

20.932
55

C XI-

Др. Б. МИЛОВАНОВИЋ

Џајанетвена
ЗЕМЉА
ГЕОЛОГИЈА
ЗА СВАКОГА

Page 2

20.932

Сигнатура

Презиме и име писца,

~~11782~~

З. Миловић

55

Бјелина

НАСЛОВ ДЕЛА

Миловићева земља

Место и год. издања

Београд 1942

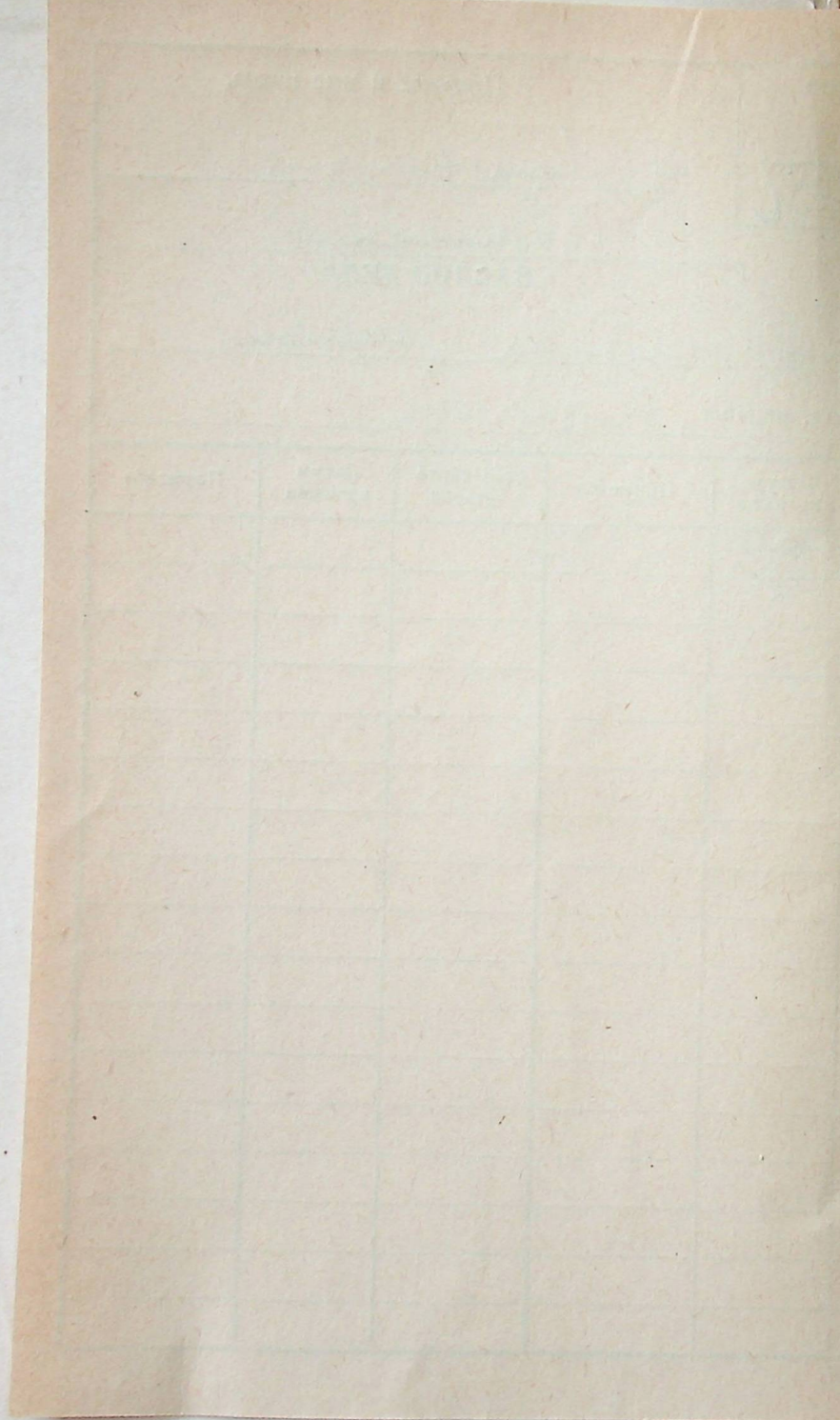
Број карте
читаоцаДатум
враћања

Примедба

Број карте
читаоцаДатум
враћања

Примедба

~~650~~~~9/11~~





НАУКА И ЖИВОТ

ПОПУЛАРНА НАУЧНА БИБЛИОТЕКА

КЊИГА ПРВА



1942

БЕОГРАД

ТАЈАНСТВЕНА ЗЕМЉА

ГЕОЛОГИЈА ЗА СВАКОГА



Написао

Др. БРАНИСЛАВ МИЛОВАНОВИЋ

НАРОДНА БИБЛИОТЕКА
ГРАДА ПЕШОВАЦА

Бр. 11782

Одећење

2

С. рука

НАРОДНА БИБЛИОТЕКА
ГРАДА ПЕШОВАЦА
Бр. 20932
Струка 55

ИЗДАВАЧКО И ПРОМЕТНО А. Д.

ЈУГОИСТОК

Нацрт за корице и омот изradio
ЂУКА ЈАНКОВИЋ

Штампала
ШТАМПАРИЈА ДРАГ. ГРЕГОРИЋ
У Београду, фебруара 1942

Атлантида, велико и загонетно копно које је ишчезло у таласима Атланског Океана западно од Гибралтарског Мореуза, узбуђује, својом трагиком и необичношћу свога удеса, као ретко који други догађај, многе генерације још од Платонова времена. Тајна ове потопљене земље уједно је и велика геолошка загонетка, чак једна од најдубљих и најинтересантнијих, јер претставља само део сложеног проблема о постанку и историји Атлантика и континената чије обале заплускује овај океан.

Али се пропаст легендарне Атлантиде скоро потпуно губи пред горостасним тоњењима великих копнених делова и скоро несхватљивим путовањима и размицањима читавих континенталних маса, пред постанком диновских океанских и морских басена, па чак и пред величином геолошких догађаја који су захватили тло на коме данас лежи Београд. Због тога Атлантида, геолошки тумачена, претставља врло згодан увод у приказивање значајних питања из неких делова геологије, велике науке о Земљи, о тој тајанственој и немирној Земљи на којој се све налази у непрекидном покрету, и на којој сложени живот на први поглед мртвих ствари — минерала, стена, планина, ватрених брегова и морских обала — улази не заустављајући се, из једне промене у другу, пролазећи кроз многе, за нас скоро несхватљиве милионе година, из једног стања у друго, у скоро непрекидном преображавању које се ни тренутка не зауставља.

Чврсто тло на коме живимо, које нам се чини тако стабилним, у непрекидном је покрету чија се величина замаха може догледати само посматрана из историјске перспективе. Док читате ове редове, многе обале тону и море захвата, неосетно али упорно, нову земљу; таласи руше и померају обалу, а висина многих планина смањује се; корали граде нове спрудове, док се горостасни вулкани проламају под силином ерупција и ватрене реке теку низ њихове падине; земља дрхти и апарати у сеизмолошким станицама, ко зна на којем крају света, бележе нове трусове и нове покрете; на дну океана и мора таложе се нови слојеви, делови будућег чврстог тла; обронци планина руше се, реке разарају обале или на неком другом месту граде пешчане спрудове и проширују копно; пустиња расте, као да плави околни терен својим пешчаним таласима, или се, на неком другом крају, лагано повлачи.

То је та тајанствена Земља коју, сем геолога и палеонтолога, ретко ко познаје. Њена историја, исписана у стенама и планинама, ћути привидно скривена велом недогледног времена и прошлости кроз коју се, као кроз маглу векова, једва назиру контуре и обличја других континената и океана, других, нама загонетних и чудних светова. Ту историју исписали су чиниоци који и данас зидају и руше, померају копна и обале мора, од којих земља дрхти и мења свој изглед, фактори чије се присуство осећа на свима странама.

Ова књига претставља неку врсту увода у те тајне Земље, у њену историју и низ догађаја према којима сва људска збивања, све цивилизације и културе претстављају само једну пролазну, скоро тренутну фазу. Сам наслов књиге треба да покаже да се у овом приказу карактеристичних геолошких појава уопште не ради о неком стереотипном уџбенику геологије или о систематском излагању геолошког градива. „Тајанствена земља“ само је увод у велике идеје и неке од најинтересантнијих резултата савремених геолошких наука, и њен главни задатак је да заинтересује, да упути чи-

ПРЕДГОВОР

таоца и да му омогући разумевање оних великих догађаја чији је крајњи исход данашње обличје Земље.

Тражећи Атлантиду у дубинама Атлантика читалац ће открити многа друга, пространија и значајнија потопљена копна, ишчезле континенте и нове земље, којих више нема на данашњим географским картама, нови, скоро непознати свет који се више не крије у непролазним прашумама, и једну Земљу сасвим различиту од данашње. Само кроз ту прошлост, изванредно дугу и још вазда тајанствену, може се разумети данашњица и донекле прозрети будућност наших континената и тла на коме живимо.

ТАЈАНСТВЕНА ЗЕМЉА

Над непрегледном океанском пучином, у даљини где се стапају небо и вода, над џиновском заталасаном пустињом, пролазе стално безбројни бродови кроз маглу векова. Њихове бразде губе се брзо, а шум односи ветар. Каткад се у даљини појави сива, прозирна обала са нејасним контурама. Облак или острво?

Такво једно острво открио је 1841 године капетан Дуерти између Новог Зеланда и јужноамеричког рта Хорна, и назвао га својим именом. Према подацима овог поморца, острво је лежало на 60° јужне ширине и 120° западне дужине. Његове стеновите обале оштро су се издизале из пучине Тихог Океана, обавијене маглама, пуне и сиве на хоризонту, а једна узана бела трака морске пене означавала је у даљини границу овог копна и узнемирене воде.

У бродском дневнику капетан Дуерти забележио је својом руком све најважније податке о новооткривеном острву: оно је достигало максималну дужину од око осам километара; највише тачке дизале су се до осамдесет метара изнад нивоа Пацифика; обала је стрма, каменита, тамне боје као да је од базалта.

Деветнаест година доцније, 1860, острво Дуерти виђено је други пут. На свима детаљнијим картама јужног дела Тихог Океана, на далеком путу између Новог Зеланда и побурама чувеног Капа Хорна, истицала се ситна мрља, готово једва приметна тачка — острво Дуерти. Али када је

овим путем прошао чувени морепловац и истраживач Скот, на 60° ј. ш. и 120° з. д. простирала се само бескрајна оловно-сива пучина Јужног Пацифика. Хладни антарктички ветар и циновски таласи тешко су љуљали брод који је пролазио преко места на коме је на картама лежало острво Дуерти. Далеко унаоколо није било никаквог трага усамљеног и пу-стог острва, и Скот је чак у том делу океана измерио дубину; на месту где је требало да се налази острво Дуерти океанско дно лежало је 4800 метара испод површине! То је био довољан разлог да се острво Дуерти избрише са поморских карата.

Деведесетих година прошлог века овим делом Тихог Океана прошла је једна флотила ловачких бродова који су се враћали из јужних пацифичких области. Неки од њих задржали су се на острву Дуерти, на 60° ј. ш. и 120° з. д., на стеновитом копну које је открио капетан Дуерти 1840 године, и то баш на месту где је Скот нашао дубину од 4800 метара. Што је најзначајније, лов на овом острву био је чак обилан.

После тога острво Дуерти поново је уцртано у карте, али ниједан брод који је прошао овим делом океана није више спазио никакав траг копна; на 60° ј. ш. и 120° з. д. ширила се у недоглед океанска пучина.

Сви напори да се ово острво поново нађе остали су узалудни.

И други океани имају своје фантоме-острва. За многа од њих не зна се поуздано да ли су икада и постојала. Неки поморци тврде да су их видели; они који су тим путем доцније прошли, пловили су бескрајном пучином на којој није било ни трага суве земље. Такву судбину доживела су нека острва из Архипелага Буве—Линдси-Томсон. За њих се тврдило да леже око 2600 километара југозападно од Рта Добре Наде. Њихово место на географским картама често се мењало, и око њих су се водили занимљиви спорови између држава које су полагале право „на тај прах суве земље у

бескрајном океану“. Једно време се чак категорички тврдило да овај архипелаг уопште не постоји. Када су истраживачи антарктичких крајева или бродови ловаца китова доносили по неку вест о тим острвима, стари међународни спорови постојали су поново актуелни. Државе чији су морепловци открили поједина острва, полагале су право на пронађену земљу.

Десет година доцније ових острва није било на пучини Атланског Океана.

И до данас је остала велика тајна да ли су она икада постојала.

Још чуднија била је историја острва Јулије или Фердинандеје, како гласе два од седам имена колико је добило ово парче охлађене вулканске лаве.

Јула месеца 1831 године, близу јужне сицилијанске обале из таласа Средоземног Мора почело је да се издиже, скоро пред очима запрепашћених рибара, једно тамно стеновито острво. Пучина је била дуго узнемирена; 12 јула таласи су избацили на обалу огромну количину мртве рибе, а од земљотреса дрхтала је цела Јужна Сицилија. Забринути становници сиромашних рибарских насеља са страхом су гледали на пучину одакле се, с времена на време, дизао таман стуб дима; црвен блесак, као нека циновска муња, избијао је из врхова валова обасјавајући море чудном дрхтавом светлошћу.

У једном моменту таласи су почели да се размичу и циновски водени стуб подигао се у вис као да из мора избија неки потопљени гејзер неизмерне снаге. И тада је, пред очима преплашених рибара, из запенушене пучине почела да се издиже црна стеновита маса једног вулканског кратера, обавијена димом и паром. То је било у подне једног ведро јулског дана. Увече је вирило из мора већ пространо острво чији је обим достигао око пет километара. Вулкан на њему радио је четири недеље; за то су се време висина и облик острва знатно мењали, али се после све стишало.



Немачки геолог Х. Хофман у појединостима је пратио судбину острва Јулије. Када је видљива вулканска активност сасвим била престала, таласи Средоземног Мора почели су да руше ново острво. У првим недељама оно се жестоко одупирало разорној снази пучине, и на испраним, црно-сивим стенама појавиле су се зелене пеге маховине.

Таласи су разарали острво Јулију брже него што се ико надао. Преко ноћи нестајали су читави делови, а за време бура одваљивали су се огромни блокови са његове обале. У октобру месецу оно је сасвим нестало са површине Средоземног Мора; на месту где се некада налазило остали су само опасни подводни гребени и плићаци.

После 32 године острво Јулија још једном се издигло из таласа да после поново ишчезне у њима.

Сличну судбину доживела су многа друга острва.

На дну мора леже пространа копна, на дну океана читави континенти, планински венци, некадашње простране суве земље, вулкански архипелази, пустиње и широки делови обала.

Има, међутим, острва чија је судбина још чуднија или загонетнија. На картама Атланског Океана из 14 и 15 века, из доба пре открића Америке, уцртана су многобројна острва у северном делу океана. На тим местима нема на данашњим географским картама никаквог трага суве земље, па чак ни неких плићих подморских гребена. Међу тим тајанственим острвима нарочито су значајни Бразил и Антилија; она се налазе на скоро свим поморским картама из времена пре Колумбовог великог пута на запад. Острво Бразил уцртано је западно од Ирске и Британских Острва; седам поморских експедиција тражило је узалуд ову тајанствену земљу од 1480 па до 1497 године. И поред свег тога она се одржала на многим поморским картама све до 1853 године. Први подаци о острву Бразил потичу, међутим, већ из 12 века. Honorius Augustodunensis пише о Бразилу овако: „У океану лежи једно острво које називају изгубљеним (острвом). Оно увелико



надмашује љупкошћу и плодношћу све остале земље, али је људима непознато. Једном, оно може бити случајно откривено, али кад се (намерно) тражи, не може се наћи. Због тога се оно зове изгубљено. Како говоре људи, то је било острво на које је доспео Брандан“.

Занимљиво је да већ Плутарх спомиње плодно и богато острво Ogygia; оно се налазило, према Плутарховом казивању, на пет дана пловидбе западно од Британије.

Несумњиво је да је и овај фантастични Плутархов опис увелико допринео стварању оног чудног убеђења у постојање тајанствених острва растурених по пучини Атланског Океана.

О острву Бразил говори се много у ирским народним причама, и оно се у њима претставља и описује као острво блаженства (Nu Breazail), по чему је и добило загонетно име „Бразил“. Први пут под овим именом означено је острво Бразил на карти света коју је објавио године 1325 Ангелино Долорто. Колика је несигурност владала у погледу положаја овог острва, најбоље се види по томе што се на карти коју је 1367 године објавио Пизигано, налазе три острва „Брасир“, једно западно од Ирске, друго југозападно од овог острва, а треће западно од португалских обала и северно од Канарских Острва. На карти чији је аутор Андреа Бјанко, штампаној у Венецији 1436 године, оно је уцртано северо-западно од Гибралтара. На овој карти убележена су, далеко на западу, и два велика острва — Антилиа и Сантаксио, затим читав низ мањих острва којих уопште нема на данашњим географским картама овог дела Атланског Океана.

Да су сва ова острва постојала, нема никаквог доказа; напротив, сви знаци говоре да већину од њих никада нису заплускивали таласи Северног Атлантика. По свој прилици, као што каже професор Р. Хениг у једном занимљивом чланку о овом питању, вероватно је да су многа од тих острва била само тешки, ниски облаци далеко на хоризонту атланске пучине. Али су у овим крајевима, а нарочито западно

од ирских обала, веома честе и појаве фата-моргане. Стари морепловци и рибари, за које је Атлантук претстављао тајанствени океан иза којег се налазио крај света и бескрајну пучину тајанства и ужаса, лако су могли да побркају ваздушна привиђења са стварношћу. Обриси великих острва која су лебдела на хоризонту и изненада нестајала као што су се и појављивала, дали су основ причи о „изгубљеним отоцима“. О оваквом једном острву прича и марокански путописац из 14 века Ибн Батута.

Па ипак, атланска тајанствена острва на картама из средњег века остају, и поред свих рационалних објашњења, као што каже проф. Хениг, главна карактеристика једног нарочито загонетног и тешко разумљивог поглавља из историје географије.

Имена два острва, тајанственог Бразила и Антилије, добила су доцније, после Колумбовог путовања и великих открића у области западне хемисфере, свој стваран садржај: Бразилија и Антилска Острва названа су по њима, иако се острво Бразил задржало на неким картама све до 1853 године.

Платонова Атлантида

Тајна једног великог потонулог острва узбуђује машту човечанства више од двадесет векова.

Бродови који данас путују из Средоземног Мора за Америку, данима плове пучином на којој нема никаквог трага суве земље. Западно од Гибралтара, између Азорских Острва на северу и Мадере на југу, нема, све до Бермудских Острва, никаквог другог копна. Атлански Океан дубок је ту хиљадама метара; његово дно лежи у вечном мраку морских дубина чији непрозирни вео обавија једну велику тајну.

Велики грчки филозоф и писац Платон описао је у два своја чувена дијалога, Тимеу и Критији, земљу Атлантиду, пространо и богато острво које је потонуло западно од Херкулових Стубова — данашњег Гибралтарског Мореуза. Тај опис, као што каже чувени француски геолог Пјер Термие, нимало не личи на бајку.

Појединости са којима је Платон описао острво Атлантиду дају утисак реалног описа земље и града који су некада заиста постојали.

У Тимеу, прича се о Солоновом путу у Египат, и о историји коју је тамо чуо атински законодавац од једног египатског свештеника. О самој Атлантиди мало се говори.

Западно од Херкулових Стубова постојало је некада једно велико острво, „веће од Либије и Азије“. Са њега се лако прелазило на друга острва, а са ових на један велики континент. На острву Атлантиди владали су моћни краљеви; под њиховом влашћу налазило се цело ово острво, затим више других острва и неки делови континента, а с ове стране Херкулових Стубова они су владали Либијом све до Египта и Европом до Тиреније. Атлански ратници пошли су једног дана да покоре остале народе. У овој борби нарочито су се истакли Атињани. Доцније, Атлантида је срушена и потопљена услед великих земљотреса. У томе крају море је постало опасно за бродове због плићака који су заостали на месту где се некада налазило острво.

У другом дијалогу, Критији или о Атлантиди, Платон даје опширан опис Атлантиде са многим појединостима о великој централној равници оивиченој високим планинама; о богатим металним рудницима и каменоломима; стрмој обали и величанственом граду чији су храмови и дворци били подигнути од камена у три боје, белој, црној и црвеној. На острву је добијан и загонетни метал ореихалкос. На њему је било много извора, неки и са топлем водом. Богата вегетација, корисне биљке разних врста и рудници чинили су

основу благостања ове велике земље. У њеним шумама и степама живели су и слоновии.

У метрополи био је подигнут величанствени храм посвећен богу Посејдону. Циновски стубови, величанствени олтар, златне и сребрне превлаке и статуа Посејдона описани су у појединостима.

Један катастрофалан земљотрес уништио је земљу Атланата и њихове градове и села. После ове несреће Атланско Море постало је непролазно за бродове. Вековима је тај део Атланског Океана сматран скоро уклетим, и тек је смели Колумбов пут на запад дигао донекле вео тајанства са његових таласа.

Вековима је у узбурканом мору западно од Гибралтара тражена Атлантида, али тајна потопљене земље остала је до наших дана нерешена.

У старом веку Платонова Атлантида није, ни издалека, узбуђивала машту савременика као што је то случај данас. То је и један од разлога што у то време није било оних чудних, често сасвим неразумљивих претеривања, у којима је људска уобразиља нашла широко поље и неспутани замах за све фантастичнија тумачења и невероватно детаљисање једног величанственог али и увелико сумњивог догађаја, о коме, стварно, нема скоро никаквог конкретног податка. Тај утисак се скоро неодољиво намеће при читању интересантне књиге А. Бесмртног — Тајна Атлантиде, чија се нека поглавља, нарочито прикази извесних хипотеза, могу једино упоредити са фантастичним причама Едгара Алана Поа. Због тога она има своју нарочиту драж не само као покушај да се нађе највероватније решење овој великој загонетки о потонулом континенту, него и као збирка интересантних хипотеза, теорија и мишљења о тајанственој Атлантиди. То је, истовремено, и најбољи историјски преглед развића идеја о Атлантиди од Платона до наших дана. Због тога смо се, у овом делу нашег приказа геолошких основа Платонове

Атлантиде, обилно користили опсежним и документованим историјским прегледом који је дао Бесмертни.

Аристотел, Платонов савременик и један од најтрезвенијих духова античког света, сматрао је, колико се о томе зна, причу о Атлантиди за најобичнију бајку. Такав његов став према судбини једног континента или пространог острва са којег је требало, по мишљењу многих доцнијих аутора, да потиче највећи део цивилизације и културе старог века, изванредно је карактеристичан.

Старији Платонов коментатори нису, исто тако, придавали никакав нарочити значај оним пасусима споменутих Платонових дијалога у којима се говорило о Атлантиди; неки од њих веровали су да је то само алегоричан приказ Платоновог схватања идеалне државе. Али треба ипак споменути да Посидониус и Страбон заступају мишљење да у овим текстовима, поготову у опису острва, има, поред много измишљеног, и приказа извесних стварних догађаја, док су Филон и Крантор веровали да је Атлантида заиста постојала.

Уколико се више удаљавамо од времена у коме је живео Платон, утолико се, с једне стране, све јаче појављују сумње у некадашње постојање и у катастрофу Атлантиде, или се, напротив, с друге стране, скоро категорички потврђује, често без икаквих нових и стварних доказа, оно што је велики филозоф изнео у својим дијалозима. Исто је тако карактеристично да ниједан писац пре Платона не помиње уопште копно по имену Атлантида. Плутарх на једном месту говори о тајанственом континенту Сатурнији и о три острва западно од Велике Британије, која би, донекле, могла, одговарати и Атлантиди.

Римски историчар Амианус Марцелинус из четвртог века после Христа, каже да су учени људи у Александрији сматрали пропаст Атлантиде за историјску чињеницу, а византијски географ Космас Индикоплеустес из шестог века наше ере, тврдио је да се Атлантида налазила на истоку. Овако мишљење заступали су и многи други аутори.

Неоплатоничар Проклус помиње становнике неких острва код којих се још сачувала традиција о једном великом потонулом копну. Клаудиус Елиан, у 18 глави треће књиге својих *Varia Historia*, описује, чак и у појединостима, на основу причања Теопомпа, Платонова савременика, циновски континент на коме су живеле крупне животиње а људи били двоструко већи од становника осталих делова тада познатог света. На том копну постојали су градови у којима су владали закони сасвим различити од грчких, и у којима се живело на сасвим други начин него у градовима античких држава.

Диодор Сицилијански, савременик Цезаров, помиње једно брдовито острво западно од Либије, с оне стране Херкулових Стубова, удаљено од афричких обала више дана пловидбе. Ово острво открили су Феничани, а Тиренци су хтели да на њему заснују једну своју колонију, али су их у томе спречили Картагињани. Острво је било изванредно плодно, прошарано шумама и ливадама, богато ловом и лековитим изворима. На њему се ширила пространа равница кроз коју су текле велике пловне реке; у овом делу острва дизали су се величанствени дворци. И тако даље.

„У току последњих векова Римског царства, у време најезде варвара и кроз средњи век, нема скоро никаквог знака да се ма ко занимао питањем Атлантиде — каже Бесмертни. — Главни разлог што је проблем Атлантиде био тако запостављен, може се сматрати чињеница што је Аристотел сматрао причу о Атлантиди за обичну бајку“.

У новом веку интересовање за Атлантиду постепено се буди. То је сасвим разумљиво, јер тада настаје она интересантна епоха пуна стваралачког замаха; тада отпочиње све интензивније проналажење нових острва и земаља. Дотле сужени, замрачени средњевековни хоризонт почиње све више да се шири; истраживачко-авантуристички дух обузима не само појединце, него читаве народе, а пред открићем богатих и дотле непознатих крајева, чудних људских раса, но-

вих цивилизација, култура и држава, прича о Атлантиди није више изгледала толико фантастична и невероватна.

Шпанац Гомора у својој Општој историји Индије (*Historia general de Las Indias*), штампаној у Сарагоси 1553 године, сматрао је да недавно откривена Америка претставља управо копно које је лежало, према Платоновом казивању, с оне стране Атлантиде. Језуита Атанасиус Кирхер, аутор чувеног дела *Mundus subterraneus*, описао је Атлантиду као велико острво у Атланском Океану, па је чак објавио и њену карту. На тој карти, публикованој 1665 године, Атлантида је лежала у средини Атланског Океана, отприлике на пола пута између Европе и Африке с једне стране, и Америке с друге стране. Осим тога, било је и других мишљења, али како она не дају ништа ново, нити уопште доприносе решењу питања Атлантиде, нећемо их ни помињати.

