температурама бушотина скривала се у реконструкцијама топлотних токова. Желео сам што боље да упознам некадашње температурне вредности да бих преко њих разоткрио палеоклиму за коју сам се некако био интимно везао изучавајући Миланковићеве циклусе осунчавања. Тако се, на пример, дешавало у неким бушотинама да се веома често појављују слојеви са угљем што је јасно говорило да је на тим местима у давној геолошкој прошлости постојала бујна вегетација, мочварни предели, али и топла тропска или субтропска клима. У појединим бушотинама није било ни трага од угља што је опет значило супротно од свега оног претходно реченог. Ако је, пак, било соли или анхидрита у стенама, то је био знак топле климе, а исто тако уколико су се у њима налазили

бројни микроорганизми у виду микрофосила, знало се да је том некадашњем животу и његовом богатом развоју наведени дар могло само Сунце да допринесе.

Због свега тога увек сам настојао да своја опажања поредим са температурним подацима како бих видео колико се они међусобно слажу или не слажу. Ово је био посао у коме се није могло журити, већ, напротив, морало се стрпљиво скупљати зрно по зрно да би се дошло до делића истине. Скупљајући тако атом по атом Земљине тајне и разоткривајући давно прошле догађаје, долазио сам до основног питања: шта је све било потребно да се оствари као предуслов да бисмо били обogaћени за ову или ону Земљину драгоценост?

Геотермски градијент је помно проучаван у многим нафтним бушотинама па се тако дошло до податка да му је средња вредност од 25 до 30 степени Целзијуса на један километар. Међутим, постоје и велике аномалије, а највеће су тамо где су концентрисани вулкански центри и топли извори. Све то, пак, скопчано је са зонама где је магма у унутрашњости на плићим дубинама, а то су зоне средњоокеанских гребена, орогених лукова или зоне ширења простора или, једном речју, свуда тамо где су интензивирани кретања у стенама.

Једноставније речено, у тим подручјима геотермски градијент не важи, али важи нешто друго, а то је златна геотермална енергија, алтернативна или "зелена" енергија која успешно замењује енергију фосилних горива и доводи до смањења емисије угљен-диоксида у атмосферу.

Све ово о чему се говори у тесној је вези са екологијом, палеоклиматологијом и енергетиком као саставним делом геологије, а шире посматрано човековим потребама за високим стандардом. То му даје могућност не само да енергију користи за загревање просторија, покретање машина за рад и развој финих занатстава или узгој биљака, цвећа, па чак и дроге у медицинске сврхе, већ и за рекреацију и разне друге типове задовољстава. Тако смо пошавши од једноставне температуре из бушотина начили пантерски скок и доспели до модерне технологије чије границе ни издалека не можемо да сагледамо. Све ме то подсећа на путеве који су преваљени од

Демокритовог атома до атомске бомбе, каменог точка до марсровера или од бројанице до компјутера. Пошавши од сировине коју нетакнуту милионима година налазимо у Земљи, створисмо сва блага овог света, али и оружје за масовно уништавање, нажалост.

За разлику од топлих откривене су зоне у којима је геотермски градијент низак, па се и за те просторе може рећи да су аномални. То је тада у негативном смислу, а нађени су у субдукционим зонама, тј. тамо где океанска кора потања испод континенталне. Вероватно због сталног дотока океанске воде стене се хладе и њихов геотермски градијент не може достићи наведене средње вредности, а камоли високе.

Мој циљ су ипак бушотинске температуре па се поново њима враћам. Као добар пример послужиће ми оно што је урађено у Вајомингу и Монтани у Прашкастом речном басену (САД), а за који бих рекао да је веома близу простору на коме сам више пута радио.

Детаљна мерења у преко 7 хиљада нафтних бушотина омогућила су да се изради карта геотермског градијента, а помоћу ње сагледа перспективност тог подручја, али и нађу тесне везе између нафтних лежишта и наведеног геотермског градијента. Тако је уочено да се максимална вредност градијента поклапа са зонама у којима су нађене највеће количине нафте, природног гаса и кредних стена под високим притисцима. Према томе, овде су били сједињени сви важни показатељи једног перспективног поља.

Све наведено упућивало је да се у овом басену налазе области са фрактурама или већим пукотинама које су омогућавале да се из доњих делова басена или њене основе топлота пренесе на више у зоне седимената или на места где нема тих фрактура. Када су искоришћени и други подаци као што су били гравиметријски и магнетни, потврдила се исправност оваквог гледишта, па је зато за сваку будућу нафтну бушотину температурни податак од непроцењиве вредности.

Због свега тога често пута сам га<sup>1</sup> и користио у свом истраживачком раду и нисам грешио.

## 11. ЗИМСКА СЕЗОНА

Моје напредовање у послу са истраживањем нафте није ишло постепено већ вртоглавом брзином. На своју четврту бушотину водио сам једног младог колегу који је тек био завршио факултет у Њу Брансвику са обавезом да обави свој део тренинга за даљи самостални рад. Ова обавеза ми није падала тешко с обзиром да сам већ имао претходно искуство или рад са постдипломцима на Београдском универзитету. Покушао сам да му дам што детаљнија објашњења и одговорим на већину постављених питања, али нисам залазио у то колико ће изнето прихватити или одбацити, јер, на крају крајева, то је било у домену његовог личног опредељења и афинитета.

Наредна бушотина ми је донела нове проблеме, али и показала где се тренутно налазим. Већ тада је моје име нешто значило у нафташком свету западне Канаде, а да тога нисам био довољно свестан. То сам открио на неочекиван начин, али врло логичан за свет који мисли о парама, инвестицијама и профиту. Једноставно речено, постојала је листа успешности и неуспешности геолога, а како је проценат мојих успешних послова растао, тако сам се и ја пењао на тој лествици иако о томе нисам посебно водио рачуна.

Веома брзо сусрео сам се са једном новом појавом која се звала "скаути".

То су били људи изнајмљени од стране појединих компанија са задатком да прате успешне геологе, али не због њих самих, већ да би благовремено доставили резултате до којих су они долазили. Њихов даљи циљ састојао се у бржој реакцији на берзанским трансакцијама и куповини акција, јер последње три компаније за које сам радио имале су скок на берзи што није могло да прође незапажено. Дакле, важило је правило “добар глас далеко се чује”.

И мени је предлагано да се тиме позабавим и купим неке од тих акција, али ја нисам показивао посебно интересовање, јер сам сматрао да сам невешт у том послу и да ми све то личи на голуба на грани. Ово прво је сигурно било тачно, јер нисам имао ама баш никаквог искуства у томе, а оно друго вероватно да нисам био у праву, јер је брза куповине и продаја акција постојала скоро више од једног века на североамеричком тлу. Ту, пре свега, мислим на њујоршку као највећу на свету и ону у Торонту на којима су се појављивале нафтне понуде из читаве Канаде.

И поред свих настојања да учим те наговештене скауте, труд ми се није исплатио. Касније ми је саопштено да је то могао да буде свако ко је посећивао место бушења, а таквих је у току те две недеље, које сам пробавио на бушотини, било преко педесет. Наравно, никоме на челу није писало “ја сам скаут”.

Ту бушотину памтићу и по веома хладном времену. Температура није расла више од минус 30 степени Целзијуса, тако да су услови за рад били веома тешки. Други моменат којег ћу се увек сећати био је мој скоро рутински рад и веома прецизно предвиђање литолошких чланова у профилу бушотине. Да ли је то било добро или не, тек искуство је лагано избијало на видело, а ја нисам могао а да самом себи не кажем “можда то и није добро” или “опрез, пре свега”.

Рутина је, наравно, корисна, али са собом често пута носи ризик опуштености. У овом послу грешке су лако могуће и најчешће непоправљиве. Због тога сам себи увек говорио “провери ово још једанпут” или “да ли си сигуран да је то баш тако?”, а могло је и оно вечно поучно “три пута мери, једном

сеци” веома корисно да се примени. Овим сам истовремено себи сугерисао да се ради о озбиљном и скупом послу где су грешке најскупље, непоправљиве и најчешће неопростиве.

Трећи моменат који ми је остао у трајном сећању била су последња четири дана по завршетку бушења. Морао сам да останем и сачекам да се заврши цементација бушотине и то је протицало у мирном скоро монотоним раду. Свако други би нашао велико задовољство у томе, али ја нисам могао, јер ме је чекала нова бушотина која је већ била започета. Журило ми се тамо у околину Керолајне и подножје Стеновитих планина као да сам био рођен у земљи Курта Бровнинга (Kurt Browning), једног од најпознатијих клизача на леду, који је потекао из овог краја, па су га због тога другачије и називали “дечко из Керолајне”.

Зимска сезона је била у пуном јеку, а са њоме и велике обавезе. То је период када се највише ради у овој врсти посла, па зато сматрам да треба дати детаљније објашњење зашто је то тако.

У западноканадском седиментационом басену ради се и зими и лети. Само је с пролећа мртва сезона или се послови тек спорадично одржавају, а то је зато што кише умеју дуго трајно да падају или да се снегови отапају са планина, а путеви постају расквашени, блатњави и непроходни за тако моћну и гломазну механизацију каква је бушаћи торањ и све друге пратеће машине. Зимска сезона је ипак најважнија: шест месеци, од почетка октобра па све до краја марта, нема предах за нафташе у овом делу света. Ради се веома интензивно, па зато и није изненађујуће што је само у току сезоне 2004/05 на овом простору, рецимо, избушено чак 17 хиљада бушотина!

У току тих шест месеци нафтни геолози не знају шта је одмор. Селидбе са једне бушотине на другу су не само честе и свакидашња појава, већ и обавеза на коју морају бити у потпуности спремни. Ко такав темпо рада не може да издржи, тај често испада из игре, а сасвим слободно може да се каже, устаљеног ритма живота.

Да бих одговорио на све обавезе у првој зимској сезони, прибегао сам посебној организацији и строгој контроли рад-

ног времена. Све сам морао унапред да испланирам и тога стриктно да се придржавам. Дакле, било какве импровизације или остављање послова за сутра (најчешће то онда постане “мало сутра”) није смело да постоји. Све своје извештаје завршавао сам за само дан или два највише и већ после тога, растерећен свих обавеза, прелазио на нове послове. То ми је омогућило да веома квалитетно и благовремено окончавам посао и стекнем поверење својих клијената. На тај начин радне обавезе сам гранао и умножавао, а број оних који су тражили да са њима сарађујем стално се повећавао. Тачно, брзо и на време биле су моје пароле којима сам освајао тржиште рада и себи крчио пут у нафтном свету.

Засигурно знам да је све то вредело, јер је компанија High Point Resources (у слободном преводу могло би да значи “Високо Поуздано Богатство”) тражила да целу зимску сезону радим искључиво за њих и то се заиста и обистинило. Посла је било преко главе, али се нисам жалио, јер се све вишеструко исплатило.

У мени као да је текла Миланковићева крв, све је морало да буде високо организовано, прорачунато као да се изводи статички прорачун за градњу каквог моста или вииаквадукта или као да сам се запутио на далеки Марс да рачунам његову средњу годишњу температуру за различите марсолешке упореднице. Но, само се тако могло стећи велико поверење високе поузданости, а, какве ли судбине!, слично томе беше и име компаније за коју сам читаве зиме радио.

## 12. НОВЕ БУШОТИНЕ

Прва три месеца 2005. године провео сам радећи на бушотинама које су биле дубоке око 3050 метара. Сво време пробавио сам на нафтном пољу “Керолајн”, а то се продужило и у април када се већина радова већ увелико завршавала, а зимска сезона приводила крају.

Рад није био тежак. Читаву зиму била је блага, невероватна за ове географске ширине, али, како је глобално загревање већ увелико показивало своје ефекте, то и није било изненађујуће зашто су се температуре непрестано вртеле око нуле Целзијуса.

Прва бушотина била је невероватно несрећна, могло би се рећи крајње баксузна. Све што сам радио, ишло је наопако. Врвело је од грешака на све стране иако ми то није био ни циљ, а још мање намера. Једноставно речено, кад нешто крене наопако, онда томе нема краја ма колико да се труда утрошило да се све грешке исправе, а посао приведе што успешнијем крају.

Почело је са уређајем за навођење правца бушења. Одмах по замени круне бушаће гарнитуре дошло је до отказивања мерног инструмента којим су се служили дирекционисти. Пошто није било могуће користити уређај који директно мери и прати бушење, одлучено је да се замени са електро-

магнетским. То је и урађено, али је изгубљен један дан бушења, а по мојој слободној рачуници то је значило да је узалудно потрошено око 50 до 60 хиљада долара.

Наставило се, нажалост, са мојим гас-детектором. Један дан је радио савршено, а затим се узјогунио и почео да отказује. Моје стрпљење је трајало све до момента док себи нисам морао да признам да не могу евидентно погрешна читања да исправим на рачунару. Одлучио сам се да зовем компанију која се бави изнајмљивањем гас-детектора и сугерисао им да се постојећи замени, јер сам сматрао да је сензор узрок свих проблема. Тај посао је обављен истог дана, али тиме није био отеран ђаво који се уствари тек тада узјогунио.

Само што су прошла два дана, гас-детектор је поново отказао. Десило се то приликом рутинске замене калцијум-хлорида и гликола, а ја просто нисам могао да верујем да је и нови сензор неисправан. Ово је већ личило на уклету бушотину.

Читав дан покушавао сам да нађем решење и откријем у чему је тајна тако честих кварова, али ми није полазило за руком. Док сам лупао главу шта је најбоље да се уради, дотле су се узорци из бушотине непрестано гомилали, а мој основни посао заостајао.

Тек сутрадан ујутро нашао сам шта је био разлог отказивања рада гас-детектора, али је зато трајно било изгубљено више од 200 метара нерегистрованих гасних података и то баш у зони која је била од посебног значаја. Мом клијенту није било ни мало драго када је чуо шта се догодило, а мени још мање.

Како-тако бушотину смо довели до њеног дна. Наравно, нисам био ни мало задовољан, јер сам се до тада кроз читав посао провлачио као пас кроз росу, али нисам ни слутио да ме чекају нове невоље. Та несрећа звала се логери<sup>3</sup> који ће свој посао обавити крајње нестручно и површно, а све те грешке

<sup>3</sup> Логери су сниматељи геофизичких карактеристика у бушотини. Те снимке добијају на основу различитих особина стена, а имају посебан значај у нафтној геологији. Српски назив за такву врсту сниматеља не постоји, а често је у употреби француски термин каротаж.

превалиће се преко мојих леђа, јер је било у домену моје одговорности.

Једноставно говорећи, посао је урађен почетнички, почев од снимања тако важног лога густине помоћу кога се пратила порозност слојева, посебно оних који су могли бити носиоци хидрокарбоната, па све до највеће могуће грешке за коју нисам могао ни да претпоставим да ће бити начињена. Уместо да се снимим као коса бушотина - све је урађено као да је избушена вертикална, а то је дало велику разлику у дубинама!

Ово је већ било исувише. Тиме је чаша жучи била преливена, а одлука је пала да све трошкове снимања сносим ја као особа која није добро обавила свој посао. Када сам чуо за ово није ми било право, јер сам суштински био доведен у ситуацију да одговарам за туђе грешке, али сам зато ту горку лекцију научио за читав живот. Због тога сам увео једну оригиналну идеју у даљу праксу и то се већ на следећој бушотини показало као веома добро осмишљен метод рада.

Следећа бушотина била је сушта супротност претходној. Разлог томе је била моја тврда воља да се све уради крајње ваљано, а са друге стране био сам упоран и истрајан да све држим под контролом. Ипак, једна ствар ми је промакла, али то већ није било у мом домену.

Шта се догодило?

Пошто се бушило веома брзо зидови бушотине нису били добро обложени цементним млеком нити је исплака потпомогла да се они учврсте, тако да је процес обрушавања био веома чест. Посебно се то односило на угљене слојеве одакле је стално допирао материјал у моје узорке. На ово сам неколико пута скретао пажњу инжењеру бушења, али он није предузимао неке посебне мере.

Све је то тако текло док није дошло до чина снимања бушотине. Тек тада се обрушавање материјала у бушотини показало као несавладива препрека за логере који ни у три независна покушаја нису успели да обаве свој посао. Једноставно, баријера се стварала после сваког прочишћавања бушотине и ту није било помоћи. Коначно, одлучено је да се

снимање обави заједно са цементацијом и тако се читава ствар завршила.

Наредна бушотина била је још једноставнија све док се није открило да је начињена грешка на пејсон систему. Иако се желело приказати да је у питању компјутерска грешка, ја сам пре био уверења да је неко од оних који је уносио податке погрешно и довео систем до грешке од 12 метара. Поново је требало исправљати нечију немарност, а овога пута ја сам био тај који је највише морао да ради како би стриплог добио колико-толико коректан изглед.

Ако изузем све наведене проблеме који су пратили бушење проистиче следеће. Нове бушотине су допринеле да се мој пут ка средишту планете знатно увећа. На крају зимске сезоне 2004/05 укупна дубина до које сам допро била је нешто више од 21 километар. Пошто сам водио тачну евиденцију износило је 21,125 километара, а када се прерачуна у односу на полупречник планете било је тек нешто више од 0,33%. До половине једног процента требало је превалити још око 10 километара пута или окончати нешто више од три дубоке бушотине. Рачунао сам да ће се то остварити у току летње сезоне, па сам се зато безбрижно предао разбибризи и мајском Сунцу које нас је издашно грејало тог пролећа 2005. године.

Једини озбиљан посао којим сам се бавио била је куповина куће, сумирање резултата из претходне сезоне и посета традиционалној мајској изложби стена, фосила и минерала у Калгарију. Одмор ми беше итекако добродошао.

### 13. НАФТНО ПОЉЕ “КЕРОЛАЈН“

На крају те сезоне, не могу да кажем да сам у потпуности упознао нафтно поље коме је дато име “Керолајн“, али сам у доброј мери научио лекцију коју бих назвао геисторија предгорја Стеновитих планина, а са њоме и добар део геологије североамеричког континента. Тиме сам заправо себи могао да објасним где сам и шта радим, шта је било пре него што је створен један од највећих седиментационих басена на свету, како је дошло до његовог развоја и шта је оно значило за многе природне феномене које данас налазимо, а којих је препун овај део североамеричког копна. Због свега тога мишљења сам да би било корисно када бих укратко приказао неке основне карактеристике које су значајне да би се разумела еволуција овог дела наше планете.

Када говоримо о породици, увек се сетимо својих предака, јер они су ти који су крочили и корачали пре нас. Ако се вратимо само 100 година уназад, видећемо да ни тло по коме су ти наши преци ходали није било исто као што је данашње: многе су шуме искрчене, градови се проширили, њиве су обрађене, израсла је нова трава...

Као што смо замислили своје претке, исто тако покушајмо да замислимо како је некада изгледало копно по коме ходамо. Ту основу или кристаласто језгро стручно називамо



североамерички кратон, понекад штит, платформа или кора. То је један од најстаријих простора на нашој планети - кажемо да је старост архајска или, ако се изражавамо у апсолутним годинама, старо је невероватних 3 милијарде година!

До скоро се чинило да у том старом језгру нема ничег значајног, а онда је неочекивано одјекнула "експлозија". Крајем XX века пронађени су дијаманти у северном делу провинције Манитобе, затим на Северозападној Територији, нешто пре тога на Јукону и схватање о прастаром копну из корена се изменило - постало је вредно поштовања.

Тај кратон је подлога седиментационог басена или база на којој се градила грађевина висока понегде и више до 8 километара. Било је потребно да протекну милиони и милиони година па да настану слојеви у којима су се седименти исталожили ношени водом, ветром или ледом. Човек никада тако нешто неће бити у стању да сагради.

Из тих исталожених слојева данас покушавамо да извучемо драгоцену течност коју називамо нафта, гасовиту материју или природни гас или оно што је настало угљенисањем некадашњих великих стабала. Да нема тог драгоценог седиментационог басена не би било ни индустрије, ни аутомобила, ни транспорта, трговине, бројних сервиса нити свега оног што једним именом називамо напредак цивилизације. Да нема тог басена за многе би данашња прерија била суви безводни предео са минималним или никаквим условима за живот.

Са друге стране, не би било ни великог загађења, ефекта "стаклене баште", а ни тако оштрих климатских промена каквих имамо данас. Тако је проистекло да у исто време налазимо велику корист, али и велику штету. Шта је веће? Мислим да ће временске теразије убрзо најбоље пресудити.

Западноканадски седиментациони басен није ни једносаван, а ни довољно истражен и поред бројно избушених бушотина, сеизмичких профила, реконструкција и геолошких карата дубоких структура. Најкомпликованија ситуација је у западном делу басена где се нагло завршава, тако што га пресецају североамерички кордиљери који чине младу, али трајну баријеру.

Радећи читаве зимске сезоне у том граничном подручју, видео сам да је то био основни разлог зашто су се дешавала различита изненађења попут наглог нестајања појединих слојева, двоструког појављивања истих формација, другачијих дубина од прогнозираних итд. Било је и других изненађења, али су ова која наводим представљала најкарактеристичније примере.

Када све резимирам, произилази да се трагање за нафтом или природним гасом сводило на две доминантне формације у басену. Били су то Кардијум "А" песак и Викинг формација. Обе су припадале креди или времену од пре 110 до 90 милиона година, што је значило да су истовремено планетом господарили диносауруси и настајала нафта. Због тога сам мишљења да би требало мало детаљније појаснити шта су те две формације значиле некада, а шта значе данас.

Кардијум "А" песак је нешто млађи од Викинга, истина не много, тек неких 20-так милиона година. У њему се углавном налази песак, што му званично име казује, и конгломерат. Треба га замислити као једну танку плочу до највише 20 метара дебљине која се разлила захваљујући некадашњој реци што се уливала у прадавни океан. Била је то једна велика делта па је зато материјал тако одлаган и класификован по крушноћи - ближе устима прареке материјал је крупнији, а све даље од ње идући у океан ситнији и ситнији. Зато и логички звучи објашњење зашто налазимо конгломерат или разноврсне крупне комаде стена, затим комаде средњих величина, па и ситнозрни песак, све до микроскопских честица.

Кардијум формација је постала интересантна када је августа 1974. године нафта први пут откривена у пешчару који је означен са "Б". Суштински, било је то сочивасто тело у коме се скривала структурна замка из које је касније почела да се црпи нафта. У то време гас није био откривен.

Викинг формација је још интересантнија, јер је богатија и нафтом и гасом. Име јој је дато по једном маленом градићу на граници Алберте и Саскачевана где је нафта први пут откривена, али је засигурно да много дубљи корен овог имена вуче из Европе или из скандинавске основе по првим

освајачима североамеричког континента. Било како било, тек Викинг формација је студиозно изучавана, јер се радило о једној вредној и специфичној појави иако се налазила на дубини од преко 2800 метара, а понекад чак и више од 3 километра.

Слично Кардијуму и Викинг формација је настала на ушћу некадашње реке која се уливала у праокеан. Ипак, постојала је једна велика разлика, а састојала се у појави која се стручно назива естуари канал. То је, такође, била некадашња делта у којој су се интензивно мешале слана и слатка вода, али и место где се одлагао материјал који је река доносила у океан. Повремено океан би надирао у копно, речно корито би се продубљивало и тако је милионима година стваран један посебан седиментациони систем кога су запуњавали конгломерати, глинци и песак. Заједно са тим сменама различитих врста стена стварана је и стратиграфска замка или такви слојеви у којима су се трајно акумулирали природни гас, нафта, понекад и подземна вода.

Та стратиграфска замка била је предмет истраживања у нафтном пољу "Керолајн", али доћи до ње није био ни мало лак посао. Викинг формација је имала различиту дебљину, понегде је била 15 метара, а негде и преко 40. Често се дешавало да се буши и 3 километра да би се набушило безначајних 10-так метара Викинг формације која ама баш ништа у себи корисно није садржавала. Било је случајева када се унапред знало да се ништа неће наћи, а то је рађено онда када је нафтном пољу већ било откривено, па га је требало прецизније оконтурити, урадити тродимензионални модел лежишта и прорачунати укупне резерве.

Постојала је и трећа интересантна формација у нафтном пољу "Керолајн" која се називала Бејли Ривер. Она је била знатно плића, обично се налазила на дубинама од 1800 до 2300 метара и увек је некако била у сенци претходно две наведене. Она никада није представљала примарни циљ, јер није имала велике количине ни гаса ни нафте, али се никада није знало где може доћи до изненађења с обзиром да су већ постојала откривена нафтна поља унутар ове формације.

Било је то неких 300 километара северно од насеља Керолајне и зато се сваки пут покушавало са неким додатним методама рада и истраживања не би ли се штогод ново извукло и исцрпело из ове геолошке формације.

За сво време мога рада на нафтном пољу "Керолајн" Бејли Ривер формација само ми је представљала неку врсту "успутне" станице. Нисам је потцењивао, али је нисам ни посебно ценио, јер сам уочио да су притисци формације мали и да ни са те стране не испуњава ни минималне услове за неки успешан истраживачки подухват у облику открића нафте или гаса.

