

ISTORIJA METEOROLOGIJE



Dr Mladen Ćurić
ISTORIJA METEOROLOGIJE

Izdavač:
AGM knjiga d.o.o.
Beograd – Zemun
<http://www.agmknjiga.co.rs>
e-mail: agmknjiga@gmail.com

Glavni i odgovorni urednik:
Slavica Sarić Ahmić

Tehnički urednik:
Dragomir Bulatović

Štampa:
Donat graf, Beograd

Tiraž:
100 primeraka

ISBN 978-86-86363-98-5

Motiv na korici:
Magderburški eksperiment

CIP - Каталогизacija u publikaciji - Narodna biblioteka Srbije, Beograd
551.5(091)

ЋУРИЋ, Млађен, 1947-
Istorija meteorologije / Mladen Ćurić. - Beograd : AGM knjiga, 2018
(Beograd : Donat graf). - 563 str. : ilustr. ; 25 cm

Tiraž 100. - Bibliografija: str. 518-531. - Registri.

ISBN 978-86-86363-98-5

a) Метеорологија - Историја
COBISS.SR-ID 268055564

Copyright © Mladen Ćurić, 2018.
Copyright © AGM knjiga, 2018.

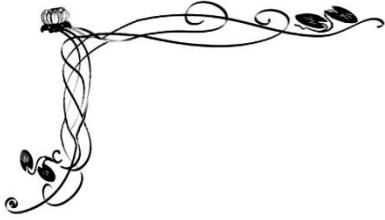
Sva prava zadržava autor i izdavač. Nijedan deo knjige ne sme se reprodukovati, fotokopirati ili prenositi u bilo kojoj formi: elektronski, mehanički, fotografski ili na drugi način, bez prethodne pismene saglasnosti autora i izdavača.

Dr Mladen Ćurić

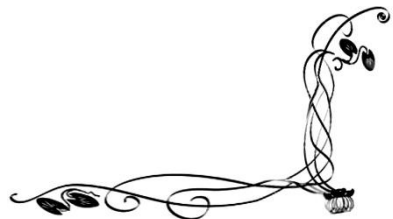
ISTORIJA METEOROLOGIJE

AGM knjiga

Beograd, 2018



Ovu knjigu posvećujem svojoj unuci
Mili Ćurić



SADRŽAJ

PREDGOVOR	12
1. NAJHRANIJA PROŠLOST ZEMLJE I ATMOSFERE	14
1.1. Uvod	14
1.2. Meteorologija univerzuma	16
1.3. Počeci formiranja kopna, mora i vazduha	17
1.4. Prvi život na Zemlji	18
1.5. Menjanje sastava atmosfere	20
1.6. Nova atmosfera i novi oblici života	21
1.7. Ledena doba i razvoj prvobitnog čoveka	21
1.7.1. Klimatske katastrofe	21
1.7.2. Klimatološki kvasac života	22
1.7.3. Klimatska seoba pračovaka iz Afrike	23
1.7.4. Vreme i život u ledenom dobu	25
1.8. Klima i razvoj civilizacije	27
2. KRATAK OPŠTEISTORIJSKI PREGLED	30
2.1. Klima kao faktor razvoja	30
2.2. Opšti uslovi u ranoj antici	36
2.2.1. Paleolitsko doba	36
2.2.2. Neolitsko (novo kameno) doba	37
2.2.3. Civilizacija kamenog i bakarnog doba	39
2.2.4. Bronzano doba	42
2.2.5. Starije gvozdeno doba	43
2.2.6. Svet u doba grčke civilizacije	45
2.2.7. Svet u doba rimske civilizacije	45
3. ZNAČAJNI PERIODI RAZVOJA NAUKE	47
3.1. Počeci nauke	47
3.1.1. Nauka u Vavilonu	50
3.1.2. Nauka u Egiptu	51
3.1.3. Nauka u Fenikiji	52
3.1.4. Nauka u staroj Grčkoj	52
3.2. Nauka u Joniji i ranoj Grčkoj	53
3.2.1. Tales	53
3.2.2. Pitagorina škola	56
3.2.3. Atinska škola	59
3.2.4. Epikurejci i stoici	64
3.3. Nauka u Aleksandriji	66
3.3.1. Uvod	66
3.3.2. Euklidovo učenje	68
3.3.3. Arhimedovo učenje	68
3.3.4. Eratostenovo učenje	69
3.3.5. Ptolomejovo učenje	71
3.3.6. Alhemija u Aleksandriji	72

SADRŽAJ

PREDGOVOR	12
1. NAJHRANIJA PROŠLOST ZEMLJE I ATMOSFERE	14
1.1. Uvod	14
1.2. Meteorologija univerzuma	16
1.3. Počeci formiranja kopna, mora i vazduha	17
1.4. Prvi život na Zemlji	18
1.5. Menjanje sastava atmosfere	20
1.6. Nova atmosfera i novi oblici života	21
1.7. Ledena doba i razvoj prvobitnog čoveka	21
1.7.1. Klimatske katastrofe	21
1.7.2. Klimatološki kvasac života	22
1.7.3. Klimatska seoba pračovaka iz Afrike	23
1.7.4. Vreme i život u ledenom dobu	25
1.8. Klima i razvoj civilizacije	27
2. KRATAK OPŠTEISTORIJSKI PREGLED	30
2.1. Klima kao faktor razvoja	30
2.2. Opšti uslovi u ranoj antici	36
2.2.1. Paleolitsko doba	36
2.2.2. Neolitsko (novo kameno) doba	37
2.2.3. Civilizacija kamenog i bakarnog doba	39
2.2.4. Bronzano doba	42
2.2.5. Starije gvozdeno doba	43
2.2.6. Svet u doba grčke civilizacije	45
2.2.7. Svet u doba rimske civilizacije	45
3. ZNAČAJNI PERIODI RAZVOJA NAUKE	47
3.1. Počeci nauke	47
3.1.1. Nauka u Vavilonu	50
3.1.2. Nauka u Egiptu	51
3.1.3. Nauka u Fenikiji	52
3.1.4. Nauka u staroj Grčkoj	52
3.2. Nauka u Joniji i ranoj Grčkoj	53
3.2.1. Tales	53
3.2.2. Pitagorina škola	56
3.2.3. Atinska škola	59
3.2.4. Epikurejci i stoici	64
3.3. Nauka u Aleksandriji	66
3.3.1. Uvod	66
3.3.2. Euklidovo učenje	68
3.3.3. Arhimedovo učenje	68
3.3.4. Eratostenovo učenje	69
3.3.5. Ptolomejovo učenje	71
3.3.6. Alhemija u Aleksandriji	72