Крајем 18 и почетком 19 века, број радова о Атлантиди постаје све замашнији. Многи од њих, ма да њихови аутори претендују на веродостојност и убедљивост, одликују се, у ствари, само чудном фантастиком и наивношћу. Због тога се на читав низ радова о овом питању може у потпуности применити мишљење ученог хеленисте и преводиоца Платона, професора Ф. Суземила, који каже да би један списак различитих мишљења написаних о Атлантиди и о проблемима у вези са постојањем и пропасти овог копна, био одличан историски прилог познавању људске глупости. Има чак и аутора који тврде, служећи се при томе псеудонаучним документима, да је Атлантида лежала некада не западно од Гибралтарског Мореуза, него у арктичким областима, или, шта више, који доказују да је Платонова Атлантида уствари данашње острво Цејлон на југу Предње Индије. За Швеђанина Рудбека, писца једног опширног дела о Атлантиди, штампаног у Упсали 1675 године, могло би се рећи да је у томе погледу био чак и скромнији, ма да је тврдио да је управо Шведска толико тражена Платонова Атлантида. Године 1779 објавио је де Сал своју Нову историју или историју људи

у којој доказује да је Кавказ био земља Атланата, а Јохан Кристиан Бок тврдио је, у једној тези публикованој у Витембергу 1685 године, дакле нешто мање од једног века пре де Салове књиге, да се Атлантида налазила у Јужној Африци.

Има још чуднијих и невероватнијих мишљења. Она су, разуме се, сасвим безначајна за продубљивање овог проблема, али су занимљива као докази докле се све може застрашити када се једно сложено питање из историје човечанства и из палеогеографије Атланског Океана решава скоро искључиво псеудонаучним путем и мистификацијама.

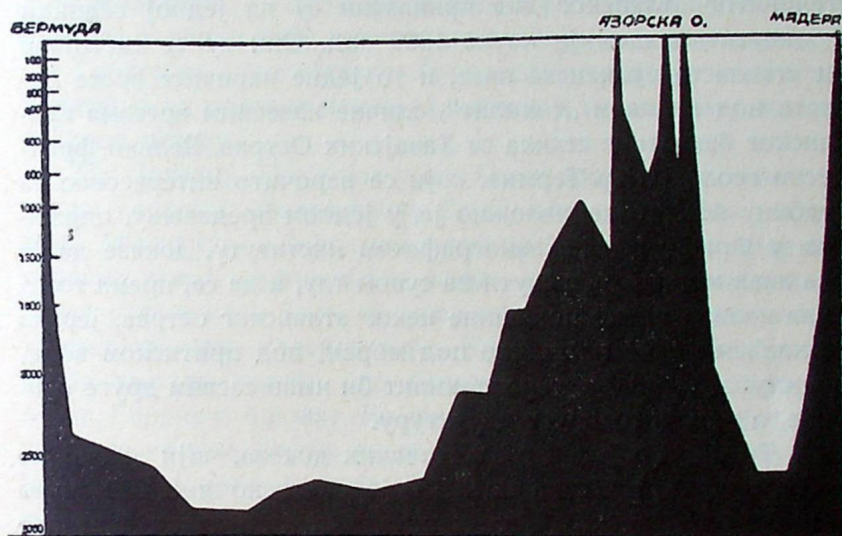
Атлантида Игњација Донелиа

Међу интерпретаторима Платонових идеја о некадашњем постојању једног континента западно од Гибралтарског Мореуза и о његовој катастрофи, нарочито истакнуто место заузима И. Донели, аутор дела „Атлантида — препотопски свет“, објављеног 1882 године. Што је најзанимљивије, Донелијево мишљење, иако је објављено пре 43 године, уколико се односи на тумачење геолошких факата и могућности тоњења једне релативно велике копнене просторије западно од Гибралтара, није много изгубило од свога значаја и актуелности, ма да му се, у извесном погледу, могу учинити озбиљне примедбе. Треба нарочито споменути да Донелиева карта северног и средњег Атлантика са учртаним некадашњим положајем Атлантиде и великим атланским гребеном, а исто тако и попречни профил између Мадере и Бермудских Острва, потсећа увелико на најмодерније карте и профиле овог океана, израђене на основу прецизних мерења немачке океанографске експедиције на броду „Метеор“.

Донели сматра да су Азорска Острва и Мадера непо-

АТЛАНТИДА

топљени врхови планинских предела Атлантиде која данас лежи испод океанске пучине. Овако схватање некадашњег положаја Атлантиде нарочито је карактеристично због тога што извесни модерни истраживачи још увек траже потонулу Атлантиду у области западно од Азорских Острва — на великом североатланском подморском гребену.



Профил Атланског Океана по Донелиу. Део истакнутог дна око Азорских Острва требало би да претставља потопљену Атлантиду.

У прилог оваквог схватања геолошке судбине Атлантиде могли би се навести чак и извесни врло убедљиви докази, откривени углавном после објављивања Донелиеве књиге.

Године 1898, око 500 морских миља северно од Азорских Острва, на 47° с. ш. и 29° и $14'$ з. д. од Париза, један брод за полагање каблова нашао је, тражећи неки прекинути телеграфски подморски кабл између Бреста и Кап Кол-

да, на стеновито дно са веома неравним и оштрим рељефом. Ту се, са дна океана, чија средња дубина износи око 3100 метара, дижу стрми врхови између којих леже узане и дубоке долине. Морског муља било је на томе месту само у долинама. Нарочите грабуље којима је тражен прекинути кабл, закачиле су са океанског дна комадиће стена од којих су били изграђени оштри врхови подморских гребена. Ти фрагменти стеновитог атланског дна приказани су на једној седници Француске академије наука 1899 год. Они су се састојали од стакласте вулканске лаве, и то једне нарочите врсте познате под називом „тахилит“, сличне извесним врстама вулканског базалтног стакла са Хавајских Острва. Велики француски геолог Пјер Термије, који се нарочито интересовао за судбину Атлантиде, изложио је, у једном предавању, одржаном у Француском океанографском институту, доказе да је ова лава морала очврснути на сувом тлу, и да се, према томе, била излила преко површине неког атланског острва, јер да се хлађење лаве извршило под морем, под притиском воденог стуба од 3000 метара, тахилит би имао сасвим друге особине, а нарочито другу структуру.

То би био један од геолошких доказа, чији значај не треба нарочито подвлачити, да је океанско дно 500 миља северно од Азорских Острва некада лежало изнад данашње површине Атлантика.

На основу података прикупљених за време тражења прекинутог подморског кабла могу се извући и други важни закључци. Океанско дно, као што је већ речено, одликује се, у области 500 морских миља северно од Азорских Острва, оштрим и неравним рељефом чија површина потсећа на релативно недавно охлађене сливове вулканске лаве. То значи да је оно морало потонути кратко време после излива ове лаве, јер би, иначе, овај рељеф знатним делом био заравњен дејством површинских вода, а при постепеном и дуготрајном тоњењу и разорним радом таласа. Да се то тоњење извршило у недавној геолошкој прошлости највише доказује отсуство

морског муља на појединим местима овог подморског вулканског рељефа.

Ова океанска област, позната је одавна и по својој општој нестабилности, честим потресима и вулканској активности. „Цео један регион северно од Азорских Острва, каже Термије, у који можда спадају и сама Азорска Острва, која би, у том случају претстављала само видљиве руине ове потонуле области, — потонуо је под море сасвим недавно, вероватно у епохи коју геолози означавају као данашњицу“.

Геолошке претпоставке Донелиеве изгледају много вероватније од његовог описа Атлантиде и некадашњег живота на овом острву.

По Донелиу, Платонов опис Атлантиде није, као што то многи сматрају, фантастична бајка него историјска стварност. Атлантида је била земља на којој се човек по први пут издигао изнад варварства и пошао путевима цивилизације. Њени становници били су први цивилизатори, први морепловци, трговци, колонизатори. Њихова држава била је већ стара хиљаде година пре оснивања најстаријих држава Азије, Европе и Африке. На овом атланском континенту пронађен је компас, барут, ту се развило прво свиларство и ту је израђена прва хартија. Становници Атлантиде први су успели да добију гвожђе из разних руда итд. Знали су и за вештачко наводњавање; градили су и велике водоводе. На острву се гајио памук, а на Атлантиди је постала и прва азбука.

Донелиева размишљања и убедљивост којом излаже све ове интересантне чињенице, поједине описе и далекосежне закључке, изненађују на први поглед. Треба, међутим, водити нарочито рачуна о једној од најзначајнијих ствари у овом целом сплету тако важних и сложених питања: сем оно мало података које о Атлантиди даје Платон, уствари нема никаквих других подробности о великом потонулом острву. Све појединости о томе како је овај континент изгледао и како је пропао, а нарочито све појединости о значају његових

утицаја на цивилизацију старог и новог света, у основи су лично Донелијево схватање за које уистини не постоје никакви стварни докази.

Хипотезе Луиса Спенса

Читав низ исто тако интересантних мишљења о историји и судбини Атлантиде изложио је Луис Спенс у неколико изванредно занимљивих публикација. Извесна од његових мишљења заслужују нарочиту пажњу геолога, јер се овај аутор у својим излагањима о некадашњем положају Атлантиде и у тумачењу њене пропасти служио многобројним геолошким подацима и био добро упознат с мишљењима најверодостојнијих геолога и резултатима њиховог испитивања у вези с постојањем и тоњењем некадашњег пространог копна у Атланском Океану. Треба ипак нагласити да је Спенс унео у реконструкцију некадашњег положаја Атлантиде и своја лична схватања.

По Спенсу, велико острво Атлантида постало је распарчавањем једног пространог копна које је раније захватало северни и један део јужног Атлантика. Сем Атлантиде, од овог потопљеног копна преостала су и друга мања или већа острва; она су спајала Африку и Европу са Америком. Пре 25000 година отпочело је велико тоњење и ових последњих делова некадашњег атланског копна; сама Атлантида нестала је под таласима пре 10.000 година.

Нарочито је интересно Спенсово мишљење о колоницима који су дошли са Атлантиде и населили европске обале.

Крајем леденог доба у Европи су живеле интересантне и још у многоне загонетне расе правог *Homo sapiens*-а. За разлику од данашњег човека, ови наши фосилни претци из-

двојени су, пошто су живели у време пре него што су наступиле данашње топографске и климатске прилике, као *Homo sapiens fossilis*. Они су, морфолошки и духовно, били већ прави људи, увелико различити од примитивних типова људи и праљуди, некадашњих становника Европе из старијих отсека леденог доба.

Људи из доба „северног јелена“, тако названог по ирвасу који је играо изванредно значајну улогу у њиховоме животу, оставили су многобројне трагове своје културе и цивилизације. Они су били први и истовремено велики уметници са сјајном способношћу запажања, сигурним потезима, одличном техником рада и живим реализмом у претстављању животиња које су скоро једини мотив на њиховим скулптурама, цртежима и гравурама. Коњска глава извајана из костију рогова ирваса (пећина Мас д'Азил у Аријежу); „бизон у скоку“ на таваници пећине код Алтамире у Шпанији, толико жив, динамичан и непосредан; цртежи и гравуре кошута, ирваса, дивокоза и јелена, и читав низ других њихових радова претстављају ремек дела једне уметности непосредне, живе, искрене. Значајно је, међутим, да је овај човек из завршног дела леденог доба, толико вешт и изразит у претстављању животиња, дао више гравура, скулптура и цртежа својих савременика на којима се јасно види да је у претстављању људи или био заиста невешт, или да је стално тежио за карикирањем. Због тога је скоро уопште немогуће добити јасну слику о изгледу човека из доба северног јелена, ма да неки аутори из ових примитивних контура лица и глава изводе веома значајне закључке.

Али се ипак, на основу особина лобања и костура, може сасвим поуздано закључити, да се на пример, људи тзв. кромањонске преисторијске расе чији су остаци нађени на много места у Француској, Немачкој, Моравској и др., нимало не разликују, разуме се у главним карактеристикама, од данашњег човека. Што је најинтересантније, према мишљењу великог броја писаца, кромањонски тип се одржао до наших дана

у Дордоњи и другим крајевима Француске. У Шпанији, Северној Африци (Кабили), затим на Канарским Острвима, постоје, ако се тако можемо изразити, живи Кромањонци. Остале две расе *Homo sapiens-a fossilis-a*, грималдијска и шанселадска, знатно се разликују од данашњих Европљана. Људи грималдијске расе били су веома слични данашњим Бушманима и Хотентотима, а људи шанселадске расе имају у грађи лобање и костура многе изразите црте данашњих Ескима.

Спенс сматра да ови фосилни људи претстављају досељенике са Атлантиде. Велики уметници из завршног дела леденог доба, аутори дивних цртежа на зидовима пећина Јужне Француске и Шпаније, били би, дакле, стари Атланти.

Досељеници са Атлантиде донели су високу цивилизацију и у Америку. На овом континенту створиле су се укрштањем атланских колониста и урођеничких племена нове расе чије се културе и цивилизације увелико разликују од култура и цивилизација примитивних урођеничких племена. Трагови културе и цивилизације старог света, који се могу нагледати у животу, предањима, уметности, религији преколумбовске Америке, претстављају, у основи, последње успомене на тековине које су овамо донели досељеници са Атлантиде; у Америци и Египту постоје пирамиде, обелиски, сфинге, веровање у сељење душа. У Јужној и Централној Америци људски лешеве су балсамовани као и у Египту; стари мексикански бог *Quetzalcoatl* носи, као и Атлас, на својим плечима свет; предања о потопу скоро се фрапантно подударају са причом о потопу из Старог завета. У легендама неких индијанских племена Ноје се звао Тезпи. И он је саградио циновску лађу у коју је сместио по један пар од свих врста животиња. Уместо голуба, како се прича у Библији, пустио је колибрија, и птица се вратила са гранчицом у кљуну — то је био знак да је вода почела да опада. На једној старој астешкој слици приказани су човек и жена у једној лађи у подножју високе планине. Ту је и голуб који у кљуну, уместо гранчице, носи један астешки идиограм. Међу племенима Јужне

Америке постоји и прича веома слична причи о Вавилонској кули, а у митовима астешке митологије има много сличности са појединим причама из Старог и Новог завета. И ту се говори о првом греху и страдању људи, о доласку месије и о његовом жртвовању.

У Спенсовим идејама провејава стално подударност са раније изложеним Донелиевим схватањима. То слагање постоји често чак и тамо где се ова два аутора привидно не слажу. И код Спенса наилазимо на читав низ изванредно смелих али истовремено сасвим убедљивих поставки и псеудонаучних доказа. Досад, на пример, нема ниједне једине индиције да се кромањонска раса доселила негде са запада из области Атланског Океана. Напротив, многе чињенице говоре за то да је ова, као и неке друге људске расе из завршног отсека великог леденог доба, дошла са истока или да је, као што многи аутори сматрају, аутохтона у Европи и да се развила од примитивних људских типова који су у старијим одељцима леденог доба живели на нашем континенту и били раширени, као, на пример Неандерталски човек, на огромном пространству у Европи, Азији и Африци. Што се тиче извесне подударности између старих америчких и египатских култура и цивилизација, она се може тумачити и на друге начине. Треба, осим тога, споменути да су на ову сличност указали и многи други ранији истраживачи, нарочито Американац Хосеа, који је подвукао скоро упадљиву подударност између старих цивилизација Централне и Јужне Америке и Египта. Јакоб Кригер, немачки писац, сматрао је да су Америку открили већ Феничани и да она стварно претставља Платонову Атлантиду; према томе сличности у старим културама и цивилизацијама почивале би на сасвим другим основама.

Идеје Едгара Дакеа

Нарочито место међу хипотезама о Атлантиди заузимају схватања ученог минхенског природњака Едгара Дакеа, професора универзитета и познатог аутора многобројних и веома цењених радова о великим геолошким и палеонтолошким проблемима. Своја главна схватања о Атлантиди Даке је изнео у делу *Urwelt, Sage und Menschheit*. Његов став према целом овом сплету проблема изванредно је значајан, поред осталог и због тога што је он један од најугледнијих претставника данашње геолошке науке и истраживач који је дао дубљи смисао многим важним питањима органске еволуције.

Даке је потпуно убеђен у некадашње постојање Атлантиде и у њен изненадан и катастрофалан крај. За разлику од других аутора, он сматра да ово острво није претстављало остатке некадашњег великог северноатланског копна. Распарчавање овог континента, пространог скоро колико Европа, извршило се, по Дакеу, много раније. Некада је то копно спајало Северну Америку са Европом и на месту где је постојало издиже се сада са дна океана високо планинско земљиште, чији најистакнутији делови леже хиљадама метара испод морске површине; као једини његови остаци могу се сматрати Капвердска Острва и Антили.

Стара Атлантида била је, у основи, вулканско острво образовано нагомилавањем моћних маса лаве и пепела. Оно се може упоредити са многим усамљеним вулканским острвима растуреним по свима океанима и морима, а нарочито са вулканским низом који у Атлантику почиње северно од Исланда и наставља се све до јужне поларне области. Данашња Азорска Острва, по општим својим особинама, и у умањеном обиму, пружају приближну слику некадашње Атлантиде.

Многа од вулканских острва пролазне су творевине изложене брзом разарању од стране морских таласа, кише, површинских вода и других рушилачких снага које моделују и

преиначују површински рељеф. Како су у вулканским областима чести трусови, то и они увелико доприносе овом смањивању и уништавању вулканских острва. Вулканске ерупције, нарочито када су експлозивног типа, као на пример код Кракатауа, Бандаја и др., могу за неколико тренутака да потпуно униште читаво острва. Таква једна катастрофа могла је уништити и острво Атлантиду. Плићаци настали после тоњења Атлантиде о којима говори Платон, и који су чинили сваку пловидбу у овим областима немогућом или опасном, могу претстављати плитке делове атланског дна засуте великом количином вулканског пепела, лапила и другог избаченог материјала. Осим тога, могуће је да потопљено острво није у почетку лежало дубоко испод површине океана, као што је то био случај са острвом Јулијом у Средоземном Мору.

Тоњење овог пространог атланског вулканског острва извршило се у позном дилuviуму, при крају леденог доба, вероватно у време када су у Европи постојале само културе каменог доба. Овом катастрофом уништена је једна врло напредна цивилизација, вероватно много напреднија од оне која је тада постојала на нашем континенту. Без обзира на баснословне или полуисторијске приче античког света, нарочито Грка, постоје многобројне геолошке индикације и скоро докази да је до недавна постојао један континентални атлански систем.

У легендама о Плејадама и Хесперидима, Даке види велику алегорију и симболично претстављање извесних крупних геолошких догађаја на обалама Северозападне Африке: распарчавање и тоњење крајњих западних огранака планине Атласа. У легенди о земљи Хесперида, Даке открива алегоричан приказ земље Атлантиде одакле су донесене у средоземну област поморанце или лимунови (хесперидске јабуке). Становници ове земље претстављају једну старију и зрелију расу, са старијом и вишом цивилизацијом од оне која је постојала у земљи одакле је Херакле пошао да донесе хесперидске јабуке.

Интересантно је да Даке скоро у свима античким митовима и легендама налази извесну стварну основу, прекривену често сасвим непрозирним велом симболике. Његово схватање о Атлантиди и њеним становницима, старој култури и високом ступњу цивилизације може се довести у везу и са Дакеовим концепцијама о схватању порекла и развића човека. По овоме аутору, неандерталски човек и остале примитивне људске расе нису наши непосредни претци и од њих не води порекло дилувијални *Homo sapiens*. То су само де-генерисане расе или типови чија је историја развића увелико различита од еволуције правог човека.

Хипотезе Пјера Термиеа

Пјер Термие је много конкретнији од Дакеа. У споменутом његовом предавању о Атлантиди, он се труди да изложи све што може позитивна наука, као што је геологија, да каже о вероватноћи једног таквог наглог и недавног тоњења огромних континенталних просторија.

Источни атлански регион претставља, на скоро целој својој дужини, велику вулканску зону. Претежни део острва која се дижу из великих океанских дубина, вулканског су порекла. На многима се и данас налазе активни, а скоро на свима угашени вулкани: Жан Мајен, Исланд, Азорска, Мадера, Канарска, Капвердска Острва, затим усамљени отоци Тристан да Куња, Св. Јелена, Асензион. У тој зони има и подморских вулкана. „Вулканска зона источног Атлантика, каже Термие, може се упоредити по својој дужини, ширини, вулканској и турској активности са вулканском зоном која постоји на западном ободу Америке, и поклапа се, на југу, са Кордиљерима Анда; она је једна од карактеристичних црта данашњег лица земље, исто као и ватрени појас Тихог Океа-

на". Она означава и нестабилне, још покретне делове океанског дна на којима се и сада врше издизања или спуштања. Вулканске појаве и трусна активност последица су тих покрета, тако да ова источна атланска област заиста претставља зону у којој се сваког часа могу десити најстрашније катастрофе.

Налазак тахилита на океанском дну око 500 миља северно од Азорских Острва претставља један доказ више за ову Термиеову поставку. У своме тумачењу историје Атланског Океана он полази од хипотеза Едуарда Зиса и Марсела Бертрана, два велика геолога прошлог века.

У северном делу Атлантика постојало је кроз многе геолошке векове, још од најстаријих времена, велико Северноатланско Копно које је спајало Северну Америку са Европом, а у јужном делу океана још пространије Јужноатланско Копно које је везивало Јужну Америку са Африком. Северноатланско Копно обухватало је Русију, Скандинавију, Велику Британију, Гренланд, Канаду. Њему је доцније припао и знатан део Средње и Западне Европе, затим пространи део територије Северне Америке. У току дугог геолошког времена, кроз милионе и десетине милиона година, контуре овог копна знатно су се мењале. Између њега и Јужноатланског Копна или Афричко-бразилијанског Континента, ширило се пространо Старо Средоземно Море или океан Тетис, чији су данашњи последњи остаци Средоземно и Антилско Море и велика океанска депресија око Сундског Архипелага.

У том Старом Средоземном Мору наталожиле су се огромне масе песка, шљунка, муља, кречњака и других таложних стена од којих се састоје слојеви који данас претежним делом изграђују Алпе, Пиринеје, Апенине, Карпатско-Балканске Планине, Динариде и скоро све остале млађе веначне планине, међу њима и Хималаје. На јужном ободу Северноатланског Копна дизао се један висок планински ланац, веома сличан данашњим Алпима, у појединим деловима висок чак колико су данас високи Хималаји. Вогези, Француски

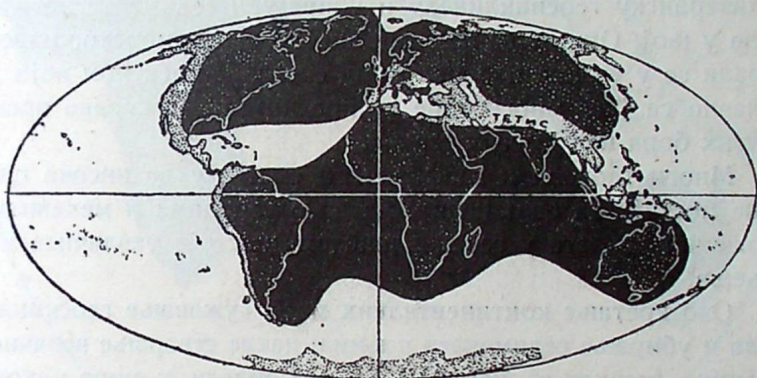
Средишни Плато, планине Бретање, Јужне Енглеске и Ирске, а с оне стране Атланског Океана планине на Њуфундленду, затим цео регион Апелаха остаци су и руине ових старих планина. Њихови венци се прекидају скоро напрасно на једној и другој атланској обали. И на једној и на другој страни планинске боре имају исто пружање, и као да се настављају и међусобно везују испод океанске површине. Тоњењем и распарчавањем дуж великих пукотина, дислокационих линија како их називају геолози, прекинута је веза између америчког и европског дела овог старог Херцинског планинског венца како га је назвао Марсел Бертран. Вероватно је да ово тоњење није наступило одједном, него се вршило у етапама, кроз изванредно дуго геолошко време. Сличну судбину доживело је и Јужноатланско Копно. Старо Средоземно Море које је лежало између ова два континента, мењало је стално своје обале и ширило се према северу и југу. Средином такозване кретацејске периоде (завршна периода средњег века земљине историје), оно је допирало до Канарских Острва, а Капвердска Острва припадала су у то време афричко-бразилијанском копну.

У том Старом Средоземном Мору, кроз небројене милионе година, таложио се материјал који ће много доцније, у новом веку земљине историје, послужити за изградњу циновског система најмлађих веначних планина Европе, Азије, Северне Африке, па међу њима и највиших планинских ланаца, горостасних Хималаја. Због тога је геолошка историја овог мора од првенственог значаја; на њеној реконструкцији радили су скоро безбројни геолози, а и данас се проблеми историје веначних планина, начина и механизма на који су оне постале налазе у центру пажње скоро свих геолошких школа на свету.

Таква веома дугачка и релативно узана удубљења са нестабилним дном као што је било Старо Средоземно Море, геолози називају геосинклиналама. У њима су се кроз дуго геолошко време, кроз десетине па и стотине милиона година,

АТЛАНТИДА

таложили разни морски седименти градећи моћне серије слојева чија укупна дебљина често прелази више хиљада метара. Оволика маса седимената могла се наталожити само у оним океанским и морским регионима чије се дно стално спуштало уколико су се нови слојеви стварали, тако да се скоро непрекидно одржавала иста дубина. Да није било овог спуштања дна, геосинклинала би релативно брзо оплићала, пошто би, уствари, њено корито било засуто муљем, песком, шљунком, и другим талозима који га стално затрпавају. Преко слојева таложених у великим дубинама, дошле би се-



Распоред копна и мора за време средњег тријаса; црним је означено копно, тачкицама и белим море. По Гејзелинку.

рије слојева ствараних у плићој води и, најзад, стварали би се скоро искључиво плитководни седименти. Ово спуштање дна геосинклинала може се вршити различитом брзином, при чему се њена дубина може повећавати, смањивати или остати, поред свег таложења дебелих серија слојева, иста кроз веома дуго време. Има случајева да су геосинклинале или поједини њихови делови час били плићи час дубљи.

Док се геосинклинале карактеришу општом нестабилношћу дна и претстављају лабилне зоне земљине коре, конти-

ненталне масе које им чине оквир и између којих геосинклинале леже, стабилне су и подлежу само хоризонталним и вертикалним покретима. При хоризонталним померањима чврстих континенталних маса наступа убирање наталожених слојева у геосинклиналама, и на тај начин постају веначне планине.

Геосинклинала Старог Средоземног Мора лежала је између евро-азијског континенталног блока на северу и афричко-индо-аустралијског континенталног блока на југу. За време постанка данашњих најмлађих веначних планина афричко-индо-аустралијски блок кретао се ка северу, сужавајући медитеранску геосинклиналу и убирајући седименте наталожене у њој. Они су се издигли високо изнад морског нивоа, убрали се у велике наборе, а под снажним потиском који је долазио са југа многе боре су прекинуте и нагуране преко других бора или других терена.