Често пута до сада употребљен је термин формација. Како је већ раније дато обећање да ће се током развоја страшица ове књиге осветљавати по неки пример који је значајан за геологију и никада не застарева, тренутак је да се и о томе каже нешто више.

Формација је, пре свега, стратиграфски термин. У званичну терминологију увео га је немачки лекар по имену Кристијан Фучел (Christian Fuchsel, 1722-1773) који је из хобија сакупио узорке стена по Немачкој, па чак био физичар код принца од Рудолштата. Дакле, овај необични човек је у другој половини XVIII века у Турингији у Немачкој детаљно описао једну сукцесију, слој по слој, својствено немачкој упорности и студиозности, и издвојио девет различитих јединица. Те јединице назвао је формацијама, а подвиг је тим био већи што је радио у тријаским стенама за које знамо да су старије од 200 милиона година.

Тако тврде неки званични извори.

Код свог професора Александра Грубића, међутим, нашао сам податак да Фучел никада званично није употребио термин формација, па све то на изванредан начин остаје мистериозно. Знајући колики је аналитичар професор Грубић, верујем да је све детаљно истражио и пронашао нетачност која се провлачила кроз многа документа као поцепана крпа. Ко пажљиво прати радове професора Грубића, наћи ће драгоцене податке из историје геологије, посебно српске и истину, рецимо, да је млади Александар Поповић (1847-1877), звани

Шандор, живећи прескромних 30 година, био отац српске геологије, а не Јован Жујовић, како се то погрешно тумачи и константно натура многим генерацијама.

Било како било, тек више од два века назив формација се одржао и не само да се одржао, већ је остао, рекли бисмо, вечно зелен. Стратиграфи данас за најједноставнију јединицу проглашавају слој, а када их има више, онда они сачињавају чланове. Када је више тих чланова, тада се називају формација, а више формација чини групу. Према томе, био или не био Фучелов, термин се високо уздигао и када нешто проглашавамо формацијом, тада мислимо на једну целину, али са више слојева и чланова.

Термин формација се не поштује само код стратиграфа. То равноправно чине сви други геолози, а код оних којима је примаран циљ истраживање нафте и гаса изузетно је одомаћен и засигурно могу рећи од највећег је значаја. Природни гас и нафта не дефинишу се у оквиру слоја, члана или групе - увек унутар формације и зато је она та за коју може да се каже да је врх геолошког временског сазнања.

Када издвајамо или одређујемо већ наведене формације Кардијум или Викинг, знамо да оне припадају великим групама које носе назив Алберта или Колорадо. Исто тако знамо да садрже више чланова, а о броју слојева унутар њих да и не говоримо. Са тим и таквим сазнањима много је лакше радити и разумети како се изналазе гас и нафта у нафтном пољу "Керолајн".

Уосталом, слично сам се и сам понашао. Непрестано сам трагао за све новијим и новијим подацима како бих то поље што боље упознао, али сам се истовремено освртао и на старије, јер тајни у дубинској геологији је бесконачно много.

Уосталом, ко све да их разоткрије и у потпуности разуме?

## 14. ПРИТИСАК

Већ сам укратко објаснио колики је значај температуре и зашто је корисно њено познавање приликом бушења, па зато настављам даље тако што ћу покушати да објасним притисак и његово постојање у Земљиним слојевима.

Дубоко сам убеђен да је он нешто посебно. Кажем то због тога што сматрам да ће човек наћи начина да савлада или бар ублажи високе температуре, али, када су у питању високи притисци, ту ствари стоје сасвим другачије.

Најједноставније обарање температуре врши се коришћењем воде или применом специјалних типова течности и пене. Када се буши бушотина читав систем за продирање у дубину хлади се помоћу течности која носи општи назив исплака. Та исплака може бити различите врсте и одређује се у зависности од типа стене, дубине, типа бушаће гарнитуре и других фактора и све то ради се у функцији што бржег продирања до планиране дубине. Дакле, повишене температуре су ипак под неком врстом контролом, да тако кажемо.

Када пређемо на поље високих притисака, тада нам се намећу две контрадикторне ствари. Прва је да желимо да продремо до слоја под високим притиском, а друга је да такав притисак не можемо да подвргнемо контроли. Висок притисак омогућава лако избијање гаса до површине терена, али

зато увек прети опасност да изазове пожар на платформи када доспе у контакт са слободним кисеоником на површини терена. Нажалост, ово се у пракси често догађало и о томе мора да се води строга контрола.

Притисци у продуктивним формацијама западноканадског седиментационог басена су обично између 20 и 30 хиљада килопаскала. Тако је на већим дубинама, а под тиме подразумевамо оне изнад 1500 и испод 3000 метара. На мањим или до једног километра дубине углавном су до 10 хиљада килопаскала, али има и изузетака.

Када се говори о притисцима, сматрам да је од велике важности рећи какав је њихов значај и на који начин се тестирају. Исто тако, за мене је одувек било корисно вратити се уназад у историју и видети ко су били ти одважни који су се усудили да га истражују и како се развијала мисао о овој физичкој величини.

Да нису постојали високи притисци, наравно, и температуре данас не бисмо знали шта је нафта. Петролеј или сирова нафта створени су захваљујући некадашњој великој количини планктона и органских материја које су изумирале, падале на муљевито дно некадашњих залива, лагуна, река или језера и ту се таложиле милионима година. По логици ствари и редоследу догађања требало је да од свега тога настану очврсле стене, али прича се није тако завршила. Захваљујући високим притисцима и температурама читав тај органски материјал је променио своје агрегатно стање и из чврстог прешао у течност. И не само то: новостворена материја почела је да мигрира, лута и тражи себи најповољнију средину у коју би се "настанила". Да зло буде веће "одлучила" се да то увек буде у некој замци или на врху какве антиформе, али тако што би се нежно уљуљкала на води и прекрила ћебетом од гаса под високим притиском.

Нафта у бушотини је увек под екстремно високим притиском. Ово омогућава њено лакше избијање на површину терена када се до ње продре бушењем, јер тада притисак у слоју драстично опадне, а и пумпе које се налазе на површини битно редукују свој рад. Ипак, и ту постоји један занимљив

трик. Да би се добило што више нафте и уштедела енергија за њено извлачење у бушотину се упумпава вода (често се користи морска) која још више повећава притисак у слоју. Пошто се вода не меша са нафтом и увек остаје испод ње због своје веће специфичне тежине, то доводи до још бољег истискивања нафте на горе, а самим тим и веће продуктивности. Лукаво смишљено, али је тако баш захваљујући познавању физичких карактеристика ове сировине.

На свакој бушотини обавезно је тестирање притиска. Ово се обично ради када се заврши фаза цементације једног мањег дела бушотине, обично једне петине од укупне дубине, али није искључено да се то понекад и понови у току бушења, ако се изненадно појаве високи притисци. Наравно, никакви ризици се не исплате на оваквој врсти посла, јер они могу бити не само скупи већ и веома опасни по живот оних који раде на пословима бушења.

О притисцима у бушотини могло би се још надугачко и нашироко приповедати, али тиме би се разводнила основна тема. Мени се непрестано намеће једно питање: како би човек могао да савлада толике притиске у унутрашњости планете уколико би имао намеру да крене у освајање тих неистражених простора? Да ли би то уопште било могуће и изводљиво?

Одговор на ово питање доводи нас у ситуацију да себи морамо дефинитивно да признамо да је тако нешто физички немогуће. Притисци у унутрашњости планете су толико високи да не само човек него било које живо биће то не може да поднесе. Чак не постоје ни материјали који би могли представљати сигурну заштиту. Изузетак су дијаманти, али ни то није стопроцентно сигурно, јер је и даље читава ствар веома удаљена од реалног стања.

Узмимо за пример дубину од 3 километра. У многим бушотинама дуж читавог западноканадског седиментационог басена измерено је да је притисак приближно 30 хиљада килопаскала. Шта ово значи? То је исто као да ронимо на дубини од 3 километра испод површине мора. У том случају знамо засигурно да је реч о енормно високом притиску.

Ако се упутимо дубље, тада је ситуација још тежа, па тако на 10 километара дубине имамо притисак од око 100 хиљада килопаскала, а то је већ нешто што бисмо мирне душе могли назвати страшним судом.

Како ли је тек на већим дубинама?

И на ово питање је могуће дати одговор, али то ћемо одложити за наредно поглавље.

Док смо говорили о притиску и јединицама за притисак, непрестано смо помињали једно име - Паскал. Да видимо зашто се притисак тако изражава и ко је човек по коме је то име дато.

Блез Паскал (Blaise Pascal, 1623-1662) био је француски математичар, физичар и природњак који је за само 39 година живота открио више вредних проналазака. Први је осмислио дигитални рачунар, али му то није донело богатство, јер је број људи или компанија који су га у то време могли користити био јако мало. Тако је 1652. године направљено 50 прототипова, а продато је свега пет! Овим се и Паскал сврстао у плејаду научника који је својим знањем далеко превазишао време у коме је живео, али му то није много помогло да себи обезбеди лагодан живот.

До дана данашњег очувано је седам примерака тих првих рачунара и када би се продавали вредели би незамисливо више од првобитне цене која је тражена за њих. Ипак, Паскалово име ће трајати вековима не само у физици и математици, већ и информатици, јер је један компјутерски језик по њему тако назван.



Блез Паскал (1623-1662), француски математичар, физичар и познати мислилац.

Паскалу у част дато је име јединице за притисак. Учињено је то зато што су његова изучавања ваздушног притиска била пионирска, а истовремено чинила су прекретницу у додашњим схватањима о овој физичкој величини. Паскал је открио да се притисак у затвореном систему шири на све стране подједнако и то схватање преточио у закон, данас познати Паскалов закон или принцип. Да не би остао у сфери теорије, конструисао је хидрауличку пресу и бризгалицу под притиском чиме је потврдио да је подједнако добар и теоретичар и практичар.

За Паскала се зна да је био успешан и као математичар, посебно када се говори о теорији вероватноће, што само потврђује да је средином XVII века у Француској живео и радио истински геније свога, али и будућег доба.

Због свега тога, када рачунам притисак у некој формацији дубоко у Земљиној унутрашњости или њен хидростатички притисак да бих могао рећи колико је добро или лоше за извлачење нафте или гаса на површину терена, увек се сетим Блеза Паскала. Генији корачају тако што њихови трагови дубоко задиру у будуће векове и живе вечно као што су за сва времена остала окамењена стопала диносауруса који су гордо ходали по некадашњем кредном мочварном или блатњавом тлу. Титански трагови нису ништа друго до златни отисци бескрајно надарених умова. Зато њихови погледи и допиру далеко иза хоризонта знања и светле другима на вечну корист и добробит.

## 15. ПОТОНУЛИ КОНТИНЕНТИ

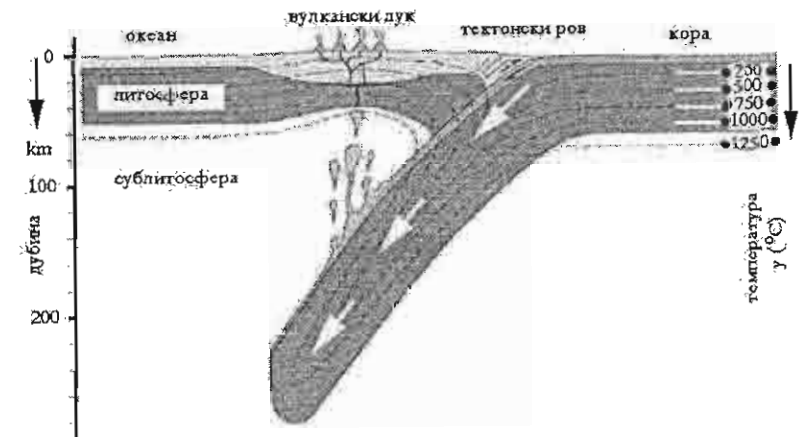
Када се родила тектоника плоча шездесетих година XX века, геологија је доживела невероватан бум и сва дотадашња истраживања, а посебно претходни резултати, пали су једноставно у воду и постали ствар историјског развоја ове науке. Човек је наставио да се креће новим, потпуно непроходним путевима, а старе је напуштао и остављао да их заборави и “коров људског сазнања” прекрију. Само су још упорни остајали на претходном путу, чинећи рецидиве, али, како је време протицало, тако их је бивало све мање и мање. Данас, скоро пола века после открића тектонике плоча, они више и не постоје.

Компјутерски бум из осамдесетих година XX века допринео је да се ствари око ове теорије још више убрзају и продубе, тако да су се рађала све новија и новија открића, а тектоника плоча се као зараза ширила на све геолошке гране. Одједном, постала је универзална и применљива у многим областима и теренима, па се чак проширила и на планете Марс и Венеру.

Морам рећи да сам се и сам заразио том теоријом, а то је некако било и логично. Седамдесетих година XX века завршавао сам своје студије и тек сам био на почетку професионалне каријере, а и као млад лакше сам прихватао новине у

струци него моје старије колеге. Неки од њих чак нису ни покушавали да схвате суштину новог геолошког знања и науке, јер је била у дубокој супротности са свим оним што су дотад радили, током свога радног века стварали, па чак и писали научне радове. Могао сам да их разумем, јер како себи после, рецимо, тридесет година једног начина размишљања и стварања признати да је све било погрешно!

Било је, наравно, хиљаде питања на које сам желео да добијем одговор користећи тектонику плоча, али ме је једно највише интригирало. Наиме, тектоника плоча каже да се поједини делови океанске коре подвлаче под континенталну и та места стручно се називају субдукционе зоне. Дакле, нешто се субдукује и нестаје у дубоким понорима Земљине коре или још дубље испод ње. Зато сам себи постављао више питања, а једно је било: шта се са тим некадашњим деловима континента који на себи носи океан догађа? Да ли тамо “доле” дефинитивно нестају и растапају се под високим температурама и притисцима, које смо већ помињали, или бивају делимично заштићени, тако што се њихови спољашњи делови измене, а унутрашњи остану очувани?



Модел субдукције океан - кора према тектоници плоча. Велики део океанске коре нестаје у унутрашњости планете и доспева чак до преко 250 km у дубину да би тамо претрпела велике промене.

С обзиром да се ради о великим и човеку недоступним дубинама за директно проучавање, дуго нисам могао да нађем не само одговор на постављено питање, већ нигде није било ни наговештаја о томе. Закључио сам да не треба кудити тектонику плоча, јер она није била свемоћна, а и постојала је велика вероватноћа да су моје жеље и мисли летеле знатно брже и даље од стварних научних могућности и тренутних сазнања.

Све, међутим, дође на своје место, те тако и ја добих одговор или део одговора у једном чланку у часопису "Земља" (Earth) из 1996. године. Сасвим случајно нашао сам текст који је говорио баш о томе: шта се дешава са потонулим деловима континента или чврстом подлогом савремених океана када доспеју у Земљину унутрашњост. У наведеном чланку аутори су дошли до сазнања да се поједини делови трајно губе или бивају буквално "самлевени" под утицајем високих температура и притисака и да их више никада као такве не бисмо могли препознати када бисмо евентуално имали прилику да их поново видимо.

Ипак, чудо се догађа! Део тог потонулог континента остаје очуван, тако аутори поменутог текста кажу. Истини за вољу, нађе се у потпуно страниј средини, као залутало јагње међу вуковима, и, за дивно, чудо ту опстаје.

Све то, испричано тако штуро и некако бајковито, мени је пре личило на фикцију него на струку и науку, јер, идући том логиком, могло се тврдити да је и некадашњи Платонов континент Атлантида негде дубоко потонуо у те мрачне поноре, па је то основни разлог зашто не може да се пронађе после толико година упорних трагања и лутања за њим.

Поента мога помињања и размишљања о несталим планетарним деловима састојала се у трагању за већ поменутиим високим температурама и притисцима. Ако се нека стена мења под таквим условима, онда то значи да говоримо о неким процесима у унутрашњости планете који нимало или су сасвим мало одмакли од првобитних услова када се небеско тело по коме ходамо и на коме живимо сажимало и очвршћавало. И дан данас се ти процеси одигравају испод чврсте Земљине

коре, готово да су идентични или слични некадашњим, а како се све то догађало у једном дугом временском периоду и понављало у више наврата, дакле, идући том логиком, значи да испод површине Земље постоје бројни континенти или делови континената за које и не знамо да су постојали у некадашњој геолошкој прошлости.

То исто и аутори наведеног чланка потврдише и мени некако све постаде и милије и драже, јер се поново вратих у доба свога детињства и маштања о многим земљама испод површине планете. Разлика је ипак била у нечем другом: сада сам на читаву ствар гледао са искуством које ми је говорило шта могу очекивати, а шта не, шта има реалних могућности, а шта је ирационално.

И поред свега тога, и даље сам слутио да Земља у себи крије многе и многе тајне и да се још ни издалека нисмо ни примакли њеним безбројним изненађењима.



## 16. КИШНО ПРОЛЕЋЕ

Никада у животу нисам више био у блату као тог пролећа 2005. године. Април је промакао како-тако без кише, али када је наступио мај као да је дошло време потопа. Непрестано су се смењивале и то није трајало један-два дана, већ данима и недељама, а затим се продужило и у јуни. Први пут у животу обратио сам пажњу на поделу кише, јер до тада нисам знао нити је било потребе да знам да постоје тзв. лаке, тешке или врло тешке кише. Сматрао сам да постоје само кише и ништа више од тога.

Поплаве су претежно претиле јужним деловима Алберте, што је и било разумљиво. Реке и речице су углавном текле са севера или северозапада ка југу или југоистоку и тамо се разливале ван речних корита. Било је тужно гледати како многе куће тону, вода надире, имања пропадају, а људи напуштају своје домове у немоћи. Природа је узимала свој данак и ништа је у том рушилачком налету није могло да заустави. И у овом случају, по ко зна који пут, показало се да је то многоструко јача сила од силе човека, којом лакомислено желимо да се представимо у свој својој наивности.

У том поплавном периоду ја сам углавном одлазио на североисток где није било тако трагично, али је било изузетно тешко за рад. Локални путеви су били толико блатњави и

разлокани да су њима могли да се пробијају само возила са вучом на четири точка, али и специјално опремљена за овакве услове. За сва друга улазак у блатњаве терене била је чиста авантура и најчешће непромишљени ризик.

У то време радио сам искључиво на плитким бушотинама, углавном до 700 метара дубине, али за једну од највећих нафтних компанија у западном делу Канаде која је носила назив по предивном северном псу хаскију. Бушење је ишло веома брзо, понекад чак и преко 100 метара на сат, тако да није постојала ни теоријска основа да се то може пратити. Сви геолози су у тим условима били осуђени на велико кашњење у својим описима литолошких чланова или су се довијали тако што су приказивали интервале од по 20, па чак и више метара истовремено. Пошто сам сматрао да униформност у геологији не постоји, већ, напротив, велика разноврсност, никада нисам прихватао такав начин рада, па макар закашњавао за бушењем и хиљаду метара. Свој посао сам завршавао крајње професионално и поштено према струци, јер сам био мишљења да су изненађења увек присутна и да се за њих треба максимално и добро припремити.

Шта ми је преостало у крајње неповољним временским условима за рад? Непрестано сам пратио метеоролошку прогнозу и ослушкивао шта се у ком крају догађа. Морао сам добро да се информишем како бих избегао непријатне ситуације и могућности да се негде не заглавим. У суштини, канадски терени су изузетно опасни за онога ко није довољно спреман на све недаће и веома захвални за добро организованог стручњака. Како сам ценио природне силе и дубоко веровао да сам за њих само једно безначајно живо биће са којим могу да се поиграју кад и како хоће, преостало ми је једино да се понашам превентивно и крајње пажљиво. Научио сам да поштујем Природу и њене силе и себи никада нисам дозвољавао другачију помисао, јер сам добро знао да би ме то прескупо коштало.

Поплава је спадала само у једну од многобројних природних хазарда. Планета је обиловала мноштвом ризика по човека, те зато и није изненађујуће што су се катастрофе

веома често догађале. Како сам био човек који је више веровао Жоржу Кивијеу (Georges Cuvier, 1769-1832) него Чарлсу Дарвину (Charles Darwin, 1809-1892), логично је било да сам већу пажњу посвећивао катаклизмама него неком законитом и спором развоју. Уосталом, кад несрећа закуца на врата, ко мари за еволуцију!

С обзиром да сам веома пажљиво изучавао природне катастрофе и хазарде у последњих пет година свога рада, некако ми се само по себи наметало да нешто више кажем о томе. Колико год еволуционисти тврдили да је све у лаганим променама, често се догађало да једна катастрофа збрише са лица планете хиљаде, понекад и стотине хиљада људи. То могу земљотреси, пре свега, као изненадни, ненајављени и увек злокобни удари у раним јутарњим часовима, хватајући људе редовно на спавању.

Ништа мање опасни нису били ни оркани, али њихов долазак је скоро увек очекиван или праћен сателитским осматрањима. Тако је и са вулканима, цунамијима, поплавама, пожарима, лавинама и другим несрећама које како-тако "савладавамо" путем коришћења савремене технологије. Астрономи, рецимо, прате лутајућа небеска тела не само зато да би правили њихов астрономски каталог, већ зато да би у некој апокалиптичној ситуацији могли да дамо адекватан одговор на небески изазов, опасан удар какавог астероида или метеорита о нашу планету.

Ово је посебно актуелизовано када је постављена теорија о страдању диносауруса услед астероидног или кометског удара пре око 65 милиона година. Да ствар није ни мало наивна веома брзо су потврдили астрономи када су уживо пратили судар комете Шумејкер-Леви са Јупитером 1992. године. Бројни кратери на Марсу, Меркуру или Месецу, такође, су нас упозоравали да су такви догађаји могући, а ни њихов број на Земљи није био занемарљив.

Да не би остали затечени оваквим развојем догађаја, еволуционисти су се брже-боље дали у потрагу за контра аргументима, јер су на супротној страни у то доба имали Нобеловца Луја Алвареза (Lois Alvarez, 1911-1988) и његову

веома способну екипу стручњака из различитих научних дисциплина. Налазак фосила птице-диносауруса у Кини 1992. године послужио је еволуционистима као крунски доказ да нису сви диносауруси страдали у наведеној катастрофи, већ да је једна група еволуирала у птице. Но, ни то није било довољно, па су се зато дали у потрагу за новијим доказима.

Међутим, ни противници еволуције нису мировали. Када су крајем XX века објављени резултати вероватно највећег страдања у историји планете на граници перма и тријаса, која се сматра да је била пре око 245 милиона година, трка се све више заоштравала. Противници еволуције су нашли да је око 90% тадашњег живота нестало са планете под мистериозним утицајем, а да је највише страдао морски свет. Поново су изнели констатацију да су још један, знатно старији астероид или комета допринели томе. По њима, свет пре рептила је страдао у планетарној катастрофи, затим су га сменили гмизавци да би и они доживели катаклизму, а онда су дошли сисари и загосподарили планетом. А да ли ће се појавити нови астероид или метеорит?...

Пратећи наведену законитост изгледа да ни сисари нису вечни.

Све ово, укратко и нимало алармантно срочено, имало је за циљ да укаже на један природни циклус и ток догађаја којем смо перманентно изложени. Ретки су делови планете где нема опасности од страдања, јер где год да се крене, свуда су присутне природне силе. На северу планете то су снег, лед и оштре зиме. Ако се померимо јужније у умерене области, тада смо заштићени од екстремних климатских услова, али зато прете земљотреси, поплаве, пожари и вулкани. У екваторијалној зони поново доживљавамо сушу, претопла лета, снажне олујне ветрове и вулкане. Чак ни идилична острва разасута по Индијском и Тихом океану или Карибима нису толико идилична, јер су стално изложена утицају јаким природних сила које умеју у једном једином налету све да разоре. Сетимо се само торнада или цунамија.

Намерно нећу да наводим друге примере, јер њих је много и припадају некој посебној теми, али ако кренем од

најбезазленијег утицаја, грудве снега и пустимо је низ падину, јасно нам је каква је то сила на дну брега створена дејством гравитације. Ако све то увећамо и посматрамо као блокове Земљине коре негде на дубини од 10 или 30 километара, који само привидно стоје стабилно или које држи један ситнији међублок и ако се догоди било какво померање или измицање међу њима, тада ће они далеко изнад или на самој површини терена осетити лакши или разорни земљотрес, све у зависности од величине кретања тих дубоких структура. Тако је наша планета саткана од бројних изукрштаних вена којима циркулише живот, али и смрт. Да ли ће човеку у походе доћи прво или друго, јахач на црном коњу или принц на белом, ствар је многих околности за које имамо само две речи - срећа или несрећа.

Тако је и мој пролећни живот у блату 2005. године протицао. Често пута сам се у мислима враћао хиљадама километара на исток и скоро пола века уназад у своје најраније детињство када сам као шестогодишње дете живео у Земуну у Шилеровој улици која тада није била калдрмисана. После великих киша то није била улица, већ велика каљуга по којој су само одважни корачали. Тако сам се и ја као дете врло често блатњавио, али не зато што сам то волео и наслућивао своје будуће професионално опредељење, већ зато што сам желео да као ти старији будем тако "одважан и храбар" да гацам по тој необичној и несвакидашњој подлози.