3.3.7. Kraj Aleksandrijske škole	72
3.4. Nauka u mračnom periodu	74
3.4.1. Uvod	74
3.4.2. Nauka u Indiji	75
3.4.3. Nauka u islamu	75
3.4.4. Nauka Zapada	77
3.4.5. Nauka u kaluđerskim redovima	77
3.5. Počeci savremene nauke	79
3.5.1. Uvod	79
3.5.2. Doprinos Leonarda da Vinčija	79
3.5.3. Naučni doprinos Kopernika	81
3.5.4. Đordano Bruno, doprinos i stradanje	82
3.5.5. Razvoj u oblasti mehanike	83
3.5.6. Ostali značajni doprinosi	85
3.6. Vek genijalnih naučnika	86
3.6.1. Uvod	86
3.6.2. Osnivanje naučnih društava	87
3.6.3. Doprinos u astronomiji	89
3.6.4. Dekartovi vrtlozi	91
3.6.5. Opšta gravitacija	92
3.6.6. Razvoj optike	94
3.6.7. Ostali doprinosi	95
3.7. Nauka u XVIII i XIX veku	96
3.7.1. Uvod	96
3.7.2. Mehanika	97
3.7.3. Sastav materije	98
3.7.4. Vek vazduha	100
3.7.5. Termodinamika	104
3.7.6. Kinetička teorija gasova	106
3.7.7. Razvoj nauke o elektricitetu i telegrafu	108
4. RANI RAZVOJ METEOROLOGIJE	112
4.1. Počeci meteorologije	112
4.1.1. Uvod	112
4.1.2. Neki najraniji zapisi o vremenu	114
4.1.3. Učenje o vremenu starih Grka	118
4.1.4. Aristotelova Meteorologija	123
4.1.5. Teofrastavi predznaci vremena	130
4.2. Mračno doba	132
4.2.1. Uvod	132
4.2.2. Od Seneka i Plinija do Dekarta	134
4.2.3. Prognošičari – proroci vremena	136
4.2.4. Neki zapisi o vremenu	139
4.2.5. Prvi nagoveštaji napretka meteorologije u srednjem veku	141
5. POČECI KVANTITATIVNE METEOROLOGIJE	146
5.1. Uvod	146
5.2. Termometar	147
5.2.1. Prvi termometri	147
5.2.2. Termometarske skale	155
5.2.3. Temperatura i toplota	159
5.2.4. Toplota i energija	160
5.2.5. Adijabatska promena temperature	162
5.3. Barometar	163
5.3.1. Uvod	163
5.3.2. Preteča barometra	164

5.3.3.	Stvaranje vakuma	166
5.3.4.	Pronalazak barometra	168
5.3.5.	Usavršavanje barometra	170
5.3.6.	Savremeni živini i aneroid barometri	172
5.3.7.	Kućni barometri	177
5.3.8.	Promena atmosferskog pritiska sa visinom.....	177
5.3.9.	Zablude pri interpretiranju barometarskog stanja	180
5.3.10.	Snaga atmosferskog pritiska.....	186
5.3.11.	Zakoni o pritisku	188
5.4.	Higrometar	190
5.4.1.	Pronalazak higrometra.....	190
5.4.2.	Higrometri sa kosom.....	195
5.4.3.	Psihrometri	196
5.5.	Kišomer	198
5.6.	Merenje vetra	202
5.6.1.	Prvi vetrokazi vremenoše.....	202
5.6.2.	Merenje brzine vetra – Istorija Boforove skale.....	203
6.	POČECI METEOROLOŠKIH MERENJA I OSMATRANJA	209
6.1.	Uvod	209
6.2.	Počeci meteoroloških merenja	210
6.3.	Prve mreže meteoroloških stanica	216
6.3.1.	Merna mreža Akademije del Cimento	216
6.3.2.	Prvi pokušaji osnivanja merne mreže u Francuskoj i Nemačkoj	217
6.3.3.	Merna mreža Kraljevskog društva Engleske	218
6.3.4.	Sibirska meteorološka mreža	220
6.3.5.	Lambertov predlog svetske mreže stanica	222
6.3.6.	Meteorološka mreža Kraljevskog medicinskog društva iz Pariza.....	223
6.3.7.	Manhajmska meteorološka mreža	223
7.	OSNIVANJE METEOROLOŠKIH INSTITUTA (ZAVODA)	229
7.1.	Osnivanje instituta u Rusiji	230
7.2.	Organizacija meteorologije u Francuskoj	235
7.3.	Organizacija meteorologije u Engleskoj.....	238
7.4.	Organizacija meteorologije u Italiji	241
7.5.	Razvoj meteorologije u Belgiji	242
7.6.	Razvoj meteorologije u Holandiji	243
7.7.	Razvoj meteorologije u Nemačkoj	244
7.8.	Razvoj meteorologije u Norveškoj.....	245
7.9.	Razvoj meteorologije u Švedskoj	247
7.10.	Razvoj meteorologije u Španiji	247
7.11.	Razvoj meteorologije u Austro – Ugarskoj	248
7.12.	Razvoj meteorologije u ostalim evropskim zemljama	249
7.13.	Razvoj meteorologije u Kini i Japanu	250
7.14.	Razvoj meteorologije u SAD	251
7.15.	Uspostavljanje međunarodnih normi u meteorologiji	254
8.	OSNIVANJE SLUŽBI PROGNOZE VREMENA	259
8.1.	Početni podsticaji	259
8.2.	Leverjeov odlučujući doprinos	262
8.3.	Svetli početak i tragični kraj Fic Roja	263
8.4.	Služba vremena u raznim zemljama	266

8.5. Međunarodni sinoptički kodovi	275
9. IZUČAVANJE SLOBODNE ATMOSFERE	277
9.1. Uvod	277
9.2. Merenja pomoću zmajeva	278
9.3. Merenje balonima sa ljudskom posadom	282
9.4. Sondiranje atmosfere pomoću aviona	288
9.5. Baloni bez ljudske posade	289
9.6. Pilot baloni	293
9.7. Radiosondažna merenja	294
10. RANE TEORIJE O CIKLONIMA I ANTICIKLONIMA	296
10.1. Uvod	296
10.2. Teorije o nastanku oluja	297
10.3. Putanje ciklona	302
10.4. Anticiklon	304
11. PREPOZNAVANJE SILA U ATMOSFERI	305
11.1. Uvod	305
11.2. Počeci razvoja hidrodinamike	306
11.3. Gravitaciona sila	308
11.4. Sila gradijenta pritiska	309
11.5. Sila trenja	310
11.6. Centrifugalna sila	311
11.7. Koriolisova sila	311
11.8. Prva jednačina kretanja za fluide	313
11.9. Laminarno i turbulentno kretanje	315
11.10. Prvi pravi udžbenik iz dinamičke meteorologije	316
12. KASNIJE TEORIJE CIKLONA I ANTICIKLONA	318
12.1. Uvod	318
12.2. Doprinos J. Hana	321
12.3. Margulesova teorija ciklona	324
12.4. Metod analogija	326
12.5. Proroci vremena	327
13. KRETANJA U ATMOSFERI	330
13.1. Opšte o kretanju u atmosferi	330
13.2. Opšta cirkulacija atmosfere	333
13.3. Polje pritiska i vetrovi	336
13.4. Vrtložno kretanje vazduha	338
13.5. Konvektivna kretanja u atmosferi	340
13.6. Atmosferski granični sloj	341
14. BERGENSKA SINOPTIČKA ŠKOLA	344
14.1. Prebergensko vreme	344
14.2. Lajpciška škola	346
14.3. Opšti uslovi za razvoj meteorologije u Norveškoj	347
14.4. Tor Beržeron dolazi u Bergen	350
14.4.1. Poreklo Tora Beržerona	352