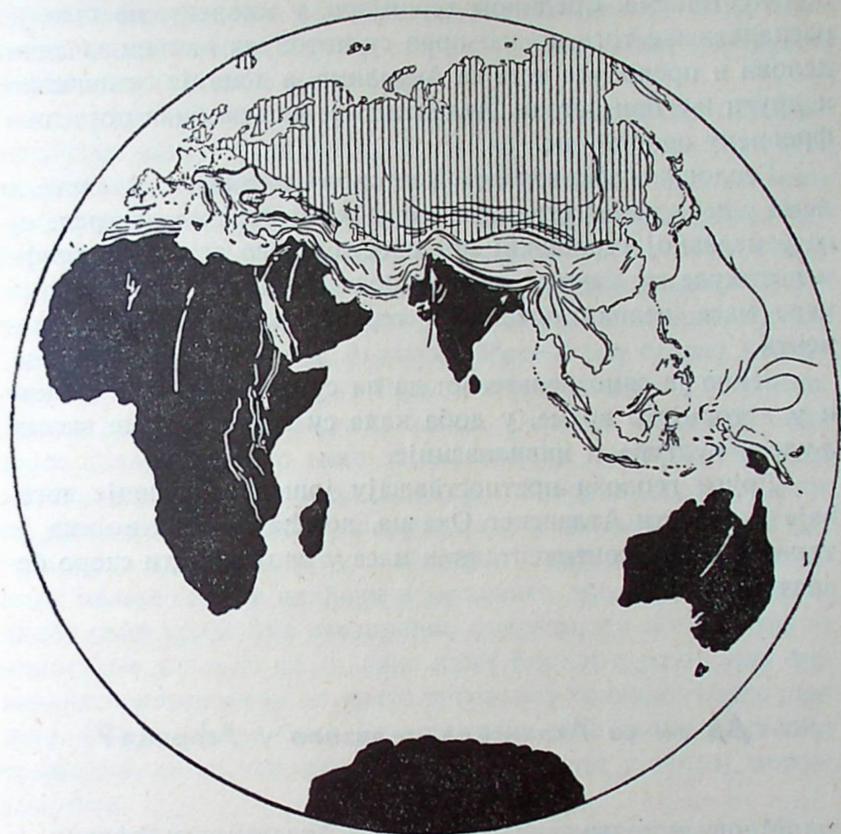
Многи геолози и геофизичари сматрају да високе планине постају на овај начин, ма да о узроцима и механизму сложених покрета у геосинклиналама постоје различита мишљења.

Ово кретање континенталних маса, сужавање геосинклинала и убирање седимената у њима, дакле стварање веначних планина, вршило се, као што смо већ видели, у више махова. У старијим одељцима старог века земљине историје (крајем силурске периоде) постале су Каледонске Планине на Британским Острвима и у западном делу Скандинавског Полуострва. У периоди каменог угља (у карбону) створиле су се Херцинске Планине (арморички и варисциски планински лук) у Европи и Алтај, Трансбајкалски Венци, Куен Лун и његови огранци у Азији. У Америци су у то време убрани Алигени и Стеновите Планине. У новом веку земљине историје, у терцијару, постале су најмлађе веначне планине Земље.

Планински венци алпијског орогена који избијају на источне обале Атланског Океана, изгледа као да се ту нагло прекидају и тону дубоко. Многи крајњи западни огранци

АТЛАНТИДА

ових планина пружали су се некада далеко према океанској пучини, па можда допирали чак до Антила.



Кретањем копна Гондване — афричко-индо-аустралијског блока — (означен црно) према евроазијској континенталној маси (означена вертикалним линијама), седименти таложени у геосинклинали Старог Средоземног Мора убрани су и издигнути у високе планине алпијског орогена; стрелице показују правац кретања појединих делова Гондване.

По Штаубу.

Постоје и докази да се западно од Гибралтарског Мореуза ширио некада пространи континентални блок који је

био спојен са Иберским Полуострвом и Мавританијом, и настављао се даље ка југу, тако да су неки његови делови били под пустињама. Средином терцијара, у миоцену, настало је распарчавање тога копна: прво су потонули његови западни делови и прекинута веза са Антилима, а доцније су ишчезли и други његови остаци. Атлантида је можда била последњи фрагмент овог копна.

Геолошки посматрана, Платонова историја Атлантиде нема у себи ничег невероватног. У овој области одиграле су се у недавној геолошкој прошлости много веће катастрофе и потонуле су, како то мисле многи геолози, простране копнене масе, велики планински терени, скоро читави континенти.

Једно је само неизвесно: да ли су се та тоњења вршила и у историјско време, у доба када су већ постојале високе људске културе и цивилизације.

Други геолози претпостављају још грандиозније догађаје у области Атланског Океана, догађаје према којима је тоњење већих континенталних маса у овој области скоро безначајна појава.

Да ли се Атлантида налазила у Африци?

Многи истраживачи тражили су Атлантиду у Африци, у разним крајевима Црног Континента, поткрепљујући своја мишљења често врло убедљивим доказима из историје, лингвистике, археологије, географије, па чак и геологије. Многа од тих мишљења наивна су, каткад и парадоксална, ма да постоје и схватања чија убедљивост изненађује на први поглед, и која је немогуће олако одбацити. Разуме се да у свим овим случајевима Платонова историја острва Атлантиде добија други, суженији оквир, и углавном преносно значење, често

сасвим различито од онога које у Платоновим текстовима виде остали истраживачи. Међу овим ауторима нарочито су значајна два немачка научника, минхенски геолог Паул Борхарт, затим Алберт Херман, познати писац више значајних студија из историје географије.

Борхарт полази од чињенице да су географски појмови античких народа били увелико различити од наших. У почетку је и Средоземно Море сматрано за отворено море са многим острвима, па је тек доцније, с развитком пловидбе и трговине, добијена тачнија слика о контурама његових обала и о његовом општем положају према континенталним деловима који га опкољавају. То исто важи и за Атлански Океан, јер тек Херодот помиње *Атланско Море* с оне стране Херкулових Стубова, ма да су га Римљани називали *mare externum*. Много доцније укоренио се назив *Oceanus atlanticus* или *mare atlanticum*, и то само за оне делове Атланског Океана који су лежали западно од Шпаније и Северне Африке, дакле за једну релативно узану зону западно, северозападно и југозападно од Гибралтарског Мореуза. Тврђење да се у овом мору налазе опасни плићаци и муљевито дно који чине пловидбу овим крајевима изванредно опасном, па чак и потпуно немогућом, изгледа да су, како каже Борхарт, раширили феничански морепловци из чисто трговачко-конкурентских разлога. Ово схватање било је у античко доба скоро буквално примљено, па га чак спомиње и Аристотело у својој метеорологији.

Стара Атлантида није била, као што каже Платон, острво у Атланском Океану, него се налазила на афричкој средоземној обали, у заливу Габеса, у залеђу Малог Сирта, у једном крају где се поред мора пружа плодна и пространа равница. Ту „једна 50 стадија дуга, уска и дубоко усечена речна долина, Вад ел Мелак („Слана Река“) спаја са морем Шот ел Хамеима („Славно Језеро Извора“). У овом сланом језеру налази се данас једно неприступачно острво пречника 950 метара — 5 стадија. У тој области станује племе Бени Хамама.

Када се арапски називи (*Хамам* — врућ извор) преведу на либоберберски, онда речи „синови извора“ гласе „*Ат-тала*“. По томе би слано језеро, управо Шот ел Хамеима, могло бити Платоново „Атланско Море“, или, још боље, „Море Атланата“.

Шот ел Хамеима одвојен је од великог Шот ел Џерида једним пешчаним насипом. Шот ел Џерид био је у историјско време плован и стајао је у вези са Средоземним Морем, али је данас највећим делом засут песком и непролазан. У време када је био у вези с морем, претстављао је дубок и велики медитерански залив, дуг 200 и широк 80 километара, тако да је, вероватно, носио назив „Море Атланата“. На његовом излазу налазило се Посејдоново Острво; то је, уствари, и познато Херодотово острво *Фла* са чувеним Атениним храмом. Интересантно је да и Диодор спомиње у овом крају неку „велику воду“, која је после једног снажног земљотреса ишчезла, и на место које је остала пространа слана мочвара. Да је Шот ел Џерид некада заиста захватао много веће пространство и да је био у вези са Средоземним Морем, постоје многи геолошки и геоморфолошки докази.

Борхард наводи још много интересантних појединости које иду у прилог његовог схватања историје и катастрофе Атлантиде. Тако, на пример, планина Атлас за коју су знали антички народи, није био данашњи северноафрички Атлас, него велики сахараски масив Ахгар који се у Птоломејево време звао *Мондс Тале*. Херкулови Стубови које спомиње Платон, нису две стене између Гибралтарског Мореуза, него два стуба какви се налазе у свима Херкуловим храмовима. Име *Еунор*, како се звао први становник Платонове Атлантиде, Борхарт изводи из имена претка Бербера — Уенур. Овако се звало, средином прошлог века, и једно берберско племе у овом делу Северне Африке, а и данас се често срета као особено име.

Област шотова богата је и рудама. Ову чињеницу Борхарт доводи у везу са описаним рудним богатством Атлан-

тиде. Тајанствени метал „орехалкос“, могао би бити само месинг, легура бакра и цинка, јер се месинг помиње у овим крајевима још из најстаријих времена. Област шотова богата је, такође, и грађевинским каменом, нарочито врстама пешчара и кречњака лепих боја, затим и еруптивним стенама.

Све су то чињенице које иду у прилог интересантног Борхартовог схватања и тумачења историје и судбине Атлантиде, ма да, у основи оно мења значење скоро целог текста споменутих Платонових дијалога и даје им сасвим други смисао.

Исто је тако интересантно схватање Алберта Хермана, утолико пре што је овај аутор вршио и детаљна теренска испитивања и ископавања у области Шот ел Џерида. У том крају Херман је констатовао несумњиве трагове значајних геолошких промена које су се извршиле у току историјског времена.

У области Ел Џерида постојала је некада једна пространа лагуна, око седам пута већа од данашњег Шот ел Џерида; она је, неко време, била у вези са Средоземним Морем, али се услед лаганог издизања терена постепено претворила у обично слано језеро, и најзад, у данашњи плитки шот. Оаза која је некада лежала на обали ове лагуне и била пристаниште, променила се током времена у данашњу пустињску оазу, док је, раније водом богата Тритонова Река пресакнула, и од ње је постао Уед Хелауф. На некадашњем њеном главном ушћу налази се данас само једно бедно урођеничко насеље од око петнаест сиромашних колиба — село Релесија. Ту постоји и један извор који служи за наводњавање вртова урминих палми и маслина. Канали којима се она спроводи, врло су интересантни, јер то нису обичне воде које долазе од извора и теку нагнутим земљиштем, него местимично веома дубоки канали помоћу којих се вода пробија кроз један брежуљак. По томе се овај систем за наводњавање разликује од уобичајеног начина наводњавања у оазама Северне Африке и изграђен је, свакако, према неком великом плану, веро-

ватно када је насеље било знатно веће него што је данас. По Херману, у овој области постоје и многе друге индиције које указују да је на том месту, или у близини, постојао стари атлански град о коме говори Платон.

Овај аутор, као и Борхарт, са којим се увелико слаже у многим тачкама, полази од чињенице да су се географски називи мењали у току времена и да је „Атланско Море“ било у доба Солона друго од онога у време Платона. Тако је, у почетку, називом Херкулови Стубови, заиста био означаван Гибралтарски Мореуз, али када су Римљани доспели до Северног Мора, онда су Херкулови Стубови померени чак на острво Хелголанд. У Платоново доба то су били само Херкулови олтари на обали Малог Сирта.

Херман обраћа велику пажњу циновским димензијама које Платон даје Атлантиди, њеном главном граду, Посејдоновом храму, централној равници на острву итд. „Равница Атлантиде, која би требало да захвата само десети део Атлантиде, већа је од Туниса; престоница са пречником од 21 км — много је већа од ма којег познатог античког града, а Посејдонов храм био би висок, према Платоновим подацима, као једна египатска пирамида“ — каже овај аутор. Те димензије свакако су преувеличане, јер Атлантида, иако за њу тврди Платон да је била већа од Либије и Азије, није била пространија од Туниса; тобожња пространа равница у централном делу Атлантиде била је, у истини, мала равница на Шот ел Џериду, а Посејдонов град — само оаза средње величине, пречника 700—800 метара. Посејдонов храм био би, према томе, обична античка грађевина ове врсте, можда висок свега три метра. Претеривање у димензијама свих ових објеката долази, свакако, услед тога што је египатска мера »schoinos« преведена директно у грчке стадије, иако је тридесет пута мања од стадија. Ова забуна настала је вероватно при превођењу разговора између египатског свештеника и Солона.

Исто тако Платон се преварио и у хронологији ових до-

гађаја, јер је много вероватније да се катастрофа, која је уништила Атлантиду, десила у XIV или XV веку пре Христа, дакле у једној епохи непосредно пре епохе атинског краља Тезеја, а не 9000 година пре Солона.

Споменуто пустињско насеље Релесиа могло би се, из многих разлога, сматрати за последње остатке старог Посеј-доновог града, разуме се ако је Шот ел Џерид некада био Атланско Море. Дефинитивно решење овог проблема може се очекивати, и поред свих ових индиција, тек пошто у овом крају буду извршена детаљна археолошка ископавања и испитивања целе области.

И многи други аутори тражили су Атлантиду у Африци. Та мишљења, ма колико интересантна, заснована су, већином, на претпоставкама које се тешко могу усвојити. Већ 1868 године Гордон је доказивао да је Атлантида постојала у области Сахаре. Етиен Феликс Берлиу сматрао је да се она налазила у области Атласа, на мароканској обали, између ртова Гира и Нона, преко пута Канарских Острва. Острво које је потонуло услед страховитог земљотреса, могло би бити само једно мало острво у делти Уеда Драа. Што се тиче самих Атланата, Берлиу мисли да су они веома сродни Кел-тима и Пелаззима, и да се њихова власт једно време прости-рала од Велике Британије на северу, до басена Горњег Се-негала на југу, и од Шпаније и Галије на западу, до Тирен-ског Мора на истоку. Људи беле коже, плавих очију и косе, Либијци и Лебуси, праседеоци Либије, ратници који су до-лазили на исток све до Нила, били су, у ствари, стари Атлан-ти. Лебуси су били искусни и храбри поморци; они су се ме-шали са многим, њима сличним расама у приморју Средозем-ног Мора, и нападали су на Египат и Феничане. У току тих борби, вођених скоро три века, цео источни део Средоземног Мора био је претворен у једно пространо ратиште. Најзад су они и њихови савезници били побеђени, а борба о којој је Солону причао египатски свештеник била је баш та борба са старим Атлантима.

По Французу Руу, без обзира где се некада налазила Атлантида, извесно је да заиста постоји једна атланска епоха и атланска цивилизација које треба, највероватније, ставити у раздобље између краја неолитског и почетка бронзаног доба, дакле отприлике између 10.000 и 4.000 година пре Христа. Атлантида није била острво, него се налазила на афричком копну. За време средњег дела, а затим при крају великог леденог доба, простирале су се јужно од Атласа велике лагуне. Оне су полазиле, с једне стране, од обала Средоземног Мора, а с друге, са атланске обале, тако да је, у то време, Северна Африка претстављала велико и плодно полуострво којим су текле многе водама богате реке; данас су њихова корита пресахла, а некада плодни предели претворени у скоро типичне пустињске пејзаже. Доцније, у току историјског времена, углавном услед климатских промена, које се могу поуздано констатовати и у многим другим крајевима Црног Континента, лагуне су се преображавале у слана језера или у баруштине; њихови последњи остаци су данашњи шотови. Пустињски режим захватио је највећи део ове области; плодни крајеви засути су песком, зелене и бујне оазе ишчезле су или су сведене на мала сиромашна насеља у скоро непрегледним пољима песка и стења. Тако је ишчезла некада моћна и велика Атлантида. Ова славна земља није прекривена таласима океана како то тврди Платон и не лежи на дну Атлантика; њу су угушили таласи пешчаних дина.

Лео Фробениус, познати немачки истраживач Африке, нашао је на западној афричкој обали у области Бенина, између Нигера и Атланског Океана, остатке једне прастаре културе, која, како он каже, у многоме потсећа на Платонову атланску културу. По његовом схватању, Платонова прича претставља само сећање на једну прехеленску периоду цивилизације. Према томе, Атлантида би била, донекле, само успомена, али увелико избледела, на једну цивилизацију која је на западним афричким обалама постојала пре грчке епохе у медитеранској области. Та прастара висока цивилизација

била је некада раширена у целом басену Средоземног Мора, али је доцније потиснута младим и новим цивилизацијама, нарочито грчком, које су је замениле. Цитадела Атлантиде претстављала би само сећање и знамење једне регионалне западноафричке цивилизације чији су носиоци били одлични морепловци и трговци.

У Јорубаланду, Фробениус је нашао трагове те цивилизације, знатним делом већ маскиране и прикривене страним утицајима и црначким фетишизмом. Међу најинтересантније предмете, које је овај истраживач открио, спада једна ме сингана биста из Ифа. Она претставља бога мора Олокум: и разликује се у многоме од обичне црначке уметности, и биста и кипова фетиша. У многим другим духовним манифестацијама такође се могу уочити трагови једне прастаре цивилизације која је овамо дошла чак из Западне Азије, а чији су трагови констатовани и на многим другим местима. У овом кућу Црног Континента сачувани су још трагови старе прехеленске митологије и гледања на свет, ма да је преко њих већ превучен вео који увелико заклања суштину те стварности која у наше доба више личи на бајку или можда само сан.

И други су тражили Атлантиду на Црном Континенту, у Сахари, па чак и око Језера Чада, или у великим приморским прашумама, у Либиској Пустини итд.

Питањем Атлантиде занимали су се и окулисти, теозофи, мистичари. За неке од њих Атлантида је заиста постојала у Атланском Океану, у области где је траже и геолози. Они за та своја тврђења наводе чак и геолошке доказе, ма да су закључци, које на основу тога изводе, много смелији него што би се то могло очекивати. По Елиоту и Блаватским, Атлантида је постала спајањем многих острва и полуострва. У пуном јеку свога подизања она је била компактна континентална маса која се пружала између 60° северне и 10° јужне ширине, и 10° и 100° западне дужине. На северу и истоку постојало је по једно велико полуострво, а западно од ње ле-

жала су три мања острва. Пре милион година „град са златним капијама“, престоница Атлантиде, био је изванредно напредна метропола са високим школама, академијама и научним институтима. У њој су, у то време, постојали чак аеростати и авиони! Али је, после једног периода цветања, наступило скоро нагло опадање, затим је дошао први потоп и распарчавање диновског острва. Ова катастрофа догодила се пре 800.000 година. Рушење Атлантиде наставило се и даље, али је тек при трећој катастрофи, пре 80.000 година, ишчезао највећи део копна. Тада је преостало само једно мало острво које су Грци звали „Посејдоново Острво“; оно је ишчезло тачно 9564 године пре почетка наше ере!

Детаљан опис атланске државе, града, цивилизације, њених катастрофа, миграција и њеног утицаја на суседне народе налази се, како тврде окултисти, у књизи Dzyan, чији се један примерак чува у неком тибетском манастиру, а други, изгледа, постоји у Ватикану. Разумљиво је да се до овог последњег примерка не може доћи, али посвећени у ове тајне могу, захваљујући видовитости и концентрацији мисли, да из даљине прелиставају страну по страну ове књиге.

Ово мишљење наводимо само да бисмо показали на какве се све начине покушава да реши проблем Атлантиде. Има још фантастичнијих схватања, „интуитивних сазнања“, чудних мистификација и немогућих решења овог проблема, у чија излагања из појмљивих разлога нећемо ни улазити.

КОНТИНЕНТИ ПУТУЈУ, ОКЕАНИ СЕ ШИРЕ...

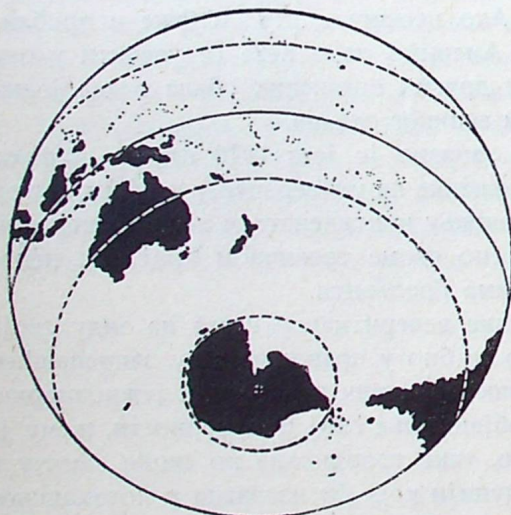


Ако пажљивије загледате, поготову на некој детаљнијој географској карти, афричку и јужноамеричку атланску обалу, лако ћете запазити једну заиста чудну појаву: контуре обала источног и западног дела Атланског Океана толико се међусобно подударају, да сваки истакнути и удубљени део — ртови и заливи — на бразилијанској или аргентинској обали има потпуно одговарајуће удубљење или испупчење на афричкој страни. Ако исечете карту Африке и приближите је карти Јужне Америке, лако ћете се уверити у ову подударност једних и других атланских обала раздвојених непрегледном пучином великог океана.

Ту подударност запазио је још 1910 године Алфред Вегенер, професор геофизике на универзитету у Грацу, аутор чувене теорије о размицању континената и познати поларни истраживач, славан и по своме трагичном крају на недогледним леденим пољима Гренланда.

Посматрајући једне вечери карту света на зиду своје лабораторије, Вегенер је био у правом смислу запрепашћен подударношћу западних афричких и источних јужноамеричких обала. Тражећи објашњење овој подударности, њему је тада пала једна мисао, тако грандиозна по своме замаху и далекосежна по револуцији коју би изазвала у дотадашњем схватању постанка континената и океана, да је и сам сматрао невероватном. Годину дана доцније, разгледајући случајно један од најновијих геолошких радова у коме су били

изложени интересантни и врло убедљиви подаци о некадашњој континенталној вези између Бразилије и Африке, Вегенер се сетио своје старе „фантастичне идеје“, коју је пре годину дана тако олако одбацио. Од тога момента он почиње, грозничаво и са енергијом која је била само њему својствена, да прикупља доказе и материјал за нову теорију о постанку



Данашњи распоред континената и океана. Горња слика претставља „хемисферу копна“ а доња „хемисферу воде“. По Гејзелинку.

континената и океана. Подаци су, међутим, били многобројни, разноврсни, често тако очигледни да се сам Вегенер чудио. У једном предавању које је одржао 6 јануара 1912 године пред стручњацима у Геолошком друштву у Франкфурту на Мајни, званично је изнео своју грандиозну концепцију о хоризонталном померању и путовању

континената. После тога објавио је неколико студија и чланака о овим проблемима, прекидајући рад на својој новој теорији само у току напорних гренландских експедиција по којима је био нарочито чувен у скоро свима научним круговима.

Основу својих схватања и доказа за ову смелу теорију Вегенер је објавио у свом главном делу „*Постанак континената и океана*“, у књизи која је доживела многобројна издања на немачком језику, и која је преведена на скоро све културне језике света.

Подаци изнети у овом одељку наше књиге претстављају донекле извод из појединих делова те у сваком погледу изванредно интересантне књиге.

По Вегенеровој теорији о размицању континената и постанку океана, у давним геолошким временима, пре много милиона година, сви данашњи континенти били су међусобно спојени и градили су једно јединствено пракопно, праконтинент, опкољено са свију страна океаном. Азија, Африка, Европа, Гренланд, Северна и Јужна Америка, Мадагаскар, Аустралија и Антарктида, дакле сви данашњи велики копнени блокови, лежали су један уз други, делимично преплављени, најчешће по ободним деловима, плитким морем. Оно је повремено захватало и пространије делове овог праконтинента распарчавајући га привидно на велика острва.

Такво стање трајало је до половине средњег века земљине историје, до такозване јурске периоде, једног великог геолошког временског одељка познатог нарочито по томе што су у то доба живеле најстарије досад познате птице — археоптерикс и археорнис. Тада је отпочело прво распарчавање овог праконтинента; оно се продужило и даље до краја средњег века земљине историје и наставило кроз нови век, залазећи чак у ледено доба, па се, изгледа, по извесним јасним знацима, донекле наставља и данас.

Распарчавање пракопна извршило се дуж циновских пукотина које су се постепено проширавале, претварајући

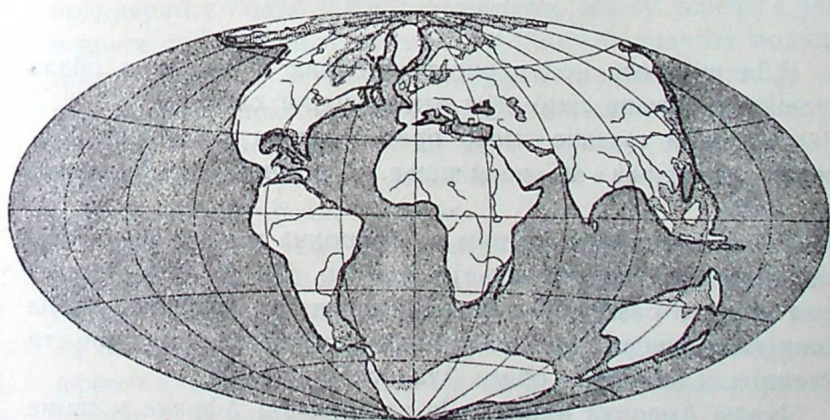
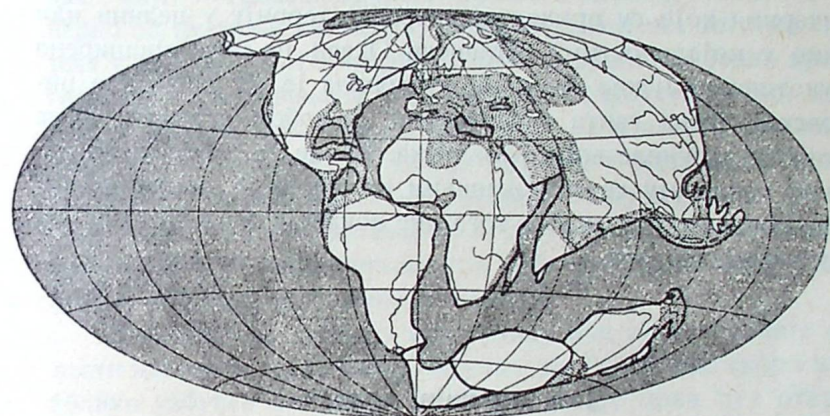
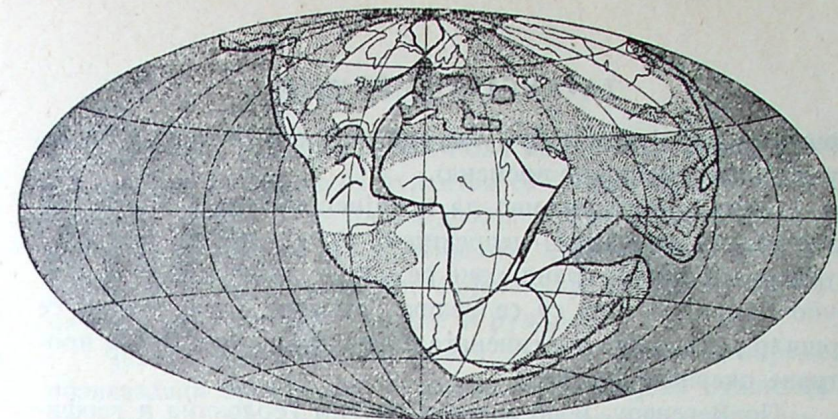
се скоро неосетно у два огромна океана — Атлански и Индијски.

Јужна Америка и Африка лежале су једна поред друге све до кретацејске периоде, дакле до завршног дела средњег века земљине историје. Тада почиње њихово раздвајање, и од тог се времена оба копнена блока постепено удаљавају један од другог као две циновске санте леда.