Данас сам ту смелост заменио мудрошћу или промишљеношћу или бар нечим што на то личи, јер знам да би ме у супротном свака неопрезност прескупо коштала.

Свој пут ка средишту планете нисам желео тек тако да прокоцкам.

## 17. МАГНЕТНА ПРИВЛАЧНОСТ

Када дани постану краћи, а ноћи дуже, тада хладни ветар са далеког севера несметано продре дубоко на југ североамеричког континента и свима обзнањује да је јесен закуцала на врата. То је време за припрему пред наступајућу зиму.

Монарх лептир не сачекује хладне северне уједе, јер зна да не би преживео. Годишње најмање 100 милиона ових прелепих летећих примерака крене на пут дуг око 4 хиљаде километара ка Мексику и свом зимском уточишту. На том путу никада не изгубе оријентацију, јер их не води Сунце, како се првобитно мислило, већ мали магнетни материјал уграђен у њиховим главама. Непогрешиво хватају југозападни оријентир да би у топлим крајевима презимели и поново на пролеће кренули на исти пут само у супротном смеру. Тако се то понавља из године у годину, ко зна колико пута до сада?

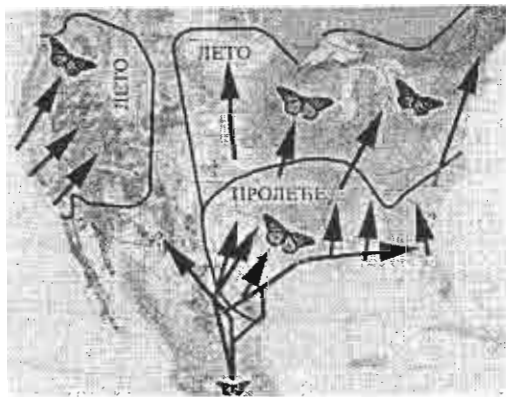
Монарх лептира спашава природни магнетни компас, али то није једини пример коришћења магнетне оријентације и меморије. Мала оса хорнет који живи у северном делу Африке, на Блиском Истоку и на индијском потконтиненту, такође, користи мали магнетни кристал, али у друге сврхе. Пошто никада неће морати да лети хиљадама километара да би пронашла заштиту од хладноће, јер живи у топлим појасу где температуре скоро никада не падају испод нуле Целзијус-

са, нашла је веома оригинално решење како да гради своје идеалне шестоугаоне ћелије у осињаку.

На врху сваке те сићушне грађевине смешта исто тако сићушан магнетни кристал. Те кристале научници популарно назваше “градитељски духовни нивои“, а када би потражили пандан томе у људском свету и делатности, онда бисмо могли рећи да је то геодезија. Свако на свој начин трасира градњу неког објекта, само с том разликом што осе хорнет нађоше далеко суптилнији систем од геодета.

Мали округли и непровидни магнетни кристали имају пречник око 0,1 милиметар, али то је сасвим довољно за успешну градњу. Састављени су од елемената гвожђа и титановог оксида, тако да су врло слични природном магнетном минералу илмениту чија је хемијска формула  $FeTiO_3$ . Правилне симетричне шестоугаоне ћелије граде и пчеле, па се претпоставља да је то по истом систему као што раде осе хорнет.

Са ова два открића са краја XX века наставио сам започету причу о Земљином магнетизму. Скок од скоро једног века намерно је начињен да би се саопштиле само две занимљивости из света фауне, али нису то усамљени примери нити ми у потпуности знамо све тајне магнетизма. Магнетизам је и



По доласку пролећа на североамеричко тло, монарх лептир путује из Мексика, његовог зимовника, ка северу континента. Миллиони шарених летача тада крене ка САД-у и Канади.

даље у домену велике празнине иако хематите као најпознатије магнетне минерале радо користимо као средство за лечење, а исто тако увелико размишљамо о првом магнетном микропроцесору или магнетном возу.

Оба наведена примера нису из домена научне-фантастике, већ су ствар реалних размишљања и блиске будућности. Нови магнетни материјали треба да замене микроелектронске чипове и диск драјвове као и даље споре и практично механичке системе. Исто тако, уколико нема електричне струје, чипови заборављају све унете податке, док са магнетном меморијом то није случај, јер постоје сталне повратне информације које се остварују преко тзв. стабилне меморије. Да би се то успешно остварило планира се да се сваки молекуларни магнет контролише уз помоћ нанотехнолошке скале.

Магнетни воз је стварна потреба човека XXI века. Ова замисао ће бити остварена из два основна разлога: први је сигурност путовања, а други повећање брзине и скраћивање времена путовања са једног места на друго. Магнетни воз никада неће искочити из шина, јер их практично неће ни имати у класичном смислу. Биће то само централна основа која ће читаву композицију држати у равнотежном стању помоћу магнетних линија сила, а кретање воза биће као клизање по залеђеној површини. Замисљено је да се таква конструкција гради изнад површине терена на висини од 5 и више метара чиме ће се само повећати безбедност путовања. Овакав воз само би нека велика птичурини типа археоптерикс могла да угрози или неки апокалиптични земљотрес који би разнео такву конструкцију.

С обзиром да смо са магнетизмом зашли дубоко у XXI век, начинимо још један скок у назад или тачније у XIX век да бисмо поглавље коме дадосмо име “магнетна привлачност“ употпунили. Ово наизглед хаотично кретање кроз векове ипак има логичку целину и правилан редослед, јер се нова сазнања увек ослањају на претходна, а понекад се чак и догађа да неко старо чами у тами више векова док не изрони у свом новом сјају. Таквих примера је безброј, не само у магнетизму, већ практично у свакој људској делатности.

Вилијам Скоресби (William Scoresby, 1789-1857) помно се бавио магнетизмом, јер му је главна преокупација била како да направи моћан магнет којим би могао да подигне терет већи од 5 килограма. Због тога је искористио прву згодну прилику 1819. године и обрео се на Гренланду баш у време оштре зиме када се чак и океан заледио. То је била његова предивна прилика да проучи какав је утицај Земљиног магнетног поља на брод којим је допловио, али и на компасе које су користили за оријентацију. Знајући да су близу северног магнетног пола, правилно је закључивао да треба очекивати веома јако поље и силе које би требало да буду скоро вертикално на доле.

Лукави Енглеz је због тога направио једну дугачку немагнетисану гвоздену шипку, поставивши је вертикално тако да је на њу деловало природно магнетно поље. Сви домени у гвожђу почели су правилно да се уређују и групишу као војници у строју, а после извесног времена Скоресби је добио веома моћан магнет. Дали су му оправдано име "Гренландски магнет".

Ту, међутим, није био крај енглеском лукавству. Знајући да је брод искључиво прављен од дрвета, Скоресби је закуцао читаву мрежу ексера у његов труп, очекујући да ће их локално поље намагнетисати. Када се уверио да се то и обистинило, тада је потражио најбоље место на коме би могао да користи свој компас. Напао га је на врху јарбола и доказао да сва магнетична тела у већој или мањој мери ометају правилну оријентацију и употребу компаса.

Дакле, читав експеримент догодио се почетком XIX века у време када је мали број људи знао шта је то уопште компас иако је он, како смо то раније већ рекли, давно измишљен и коришћен у Кини. Када се ово саопшти данас то делује сасвим једноставно и познато свима, али ће зато на исти начин тако размишљати и људи XXIII века, рецимо, за неке ствари које нама данас нису ни познате или су потпуно недоступне. Шта се све крије и шта је све пред нама, то нико не може да предвиди, јер је будућност тако далека и најчешће веома компликована да би се њен развој правилно сагледао.

Вероватно да ће ти људи што тек треба да ступе на позорницу наше планете, како рекосмо, два века после нас знати да нађу многе практичне стране магнетног поља. Засигурно је да ће даље развијати системе лечења и других данас познатих или потпуно непознатих болести, а верујемо и да ће користити, на пример, поларну светлост или Сунчев ветар о којима данас имамо тек основну представу, а никакав појам о њиховим практичним странама.

Да не бисмо на крилима маште отишли предалеко, јер исто тако можемо да тврдимо како ће исти ти људи истински путовати и у средиште Земље помоћу магнетних линија силе, станимо чврсто на тло ове планете у времену самог зачетка XXI века и осврнимо се на пут сазнања којим је човек прошао у последњих сто година да би дошао до онога што данас познаје и поседује. За пут у средиште планете то и није много, али и више од нулте тачке или Вернове иницијалне идеје.

Зато и прича о магнетизму и нема свој почетак, а још мање крај и због тога ћемо је наставити даље, онако како се буду развијале странице ове књиге, јер они који су стварали вечна дела истински су јунаци које цивилизација и људско друштво никада неће заборавити.

## 18. ДЕВОН КОРПОРАЦИЈА

Лето 2005. године започело је са предивним догађајима. Другог дана овог по мени најлепшег годишњег доба моја породица се преселила у прекрасну кућу којом смо сви од првог момента били очарани. Због тога је и пала одлука код куповине: та или ни једна друга!

Само што смо започели пресељење, стигла је још повољнија вест: добио сам пројекат од четири бушотине које је требало да радим за компанију Девон Канада Корпорација (Devon Canada Corporation). То је значило да ћу читаво лето имати сигуран ангажман који је могао вишеструко да се исплати. Програм је био тако коципиран да сам имао равномерно заступљене интервале рада и одмора од по десетак дана што се само пожелети могло. Трбало је путовати у околину места које се звало Велика Прерија (Grande Prairie), а једина неповољност била та што се место налазило на удаљењу од скоро 1000 километара од Калгарија. Морао сам зато возити око 10 сати до локације на којој се бушило, али како је било лето и претежно лепо време, то и није представљало неку велику потешкоћу.

Прва бушотина је била најкомпликованија <sup>с</sup> обзиром на тип стена, са једне стране, а са друге, због специфичног програма којим се поменута компанија користила и стриктно

тражила да се примењује. Када су се, пак, све коцкице сложиле и почетни проблеми савладали, а ново градиво, како сам себи као ђаку ове "школе" представљао, научило, све је кренуло по устаљеној и већ опробаној пракси.

Навео сам да је проблем био тип стена, па сам мишљења да би требало детаљније појаснити о чему се заправо ради.

За нафтне геологе који раде у западноканадском седиментационом басену најкомпликованије је када се буше карбонатне стене. Зашто мали број њих не воли кречњаке, доломите или анхидрите - мени није јасно? Сви тврде да је описивање тих стена сложено и да захтева добро знање из више геолошких дисциплина, а често се дешава и да пројектанти неку формацију изделе у више мањих чланова или чак слојева, па се зато све мора веома пажљиво реконструисати и одредити у бушотини.

Мени је у великој мери много значило претходно искуство. То знање о карбонатима стицао сам на теренима јадранске карбонатне платформе, радећи скоро деценију и по на простору од Истре па све до Улциња, а затим га проверавао у залеђу динарског система. Све то скупа допуњавао сам у нешто мањем обиму у источносрпским карбонатним теренима и тако заокружавао своје и знање и схватање о основној проблематици карбонатних стена. Тако за мене практично и није било великих непознаница у овом делу који говори о фундаменталном значају и примени карбоната.

Дуги низ година стицано знање успешно сам примењивао у пракси, а то даље трансферисао у материјалну корист, тако да ми се финансијска ситуација знатно побољшала. Ипак, себи сам непрестано сугерисао да је опрез и само опрез, а не халапљивост мајка мудрости и да не треба све послове прихватати по сваку цену. Ризик се једног дана могао вратити као бумеранг, а ја никако нисам желео стечену позицију, а посебно репутацију да прокоцкам олако.

Бушотине нису биле дубоке. Обично су износиле око 1500 метара, што је за мене значило да су плитке или тек осредње дубине, па су се зато низале једна за другом као ђердани. Како сам коју завршавао, тако сам осећао да ми посао



постаје рутина, што нисам волео. Моја пракса је била да увек откривам нешто ново, јер сам само тако своје знање могао да проверавам и непрестано допуњавам. Због тога сам размишљао шта ми даље ваља чинити.

Морам рећи да сам по узору на Миланковића стално водио забелешке и то тако што сам у прво време имао пет свеака. У њих сам уносио све новине и непознанице на које сам наилазио током бушења, а када би се оно завршило, трагао сам по књигама, Интернету или часописима како бих нашао решења, делимична или потпуна објашњења, ако сам имао такву срећу. Уколико их није било, нисам се устручавао да питам оне за које сам мислио да добро познају ову врсту посла. Велику помоћ налазио сам на курсевима које сам похађао обично с пролећа када је била мртва сезона и на томе сам још више допуњавао своје знање. Иако сам имао највиши степен геолошког звања, ипак сам се непрестано држао Питагорине изреке и стално учио. Био је то најсигурнији пут у сазвежђе овога посла.

Лето је протицало, а ја сам константно пратио једну исту екипу и исти торањ који се час уздизао, час спуштао, али нам је увек послушно помагао да трагамо за нафтом и природним гасом. Прва бушотина била је негативна, али је дала добру слику о једној формацији која се називала Диболт (Debolt). Њоме се избушило 1569 метара дубине и веома добро рашчланила формација која је била најперспективнија.

Друга је била краћа, само 1325 метара, али зато веома успешна, јер је нађен гас на дубини од 1070 метара. Максимална измерена вредност на гас-детектору износила је 2700 јединица што је било десет пута више од средње вредности. Није било сумње да је представљала пун погодак, а и дала је изузетно повољну перспективу за наставак истраживања. Сви смо се поносили њоме, а ја сам по први пут себи могао рећи да сам један посао урадио сто процентно добро, што је у овој делатности било исто као да сам нашао златну жицу.

Трећу бушотину сам започео у августу. Била је коса, а оне су увек компликованије од вертикалних, јер захтевају стално прерачунавање мерених дубина у стварне. Због тога

су грешке у одређивању почетака формација знатно чешће, а понекад и неопростиво велике. Ја сам се увек држао дубина које су биле срачунате испод нивоа мора и то ми је веома често пута даровало "пуне поготке". Рачуница је била врло проста, јер је ниво мора увек остајао константан, само се мењала дубина почетка формације и у томе се састојао сав трик.

Овом бушотином се избушило 1636 метара, а стварна дубина је износила 50 метара мање када се посматра у вертикалној равни. За то је било потребно око 10 дана рада. Поново сам детаљно рашчланио Диболт формацију и њених 14 чланова, али није било никакве вајде, јер гаса овога пута није било. Дала је финалан и сурово негативан резултат.

Последња четврта померена је само око два километра даље у правцу југа. Сада смо били веома близу ауто-пута и насеља, тако да се морало строго водити рачуна о безбедности не само људи и постројења на бушотини већ и околне средине. Бушотина је поново била коса, а досезала је до 1641 метар дубине. Дирекционисти су свој посао преузели на око 630 метара и на сваких 10 метара одређивали угао и правац бушења. Није се напредовало неком посебно великом брзином, тако да сам имао довољно слободног времена и за друге активности, а и мали одмор.

Ни ова бушотина није дала жељени гас. Диболт формација се и овог пута показала неиздашном и та реалност се морала прихватити као коначан резултат бушења на овом делу терена. Све се завршило релативно успешно: три су биле негативне, једна позитивна. Корист је износила 25% што је представљало резултат вредан пажње.

Када се завршила и последња четврта бушотина, могао сам да резимирам своје путовање у средиште планете. Окончала се моја прва година рада у западноканадском седиментационом басену, па ми се чинило да је то логично и скоро законито да се сумирају једногодишњи резултати.

Рачуница ми је показала следеће: за 365 дана, колико сам радио на овом послу, прешао сам пут нешто већи од 31 километар. То је тек 0,5% од укупне дужине коју треба да превалим до центра планете. И даље сам веома, веома далеко



од замишљеног циља, а већ је драгоцен година иза мене минула. Уколико се све буде развијало истом брзином, то значи да ће ми бити потребно, ни мање ни више, него 200 година рада! Све у свему теше ме две ствари: нико толико дуго није радио, али нико није ни стигао тамо где ја планирам да би могао тријумфално да каже "мој је центар света!".

И поред свега тога, маштам да будем баш тај...

## 19. КОНТИНЕНТАЛНА КОРА

Како да представим пређени пут од 31 километар? Са чиме би било најбоље да се пореди да би се потпуно јасно разумела димензија путовања у унутрашњост планете?

Ову раздаљину људи лако преваљују, ако планирају да то учине у три дана и изделе на по 10-так километара. У том случају није потребна нека посебна припрема, а и не осети се умор уколико су у питању млађе особе. Маратонци претрче и више, а у току своје трке на тридесетпрвом километру у просеку нађу се негде после сат и по трчања. Планинарске маршруте су понекад исте дужине, а растојање од Бергама до Милана, рецимо, у Италији управо толико износи.

Да кажемо нешто знатно ближе мојој струци: на Девичанским острвима 31. јула 2005. године догодио се земљотрес са магнитудом од 3,4 степена, а дубина хипоцентра износила је 31 километар. Девичанска острва су у Карибима и знатно ближе Земљином екватору, док су мој центар света или полазишне тачке померене северније и ближе Земљином поларнику. Ипак, све заједно јако је блиско доњим деловима Земљине коре или дну танке опне што опасује читаву планету.

Дакле, сво моје дотадашње путовање тек је стигло нешто мало даље од једне половине тог танког плашта на коме се заснива сав живот на Земљи, па је сва прилика да га пред-

ставимо у његовом пуном светлу и са знањем којим располаже модерна геологија.

Континентална кора има различиту дебљину. Њени доњи делови допиру до 30 километара у дубину и то је најчешће испод океана, док је на копну обично око 45 километара. На високим планинама је друга слика: тамо је дебела и до 60 километара, а на Памиру чак 70.

Дакле, према мојој стриктно вођеној евиденцији укупног бушења треба да се налазим на самој граници континенталне коре и мантла, али само испод океана. Граница две наведене средине јасно је одређена, јер се на тим дубинама мења брзина сеизмичких таласа.

Ово сазнање потиче још са почетка XX века када је Истријанин Андрија Мохоровичић открио да се брзина сеизмичких или лонгитудиналних таласа, како се другачије називају, рапидно мења и уместо 6 километара у секунди, колико износи у континенталној кори, нагло убрзава на 8 километара у секунди у мантлу. Мохоровичић је правилно расудио да због тога мора да постоји неки гранични слој између ове две средине, а данас је то светски признати и познати Мохо дисконтинуитет.

Моја знатижеља, а можда и традиционална упорност и воља ка детаљисању довели су ме до интересантног поређења двојице великана, Мохоровичића и Миланковића. Иако Миланковићево име данас светли знатно сјајнијом светлошћу у свету науке, ипак се на једноставан начин може пронаћи много сличности између ова два поменути имена.



Истријанин Андрија Мохоровичић (1857-1936), сеизмолог који је открио гранични слој на дубини од 30-60 km испод континенталне коре.

Обојица су дивови науке о Земљи. Мохоровичић се родио двадесетдве године пре Миланковића и исто толико година пре њега умро; према томе, живели су по 79 година. Волели су, веровали и на прво место постављали математику. То их је довело до генијалних открића. У исто време непрестано су упирали знатижељне погледе ка метеорологији, астрономији и физици.

Као признати научници, заслужено су постали чланови Југославенске академије знаности и умјетности у Загребу, а професуром су се бавили читавог свог живота. Никада нису адекватно награђени од домовине у којој су живели о чему сведоче бројни документи. Можда је најупечатљивије Мохоровичићево писмо којим се обраћа Миланковићу и моли га да се заузме за његову пензију која тада није била довољна ни за основни живот. Писмо је датирано почетком тридесетих година XX века и довољно јасно баца светло на однос тадашње државе према њеним знаменитим људима.

Постхумно су постали прави богаташи, јер поседују по један кратер на тамној страни Месеца, а и власници су астероида “Миланковић” и “Мохоровичић” који се налазе у астероидном појасу што дели Сунчев систем на унутрашњи и спољашњи део или на планете Земљиног типа и планете Јупитеровог типа. Миланковић је “богатији” за кратер који се налази на Марсу, тамо где сам пожелео да одем на крилима знања и маште, па сам том свом јунаку посветих читаву једну књигу и опис те његове имовине.<sup>4</sup>

Имена Миланковић и Мохоровичић су вечна, а дела су им непревазиђена.

Ако је мој осврт у историју геонауке и помињање имена која су њене темеље постављали тврдо као потпорне зидове јасно приказан, онда има смисла наставити даље са објашњењем улоге и значаја континенталне коре. Засигурно је да она заслужује човекову највећу пажњу, јер ту се “рађа” највећи број стена, а једним малим, али значајним делом, доступне су и човеку и његовим сталним потребама.

<sup>4</sup> “Марсов кратер Миланковић”, издато 2011. године, стр. 1-226, издавачи 3VM Geo Ltd. и Удружење “Милутин Миланковић”.

Седамдесетих година XX века амерички научници су замислили и покушали да остваре једну од најнеобичнијих замисли у науци. Наиме, пројектовали су бушотину којом би избушили ни мање ни више него 30 километара испод океана да би се њоме досегло до Мохо дисконтинуитета. Замисао је била оригинална и засигурно је да би се тиме откриле бројне Земљине тајне, али никада није спроведена у дело, јер су се на том путу испречила два непремостива разлога.

Први разлог била је невероватна цена бушотине која је премашивала више стотина милијарди америчких долара, а друга човекова технолошка незрелост. Новац није могао да се обезбеди, а и да га је било, није постојала никаква могућност да се пројекат успешно заврши. Како савладати све те енормно високе унутрашње температуре и притиске и како обезбедити довољно отпорне круне које би могле да продру тако дубоко - била су само основна питања за тако мукотрпан пут и увек без јасног одговора.

Замислимо само металне цеви дугачке 10 метара постављене у дужину од 30 километара! Треба да их буде 3000 да би се достигло до коначног циља. Свака цев је тешка око 200 килограма што значи да читав низ толико оптерећује једно постројење да треба да носи тежину од 600 тона! Да ли је то физички могуће?

Међутим, ни то нису била једина питања. Заправо, било их је безброј, а као најважнија наметали су се начин хлађења круне на дну бушотине, одржање вертикалности система, брзина ротације, замена истрошене круне, материјал коришћених цеви, висина торња, безбедност на бушотини, а пре свега заштита од отровних и експлозивних гасова итд.

Као круна свега остало је следеће питање: колико дуго би се бушила таква бушотина када би се сви потребни предуслови испунили? Проста рачуница говори да се изузетно дубоке бушотине буше брзином од око 2 метра на сат. То даље значи да се за један месец може избушити близу 1,5 километар, а за годину око 17. Под условом да се буши идеално отпорном дијамантском круном до циља би се стигло за око 22 месеца или за око 660 дана. Ово је, да поновимо, рачуница

без иједног узетог ризика у разматрање, дакле, без крчмара, а самим тим идеализована и мало вероватна.

Пошто је, како саопштисмо, реч о идеалном случају, а не реалном стању, то значи да наш "резултат" морамо помножити најмање са фактором 10 да би се колико-толико приближили реалнијој бројци. Из овога проистиче да у најбољем случају можемо очекивати да би се до Мохо дисконтинуитета стигло за 18 година! И ово је некако прихватљиво, само када би то заиста било изводљиво.

Ипак, обрни-окрени, некако се намеће закључак да за овакав подухват нема реалних основа, па се зато и одустало од овакве замисли. Зато је бушотина на полуострву Кола у бившем Совјетском савезу остала непревазиђени човеков домет са својих нешто мало више од 12 километара дубине, а о чему ћемо касније знатно више говорити.

Дно континенталне коре је и даље недодирљиво. Доспети до њене границе исто је што и освојити Меркур. И у једном и у другом случају у питању су паклене средине где царују негостољубиви услови и законитости које човек не може ни да појми, али ако га нешто силно мотивише или примора на такав корак, извесно је да ће се упутити и тим узаврелим стазама изазова.

Уосталом, зар Мохоровичић није тамо већ боравио својим проницљивим духом који га је на крилима сеизмичких таласа одвео чак преко 40 километара у дубину. Разоткрио је само делић и даље веома тајновите мајчице Земље, а ако и доспемо доле на неки други начин, то засигурно неће бити узалудан пут.

Зато и кажемо: данас незамисливо - сутра изводљиво.

## 20. ЛЕДНИК

На један ледник први пут сам закорачио ногом крајем јула 2005. године. Све до тада о ледницима сам имао само теоријско знање читајући, слушајући или гледајући филмове, чак сам и писао књиге и држао предавања о њима, али никада нисам имао тако близак контакт. Сада сам био на леђима цина и то је било потпуно другачији осећај од свега дотадашњег. Стајао сам на једној неизмерно моћној сили која ми је изгледала као дубоко уснули, онемоћали, остарели и некако оронули колос. Сва његова снага као да беше минула током прохујалих векова, а како су се године и године низале, тако се некадашњи моћник и силник лагано повлачио и умирао.