14.4.2. Školovanje i meteorološko osmatranje	354
14.4.3. Beržeronov boravak u Bergenu 1919. godine	355
14.4.4. Rad u Bergenu od 1922. godine do doktoriranja	357
14.4.5. Beržeronova promocija Bergenske škole	360
14.5. Prihvatanje Bergenske škole u SAD	362
15. OBLACI I PADAVINE	372
15.1. Uvod	372
15.2. Nova tehnika i novi podaci	376
15.3. Vegener kao začetnik nove ideje o oblacima	378
15.4. Beržeronov mehanizam	379
15.5. Rast kapi sjedinjavanjem	382
15.6. Razumevanje rasta kristala leda	382
15.7. Naelektrisanje oblaka	385
15.8. Modifikacija oblaka	388
15.9. Klasifikacija oblaka	389
16. POMOĆNA SREDSTVA U METEOROLOGIJI	394
16.1. Numeričke tablice i mehaničke računске mašine	394
16.2. Grafička tehnika	395
16.3. Mašina za bušenje kartica	398
16.4. Analogni i digitalni računari	399
16.5. Savremena meteorološka tehnička sredstva	402
17. O METEOROLOGIJI KOD NAS	405
17.1. Stari zapisi o vremenu na Balkanu	405
17.2. Prve knjige sa meteorološkim sadržajem	414
17.2.1. Meteorologija Atanasija Stojkovića	414
17.2.2. Nauka o atmosferi Vladimira Jovanovića	418
17.3. Jakšićeva kvantitativna meteorologija	426
17.3.1. Prva meteorološka merenja u Srbiji	426
17.3.2. Jakšićeva meteorološka mreža stanica	429
17.4. Osnivanje Katedre i podizanje Opservatorije u Beogradu	432
17.5. Meteorologija u Srbiji do kraja I svetskog rata	440
17.5.1. Obnavljanje meteorološke mreže stanica	440
17.5.2. Nedeljkovićev rad na publikacijama	447
17.5.3. Prvo penzionisanje Nedeljkovića	448
17.5.4. Najplodniji period Nedeljkovićevog rada	450
17.5.5. Predlog zakona o opservatoriji	457
17.5.6. Očuvanje reprezentativnosti merenja	459
17.5.7. Dolazak Pavla Vujevića	460
17.5.8. Značajni naučni doprinos meteorologiji Milutina Milankovića	463
17.6. Rad Katedre i Opservatorije u periodu 1919 – 1947.	469
17.6.1. Ponovno obnavljanje mreže u Srbiji	469
17.6.2. Nova nadležnost Opservatorije u Jugoslaviji	472
17.6.3. Razdvajanje meteorološke i astronomske opservatorije	474
17.7. Razdvajanje meteorologije na fakultetsku i stručnu delatnost	481
17.8. Osnivanje studijske grupe i rad Katedre za meteorologiju na Prirodno – matematičkom fakultetu	484
17.8.1. Plan studija meteorološko – klimatološke grupe	484
17.8.2. Rad nastavnog osoblja	487

18. DODACI	500
18.1 Značajniji datumi u razvoju meteorologije	500
18.2. Meteorološki ekstremi	506
18.2.1. <i>Ekstremne temperature</i>	506
18.2.2. <i>Ekstremne padavine</i>	507
18.2.3. <i>Ekstremi pritiska</i>	509
18.2.4. <i>Ekstremni vetar</i>	509
18.3. Vreme stvara istorijske prekretnice	510
18.3.1. <i>Uvod</i>	510
18.3.2. <i>Kamikaze – božanski vetar, pobedio Kublaj – kana</i>	510
18.3.3. <i>Oluja neutralisala španski pohod na Englesku</i>	511
18.3.4. <i>Kumulonimbus, protivnik Napoleona Bonaparte</i>	511
18.3.5. <i>Uspom i propast imperije Maja</i>	511
18.3.6. <i>Kako je Holivud postao centar filmske industrije</i>	514
18.3.7. <i>Irodova gradnja Drugog hrama u Jerusalimu</i>	515
18.3.8. <i>Pad Nerona</i>	516
18.3.9. <i>Oštra zima podstakla stvaranje današnje Evropske unije</i>	517
LITERATURA	518
INDEKS IMENA	532
INDEKS POJMOVA	544

Glava

1

NAJRANIJA PROŠLOST ZEMLJE I ATMOSFERE

1.1. Uvod

Geološku istoriju Zemlje naučnici stalno upotpunjuju. Prema najnovijoj teoriji tektonskih ploča, geofizičari kopno naše planete posmatraju kao dinamično, pulzirajuće, „živo telo“ koje se u prošlosti menjalo. Pomerali su se kontinenti, iščezavali okeani, menjao se sastav atmosfere, dizali su se i spuštali planinski lanci... dešavale su se snažne klimatske promene. Kao posledica svega toga, na Zemlji se razvijao i izumirao živi svet.

U poslednjih nekoliko decenija, naučnici su ustanovili zbog čega su se dešavale navedene promene. Naime, na dubini od samo 5 do 70 km, ispod čvrstog tla na kome mi živimo, nalazi se sloj kašastih stena koji se sporo meša i kreće. Taj sloj se naziva astenosfera. Stalno mešanje koje se dešava u astenosferi, razlama tanki površinski sloj u stenovite delove različitih veličina koji se nazivaju tektonske ploče. Delovi tih ploča su naši kontinenti, sa čijim trenutnim oblicima smo sasvim upoznati. Ove ogromne ploče (koje se nazivaju litosferske) plivaju i pomeraju se na toj kašastoj masi koja lagano ključa. To pomeranje je, godišnje, samo nekoliko santimetara. Ovim pomeranjem ploče se sudaraju, spajaju i ponovo razdvajaju. Kao posledice toga,

pojavljuju se vulkani, zemljotresi i najeruptivnija (koja najviše remeti) pojava od svih — ledeno doba.

Snažne i nagle promene koje izazivaju zemljotresi i vulkani, izolovane su epizode, ograničenog dometa. Ledena doba dovode do globalnih posledica sa snažnim uticajem na ceo živi svet planete. U prošlosti su se stvarale ogromne ledene ploče koje su prekrivale jednu trećinu kopna. Kada su ledene ploče rasle i širile se prema Ekvatoru, potiskivao se i živi svet u uske oblasti. Shodno novim klimatskim uslovima, živi svet se premeštao, prilagođavao ili izumirao. Za poslednje 3,5 milijarde godina, klimatske promene su izazvale potpuno ili delimično uništenje biljnog i životinjskog sveta Zemlje.

Pre oko 65 miliona godina, ogromna masa kopna Sibira, Severne Amerike i Antarktika kretala se prema polovima. Kopno ima manji toplotni kapacitet (može da zadrži manje toplote) od okeana. Zbog toga se snizila temperatura u tim oblastima. Formirani snežni i ledeni pokrivač oko polova odbijao je sunčevu energiju. To je izazvalo dalje hlađenje. Tako se pre oko 15 miliona godina na Antarktiku formirao ledeni pokrivač, a pre 7 miliona godina, iznad velikog dela severne hemisfere, počeo je da raste ledeni pokrivač. Time je pre oko 2 miliona godina otpočelo Pleistoceno ledeno doba.

Ljudska vrsta je započela razvoj pre oko 3 do 4 miliona godina. Od tada, ledeni pokrivač se više puta spuštao do središnjih delova Evrope i Severne Amerike. Tako, pre samo 18 hiljada godina, znatan deo Evrope i Severne Amerike bio je prekriven ledenim pokrivačem.

Ledeno doba je imalo snažan uticaj na živi svet. Naš predak se uspešno prilagođavao tim uslovima. Razvijao se i fizički i u ponašanju. Došlo je do povećanja mozga, razvio se dvonožni lokomotorni sistem, kao i ruke, kojima se obavljaju sve složenije i delikatnije radnje. Postaje nesumnjivo dominantna životinjska vrsta.

Da bi preživeli, drevni ljudi su lovili, tražili i sakupljali hranu. Flora i fauna koju su oni koristili, bila je pod odlučujućim uticajem klime. Ljudske migracije i staništa takođe je determinisala klima. Ostajali su na jednom mestu dok ne bi potrošili raspoložive resurse. Zatim bi se selili na drugu lokaciju. Razvili su kvazi nomadski način življenja.

Klima je bila presudni faktor razvoja rane civilizacije. Darežljiva tropska klima podsticala je stasavanje naprednije civilizacije, dok su oštri klimatski uslovi zahtevali stalnu borbu za opstanak. Sezonske temperaturne (i uopšte vremenske) promene, uticale su na dalji socijalni i tehnološki napredak.