Северна Америка, Гренланд и Европа почели су да се међусобно раздвајају у новом веку земљине историје, а у северном делу тек у ледено доба.

То путовање континената вршило се изванредно лагано, неприметно, кроз дуго, за нас тешко схватљиво геолошко време чије трајање износи више десетина милиона година, и према чијој дужини историјско време наших држава и цивилизација изгледа скоро као један тренутак.

Иако ни до данас нема ниједне прецизне методе помоћу које би се могло тачно одредити апсолутно трајање појединих геолошких периода изражено у годинама и столећима, ипак се на основу различитих података може поуздано закључити да су скоро сви геолошки временски отсеци заиста били изванредно дуготрајни. Колико је то дуго време, најбоље се може видети из овог интересантног упоређења које је дао чувени природњак Ернст Хекел: — Ако замислимо да укупно временско трајање геолошког развића Земље износи свега 24 часа — од поноћи једног до поноћи другог дана, — онда прастаром добу (архајској и алгонкијској периоди) одговара релативна дужина од 12 часова и 30 минута; оно је, дакле, трајало до 12,30 часова. Стари век земљине историје (палеозојик) не би, у овом случају, био дужи од 8 часова, и, према томе, трајао је до 20,30 часова. Средњи век још је краћи — трајао је свега од 20,30 до 23,15 часова, а нови век није трајао дуже од око три четврти сата — од 23,15 до 23,58 часова. Последња два минута одговарала би трајању леденог доба, чија дужина, уствари, износи око 700000 година, а последњих 5 секунди тога геолошког дана одговарало би



Горњи карбон — Еоцен — Старији квартар
Раздвајање континента од општег пракоонтинента. Шрафама је означена дубокоморска област, тачкицама област плитког мора. По Вегенеру.

правом историјском добу (упореди цифре и таблицу у одељку о тајни геолошког времена).

Сасвим је разумљиво да и најнеприметнија померања, само ако су се вршила непрекидно, могу дати, кроз толико дуго време, заиста грандиозне резултате. Због тога је и потпуно природно што су се велике прслине, дуж којих се вршило размицање континената, претвориле, на крају, у простране океанске басене.

По Вегенеру, и по многим другим геолозима и геофизичарима који су прихватили његову теорију у целини или само у појединостима, Атлански Океан је само проширена пукотина, а Јужна Америка отпловила је на запад као циновска ледена санта остављајући за собом огроман амбис који су испуниле воде Атлантика. Ивице те гигантске пукотине поклапају се са данашњим источним и западним обалама овог океана, и због тога оне показују тако јасно истакнуту подударност.

Још чуднији докази...

Да није ова подударност источних и западних обала Атланског Океана само игра неког чудног случаја?

Није ли сувише смело претпоставити могућност оволиког померања и размицања огромних континенталних маса?

Ова два питања сасвим су природна и на своме месту, нарочито када их постављају геолози, јер је прва Вегенерова идеја о размицању Јужне Америке од афричког копна поникла, у основи, на основу чисто географске подударности источних и западних обала Атланског Океана.

Јужна Америка највише је удаљена од Африке у своме јужном делу где ширина Атланског Океана износи око 6220

километара, а између рта Сан Рока на бразилијанској страни и Камеруна на афричкој Атлантук се сужава на 4880 километара. Ма да између једног и другог копна лежи непрегледна океанска пучина, на оба континента, данас толико међусобно удаљена, постоји читав низ појава које доводе у забуну и најискусније теренске геологе и рударе.

Чувени јужноафрички геолог ди Тоа, један од најбољих познавалаца пространих и рудоносних крајева Јужноафричке Уније — Трансвала, Капа, Орања, Родезије и области северно од пустиње Калахари, затим дијамантима богатих крајева у Немачкој Југозападној Африци, вршио је једно време геолошка испитивања и у Бразилији. Резултате својих марљивих истраживања, често скопчаних са изванредним напорима и опасностима, ди Тоа је објавио у познатој студији „Геолошко упоређење Јужне Америке са Јужном Африком“. Ова књига, као што наглашава и сам Вегенер, претставља, у основи, збир изванредних доказа који потврђују његову теорију о постанку континената и океана.

Залазећи све дубље у неиспитане или слабо познате области источног дела Јужне Америке, ди Тоа је био скоро исто толико узбуђен колико и Вегенер када је први пут открио подударност обала Јужног Атлантика, јер су терени с једне и друге стране океана показивали такву фрапантну подударност у грађи и осталим геолошким особинама, да је овај истраживач у правом смислу речи био запрепашћен. Поводом тога он сам наглашава, да му је често било веома тешко да замисли да се налази у Јужној Америци а не у Капу или другим областима Јужне Африке.

Као што се контуре обала подударају на географским картама, тако се и геолошка грађа терена с једне и друге стране Атланског Океана међусобно слаже, и то чак толико да се добија утисак као да се обе области, бразилијанска и афричка, настављају и непосредно спајају преко океанске пучине и да између њих нема прекида.

Колико су чињенице које је у овој упоредној студији

једних и других терена изложио ди Тоа биле нове и чудне, најбоље се види из саме Вегенерове изјаве дате поводом њеног објављивања: „Морам да признам, каже Вегенер, да је ова књига учинила на мене изванредан утисак, јер се нисам ни усуђивао да помислим да између ова два континента постоји тако потпуна геолошка подударност“.

Ово подударање у геолошкој грађи једних и других области спомињу и други истраживачи. Тако, на пример, Кај-дел, у једном своме раду о геолошком саставу и другим особинама аргентинских планина, нарочито подвлачи да у сие-рама провинције Буенос Аирес постоје геолошке формације врло сличне са извесним формацијама у области Капа у Јужној Африци. У том терену могу се реконструисати стари планински венци који се простиру кроз јужни крај афричког континента и настављају се на копну Јужне Америке јужно од Буенос Аиреса, па се, затим, повијају према северу прикључујући се пружању андских планинских ланаца. Велике сличности постоје, даље, између простране кристаласте бразилијанске табле, састављене претежним делом од гнајсева, од стена које су по минералолошком саставу сличне гранитима, и афричких кристаластих терена на другој страни океана. Упоређујући састав једне и друге области, Х. А. Брауер утврдио је велику подударност у пет разних група стена (стари гранити, млађи гранити, алкалне еруптивне стене, вулканске стене јурске старости и интрузивни долерити, кимберлит, алноит итд.). У овом погледу нарочито су интересантни млађи гранити у провинцији Минас Герес и Гојаз, затим у области Сао Паоло. У овим гранитима налазе се богате златоносне жице. Слични гранити постоје у Херероланду и Дамараланду у Јужној Африци, затим у Трансвалу. Од свих споменутих стена нарочито су интересантне две врсте: кимберлит и алноит, јер се у њима у Јужној Африци, нарочито у Кимберлеју, а исто тако и у Бразилији, налазе дијаманти у такозваним „димњацима“, нарочитим вулканским кратерима постављеним при једној јединој експлозији гасова који су пробили

канал и избацили у вис разбијени стеновити материјал од кога се на површини образовао кружни бедем око вулканског канала.

Од осталих геолошких појава нарочито су интересантне извесне ледничке творевине. При крају старог века земљине историје, у завршном делу карбонске и у првој половини пермске периоде, на јужној земљиној хемисфери постојали су моћни и пространи ледници чији се трагови још и данас јасно распознају у Јужној Африци и Јужној Америци. У Јужној Африци ове творевине се издвајају као чувена „каруформација“, а у Бразилији поглавито као серија Санта-Катарине. На великом пространству налазе се, и у једној и у другој области, изглачане стене преко којих су некада прелазили ледници. На тим углачаним површинама има делова изобразданих стенама које је носио глечер и којима је стругао своје дно. На многим местима постоје велике масе валутака (конгломерат Dwyke у Јужној Африци и тз. орлеански конгломерат у области Санта Катарине и Рио Гранде до Сул у Бразилији), за које се, с много разлога, сматра да су старе ледничке морене. У тим конгломератима има валутака од стена које се не налазе нигде у близини места где данас леже ови конгломерати. Ти валуци су донети ледницима из неке удаљене области. Једно време сматрало се да извесни од њих, нађени у бразилијанској области, воде порекло чак из Јужне Африке, што би био један од најочигледнијих доказа о некадашњој непосредној вези два континента.

Ову подударност у геолошкој грађи једне и друге области потврдили су и многи други истраживачи. Геолог Мак, који је прошао преко терена Минас Гереса до Паранахиба, каже у једној својој студији о овоме путу: „Ко познаје Јужну Африку, за њега је геолошка грађа овог бразилијанског предела изненађујућа. На сваком кораку облици терена потсећали су ме на оне у Трасвалу и Намаланду, а серија слојева од којих је овај предео био изграђен потпуно је одговарала слојевима Јужне Африке“.

Као нарочито интересантну и значајну чињеницу треба навести и овај карактеристичан податак: Фалкландска Острва, иако леже близу обала Патагоније, око 400 километара источно од Магеланова Мореуза, показују много већу сличност, у геолошком саставу, са Јужном Африком него са Огњеном Земљом, ма да су удаљена око 6000 километара од Капланда. Осим тога, постоји и читав низ других геолошких доказа о одвајању Јужне Америке од Јужне Африке.

Када би данашњи Алпи били пресечени од севера ка југу једном огромном пукотином, и ови делови размакнути један од другог више хиљада километара, сваки искуснији геолог могао би, познавајући састав и структуру једног и другог дела, да реконструише њихов првобитни положај. По Вегенеру, Јужна Америка и Африка могу се упоредити са две половине једне исте посетнице.

Треба ли већих доказа од ових. На источној и западној обали Атланског Океана налазе се исте стене; њихови међусобни односи скоро су подједнаки. Обадве обале одликују се, према томе, приближно једнаком грађом и истоветном структуром. Овим особеностима не истичу се само терени непосредно поред обале; истоветне или више мање сличне формације постоје дубоко у унутрашњости афричког и бразилијанског копна. Дијамантска лежишта Кимберлеја и Јужне Америке налазе се у потпуно истим стенама и јављају се на исти начин; белих дијаманата има само у бразилијанској провинцији Минас Герес и у Јужној Африци само северно од Орања. Стари планински венци на бразилијанској страни имају своје непосредно продужење на афричкој. Ако се геолошке карте ова два континента приближе, подударност у пружању планинских бора скоро је очигледна. Формације које изграђују простране крајеве западних делова Јужне Америке сличне су са формацијама које постоје пет или шест хиљада километара даље на истоку, у Капланду, Калахариу, Анголи, на ободу басена Конга итд.

Поред ове истакнуте подударности у саставу и струк-

тури терена с једне и друге стране Атланског Океана, постоје још и многи други докази за Вегенерову теорију. Од њих су нарочито интересантни они који се односе на географско распрострањење старих, изумрлих животиња и биљака. Истоветни копнени кичмењаци нађени су у области реке Паране, у Јужној Америци, и на Капланду и западно од пустиње Калахари у Африци. У том погледу нарочито је важан род гмизаваца *Мезозаурус* из завршног дела старог века земљине историје. Ти пермски гмизавци били су прилагођени на живот у води; по спољашњем облику донекле су слични крокодилима, ма да се од правих крокодила разликују многим важним одликама. Од реда *Мезозауриа* позната су свега два рода: *Стереостернум* и *Мезозаурус*, оба из перма Африке и Јужне Америке. Они су живели дуж морских обала и на обалама великих сланих језера. У грађи њихове лобање постоје извесне црте карактеристичне за групу изумрлих морских гмизаваца ихтиозаура (риба-гуштера), који су нарочито значајни за средњи век земљине историје. Неки палеонтолози сматрају да овај изумрли пермски рептилски ред претставља гмизавце од којих воде порекло прави ихтиозаури.

Интересантан је такође и случај са флором острва Хуан Фернандез близу чилеанске обале. Флора овог острва не показује никакву сродност нити сличност са флором чилеанске обале; напротив, она је веома слична са флором Новог Зеланда и неких других тихоокеанских и антарктичких острва. Због тога изгледа, судећи по свему, да се Јужна Америка приближила овом острву тек недавно, разуме се геолошки речено, тако да за измену и мешање флоре није било довољно времена.

Одвајање Северне Америке

Споменули смо већ да се Северна Америка одвојила од Гренланда и Европе дуж једне велике пукотине која се јужно од острва Гренланда рачва на два дела. Ово размицање, према извесним подацима, врши се и данас: Северна Америка се удаљује ка западу; на основу неких мерења ово размицање износи око 32 сантиметра годишње, док Гренланд путује много брже — око 20 метара.

Ако се детаљније загледају обале северног дела Атланског Океана, може се, такође, утврдити јасна подударност између њих, ма да на први поглед ово слагање није онако истакнуто као у јужном делу Атлантика.

Три велике зоне старих планинских венаца избијају у Европи и Северној Америци на атланске обале и ту се нагло прекидају. Најјужнији од њих, тзв. арморички венац, који је постао у периоди каменог угља, избија, као што смо раније видели, на источну атланску обалу у Бретањи, Јужној Енглеској и југозападној Ирској. Његово непосредно продужење с ону страну океана чине крајњи североисточни огранци Апелашких Планина у Новој Шкотској и у југоисточном делу Њуфундленда. Северно од ове зоне налази се, у Норвешкој и Шкотској, један још старији планински систем, тзв. Каледонске Планине; оне се, такође, нагло прекидају на атланској обали. На територији Канаде њима одговарају старе, највећим делом већ заравњене планине, постале у исто време и саграђене од истих или врло сличних стена као и Каледонске. Оне се, када се геолошке карте ових терена приближе једне другој, настављају скоро непосредно једнз у другу. На Хебридима и у Северној Шкотској постоји један систем још старијих планина којима на америчком тлу одговарају прастаре планине Лабрадора и Канаде.

Супротно Термиеу и другим геолозима, који сматрају да се делови ових старих планина, који су спајали венце на

америчком тлу са венцима на европском тлу, данас налазе на дну Атланског Океана где лежи и потопљено Североатланско Копно, Вегенер тврди да су се, аналого ономе што се десило са Јужном Америком и Африком, само размакли дуж циновске пукотине која се постепено проширила у океан.

Једна од изванредно интересантних чињеница која указује на то да се одвајање Северне Америке, Гренланда и Европе извршило тек у леденом добу вероватно чак и при крају леденог доба, јесте подударност крајње јужне границе распрострања морена из леденог доба у Европи и Северној Америци. Ако се реконструише положај који су у леденом добу имале Северна Америка и Европа, онда се границе крајњих чеоних морена потпуно поклапају и настављају једна у другу, ма да данас линија максималног распрострања северноамеричког инландајса лежи за 4° и $30'$ јужније него у Европи. Ове границе омогућују да се реконструише, за сваку област засебно, територија која је за време максималног ширења леденица била покривена леденим покривачем. Тај ледени покривач може се упоредити са инландајсом који данас покрива антарктичко копно и Гренланд.

Ова подударност граница северноамеричког и европског инландајса утолико је чуднија што су крајње тачке ове линије данас раздвојене пучином северног дела Атланског Океана и размакнуте око 2500 километара једна од друге. Када се оба континента приближе један другом, онако како то замишља Вегенер, границе ширења некадашњег северноамеричког и европског инландајса поклапају се потпуно.

Треба још напоменути да се распарчавање и раздвајање велике континенталне масе у северном делу Атлантика извршило на сложенији начин него размицање Јужне Америке од Африке. То се, углавном, извршило дуж сложеносистема пукотина као што се то види на слици.

Постанак Индијског Океана

Предња Индија, Аустралија и Антарктик почели су да се размишу од циновског праконтинента нешто раније него Јужна Америка, — већ у јурској периоди. Уколико је ово раздвајање одмицало, утолико се ширио Индијски Океан. У првој фази он је био ограничен на једно дугачко и узано море које се пружало у меридијанском правцу између Индије и Африке. Као најстарији део Индијског Океана могао би се донекле сматрати један дубок залив између Аустралије и Бенгалског Залива.

При путовању континената ка западу нису се сви делови подједнако одмицали: мањи континентални делови или њихови одломци заостајали су иза великих блокова. Тако су се од источног дела азијског континенталног блока одвојили низови острва; на тај начин су заостали Мали и Велики Антили иза средњеамеричког континенталног блока; Цејлон иза Индије; Мадагаскар иза Африке итд. Крајњи делови континената који су, ако се можемо тако изразити, зашиљени у меридијанском правцу, заостају иза главне копнене масе која се креће ка западу. Због тога је јужни крај Гренланда повијен ка истоку, и због тога се Огњена Земља са низом острва која се простиру ка Антарктику, скоро лучно повија ка истоку.

То је, углавном, Вегенерово схватање постанка континената и океана кроз изванредно дуго геолошко време. Оно што је главно за нас у овом случају, то је да, по Вегенеровом схватању, ни у јужном ни у северном делу Атлантика није потонуо никакав велики континент, као што то претпостављају многи геолози, и океан је постао директним размицањем великих копнених блокова који су некада градили један огроман праконтинент опасан са свију страна праконтинентом.

Таква је била судбина, по Вегенеровом схватању, циновског континента Гондване.

Споменули смо већ напред да многи геолози сматрају да је у ранијим геолошким временима, нарочито при крају старог и у почетку средњег века земљине историје, постојало једно пространо копно — континент Гондвана или Гондваниа —, које је обухватало Бразилију, Екваторијалну и Јужну Африку с Мадагаскаром, Предњу Индију, а вероватно и Антарктиду. Од горњег дела периоде каменог угља (карбонске периоде) до јурске периоде, формирале су се на свима овим просторијама моћне наслага аналогних континенталних седимената — разних наслага ствараних на површини континената —, у којима се, што је нарочито значајно, налазе остаци истоветних копнених биљака каквих у другим областима нема.

Ту леже, преко старијих слојева, често интензивно убраних и са заравњеним старим рељефом, прво леднички талози — седименти формиран под непосредним дејством некадашњих пространих ледених маса и глечерских река. Преко њих долазе дебеле серије слојева у којима су нађени остаци копнене флоре, поглавито врсте давно изумрлих папрата. Међу њима нарочито су карактеристична два фосилна рода — *Glossopteris* и *Gangamopteris*. По првом роду, ова флора добила је назив „глосоптеријска флора”.

У Предњој Индији, која, скоро на целом пространству јужно од реке Ганга, претставља један огроман стари масив, налазе се на више места дебеле серије континенталних седимената формације Гондване, тако названи по провинцији Гондвани на висоравни Декану, где су те формације најбоље развијене. У тим слојевима нађена је глосоптериска флора, а у основи серије леже старе ледничке морене.

У Африци, слојеви потпуно аналози формацији Гондване у Индији, познати су под именом формације Кару. Ово име добили су по провинцији Каггоо јужно од реке Орања у Јужној Африци, одакле се непосредно настављају у област

Басутоланда. У овим полупустињским крајевима слојеви Кару-формације достижу укупну дебљину од око 8000 метара, и у њима се могу издвојити четири дела, или четири ката како их називају геолози.

Овакве или врло сличне серије налазе се и у другим областима Црног Континента, око реке Замбези, у Белгијском и Француском Конгу, у Анголи, затим у Италијанској Сомалији и Абисинији. На Мадагаскару постоје такође старе континенталне серије аналоге серији Каруа; и у њима је нађена глосоптериска флора.

У Аустралији, нарочито у области Новог Јужног Велса, у басену реке Хантер, преко старих кристаличних стена леже слојеви једне серије дебеле око 750 метара. Међу седиментима те серије нарочито су карактеристични конгломерати са зарезаним и искрцаним облацима. Они су несумњиво флувиоглациалног порекла и, према томе, одговарају моренама у Индији, Африци и Јужној Америци. Преко ове серије долазе слојеви са глосоптериском флором, итд.

У целом источном делу Јужне Америке значајно распрострањење има формација Кару, нарочито у Парани и Санта Катарини у Јужној Бразилији. И ту се налазе стари леднички талози, слојеви са угљем и глосоптериском флором, затим са остацима мезозауруса. На Фалкландским Острвима констатована је иста формација.

Из оваквог распрострањења континенталних формација ствараних кроз толико дуго геолошко време, јасно се види да су пространи делови Африке, Предње Индије, Мадагаскара, Аустралије и Јужне Америке са Фалкландским Острвима имали, више или мање, истоветну историју: крајем карбона огромне ледене масе, — слично леденим калотама које су током плеистоцена покривале знатан део Европе и Северне Америке —, рашириле су се преко великих површина ових континенталних просторија. После њиховог топљења и ишчезавања, развила се на великом пространству глосоптериска флора чији су остаци на многим местима послужили за ства-

рање знатних слојева угља. После тога клима је постала сувља, местимично чак и права пустињска.

Све ове чињенице довољне су да се скоро без икакве резерве тврди како је у то време постојало огромно копно Гондвана чији су неки делови потонули и леже данас на дну Атланског и Индиског Океана. Нарочито је карактеристична појава великог залеђавања у исто време на свима данашњим остацима Гондване: у Јужној Африци, Мадагаскару, Бразилији, Предњој Индији, Аустралији. Ова чињеница је утолико загонетнија што су у то време у алпијској геосинклинали, и скоро на целом пространству Старог Средоземног Мора, таложени слојеви и стварани спрудови од алга, корала и других морских организама на основу којих се поуздано може закључити да је у тим областима клима била много топлија, местимично чак и тропска. На острву Тимору холандски геолог *Герт* нашао је старе коралске спрудове стваране за време пермске периоде, док на суседној аустралијанској обали постоје пермске морене!

Све су то чињенице на основу којих се мора, чак иако се не усвоји Вегенерова теорија, сматрати да су поједини делови некадашњег континента Гондване раније лежали много јужније него што су данас, и то свакако у области некадашњег јужног пола, и да су током времена морали да се помере бар ка северу.

Путовање Предње Индије према северу било је од изванредног значаја за даљи ток историје Старог Средоземног Мора. Она је, при своме кретању према азијском континенталном блоку, потискивала седimente таложене у геосинклинали Старог Средоземног Мора, убрала их и издигла у високе планинске венце џиновских Хималаја.

Како путују континенти?

На који начин и под дејством којих сила могло је да се изврши овакво циновско померање и необично, скоро фантастично путовање великих континенталних маса?

Да бисмо одговорили на ово питање, потребно је да се упознамо са извесним од најглавнијих чињеница о саставу земљине коре, о грађи континенталних блокова и о структури океанског дна.

На основу различитих, често веома сложених испитивања, геолози и геофизичари утврдили су да се континенти састоје од лаких стена и да се по многим особинама разликују од океанског дна.

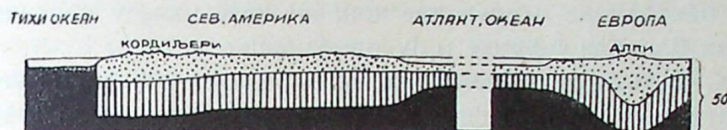
Горњи слој, који називају често и гранитском кором, састављен је претежним делом од два елемента: силициума (Si) и алуминиума (Al). По овим елементима гранитска кора означава се и као зона „Sial“. Разуме се да у њен састав улазе и све седиментне стене из површинског дела земљине коре.

Испод овог слоја лежи други, гушћи, тежи, тзв. „Sima“, слој који се састоји претежним делом од елемената силициума и магнезиума (Mg). По петрографским особинама овај доњи слој је базалтно-габроидног састава.

Горњи слој, „Sial“, различите је дебљине на појединим местима. У Европи, нарочито у области која лежи испод Алпа, знатно је дебљи него у суседним крајевима. Испод Алпа доњи слој „Sima“, повија се и као да гради једно циновско корито. Оба слоја се истањавају уколико се иде ка Атланском Океану, а испод Тихог Океана постоји само доњи слој у облику једне танке превлаке која гради океанско дно, местимично покривено танком љуском таложних стена.

Дебљина првог слоја износи 15—25 километара, а доња граница другог лежи на дубини од 40 до 60 километара. Специфична тежина првог слоја достиже око 2,7, док је

други нешто гушћи — око 2,95. Испод доње границе „Sima“-слоја почиње „перидотитски омотач“, састављен од стена богатих оливином; његова специфична тежина износи око 3,3 а доња граница лежи на дубини од око 1200 километара испод споменутог „Sima“-слоја.



Грађа земљине коре. Тачкицама је означен први слој, вертикалним цртама други, а црним тежки доњи слој на коме пливају континентални блокови. По Ритману.

Горња два слоја, састављена од лакших стена, пливају као диновске санте леда — знатним делом зароњени у перидотитски омотач из којег виरे просечно за око пет километара — по овом течном слоју. Изложен огромном притиску и дејству високе температуре, перидотитски омотач се налази у некој врсти пластичног стања, тако да је, с обзиром на ове његове особине, кретање континенталних блокова зароњених у њему сасвим могуће.

Кретање континенталних блокова врши се услед земљине ротације и центрифугалне силе која се јавља услед земљиног окретања. Делови који леже на полутару или близу њега, брже се крећу од делова који се налазе на већим географским ширинама.

Крећући се ка западу, обе Америке стиснуле су и збиле морске седimente наталожене кроз изванредно дуго геолошко време у старој циркумпацифичкој геосинклинали. Она је лежала између америчких континената и старог, укоченог и стабилног дна Тихог Океана. Под овим потиском, слојеви су се издигли високо у огромне планинске боре. На тај су начин постали Анди.

Вегенер није био сам...

Интересантно је напоменути да Вегенер није био први ни једини који је приметио подударност источних и западних јужноатланских обала, и који је претпоставио постојање некадашње непосредне копнене везе између континенталних блокова Африке и Јужне Америке.

Х. Ветштајн помиње већ 1888 године, у једном интересантном и донекле фантастичном раду објављеном у Цириху, хоризонтално померање континената и њихово кретање ка западу. Амерички астроном Пикеринг претпоставио је још 1907 године, опет на основу подударности атланских обала, да се Америка одвојила од европско-афричког пра-континента и отпутовала на запад, али да се то издвајање извршило много раније него што то Вегенер претпоставља. Оно стоји у вези са одвајањем Месеца од Земље, и данашњи Тихи Океан претставља депресију која је настала када се од Земље одвојио наш сателит.

Ф. Б. Тејлор, у једном раду објављеном 1910 године у Билтену Америчког геолошког друштва, сматрао је да су при стварању најмлађих веначних планина Земље знатну улогу имала и хоризонтална кретања копнених блокова. Занимљиво је да се његово схватање о удаљавању Северне Америке од Гренланда поклапа скоро потпуно са Вегенеровим мишљењем. Што се тиче Атланског Океана, Тејлор претпоставља да је, у ствари, само један његов део проширена пукотина, док је остала, много већа површина створена тоњењем пространих копнених делова који данас граде велики подморски средњеатлански гребен. Због ове подударности у идејама о постанку Атланског Океана, амерички геолози називају теорију о померању и размицању континената Тејлор-Вегенеровом теоријом.

Разуме се да постоје и многи други подаци који уопште не иду у прилог Вегенерове теорије, па чак и многи који

јасно говоре против ње. Ниједан од њих, међутим, није такве природе да би се ова у потпуности могла одбацити, као што не постоје ни аргументи на основу којих би се теорија о размицању континената могла у потпуности прихватити.

Својом теоријом, грандиозном у целини и генијалном по општем схватању геолошке историје континената и океана, Вегенер је извршио праву револуцију у геолошким наукама и отворио читав низ нових и значајних поља истраживања, поставио нове проблеме и дао подстрека за безброј нових и интересантних радова.