Миланковића сам до тада детаљно и помно проучавао више од две деценије. Пажљиво сам читао све што је написао, али и многе друге радове који су се касније настављали на његове. О леденим добима, климатским променама, утицају тих промена на живи свет на планети и једном речју о георизику и могућем удару на планету написано је сијасет књига, снимљено мноштво футуристичких филмова и осмишљено безброј телевизијских серија. Свуда негде у позадини свих тих сценарија стајао је он, наш Миланковић, тих, миран, замишљен, можда и тужан и скоро мистичан, јер су се све његове визије са почетка XX века, неминовно и законито, као и сви

његови астрономски елементи, пројектовали у зачетак XXI века, а то је даље требало да значи промену климе, али у сасвим другачијем правцу. Уместо природног “зарадили” смо неки други процес, ми, назови господари планете!

Можда сам се и варао када сам Миланковића доживљавао као разочараног човека, али сви догађаји и сва технолошка достигнућа ишла су непоузданим путем или путем за који би се пре могло рећи да је псеудо напредак или просто цивилизацијска странпутица, понекад много више него траса ка благостању и хуманости. Ово стање често пута сам поредио са животним опредељењем или визионарством, па сам због тога био мишљења да је један пример веома користан и даје разлога за дубоку забринутост.

Хиљадама година живеле су две врсте људског рода истовремено, једни поред других, имали су честе контакте, сусрете, па чак и сукобе, али се никада нису удружили нити помагали једни другима. О мешању, заједничком животу, стварању неке нове врсте људи нису ни размишљали. Била су то два круто одвојена или паралелна света.

Један свет је био моћан, физички недостижан за други, изразито високог раста и крупних костију. Хиљадама година живели су истим начином живота, хранећи се претежно месом који су обезбеђивали у лову на крупне и ситне животиње. На било какве утицаје споља одговарали су осино, а устаљени начин живота одржавали су тврдокорно из генерације у генерацију.

Други свет није био толико снажан, али је на све изазове Природе одговарао осмишљеном организацијом и планским радом. Непрестано су трагали за нечим што би им још више олакшало борбу за опстанак и сваку могућност вешто користили. Такав начин живота доводио је до сталног прогреса и развоја интелекта који се непрестано удаљавао од животињског. Мозак је постајао главна алатка, а не снага и, како је време протичало, незаменљив за одржање врсте.

Организованији свет је користио ватру као погодно средство за рад, исхрану, загревање, за све што им је било потребно. Снажни су прихватили да се потчине том огњу, али су

се повремено хранили и живим месом, а топла крзна и даље су им била довољна да одрже енергију у телу. Организованији су усавршавали своја оруђа и оружја, а снажни су и даље користили дрвена копља и тојаге.

Тако су се та два паралелна света све више удаљавала једно од другог и све мање налазила начина да могу имати било шта заједничко. Припадали су истом роду, али нису марили једни за друге. Нису међусобно градили мостове, а и оне мале што су постојали, немилнице су порушили као да је доказ варваризма био највиши тријумф обе врсте.

Како је време протичало, тако је број снажних опадао. Све теже су долазили до извора хране, а организовани су постајали све бројнији и вештији у одржању врсте. Коначно, број снажних је пао испод критичне границе и било је јасно да неће моћи да опстану на планети. Последњи снажни је нестао тихо, веома удаљен од организованих. Чак ни последњим уздахом свога онемоћалог тела није желео да призна да је њихов пут био погрешан. Организовани, пак, нису марили за оним што се десило снажним - преживели су и наставили свој поход кроз векове који су се надаље низали. Ни у сећањима или предањима нису сачували успомену на снажне и неприлагођене, оставили су њихове трагове суду времена, злој судбини и суровој презрености.

Најкраће, није ово била прича са неке нама удаљене планете или неког нестварног и мистичног звезданог система, већ је то било кратко и најсажетије саопштење о неандерталцима и сапијенсима или савременим људским прецима.

У исто време, то је и прича о тврдоглавости и себичности у којој су сви на крају били губитници. Тужна, јер је трагична - поучна, опомињућа за читав људски род.

Једна врста предака, назовимо их тако, ма шта данас о неандерталцима мислили, трајно је нестала са лица планете, док друга, која је опстала, није ни помишљала да јој пружи руку ни помирења ни спаса. Тако је суровост победила промишљеност и наставила свој ход, а векови су се смењивали и нарастали као што се гомилају огољени балвани, како често уме подивљала река да их наслаже око свог немирног корита.

Прича може имати и други крај. Организованији јесу преживели, али се поставља питање "докле?" Њихова, да је условно назовемо, победа је само привидна, јер се сурова борба за опстанак и даље наставља. Једна од великих и трајно претећих опасности јесте клима и захлађење које ће се повратити као природан квартарни циклус. Тај лагани ход планете ка новом леденом добу ништа неће бити у стању да заустави и то ће се догодити у наредних 12 хиљада година. То време доласка новог хладног таласа биће и време сапијенсовог великог испита, јер ће само промишљена припрема бити једини предуслов опстанка на планети.

Због тога и мислим, стојећи на леђима леденог цина, да га ништа неће зауставити. Ако је некада могао да стигне све до 40-тог упоредника на североамеричком копну или, слично томе, и на европском, а о гренландском или високопланинским пределима да и не говоримо, то значи да је себи већ утврдио пут којим ће засигурно поново моћи да се покрене.

Геоисторијско памћење је веома слично историјском - често се понавља и непрестано нас учи да је живот најдивнија, али и најтеже одржива појава на планети.

## 21. ПОРОЗНОСТ

Ако смо објаснили температуру и притисак који се појављају у унутрашњости планете као неминовност процеса хлађења и вишемиллионски дугог згушњавања Земље, тада је прилика да се размотри појава која се назива порозност. Ово је веома важна особина, јер када она не би постојала, тада би све у Земљиној унутрашњости било беживотно.

Зашто то кажемо?

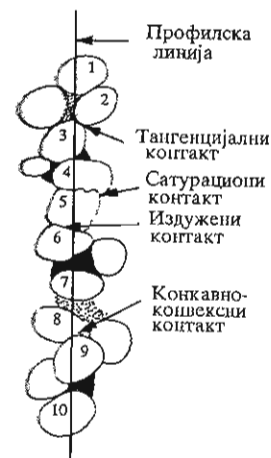
Порозност схватамо као човечје вене. Помоћу вена је омогућен проток крви у људском организму, а захваљујући порозности проток подземне воде, нафте, природног гаса и свега другог што се налази у унутрашњости, а није у чврстом већ течном или гасовитом стању.

Порозност, дакле, постоји и опстаје захваљујући одржању празног или простора између честица које нису потпуно сабијене и поред великих притисака који доле владају. Те празнине опстају међу њима и ти драгоцени међупростори понекад су веома мали, невидљиви голим оком, а понекад веома велики и просто изненађујући у свој својој величини. Правилност по коме ће се очувати ти празни простори не постоји, јер су у процесу њиховог стварања учествовале бројне силе, човеку недоступне дубине и незамисливи утицаји, силе и енергије планете.

На износ порозности највише утичу притисци слојева одозго, али и отпорност зрна у једној средини који те притиске трпе. Када се сићушна зрна која се изваде из бушотине са дубине од 2 или 3 километра посматрају под микроскопом понекад могу да се виде како су издужена у једном правцу. Исто тако могуће је уочити да се два или више зрна међусобно просто прожимају. Није то одраз њихове страсне љубави већ страшних притисака који су их приморали да се стопе једно са другим. У свим тим случајевима порозност је знатно умањена од оне првобитне или примарне, како се стручно назива, и сигурно је да су тиме трајно изгубљени драгоцени подземни путеви или бар микроскопски пролази.

Питање прецизног одређивања порозности решавао сам скоро годину дана у једној великој лабораторији у Калгарију. Најједноставније речено, метода се састојала у пропуштању хелијума кроз узорак тачно дефинисаних димензија и мерења количине гаса која успе да продре кроз њега. Касније се то прерачунавало по унапред одређеној математичкој формули, а добијене вредности су се изражавале у неименованим бројевима или процентима. Тиме сам детаљно учио и уочио значај порозности.

После пола године неуморног рада и хиљаде и хиљаде мерења, одлучио сам се да тестирам своје знање. Чинио сам



Из односа зрна према зрну у једном примерку стене и на основу њиховог међусобног контакта може се запазити и тип порозности, односно њихова међупропусност или величина слободног простора. Исто тако, може се судити и о притисцима који су владали у једној таквој средини. Ознаке од 1-10: број посматраних зрна.

то тако што сам голим оком посматрао узорке и одређивао њихову порозност. Затим сам то исто радио, посматрајући их под микроскопом. Да не бих потпао под субјективан утицај, организовао сам се тако што сам један дан искључиво посматрао и дефинисао голим оком читаву серију узорака, а сутрадан, када моја меморија није могла да врати нити прати силно добијене бројке о претходном дану одређивања, чинио сам то исто само овога пута под микроскопом.

Све то заједно имало је само привремени значај, јер би тек тада уследила мерења и неизбежно поређење свих резултата. Како је време тестирања протицало, тако су моје одредбе бивале све боље и боље, док нисам скоро достигао савршенство, тако да сам се од мерених вредности разликовао за само 1-2%. Када сам и то достигао, решио сам да престанем да се бавим тим послом, јер сам закључио да следи виша фаза рада, тј. одлазак на нафтне бушотине и дефинитивно рад на једној од највиших степеница у практичној геологији.

Али знање о порозности је и ту играло велику улогу. Увек је требало обратити пажњу на њен износ и наводити је, јер су подземни путеви били и остали једино мерило за налажење онога за чим се трагало. Тако су моји тестови постали веома значајни и морам признати веома корисни у даљем теренском раду.

Треба рећи да сам најчешће био изузетно ригорозан када сам одређивао проценат порозности. Био сам више наклоњен песимизму него оптимизму, јер сам знао да је потцењивање вредности порозности био знатно бољи систем вредновања од прецењивања. Ипак, током времена све се успешно ускладило и моје одредбе су бивале све ближе и ближе реалним вредностима. Издашно сам користио и претходна мерења на оближњим бушотинама што ми је дало не баш прецизне податке, но генерализоване и релативно употребљиве.

Радећи тако, упознао сам практично све типове порозности, али морам рећи да је посебно значајна била пукотинска која је омогућавала гасовима да се несметано крећу кроз подземље у готово свим правцима. Како и на који начин открити те скривене и најчешће тешко предвидиве путеве било

је посебно и веома интересантно питање. Њима ће се геологија вероватно још дуго година бавити, јер је све у домену комплексних кретања, седиментације, неких давних услова настанка или палеогеографије, старе и прастаре климе и развоја планете, све посматрано у времену које изражавамо у милионима или незамисливом броју година.

Како то разумети и, што је важније, правилно објаснити, ствар је оних који изучавају прошлост планете. На њихову срећу, она је толико богата и разнородна да ће морати да прођу векови и векови да би се сва та зрнца истине сакупила у једну велику и, рекао бих, најистинскију Истину. Дотле остају наде, трагања, упорни покушаји и неизбежни промашаји, али и слатки успеси и генијална открића. Колико још треба Миланковића да се роди да бисмо умом који поседујемо обухватили планету као вишелетно стабло? Једно је поуздано, а то је да када се све руке тих будућних Миланковића повежу, тек тада ћемо то наше стабло или нашу планету великим делом разумети и разоткрити.

Тога дана и тог далеког столећа Земља ће нам бити и дража и ближа срцу. Тек тада ћемо са поносом рећи да смо Земљани и да је сва наша прошлост, а и будућност, ма колико била далека, искључиво везана за тло на коме смо рођене и коме су се послушно враћале генерације и генерације људи.

Уколико не будемо разумели Земљу, онда и нисмо Земљани. Остаћемо само гости-пролазници чије ће трагове постојања једног дана Земља, а и њене неизмерне силе једноставно избрисати својом временском гумицом, све до потпуног ишчезнућа. Бићемо тада исто што и Вандали, племе нестало нетрагом и неспоменом или као мистичан Анасази народ који се од древног порекла и духовно незамисливог зенита претпио у Хопије, а њихови потомци од свег богатог наслеђа "сачували" само колективну амнезију о свом пореклу.



## 22. КРАЈ ЛЕТА

Само што сам завршио своју четврту бушотину за Девон корпорацију, морао сам да се запутим путем на исток у близину Едмонтона да тамо у рекордно кратком времену за само 20 сати изведем бушотину дубоку 945 метара. Била је то луда трка у којој сам у појединим тренуцима мислио да уместо стена бушимо сир! Бушаћа круна је незадрживо продирала кроз слојеве глинаца и пешчара све док није доспела до доломита, а ту се и завршила њена пројектована дубина.

Одатле сам поново кренуо на запад ка граду Велика Прерија или мањем месту под именом Фервју (Fairview) да тамо окончај свој летњи ангажман за Девон корпорацију. Требало је да заменим свог колегу који ме је замолио да то учиним за њега, а ја такав изазов нисам желео да одбијем.

Иако је био тек почетак септембра, запажало се да се лето лагано ближило своје крају и да ће поново завладати дуга северна канадска зима. Анализирао сам пређени пут, али не зато да бих дао оцену успешности или неуспешности дотадашњег рада, већ зато што сам желео да сагледам шта ми у будућности ваља чинити како бих себи што више олакшао будући посао.

Као прво, наметала ми се куповина новог микроскопа, много бољег од оног којим сам располаго, али и камере и

софтвера који би ми омогућили још детаљнији увид у сићушне и тајновите просторе малих зрнаца из Земљине дубине. Из тих нових видика могао сам црпети знатно више информација, а посебно из карбоната за које сам се неосетно и интимно везао, радећи тога лета детаљно на једном релативно малом и ограниченом простору.

Друга ствар била је наступајућа зима. Ништа нисам желео да препустим случају или систему "лако ћемо", јер је то могло скупо да ме кошта. Већ сам имао "зарађен" реуматизам у прстима десне руке и то је била довољна опомена да све треба крајње опрезно планирати. Канадске зиме никада никоме ништа нису опраштале ма колико у последњих десетак година глобално загревање ублажавало њене жестоке и ледене налете.

Трећа ствар која ми се наметала била је моја галопирајућа заузетост и прекомерни рад. Ово је иницирало више фактора, али се као основни појављивала цена нафте на светском тржишту. Све је говорило да ће ово Земљино богатство заиста остати значајна драгоценост и да ће се свѐт искључиво вртети око тога. Наравно, главни покретач таквог начина размишљања и понашања била је највећа светска сила САД која је немилосрдно активирала све своје ресурсе, почев од ратне машинерије до глобалног формирања мишљења једног народа, а све у циљу држања под контролом и покорношћу већи део света. Тај жадац звани глобализација требало је да јој омогући још веће богаћење, с једне стране, а са друге, учврсти владавину једне силе која је клизила у неизбежан облик тоталитарне државе.

Нафта је у том ланцу моћи представљала итекако важну карику. Рат у Ираку била је само једна ниска у низу освајачких активности, док је, рецимо, новооткривена испод Каспијског језера ублажена стратешким заузимањем готово читавог Казахстана и владавином америчког капитала. У том низу није могао остати поштеђен ни либијски лидер Моамер ел Гадафи који је годинама пружао отпор америчком и британском империјализму да би коначно признао да је побеђен. То је истовремено значило да стране компаније могу несме-

тано да истражују нафту у његовој земљи и оне су безусловно кренуле у тај поход.<sup>5</sup>

Изненадан удар торнада “Катрина” крајем августа 2005. године донео је разарење граду Њу Орлеансу, али и битно оштетио нафтне платформе у Мексичком заливу. Био је то жесток шамар америчкој привреди и влади која је проценила да је штета око 20 милијарди америчких долара. Цена нафте на светском тржишту нагло је почела да скаче, а то је имало одраза и на даља истраживања. Требало је надокнадити застој производње из Мексичког залива, а у том циљу активирани су потенцијали из других делова света.

Ни Канада није била поштеђена свега тога, тако да су већ у септембру истраживања била интензивирани, а посла је било преко главе. Моја перспектива се састојала у селидбама са бушотине на бушотину и стрпљивом чекању да наступајућа зима мине и мало предахнем. Због тога сам као мара-тонац морао да распоређујем снагу и убрзавам или успоравам ритам рада онако како ми је ситуација налагала.

Посао око истраживања нафте, а, пре свега, бушење нафтних бушотина, на којима сам радио, овим је добио страховит замах. Сви ти догађаји као да су ми ишли у прилог и само наводили воду на мој млин. Више не само да није могло бити речи о некаквом постепеном прелазу из летње у јесењу сезону, а затим захуктавања у зимску као врхунску, већ се више није знало ни шта коме припада, ни која је наступајућа сезона. Било је само једно извесно: радиће се без застоја и одмора као да се завршио некакав велики светски рат, па је све разрушено требало обновити.

За Девон корпорацију посао сам завршио половином септембра. Још једна коса бушотина била је завршена, а у

<sup>5</sup> Моамер ел Гадафи ће бити свргнут са власти 2012. године и убијен од стране побуњеника, а америчка пропаганда ће тврдити, као и више пута до тада, да је све то у интересу демократских промена у Либији. Чак ће државни секретар Хилари Клинтон дан пре крваве егзекуције изјавити како би било пожељно да се Гадафи убије чиме ће директно утицати на одлуку побуњеника да му се без суђења пресуди. Свет XXI века на све то остао је нем!

овом случају дубина је износила 1823 метра. Први пут сам имао прилику да видим како то изгледа када је угао под којим се буши 35 степени. Азимут бушења је износио 165 степени и само је једном неконтролисано одскочио на 167 када се догодила велика ерупција на Сунцу, а магнетна бура доспела до Земље и изазвала тај поремећај. То се десило на дубини од 1392 метра и само ми потврдило оно у шта сам веровао и писао пре тога: утицај Сунца на нашу планету је толико велики, а њена зависност од звезде, под чијим је утицајем, тако изражена да не постоји ни једна једина тачка на површини, а ни у дубини а да не подлеже том дејству. Зато сам и могао да разумем Миланковића и његове инсолационе прорачуне који су досезали у кварталну прошлост и исто тако се пројектовали у миленијумску будућност. Такође, могао сам и да разумем како се открива палеоклима у бушотинама или налази веза између геотермског градијента или топлотног тока и циклуса осунчавања. Све је било у тесној интеракцији између Сунца и Земље и тај секуларни ток потпадао је под вечну категорију опстајања једне звезде и једне њене планете. Дубоко сам веровао да је исто такво стање и са осталим планетама у Сунчевом систему.

Последња бушотина за Девон корпорацију била је више него успешна. Просто нисам могао да замислим колико је овај део западноканадског седиментационог басена био дарезљив и да ће нафта и природни гас просто извирати из његове унутрашњости. Нафта је нађена чак у три слоја различите старости, а када смо доспели до мисисипијена или када смо се вратили више од 300 милиона година уназад у Земљину прошлост, нисам могао ни да замислим да ће из доломита просто “цурити” и један и други облик Земљиног богатства. Били смо награђени као најдражи гости.

Можда је због тога и згодна прилика да се каже нешто више како се онај који трага за овим природним богатством осећа када га пронађе. У почетној фази рада моме усхићењу није било граница: то своје одушевљење обавезно сам преносио на све који су са мном радили, јер сам сматрао да је успех заједнички.

Како је време протицало, а успеси се понављали, тако су моје одушевљење и почетни ентузијазам опадали и ја сам у великој мери постајао суздржан и хладан. Не могу рећи да сам био незаинтересован, али засигурно много мање гласно-говорљив. Све више сам самог себе доживљавао као укоченог и поприлично затвореног човека који је срачунато и крајње професионално обављао свој посао, не марећи више за неким додатним ефектима. Мој свет су надаље постале дубине и прорачуни из којих је требало да се изроди оно за чиме се трагало и ја сам се свим својим бићем предао том задатку. Нафтни торњеви су постајали моје успутне станице на којима сам се задржавао онолико дуго колико је било потребно да би се посао завршио, а затим сам одлазио даље без освртања или било какве сентименталности.

Тако сам за само годину дана променио и свој живот и начин размишљања. Занос и младалачки полет убрзо су нестали, а ја сам сасвим поуздано корачао ка годинама старости, слабости, усамљености, ка успоменама из ране младости које су однекуд непрестано навирале као да их је нека тајанствена сила оживљавала и покретала из моје давно уснуле меморије да ме подсети где сам то некада био, одакле сам потекао, о чему сам маштао, који су ми корени и порекло, шта сам то у животу урадио, а шта пропустио или заборавио.

А можда сам се и варао? Можда тако долазе године зрелости и заувек нестају младалачке илузије?...

## 23. ПУТНИК

Када сам окончао своју бушотину број 20, истовремено се и завршила моја прва година путовања у средиште планете. Једногодишњи циклус се затворио и себи сам могао да кажем докле сам доспео.

Све у свему, био је то трновит пут. Та година била је испуњена различитим искушењима. Понекад је било великих лутања, па чак и изгубљености, али била је то и година храбрости, умешности, стрпљивости и великих резултата. Падови су смењивали успоне, несреће среће, али је у том следу догађаја искуство редовно надјачавало неискуство, а ја сам постајао и жилавији и јачи на све новије и новије изазове.

Већ после шест месеци рада бушотинске локације сам проналазио искључиво на основу координата. До тада сам тражио инструкције од инжењера бушења, а сателитске локаторе (JPS систем) никада нисам користио, јер сам сматрао да они припадају мање искусним геолозима.

За годину дана имао сам равно 200 радних дана и пропутовао тачно 34,023 километра или 0,534% од укупног пута ка центру планете. Налазио сам се негде испод дна океанске коре или при доњем делу континенталне. Био сам и нисам био у Мохо дисконтинуитету, како се узме, јер дубина тог танког највишег Земљиног појаса или Земљине коре варира,

како је то раније саопштено, између 30 и 65 километара у дубину. За годину дана, све у свему, било је то успешно напредовање ка Земљиним језгру.

Моја најдубља бушотина износила је 3069 метара, а најплића само 565. Највећи број био је између 1200 и 1800 метара дубине, премда ни број плићих или дубљих од наведених није био занемарљив. Учествовао сам на бушењу 13 вертикалних и 7 косих бушотина и све заједно чиниле су позитивну слику мога дугогодишњег искуства. Путовао сам кроз седиментне стене, претежно глинце и лапорце, а пут кроз пешчаре и кречњаке или доломите био је обележен наласцима нафте или природног гаса. Било је и позитивних и негативних бушотина, пуних погодака и промашаја, али то је у овој врсти посла апсолутно очекивано, јер ни један објекат те врсте није био исти. Сваки наредни представљао је причу за себе и то је суштински највећа драж ове струке.

Мој једногодишњи пут некако је непрестано био везан за обронке Стеновитих планина, њихове источне обоне, оне што су окренути ка непрегледном преријском пољу велике земље каква је Канада. Стеновитим планинама сам се увек приближавао када сам полазио на своје освајачке походе у дубине и никада ми није било жао што је тако било. Напротив, чинио сам то врло радо, јер сам се осећао као свој на свој. Ово не тврдим као геолог коме је све једно где је и на чијој је територији, јер практично његова земља или професионално "власништво" читава је планета, па с правом признаје политичке већ само временске геолошке границе - то тврдим као неко ко је одлутао хиљадама километара далеко од своје рођене земље, а опет као да се није макао ни један једини једини педаљ од ње.

Како моја мисао није у потпуности доречена, сматрам да је исправно да се да њено пуно објашњење, па у том циљу настављам са започетом темом и објашњењем.

На највишој српској планини Копаоник до 1999. године као какав паун поносно се шепурио хотел "Путник". Тесно повезан са околном средином, изгледао је као да је хиљадама година ту и тако је било све до поменуте године док се над

њим нису надвили тамни облаци, а из њих обрушиле бестијалне орлушине. Хотел је доживео разарање, али даљи ток догађаја око њега, нажалост, нисам пратио и није ми познато да ли је обновљен или не. Ипак, заувек сам запамтио име хотела које за мене имало вишеструко значење.

Прво је општепознато: путник је неко ко некоме или нечему походи. Зато сам и волео други назив ходољубље. Путовање ми је одувек било веома блиско, јер сам скоро читавог свог живота непрестано негде хрлио, одлазио, тежио, стремио и ако ми је нешто божјом вољом било дато на дар у обилној мери, онда је то било то.

Путовање може бити свеколико.

Путује се ради провода и забаве, одласка на годишњи одмор, лутања по планинама или шумама, путује се караванима по ужареним пустињама, зарад авантура по непроходним џунглама, пустим залеђеним пределима, непрегледним тундрама, степама, преријама или саванама и због хиљаде других разлога и на хиљаде других начина и кроз хиљаде различитих предела.

Свако живо биће путује, па и биљке иако се само привидно чини да су стално на истом месту, дубоко укорењене у подлогу, а све и да је тако, оне ипак путују, јер наша планета ротира и креће се кроз непрегледни космички простор и никада на том свом путу не мирује, па неће ни биљке.