Na promenu klime utiču i antropološki i geološki činioci. Tektonske sile pokreću kontinente u različite klimatske zone. One takođe stvaraju planine oko kojih se menja strujanje vazduha, izloženost tla sunčevom zračenju, što sve produkuje lokalnu klimu. Male promene temperature okeana imaju uticaj na razne populacije jednostavnih živih organizama. One, pak, menjaju sastav atmosfere, što, opet, ima za posledicu menjanje klime. Takođe se i ljudskom aktivnošću menja hemijski sastav atmosfere. Sve to se odražava na kratkoročne i dugoročne promene klime. Te promene su postupene i ne osećaju se na vremenu koje pratimo iz dana u dan.

U ovom delu će ukratko biti opisan nastanak Zemlje, njeno hlađenje i postepeno stvaranje blagotvornih uslova koji su doveli do nastanka planete sa vodom i atmosferom. U tim uslovima se razvio živi svet.

1.2. Meteorologija univerzuma

Zemlja je nastala iz haotičnog, neorganizovanog oblaka prašine i gasova. Slično draguljima prosutim na crnom platnu, na noćnom nebu svetle milioni galaksija, pri čemu je svaka od njih sastavljena od milijardi zvezda. Neke su neizmerno velike, druge umerene veličine. Zvezde u njima su raspoređene u tri osnovna oblika: jajasti, sferni i, daleko najlepši — spiralni. Najveći broj galaksija, 80%, je spiralnog oblika.

Pre oko 5 milijardi godina, na jednom spiralnom kraku galaksije Mlečni put, lebdeo je oblak kosmičke prašine, nastao pri eksploziji neke zvezde. Za galaktičke razmere, ova prozirna grudvica sporo je rotirala, nagomilavajući masu oko njenog centra. Vremenom se ta masa povećala na račun manjih delova iz njene okoline, koji su privlačeni njenom silom gravitacije.

Centralna masa je narasla tako velika, i sa tako velikom gustinom, da je njena gravitacija privlačila i najdalje deliće. Oblak se skupio oko centralne mase. Pri tom skupljanju oblaka, povećavala se brzina njegove rotacije, slično klizačici koja pri rotiranju skuplja ruke uz telo. Pošto su delići padali na nju sve brže, centralna masa je izravnjavala svoju površinu. Delići koji su padali manjom brzinom, ostajali su da rotiraju oko stvorenog jezgra.

Stropošavanje novog materijala na narastajuću centralnu masu, izazivalo je trenje od koga je rasla temperatura u unutrašnjosti. Kada je temperatura premašila kritičnu vrednost, masa je počela da svetli rumenom bojom.

Atomi vodonika koji su snažno izbacivani u unutrašnjost, sjedinjivali su se i stvarali termonuklearni lanac reakcija. Boja jezgra ovog, nekada prozirnog oblaka prašine i gasa, menjala se od rumene, preko svetlo crvene do sjajno bele. Jednom, kada se desila eksplozija, nastala je zvezda, naše Sunce, koja od tada zrači ogromnu energiju u okolni prostor.

Više manjih konglomerata koji su izbegli privlačnu silu, ostali su da kruže oko Sunca na proizvoljnim rastojanjima od njegovog centra. I oni su nastavili da skupljaju preostali materijal iz svoje blizine. Tako su stvarane grudve sa značajnom masom. Jedna od njih je Zemlja.

1.3. Počeci formiranja kopna, mora i vazduha

Snažno akumuliranje materijala i na Zemlji je bilo praćeno povećanjem temperature. Ali, za razliku od Sunca, na Zemlji se nikada nije skupila tolika masa da bi otpočela termonuklearna reakcija. Ipak, rast temperature je doprineo otapanju unutrašnjeg dela. Teži elementi istopljenog materijala, gvožđe i nikl, gravitacijom su privučeni u centar planete, a lakši elementi, silikati i ugljenik, isplivali su prema površini. Mnogi od njih došli su na površinu u obliku gasa. Tako je stvorena atmosfera. Pored ostalih materijala, nju su sačinjavali vodena para, ugljen-dioksid i metan.

Zbog podizanja vodene pare, u atmosferi se formirao oblačni sloj, debeo do 20 km. Tako debeo oblačni sloj sprečavao je sunčevo zračenje da dospe do površine Zemlje. Ugljen-dioksid i vodena para nisu dozvoljavali da izračena toplota sa Zemlje ode u svemir. Padale su i kiše, ali bi kišnica brzo isparavala zbog jako tople površine.

Pod pritiskom spoljašnjih slojeva i zbog raspada radioaktivnog materijala, u unutrašnjosti Zemlje se oslobađala ogromna toplota. Pošto zračenjem ta toplota nije mogla da se prenese u svemir, Zemlja je počela da svetli mutno crvenom svetlošću. Tako se cela masa Zemlje dramatično istopila. Tečni materijal se pod uticajem gravitacije formirao u skoro idealnu sfernu kap sastavljenu od tečnih stena koje su plivale iznad tečnog metala.

Intenzivnim ispuštanjem toplote u svemir, kroz proto – atmosferu, otpočelo je hlađenje Zemlje. Tako su se, od lomljivih stena, formirala tanja ili deblja ostrva koja su plivala u ogromnom moru tečne lave. Plivajući, neka ostrva su se sjedinjavala u veće kopnene mase, čime se formiraju prostrani

kontinenti. Pri tim procesima formira se i druga atmosfera od vodene pare i ostalih gasova koji su napuštali unutrašnjost Zemlje.

U dugom periodu vremena održavala se visoka temperatura atmosfere. Velika količina vodene pare i ugljen-dioksida nisu dozvoljavali da se Zemlja hladi, jer su apsorbirali toplotu izračenu sa zemlje. Temperatura vazduha u prizemlju bila je između 60 i 90°C. Na većim visinama, temperatura je bila niža, što je pogodovalo kondenzaciji. Formirao se neprekidni debeli sloj oblaka koji je obavijao celu Zemlju. Kao i ranije, iz debelog oblačnog sloja padala je kiša, koja je zbog visoke temperature isparavala pre dolaska na zemlju.

Ipak, Zemlja se postepeno hladila. Vremenom su i kiše padale na novoformiranu koru Zemlje. Jake kiše i vetrovi povezani sa snažnim grmljavinskim oblacima, drobili su delove tla na većim visinama. Sakupljena voda, u vidu reka, odnosila je u niže oblasti i minerale zahvaćene sa tla, formirajući tako jezera i mora. Vrući gasovi iz unutrašnjosti Zemlje, koji su bili zasićeni mineralima i hranljivim sastojcima, potiskivali su podzemnu vodu kroz pukotine na dno mora. Od hranljivih materija sa kopna i mora, pod uticajem toplote dobijene od Sunca i vulkana stvarala se bogata „supa“ od vrlo kompleksnih nukleinskih kiselina, šećera, fosfata i proteina. Ove hranljive materije bile su pogodne za formiranje primitivnih oblika života, naročito u plitkim vodama jezera i mora. Dakle, posle milijardu godina „porodajnih bolova“, Zemlja se snabdela resursima potrebnim da se stvore prvi oblici života.

1.4. Prvi život na Zemlji

U periodu od milion godina, dok su padale olujne kiše, u nastalim morima formira se prvobitna „supa“ od hemikalija, minerala i jednostavnih molekula. Do danas nije pouzdano utvrđeno kako je nastao prvobitni životni oblik u ovakvom rezervoaru prastarih elemenata. Postoje razne teorije.