Тиме је стари проблем о перманентности Тихог Океана постао поново актуелан, као и проблем о перманентности великих континенталних маса.

Херојска смрт Вегенера на пространим белим пољима вечног гренландског леда прекинула је његов даљи рад на скупљању нових доказа и на општем разрађивању ове теорије. Несумњиво је да би он, на основу нових детаља скупљених у току последњих десет година у многим деловима света, нешто изменио и нешто употпунио своју теорију, давши јој још прецизнији облик. Тај посао наставили су многи други, његови ученици и следбеници, и велики број његових једномишљеника међу научницима целог света.

КАКО ИЗГЛЕДА ДНО АТЛАНСКОГ ОКЕАНА

Бродови који путују из европских или афричких лука за америчка пристаништа, данима се пробијају кроз таласе једне недогледне водене пустиње. По нека морска птица, галеб или олујна ластва, по неки делфин или пераје морског пса, који се шуња око брода, прекида ову монотонију неба и воде. Пучина изгледа потпуно изумрла и често, нарочито када је облачно, личи на тешко истопљено олово.

Иако је вода прозирна као кристал, ма колико се нагињали преко палубе нећете видети ни трага од дна. Оно лежи дубоко доле у мрачним дубинама океанске воде, хиљадама метара испод површине, у регионима вечне ноћи чија се тама не може упоредити ни са најмрачнијом облачном ноћи.

У прозирним тропским водама Атлантика бела плочица назире се још у дубинама од 50 метара. Ако се спусти ниже, губи се сасвим као да је ишчезла потпуно или да уопште не постоји. Нешто дубље може допрети гњурац; у најмодернијим челичним оклопима какви данас постоје, он би могао да доспе и до 200 метара. Чувени биолог и истраживач В. Биб успео је, у нарочитој металној лопти — батисфери, да се спусти до 937 метара испод површине. То је највећа досада постигнута дубина. У тим океанским регионима Биб је открио један нов, дотле непознат свет чудних морских организама идеално прилагођених на вечни мрак и циновске притиске који тамо владају. Да би нешто детаљније видео

кроз окна батисфере, Биб је морао да осветљава океанске дубине великим рефлекторима. Најзначајније је, међутим, да ниједна шетња овом лоптом по целом Атлантику ипак не би дала скоро никакву слику о рељефу његовог дна, јер оно лежи највећим делом хиљаду и више метара испод површине и недостижно је за директна проматрања. Такав начин испитивања тешко да ће и у будућности, при много усавршенијим техничким средствима, пружити неке детаљније податке и омогућити значајније закључке, јер пространи делови атланског дна леже на дубинама од 6000 и више метара, у дубинама где на сваком квадратном сантиметру постоји притисак од 600 и више атмосфера.

Некада се сматрало да дубина мора и океана расте идући од обала ка њиховим средишним деловима где је највећа, и да се дно, почев од обала, постепено спушта. По томе схватању океанско дно је више или мање равно, засуто муљем, шљунком, песком, вулканским пепелом, без неког истакнутог рељефа, монотono и слично донекле пространим равницама или висоравнима на земљиној површини. И доцније, половином прошлог века, када су била предузимана извесна мерења, слика океанског дна била је још вазда лажна, јер се знало за тачну дубину изванредно малог броја тачака. Каква је то престава о рељефу океанског дна, најбоље се види из овог упоређења: извесно је да бисмо о рељефу Балканског Полуострва имали савршено лажну слику када би сви наши закључци почивали само на познавању висине три коте, на пример Авале, једне тачке у Софијској Котлини и неког брда у Албанији.

Тек 1857 године, када се отпочело са постављањем првих подморских телеграфских каблова између Европе и Северне Америке, дну Атланског Океана обраћена је већа пажња. Да би се поставио кабл, потребно је знати тачну дубину дуж линије на којој се он поставља. Та прва систематска мерења дала су читав низ изненађења за тадашње океанографе. После тога наступа доба великих океанографских

експедиција у којима се постепено систематским испитивањима продубљавало познавање пространих океанских региона. Мерење дубина било је тада веома споро, и трајало је по више сати, јер се до дна спуштао конопач на чијем се крају налазио метални тег; одмотавање и поновно намотавање кабла трајало је каткад и десет часова, тако да је цео посао текао врло споро. Због тога су експедиције које су проводиле релативно дуго време у непрекидном и напорном раду на пучини, прикупљале сразмерно мало података о морским и океанским дубинама.

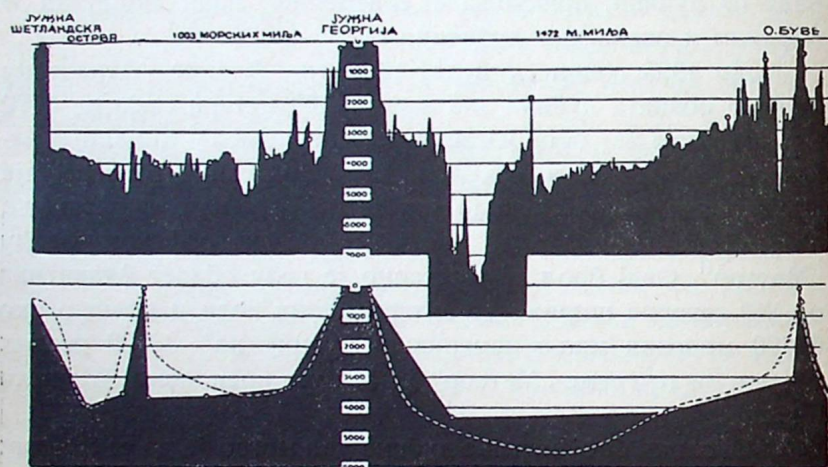
До 1925 године у целој области Јужног Атлантика била је позната дубина дна испод 1000 метара само на 3000 тачака. Иако тај број изгледа велики, ипак су подаци о рељефу дна били врло оскудни. Прецизна слика топографије дна Атлантика добијена је тек после мерења и испитивања извршених на чувеном немачком океанографском броду „Метеор“. Овај брод прокрстарио је целу област Атлантика од 20° северне ширине до антарктичких вода и прешао око 67500 морских миља измеривши дубину на 33000 разних тачака; за то време „Метеор“ је 14 пута препловио Атлански Океан.

Оволики број мерења дубина дна могао је да се изврши за непуне две и по године захваљујући једном новом начину рада. Уместо кабла који се релативно споро одмотава и после замотава, употребљен је ехолот, проналазак немачког физичара Бема; то је апарат који помоћу звука мери дубину морског дна. Израчунавање се врши на тај начин што се одређује време које је потребно да звук доспе до дна и да се, одбијен од њега, поново врати до брода. Пошто се зна брзина простирања звука кроз воду и време које је прошло од момента када је звук емитован, мери се дубина дна.

Овакав начин мерења морских дубина одликује се читавим низом изванредних преимућстава. Мерење се врши и када је брод у пуном покрету, по сваком времену, дању и ноћу, по најснажнијим бурама када је скоро немогуће одр

жати се на палуби, по магли, и уопште у приликама под којима се раније није могло ни помислити на рад на одређивању морских дубина.

Простирање звука кроз воду пет пута је брже од брзине којом се звук шири кроз ваздух; оно износи око 1500 метара у секунди. Нарочити хронометар, који је у стању да прецизно измери и један хиљадити део секунде, региструје



Профил кроз Атлански Океан између Јужних Шетландских Острва и острва Буве: Горе, профил израђен на основу 2485 мерења дубине која су извршена на броду „Метеор“, а доле, на основу ранијих 15 мерења.

време од тренутка када је звук емитован до момента када пријемни апарат на броду прими његов одјек са дна. Време добијено на тај начин подели се са два и добијени резултат помножи са 1500. Тако, на пример, ако је од момента када је звук послан до момента када је примљен одјек протекло две секунде, онда дубина морског дна на томе месту износи: $2 : 2 = 1$; $1 \times 1500 = 1500$; океан је на томе месту дубок 1500 метара.

ДНО АТЛАНСКОГ ОКЕАНА

Брзина простирања звука кроз воду зависи од њене температуре, садржаја соли и притиска, што значи да се у разним дубинама звук простире разним брзинама. Али ова отступања од средње брзине која износи 1500 метара у секунди практично су безначајна, јер када се ради о дубинама од неколико хиљада метара грешка од 2—3 метра, у ствари нема никакав значај. У последње време за мерење океанских дубина употребљава се и ултразвук уместо обичног звука.

33000 тачака које је у овом делу Атлантика измерио „Метеор“, довољне су да се добије јаснија претстава о рељефу дна Атланског Океана. Колики је успех постигнут испитивањима вршеним на „Метеору“, најбоље се види ако се упореди стара карта дубина Атлантика коју је издао 1891 године Х. Бергхаус са модерним рељефом атланског дна израђеним према мерењима „Метеора“.

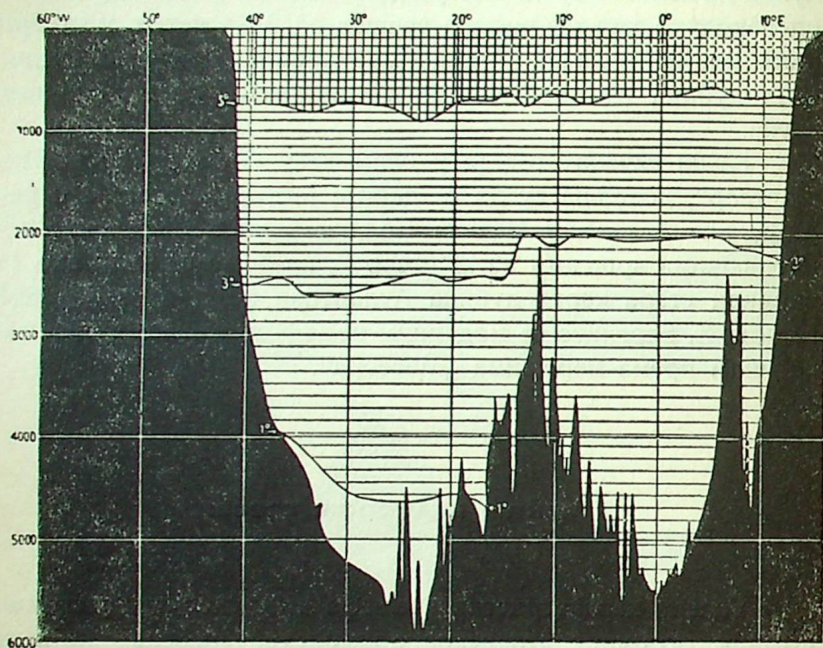
Атлански подморски гребен

Главна карактеристика рељефа атланског дна јесте постојање огромног атланског подморског гребена који се пружа целом дужином океана, од северних, арктичких региона до антарктичке области на југу. Западно и источно од гребена простиру се дубоки делови Атлантика, простране корутине и океански амбиси чије дно лежи у вечном мраку још вазда мало познатих дубинских региона.

Атлански подморски гребен може се упоредити са циновским планинским венцем који лежи на дну океана. Поједине његове тачке достижу висину Алпа, јер се гребен издиже са дна дубоког просечно око 5000 метара за 2000—3000 метара, а са неких његових делова избијају чак изнад површине узани и шиљати врхови — вулканска острва: Азор-

ТАЈАНСТВЕНА ЗЕМЉА

ска, Св. Павле, Асансион, Тристан да Куња, Гуг, острво Буве. У извесним деловима гребен је широк више од 3000 метара, а на целој дужини која износи више од 20.000 километара, прекинут је само на два места, и то у централном делу.

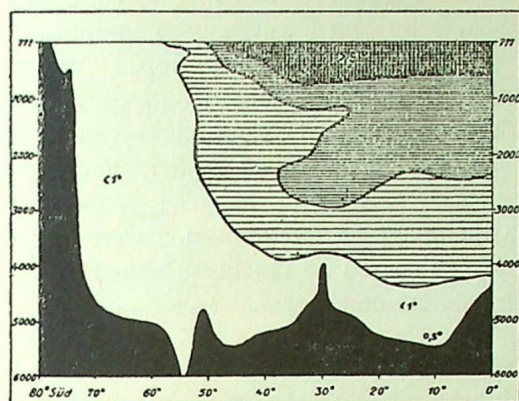


Профил кроз један део Атланског Океана. Дно је означено црним а хоризонталним линијама и шрафама температура воде. По Висту. Висински односи профила много су повећани и нису у истој размери са дужином профила.

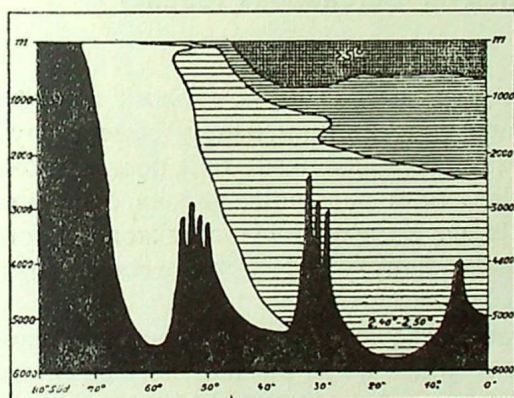
О постојању овог гребена знало се и раније, али су претставе о њему, ако смемо тако да се изразимо, биле доста магловите. Сада је поуздано утврђено да је његов рељеф много сложенији и да се бочно од гребена простиру, ка оба-
лама Африке и Америке, попречни мањи гребени и прагови, између којих леже дубоке депресије, велики океански ам-

ДНО АТЛАНСКОГ ОКЕАНА

биси: на истоку праг Гвинеје, гребен Валфиш и атланско-индијски гребен, затим капски праг, а на западу гребен Па-



ране и праг Рио Гранде. Највећа дубина у јужном делу Атланског Океана, у области „Амбиса Метеора“ достиже 8264 метра, док је највећа дубина у северном делу нешто већа; ту се океанско дно спушта до 8526 метара испод површине.



По својим димензијама, нарочито по дужини, подморске планине атланског гребена најбоље се могу упоредити са америчким Андима, јер по ширини и дужини увелико превазилазе европске Алпе.

Профил кроз делове Атланског Океана. Горе, између Антарктичког Копна и Бразилијанског Басена; доле, између Антарктичког Копна и подморског гребена Гвинеје. Шрафама и линијама означени су делови океанске воде са различитом температуром; црно, дно. По Висту.

Исто су тако интересантни и обалски делови Атлантика. Обалски појас мора чије дно допире до дубине од 200 метара сматра се, иако је стварно под мо-

рем, да припада континенту; то је континентални праг или „шелф“. Тек од дубине испод 200 метара наступа право океанско или морско дно. Дуж афричких обала континентални праг је релативно узан, а на јужноамеричким проширује се дуж аргентинске источне обале и дуж приморја Огњене Земље, затим у североисточној бразилијанској обалској зони. У Европи, скоро цело Северно Море лежи на шелфу, тако да оно, у ствари, покрива европски континент који се наставља даље ка западу и Британским Острвима. Морске дубине између 200 и 1000 метара називају се батиалним, а оне преко 1000 метара абисалним. Највећи део Атланског Океана захваћају батиални и абисални региони.

Нова варијација Вегенерове теорије

У последње време више истраживача, геолога и геофизичара, открили су нове податке који бацају сасвим другу светлост на проблем размицања континената и постанак океана. Међу недавно објављеним радовима, нарочито је интересантна једна студија Ф. Кимела, младог бечког геолога. Она, у основи, претставља допуну Вегенерове теорије, иако са знатним изменама.

По Кимелу, одмицање Северне и Јужне Америке од Африке и Европе извршило се у две фазе, раздвојене једним стадиумом мировања. Првобитни положај континенталних маса био је, као што се види из слика, нешто другојачији него што то замишља Вегенер, а већ тада централни део Атлантика чинио је део великог праокеана.

Велики атлански подморски гребен, који данас претставља једну од најупадљивијих црта земљиног рељефа, постао је за време фазе мировања између две фазе кретања континената. Он се формирао дуж источне ивице америчког конти-



Геолошки, континент Европе захвата и све оне прибрежне делове који нису дубљи од 200 м. и који припадају континенталном прагу. Границе дубина од 200 и 1000 м. преувеличане су на овој скици да би се јасније истакла „зона шелфа“ и континентални праг. По Гејзелинку.

ненталног блока нагомилавањем велике количине материјала које су реке снеле са овог копна, затим нагомилавањем вулканског материјала. Како се атлански подморски гребен протеже на великој дужини — око 20300 километара — од Исланда до антарктичког региона, повијајући се на крајњем јужном делу према истоку, а издиже се са дна 2000—3000 метара, то је за његов постанак била потребна огромна количина материјала. Тај материјал требало би да води порекло, бар претежним делом, са континенталних површина које су лежале западно од гребена. Данас све реке атланског слива транспортују годишње са копна Јужне Америке у океан око 0,56 кубних километара песка, шљунка, муља и других талоба. Ако би се тај материјал равномерно распоредио дуж целе обалске зоне која је дугачка око 10.000 километара, на сваком километру наталожило би се годишње око 56000 кубних метара, а за десет милиона година око 560 кубних километара.

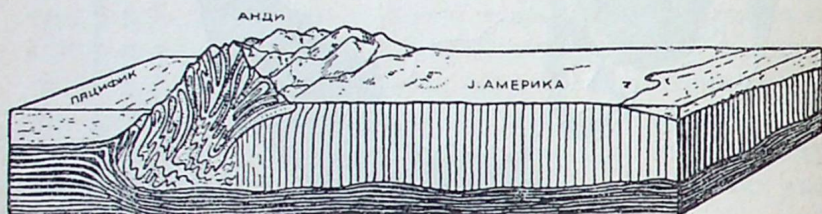
Такав начин постанка атланског подморског гребена објашњава истовремено и његов упадљиво паралелни ток са атланским обалама. После кретања које је трајало непрекидно кроз дуже време, наступио је застој, и оба америчка континента престала су да се даље одмичу према западу. У тој првој фази формиран је источни део Атланског Океана, део који лежи источно од овог великог подморског гребена. За време мировања вршило се нагомилавање огромне количине материјала који се таложио источно од континенталне ивице Јужне и Северне Америке. Доцније, када се кретање ка западу наставило, тај материјал је остао на месту где је и наталожен, градећи велики бедем који је предвајао источни од западног, млађег дела Атлантика.

За одређивање времена у коме се извршило ово одвајање континената, могу одлично послужити фазе постанка високих планинских ланаца дуж тихоокеанске обале једне и друге Америке. У северном делу могу се издвојити два паралелна и веома дугачка венца. Западни полази од Мексика



Постанак јужног дела Атланског Океана. Лева слика, првобитни положај Ј. Америке према Африци; десна слика, положај Ј. Америке за време фазе застоја када је створен велики атлански подморски гребен. Тачкицама је означен данашњи положај Ј. Америке. По Кимелу.

па се наставља преко Сиера Неваде, Каскадских Планина, и преко обалских венаца Британске Колумбије све до Аљаске. Све ове планине постале су у горњој јури, у једној орогеној фази коју амерички геолози издвајају као невадску орогену фазу, тако названу по Сиера Невади. Источни систем планина много је млађи и формиран је у тзв. ларамијској орогеној фази, у старијем терцијару. Ове планине почињу у југоисточном делу Мексика, настављају се преко Тексаса и завршавају се у Северној Аљасци.



Кретањем континенталног блока Јужне Америке према западу, седименти наталожени у пацифичкој геосинклинали, притешњени између дна Пацифичког Океана и Ј. Америке, убрани су, издигнути и граде данас планинске венце Анда. По Свену.

Ако су ови планински венци постали услед потиска који је долазио са истока, и ако претстављају морске седименте сужене и издигнуте у некадашњој пацифичкој геосинклинали која је била притешњена с једне стране између чврстог, стабилног и укоченог дна Тихог Океана а с друге између континенталног блока Северне Америке који се кретао ка западу, онда време између једне и друге фазе орогенезе одговара времену када је кретање континенталног блока било заустављено, а то је у периоди креде.

Сличан случај изгледа да постоји и у Јужној Америци, ма да се на планинама овог континента које се протежу дуж тихоокеанске обале, не могу тако јасно издвојити две фазе убирања.

Периода креде трајала је, колико се то може утврдити на основу распадања радиоактивних минерала, око 30—50 милиона година. То је довољно време да се нагомила тако огромна количина материјала као што је она од које се састоји велики атлански подморски гребен, поготову ако су у његовом стварању узели учешћа и вулкански продукти.

Химел сматра да Исланд није припадао некадашњем праконтиненту и да не претставља одвојени део који је раније лежао између Гренланда и Норвешке, него да је постао нагомилавањем вулканске лаве. Његово формирање отпочело је тек када се са тога места уклонио Гренланд који се померио према западу.

Азорски праг

Азорски праг, проширени северни део великог атланског подморског гребена, има, по Кимелу, врло интересантну историју. Он није постао, као остали делови подморског прага, нагомилавањем материјала првенствено донетог рекама са копна, него претставља један потопљени континентални део који је заостао од копненог блока Северне Америке. То се може закључити из његове величине и скоро наглог прекидања на 30° северне ширине.

И по овој новој варијацији Вегенерове теорије, у северном делу Атланског Океана било је тоњења знатних континенталних просторија, и то баш у области око Азорских Острва где Термие и други геолози мисле да треба тражити ишчезлу Атлантиду.

То тоњење наступило је у другој фази кретања континента према западу, када се њуфундлендски шелф, заједно са Северном Америком, помакао западно од великог, тада углавном већ довршеног атланског подморског гребена.

Узроци који су зауставили за дуже време путовање америчких континената, нису сигурно утврђени, али Кимелово схватање подудар се донекле, у овом случају, са чувеном Џолиевом хипотезом о периодичном нагомилавању радиоактивне топлоте.

На основу количине радиоактивних материја које садрже стене претежно састављене од силициума и алуминиума, дакле стене које изграђују „Sial”-зону, и на основу њихове спроводљивости топлоте, Џоли сматра да се топлота која настаје приликом распадања радиоактивних материја нагомилава сваких 40—50 милиона година до те мере да наступа јаче топљење оних делова „Sima”-зоне који леже непосредно испод континенталних блокова. То омогућује да се њихово кретање настави даље, чак иако је сила која изазива размицање континената релативно слаба.

Интересантно је да је фаза застоја у кретању наступила баш у моменту када су амерички континенти прешли половину пута који их данас раздваја од Европе и Африке. Због тога није искључено да та ранија фаза застоја, као и данашње мировање, долазе претежним делом услед повећаног трења између континенталних блокова и масе преко које се они крећу.

То су, углавном, идеје које је Кимел изложио пре годину дана у једној интересантној студији о геологији Атланског Океана. Неке од њих превазилазе смелошћу и саму Вегенерову теорију, ма да су засноване на најновијим резултатима испитивања ове простране и још увелико тајанствене области где дубоке и непрозирне воде Атлантика упорно чувају своје тајне.

Једини документ о постојању и пропасти Атлантиде јесу два Платонова диалога. О некадашњем и садашњем тоњењу разних делова чврсте земље постоји много више докумената; неки од њих су очигледни и скоро математички доказани.

На обали Француске, у заливу Дуарнене, за време осеке, на дубини од пет до шест метара, назиру се, када је море мирно, руине старог града Иса који је потонуо у V веку. Његови зидови и грађевине покривени су већ морским алгاما, делимично затрпани муљем и песком, али се ипак јасно распознају делови улица и обриси тврђаве.

У заливу Фос код Марсеја, на два километра од данашње обале, гњурци су, на дубини од четири до седам метара, у више махова нашли римски новац и грнчарију. При детаљнијем испитивању откривене су и зидине, цигле и други остаци неке римске вароши која данас лежи испод нивоа Средоземног Мора.

Код Трепора, релативно дубоко испод нивоа најниже плиме, нађена је грнчарија из III и IV века, затим остаци зидова и зграда највећим делом засути и покривени муљем.

Несумњива скорашња обимна тоњења констатована су на широком простору у области Северног Мора. На дну Догербанка, испред енглеске обале, нађен је на дубини од 40 метара тресет који неоспорно води порекло од копнених биљака. У близини Вангерога, тресет лежи 19 метара испод морске површине; код Вилхелмсхафена на дубини од 15 ме-

тара, а између Бремена и Хамбурга на три метра испод мора. Флора од које су постали слојеви тресета, расла је некада на сувом, те чак далеко од обала мора. За тресет нађен на До-гербанку утврђено је, према биљкама од којих се састоји да је почео да се ствара тек око 7000 година пре Христа.

На обалама Северног Мора многи делови тону и данас. Ово је неоспорно утврђено, и уколико постоје неслагања, она се односе само на брзину тоњења. Иако се мишљења појединих испитивача толико разликују међусобно, ипак средња брзина мора лежати у границама између 10 и 37 сантиметара у току једног века. Ма да је брзина тоњења у ствари изванредно мала, ипак спуштање обала може бити од катастрофалних последица по становништво приморских крајева, поготову за области које су заштићене насипима и већ делимично леже испод морског нивоа, као, на пример, у Холандији. Ова спуштања утврђена су прецизним мерењима, а постоји и читав низ неоспорних историјских доказа о пространим потопљеним приморским крајевима.

Велики насип дуж обале у области Јадебузена подигнут је 1644 године. Тада је лежао изнад средњег водостаја за тачно 3 метра и 30 сантиметара; године 1914 изнад овог нивоа издизао се део насипа висок само 2 метра и 30 сантиметара. Према томе, извесно је да се у току протеклих 270 година терен дуж Јадебузена спустио за 100 сантиметара.

За ово тоњење у области Јадебузена има и других доказа. За време осеке, када се вода далеко повуче, из мора виरे старе оранице на којима се још и данас, нарочито на Оберанском Пољу, јасно виде трагови бразди плугова. У овој области постојала су средином 15 века насеља и обрађене њиве, и та је просторија углавном потопљена после једне страшне буре када је проваљен насип. Потапање је извршено нагло, јер се обала већ налазила испод површине мора.

На многим острвима Северног Мора констатовани су слојеви тресета који леже дубоко испод морске површине. Негде за време осеке вире чак и остаци старих шума, велики

пањеви букава и хрстова, каткад и четинара. Те шуме расле су на сувом тлу релативно недавно — разуме се геолошки речено. Има и других доказа о великим спуштањима терена у овој области. Тако, на пример, на многим местима Северно-немачке Равнице глечерски талози — морене и други материјал — леже данас по неколико десетина метара испод морског нивоа, иако се сигурно зна да су глечери наталожили овај материјал на сувом тлу.