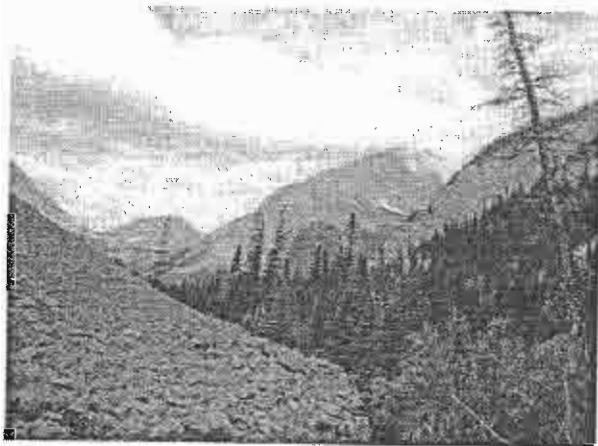
Путник има значење некога ко долази у миру и ради пријатељства. Због тога се и назива путник-намерник и увек је био радо виђен гост. Тако се мислило некада када је људи било знатно мање на планети, а како се људски род многоструко увећао у последњих само 100 година, тако се и ово схватање изменило. Путника-намерника је све мање, јер се више не путује пешке већ бројним превозним средствима, а само у пределима високих планина, где их је мало или скоро да их и нема, одржава се традиционално кретање на коњима и магарцима или пешачењем као трајним и незаменљивим обликом освајања неосвојених или тешко проходних стаза.

Човек путује, јер му је то у крви пут, та радозналост, знатижеља, оно вечно питање "шта се из оног брда налази?"

То “иза” водило је људе и преко највећих вода, врхова, врлети и вратоломија.

У нашем народу путник се задржао и у облику презимена. Најпознатије је носио војсковођа Радомир Путник (1847-1917) који је као први Србин унапређен у војводу српске војске после велике војне победе у Првом балканском рату 1912. године код Куманова. Од тада Турска је неповратно протерана са Балкана, после 500 година дуге и тешке владавине по српски народ, а славни војвода је своје име трајно уклесао у стуб најзнаменитијих Срба свих времена. Војвода Путник је умро 1917. године у Ници у Француској не дочекавши да види још једну велику победу српске војске у Првом светском рату, а то се догодило само годину дана после његове смрти.

За војводу Путника везују ме две нераскидиве споне. Једна је моја основна школа у Београду која носи његово име и у коју сам ишао раних шездесетих година XX века када се, истине ради, она није тако звала, али сам као члан родитељског савета учествовао у њеном преименовању, а друга спона су моћне Стеновите планине, удаљене хиљадама километара од Србије, а опет једним својим делом трајно везане за њено име и порекло.



Највиша “српска” планина не налази се у Србији већ у Канади где се у кордиљерима Стеновитих планина истиче врх Путник висок 2940 метара.

Кад год ме пут нанео на ону страну где се налази Кананаскис парк, Горња Кананаскис река и поток Три Острва, увек бих застао не само да се по хиљадита пут дивим лепоти овог предела, већ и да са поносом погледам на горди врх који већ више од 80 година носи име Путник, дато у част великог војсковође. Исто тако, осетим и неку врсту туге, јер знам да тако нешто не постоји у читавој Србији и оно име које сам поменуо и везао за Копаоник планину није спојено са храбрим ратником, већ фирмом која се бавила организацијом туристичких путовања. Тако ми је по хиљадита пут доказано да смо народ кратке памети и још краће меморије и да никада нисмо не само научили историјске вредности, већ нисмо ни завредели да се достојно уздигнемо ни на европску, а камоли светску сцену.

Све наше умне главе, а њих је било у мери већој него што би ико могао и да претпостави с обзиром на популациони број, биле су плод истог тог народа који је безобзирно расејавао своје богато семе по свим њивама света, не марећи за њихове плодове. Зато никада и нисмо могли постати богати, ни духом ни материјом - зато и остајемо вечни сиромаси, без наде и оптимистичких погледа у боље сутра.

А можда и нисам у праву? Можда постоји стратегија расејавања, скривена у сивилу, замагљеној еминенцији или трусту господара што срачунато вуку конце, док српске марионете послушно одлазе и одлазе... све мислећи како је свет иза брда и светлији, и бољи, и обећанији.

А можда сам и сâм део те приче?...

Коначно, јесу ли Пупин, Тесла, Дучић, Црњански, Маглић, Величковић и многи други исти ти самоникли изданци - бисери свету, а баласт и тумор отаџбини?

## 24. ПЕРМЕАБИЛНОСТ

Већ смо говорили о температури, притиску и порозности, па је сада ред да се прича о четири значајна физичка параметра Земљине унутрашњости заврши са последњим који носи назив пермеабилност.

Шта је то пермеабилност?

Пре него што дамо одговор на постављено питање, рецимо једну интересантну занимљивост. Пермеабилност се веома често користи и у магнетизму и нафтној геологији и овај срећни спој као да је симболично повезао и странице ове књиге. И за једну и другу истраживачку област пермеабилност игра веома важну улогу, тако да је немогуће рећи где је значајнија. То је уједно и био основни разлог зашто сам се у својој дугогодишњој пракси често пута сусретао са овим физичким параметром, па данас сасвим слободно могу да кажем да ми је постао нешто као стари познаник.

Дакле, у магнетизму или електромагнетизму пермеабилност је угао између магнетизације неког материјала и постојећег магнетног поља. Ово је сува и проста дефиниција.

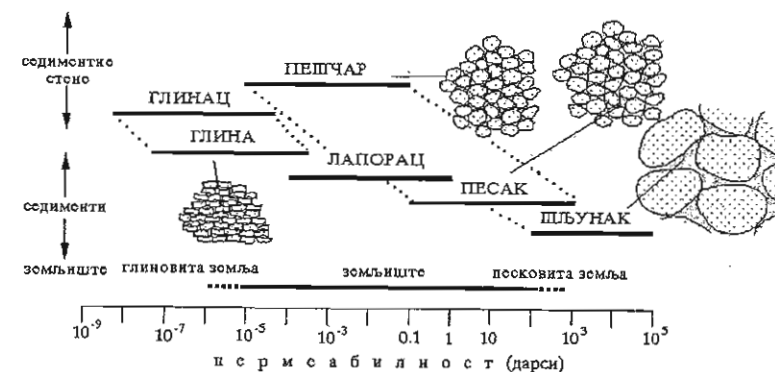
Неки пермеабилност дефинишу другачије и кажу да је то способност неког материјала да у слабом магнетном пољу стекне јачу магнетизацију. На први поглед ово изгледа нелогично, јер слаба поља треба да дају и слабе магнетизације.

Ипак, када се пође од поделе на феромагнетике, дијамагнетике и парамагнетике и рашчлане њихови магнетни домени, тада све изгледа логичније, а тумачење има свој смисао.

У науци о Земљи на пермеабилност се гледа другим очима и каже се да је то способност неке средине да пропушта флуиде. Ово је од изузетно значаја ако су у питању подземне воде, природни гас или нафта. Ништа нам не вреди добра порозност или налазак било које од наведених Земљиних драгоцености уколико није испуњен бар минималан услов, тј. повољна пермеабилности. Све у свему, као коначан закључак увек стоји једно: што боља пермеабилност, то је сигурнији начин проналажења флуида.

Да би се ова теоријска поставка што јасније приказала и објаснила, послужићемо се једном представом која одсликава везане и неvezане стене и њихов однос према наведеној пермеабилности.

Ако се пажљиво анализира дата схема није тешко уочити да се најбоља пермеабилност појављује код пешчара и песка, а посебно код шљунка и конгломерата. Ово је и логично, јер у њима има те тако значајне мреже “путева” и изукрштаних мањих и већих “стаза и богаза” којима се брже или спори-



Скала пермеабилности код глиновитих и песковитих средина: најмању пермеабилност имају глине и глинци (испод  $10^{-5}$  дарсија), а највећу шљунак и конгломерат (преко  $10^3$  дарсија).

је крећу флуиди. Због тога је наш једини и велики циљ бушотином “погодити” један од унутрашњих “путељака” или, још боље, “ауто-пут” који би нас одвео или бар повезао са главним подземним резервоаром. Због тога се велика пажња и придаје пешчарима као значајним колекторима, а у последње време и конгломератима и карбонатима који одважно “ступају” на истраживачку позорницу.

Уколико било коју пермеабилност (магнетну или флуидалну) почнемо детаљније да разматрамо и објашњавамо, начинићемо неопростиву грешку и једну ћу неминовно занемарити на рачун друге. Да не би упали у такву замку, лукаво ћемо се извући тако што ћемо изнети опште карактеристике или искључиво заједничке особености.

Начинићемо још једно додатно “лукавство” и потражићемо њихову међусобну везу.

Те заједничке споне успели смо да пронађемо у тзв. комбинованој магнетној резонанци која неодољиво подсећа на кружни циклус воде у природи и једну моћну реку у чијој матици су смели да обитавају само водоникови нуклеуси. Та замишљена моћна река као да је извирила из магнетног поља, “текла” ка зидовима бушотине, продирала у њу, разоткривала помоћу индикатора порозност и пермеабилност *in situ* (рецимо, на лицу места), враћала се свом извору да би опет започела нови кружни циклус и тако у недоглед.

Када се све сажме у што мање речи и што једноставније реченице, проистиче да се овим заправо говори о нуклеарној магнетној резонанци и мерењима водоникових нуклеуса у порама флуида. То је потпуно исти физички процес који је познат и први пут примењен у дијагностичкој медицини. На потпуно исти начин добија се слика стања негде у унутрашњости Земље као огромног тела, а разлика је само у једном: планету нећемо да лечимо, већ желимо да сагледамо њене тајновите “стазе” и скривена места одакле би могли да црпимо нова богатства.

Мене, пак, све то неодољиво подсећа на Миланковићеве циклусе осунчавања, а, пре свега, на његову прецесиону криву. Да то није пушта и патриотска жеља разуверили су ме про-

тони и њихово понашање у магнетном пољу. Увек су заузимали управан положај на то поље и врло брзо га губили, али у тој наносекунди или тренутку бржем од трептаја ока, чинећи значајан спин или обрт, производили су ново и слабо магнетно поље које је регистровала осетљива антена комбиноване магнетне резонанце. Како је тих спинова било безброј, повезивањем њихових обрта, стварала се позната прецесиона крива или потпуно идентична слика Земљиног прецесионог кретања у васиони. Другим речима, био је то Миланковићев микрокосмос.

Процесом прерачунавања пермеабилности неког дела бушотине из мерења помоћу комбиноване магнетне резонанце или нуклеарне магнетне резонанце нећемо да се бавити детаљније. То је прост математички апарат који захтева примену одговарајућих једначина, а како смо већ загазили у четврту деценију компјутерске ере, логично је да то обављају наше верне механичке слуге. Из тог разлога завршићемо са мерним јединицама за пермеабилност и онима који су далековидо трасирали путеве знања за многе потоње генерације.

Поћићемо од једног Француза и посебно једног Шкотланђанина који је свој успешан иноваторски век, слично Николи Тесли, Михајлу Пупину (1858-1935) или Лују Агасису (Louis Agassiz, 1807-1873), напустивши своју земљу, провео радећи у САД-у. Били су то људи са заједничким именом и презименом и чврстом везом са пермеабилношћу, Хенри Дарси (Henry Darcy, 1803-1858) и Џозеф Хенри (Joseph Henry, 1797-1878).

О Дарсију сам већ писао, његовој инжењерској пракси, закону, основама хидраулике и динамици подземне воде, тако да је само подсећање на оно што је открио сасвим довољно. Његово име је остало трајно у метричком систему јединица, светским оквирима и свим струкама које налазе додирне тачке са хидрологијом, хидрауликом и хидрогеологијом.

Џозеф Хенри је открио електромагнетски феномен сопствене индукције и био први секретар данас веома познатог Смитсоњијан института. Био је водећи истраживач и научник у САД-у, велики као Бенџамин Франклин (Benjamin



Franklin, 1706-1790), а своје име, слично Дарсију, уткао је у златни научни миље и оставштину за будућност.

Овим само привремено завршавамо причу о пермеабилности. Поуздано знам да ме стрпљиво чека већ на мојој следећој бушотини, јер ми је постала верна пратиља и обавеза о којој морам непрестано да мислим. О њеним величинама дајем субјективну оцену базирану на искуству и знању, али зато знам да ће њене истинске вредности измерити неки стрпљиви лабораторијски стручњаци и исправити моје евентуалне и ненамерне грешке.

Не мислим да сам експерт који може добро или приближно добро да процени стварне вредности пермеабилности, то ни мало није лако, али знам да ћу покренути све механизме и све своје способности да бих се колико-толико приближио што тачнијој процени. Уосталом, данашње сазнање о овој величини још је недовољно дефинисано, подложно неминовним изменама и законитостима сумњи, провере, потврде или трајном одбацавању као нетачном или безвредном податку. Све је, дакле, за проверу и све је подложно сталним изменама и новим открићима. Да није тако и даље бисмо ловили луком и стрелом, хранили се корењем и живим месом, а за помрачење Сунца мислили да нам зла сила гута светлост и дан.



Двојица научника по којима јединице у метричком систему носе називе за пермеабилност флуида и магнетну пермеабилност: Хенри Дарси (лево) и Џозеф Хенри.

## 25. ГЕОЛОШКИ МЕМОАРИ

Савремени свет често пута замишља да је већина сазнања и открића потекла од њих, а ако није тако онда бар из времена нешто мало пре њиховог. Тако се развила теорија замагљивања раних људских достигнућа и негирања свега претходног. Та врста опструкције има краткотрајни смисао, јер истина кад-тад избије на видело и често пута зна да буде изненађујуће болна.

Оснивач експерименталне физиологије Чех Јан Евангелиста Пуркиње (Jan Evangelista Purkinje, 1787-1869) дуго се бавио проучавањем знојних жлезда и тај пут га да је одвео на откриће постојања јединственог отиска прстију. Пуркиње је установио да свака индивидуа има различит отисак и да не постоје две особе са једним истим.

Касније је тај налаз у криминалистици разрадио аргентински полицијски официр по имену Хуан Вучетић (Juan Vucetich, 1858-1925), пореклом са Хвара, који је први применио методу дактилограма или потапање прста у мастило. Све то искористио је британски криминалистички сервис Скотланд Јард да на почетку XX века развије систем познат под именом Галтон-Хенри и унапреди методу утврђивања идентитета. Када је париски полицајац Алфонс Бертиљон (Alphonse Bertillon, 1853-1914) основао криминалну антропometriју

мислило се да је тако првобитно откриће Пуркињеа задобило своју пуну сатисфакцију.

Ту се, међутим, прича о отиску прста не завршава. Проучавање вавилонске цивилизације показало је да су генерације вавилонских краљева знали да не постоје исти људски отисци и зато су своје едикте потврђивали тако што су пре њиховог објављивања утискивали у глину десну руку. После тога више није било сумње ко је био креатор законских прописа, а кратак осврт на Вавилон само нам потврђује да су колевке људске цивилизације заувек остале младе, и даље тајновите, невероватно самосвојне и оригиналне.

Ипак, ни повратак у рани човеков развој није био самом себи циљ. Отисак прста је објашњен зато што и геологија познаје различите облике отисака који су остали утиснути, пре свега, у меканим срединама или мочварним глиновитим теренима који су током времена очврсли и постајали трајни и непоновљиви докази постојања појединих врста живота. Ти трагови данас су истинска драгоценост не само за палеонтологе већ комплетну људску цивилизацију која ће заувек трагати за сазнањима о времену и животу пре човека.

Зашто ми то чинимо? Шта је то што човека наводи на упорна трагања, често безуспешна и тешко исплатива, али ипак трајна и изазовна? Зашто човек тако знатижељно жели да завири у нешто што је неумитно и за сва времена прохујало и никада се неће повратити?

Одговор може бити само један. То треба да представља део науке, научних истраживања и резултата, али ни то није основни мотив. Први циљ су сазнања о настанку, развоју и нестанку једне врсте. Када прикупимо довољно знања и разоткријемо истину у потпуности, тада ћемо можда моћи да пређемо на фазу предвиђања шта човека као интелигентне врсте чека у његовој ближој или даљој будућности.

Свесно кажемо ту фамозну реч "интелигентне", јер сматрамо да ће човек бити довољно мудар да из тих геолошких порука извуче корист за себе и научи вероватно највећу геолошко-историјску лекцију. Уколико дође до сазнања да и њега као земаљског пролазника чека слична судбина и крај врсте у

некој даљој будућности, тада ће исто тако бити довољно далековид да за још интелигентнија бића или само бића која ће тек ступити на позорницу ове планете остави своје мемоаре који ће током времена прерасти у поруке прошлости или једноставно речено геолошке мемоаре.

Наш отисак прста биће бројни градови и њихове грађевине, али и писани документи из којих ће се јасно разоткрити истина шта је човек паметно, а шта сулудо чинио у времену свог постојања на овој планети. Не можемо се само хвалити или себе уздизати до интерпланетарне границе, иако је било и таквих узлета генијалних умова, али можемо на објективан и оптимистичан начин да опишемо наш јединствен живот на прелепој планети Сунчевог система.

Никада не смемо да сметнемо са ума да нам је живот дарован да га проведемо на тлу које нас је од рођења па све до смрти хранило и носило. Њему смо се увек приклањали не само зато што нас је сила гравитације приморавала да то чинимо, већ и зато што смо од ње увек имали само користи. Зато и није несвакидашње што су појединци, када су напуштали своју родну грудну, носили са собом грумен земље или када су се из туђине враћали после вишегодишњег одсуства прво љубили тло по коме су ходали. Због свега тога Земља љубоморно чува трагове некадашњих владара њених простора, јер су били јединствени и непоновљиви. Свака та стопа или сваки тај геолошки отисак носи по једну поруку која, ако се правилно растумачи, може да допринесе нашем дужем опстанку на планети.

Вечни, ипак, нисмо. Ту привилегију нисмо ни стекли, а ни завредели. Наши трагови су исувише млади на овој планети да бисмо претендовали на такво право. Далеко старији од нас су гмизавци, бескичмењаци, а о сићушним бићима као што су алге, бактерије или вируси нећемо ни да говоримо.

Када би могао да се прави избор, најбољи би био да будућност припада свим живим бићима подједнако, и онима што постоје и онима што су некада њоме корачали. Зато и с правом кажемо да је Земља јединствено небеско тело, заувек лепотица Сунчевог система, само таква какву је данас видимо

и доживљавамо. Онога дана када је живот напусти, нестане са њеног тла и усахне и последњи атом Земљине атмосфере, завладаће ледени ветрови, пусти предели и настаће огољена кора избраздана бројним кратерима. Тада ће планета бити мртва, обасјана хладним зрацима Сунца и бесконачно празним временом.

Поглед са неке удаљене, али и довољно блиске тачке из космоса да би се сагледао њен изглед и доба после периода живота, неће изазвати код посматрача ни сету нити ће било коме нагнати сећања на вечну бол. Отићићемо једног дана да бисмо за собом оставили отиске животне мудрости. Победићемо вечност само ако будемо научили како да наш дух трајно одржимо у васиони, ветру или празном простору бескрајног Универзума.

Умираће стара, али ће се истовремено рађати и нова Земља. На хиљадама светлосних година удаљену младу планету пашће опет неке нове клице живота да би започео први циклус геолошких мемоара. Све ће се зачети из новог језгра тек створене планете коме ће опет неки будући истраживачи стремети исто тако жарко као што је на некој њима удаљеној планети покушавала претходна цивилизација.

Тако ће геолошка временска скала или њена спирала живота увек негде завршавати свој давно започети циклус, али исто тако и негде процветати, јер живот неумитно припада категорији вечне тежње за одржањем и развојем.

Радост битисања никада неће усахнути, само ће овога пута нови облици поћи ка свом оригиналном процвату и узрастању. И опет, као и у претходном случају, све ће се зачети из неког језгра, а оно ће се током времена учаурити да би из те своје љуштуре одаслала животу спасоносне ктиторске силе.

## ПОГОВОР

Крај је лета. Моје једногодишње путовање се завршило и безбрижно путујем својој кући. Слушам музику у колима, пева Том Џонс познату "Она је дама" (She is lady), а ја звиждукам "Ако тебе љубит' не смем" групе Гарави сокак. Тако протиче првих 200 километара до куће.

Задовољство ми поквари једна несмотрена срна која из шуме изненадано искочи и поред мог рефлексног кочења не успех да избегнем судар. Од снажног камионета јадница би одбачена као лопта на другу страну пута на травнату површину, а ја укочих возило тек неких 200 до 300 метара даље. Остаде жива, а ја поскочих од среће - обоје добро прођосмо.

Остатак пута прође без икаквог проблема.

Одлазим у један ирски ресторан више на пиво него на јело, јер српски роштиљ ништа не може да замени. Тамо се налазим са колегама из исте компаније због традиционалног окупљања после завршетка летње сезоне. Колеге су пуни прича, доживљаја, згода и незгода, јер је посао нафтног геолога састављен из различитих договора.

Слушам приче на једно уво, на друго ми речи одлазе, али непрестано размишљам шта ми ваља у будуће чинити. Осећам да присутни примећују моју одсутност, али то не показују што због мојих година, што због звања. Осећам и ја да

према мени имају неку врсту респекта, јер мој рад, а посебно стриплогови представљају нешто као школско градиво. Стриплогови су специфичан облик изражавања. Једном речју могао би их објаснити као слике једне бушотине са свим њеним карактеристикама. У томе сам постао стручњак на гласу. Баш свашта!, рекох себи скоро саркастично.

Нисам ни расположен ни нерасположен. Имам утисак да сам се после напорне сезоне мало опустио и препустио физичком и психичком ленчарењу.

Читам лоше вести из своје земље и питам се докле тако. Одбацујем Интернет и све те несрећне догађаје, а узимам књигу из области у којој као риба пливам већ дуги низ година. Читам наслов и са малом дозом зависти размишљам о теми која гласи: "Старост Земљине атмосфере". Признајем себи да сам под Миланковићевим утицајем о томе размишљао, али нисам налазио одговарајуће методе за тако нешто. Аутор поменутог рада је, пак, то питање решавао на основу садржаја хелијума са којим сам се тесно удружио још од Цириха 1988. године и сусретао скоро у свакој већој лабораторији као старим знанцем. Било шта да сам радио, хелијум ми је помагао да то буде још брже и боље.

Аутор текста проналази да је старост Земљине атмосфере једна милијарда година. То значи да је живот могао да се развије тек од тада. Питам се како то кад има фосила старијих од једне милијарде, чак и две, па и три милијарде. Можда је тај праствари свет користио неки други облик гаса, можда сумпор, угљен-диоксид или само угљеник? А можда је и постојао кисеоник у много мањој мери него што га има данас, али да је и то било довољно да се зачне живот?

Кад год се враћам у Земљину прошлост, увек осећам колико ми знања недостаје да бих нешто са стопроцентном сигурношћу могао да тврдим да је то баш тако било. Ако је геолошка старост била већа и моја несигурност је бивала израженија, па зато себе често питам како да разоткријемо оно за шта тврдимо да је старо једну или више милијарди година?

Враћам се на Земљину унутрашњост и Велики кањон реке Колорадо. Обећавам себи да ћу кад-тад отићи тамо, јер

нисам далеко одатле, тек неких хиљаду-две километара удаљен. Налазим да основни разлог мојих размишљања о одласку није да видим него да учим и даље и више. Моја струка нема краја и знам да ћу окончати и свој радни век и живот, а нећу докучити све њене тајне. Када би било супротно, онда ни мајка Земља не би била тако изазовна и вечно млада.

Упирем знатижељно погледе у будућност. Шта ме тамо чека? Да ли ћу се бар приближити тим тако недокучивим дубинама? Хоће ли ме магнетне линије сила безбрижно спустити тамо где су саме себи већ одавно трасирале путеве? Смем ли се запутити тим "забрањеним" стазама?

У сваком случају нећу бити кукавица па да одустанем од нечега што се мало коме у животу пружа. Наравно, наставићу даље као што су то чиниле генерације и генерације мојих претходника и као што ће то чинити генерације и генерације после мене. Због тога се и присећам двојице упорних истраживача. Један је био Алфред Вегенер (Alfred Wegener, 1880-1930) кога сам и раније радо и често пута помињао у својим делима, а други је нешто старији геолог по имену Џорџ Мерсер Довсон (George Mercer Dawson, 1849-1901).

Иако су обојица заједно саставили тек нешто мало више од једног века живота, ипак су успели да остваре оно што су наумили. Док сваки почетник у науци о Земљи неминовно мора међу својим првим лекцијама да се сусретне са Вегенером и кретањем континената, дотле ће о Довсону учити само ако буде радио у западном делу Канаде. Међутим, прича је потпуно иста: Вегенер је упорно развијао и доказивао своју генијалну идеју планетарног померања великих континената, а Довсон је стрпљиво откривао и означавао истраживачку трасу за будуће генерације геолога у западном делу света. Обојица су разоткривали неоткривено, нико пре њих није ни помишљао да је тако нешто оствариво.

Тако и ја помишљам да је мој пут у средиште планете изводљив. Било како било, стварно или тек само пусто маштање, поћићу храбро у своју другу, трећу, пету, па и десету годину путовања, јер један добро замишљен циљ завређује да буде остварен све до његовог самог краја. Уосталом, само су

упорни и доследни побеђивали. Ако је то истовремено спојено са визионарством, онда и није велико изненађење што су се рађали Миланковићи, Тесле, Пупини, Панчићи, Цвијићи и што ће се и даље рађати њима слични или бар приближно исти.