Većina istraživača saglasna je da se naš pratilac, Mesec, uobličio pre 5 milijardi godina od krhotina sastava sličnog zemljinom. Milijardu godina kasnije, kada se, prema pretpostavkama, pojavio život, Mesec je bio bliži Zemlji nego danas. Pored toga, Zemlja se brže okretala, zbog čega su morske mene trajale od 2 do 6 h, a plima zahvatala nekoliko kilometara kopna. Zbog toga se naglo menjao salinitet mora. Baš ta promena, po jednoj teoriji, uzrokovala je spajanje i razdvajanje dvostrukih nizova molekula sličnih DNK.

U vreme plime, koncentracija soli bila je niska. Dvostruka DNK se u takvim uslovima raspada, jer se nabijena fosfatna jedinjenja na svakom nizu međusobno odbijaju. No, u vreme oseke, koncentracija molekula i soli bila je vrlo visoka. To je podsticalo razvoj dvostrukih nizova molekula, jer visok nivo soli neutrališe fosfatni naboj i sprečava razdvajanje nizova. Morske mene su davale energiju potrebnu za spajanje i razdvajanje polimera.

Mnogi istraživači ne veruju da su DNK bili prvi molekuli koji se umnožavaju (replikuju). Postoje tumačenja da je najpre kristalizacijom, zbog plime, nastao jednostavniji genetski materijal. No, bez obzira na to kakvi su bili prvi molekuli koji se replikuju, oni su sigurno postojali u sredini koja se menja. Uzgred, ako je ova teorija tačna, na Marsu se život nije mogao razviti, sve i da je bilo vode na njemu. Jer, veći od dva Marsova meseca, toliko je mali da su morske mene koje on izaziva samo 1% onih koje uzrokuje naš Mesec.

Za meteorologe, kao i najveći broj istraživača koji se ovim bave, za nastanak živog sveta pouzdanija je teorija meteorološkog okidača. Prema njoj, u tmurnim, nagomilanim oblacima stare atmosfere, vršila su se stalna električna pražnjenja. Energija tih pražnjenja u prisustvu kišnih kapi, generisala je u vazduhu proteine i jednostavne molekule koji su potom sa kišom padali na Zemlju i akumulirali se u okeanima. Hemijske reakcije koje su se dešavale u obilju neorganskih supstanci, stvorile su prebiološke molekule sa složenijim nukleinskim kiselinama, šećerima, fosfatima i proteinima. Oni su činili „građevinski materijal“ života.

Pre 3,5 milijardi godina i vulkanske aktivnosti su se dešavale mnogo češće. U blizini izliva vulkana, na morskom dnu su se javljale organske materije. Iz njih, uz katalitičku toplotu vulkana, mogao se stvoriti život. I danas, na dnu okeana, na sastavu tektonskih ploča, kroz pukotine se upumpavaju minerali. Ova samoobnavljajuća fabrika hemikalija i hranljivih materija, stvara oazu života uz pomoć „podzemne“ toplote.

Bez obzira šta je poslužilo kao katalizator, sunčevo zračenje, toplota iz morskih dubina, energija plime i oseke, ili neki drugi uzročnik, iz jednostavnih organskih molekula stvorile su se proste jednoćelijske strukture — prokariotske ćelije. Odatle potiču prve životne forme na Zemlji.

1.5. Menjanje sastava atmosfere

Prvobitna atmosfera se znatno razlikovala od današnje. Ona je sadržavala veliku količinu ugljen-dioksida i sasvim malo slobodnog kiseonika. Ovakav sastav, ma kako danas izgledao nepogodan za većinu živog sveta, predstavljao je vrlo gostoljubivu sredinu za razvoj tadašnjeg života.

Kiseonik, tada i danas, predstavlja vrlo korozivni gas. On brzo reaguje sa gotovo svim sa čim dolazi u kontakt. Po svom formiranju, jedinio se sa mineralima u kopnu, stenama u vodi, tako da je ostalo malo slobodnog kiseonika i ozona u atmosferi. Da je tadašnja atmosfera sadržavala kiseonik koliko današnja, nikada se ne bi razvio živi svet, jer bi se embrionalna forma života uništila odmah po stvaranju.

Veliki sadržaj ugljen-dioksida, kroz efekat staklene bašte, održavao je vrlo visoku temperaturu u prizemnom delu atmosfere i okeana. Temperature su bile između 60 i 90°C. To, uz dodatni katalizator, nije pogodovalo razvitku složenijih životnih formi, poput algi i bakterija.

Milijardu godina po nastanku prvih formi života, Zemlja se dovoljno ohladila i jednolični debeli oblačni sloj se kidao i iščezavao. Prestale su i neprekidne kiše. Tako je i Sunce zasjalo na zemljinoj površini. Stvoreni su uslovi za sledeći nagli skok u razvoju života na Zemlji: otpočela je fotosinteza.

Ranije forme života, bez prisustva sunčeve svetlosti, opstajale su korišćenjem hranljivih materija i minerala iz vode, stvarajući tako šećer, procesom fermentacije. Kada su oblaci ustupili mesto sunčevim zracima, jedna vrsta plavo – zelenih bakterija (cijanobakterije) adaptirala se da koristi sunčevu svetlost za razdvajanje molekula vode i ugljen-dioksida. Tako je stvorena visokoenergetska glukoza, uz oslobađanje kiseonika u fotosintetičkom procesu.

Na Zemlji je, 500 milona godina posle toga, bilo obilje cijanobakterija, organizama sposobnih da stvore sopstvenu hranu iz malih molekula, korišćenjem ugljen-dioksida iz vazduha i energije Sunca. Nemajući prirodne neprijatelje, populacija cijanobakterija se uvećavala bez ograničenja. Ipak, pri tom se povećao sadržaj kiseonika, pa je atmosfera postala zatrovana sredina za postojeće forme života, uključujući i cijanobakterije.

Porastom sadržaja kiseonika, bakterije su iščezle ili se povukle u sredine gde kiseonik nije dopirao. Cijanobakterije su, tako, uspele da spektakularno izmene balans kiseonika i ugljen-dioksida u atmosferi, ali i da unište svoje prirodno stanište. Takođe su zauvek izmenile uslove evolucije.

1.6. Nova atmosfera i novi oblici života

Povećani sadržaj kiseonika u vazduhu nije pogodovao opstanku prvih formi života. Kasniji oblici života su tolerisali izraženije prisustvo kiseonika, čak ga aktivno koristeći u svom metabolizmu. Tako, u periodu od milijardu godina, otpočinje međuzavisnost životinja koje koriste kiseonik i ispuštaju ugljen-dioksid i biljaka koje troše ugljen-dioksid i oslobađaju kiseonik. Ozonski sloj, formiran u stratosferi, služi kao filter za štetno ultraljubičasto zračenje, čini prizemnu sredinu povoljnom za živi svet.

Smanjenjem ugljen-dioksida, došlo je do hlađenja Zemlje do tolerantnog nivoa. Posle naredne milijarde godina, razvile su se savršenije forme života. Pojavljuju se eukariotske ćelije, zasnovane na fotosintezi i obilju kiseonika, koje su stvorile prethodne (prokariotske) forme. Nove ćelije su sadržavale genetski materijal koji omogućava precima da prenose poboljšane osobine na naslednike. Javljaju se raznovrsnije forme života. To ih čini i osetljivijim na promene u klimi, i uopšte, okruženju.

Najrazvijeniji organizmi zahtevaju stabilniju okolinu. Zemlja tako stabilne uslove ne obezbeđuje. Više puta za poslednjih 550 miliona godina desile su se katastrofalne promene koje su uništile gotovo sve eukariotske forme života, dok su prilagodljive bakterije ostale gotovo bez posledica.