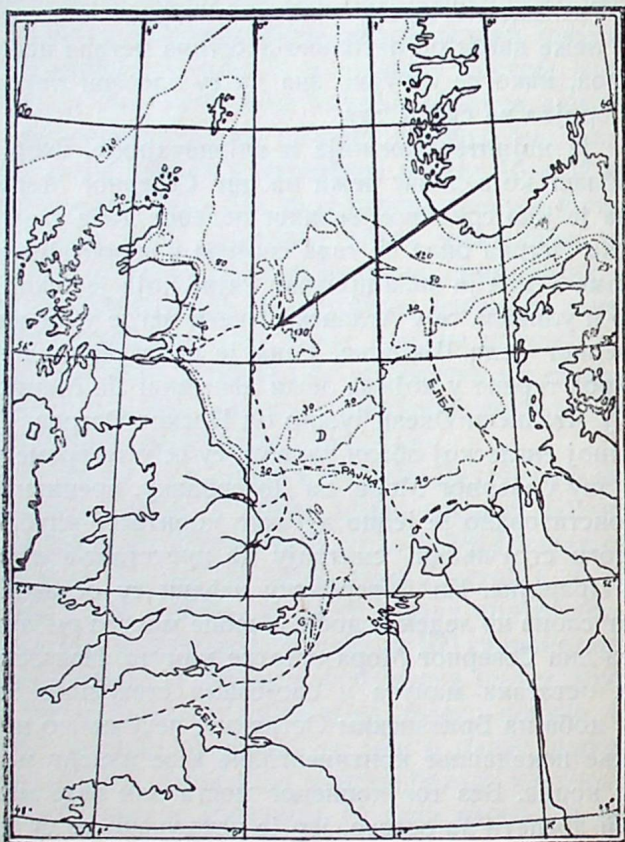
Што је најинтересантније и најзначајније, скоро целокупна област која данас лежи на дну Северног Мора, претстављала је још средином великог леденог доба суву земљу. Британска Острва била су тада спојена с европским копном. У то време Темза је била притока Рајне која је текла далеко на север и уливала се у Атлански Океан негде у висини крајњег северног дела Шкотске. Сена је тада текла далеко на запад, кроз терене у којима лежи данашњи Ла Манш, и уливала се у Атлански Океан јужно од Ирског Острва. Све реке на источној енглеској обали уливале су се у то време у Рајну.

На дну Северног Мора, на Догербанку, прецизним мерењима констатовано је једно дугачко коритасто удубљење, за које многи стручњаци сматрају да претставља некадашње корито Прајајне. На Догербанку нађени су остаци мамута, рунастог слона из леденог доба. У више махова рибари су извукли са дна Северног Мора остатке мамута. Налазак многобројних остатака мамута у слојевима ствараним за време леденог доба на Британским Острвима, несумњиво потврђују постојање некадашње континенталне везе између њих и европског копна. Без тог копненог моста или везе мамути не би могли доспети на острва, јер је искључено да су могли да препливају Канал Ла Манш.

Могло би се, чак, и претпоставити да су мамут, рунасти носорог, ирвас и читав низ других животиња карактеристичних за хладне отсеке великог леденог доба, прешли са европског тла на Британска Острва преко залеђеног Ла Манша, као што данас чопори курјака прелазе са Аљаске у Сибир преко

ТАЈАНСТВЕНА ЗЕМЉА

замрзнутог Беринговог Мореуза. Али на Британским Острвима, у такозваним међуледеним добима, у топлим интервалима између две ледене фазе, живе су многе крупне и ситне животиње, становници крајева са умереном климом. Због тога је



По мишљењу многих геолога преко дна Северног Мора, које је за време леденог доба било суво тло, текле су далеко према северу Елба и Рајна. Стрелица показује место где је на морском дну утврђено прецизним мерењима једно удубљење у облику клисуре. По Џ. В. Грегорију, оно претставља део старог корита реке Рајне.

искључено да су све те врсте могле да препливају широки Канал, пошто се у међуледеним добима он није замрзавао.

То су, поред осталих других многобројних, докази о тоњењу великих просторија у области Северног Мора. Ако претпоставимо, као што каже немачки геолог Древеман, да се спуштање обала наставља и даље, и да достиже само 20 сантиметара у току једног века — дакле свега два милиметра у току једне године, за релативно кратко време од 10.000 година обала би потонула за двадесет метара. Да је спуштање почело пре 200.000 година, у време када је у Европи живео Штајнхајмски човек, 330.000 година доцније од епохе у којој је на нашем континенту постојао Хајделбершки човек, тоњење би већ достигло 400 метара, а да је почело у доба када је по целој Европи био распрострањен Неандерталски човек, оно би изнело 200 метара.

Спуштање европског континента за 200 метара, разуме се под претпоставком да се тоњење врши у свима његовим деловима, било би од далекосежних геолошких последица. Европа би савршено изменила свој ранији изглед и претворила би се у многобројна острва. Њена веза са Азијом била би потпуно прекинута. Највећи европски градови лежали би под морем; Берлин, Лондон, Париз, Рим, Амстердам, Лисабон, Милано, Будимпешта, Букурешт, Варшава, Штокхолм, Хелсингфорс, били би потопљени: из таласа не би вирили ни највиши врхови торњева ни антене радиостаница. Од Скандинавије остало би на северу велико, дугачко острво; Енглеска би била распарчана на више мањих острва; Пиринејско Полуострво било би потпуно одвојено од Француске. Као велико острво вирила би из мора Јужна и Средња Европа састављена од високих планина, а од тог великог острва одвајала би се на југу два велика полуострва: дугачко и узано Пиринејско и увелико редуцирано Балканско Полуострво. Панонски и Бечки Басен били би претворени у једно циновско језеро, слично језеру које је у недавној геолошкој прошлости заиста покривало ове области.

Море се повлачи

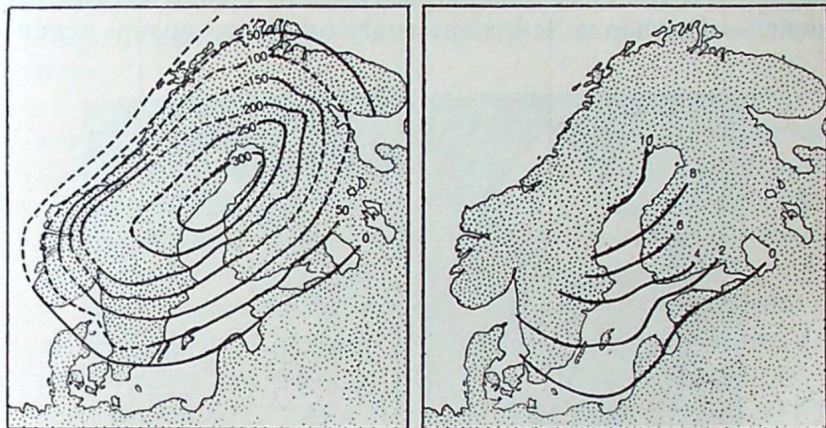
Оваква циновска тоњења дешавају се доста ретко али их је било у више махова у ранијим геолошким временима. Најчешће су ограничена на релативно узане просторије, на делове континената и великих острва, а многа од њих претстављају само локалне појаве. У многим случајевима, док се један део обале спушта, други се издиже и ту се море повлачи.

Издизања великог захвата поуздано су утврђена у области Феноскандије. Још средином 18 века два чувена геолога, Леополд фон Бух и Чарлс Лајел, утврдили су да се шведска и финска обала Балтичког Мора издижу. У норвешким фјордовима могла се констатовати једна још интересантнија чињеница: издизање унутрашњих, планинских делова врши се брже од издизања атланске обалске зоне. Даља испитивања показала су да се у овој области не ради о обичном вертикалном издизању земљишта, него о доста сложеним покретима који би се могли назвати покретима „засвођавања“, јер терен који се издиже добија облик великог свода, неку врсту циновског штита. Обрнут случај констатован је у области Северног Мора; ту се најбрже спуштају средишни делови депресије, тако да се овим тоњењем ствара циновско удубљење облика котла или легена, дакле изврнутог штита.

Померања обалских линија Феноскандије детаљно су испитана. Из две приложене карте најбоље се види ово издизање појединих тачака тога терена. Док су се у централном делу Феноскандије — око Ботнијског Залива — извесна места издигла, за време од 7700 година пре Христа, око 300 метара, већина тачака на њеном ободу помериле су се само за 50 метара, а неке су остале на првобитној висини. На другој карти, где су означени данашњи покрети, види се да се најбрже издижу западне обале Ботнијског Залива а најспорије терени на обали Финског Залива и у Јужној Шведској. У

исто време многе тачке на јужној обали Балтичког Мора постепено тону.

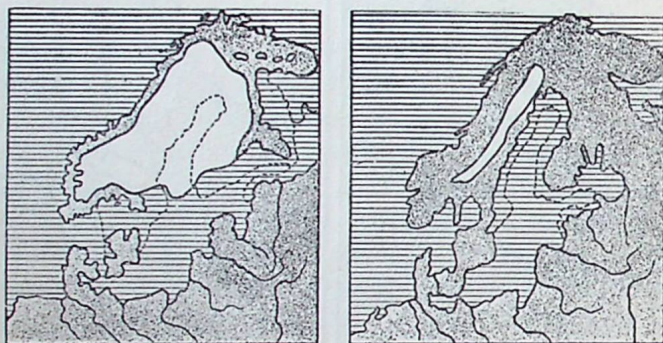
У овој области десиле су се у току преисторијског и историјског доба многобројне значајне промене у распореду обалских линија, јер је непосредно после леденог доба Балтичко Море захватало много веће пространство него данас.



Епирогенско издизање у области Феноскандије од краја леденог доба до данас. Лево, укупно издизање од 7700 год. пре Христа, претстављено у метрима. Десно, данашње издизање; цифре означавају колико се милиметара годишње издижу поједине тачке. По Бринкману.

Оно је у то време спајало Северно са Белим Морем и Арктичким Океаном. Услед издизања терена које је наступило после тога, обала се знатно повлачи, и Балтичко Море се претвара у једно велико језеро, пошто је веза са Белим и Северним Морем била потпуно прекинута. У то време, балтичко језеро било је потпуно слатководно; тек доцније, када је поново успостављена веза са Северним Морем у њега су продрили многи прави морски организми. Спуштања у овој области вршила су се у време када су ти крајеви били насељени људима, јер су многа људска станишта из времена после бронзаног доба потопљена.

На Балканском Полуострву постоје многи докази о ско-
рашњим померањима обалских линија. Јован М. Жујовић,
пионир и отац српске геологије, каже на једном месту: „У
Далмацији има утонулих ушћа река и долина, у којима су
сада морски канали и драге. Тоне обала Јадрана дуж Алба-
није и Грчке. У Атици, на Коринту итд. има потонулих на-
сеља. — На Криту се једна страна спушта у море, а друга из-
диже. — Босфор и Хелеспонт сматрају се као долине терци-



Промене у границама Северног и Балтичког Мора после
леденог доба. Белим су означени последњи остаци
северноевропског инландајса. По де Гесру.

јерних река, у које је море доцније наишло. — Лимани у
Црном Мору изгледају такође као морем потопљене речне
долине и њихова ушћа. У лиману крај ушћа Буга и у другим
неким, испод садашњег морског талогa, нађени су наноси са
речним и бочатним шкољкама. Али има доказа да се почев
од Дилувиума издижу земљишта која су скоро пре тога по-
тонула, те је овде очевидна осцилација приморја. По овоме
изгледа да се сада Балканско Полуострво креће на прекрет,
— крај Црног Мора издиже се, а крај Јадрана спушта“.

„У унутрашњости Европе — каже даље Жујовић — има
неколико доказаних примера колебања земљишта.

„У Северној и Средњој Немачкој десило се да се с неких тачака могу видети неки предмети који се раније одатле нису могли видети. То се тумачи променама на површини услед растварања и испирања маса (соли, гипса) у дубини.

„У Јужној Немачкој има покрета земљишта који су тектонског порекла. Тачни нивелман Боденског Језера доказао је да се у њему на неколико места дно продубило. И једна стара језерска тераса лежи сада 15 м. изнад садањег стања воде.

„У предгорју Баварских Алпа триангулационе тачке померају се ка Минхену, у опште ка Западу и СЗ. У вертикалном правцу померају се више ка Истоку. Идући од Минхена ка граници Аустрије земља се све више улеже. И ако ови покрети изгледају неприметни обичноме посматрачу, ипак се рачунају у геолошки брзе тектонске поремећаје.

„На снижавање подгорине Алпа, услед продуженог издизања планине, указују поремећаји старијих долина и тераса из свога нормалног положаја. Снижавања ова, по рачуну Хајма, износе под северним Алпима 400, а под јужним на 600 метара. На овај начин постала су многа језера и многе проширице долина у овим областима“.

Осцилације земљишта

На извесним обалама поуздано је утврђено наизменично спуштање и издизање појединих тачака. Као класичан пример наводи се Сераписов храм код Пуцуолиа, у Флегрејским Пољима близу Напуља, у области чувеној по вулканској активности и угашеним вулканима који јој дају изглед сличан неком месечевом пределу.

Сераписов храм сазидао је Марко Аурелије. Доцније, услед спуштања терена, храм је захватило море. На његовим

стубовима јасно се распознаје докле су они лежали под водом. Стубове су нагризле алге и морска вода, а местимично су избушени морским шкољкама литодомусима чије су љуштуре чак и нађене у овим рупама. После тога наступило је лагано издизање терена, храм је почео да излази из воде, а крајем прошлог века његов под лежао је већ на сувом. У последње време наступило је поново лагано тоњење Сераписовог храма.

На далматинским обалама, на многим местима, изнад мора леже врло младе терасе на којима су се задржале љуштуре морских шкољака, пужева и других организама који и данас живе у Јадранском Мору. Ти делови копна издигнути су пре него што је отпочело данашње спуштање и тоњење далматинских обала.

На Шпицбергу и на Новој Земљи издигнуте су младе прибрежне терасе. Оне су нарочито јасно уочене за време чувеног путовања немачког дирижабла Графа Цепелина преко арктичких крајева.

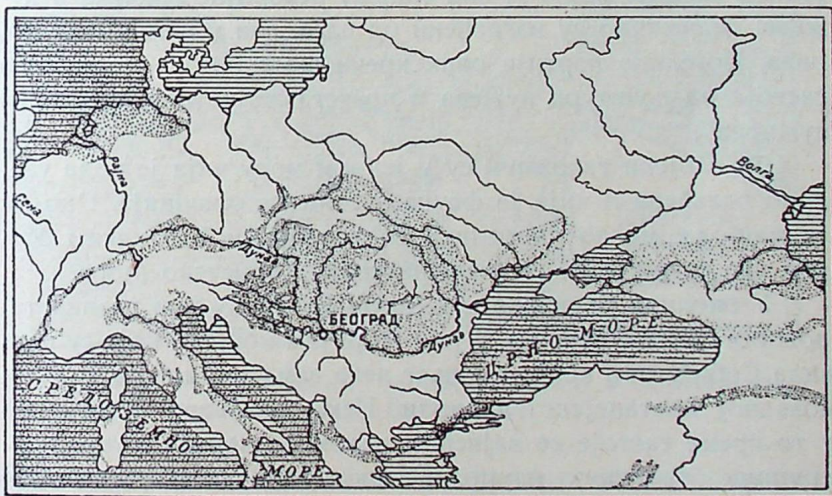
Велика скорашња издизања констатована су у индо-пацифичкој области. Многи недавно створени коралски спрудови леже по неколико метара изнад површине океана, или чак неколико десетина метара. У вези са овим издизањем стоје и многобројни атоли — коралска острва прстенастог облика. Али је у овој области било и недавних великих тоњења. Тако је, на пример, на коралском атолу Фунафути бушено до дубине од 400 метара. Сонда је ишла на целој овој дужини кроз спрудни коралски кречњак. Коралски спрудови, међутим, успевају у плиткој води и њихова се доња граница ретко спушта 50—80 метара испод површине. У већим дубинама прави коралски спрудови уопште нису нађени, јер се не могу ни формирати, пошто спрудотворни корали живе само у добро осветљеној, плиткој, бистрој и узбурканој води чија температура не спада никада испод 18° С.

Безбројна коралска острва у индо-пацифичкој области, која по величини увелико надмашује Европу, јасно пока-

зују да су ови покрети обухватили једну изванредно пространу област и да се ту више не ради о неким локалним осцилацијама какве смо видели на неким европским обалама.

Море у околини Београда

На Ташмајдану у Београду, у сиво-жућкастом кречњаку, налазе се безбројне морске шкољке, пужеви, алге и корали. Слични организми живе данас у Јадранском и Средоземном Мору, а нигде нису нађени у слатководним језерима или рекама. Овај кречњак местимично је потпуно изграђен од љуштурских морских организама, а некипут се, ма да ретко, нађу и зуби ајкула. Има делова који се састоје



Карта Европе за време миоцена. Тачкицама су означене просторије које је захватило море. Веза између Тетиса (Старог Средоземног Мора) и Паратетиса који је захватио Панонску потоплину одржавала се преко Донског и Трансјегејског Мореуза. (По Ласкареву, Абелу и др.)

скоро искључиво од кречњачких морских алги које граде мале спрудове. Ти кречњаци зову се литотамнијски, по морској алги литотамниум од које се највећим делом састоје.

Ови кречњаци морали су се таложити у плитким деловима једног мора чија вода није била хладнија од воде данашњег Средоземног Мора.

У исто то време код Вишњице, у једном нешто дубљем заливу, таложиле су се глине у којима се такође налазе остаци разних морских животиња, нарочито љуштуре једне врсте пужева, тзв. плеуротома, по којима се зову „плеуротомске глине“. Испод Торлака, код Раковице, у старим песковима налазе се многобројне љуштуре морских шкољака, пужева, затим корали.

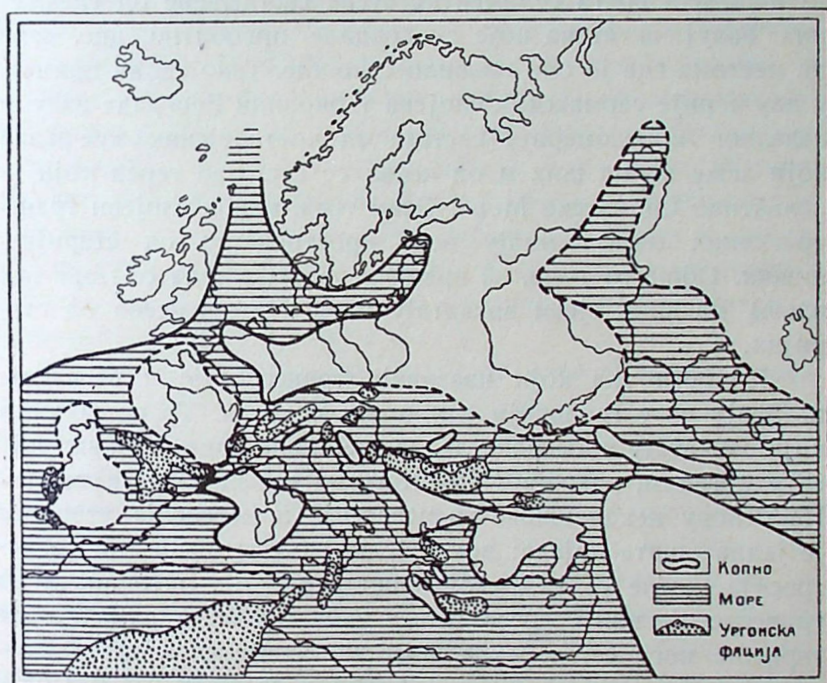
Када се иде од Остружнице ка Белим Водама, на левој, јужној, страни пута дижу се, скоро као непрекидан зид, стрми отсеци састављени од кречњака који су таложени у једном млађем мору. И они садрже безбројне шкољке и пужеве, делимично су изграђени од алга, али у њима нема корала. Поједине партије ових кречњака скоро се искључиво састоје од љуштура пужева и претстављају типичан „камен пужарац“.

Ти слојеви таложени су у једном мору чија је вода увелико ослађена и чија је фауна знатно сиромашнија. Оно би се најбоље могло упоредити са данашњим Балтичким Морем. То старо море геолози називају Сарматско Море.

У околини Београда и у самом Београду има разних таложних стена ствараних у још старијим морима, која су плавила Србију при крају средњег века земљине историје, у такозваној кретацејској периоди. Неки кречњаци формирани у то време састоје се највећим делом од корала и љуштура крупних тропских изумрлих шкољака. То су некадашњи пространи спрудови плитких делова Старог Средоземног Мора које је захватало знатан део наше земље.

Сличне појаве утврђене су и на многим другим местима, и оне су један од најбољих доказа да су се границе кон-

тинената и мора померале у више махова у току дугог геолошког времена. Велике просторије данашњег сувог тла лежале су некада на морском дну и, обрнуто, многи делови данашњих мора били су, у разним геолошким временима, суво тле. Што је најзначајније, у слојевима разних стена које изграђују највише планине, у Алпима, Карпатима, Пи-



Распрострањење спрудне фације (ургонске фације) у аптском кату доње креде. По Килиану.

ринејима, у Хималајима, на безбројним местима нађени су окамењени корали, морске шкољке, пужеви, јежеви, остаци морских риба итд., што несумњиво сведочи да су те стене, иако данас леже неколико хиљада метара изнад морског нивоа, стваране у мору.

Појаве када море надире и плави континенталне делове, геолози називају *трансгресија*, а када се море повлачи — *регресија*.

Постоје многобројни начини да се старе трансгресије и регресије констатују на неком терену. Трансгресивне серије слојева почињу најчешће базалним конгломератом. То је нарочита врста седиментне стене састављене од слепљених валутака стена које су градиле првобитно дно мора на местима где је оно плавило суво тле. Тако се, на пример, у дну серије сарматских слојева у околини Београда валуци базалног конгломерата састоје од кретацејских кречњака који леже испод њих и од којих се састојао терен који је захватило Сарматско Море. Осим тога, млађи слојеви трансгресивних серија имају веће пространство од старијих, нижих. Обрнуто томе, за време регресија, када се море повлачи, млађи слојеви захватају мање пространство од старијих.

Покрети тла који изазивају трансгресије и регресије називају се у геологији *епирогени покрети*. То су покрети који захватају простране делове земљине коре и изражавају се у лаганим, вековним спуштањима и издизањима терена. На основу некадашњих трансгресија и регресија утврђена је једна општа појава: док у једној области постоји трансгресија, дотле се у другој врши регресија, што значи да трансгресије или регресије нису универзалне. У прилог овог тврђења могу се, донекле, навести раније споменута издизања источног и тоњења западног дела Балканског Полуострва. Издизање Феноскандије претставља типичан пример позитивних епирогенских покрета, а тоњење Северног Мора негативних епирогених покрета. Ови покрети могу се вршити, ма да сасвим ретко, и дуж великих раселинских линија.

Узроке који изазивају ова вертикална кретања, професор Ј. Жујовић објашњава на следећи начин: „Како турсовима тектонског порекла, тако и осцилацијама копна, било

на морским обалама било даље од њих, главни, општи узрок ваља тражити у контракцији земљине кугле, од које долазе велике неједнакости на њој (копна и океани) и други велики геолошки појави ендеогеног порекла.

„Неки геолози и геофизичари (Адемар, Смит, Сис) мисле да не постоји издизање и снижавање чврстог копна, већ да се тада, у ствари, маса океана смањује или увећава. Мишљење се ово оснива на неколико претпоставака астрономске и геолошке природе. Астрономске су претпоставке: 1) да сунце и месец преносе морске масе с једне земљине полутине на другу; 2) да се мења брзина окретања Земље око њене осовине, те се при већој брзини море више нагомилава око екватора и обратно; 3) да се мења положај земљине осовине па то изазива нове размештаје мора и копна. Против ових претпоставака говоре и правила хидростатике и факта, да се у једном истом пределу налазе примери и издизања и спуштања земље и т. д.

„Геолошке су хипотезе: 1) да се море у толико више припиње уз обале, уколико су ове брдније; ово је вероватно, али од врло малог дејства, а факт је на пример да је море у планинском приморју Лигурије на истој висини као и на равној обали Немачке: 2) да су глечери у дилувијалној периоди, увећавајући масу копна, увећали и његово привлачење мора; али леда нигде није било толико да би се море због њега пело у висину на много стотина метара (у Скандинавији бар на 300 м.), када 1000 м. дебелог леда, може да узвиси море само за 4 м.; 3) да се ерозијом и абразијом земље и снашањем ове у море његово дно узвишује па му се и ниво може повисити. Али је израчунато, да кад би се баш цела маса свију садашњих континената снела у океане, не би им се ниво могао попети више од 150 м.

„Већину ових хипотеза сматра Сис као узроке како локалних тако и општих покрета, које он назива *евстатичким*, да тиме истакне своју мисао да су то покрети хидросфере. Позитивно *евстатичко* кретање назива он када море потапа

копно, и тумачи га засипањем морског дна седиментима. А негативно евстатичко кретање било би, по њему, када се ниво мора смањује услед проваљивања копна дуж обала. У оба случаја суделовало би и наизменично премештање воде морске час ка екватору час ка половима. — Али ова замишљена гибања морскога огледала нису кадра да потпуно оправдају ни једно од најскорашњијих издизања, на пример Скандинавије, а камо ли онако честе и онолико велике трансгресије у свима геолошким временима. — Претпостављени узроци евстатичких покрета нити су сви ни вероватни, ни довољно општи и јаки. Стога се Сисови назоври, после приличнога, а привременога успеха, нису одржали, као ни његове дефиниције „позитивних“ и „негативних“ покрета“, (по којима би позитивно значило да море расте, а негативно да море опада).

„Научари су се вратили староме мишљењу, да се у ствари чврста земљина кора више-мање уопште колеба и то услед сталног хлађења и скупљања, који процес траје од њенога постанка до данас“.

Проф. К. В. Петковић каже за ова колебања: „Данас се држи да и епирогеним покретима крајњи узрок лежи у контракцији и кондензацији земљине масе, што изазива на површини разна гибања у извесним деловима позитивног, а у другим, негативног смисла. Али, постоје и таква схватања да и струјање магме у магма-зони из једних региона у друге, може да изазове исте покрете у земљиној кори, пошто она плива по магма-зони и није свуда исте дебљине, и пошто је испрекидана пукотинама и поиздвајана у више комада разне величине и облика. Поред тога узима се да и извесни егзогени фактори такође могу да утичу на поремећење равнотеже“.

Као што смо већ видели, епирогени покрети су од изванредног значаја. Они се најбоље примећују на морским обалама или у њиховој близини, где се сва померања у вертикалном правцу јасније изражавају него у унутрашњости

континенталних површина где нема тако згодног репера, као што је то обалска линија.

Главни њихов узрок лежи у дејству унутрашњих сила Земље, такозваних ендеогених сила, које највећим делом потичу од топлоте земљине унутрашњости и од њеног хлађења. То је та грандиозна, скоро несхватљива енергија сачувана од исконских времена у унутрашњости Земље, топлота под чијим се дејством, посредно или непосредно, врше све оне циновске промене на земљиној површини, постају континенти и океани, формирају се геосинклинале и из њих издижу горостасне веначне планине, или стварају и раде небројени вулкани. Ендеогене силе и чине да чврста земљина кора уопште не мирује, него се налази у непрестаном покрету који, ма да се врши највећим делом изванредно споро, даје на крају крупне резултате. Тако постају оне највеће и најмаркантније црте земљиног обличја које, после, даље, моделују и преиначавају спољашње, егзогене силе.