Свој циљ или центар планете тек назирем кроз тамну дубину, а хиљаде километара који су преда мном, чине ми се као сан који тек треба да буде досањан.

Идем, дакле, тамо где сам се запутио. Осврнућу се још једанпут или двапут, тек толико да се уверим да мом путу повратка нема, а затим ћу тврдоглаво наставити даље.

Изгледа да је моја стаза негде записана пре него што сам се и родио.

## ДОДАТАК



## ПУТ У НЕИЗВЕСНОСТ

Да ли је пут у средиште планете могућ?

Да ли човек може да пронађе било какво средство које би могао да пошаље толико дубоко и противно свим пакленим препрекама као што су високе температуре и притисци или течни и тешки метали?

Како да овладамо најдубљим структурама матичне планете?

На сва наведена питања постоји само један одговор: човек још није у стању да оствари те намере. Једног далеког дана - можда?

И поред свега тога, ништа нас не спречава да једно такво путовање замислимо и остваримо на узлету знања, маштања и визија. Поћићемо зато на један виртуални пут све до самог језгра планете које је за човека негостољубиво, физички недоступно, предубоко и препуно тајни. Заправо о њему мало знамо и то што познајемо толико је сићушно да може да се испише на мање од 10 страница најамбициозније књиге о овој најдубљој Земљиној структури. Када у ту огромну празнину уврстимо и поузданост досадашњих података, тада добијамо поразну слику о човековим представама о сопственој планети и њеном језгру. Да бисмо ово стање изменили, потребно је много нових открића.

Путовање у Земљино средиште истовремено је и повратак у далеку планетарну прошлост, њену најранију фазу рађања и згушњавања. Некада давно, данас важи да је то било пре 4,6 милијарди година, прота планета је ушла у фазу сажимања дотадашње хаотичне масе у чијем центру су се првобитно издвајали и концентрисали најтежи метали. Теорија каже, тако је почело рађање наше планете.

Данас се углавном користе геофизичке методе (сеизмичке и магнетне), динамо теорија, геодезија и физика минерала да би се колико-толико разоткриле бројне тајне Земљине унутрашњости. То је тек незнатни проценат не само знања него и среће, а мене све то неодољиво подсећа на феномен изолације. Какав свет види човек паланке, рецимо, који је читав свој живот провео у њој, светионичар на усамљеном острву, пастир у планинској измаглици, затвореник осуђен на доживотну робију или домороци у амазонским прању-мама? Каквим су га замишљали Европљани пре великих географских открића? Како је Земља представљана пре Магелановог пута?

Чини ми се да исто тако и о унутрашњости Земље говоримо - само на основу једног јединог светлосног зрачка. То је исто као кад под микроскопом посматрамо једно зрнце океанског песка и на основу тога доносимо суд о непрегледном подводном пространству. Колико тачно можемо да објаснимо или правилно представимо средину која је даровала хиљаде и хиљаде непоновљивих живота?

Хаблов телескоп је начинио револуцију у астрономији и помогао да се сагледају веома удаљени светови. Ипак, колики је то проценат у односу на космички простор или колико смо свеобухватно схватили свет изван наше планете, Сунчевог система или Млечног Пута у коме има око 3 милијарде звезда?

И поред свих непознаница или, боље речено, мало тога познатог, кренимо храбро ка Земљином језгру па макар нас тамо чекао подземни свет стар више милиона година, сличан ономе што је некада сачекао Тарзана, добро познатог јунака Едгара Рајса Бароуа (Edgar Rice Burroughs, 1875-1950) у њего-

вој новели “Тарзан у Земљиним језгру” из 1930. године. Пођимо на пут у неизвесно, непознато, мистично, научно мало познато и изазовно за сва времена и све генерације. Наша мајка Земља има много тога да нам покаже и много чему да нас научи.

Пут у средиште планете је већи изазов него онај који се може остварити одласком изван Сунчевог система. Заправо, теже је победити време, јер је неумитно, њено планетарно градитељство одавно се завршило, а простор је и даље доступан ма коју астрономску оријентацију користили и ма колико се астрономских јединица удаљили од рођене планете.

## ВИРТУАЛНИ ПУТ КА ЗЕМЉИНОМ ЈЕЗГРУ

Када се говори о Земљиној унутрашњости, њеној грађи, саставу, структури и другим особинама које је чине непредвидивом и чудесном планетом, тада се “хода”, да употребимо овај вековни термин за најсигурнији човеков начин путовања, по изузетно несигурном терену. Земљина унутрашњост је и даље Тера Нова или Тера Incognita.

Из тог разлога покушаћемо да колико-толико умањимо ову неповољну констатацију тиме што ћемо настојати да видно непознавање стања у унутрашњости наше планете што више расветлимо, користећи све доступне, а у исто време и податке за које сматрамо да су веродостојни или бар најприближнији истини.

Поставимо себи следеће питање: како би заиста изгледао наш пут у унутрашњост Земље када би то било могуће?

Да бисмо дали одговор на ово питање, послужимо се сликом која је вероватно у најширој употреби. Кренимо од површине терена или Земљине коре, која представља само мали део тог пута, јер је у поређењу са путем који је величине 6370 километара, дугачак ништавних 30 до 50 километара, а највише 70, како смо то раније већ саопштили. Када бисмо тражили неки пример за поређење, тада бисмо могли рећи да Земља представља једно јаје, а Земљина кора само љуску тог

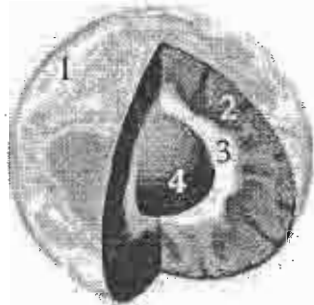


замишљеног јајета. Ово је поређење веома популарно и често у употреби како би се дочарали односи и димензије ових величина.

Земљина кора као најплића, колико-толико доступна различитим врстама мерења и истраживањима, најбоље је проучена иако је та чињеница и даље јако удаљена од могућности да бисмо могли са поузданошћу да тврдимо да је чак и релативно добро упозната. Наша сазнања су и даље фрагментарна, несигурна, препуна апроксимација и у великој мери зависна од нивоа технолошког развоја. Једном речју, све што смо досад сазнали о њој веома је крхко и подложно сталној промени и изненађењима.

До сазнања о Земљиној кори углавном смо дошли на индиректан начин, јер још не располажемо ни са једним јединим поузданим средством да бисмо са сигурношћу могли да тврдимо да је стање у Земљиној унутрашњости баш такво. Међутим, ни наши инструменти нису стопроцентно поуздани, тако да све информације о унутрашњој грађи наше планете треба неизоставно подвргавати провери, ако је то могуће, или комбинацији више различитих метода истраживања да би се дошло до што сигурнијег резултата.

Због свега тога требало би изнети више чињеница, али се једна намеће као најзначајнија, па да кренемо од ње. Поставимо због тога следеће питање: колико је дубока најдубља бушотина коју је човек икада успео да избуши и колико је то у односу на величину Земљине коре?



Земљу сачињавају три крупна унутрашња слоја и један танки спољашњи. Идући од површине ка центра то су: Земљина кора (1), мантил (2), спољашње језгро (3) и унутрашње језгро (4).

Одговор на постављено питање би гласио: најдубља до данас избушена бушотина налази се на далеком северу наше планете, на полуострву Кола у Русији или у области Заполярниј, Мурманск регион, који је оријентисан ка обалама Баренцовог мора и Северног леденог океана. Бушотина носи ознаку СГ-3, а избушена је до дубине од 12262 метра.

Да би се читав посао окончао било је потребно да протекну 24 године или више од једне половине радног људског века! Првобитно је пројектована до дубине од 15 километара, али је на дванаестом 1989. године доживела хаварију. Затим је било више покушаја да се бушотина настави и то је трајало све до 1994. године, до већ наведене и коначне дубине, када се њен даљи пут у унутрашњост Земљине коре дефинитивно и завршио.

Интересантна је историја ове бушотине, па да је размотримо. Започета је 1970. године и за првих пет година избушено је 7 километара, а затим је за следећих 5 километара било потребно још 9 година. Руси званично тврде да је окончана 1989. године, али остаје чињеница да је у наредних 5 година било покушаја да се достигне пројектована дубина од 15 километара. Без обзира на све, сигурно је коштала преко 100 милиона америчких долара, а стене које су набушене на њеном дну старе су око 2,7 милијарди година, док је температура на дну износила око 190 степени Целзијуса.

С обзиром да је у питању јединствена и веома ретка бушотина, мишљења смо да завређује посебну пажњу, па у том смислу даћемо једну кратку анализу свега оног значајног што је откривено њеном изградом. Учинићемо то тако што ћемо изнети неке констатације и закључке, а затим ћемо скренути пажњу на питања која су остала потпуно отворена.

1 У кинеској провинцији Сичуан, око 1000 година пре данашњице, помоћу бамбуса и челичног алата бушиле су се бушотине чак до 1000 метара дубине! То је урађено да би се пронашла слана вода и природни гас. Уколико су бушотине биле позитивне, гас би се користио за загревање слане воде из које би се издвајала со. Со се касније продавала по околним или удаљеним острвима по веома повољној цена.

Прво велико изненађење било је откриће пукотина при дну бушотине, а друго, још веће, налазак воде на самом дну! Преовладао је мишљење да је у питању тзв. "јувенилна" или примарна (кристалizaciona) вода која игра веома значајну улогу код стварања не само различитих врста минерала него и лежишта корисних минералних сировина. Ако је тако, сматрали су научници, онда би то требало да значи да се њоме продрло чак у зону стварања тих драгоцених супстанци.

Ово неочекивано откриће нагнало је иноваторе да размисле и затим примене потпуно оригиналну идеју бушења. Уместо дотадашњег ротационог система круна за бушење је челичним ужадима фиксирана тако да је само својом тежином оптерећивала дно бушотине, а исплака је протицала и практично играла улогу сврдла! Нико пре тога није могао ни да замисли да је тако нешто могуће на тако великим дубинама. Изгледало је као да је вода задобила особине дијаманта!

Бушотина СГ-3 је имала неколико основних циљева. Један од њих био је истраживање начина на који настају руде које у себи садрже највећи проценат никла и гвожђа, а налазе се испод једног од најстаријих делова копна на планети који се назива балтички штит. Даље, требало је проверити поставку руског геофизичара Јурија Козловског који је тврдио да се на 7 километара дубине налази сеизмички дисконтинуитет. Исто тако, постојали су и други циљеви као што су били следећи: откривање температурног режима и топлотног тока на великим дубинама, физички и хемијски састав дубоких структура и њихова транзиција из горњег у доњи део Земљине коре и на крају развој потпуно нове технологије бушења за даља и будућа освајања тако великих дубина.

2 Највећу бушотину на планети није избушио ни човек ни астероид за који се сматра да је пре око 2 милијарде година начинио ударну структуру у Вридфорту (Јужна Африка) и из Земљине унутрашњости избацио материјал са дубине од око 25 километара! Рекордери су вулкани чија су огњишта чак у мантлу (преко 60 километара дубоки), а као доказ да је то заиста тако користе се кимберлитни или стене које садрже дијаманте, доспеле до површине са тако великих дубина.

Иако није завршена како је првобитно планирано, ипак се за ову супер дубоку бушотину мора рећи да је са успехом окончана. Продрети до тих дубина и у тако старе стене са изузетно великим притисцима и температурама представљало је човеков успех раван лету на неку од планета изван Сунчевог система. Уосталом, пут је трајао 19 или 24 године, па само из тог податка можемо да закључимо колико се људи сменило на овом послу за то протекло време. Запитајмо се колико би требало времена космичкој летелици изграђеној човечијом руком и уз помоћ његовог верног пријатеља робота да би се остварио лет изван утицаја Сунчевог гравитационог поља!

Ипак, вратимо се започетој причи о најдубљој бушотини на свету.

Појединци су чак спекулисали да се њоме задира у нешто бојје и да радници побољевају од неке непознате болести и да због тога не могу дуго да остану на тој бушотини! Неки су тврдили да су Руси на дно бушотине постављали сонде за откривање звучних сигнала и да су регистровали невероватне одјеке. Ишло се дотле да се чак тврдило да су ти звуци многобројни и поуздани знаци постојања неке подземне цивилизације! Свашта се, дакле, измишљало, али то је увек иста зла судбина која редовно прати грандиозне објекте.

Као што смо раније већ рекли, ова бушотина је значајна и по томе што је отворила читав низ нових питања. Није, рецимо, очекивано да на завршној дубини температура буде скоро 200 степени Целзијуса, већ двоструко мања! То је превагнуло да се донесе коначна одлука о прекиду бушења, јер је даља рачуница показала да је на још већим дубинама све топ-

3 Амерички рекорд у дубини бушења не налази се више на копну већ у Мексичком заливу. Дуги низ година бушотина под именом "Берта Роцерс", избушена у периоду од 1972. до 1974. године у Оклахоми била је светски рекордер са дубином од 9583 метра. Светски примат је преузела бушотина СГ-3 са 12262 метра, а од скоро најдубљу америчку бушотину избушили су Шеврон Тексако и Шламберже нафтни сервиси у морској области Тонга 1 или у блоку Зелени кањон 727 до дубине од 9700 метара.

лије и топлије, а да би на пројектованој дубини од 15 километара температура требало да износи и свих 300 степени Целзијуса. Дакле, температура Земљине унутрашњости се испречила као какав огроман балван срушен по сред пута, а то се даље испоставило као несавладива препрека за упорне истраживаче. Врло је вероватно да је онима који су годинама бдели над овим несвакидашњим путовањем одлука о дефинитивном прекиду рада била изузетно болна, али су на крају ипак морали да прихвате сурову чињеницу да се даље не може.

Старост стена у доњем делу бушотине, како смо већ навели, одређена је на 2,7 милијарди година. То је нешто више од половине укупне старости планете, па је оправдано питање да ли је реална старост Земље само 4,6 милијарди година? Шта је са преосталим деловима Земљине унутрашњости? Пређени пут од око 12 километара чини само 0,19% од укупног пута ка средишту планете. Да ли је могуће да су преосталих 99,81% стари исто колико и тих малих 0,19%?

Поставимо још једно питање за које би могли да кажемо да је круцијално: да ли човек може да продре даље у дубину или да оствари идеју из шездесетих година XX века када је планирано да се досегне до границе Земљине коре и мантла?

Рецимо нешто и о економском значају бушотине СГ-3, јер ако се у овакав објекат, како је речено, уложи преко 100 милиона америчких долара, онда је и оправдано питање зашто је то учињено. Да ли се истовремено трагало и за специ-



Бивши Совјетски савез издао је јубиларну марку 1987. године номиналне вредности од 10 копејки која је била намењена најдубљој бушотини на свету. У позадини профила бушотине и бушаће гарнитуре приказана је зграда-главни центар из кога се руководило бушењем. Данас је сав тај објекат претворен у јединствен музеј, једини такве врсте у свету.

фичним налазиштима, ретким металима, минералима, можда новим облицима енергије?

Да то није била само пуста трка у престижу између Руса (или Совјета у оно време) и Американаца доказују бројна открића у овој бушотини. Пронађено је више од 40 рудних минерала и њихових природних елемената, преко 20 сулфида, 8 оксида и 2 силиката. Када се прошла дубина од 6800 метара као да су се пред овом бушотином отворила рајска врата, јер су у прастаром архајском комплексу откривени злато, метали платинске групе, ретки метали итд. Појединци су били склони веровању да је то тако, јер се бушотина налазила у познатој и богатој минерализационој зони Печенга. Било је, међутим, и оних који су говорили да ћемо од тада па на даље на тако дубоке структуре морати да гледамо сасвим другим очима, што је, мора се и то признати, била велика истина. Бушотина СГ-3 је на многа претходна сазнања бацила тамну сенку, али у исто време и осветлила потпуно нове путеве којима ће се човек упутити ка освајању и даље неосвојених и тајанствених дубина.

И поред свих занимљивости и потпуно нових сазнања која плене и освајају радозналце, кренимо даље ка нашем замишљеном циљу у средиште планете.

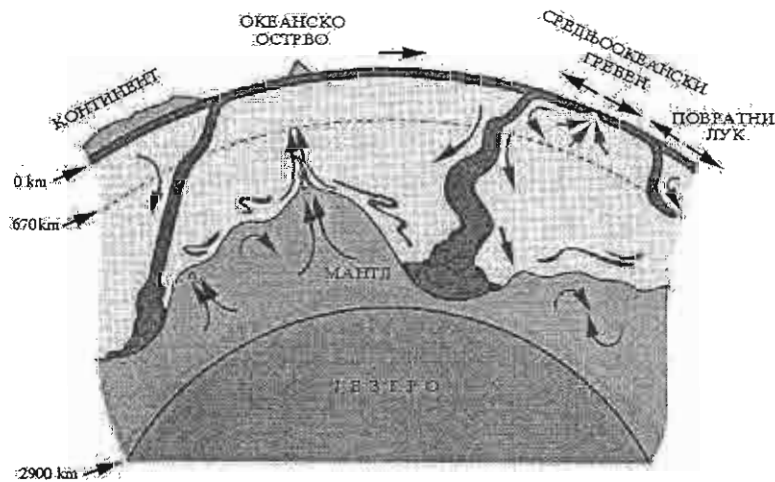
Ка средишту планете застали смо у најтањем делу Земље или њеној љусци која се назива *Земљина кора*. Да бисмо тај пут прошли, неминовно је да савладамо два слоја, горњи који носи назив *сиал* и доњи познат под именом *сима*. Имена су дата по преовлађујућим елементима, па су тако у сиалу најзаступљенији силицијум и алуминијум, а у сими силицијум и магнезијум. Њихова граница је одређена тако што је примећено да густине ових средина нису исте. Сиал има густину од 2700-2800 килограма по метру кубном, а сима од 2800-3300.

4 Да ли је у питању наука или псеудонаука? Аустралијски часопис "Спекулације у науци и технологији" објавио је рад египатског математичара Мостафе А. Абделкадера који је изнео поставку да подземље и подземни свет ипак постоје. У прилогу својој тези приложио је карту тог света и предложио да се његова хипотеза провери бушењем дубоке вертикалне бушотине! Колико ли би то тек требало да кошта?!

Границу сиала и сима представља *Конрад дисконтинуитет*, како каже теорија, и често пута, нажалост, грешни.<sup>6</sup>

Бушотина СГ-3, коју смо разматрали, требало је, између осталог, да провери ову поставку. Показало се, међутим, да од наведене границе нема ни трага ни гласа, како би се то народски рекло, јер смена гранитског слоја (сиала) и базалног (сима) није нађена. Све до коначне дубине од 12262 метара базални слој једноставно није откривен! Остало је отворено питање: где је онда Конрад дисконтинуитет? Да ли он уопште постоји или, ако постоји, да ли то значи да је у том делу знатно дубље него што се могло очекивати?

Ако кренемо даље са постављањем питања, доћи ћемо у ситуацију да их имамо безброј, али зато готово ни један једини одговор. Зато је боље да наш започети пут у унутрашњост планете наставимо и без њих.



У манти се одигравају кретања која се највише одражавају на Земљину површину па зато постоје земљотреси, вулкани, кретање континената, ширење океанског дна, стварање вулканских острва и бројне друге појаве.

<sup>6</sup> Име дато по аустријско-америчком физичару, сеизмологу и метеорологу чије је име Виктор Конрад (1876-1962). Граница је нађена у континенталној кори на дубини од 15 до 20 км.

Кренимо, дакле, до границе Земљине коре и манти. Тако стижемо до *Мохо* или *Мохоровичић дисконтинуитета* или дела на коме се битно мења брзина простирања сеизмичких таласа, како је први срачунао Андрија Мохоровичић, па је по њему тај гранични слој и добио име.

До дана данашњег нико није имао ту срећу да види или да има у својим рукама комад стене за који би поуздано могао да каже да је баш са ове границе. Ипак, неки докази о манти постоје и на самој Земљиној површини. Сматра се да је на четворомеђи између Јуте, Колорада, Аризоне и Новог Мексика у САД вулкански нек Шипрок (Shiprock) доказ за то. Преовладава мишљење да је вулканска ерупција избацила материјал из манти, тј. са дубине веће од 100 километара!

На Њу Фаундленду у Канади постоји национални парк који носи назив Грос Морн, а један његов предео зове се Плочаста земља. Ако се оде тамо, могуће је видети стене које се називају офиолити. Стари су преко 500 милиона година, али је нешто друго битно за ову причу. Они су некада представљали дно прастарог Јапегус океана који се затворио пре поменутих 500 милиона година, а те стене су издигнуте и данас се налазе на самој површини. Са издизањем офиолита кренули су и горњи делови манти, тако да су доступни непосредном осматрању и истраживању. Тиме су нам подарени и срећа и знање.

Уопште, где год се појављују офиолити, геолози сматрају да је то доказ постојања неког давног океанског или морског дна. Заједно са тим прастарим дном могуће је, дакле,

<sup>5</sup> Роман Едварда Болвера-Лејтона (Edward Bulwer-Lytton, 1803-1873) "Врил: моћ долазеће расе" штампан је 1870. године и доживео велику популарност у касном XIX веку. Врил је представљало снажну енергију коју су поседовала "бића" из подземља. Неки си чак веровали да је моћ тих замисљених "бића" у тесној вези са нацистичким "летећим дисковима", док је у Енглеској и даље популарно пиће боврил, име настало комбинацијом речи бовајн и врил.

Марк Сифер (Marc Siefer) сматра да је роман Болвера-Лејтона инспирисао Николу Теслу да открије систем управљања на даљину или тзв. бежични систем.

пронаћи делове чак из таквих дубина које досежу до мантла. Како офиолита има и у Србији, то је добра прилика да се трага за мантлом и у нашим теренима.

До мантла је могуће допрети и на други начин. Јапан као земља са највећим ризиком од последица земљотреса најозбиљније се припрема да до ове границе продре бушењем једне дубоке бушотине. Овај подвиг планирају да изведу “пречицом” или бушењем океанске коре, јер је познато да је она дубока само 7 километара. Ако је то тачно, онда то и није тако несавладиво.

Јапанци желе да завире у само “земљотресно гнездо”, како се претпоставља, али и да трагају за бактеријама за које мисле да су прва жива бића на нашој планети. Наиме, преовладава мишљење да се захваљујући специфичном хемијском саставу горњег мантла и реакцијом са морском и океанском водом развио први живи свет на планети. Ово, мора се признати, има смисла.

Јапанци су у једној претходној мисији дубоког бушења пронашли нови тип бактерија чији су ензим искористили за производњу прашка за прање! Вероватно да би и за нови налазак поново пронашли практичну страну.

Како се наш пут ка центру планете ни издалека није приближио коначном циљу, похитајмо даље као некада Вернови јунаци професор Ото Линденброк, немачки геолог и природњак и његови пратиоци, сестрић Аксел, Марта и дански ловац Ханс да бисмо утолили нашу знатижељу и видели шта можемо очекивати на већим дубинама.

Како бисмо се осећали када би се којим случајем и физички нашли у мантлу?

6 У оквиру пројекта “Мохоле” Американци су 1957. године планирали да буше у Мексичком заливу све до Мохо дисконтинуитета. То је била идеја Волтера Мунка. Харија Хеса и још неколицине америчких геолога, а подржала их је Национална истраживачка фондација САД. Иако је прва фаза у потпуности окончана, ипак се 1966. године одустало од друге и треће због изузетно великих трошкова бушења који су износили више милиона долара.

Вероватно би прво помислили да је у паклу много пријатније, јер су у мантлу температуре између 1000 и 2000 степени Целзијуса! Све је, дакле, флуидно течна и густа и као такво у сталном и лаганом кретању на више где су температуре нешто ниже. Изгледало би као да се налазимо у прегрејаном катрану који нас лагано уљуљкава у течну масу од гвожђа, магнезијума, алуминијума, силицијума. Преовладава мишљење да тако високе температуре потичу од радиоактивног распадања природних елемената као што су уранијум, торијум, калијум и други.

Истовремено постоји и кретање континенталних маса на доле. Могли бисмо рећи да су то “престареле” или “истрошене” стене које у мантлу налазе свој крематоријум, поново бивају прерађене и обновљене у некој далекој будућности и то под пакленим условима, а затим изнова враћене као најмлађе, тек рођене стене и такве “упућене” на океанско дно. Тако се захваљујући мантлу одвија стални и кружни стенски циклус или рађање стена и минерала, затим њихово умирање, па поново рађање и све поново у бесконачан кружни циклус до год наша планета буде “живо” тело.

Шта би се догодило када којим случајем мантл не би постојао или када би висока температура пала или којим случајем нестала?