1.7. Ledena doba i razvoj prvobitnog čoveka

1.7.1. Klimatske katastrofe

Od svih katastrofa koje se javljaju u biosferi (koju sačinjavaju litosfera, hidrosfera i atmosfera) ledena doba ostavljaju najveću pustoš. Vulkanске erupcije, zemljotresi i poplave spadaju u snažne destruktivne pojave, ali se po silini i obliku razaranja ne mogu upoređivati sa ledenim dobima.

Najnoviji ciklus ledenog doba započeo je pre oko 200 miliona godina. Tektonske sile su potisnule sve kopno u jedan kontinent, nazvan Paganija. Formiran je u okolini Ekvatora, tako da nije doživeo ledeno doba. Vremenom se Paganija podelila u više delova (ploča). Najveće ploče čine današnje kontinente u čiji izgled smo upućeni. Pre oko 65 miliona godina, tektonske ploče su pokretale veliki deo kopna Antarktika, Sibira i Severne Ameri-

ke prema polovima. Taj deo kopna je odavao više toplote nego što je dobijao od Sunca. Temperatura se toliko snizila da se akumulirani sneg u toku zime, leti nije mogao istopiti. Tako se snežni pokrivač povećavao. Pod teretom gornjih slojeva, donji sloj snega se pretvarao u led. Time počinje dugi period zahlađenja, poznat kao Kenozoičko klimatsko odstupanje.

Stvara se, pre 15 miliona godina, Antarktička ledena kapa, a pre 10 miliona godina pojavili su se mali lednici na većim visinama severnijih oblasti Severne Amerike. Pre 7 miliona godina, ledena kapa na Severnom polu počela je da raste, da bi pre 1,5 miliona godina prekrila Grenland. Ogromne količine nagomilanog snega i leda reflektovale su toplotu Sunca, tako da je Zemlja ubrzano tonula u ambis Pleistocene glacijacije (zaleđivanja).

Od početka Pleistocenog ledenog doba, pre oko 2 miliona godina, Zemlju su zahvatila četiri ekstremna perioda zaleđivanja koji su ostavili jasne tragove, koje je nauka dobro proučila. Ustanovljeno je da se u Evropi ivica lednika spustila južnije od linije London – Moskva. Manji lednici su se formirali na Pirinejima i Alpima. Oni su se odatle prostirali više prema severu, ostavljajući između leda samo uske oblasti tundri i zakržljalih četinarskih šuma. Slično, u Severnoj Americi, lednici su se spuštali do linije Sinsinati – Filadelfija.

U svakom periodu nastupanja lednika, postojeći živi svet i na kopnu i u moru se povlačio, a u periodu otopljenja se vraćao i popunjavao oblasti koje je led napustio.

1.7.2. Klimatološki kvasac života

Ljudi danas žive gotovo svugde na Zemlji. Čak povremeno znaju da borave i u prostranstvima svemira ili u okeanskim dubinama. Ali, prethodnik današnjeg čoveka živeo je samo u Africi. Upravo klimatološki faktor bio je kvasac tom životu.

Pre 25 milona godina, Afrički kontinent je bio odvojen od Evrope i Azije. U to doba, bujna vegetacija džungle nije obuhvatila samo Kongoanski basen, kao danas, već se protezala znatno severnije i istočnije. Kada je Afrička ploča zauzela sadašnji položaj, najveći deo severnog kontinenta našao se pod uticajem subtropskog visokog pritiska, gde je dominirao Azorski anticiklon. Topla silazna kretanja vazduha nisu dozvoljavala formiranje oblaka, izuzev plićih i nižih oblaka.

Oblasti sa suvim silaznim kretanjima bile su bez padavina. Tako se

formirao najveći, Saharsko – Arabijski pustinjski kompleks. Ova prostrana golet odvajala je zelenu šumsku džunglu ekvatorijalne Afrike od Mediteranskog mora i plodne Iračko – Iranske nizije. Čak i Kanarska i Azorska ostrva, imala su aridnu (suvu) klimu, izuzev planinskih oblasti, gde je dolazilo do padavina uslovljenih orografijom.

Pleistocena klima bivala je hladnija i suvlja. U ekvatorijalnoj Africi, kolevci našeg prethodnika, veliki delovi bujne vegetacije počeli su da venu, da se suše, zbog nedostatka kiše. Reke i jezera su presušili, a šume je postepeno zamenjivala trava i žbunje. Pustinje sa severa i juga su opkoljavale tu oblast. Biljke i životinje su bile prinuđene da se prilagođavaju, usled nestašice vode i hrane.

Kroz ovaj period, čovekoliko biće se, u potrazi za hranom, popelo u planine Etiopije. Preteča homo sapiensa, uspešno i prilagodljivo se nosio sa haotičnim promenama. Istisnut iz oblasti šuma u travnate visoravni savana, razvija se i fizički i „umno“. Neminovno, dolazi do povećanja moždane mase, te sve namenskih i smislenih funkcija ruku. Posle milion godina metamorfoziranja, nazire se i razvija prvi „pravi“ čovek: homo habilis.

Homo habilis upotrebljava kamenje kao proste alatke, pravi zaklone pri lovu, traži i sakuplja hranu po istočnoj Africi. Postojao je oko pola miliona godina, kada je „ustupio mesto“ mnogo razvijenijoj vrsti, homo erectusu.

Homo erectus je izuzetno uspešan prethodnik čoveka. Opstajao je milion godina, šireći se po celoj Africi, pa i Maloj Aziji, Kini, Indoneziji i Evropi.

1.7.3. Klimatska seoba pračoveka iz Afrike

Antropolozi su u nedoumici i još uvek traže odgovor na pitanje zašto je prvi čovek emigrirao iz Afrike. Izgleda da se zadovoljavaju konstatacijom da je to uradio jer je želeo i mogao. Želeo — da bi poboljšao životne uslove; mogao — jer su mu klimatski faktori omogućili seobu, bez čijih podobnosti, uprkos želji, seoba ne bi bila moguća.

Za lov, traženje i skupljanje hrane, bila je potrebna veća teritorija. Rast populacije, rivalstvo i borba za novi životni prostor, naterali su nomadske grupe na migracije severno i južno. Neke grupe homo erectusa živele su na ivici egzistencije duž južne granice Sahare. One nisu mogle migrirati, jer su znale da čak kada bi ponele nešto hrane i vode, to im ne bi bilo dovoljno da prežive na dugom pustom putu.

Hiljadama godina erektus je pratio kako se leti ozelenjavanje pustinje pomera prema severu, zbog letnjih monsunskih kiša, i povlači prema jugu, u jesen, kada prestaju kiše. I oni su se tako pomerali. Tako, homo erektus je verovatno bio prvi na svetu osmatrač i prognostičar vremena. Oni su pažljivo pratili znake koji bi najavljivali kada i u kom smeru bi se trebalo pokretati.

Pre oko milion godina, Zemlju je postepeno zahvatalo prvo od četiri Pleistocidna ledena doba koje se naziva Ginc. U sklopu tih dramatičnih klimatskih promena, menjala se klima severne Afrike. Monsunske kiše su počinjale ranije, trajale duže i zahvatale širu oblast prema severu.

Pustinja se lagano povlačila pred nastupajućom blagodetnom kišnom zavesom. Na pustinjskim oblastima, ranije odenutim tek u pesak i kamen, sada buja trava i žbunje. Punile su se oaze i suva rečna korita, a jezero Čad je doseglo veličinu današnjeg Kaspijskog mora. Životinje su hitale u prostor bogat biljem, a za njima su išli i ljudi.

Lutajući prema severu, naš prethodnik, erektus, prvi put susreće smenu vremena po sezonama. I leta i zime su bili hladniji. Sa zapada su često nailazile grmljavinske oluje. Bilo im je nepraktično, pa i nemoguće, da se u zimskoj sezoni sele u tropske krajeve. To je erektusa nateralo da pronađe vatru, da upotrebljava odeću i da pravi zaklone (skloništa). Tako je postao nezavistan od sezonskih promena vremena.