Таласи руше обале

Обала се помера не само услед тоњења, него и услед рушења које врше таласи. „Сва таласна снага — каже Цвијић — не утроши се на разоравање и абрадирање обала и дна. Најпре, механичко дејство таласа и не продире преко дубине од 200 м. Даље, таласи се сударају и тару међу собом. Ударајући о обале они се враћају, и услед сукоба често смањују механичку снагу следећих таласа. Највећи је износ механичке снаге таласа онде где они ударају; ако место одсека ударају о благо нагнуту обалу, онда је њихово дејство двоструко ослабљено: услед тога што се ударна снага таласа распореди на много већу површину, и услед тога што је по-

вршина трења таласа који наступају много већа, него што је случај кад талас удара о одсек.“

Механичко дејство таласа на стрмим обалама окренутих према пучини достиже огромне размере. Велики таласи руше обале својим ударом и материјалом који носе: валуцима, блоковима, па чак и песком. Када се водени брег сруши на стрму обалу страховитом снагом какву могу имати таласи при великим бурама, онда се вода утискује у пукотине и прслине, а ваздух који се налазио у њима компримује се. Како су ови удари веома снажни, вода и збијени ваздух проширују прслине и пукотине, продубљују их, повећавају њихов број и стварају нове путеве за даље дејство идућих таласа. Када се талас враћа, настаје нагло ослобођење компримованог ваздуха, а у дугачким и дубоким пукотинама, где је сабијено много ваздуха, он се шири уз прасак. На неким стрмим обалама за време тешких бура чују се и потмули пуцњи, каткад тупи удари који личе на неку далеку канонаду.

Велико механичко дејство имају блокови и валуци стена које таласи котрљају и бацају на обалске отсеке. „Тако наоружани таласи — каже Цвијић — постају нека врста „тешке артиљерије“ којом море или језеро напада копно. Тако у Порту, дубровачком пристаништу, приликом буре од 25 фебруара 1879 године издигнут је таласима један кречњачки блок од 3159 кгр. и бачен на широки моло Порта. На обали код Трстенога, близу Дубровника, није могућно саградити пристаниште, јер таласи брзо разруше сваки зид. Тако су пробили и најновији широки моло који је био сазидан 1914 године од великих отесаних блокова и слепљен цементом; разбили су га у поједине блокове, који су тешки на десетине тона, и те су блокове на различите начине пореметили и кренули. С разлогом се дакле тврди да таласи могу преместити с једног места на друго блокове тешке више тона“.

На многим атланским обалама мерена је динамометром

ударна снага таласа, и резултати који су добијени превазилазе сва очекивања. На северној обали Шкотске, чувеној по страшним бурама, нарочито за време зиме када се са пучине ваљају запенушени брегови и када пловидба скоро потпуно престаје, ударна снага таласа износи преко 30.000 килограма на квадратни метар. Због тога није нимало чудно што су таласи у више махова тешко оштетили многа шкотска пристаништа.

По Цвијићу, „највећи резултати таласне акције проматрани су на молу пристаништа Уика у Северној Шкотској, за време буре у децембру 1872 године. Овај моло је према мору био заштићен цементним блоком од 18 м. дужине, 6 м. ширине и 3,5 м. дебљине, тежак преко 800 тона и положен преко блокова, за које је био причвршћен гвозденим шипкама 9 см. у пречнику. Цела ова маса, која је тежила 1350 тона, била је истргнута из темеља и убачена у пристаниште. Доцније је на месту старог саграђен нови, још већи блок, чија је запремина износила 1140 кубних метара, а тежина 2600 тона. 1877 године и ова је огромна маса такође однесена таласима. Исто је тако огромна ударна снага таласа дуж паштровићске обале, где су се услед тога образовали високи клифови“.

На обали Ла Манша таласи су у више махова порушили читаве насипе у лукама, демолирали лукобране и разорили заштитне бедеме. У овом погледу нарочито је страдао Шербур, чији је моло рушен неколико пута а разбијени блокови убацивани су у пристаниште.

На овим примерима најбоље се може видети значај механичког дејства таласа. Када се узме у обзир да то рушење може трајати кроз дуго време, хиљадама и стотинама хиљада година, онда је јасно од каквих је далекосежних последица рад таласа на стрмим стеновитим обалама.

„На основу старих записа и ранијих премеравања може се приближно тачно одредити годишње померање клифова на многим тачкама Британских Острва — каже Цвијић.

Тако, на старим картама Јоркшира, у североисточном делу Острва, виде се многе вароши и села којих данас нема, јер су их таласи разорили. По Lyell-у је 1829. год. у пристаништу Sheringham-у, на источној обали Енглеске, била дубина од 6 м. на месту где је 48 година пре тога стајао клиф и на њему неколике куће. Код места Hapisburygh-a у току последњих 50 година вршило се померање клифова у назад и то преко 2 м. годишње, или 106 м. за 50 година. Клиф између Cromer-a и Mundesley-a на источној обали Енглеске померен је од 1838—1861 год., дакле у току 23 године, за 100 м. или 4,5 м. годишње. Matthews је израчунао да годишње померање клифа на обали Holderness-a, у Јоркширу, варира између 2,5 и 5 м., док исто померање између Cromer-a и Mundesley-a од 1861 год. износи 6 м. годишње. У Southwold-у годишње померање варира између 5 и 14 м. Шекспиров клиф близу Довера у југоисточној Енглеској таласи тако брзо подлокавају, да се клиф често обурвава у врло великим размерама“.

Острво Хелголанд изгубило је велики део свога терена захваљујући разорном раду таласа Северног Мора. Његове стеновите обале, стрме као зидови, рушиле су се непрестано, а на свежим странама појављивале су се нове пукотине и стварали нови путеви за даље рушење. Велики зидови и бедеми подигнути у последње време заштићују обале од даљег разарања. Џиновски таласи ломе се данас о ове чврсте зидове страховитом снагом, док је обала Хелголанда највећим делом ван њиховог дохвата.

На стрим обалама таласи стварају, на местима где је њихова најјача ударна снага, таласну поткапину, удубљење у стени које се све више шири и продубљује. Делови који остају изнад поткапине обурвајају се и руше, али се често поткапина прошири у праву „таласну пећину“. Изнад поткапине диже се стрми отсек, клиф, који се стално обнавља радом таласа. Испод поткапине шири се равна, према мору благо нагнута површина — абразиона тераса, а испод ње

ЗЕМЉА ТОНЕ

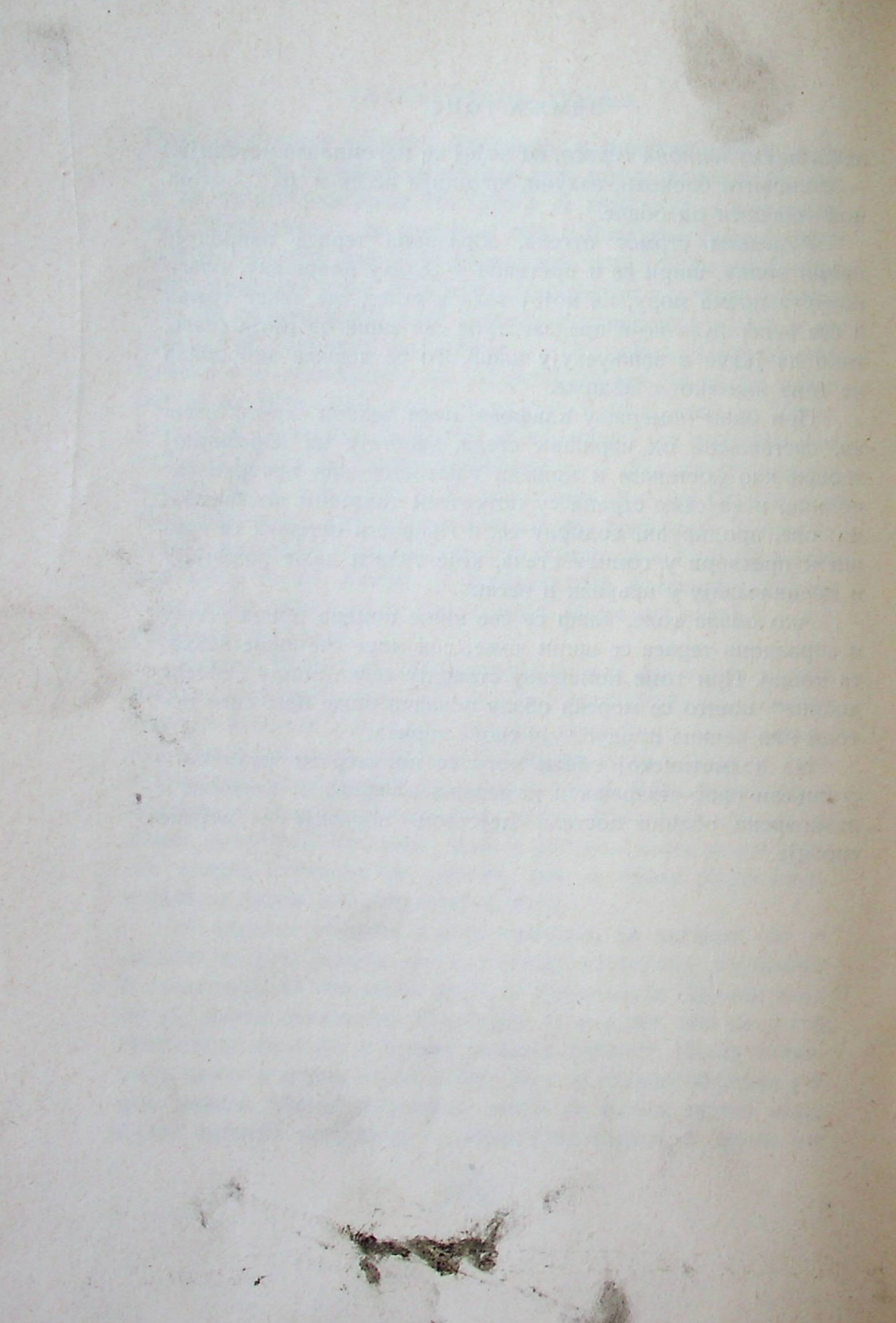
лежи акумулациона тераса, на којој се нагомилава материјал — стеновити блокови, валуци, крупнији песак и др. — већином одваљен од обале.

Пушењем стрмог отсека, абразиона тераса напредује према копну, шири се и претвара у велику површину, благо нагнуту према мору, на којој таласи услед све већег трења и све већег пута који прелазе, губе све више од своје снаге, тако да једва и запљускују клиф. То се дешава ако обала не тоне или ако се издиже.

При овом померању клифова, неки делови стрмог отсека, састављени од чвршћих стена, заостају на абразионеј тераси као „остењци и кршеви гљивастог или печуркастог облика, и са свих страна су потсечени таласним поткапинама; ове, продирући, додирну се, и гљивасти остењак се сруши и претвори у гомилу стена, које таласи даље разбијају и преиначавају у шљунак и песак“.

Ако обала тоне, клиф се све више помера према копну и абразиона тераса се шири даље, док море све више захвата копно. При томе померању стварају се на копну „висеће долине“, пошто се морска обала повлачи брже него што потоци или речице продубљују своја корита.

На далматинској обали могу се посматрати различити ступњевии овог стварања и померања клифова, и сложени и разноврсни облици постали дејством абразије — морске ерозије.



ВАТРЕНИ БРЕГОВИ

„Ове вечери хоризонат је пуст и мрачан. Море као да постаје подмукло; небо је, као и пучина, пуно претњи. Већ више дана земља дрхти и тресе се. Земљиште се цепа и, ту и тамо, избијају вруће паре. Кажу чак да су се у планинама отворили кратери из којих куљају дим и пламен, и који избацују у вис камење и пепео. Сад већ свуда пада врућа и сива прашина. Ноћ се спустила страховито тамна: ништа се не види и ако се упали која буктиња. Обузет изненада лудим страхом, народ је појурио у храмове; али, гле, како се храмови руше док море напредује, преплављујући обале са свирепом хуком која заглушује све. Нешто што би се могло назвати божјим гневом, дешава се. Затим се све стишава; нема више ни планина ни обала, остало је само безбрижно море успавано под тропским небом препуним звезда“.

Тако описује крај Атлантиде велики француски геолог Пјер Термие.

Па ипак, да ли се, заиста, тако што може десити изненада, за један дан и једну ноћ, скоро за тренутак, уз страшну грмљавину таласа који достижу висину брегова, у тами загушеној вулканским пепелом и отровним испарењима. Да ли су се такве несреће одигравале у току историјског времена и да ли је ико преживео такву катастрофу?

На жалост, све је то могуће.

Данас постоје пространи крајеви у разним деловима света, у којима вулкани непрекидно угрожавају живот хи-

љаде и стотине хиљада људи. Њихове ерупције и експлозије биле су често страховитије него што би се то уопште могло замислити. Судбина античких градова Херкуланума и Помпеје потсећа донекле на судбину Атлантиде, али њихова пропаст изгледа скоро безначајна према катастрофама које су снашле многе крајеве света. Што је најстрашније, овакве несреће могу се десити сваког часа у многим страним областима, на пример, у великој вулканској зони око Тихог Океана, у том „ватреном прстену Пацифика“ где данас ради највећи број живих вулкана.

Пропаст града Сен Пјера

На острву Мартинику, у групи Малих Антила, вулкан Мон Пеле уништио је, 8 маја 1902 године, страховитим жарким облацима напредни град и луку Сен Пјер и поубијао за неколико минута свих његових 26.000 становника. Катастрофу је преживео само један једини човек, затвореник у полицијском подруму.

Вулкански брег Мон Пеле, висок 1350 метара, налази се на северозападном делу острва, око 9 километара од града Сен Пјера. „Брег је, после две слабе ерупције, мировао пуних 50 година. Године 1889 почеле су се јављати фумароле (облаци водене паре у кратеру), 1901 године оне су се појачале; првих месеци 1902 почео се у близини брега осећати задах сумпорводоника. Двадесет другог априла раскинуо се подморски кабл између Мартиника и Гваделупе, а идућег дана осетио се слаб потрес земље. 24 априла издигао се из кратера облак од пепела, који је, праћен тутњавом и потресима, постајао све већи. 3 маја раскинуо се кабл између Мартиника и Доминике, експлозије су бивале све јаче; од воде која је избијала из кратера створила се права река,

која је, заједно са избаченим муљем, пустошила у своме току све до мора. 7 маја излетали су из кратера усијани блокови лаве. Ноћу између 7 и 8 маја пала је изнад брега киша као кад је провала облака; њу су пратиле муње и грмљавина; заједно с муљем она се сручила низ долине што иду од брега и потпуно их опустошила. 8 маја ујутру било је чисто време и из кратера се издизао високи стуб дима, док око 8 часова није наступила ерупција која је уништила Сен Пјер са његових 26.000 становника. По извештају малог броја очевидаца, из кратера је избио, праћен снажним детонацијама, један црн облак, који се, средњом брзином од 130 до 150 метара у секунди, за неколико минута сручио на град и издигао се до зенита. Он је рушио не само огромним ваздушним притиском, већ и огромном температуром пара и гасова од којих је био састављен, јер је процењено да је њихова температура у кратеру била око 1100° , а кад су доспели до мора 450° . Све живо било је, како се чини, у тренутку уништено и цео град и богата вегетација околине нашли су се у пламену. Вулкански пепео и лапили падали су као силна киша и покрили цео крај. Било је блокова од сто кубних метара који су бачени на даљину од четири километра. 20 и 26 маја, затим 6 јуна и шест пута у месецу августу, поновиле су се ерупције делом са истом снагом. При крају, избачени чврсти продукти упутили су се у правцу ка истоку, те је тако пострадао и ова област, која је дотле била поштеђена. Ослабљене, обнављале су се ерупције и у току 1903 године. Жарки облаци, који су се наниже ваљали као какав усов, састојали су се од водене паре, сумпорводоника и других гасова, а били су препуни и пепела, лапила и крупних комада лаве, због чега су врло отежали и морали су се сручити наниже уместо да иду у висину. Првих месеца после прве ерупције издигла се из кратера купа од набубреле житке лаве. Из ње је 10 октобра израсла једна шиљаста, оштра стена („игла“), која је у унутрашњости била још у усијаном стању. Имала је пречник око 100 метара, и за неколико ме-

сеца достигла је висину од 375 метара. Купа на којој се издизала постепено се увећавала и стена се, најзад, услед јачих ерупција, срушила“. (Наведено по проф. Влад. К. Петковићу).

По жарким облацима, ерупције ове врсте издвојене су у посебан пелешки тип.

Жарки облаци претстављају неку врсту специалне емулзије која се састоји од чврстог, делом и усијаног материјала, лаве, одломака зидова кратера, треске и др. измешаног са врућим гасовима у напону ширења. Ова емулзија је толико тешка да се не диже у вис, него се ваља низ вулканске падине као лавина. Жарки облаци који су уништили град Сен Пјер, кретали су се брзином оркана ширећи се све више. То су били црни ерупциони облаци пуни муња и грмљавине, препуни вулканског пепела и блокова разне величине. Њихова механичка снага била је непојмљива: чупали су дрвеће из корена или ломили чак и крупна стабла, порушили све зидове који су стојали усправно на правац њиховог кретања, а блокови и стеновити одломци пробијали су зидове кућа, уколико они нису били порушени, као артилеријска зрна. Али је висока температура била главни разорни фактор ових облака-усова и под њеним непосредним дејством град је спржен скоро за трен ока.

Овакви облаци јављају се у моментима када притисак прегрејаних гасова и пара постане знатно јачи од отпора који супроставља густа маса лаве у кратеру. Тада они страховитом снагом пробијају кроз лаву раскидајући је у комаде и одвајајући од ње блокове, парчиће и ситне фрагменте, рушећи, затим, и унутрашње стране канала и кратера. Гасови који се налазе у полуохлађеним блоковима лаве под великим притиском, ослобађају се у овом моменту, експлозивно дробећи блокове у ситније комаде. На тај начин, скоро у магновењу, ствара се споменута емулзија, а ослобођене паре и гасови издижу, у своме брзом кретању навише, и сав

остали материјал који се доцније, услед сопствене велике тежине, спушта као лавина низ вулканске падине.

И тако је један страшан облак, уз потмулу грмљавину и севање муња које су се виделе као ватрене стреле са даљине од десетину километара, уништио, у магновењу, орканском снагом напредни град Сен Пјер и његових 26.000 становника.

То је била најстрашнија вулканска катастрофа у овом веку.

Вулкан Темборо или Тамбора

Једна од најстрашнијих вулканских ерупција које памти човечанство десила се почетком прошлог века на острву Сумбави у Сундском Архипелагу. Главна експлозија била је толико снажна да се јасно чула на даљини од 3300 километара. Посада неких бродова који су се тада налазили у Индијском Океану, око 400 километара од Сумбаве, мислила је да негде у близини грме артилеријски плотуни. Од ваздушног притиска на острву Сумбави рушили су се зидови. Огромни тамни облаци обавили су црним густим димом пуним пепела највећи део острва, и непрозиран мрак завладао је на просторији удаљеној стотине километара од самог вулкана.

Изливена лава и избачени материјал захватили су огроман простор. По мишљењу холандског геолога Вербека, за време ове ерупције, избачено је око 150 кубних километара разног материјала. Слојеви ваздуха изнад зажарених поља лаве и пепела толико су се прегрејали, да се формирао страховити циклон који је довршио пустошење острва. Он је порушио велики број села, почупао и искоренио прашуме и подигао у вис стабла, делове кућа, људе и животиње. Оркан

је далеко носио своје жртве, и многе је побацао чак у море. Од зажареног ваздуха настрадали су преостали становници Сумбаве која је овом ерупцијом била највећим делом пре-творена у праву пустињу. У граду Сумбави остало је тада у животу свега три лица, а у краљевини Тембору није пре-живео ову катастрофу ниједан човек. У катастрофи је при покушају да се спасе од врућег pepела погинуо и сам краљ заједно са својом пратњом. Киша камења које је падало с неба и врели облаци pepела угушили су њега и његове дво-ране. У држави Домпо несрећу је преживело само 40 душа, а у држави Рекат само три лица. Плитки делови око острва били су скоро потпуно засути вулканским pepелом и поста-ли су непролазни за бродове који дубље газе.

Тешке последице ове катастрофе осетиле су се у ужа-сним размерама и на суседним острвима. Вулкански pepео, дебео просечно око 60 сантиметара, уништио је на острву Ломбоку све усеве и изазвао страховиту глад од које је умрло 44000 људи, а на другим, још даљим острвима поја-виле су се тешке заразне болести које су дуго времена пу-стошиле међу урођеничким становништвом.

Разумљиво је да је један овакав догађај оставио изван-редно снажан утисак на становништво скоро целог Сунд-ског Архипелага и о њему се прича као о некој врсти смака света и страшног суда.

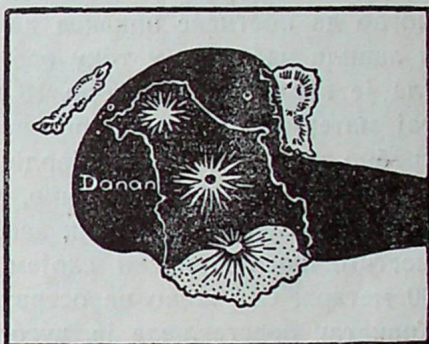
Вулканска активност Тамбора почела је 5 априла 1815 године снажним експлозијама које су се скоро ритмички обнављале постајући све јаче, док, најзад, нису достигле, 10 новембра, максимум снаге. После ових страховитих еруп-ција мање експлозије и избацивање материјала наставило се све до половине месеца јула идуће године.

Најстрашнија експлозија

Двадесет седмог августа 1883 године једна страховита експлозија разорила је највећи део старог вулканског острва Кракатау између Суматре и Јаве, које је пре тога мировало скоро 200 година. Пре ове главне ерупције, стари вулкан Кракатау дизао се изнад површине мора око 800 метара; на њему су се истицале три вулканске купе а са стране налазила су се два омања острва: Верлатан и Јанг. Овом експлозијом створен је велики залив са површином од око 72 квадратна километра и дубином од 60 метара.

Колико је овај потрес био снажан, најбоље се види по томе што се пуцањ експлозије чуо на даљини од 3400 километара, чак у Аустралији. Ваздушни талас који је изазвала експлозија обишао је неколико пута целу Земљу и примећен је скоро на свима барометрима света, а вулкански пепео, око чијих су се честица кондензовале водене капљице, изазвао је, у високим слојевима атмосфере, интересантне оптичке појаве. Од силног потреса настао је на мору циновски талас; он се кретао као огроман запенушени зид висок преко 30 метара и прелио се преко ниских обала

Суматре, Јаве и читавог низа мањих суседних острва. Снага којом је наишао била је страховита. Бродове и барке из лука



Пре последње велике ерупције вулкана Кракатау, у Сундском Мореузу, вирила су из мора три острва. На највећем од њих налазила су се три вулкана. За време експлозије од 27 августа 1883 године уништен је највећи део овог острва, а избачено је 18 кубних километара раздробљене лаве и делова острва. Црним је означено подморско простирање велике калдере Кракатауа.

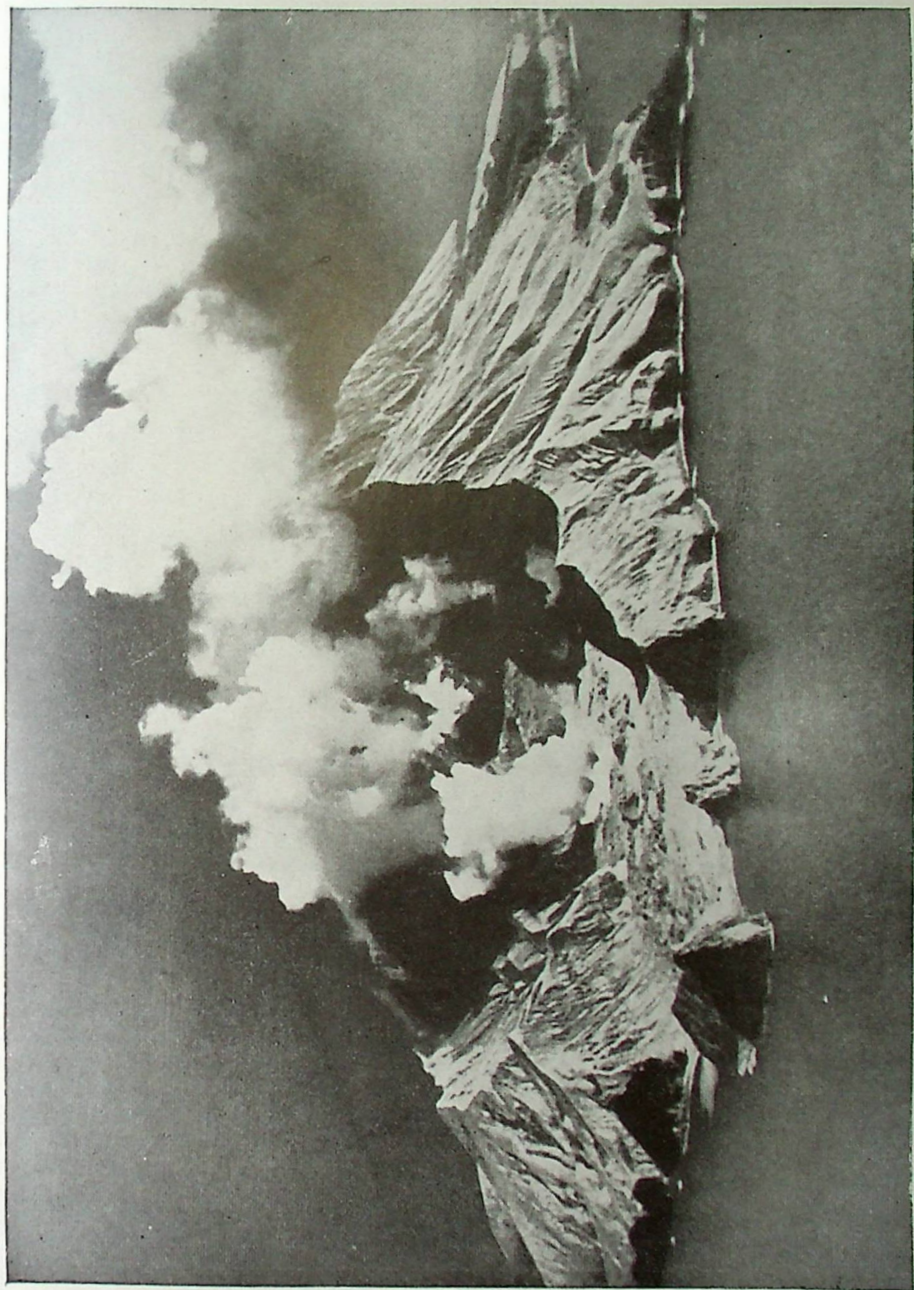
По Гејзелинку.

и са пучине бацао је далеко у шуме поред обале; многа рибарска насеља збрисао је као да никада пре тога нису ни постојала, а местимично је поломио велике приморске делове прашума, ишчупавши стотине хиљада дрвета из корена. Само овај талас поубијао је за неколико минута око 36.000 људи. Материјална штета коју је причинио била је скоро неизмерна.

Вулкан Кракатау бомбардовао је, у правом смислу речи, своју околину. Крупни блокови стена, одваљени од кратера или од других делова вулкана који је бачен у ваздух, летели су до даљине од 20 километара, а нешто ситнији и до 40 километара. То је било одстојање које у то време није могао да постигне никакав далекометни топ. Маса троскве и лапила избачена у току ове експлозивне ерупције достигла је количину од скоро 18 кубних километара. Када би тај материјал требало транспортовати возом, било би потребно више од 20 милијарди вагона. Избачени вулкански пепео уздигао се, делимично, до висине од 80 километара. После ерупције, пространи заостали делови острва били су местимично покривени слојем вулканског пепела дебелим 60 метара. Све живо на острву било је уништено и област Кракатау престављала је, дуго после ерупције, праву мртву пустињу са чудним облицима које су киша и ветар извајали у вулканском пепелу.