Да нема овог супер пакла планета би изгубила многе своје специфичности и врло брзо Земљин пејзаж био би исти као Марсов. Захваљујући оваквом мантлу, свим тим његовим особеностима које се само на први поглед чине апокалиптичним, на површини планете постоји кретање континента, ширење океанског дна, стварање океанских басена, издизање планинских венаца, ерупције вулкана, земљотреси итд. Када би се мантл умртно или изгубио своју високу температуру већина океана и мора би оплићала чиме би се хемијски састав атмосфере драстично променио. Променом састава атмосфере неминовно би се мењао и живот на планети. Дакле, ни планетарне дубине, ма колико биле дубоке, нису неке “безначајне мрачне и недоступне недођије”, већ представљају органску везу и свеукупно биће једног пулсирајућег организма.

Према томе, Свеземља је једно свеживо биће, готово баш онако како је Геја теорија тумачи, ако се прихвати да су њене поставке исправне.

Објаснимо ово и на други начин.

Рецимо да је циркулација у мантлу само 4 центиметра на годину дана. Ако замислимо једну тачку у том непрегледном флуидном простору и пратимо њено кретање од времена настанка планете до данас, тада је она прошла пут од око 100 хиљада километара. Ако је мантлова конвекциона или кружна ћелија једнака половини Земљиног пречника, тада је наша претпостављена тачка 4 до 6 пута успела да обиђе замишљену мантлову "лопту". Шта нам ово казује?

Ово нас наводи на претпоставку да је мантл веома мало или чак ни мало изгубио од своје првобитне унутрашње температуре. Заправо он се "повукао" са Земљине површине испод континената и океана не зато што се Земља током времена хладила и очвршћавала, већ зато што је Земљина унутрашњост обезбеђивала најбоље услове за очување тако високих температура у једном веома дугом временском периоду.

Према томе, једног дана када се Сунце угаси или уђе у фазу црвеног џина, како то тумаче астрономи, човек ће трајно изгубити светлост, али неће топлоту и да би опстао неминуовно ће морати да гради тунеле ка средишту планете. Нове градове мораће да смешта у близину мантла одакле ће моћи да црпи неизмерну енергију Земљине унутрашњости.

Овако нешто, наравно, отвара читав низ питања, посебно оно које се односи на човеково стратешко опредељење о сопственој будућности, али и поред свега тога на једно ће морати дефинитивно да одговори: да ли да се определи и трајно веже за матичну планету или пође у неизвесност и крене у далеку космичку мисију насељавања нових планета?

Неоспорно је једно: биће то најтежа одлука коју ће морати да донесе у времену свога постојања.

Већина наведених карактеристика мантла односи се на његов горњи део који се другачије назива астеносфера. То је зона испод Земљине коре која је на дубини од 70 до око 250 километара.

Астеносферу другачије називају зоном малих брзина, јер због њених флуидалних особина долази до приметног успоравања у брзинама простирања сеизмичких таласа. Постојање астеносфере наговештено је негде око 1926. године, али је дефинитивно потврђена 22. маја 1960. када се догодио познати и снажни чилеански земљотрес, а затим извршена анализа сеизмичких таласа. Тако проистиче да је астеносфера у суштини зона "уљуљкавања" трусних таласа, а можда и наш заштитини омотач, јер да нема ње вероватно да бисмо одбацили Рихтерову скалу земљотреса као нетачну и трагали за новом. Истовремено, градили бисмо сасвим другачије грађевине, јер би се садашњи солитери, мостови, торњеви или водени резервоари при сваком земљотресу понашали као куле од карата.

Исто тако, горњи мантл је зона у којој се генерише магма, па, према томе, да нема ње не би било ни вулкана. Да ли бисмо могли да замислимо свет без хавајских острва, исландских вулкана и гејзира, свет без Килиманџара, Фуџија, Арарата? Како би изгледало када не би било унутрашњих сила и њених површинских трагова или вулканских стена? Да ли би то био наш или неки туђи свет?

Због свега наведеног мантл заслужује много већу пажњу, па зато застанимо у њему да бисмо разоткрили што више детаља.

Мантл је издељен у три зоне: горњу, транзитну и доњу. Размотримо сваку појединачно.

Горњи мантл смо највише помињали, али да ипак дамо његове најбитније и најсажетије карактеристике. Сматра се да допире до 400 километара у дубину и да чини 10% од укупне масе планете. Густина му је од 3,25 до 3,40 грама по центи-

7 Најчешће су нафтне бушотине и најдубље, јер само богате нафтне компаније могу да инвестирају у такве пројекте. Једна од тих је започета у Орфан басену у Атлантику код Њу Фауленда где треба да се буши прва бушотина дубока 7200 метара. Коштаће преко 150 милиона долара, а инвеститори су Шеврон Канада, Шел Канада, Империл Оил и Ексон Мобил.



метру кубном, а његови главни представници су ултрабазичне стене или перидотити. Ипак, треба поменути и главне минерале, па зато рецимо да су то оливин, пироксен, плагиоклас, спинел и гарнет. Тамо где су главне тектонске зоне, пак, појављују се еклогити, веома специфичне стене код којих је изражен висок притисак, преко 1,2 гигапаскала, а температуре су од 400 до 1000 степени Целзијуса. Према томе, то могу бити само трансформисане средине или стене познате под општим именом метаморфне.

Пођимо даље у дубину и уђимо у транзитну зону. Како да је разликујемо од горње зоне мантла?

Теорија каже, а и све друго о чему даље будемо говорили искључиво ће припадати овој сфери, затим математичким прорачунима и моделима, брзинама простирања сеизмичких таласа и интерпретацијама тих резултата, регистрованим јачинама потреса, различитим симулацијама и лабораторијским анализама итд., да врх транзитне зоне означава трансформација нормалног оливина у прото спинелну структуру полиморфног оливина. Да не би било овако компликовано, пошто је спуштање у дубину од 400 километара испод површине Земље само по себи довољно компликовано, рецимо једноставно да ово означава још већи притисак и густину за коју се мисли да је повећана скоро за 10%. Због тога се и мања брзина сеизмичких таласа што је регистровано све до 1000 километара у дубину где се завршава транзитна, а започиње зона доњег мантла. Према томе, она чини 17% од укупне масе наше планете.

Коначно долазимо и до доњег мантла. То је последња зона пре уласка у језгро планете. И овде су мале брзине сеизмичких таласа, па се мисли да су у питању специфичне средине које се стручно називају пиrolити, а по својим карактеристикама неки сматрају да су слични керамичким материјалима. У сваком случају већина оних који се баве проучавањем дубоких структура мисли да је доњи мантл много богатији гвожђем него транзитна зона или горњи мантл.

Пре него што “закорачимо” у Земљино језгро, неписано је правило да се “очисте” ципеле које смо “заблатњавили” у

силикатном мантлу. То ћемо учинити у предворју које се назива *Гутенбергов дисконтинуитет*, али како је ово посебно значајна средина, застаћемо у њој са пуно оправдања, али и поштовања према човеку чије име је Бено Гутенберг (Benо Gutenberg, 1889-1960). Размотримо зато шта дословно пише у његовој научној биографији. Године 1913. Гутенберг је прецизно одредио димензије Земљиног језгра и открио зону малих брзина сеизмичких таласа која је по њему и добила име.

Постоје и друга открића, јер се Гутенберг бавио сеизмологијом и метеорологијом, али ћемо намерно остати само при овом открићу. Разлог томе јесте евидентна неправда која се чини према овом научнику, јер се у последње време све више избацује термин Гутенбергов дисконтинуитет и уводи назив “Д двоструко језгро” (D double-prime).

Шта ово означава и одакле то потиче?

Новозеландски математичар и геофизичар Кит Едвард Бален (Keith Edward Bullen, 1906-1976) дуги низ година је проучавао дубоке структуре у Земљи. Објавио је читав низ својих резултата, а један од њих био је и модел планете и подела на више различитих слојева. Учинио је то тако што је пошао од Земљине коре и њу означио са “А”, а затим је сваки наредни слој обележавао абecedним редом и тако до самог језгра планете које је као последње добило ознаку “Г”. Пратећи доследно тај редослед већ постојећи Гутенбергов дисконтинуитет означен је са “Д”.

Ова подела први пут је објављена 1942. године. Како је 1950. године Бален пронашао да постоје два а не један “Д” слој, горњи на дубини од 1800 километара (томе је дао име “Д



Бено Гутенберг (1889-1960), немачко-амерички геофизичар и метеоролог, научник који је открио постојање слоја на дубини од 2900 km, границу што одваја мантл и спољашње језгро.



примарни”) и доњи, 200 километара ниже (он је назван једноставно “Д” слој или би могло да се каже секундарни), тако је предложио садашње име “Д двоструко језгро” или “Д дво-струки слој”.

У својој пракси или на путу ка средишту планете често пута сам се сусретао са једном формацијом под називом Флер (Falher). Та формација ме је увек подсећала на Баленову поделу, јер је и она имала слојеве који су разврстани од “А” до “Х”. Наиме, Флер је настао у доњој креди када је западно-канадски седиментациони басен био плитак, мочваран и јужније од данашњег за више од 1000 километара, па, према томе, у појасу са топлијом климом. Како је креда позната по глобалном загревању, то и није било изненађење што је расла бујна вегетација, а од ње су касније настали бројни угљени слојеви. Сваки почетак новог Флера означавао је нови слој угља и то се тако низало све до најстарије формације. Према томе, Баленова подела није чак ни оригинална, јер је настала скоро у исто време кад и подела формације Флер.

Ако, међутим, упоредим Баленово са Гутенберговим открићем, тада ствари изгледају веома поразно по новозеландског научника, јер је закаснио пуне три деценије. Ма колико његов рад изгледао врло детаљно и студиозно, ипак се Гутенбергу не може одузети предност и он ће заувек остати славодобитник. Због тога и нема оправдања када се његово име и откриће неоправдано потискују на рачун неког другог.

Уколико смо довољно јасно расветлили постојање и значај Гутенберговог дисконтинуитета, кренимо даље у освајање и разоткривање тајни Земљиних дубина.

Дакле, доспели смо до 2900 километара испод Земљине површине. Ту престаје силикатни мантл и започиње течна никл-гвожђево спољње језгро Земље. Колико нам је ово значајно?

Одговор на ово питање, да иронија буде потпуна, не може да се нађе у дубинама планете, већ, напротив, у њеном највишем атмосферском омотачу који се назива егзосфера и од кога се на даље наставља бескрајни међупланетарни простор. Тамо у тим тамним висинама предстража светих ратника

у имену магнетне линије сила бдију над животима на Земљи и вековима воде љути бој против Сунчевог ветра. Без њих било би као на Марсу или слично као на било којој песковитој или леденој пустињи на Земљи. Живот би дефинитивно нестао, јер би без ове заштите Сунчев ветар несметано продирао чак и испод површине тла, променио све животне услове и коначно усмртио сво живо на планети.

У течном никл-гвожђевој спољашњем језгру, како теорија каже, генерише се магнетно поље Земље. Мени је, пак, милији израз да је то колевка светих ратника, јер бити и опстати насупрот једном титану какав је Сунчев ветар, значи одржавати непрестан рад најужарене планетарне ковачнице оружја или динама планете да би се произвели бројни огњени мачеви, штитови, ватрене стреле и пламени ножеви којима ће ти свети ратници бранити Земљу и све живо на њој. Каква је то битка и колико је тих светих ратника платило “главом” то само магнетно поље планете памти. Меморисало је оно и поразе, бројна повлачења пред страшним налетима Сунчевог ветра, јер су удари понекад били и преко 800 километара у секунди, али памти и велике победе и тријумфалне повратке истих тих ратника у њихово дубоко скровиште планете да би се тамо “одморили”, “видали” ране и “припремали” за нове окршаје.

Сунчев ветар и магнетно поље Земље насупрот њему као једини природни штит свим живим бићима од смртоносног налета топлотног таласа. Ерупције на Сунцу су честа појава и довољно опасна за све планете без магнетног поља. Земља је једна од ретких планета у Сунчевом систему која поседује сталну природну одбрану.



Само једно ипак заборављају: то су велики порази који су доводили до трајног нестанка магнетних линија сила, а самим тим и укупног магнетног поља Земље. И ово се морало догађати иако теорија магнетизма планете о томе “ћути” или ни дан данас нема одговарајуће објашњење. Уосталом, како и да сазнамо о томе нешто више када је све избрисано из планетарне меморије и само велике катастрофе и масовна уништавања живог света немо зјапе као тамне мрље у свој својој тајанствености, али и опомињућој прошлости.

Свети ратници и дан данас постоје. Васкрсли су као феникси из пепела и наставили своју вековну борбу против Сунчевог ветра, а магнетно поље Земље нам се не чини старим, већ супротно, све млађим и млађим као да из столетног стабла магнетизма изнова и непрестано избијају младе стабљике. Човек ће још дуго година бити неми сведок сурових сукоба магнетних линија силе и Сунчевог ветра, али ће ипак једног дана, у некој далекој будућности, почети из свега тога да извлачи корист, црпи неизмерну енергију као што ће исто тако једног дана почети да “хвата” енергију супернове, тектонских кретања или енергију планетарног језгра.

Ако се вратимо на спољашње језгро Земље, рецимо и његове друге особине, јер сваки податак о тако дубоким структурама је редак и драгоцен. Данас важи мишљење да се то спољно језгро налази између 2900 и 5000 километара испод површине Земље. То чини 30% од укупне масе Земље, а граничи се са доњим мантлом на дубини од 2900 километара или је од њега одвојено Гутенберговим дисконтинуитетом и унутрашњим језгром на дубини од 5000 километара где се налази граница спољашњег и унутрашњег језгра.

Пре него што начинимо последњи корак и коначно “освојимо” средиште планете, застанимо у још једном или најдубљем граничном слоју. То је граница између спољашњег и унутрашњег језгра, дисконтинуитет тешко замислив, стран и толико удаљен да се чини имагинарним.

Наведену границу прва је открила Инге Леман (Inge Lehmann, 1888-1993), дански сеизмолог, па се зато може рећи да је тиме највише учинила да се делимично остваре вернов-

ске замисли о путовању у средиште планете. Данкиња је доспела чак 5000 километара у дубину захваљујући једном новозеландском земљотресу и свом генијалном погледу у тајне дубина. Догодило се то 1936. године и то је тада било толико дубоко и незамисливо да многи у то нису могли да поверују добре три деценије. Када су пронађени високо осетљиви сеизмографи који су потврдили Леманово откриће, тек тада јој је призната научна генијалност и право првенства, па су зато и оправдано уследиле награде и слава.

У њену част првобитно је граница спољашњег и унутрашњег језгра названа *Леманов дисконтинуитет*. Затим је тај назив преиначен и једном новом дисконтинуитету на дубини између 200 до 250 километара дато је име Леманов дисконтинуитет. Иако се научници још споре око његовог постојања, ипак треба рећи да је назив дисконтинуитета у потпуности оправдан и заслужује да се негде у дубини наше планете трајно успостави, наравно, у част данске научнице.

Коначно, испод границе коју је Инге Леман пронашла, “улазимо” у очврсло језгро или унутрашњу зону, прадавни нуклеус од којег је некада давно у космичкој фази развоја Сунчевог система, а затим геолошкој етапи и процесу згушњавању тешких елемената настала наша планета. Када би нам којим случајем унутрашње језгро било лако доступно, тада бисмо одатле црпели неизмерне количине гвожђа, никла и кобалта или елементе платинске групе и никада не бисмо помишљали да такве сировине тражимо на неким другим местима. Али ово је само санак пусти, јер доспети 5000 километара у дубину, значи победити Земљу, њено Време, целокупну Природу, победити себе и много тога још. Бити истински господар једне планете у Сунчевом систему може само биће достојно тог успеха. Да ли се људи са свим својим слабостима, егоизмом и ускогрудошћу могу успети на врхове тријумфа или је то место за вечна времена резервисано само за богове?

Унутрашње језгро налази се 5000 километара испод површине, како смо већ рекли, и допире до самог центра планете или 6370 километара у дубину. Оно представља само 2%

од укупне масе планете и сматра се да је под температуром од 5000 степени Целзијуса. Ако ту температуру поредимо са Сунчевом, онда је то тек температура Сунчеве површине и са тог аспекта мала, али ако замислимо да којим случајем ту температуру можемо да трансферишемо у енергију, тада је она неизмерно велика и исто толико драгоценна.

Стигли смо, дакле, до самог језгра планете, али се нисмо запитали како је човек уопште дошао на идеју на оно постоји. Да ли је то сазнање давнашње или новијег датума? На који начин је доказано? Шта је коришћено као аргумент да би се поверовало да се баш налази у таквом стању?

Као прво, било је потребно да прођу векови и векови да би сазрела мисао да оно заиста постоји. Ово је у сваком случају разумљиво, јер је језгро једно од најскривенијих Земљиних тајни. Дубоко у тами, удаљено хиљадама километара, недоступно људским чулима и његовим несавршеним инструментима, очврсло и без и једног јединог трага на површини, постало је недоступно и заувек мистично.

Ипак, неко се први досетио. Био је то немачки сеизмолог Емил Вехерт (Emil Weichert, 1861-1897) који је посматрајући метеорите препуне гвожђа и стења претпоставио да и Земља треба да садржи у својој унутрашњости чврсте, а не течне или гасовите материје. Земља би требало, резоновано је Вехерт, исто тако да има гвожђа у свом средишту, а самим тим било би то неко њено језгро или нешто слично томе.

Ово размишљање потиче из 1897. године, али како Вехерт није имао никаквог начина да своју идеју и докаже, остало је само на томе. На тај начин касни XIX век уписан је као прва искра која је раном XX веку подарила светлост и обасјала пут све до Земљиног језгра.

Та прва искра засјала је у Земљиној тами 1906. године када је ирски геолог и сеизмолог Ричард Олдам (Richard Oldham, 1858-1936) први утврдио постојање Земљиног језгра. Ово откриће некако је увек остајало по страни. Било је незапажено, необјективно вредновано и незаслужено запостављано, те због тога сматрамо да је потребно ту грешку исправити, а један век од тако значајног открића требало је досто-

јно обележити. Због тога дајемо један кратак осврт како је до њега дошло.

Исте године када је Вехерт наслућивао постојање Земљиног језгра догодио се Асам земљотрес. Био је то планетарни догађај, јер је снага земљотреса имала магнитуду 8,1 степени што је изазвало разарање бројних насеља у Индији и смрт десетине хиљада људи. Дуго после тога није могла бити решена мистерија земљотреса који је за само три секунде деловања довео до издизања дела Шилонг платоа за читавих 15 метара! Такву силу човек до тада није имао прилику да искуси иако се исти земљотрес поновио и 1950. године са магнитудом од 8,6 степени.

Ричард Олдам се налазио у Индији када се 12. јуна 1897. године догодио већ поменути земљотрес. Интензивно га је проучавао и из тога је први пут проистекло откриће постојања примарних (П) и секундарних (С) сеизмичких таласа.

На сву срећу, прича се на томе није завршила. Упорни Ирац је наставио даље да изучава понашање сеизмичких таласа и запазио да њихове брзине расту како се дубина повећава. То је ишло све до неке границе, а затим се догодила неочекивана промена и нагло успоравање тих таласа. Олдам је закључио да је то могло да изазове Земљино језгро и његове специфичне карактеристике. Тако је коначно из дубоке таме изронило средиште планете, а наредне три деценије научници су се интензивно бацили на проблем одређивања његових димензија, облика и односа према горњим деловима Земљине унутрашњости.

Заслужни за откриће постојања Земљиног језгра: ирски геолог и сеизмолог Ричард Олдам (лево) и немачки сеизмолог Емил Вехерт.



Ако се поново осврнемо на теорију о дубоким структурама Земље, запазићемо да она тврди како унутрашње језгро ротира. Ово је био основни мотив филма "Језгро" који је снимљен 2003. године. Сценариста се запитало шта би се догодило када би којим случајем ротација престала, а самим тим и магнетно поље нестало. Одговор је био логичан, али и поражавајући: сав живи свет би се угасио на Земљи. Наравно, брже-боље организована је верновска експедиција у средиште планете и тај проблем је на холивудски начин решен и на "опште задовољство" читавог угроженог човечанства. По ко зна који пут америчка бајка спасила је свет од уништења.

Ипак, једна битна ствар је неправедно промакла том филму. Ништа није речено о промени поларитета Земљиног магнетног поља која се очигледно догађа, а узрок томе налази се у спољашњем језгру. Исто тако, до сада нико није решио тајну те промене нити се зна колико то има утицаја на живи свет и његово опстајање. Ипак, неки и даље упорно покушавају да пронађу доказе да та веза постоји и да ње нема ништа живо не би опстало на овој планети.

За сада ни теорије о томе не говори аргументовано. Све што знамо то је да се у ранијој геолошкој прошлости ова промена више пута догађала, али шта је узроковало свему томе и даље остаје велика непознаница. Ипак, није то толико страшно, јер имајмо на уму да је наше незнање увек многоструко веће од знања и зато ће још доста времена протећи пре него што се приближимо ономе што називамо вечна Истина.



Непоновљиви маг научне фантастике и маштања Жил Верн (1828-1905) чија су дела инспирисала многе генерације.

Напустимо филм и холивудске имагинације и пређимо на тло науке и озбиљна истраживања. Због тога се запитајмо шта су показала најновија открића неколицине геофизичара из САД-а августа 2005. године?

Пре свега, пошло им је за руком да пронађу идентичан пар савремених земљотреса у близини Јужних сендвичких острва у јужном Атлантику. Ово им је омогућило да прате брзине таласа од центра до површине планете. Том приликом запазили су да се одиграла нека промена са таласима који су путовали ка Аљасци, па су се запитали шта се то догодило. Понуђен је оригиналан одговор: унутрашње језгро изгледа као да је грађено од наслаганих дрвених стабала који сеизмичке таласе час успоравају час убрзавају. Да ли је тако?

Ипак, најинтересантније било је саопштење да унутрашње језгро ротира брже него што ротира сама планета. Да би начинила пун круг од 360 степени Земљи је потребно 24 сата. За исто то време унутрашње језгро начини ротацију за додатних 0,3 до 0,5 степени, па из ових података проистиче да за сваких 700 до 1200 година оно има један пун круг више од наше планете.

Унутрашње језгро има полупречник око 1220 километара. Када би било огољено и без свих већ наведених слојева и тада би било веће од Месеца. Неки научници мисле да има изглед кристала гвожђа и да је превише топло да би задржало стално магнетно поље. Ипак, мисле даље, баш због тих својих особина потпомаже спољашњем језгру да га генерише и уједно одржава, не баш константним, али на значајно променљивим.

Најзад, стижемо и у сам центар планете.

На овом виртуалном путу доспели смо тамо где је Жил Верн желео да борави на крилима своје маште. Нисмо се много потрудили да би допрели тако дубоко, а ни водич нам није био потребан. На овом путу нисмо сусретали дивље и опасне праисторијске животиње попут Вернових јунака иако сваки палеонтолог зна да се њихови трагови и кости могу пронаћи искључиво копањем или продирањем у дубину планете. Ретки су фосилни остаци на површини терена, јер их

спољашње силе брзо разарају и у кратком временском периоду уништавају. Пређени пут изгледао нам је као лепа пролећна шетња у околно излетишту и то уживање нећемо мењати иако знамо да је тако нешто само утопија или нестварно сањарење.

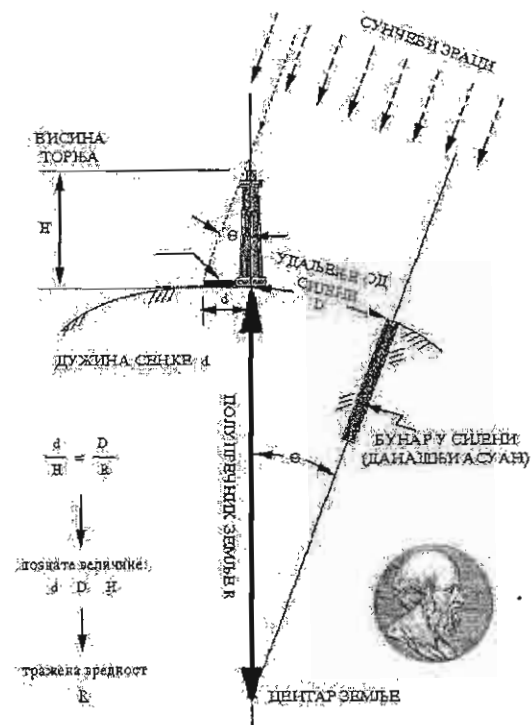
Уосталом, човек се ретко одлучује да баци поглед или крене у те тамне дубоке просторе. Много чешће се окреће висинама и далеким космичким просторствима. Можда то чини зато што га је страх од "бића" из подземља или зато што и даље мисли да тамо бораве они који су физички давно напустили свет Сунца и сишли у свет Ада, ко зна? Ипак, има и таквих који дају супротне примере и својим делима доказују да дубине наше планете завређују далеко већу пажњу, јер крију бесконачно много драгоцености.

Посматрајмо због тога само два примера, временски јако удаљена, али веома слична у тежњама да се докаже колико је Земљина унутрашњост немерљиво значајна. Један пример је дао непревазиђени Ератостен (276-194 пре н.е.) невероватно прецизно измеривши полупречник Земље, а други Дејвид Стивенсон који своје намере још ни издалека није остварио, али је зато дао вредну идеју о којој се можда неће ни данас ни сутра размишљати, али хоће једног дана када сазри свест о значају освајања Земљине унутрашњости.