Pokušavajući da odgonetne karakter dolazećeg vremena, naš prethodnik je verovatno počeo da gleda u nebo, pokušavajući da odgonetne karakter dolazećeg vremena. Vremenom su prepoznali koji oblaci ne donose loše vreme, a koji nagoveštavaju strašnu oluju, pa bi se trebalo vratiti kući, ili naći novi zaklon i tamo potpaliti vatru. Javili su se pojedinci u plemenu koji su detaljnije zapažali od ostalih. Imali su zadatak da osmatraju vreme i da vrše upozorenja na eventualnu opasnost. Oni su akumulirali znanja i predstave o vremenu.

Nema sumnje da su i ovi, prvi prognostičari vremena, patili od istih problema kao i savremeni prognostičari. Može se zamisliti šta se dešavalo kada bi članovi plemena bili upozoreni da će naići oluja i da bi trebalo prekinuti lov, ostaviti neki bogati žbun sa puno plodova i usred dana se vratiti kući. Verovatno su se još tada pojavile šale o nekompetentnosti ljudi koji se bave bdenjem vremena. Šale su mogle biti ovakve: „Kada prognostičar kaže biće kiše, mi ćemo ići u lov i skupljati hranu, a kad kaže da neće biti kiše, mi ćemo ostati u pećini pored vatre, pripremati odeću, praviti alat i crtati crteže na zidovima pećine“.

Jednog dana pre milion ili nešto više godina, između četinarskog drveća, mala grupa ljudi ugledala je ogromnu količinu vode. Otkrili su Sredozemno more. Pogodna promena globalne klime učinila je da se preko pustinjskog peska Sahare stvori zeleni pokrivač po kome je rani erektus lovio i skupljao hranu i preko koga se selio u nove svetove.

Između dva ledena doba, javljao se topli period, sličan ovome u kome sada živimo. Tada su se lednici povlačili vraćajući pustinjske uslove u severnoj Africi, čime su se zatvarala klimatska vrata prema Bliskom Istoku. Za neko vreme je odloženo seljenje iz i u centralnu Afriku. Životinje i ljudi pred pretnjom pustinje u obnavljanju, premeštaju se u trope, ili severno, prema Sredozemnom moru. Ljudi koji su migrirali severno, šire se staništima duž Mediterana i prelaze na Bliski Istok, u Aziju i Evropu. Drugačija sredina u odnosu na saplemenike koji su ostali južno od Sahare, uslovljava i nešto drugačiji razvitak severne skupine ljudi.

1.7.4. Vreme i život u ledenom dobu

Treća, i poslednja vrsta ljudskog roda, homo sapiens, razvila se u Africi pre oko 100 hiljada godina. Tada je Zemlju zahvatio najhladniji deo Pleistocena, koji se naziva Virm. Pre oko 60 hiljada godina, u oblasti današnje Sahare, živeo je sasvim moderni čovek. Pronašao je tehničku spravu, nazvanu Alterija (prvo nađenu u mestu El Alter, istočni Alžir).

Za vreme ledene ere Virma, temperatura je opala oko 10 stepeni i ledena kapa je dostigla ogromne razmere. U toku najjače faze, neprekidna ledena kapa se spuštala ispod Velikih jezera u Severnoj Americi, u Evropi južnije od Engleske i Danske, a ledeni bregovi su popunili severni Atlantik, između Njufaunlenda i Engleske. Na južnoj hemisferi, Antarktička ledena kapa se proširila za preko 150 km. Vremenom se Antarktički led spojio sa ledom Južnih Anda u Patagoniji.

Intenzivnim hlađenjem u istočnom delu Severne Amerike i zapadne Evrope, uspostavljene su duboke doline hladnog vazduha, dok se iznad relativno toplog severnog Atlantika uspostavio slab greben pritiska. U Americi je dolazilo do stalnih prodora arktičkog vazduha, sve do Meksičkog zaliva. Mešanje tog, hladnog i suvog, sa vlažnim i toplim vazduhom, stvaralo je ekskluzivne procese. U Meksičkom zalivu se formirala serija oluja. Kretale su se prema istoku i brzo zahvatale Španiju i severnu Afriku.

Za vreme ledenog doba, posebno u zimskom periodu, duvali su sna-

žni zapadni vetrovi, znatno bliže Ekvatoru nego danas. Zbog toga je slabio atlantski anticiklon, pomerajući se nešto južnije. Slabilo je zbog toga i silazno kretanje iznad severne Afrike, pa su olujni oblaci bili vrlo duboki i donosili veliku količinu padavina u unutrašnji deo zapadne Afrike. Pri svakom prolasku takvih oblaka, reke i jezera bi se punili vodom. Razvijala se vegetacija dublje u kopnu severne Mauritanije, Malija i zapadnog Alžira.

U Evropi je situacija bila nešto drugačija: Alpi, Pirineji i centralni planinski masiv u Francuskoj, predstavljali su prepreku prodiranju hladnog kontinentalnog vazduha prema Mediteranu. Ipak, i tada, kao i danas, taj prodor se vršio kroz Ronsku i Karkazonsku dolinu. Tako je u toj oblasti Mediterana vršen intenzivni razvoj ciklona, koji je za vreme ledenog doba bio izraženiji nego sada. Serije hladnih frontova su se odatle kretale prema severnoj Africi, donoseći tako kišu duboko u pustinje današnjeg Alžira, Libije i Egipta.

Na južnoj hemisferi, snažni zapadni vetrovi su duvali preko Anda, uspostavljajući visinsku dolinu istočno od Rio de Žaneira. Istovremeno, nad južnim Atlantikom uspostavio se greben pritiska. Greben suprotropskog pritiska je bio slabiji pa je bio pomeren nešto severnije i istočnije. To je uslovljavalo snažnije strujanje vlažnog tropskog vazduha, preko Ekvatora u severnu Afriku. Oslabljena silazna strujanja u suprotropskoj oblasti severne Afrike, omogućavala su monsunima u toj oblasti da donose kišu u oblasti današnjeg Čada, Nigera, Malija i Mauritanije.

Povećane padavine su pospešile vegetaciju u severnoj Africi. Istovremeno, niže temperature su doprinele smanjenju isparavanja sa tla. Tlo je akumuliralo vlagu. Ta akumulirana vlaga je služila kao dodatni izvor za obogaćivanje oluja koje su dolazile sa zapada.

Za vreme Virm ledenog doba, smenjivale su se hladniji i topliji periodi. Skorašnje analize slojeva leda na Grenlandu, pokazale su da je takvih smena bilo šest do sedam u poslednjih 100 hiljada godina. Paleoklimatolozi tvrde da je sličnih oscilacija u temperaturi bilo i tokom drugih ledenih doba.

Neke veze između padavina u severnoj Africi i pojave ledenih doba, spekulativne su prirode. Međutim, arheolozi su otkrili da je homo sapiens naseljavao veliki prostor Sahare u dugom periodu toga vremena.

Mada deluje paradoksalno, destruktivno Pleistoceno ledeno doba je stvorilo motivišuću silu koja je tako markantno unapredila život na našoj planeti.

1.8. Klima i razvoj civilizacije

Prethodnik sapiensa bio je pasivna komponenta prirode sve dok je živeo u pogodnim oblastima Afrike, Bliskog Istoka, Evrope i Azije. On se adaptirao datim uslovima sredine koliko god je mogao. Lovio je, skupljao divlju hranu i navikavao se na klimu koliko god je mogao.