Пођимо од Ератостена и вратимо се више од 2000 година уназад. У то доба он је водио чувену александријску библиотеку, али његов непресушни таленат и истраживачки дух као да су га приморавали да размишља даље да би свеобухватније разумео планету на којој живимо. У томе му је помогао један ископан бунар у Сијени или данашњем Асуану за кога су људи причали да је толико дубок да се његово дно може сагледати само једном у години и то када је најдужи дан. Ако је тако, размишљао је Ератостен даље, онда то значи да Сунчеви зраци не доспевају само на дно бунара, већ продиру тачно до центра планете. Уколико сазнам под којим углом се налази тај зрак у односу на онај који доспева у Александрију у исто време и измерим растојање од Александрије до Сијене, геометријском поставком срачунаћу полупречник Земље,

закључио је правилно Ератостен. Била је то не само генијална идеја, већ и један од најсветлијих узлета човековог знања и тренутак који је из корена променио његово постојање на планети.

Ератостен је, и то је познато, одредио угао под којим су Сунчеви зраци падали у Александрији тако што је мерио дужину сенке александријског торња. Познавајући висину торња лако је дошао до траженог угла. Затим је организовао мерење растојања од Александрије до Сијене и када је добио и тај податак, могао је спокојно да приступи коначном рачунању. У односу на савремена мерења његово се разликовало за мање од 2% што је занемарљиво и сасвим довољно пре-



Ератостен (275-194 пре н.е., десно) и његов начин одређивања полупречника Земље из података о висини торња у Александрији  $H$ , дужине сенке торња  $d$  и растојања од Александрије до Сијене  $D$ .

цизно за време у коме је мерено и са чиме је Ератостен располагао да би дошао до траженог резултата.

Колику је коначну вредност Ератостен добио? Када је срачунао да Сунчеви зраци у летњој дугодневици у Александрији падају под углом од 7,2 степена, а да је растојање од Александрије до Сијене 5000 стадија или 786 километара, дошао је до податка да је обим планете 39300 километара. По његовом прорачуну следи да је полупречник Земље 6258 километара, а то је за око 112 километара мање од савремених мерења. То представља разлику од само 1,8% што јасно говори да је Ератостен још тада правилно срачунао један значајан параметар Земље.

Тако су један промишљен поглед у Земљину унутрашњост и проицљивост продрли до самог центра планете да би се осветлила тајна планетарне димензије и дотада несагледиво одредило, неизмерно добило своје границе, а човек започео свој успон ка знатно вишој космичкој позицији и трону достојном представнику једне мале, гостољубиве и непоновљиве планете у Млечном Путу.

Други пример потиче из калифорнијског Института за технологију у Пасадени или од професора Стивенсона који тврди да људи живе између космичког простора и Земљине унутрашњости и трајно су везани за површину планете. Он даље каже да је човек успео да пошаље своје космичке летелице на пут дуг скоро 40 астрономских јединица што износи око 6 милијарди километара, а у Земљину унутрашњост је продро тек нешто мало више од 12 километара, како смо то већ раније навели. Ова несразмера чији је однос 1:500 милиона доказује да су наше представе о матичној планети и даље јако крхке и да заправо и не знамо шта све она у себи крије. Због свега тога Стивенсон предлаже да се храбро крене са пројектом слања једне пробе коју је популарно назвао “грејпфрут”, а за коју предвиђа пут дуг око 3000 километара.

Застанемо још извесно време на овом идејном путу, јер садржи читав низ отворених питања и у велико мери личи на једначину са више непознатих. Сам професор Стивенсон признаје да не зна шта све може да се догоди на путу кроз тешке

и течне метале у Земљиној унутрашњости, али његови погледи и изнети подаци не могу тек тако да се занемаре.

Ни аутор овог текста, као неко ко је већ дуже времена на сличном путу, није довољно ни вешт ни мудар да би визионарски сагледао све могуће догађаје и открића. Извесно је сигурно: такви људи из области науке о Земљи још не постоје, а досадашње и одговарајуће знање није акумулирано у довољној мери да би се бар донекле могло са већом дозом поузданња нешто тврдити. Ипак, оптимизам, чврста воља за успехом и вечна радозналост могу да начине ону значајну превагу и помак ка даљем прогресу и освајању непознатог. Уосталом, зар човек није запловио морима и океанима пре него што је открио компас? Зар се није упутио у непрегледне пустињске, ледене или шумовите пределе без путева, путоказа, стаза и богаза знатно пре сателитског навођења? Да ли је чекао компјутерску еру да би у космос послао своју прву летелицу? Зашто, према томе, не би кренуо и на пут у непознато ка центру Земљиног језгра?

Стивенсон у свом виђењу евентуалне мисије ка средишту планете износи читав низ физичких и понекад хемијских података у корист свог пројекта. Његова сонда или “грејпфрут”, како је назива, само је 10 килограма тешка и пут пакла

Сонда “грејпфрут”, како је замишља њен аутор Дејвид Стивенсон са калифорнијског Института за технологију, требало би до средишта Земље да стигне за око фантастичних 10 дана! Веровати или не?





или дубину од око 3 хиљаде километара, по ауторовом прорачуну, треба да савлада за само 7 до 10 дана!

Да ли овако неко виђење наше планете има оправдања или је то само пусто утопистичко маштање?

Све Стивенсонове поставке имају чврсто упориште у физичким законитостима и физичким карактеристикама средина које смо до сада упознали путем експеримената и различитих открића. Зато он и тврди да можемо гравитацију и велику густину гвожђа искористити за различит, бржи и смео пут ка центру планете. Зашто не бисмо, каже аутор даље, искористили једно од бројних вулканских течних гротла да такву сонду не пошаљемо на доле све до вулканског огњишта, па и испод ужареног медија?

Овакво размишљање има веома много сличности са Верновим, јер је и он своје јунаке у средиште планете послао кроз један од бројних угашених исландских вулкана. Ипак, остало је још небројано много отворених питања, али и Стивенсонова смела констатација да се приближава не време размишљања о овом путу, већ време у коме ће се оваква идеја спровести у дело!

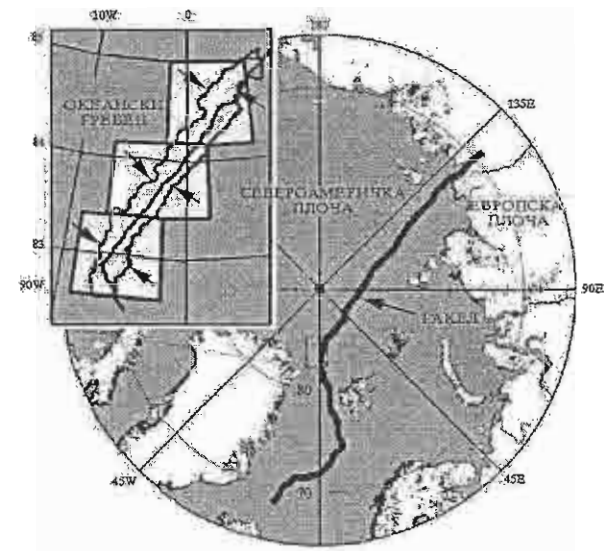
Можда је и исправно схватање да треба користити природне путеве или отворена вулканска гротла да би се допрло што дубље у унутрашњост планете. Бољих "канал" ка Земљиној унутрашњости једноставно нема нити човек може да их гради. На сву срећу планету данас не чини један мега континент (Пангеа) и један свеокеан (Панталаса) као што је то некада било у геолошкој прошлости Земље, па да је број таквих природних отвора концентрисан само на мањем простору, већ је она издељена на низ континената, мора и океана, а на њиховим ободима или острвским луковима налазе се бројни вулкански кратери. Један од њих биће једног дана идеалан за продор у унутрашњост Земље и то ће време кад-тад неминуовно доћи.

Идући овом логиком Жил Верн и није био далеко од истине када је један такав пут описао.

Човек увек нешто ново открива на планети и исто тако Земља не престаје да га изненађује својом тајанственошћу и

шароликошћу. У такве случајеве треба уврстити и океански гребен Гакел, новооткривени планетарни понор у арктичкој области.

Не тако давно или раних осамдесетих година XX века неочекивано је откривено да на самом северном полу или између Гренланда и Сибира постоји граница између европске и североамеричке плоче у дужини од око 1800 километара. Веровало се да на том простору нема активних вулкана, али је група научника, користећи нуклеарне подморнице за истраживање океанског дна 2001. године пронашла 12 дотад потпуно непознатих и доказала да је зона итекако активна. И поред веома отежаних услова за изналажење основних геолошких карактеристика, ипак је откривено да је у овој зони у питању до сада најмање забележена брзина ширења океанског дна. Износила је само 6 милиметара на годину дана, док је у западном делу достигала 13. То је чак 20 пута спорије него што је ширење у Пацифичком океану.



Океански гребен Гакел налази се у арктичком кругу и дели североамеричку и европску плочу, а како је недавно откривен тек ће бити предмет детаљних истраживања.



Посебно значајно за Гакел океански гребен представља изливање лаве која потиче из мантла. То је само још један доказ више у корист приче о путовању ка средишту планете или мали допринос систему који користи инверзни вулкански пут до ужарених дубина.

Када се говори о овом новооткривеном подокеанском региону, многе ствари имају хипотетичке или тек прелиминарне карактеристике. У процесу савлађивања тих бројних непознаница ипак се зна један логичан редослед, а он полази од прве фазе или израде батиметријских карата, па затим следи читав низ истраживачких активности везаних за тектонику плоча, вулканизам, геохемију итд.

Један од бројних праваца истраживања је и биолошко проучавање живог света. Дубокоокеански организми или организми везани за океанско дно постоје захваљујући тзв. хидротермалном вентилационом екосистему. Шта ово значи?

Хидротермални вентили суштински представљају вулканске отворе кроз које избија водена пара, водени раствори или вода под високом температуром. То су познати топли извори, гејзири, фумароле или места испод којих је магма доспела блиско површини терена, али није успела да се излије као лава. Таква места су бројна, а једно од њих је и Гакел океански гребен. Захваљујући њему развили су се веома специфични облици живота који су због недостатка светлости фотосинтезу заменили хемосинтезом. Овакав облик живота откривен је тек 1977. године, а затим су уследили бројни докази о постојању цевастих форми, сунђера, краба, октопада, риба и других организама. Тако је нађено чак преко 300 дотад потпуно непознатих врста.

Можда ће баш Гакел океански гребен бити полазна тачка одакле ће се нека сонда упутити ка унутрашњости планете? Можда ће нова истраживања пронаћи "тајне" и проходне путеве ка мантлу па и даље? А можда ће све то остати само пушта жеља, ко зна?

Због свега тога морамо поставити безброј питања и претпоставити исто толико могућности. Да ли ћемо у све претставе веровати или не, остаје потпуно отворено питање.

Можда је Земљино језгро заиста нуклеарни фисиони реактор и генератор магнетног поља каквим га представља Марвин Херндон (Marvin Herndon, 1944-)? Уосталом, по његовој идеји је и сниман већ поменути филм "Језгро"? Да ли је средишту планете заиста потребна наша помоћ, како се том његовом представом разматра?

Сигурно је да много тога данас не познајемо, али је и сигурно да ће човек вребати сваку прилику да изнађе скривене могућности и још се виши приближи својој рођеној Земљи. Колико ћемо у томе успети или колико ћемо се брзо на таква размишљања привићи, зависиће од прилика или неприлика којима ће људи бити изложени живећи на Земљиној површини. Мајка Земља нас већ вековима узима када физички нестајемо са ове планете и само тада мислимо да је то праведно и природно. Заборављамо да су људи некада живели по пећинама или у земуницама и ту налазили сигурна уточишта, а исто тако заборављамо да се многи животињски свет и дан данас скрива или живи у скровиштима испод површине Земље где налази најсигурније уточиште. Шта тек рећи за свет који не напушта подземље, глисте, црве, кртице, слепе мишце итд.?

Можда нам због свега тога и пут ка Земљином језгру изгледа као нешто нестварно или тек доконо и бескорисно маштање. Ипак, уколико се присетимо речи Артура Конана Дојла (Arthur Conan Doyle, 1859-1930) који каже да "када одбацимо немогуће, било шта да је остало, чак и невероватно, морамо веровати да је истинито" делују као порука за неку нама веома далеку будућност, али и као поука за све генерације, јер има смисао да изговорени појам "никад" и није баш увек "никад" нити је човек тако мали и немоћан да не може да завири у оно иза света, удаљено и недокучиво, изван свих његових сазнања и хоризонта сагледивости.

И поред свега тога, још ћемо дуго живети на крилима маште и у веровањима да све што замислимо можемо да остваримо, али искључиво "једног дана".

Ипак, једном ће осванути дан када ће се смело кренути у течни пакао у унутрашњост планете или када ће човекова

летелица проћи кроз мега лучни међупростор Сунчеве протуберанце. Тога дана начини ће искорак у надчовека и постати истински победник, а једно сасвим ново време и нови храбри и врли свет, да искористимо овај Хакслијев термин (Aldous Leonard Huxley, 1894-1963) за тријумфалну генерацију, кренуће у свет бескраја, на горе и доле, у атмосферу и геосферу, у нешто, ништа и свеопште могуће. Победник ће моћи све и све ће му бити даровано, јер Земљино језгро је као мајчина душа, и топло, и дражесно, и животно дарожљиво.

Коначно, зашто не стремити томе?



### ОСНОВНЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ЗЕМЉИНЕ ГРАЂЕ

**П-таласи** - примарни таласи (лонгитудинални, компресиони-или уздужни) имају око 2 пута већу брзину простирања од **С-таласа** и једино они пролазе кроз средине које су у чврстом и течном стању;

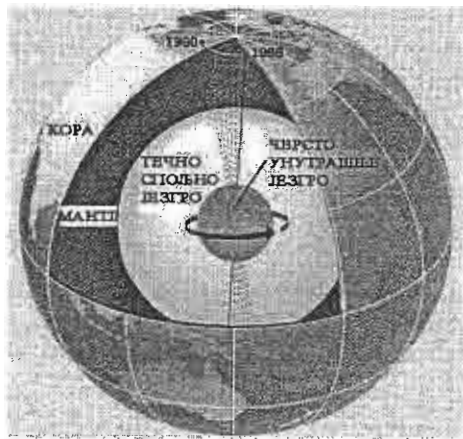
**С-таласи** - секундарни таласи (трансверзални, смичући или попречни) чије честице осцилују у равни управно на правац простирања таласа, пролазе само кроз чврсте средине.

Посматрана из космоса Земља је планета воде, јер је прекривена Светским океаном са укупном површином од  $361 \cdot 10^6 \text{ km}^2$  што представља 71% планете.

Земљина унутрашњост, међутим, сасвим је другачија, зато би могло да се каже да је планета гвожђа, те је одатле тешка  $6,6 \cdot 10^{21}$  тона.

У Табели 1 дата је основна грађа Земље као и вредности густине и брзине просторања примарних таласа кроз различите средине.

СРЕДИНА	ГУСТИНА (g/cm <sup>3</sup> )	БРЗИНА Р-ТАЛАСА (km/sec)
КОНТИНЕНТАЛНА КОРА	2,6 - 2,8	6
ОКЕАНСКА КОРА	3,5	7
МОХОРОВИЧИЋЕВ ДИСКОНТИНУИТЕТ		
МАНТЛ	4,5 - 10	8 - 12
ГУТЕНБЕРГОВ ДИСКОНТИНУИТЕТ		
ЈЕЗГРО	12	-
СПОЉАШЊЕ ЈЕЗГРО (ТЕЧНО)	-	8 - 10
УНУТРАШЊЕ ЈЕЗГРО (ЧВРСТО)	13,5	11 - 12



Земљино унутрашње језгро (у средини) ротира брже од Земље за 0,3-0,5 степени. Земљу су због тога од скоро популарно назвали "планета са планетом".

## О АУТОРУ

Владо Г. Милићевић

Рођен 1. VIII 1951. у Земуну

Дипломирао на Рударско-геолошком факултету Универзитета у Београду

Радио у следећим организацијама (компанијама):

Геомагнетски институт (1980-1997),

Геоинститут (1997-2000),

Agat Laboratories Ltd. (2003-2004),

K.C. Waunch Petroleum Consultants Ltd. (2004-2007),

OPS Geo Ltd. (2007),

RPS Energy Canada (2007-2010),

Tectonic Energy Ltd. (2010-2011),

CL Consultants Ltd. (2011-данас).

Магистрирао 1993. на Рударско-геолошком факултету Универзитета у Београду

Докторирао 1996. на Рударско-геолошком факултету Универзитета у Београду

За доцента Рударско-геолошког факултета

Универзитета у Београд изабран 1999. године

Вишегодишњи предавач у Истраживачкој станици "Петница"

Радио у истраживачким лабораторијама у Будимпешти,

Цириху, Паризу и Калгарију

Објавио самостално или коауторски 100 радова у

домаћим и страним часописима

Радови из области геолошких и геофизичких истраживања

Области истраживања: магнетизам и палеомагнетизам,

тектоника, магнетостратиграфија, палеогеографија и

палсоклиматологија, Миланковићеви циклуси осунчавања, нафтно-гасна и дубинска геологија  
 Учествовао на прско 30 домаћих и међународних конференција  
 Од 2000. године живи у Канади (Калгари) и ради у Западно-канадском седиментационом басену на истраживању нафте, природног и неконвенционалног гаса  
 Основао 2004. нафтно-консултантску компанију 3VM Geo Ltd.  
 Основао 2006. "Фонд др Милићевић" и покренуо едицију научно-популарних књига "Векови и васиона" и биографско-меморијални издавак "Самоуки и самоникли 1950-2000"  
 Био главни и одговорни уредник часописа "Радови" Геоминститута  
 Уредно пет стручних и јубиларних књига  
 Финансирао књиге млађих писаца  
 Извео прско 100 истражних и истражно-експлоатационих бушотина за највеће канадске и америчке нафтне компаније чије су појединачне вредности биле од 10 до 20 милиона америчких долара  
 Говори енглески и руски  
 Одржао већи број предавања о Милутину Миланковићу  
 Члан Удружења "Милутин Миланковић"  
 Добио награду "Јован Жујивић" за 1997. годину  
 Ожењен, две кћерке, старија Вања дипломирала примењену и теоријску математику на Универзитету Калгари, магистрирала геофизику на истом универзитету, запослену у компанији Шел млађа, Марија дипломирала геологију на Универзитету Калгари, завршава едукацију на истом универзитету  
 Монографија:  
 "Палинастика Херцинида у Кучајској зони источне Србије" (1998)  
 Уџбеник:  
 "Основи магнетостратиграфије" (1999) (флопи верзија)  
 Научно-популарне књиге:  
 "Милутин Миланковић - живот и дело" (1995)  
 "Сјај звезде Миланковић" (1997)  
 "Миланковић - прошлост, садашњост, будућност" (2000)  
 "Миланковић у делима и слици" (2006)  
 "Миланковић, даљски аргонаут" (2008)  
 "Разор обрађених њива" ("Есеј о Миланковићу") (2008)  
 "Путник кроз васиону и векове" (2008, са С. Максимовићем, Д. Спасовом и Ђ. Радиновићем)  
 "Марсов кратер Миланковић" (2011)  
 Привилегован у једној ствари: обишао и упознао велики део света  
 Највећи успех: остао вечно у српском роду.

## ИНДЕКС ИМЕНА

## А

Абделкадер, Мостафа, 151  
 Агасис, Луј, 131  
 Алварез, Луј, 92  
 Архимед, 39

## Б

Бален, Кит Едвард, 159-60  
 Бароу, Едгар Рајс, 143  
 Болвер-Лејтон, Едвард, 153  
 Бергињон, Алфонс, 133  
 Бровнинг, Курт, 69

## В

Вебер, Вилхелм, 42  
 Вегнер, Алфред, 139  
 Величковић, Владимир, 127  
 Верн, Жил, 25, 27-28, 99, 154, 166-67, 172  
 Вехерт, Емил, 164-65  
 Воч, Кеп, 15, 33  
 Вучетић, Хуан, 133

## Г

Гагарин, Јуриј, 25  
 Гадафи, Моамер ел, 119-20  
 Гаус, Карл Фридрих, 41-42  
 Гилберт, Вилијам 41  
 Грубић, Александар, 79  
 Гутенберг, Бенс, 26, 28, 158-60, 162, 178

## Д

Дагдик, Луј, 34  
 Дарвин, Чарлс, 92  
 Дарси, Хесири, 131-32  
 Демокрит, 66  
 Довсон, Џорџ Мерсер, 139  
 Дојл, Артур Конан, 175  
 Дучић, Јован, 127

## Е

Ерстед, Ханс, 41-42  
 Ератостен, 168-70

## Ж

Жујовић, Јован, 22, 24

## К

Кивије, Жорж, 92  
 Клинтон, Хилари, 120  
 Козловски, Јуриј, 148  
 Конрад, Виктор, 152

## Л

Леман, Инге, 26, 28, 163

## М

Магелан, Фердинанд, 143  
 Магнес, 38  
 Маглић, Богдан, 127  
 Миланковић, Милутин, 8, 17, 26, 28, 64, 70, 102, 106-07, 110-

111, 117, 130-31, 138, 140  
 Мохоровичић, Андрија, 26, 28,  
 106-07, 109, 121, 153, 178  
 Мунк, Волтер, 154

**Н**

Норман, Патрик, 16

**О**

Олдам, Ричард, 164-65

**П**

Павчић, Јосиф, 140  
 Паскал, Блез, 84-85  
 Пифагора, 34  
 Платон, 88  
 Пливије, Старији, 39  
 Поповић, Александар  
 Шандор, 79  
 Пушчи, Михајло, 20, 127, 131,  
 140  
 Пуркиње, Јан Евангелиста,  
 133-34  
 Путник, Радован, 126

**С**

Сивиф, 8  
 Сифер, Марк, 153  
 Скарионе, Алберто, 31-32

Скоресби, Вилијам, 98  
 Смит, Рој, 60  
 Станојевић, Ђорђе, 20  
 Стивенсон, Дејвид, 168, 170-72

**Т**

Тесла, Никола, 20, 42, 127, 140

**Ф**

Франклин, Бенџамин, 132  
 Фучел, Кристијан, 79-80

**Х**

Хаксли, Олдос, 176  
 Хејдн, Фердинанд, 20-21  
 Хенри, Џозеф, 131-32  
 Хес, Хари, 154  
 Херндон, Марвин, 175

**Ц**

Цвијит, Јован, 20, 140  
 Црињански, Милош, 127

**Ч**

Чаплин, Чарли, 54

**Ш**

Шонс, Том, 137

С IP- Каталогизација у публикацији  
 Народна библиотека Србије, Београд

550.8

**МИЛИЋЕВИЋ, Владо, 1951-**

Путник ка земљином језгру : година прва / Владо  
 Милићевић. - Калгари : 3VM Geo Ltd. - "Фонд др Милићевић" ;  
 Београд : Удружење "Милутин Миланковић" ;  
 Пожега : Жиравец, 2012 (Пожега : Жиравец). - 182 стр. : илустр. ;  
 24 см. - (#Едиција #Векови и Вациона ; #књ. #1)

Тираж 500. - О аутору: стр. 179-180. - Напомене и  
 библиографске референце уз текст. - Регистар.

ISBN 978-86-507-0117-1 (Жиравец)

а) Геолошка истраживања  
 COBISS.SR-ID 193886732



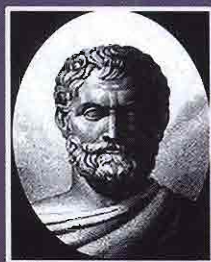
Аутор књиге "Путник ка Земљином језгру"  
др Владо Милићевић радио је више од 30 година  
на бројним геолошким истраживачким пројектима  
дуж Европе и Северне Америке.

Из тог вишегодишњег искуства и пређеног пута  
издвојио је рад на најзначајнијим нафтно-гасним  
бушотинама из енергетски најбогатије канадске  
провинције Алберте да би читаоцима дочарао све  
чари и заблуде једне непоновљиве људске делатности.

Књига је писана популарним и јасним стилем,  
а говори о путу кроз тајновите Земљине дубине.

Користећи магнетне линије сила, које допиру  
чак до Земљиног језгра, и све своје бушотине,  
аутор на ератостенски, верновски или олдамски  
начин доспева до самог центра планете.

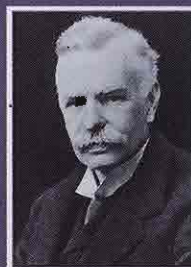
Описан пут је препун невероватних збивања,  
непоновљив, али истински доживљен.



**ЕРАТОСТЕН**  
(276-196 пре н.е.)



**ЖИЛ ВЕРН**  
(1828-1905)



**РИЧАРД ОЛДАМ**  
(1858-1936)



TUM Geos Ltd



Удружење  
"Младост Миланаковић"



КП "Жиравац" д.о.о.

ISBN 978-86-507-0117-1



9 788650 701171

COBISS.SR-ID 193886732