Neprekidnom upotrebom ruku u periodu dužem od milion godina vrlo sporo se vršio i „tehnološki“ napredak. Sve do pojave homo sapiensa, obdarenog i dinamičnog čoveka, sa njegovim inovativnim mozgom, nije se ništa značajnije promenilo u pravljenju alatki, zaklona ili u tehnici lovljenja. Čak i neandertalac je koristio samo obične alatke.

Arheolozi su ustanovili da se moderni čovek javlja pre oko 120 hiljada godina, kada počinje da koristi savremeniju tehnologiju. Pre pedesetak hiljada godina, za vreme Virm ledenog doba, on počinje da se iz severne Afrike seli na Bliski Istok i druge oblasti severno i istočno. U periodu pre 40 do 35 hiljada godina, homo sapiens se brzo raselio po Evropi i Aziji. Pre oko 25 hiljada godina izmenio je sve dotadašnje forme življenja.

U interglacijalnom periodu, Emieniu, pre 130 do 80 hiljada godina, klima je bila slična današnjoj. Pošto su se lednici povukli, život se ponovo vratio u evroazijske stepe. Iskoristivši odsustvo snega i leda, neandertalac se u tom, 50 hiljada godina dugom periodu, raselio na sve strane. Ponovnom pojavom lednika, pre oko 30 hiljada godina, on je iščezao iz Evrope. Jedino se na Bliskom Istoku zadržala jedna grupa neandertalaca koja je neko vreme živela zajedno sa homo sapiensima.

Pre 35 hiljada godina, sapiens je naselio Evropu. Preživeo je dugi hladni period Virma. Sa svojim zadovoljavajućim socijalnim sposobnostima koristio je prirodne resurse. Savremenijim tehnikama, širom otvorenih stepa i tundri Evrope, lovio je iz krda bizona, jelena, konja i mamuta. Pre oko 26 hiljada godina, homo sapiensi su uspostavili, više ili manje, stalne zajednice. Pravili su oružje od kostiju i ostavljali hranu za zimu.

Uslovi njihovog života dramatično su se promenili pri otapanju leda, pre oko 18 hiljada godina. Voda od otopljenih glečera plavila je otvorene pašnjake. Neki od tih neolitskih stanovnika Evrope, kretali su se prema severu, za krdima irvasa. Neki su ostali i promenili način ishrane. Koristili su ribu, perad i divlju zeljastu hranu.

Kada je klima postala blaža, ljudi su se grupisali u veće zajednice. Uveli su hijerarhiju u odlučivanju, uspostavili trgovačke puteve duž reka, ba-

vili se obradom zemlje, lovom i ribolovom.

Po isteku ledenog doba Virma, pre oko 12 hiljada godina, već je postojao jedan nov narod koji je bio spreman da se nosi sa novim izazovima toplog Holocena. Nesigurni život lovaca zamenili su sigurnijom zemljoradnjom.

Na prvi pogled bi se reklo da oblast Male Azije, Bliskog i Srednjeg Istoka nisu pogodne za bavljenje zemljoradnjom. Cela ta oblast se nalazi pod uticajem suvog kontinentalnog vazduha koji struji iz Evroazije. Blago anticiklonalno spuštanje vazduha suzbija razvoj oblaka i izostaju padavine. Tako se u obalsti današnje Sirije, Libana, Izraela i Jordana, održava pustinja i polupustinja. Ta oblast se naziva Levant.

U zimskom periodu u Levant povremeno dolaze cikloni sa Sredozemlja. Njih prate slabe kiše, naročito u višim planinskim predelima. Praktično, od aprila do septembra, ili sredine oktobra, nema kiše. Tako, bez zalivanja nema vegetacije, izuzev u uskom priobalju Sredozemlja.

Pre 15 hiljada godina u Levantu su vladali uslovi sasvim drugačiji od današnjih. Postojala je stalna oblast visokog pritiska iznad južnih delova Evroazijskog lednika. To je prisiljavalo ciklone sa Sredozemlja da se kreću znatno južnije nego danas. Čak i leti su se formirali cikloni u istočnom Mediteranu, koji su se kretali preko Male Azije. U toj oblasti je tada bilo hladnije i kišnije. Kiše su padale i u letnjem periodu, a zimi ih je bilo u izobilju. Tlo se zelenilo, sa obiljem biljaka i životinja.

U to doba, jedna grupa lovaca koja je živela u Levantu, Natufijanci, uspostavila je visok nivo organizacije. Upotrebljavali su različite metode korišćenja prirodnih resursa. Oni su se bavili i zemljoradnjom kao i pripitomljavanjem životinja. Ali, na izmaku ledenog doba Virma, otopljenje je ponovo povratilo pustinje.

Pritešnjeni između planina, sa severa, i pustinje, sa juga i istoka, ljudi su bili primorani da se bave proizvodnjom, a ne skupljanjem hrane. Pogodna lokacija, plodno tlo i topla klima, olakšalo im je da pređu na agrarni način življenja. Odatle pa sve do delte Nila i Persije, od divlje trave stvorene su žitarice, a od divljih životinja nastale su pitome ovce, koze i goveda.

Blaga klima istočnog Mediterana omogućavala je brz razvoj biljaka koje su mogle rasti i zimi, zahvaljujući prohladnom i vlažnom vazduhu iz Sredozemlja. Biljke bi sazrevale i pre početka duvanja toplog vetra sa istoka i Arabije.

Vremenom, mudrija plemena su uvidela pogodnost koja im se pru-

žala ostajući bliže takvim plodnim oblastima. Tako, pre oko 12 hiljada godina, rađaju se prva stalna naselja od kamenih kuća i sa popločanim mestima za čuvanje i pripremanje hrane.

Blaga holocenska klima predstavljala je kvasac za razvoj civilizacije. Rana civilizacija nije nastala u višim predelima, gde je bio zastupljen polunomadski način življenja. Čovek je, pod pritiskom suve klime, formirao gradove i razvio prvu civilizaciju uz reke. Reke su obezbeđivale potrebne količine vode i hrane. Okolno zemljište se nije ispošćavalo, već ga je rečni mulj stalno oplođavao. Četiri glavne evroazijske civilizacije razvile su se na poluaridnim oblastima, na nanosima zemlje od vode reka Nila, Tigra i Eufrata, Inda i Van Hoa.

Sumeri su prednjačili u razvoju gradova, mada ni rivalski Egipat nije posustajao. Sumeri su razvili i proizveli veliki broj novih uređaja i tehnika, uključujući metal, točak, brodove i, najznačajnije od svega, pismo.

2.1. Klima kao faktor razvoja

U skladu sa odabranim konceptom da se prvo izlože najznačajniji faktori koji su omogućili razvoj nauke, klima (bez ikakve profesionalne pristrasnosti) sigurno zaslužuje prvo mesto. Jer, gde god i bilo kad da je započeo razvoj živog sveta, odlučujuće su ga uslovljavali klimatski faktori. Razvoj i usavršavanje čoveka i njegovih umeća značajno je usmeravan rukom klime.

Uprkos poteškoćama, naučne metode su probile i rasvetlile duboku tamu prošlosti. Rekonstruisana su klimatska kretanja davno prošlih vremena. Prema astronomskim teorijama, prvenstveno našeg naučnika Milutina Milankovića, analizom fosilnih ostataka i drugim geološkim metodama, ustanovljeno je da su se na Zemlji smenjivala ledena doba. Milanković ih je pokazao na svojim linijama osunčavanja (sl. 2.1).

Detaljniji tok rekonstruisanja prosečne globalne temperature na Zemlji, od ledenog doba do danas i prognozirani tok za narednih 25000 godina prikazan je na sl. 2.2. Prema astronomskoj teoriji o ledenim dobima, u budu-