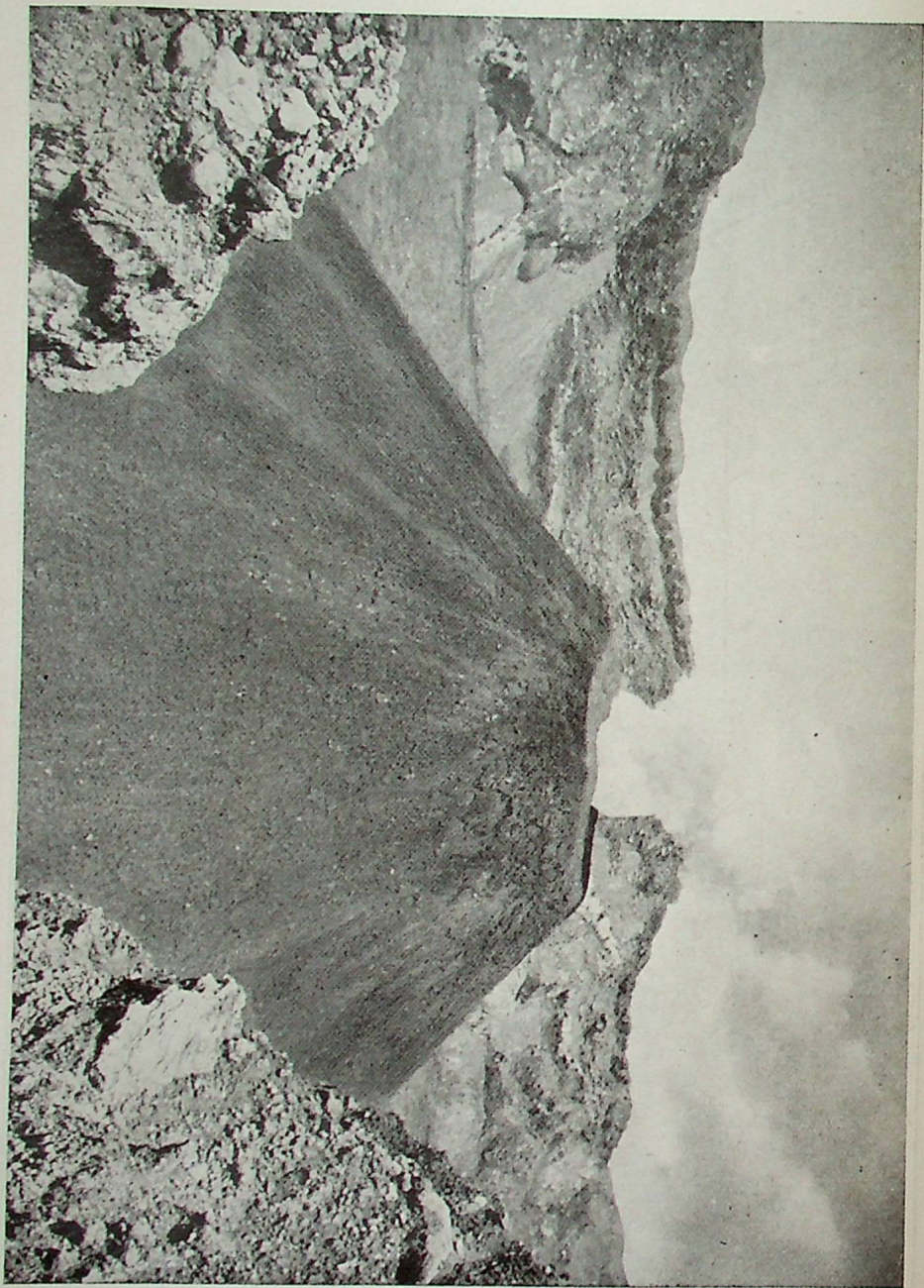
Да се десило у Европи

Извесне ерупције које су се десиле у далеким и пустим областима, ван људских насеља, биле су исто толико снажне ако не и јаче. Једна од таквих катастрофалних ерупција догодила се 1912 године далеко на северу, на Аљасци, на дотле слабо познатом вулкану Кетмају.



Авионски снимак ерупције новозеландског вулкана Вакари. По Гејзелинку.

Купа у кратеру вулкана Везува. По Риппину.



Да се ова ерупција десила у Европи — каже Р. Ф. Григ, истраживач који је испитивао ову област, непосредно после ерупције — њене последице биле би толико неизмерне да бисмо их тешко уопште схватили.

— Да се вулкан Кетмај налазио у околини Берлина, огроман стуб пепела који је избио из његовог кратера видео би се чак у Јени, а детонација експлозије чула би се у Риму. Паре и гасови раширили би се по целој Западној Европи. Од њих би у Каиру потамнеле месингане кваке на бравама, а рубље које се суши на конопцима, било би сасвим изгрижено сумпорном киселином. У Бечу би падала киша чије би капи садржавале сумпорну и хлороводоничну киселину. Од њих би настајали пликови и ране на лицу и рукама пролазника.

Код Лајпцига, дебљина пепела, који би нападао после ерупције, достигла би 30 сантиметара, и овај би град лежао шездесет часова у потпуном мраку који се тешко може замислити. Упаљени фењер у испруженој руци не би се могас видети, јер би ваздух био препун вулканске прашине. Подне би било тамније од најцрње ноћи.

Никакво спасавање не би се могло уопште предузети, јер катастрофу нико не би преживео. Експлозије гасова биле би претвориле усијану лаву у зажарени песак и пепео који би уништавао све што би му било на путу. Када би се у Берлину налазили њујоршки облакодери, највиши њихови врхови били би потпуно затрпани овом усијаном масом.

Ово упоређење наведено је само због тога да би се добила слика, у размерама које су нама схватљиве, једне грандиозне катастрофе у пустим пределима Аљаске где се пред величином простора и планина губи или бледи овакав један догађај.

Вулкански пепео уништио је на огромним просторијама чиновске прашуме и затро сваки траг вегетације. Површина од 2500 квадратних километара била је покривена слојем пепела дебелим 90 сантиметара; 6400 квадратних километара

засуто је слојем пепела од 60 сантиметара, а огромна просторија од око 7800 квадратних километара била је покривена слојем пепела дебелим 30 сантиметара. На даљини 6600 километара од вулкана пепео је достигао дебљину од неколико милиметара.

Колика је маса материјала избачена за време ових ерупција, најбоље се види из овог интересантног упоређења које даје Григ: сви каменоломи у Сједињеним Америчким Државама продукују годишње око 50 милиона тона туцаног камена, док укупна количина избаченог пепела вулкана Кетмаја достиже 28700 милиона тона. Из овог упоређења произлази да је Кетмај за једну недељу дао толико материјала колико сви амерички каменоломи производе за 575 година. Да се у њима почело са радом сто година пре открића Америке, још се не би успело да се спреми толико камена колико је Кетмај избацио само за једну недељу дана.

При овој ерупцији избачено је 1.600.000 милиона кубних метара водене паре и око 280.000 милиона кубних метара разних гасова.

Вулкан Кетмај много је интересантнији по једној појави која се осетила у свима деловима света; по томе је и нарочито познат.

Вулкански дим у високим слојевима атмосфере, у којима је лебдео дуго времена, осетно је утицао на јачину зрачења и на температуру уопште, јер су његове честице одбијале и преламале знатну количину сунчевих зракова спречавајући их да дођу до Земље. Већ у јуну месецу 1912 године температуре испод нормалних примећене су у Аљасци, Сједињеним Државама и Мексику. Према подацима Кимбала, овај појас захватио је у јулу Канаду, Атлански Океан, Европу и Северну Африку, а у августу азијски део Русије до 150 степена источне дужине; у месецу септембру појас захлађивања распростра се већ и преко Источне Азије. Иако укупни пад температуре није износио просечно ни један

степен, ипак су ове промене биле од утицаја на жетву и усе-
ве у многим крајевима.

После чувене ерупције вулкана Скаптар Јекула на
Исланду, када је, поред огромних количина лаве, избачена
и велика маса пепела, преко целе Европе била се раширила
„сува магла“ захватајући брзо све веће просторије. На не-
ким местима она је била толико густа „да се велике куће
нису уопште могле видети на даљини од три километра“. У
подне Сунце је било црвено као крв и могло се посматрати
широм отворених очију. Пепео и паре са гасовима којих је
било у ваздуху, уништили су те године сву жетву у Шкот-
ској, иако је она била удаљена преко 900 километара од
Скаптар Јекула. Зима после ове ерупције била је хладнија
него ма која друга раније.

Сличне појаве примећене су и после чувене ерупције
вулкана Томборо. На 480 километара од кратера владао је
три дана потпуни мрак; пепео, од којег је постао слој де-
бео 60 сантиметара, падао је на 1370 километара од вулкана.
Та година названа је „година без лета“, а на многим мести-
ма жетва је била потпуно подбацила.

Ерупција вулкана Кракатау такође је изазвала значајне
поремећаје у атмосфери. На Андаманима, око 2400 километа-
ра од овог вулкана, чула се експлозија као пуцањ неког
топа на броду, па је чак послана и једна лађа у томе прав-
цу, пошто се мислило да је то позив за помоћ. У једном ме-
сту у Аустралији, удаљеном од вулкана Кракатау око 3256
километара, потмули пуцањ пробудио је становнике који
су мислили да је негде у близини упаљена мина, а у Родри-
гезу, 4777 километара од места ерупције, експлозија се чула
као потмула грмљавина топова. Огромна маса пепела која је
достигла високе слојеве атмосфере лебдела је у њима дуго
времена умањујући интензитет Сунчева зрачења. Због тога је
температура у току идућих месеци била осетно опала.

После ерупције Кетмаја обраћена је нарочита пажња
овим појавама у атмосфери, и оне су при другим ерупција-

ма у појединостима проучаване и мерене специјалним инструментима.

И тако су ове појаве, грандиозне по своме замаху и страховите по последицама, имале значајног утицаја и на удаљене пределе ван непосредног дохвата лаве, пепела, вулканских бомби и другог материјала избаченог при ерупцијама.

*

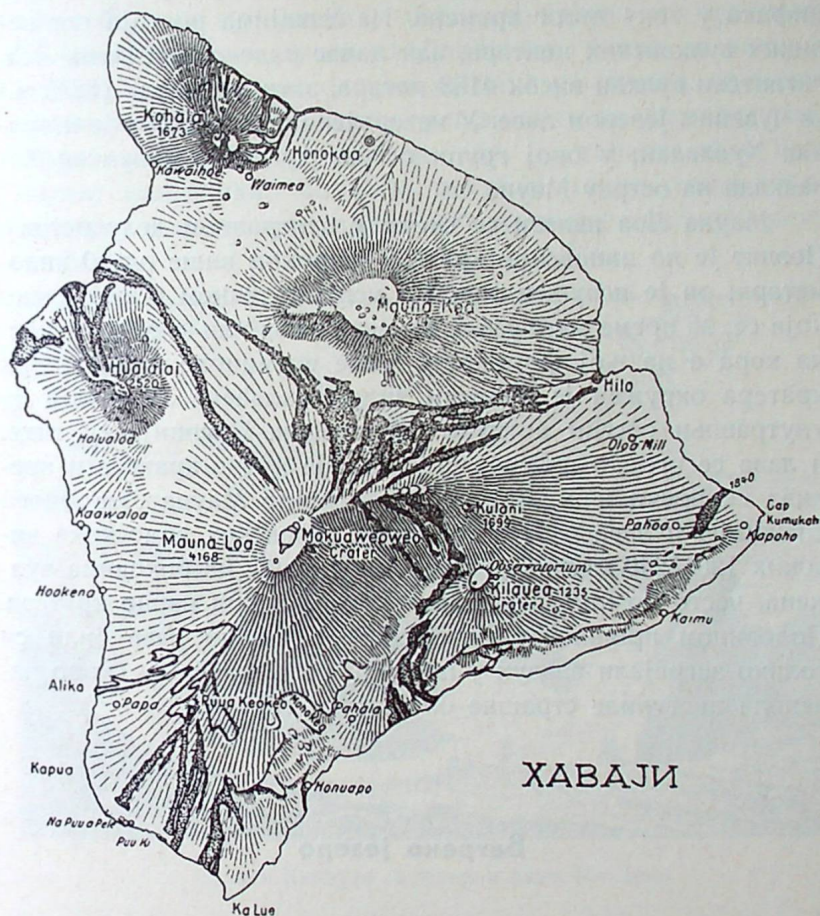
* *

Сем ових, постоји још знатан број вулкана чије су ерупције биле катастрофалне по становништво насеља око вулканских брегова. И данас они наносе тешке штете и угрожавају читаве крајеве. До недавна, људи су били потпуно беспомоћни према пустошењима лаве и вулканског пепела, и једино што су могли да учине, било је да што пре побегну и спасу стоку или мало ствари. На острвима Холандске Индије, чувеним по многобројним вулканима, нарочито на Суматри и Јави, ерупције су у последње време, из године у годину, наносиле тешке штете пространим плантажама и пољима пиринча. Само на острву Јави постоји седамнаест великих вулканских центара, а на Суматри једанаест; многи од њих познати су по врло јаким и катастрофалним ерупцијама, а њихови сливови лаве често покрију и униште својом усијаном масом знатне делове великих обрађених површина. Несреће су биле још веће када лава прегради корита река и потока, и ујезери их. У тропским крајевима богатим кишама, чувеним скоро са посведневним пљусковима и провалама облака, у овим језерима нагомила се за релативно кратко време огромна количина воде. Када брана охлађене лаве попусти, настају страховите поплаве са бујицама које дуго пустоше простране пределе.

У последње време за борбу против вулкана употребљени су у овој области и авиони. Бомбама тешког калибра бомбардоване су ивице кратера, отварају нов пут лави и скретан њен ток на другу страну. У неким случајевима по-

ВАТРЕНИ БРЕГОВИ

стигнути су заиста повољни резултати, али је ипак ова борба са стихијом циновске снаге и ђудљивошћу вулкана јасно



Хаваји са кратерима активних и угашених вулкана.
По Сеперу.

показала колико су и најмоћнија људска средства ништавна према неизмерној снази ватрених брегова.

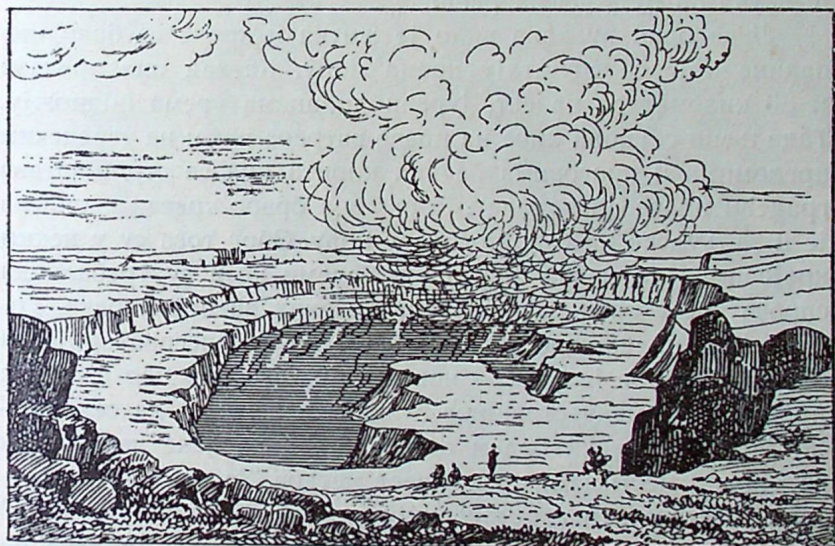
Са много више успеха борили су се авиони против лаве на тихоокеанским Хавајским Острвима која су сва изграђена од циновских сливова лаве, нагомилане у овом делу Пацифика у току дугог времена. На Хавајима постоји пет великих вулканских центара, али данас раде само Мауна Лоа, гигантски вулкан висок 4168 метара, затим Килауеа (1235 м.) са чувеним језером лаве. У историјско време радио је и вулкан Хуалалаи; у овој групи острва чувен је и вулкан Халеакала на острву Мауи.

Мауна Лоа налази се скоро у централном делу острва. Познат је по циновском кратеру широком више од 10 километара; он је испуњен лавом у усијано-течном стању преко које се, за време мировања, нахвата тања или дебља охлађена кора а на њој формирају мање ерупционе купце. Врх кратера окружен је великим зидом охлађене лаве чији су унутрашњи отсеци потпуно вертикални. Ерупције су тихе, и лава се полако излива, преплављује ивице кратера и прелива се преко њих. Каткад су ерупције Мауна Лое много снажније, и лава избија у облику циновских водоскока високих 120—240 метара, и то дуж пукотина на боковима вулкана, често по хиљаду и више метара испод ивице кратера. Половином прошлог века овакви водоскоци лаве били су толико загрејали ваздух у њиховој околини да су скоро изненада наступиле страшне олује типа торнада.

Ватрено језеро

На вулкану Килауеји, у југозападном делу пространог кратера, налази се чувено вулканско језеро Халемаумау, испуњено усијано растопљеном лавом која се стално комеша. Ово „ватрено огњиште“, како урођеници називају језеро лаве, открио је 1823 године мисионар В. Елис. За време

ноћи оно пружа величанствен приказ са својом узбурканом површином која личи на море истопљеног метала преко којег стално пролазе и трепере завесе пламена сумпорно плаве боје са прелазима у пурпурно-црвено и неранцасто. Та чудна светлост, какву ни Данте није могао да замисли, смењује се са тамним, оштрим сенкама на стрмим, опаљеним зидовима кратера. Из даљине језеро личи на циновску топионицу из које бије страховита јара, јер топлота коју Халемаумау непрекидно ослобађа достиже скоро несхватљиве размере: она износи преко 300 милиона калорија сваког секунда!



Вулкан Килауеа са језером лаве. По Дени.

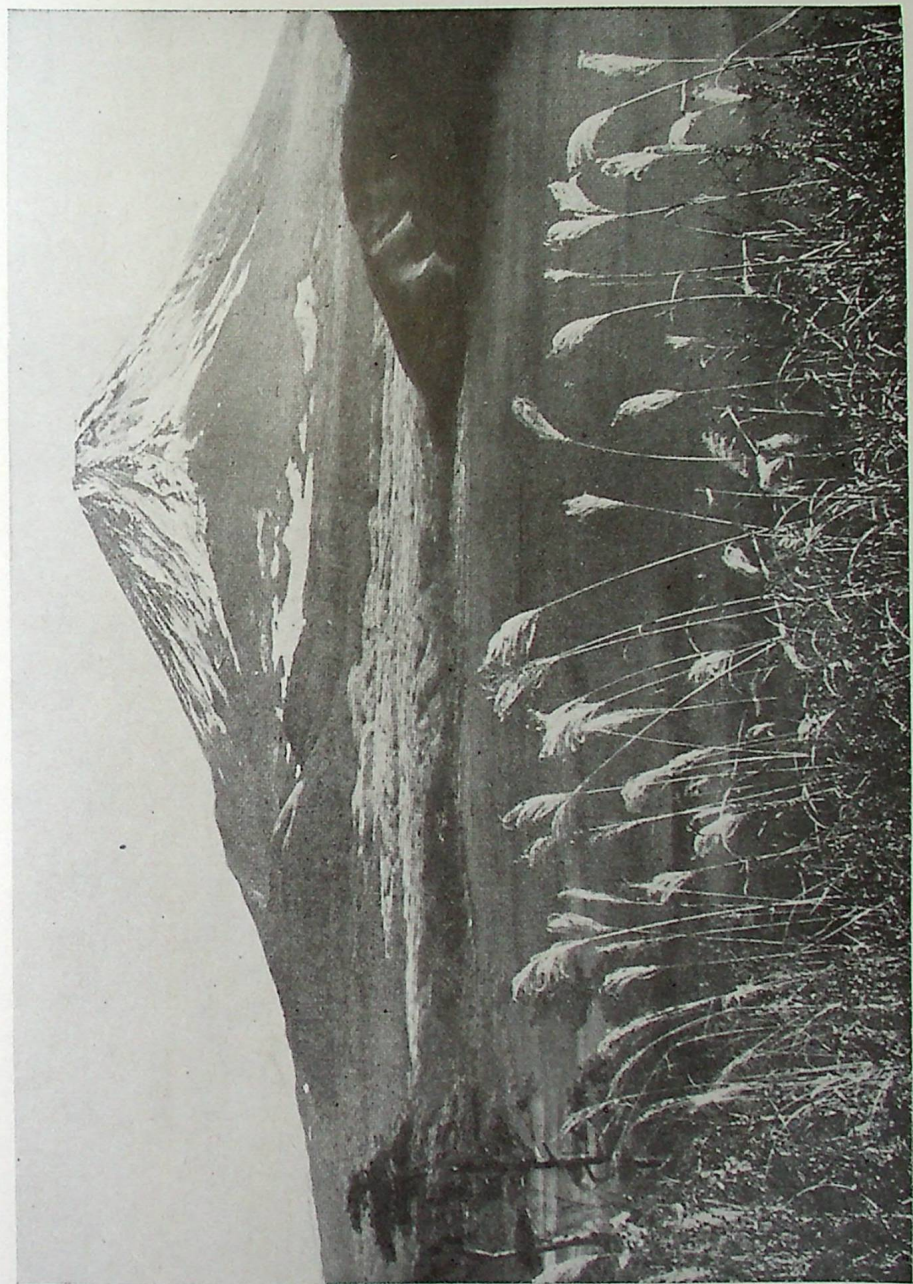
Површина ватреног језера стално се мења; лава се издиже и допире до самог обода кратера, преливајући се често преко њега, или се спушта, као да тоне у непознате дубине вулкана, каткад више од 250 метара. Тада кратер личи на циновску шахту са испрженим, црним зидовима. При макси-

малним или великим спуштањима нивоа језера, обурвавају се и руше зидови кратера, и обод језера мења свој облик и димензије. Мехури разних вулканских гасова који долазе из дубина избацују у вис капи растопљене лаве, које се, при лету кроз ваздух, извлаче у танка, фина стакласта влакна. Њих носи ветар по околини вулкана, каткад и до мора; урођеници их називају „Пелине косе“.

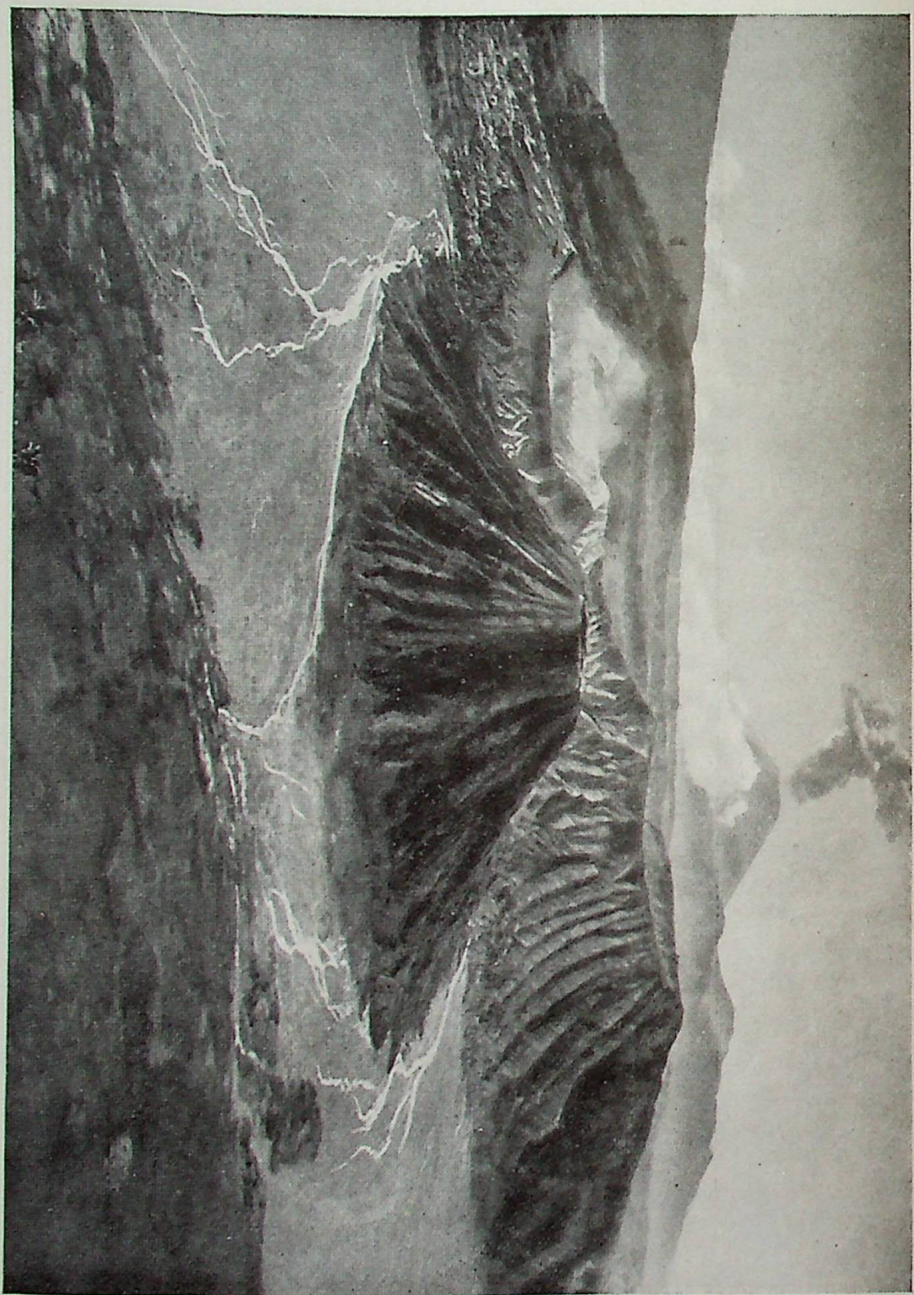
Близу самог ватреног језера налази се модерна вулканолошка опсерваторија у којој стручњаци стално проучавају рад овог циновског вулкана. Захваљујући њиховом труду и пожртвовању, многе тајне овог вулкана већ су решене, или је наука на путу да их реши.

Лава ових вулкана врло је житка и креће се брзо низ падине које се спуштају према мору. Каткад она прелази и 30 километара на сат, јурећи долинама према подножју. Тада њени сливови личе на праве ватрене реке; на теренским преломима и праговима речних корита она се стрпоштава градећи праве „лавопаде“. Због свог брзог кретања, опасна је и за људска насеља, поготову ноћу. Због тога су у неким крајевима подизани насипи и бедеми који су требали да спрече ове страшне поплаве разливених ватрених река. Године 1920 предложио је *Т. Јагар*, оснивач опсерваторије на ободу ватреног језера, — човек који је скоро цео свој век провео на домаку страшног вулкана и лаве, — да се изгради један циновски бедем од блокова охлађене лаве висок на многим местима и преко шест метара. За ове радове требало је утрошити огромну суму новца — преко 80.000.000 динара. Један део тих радова извршен је, али је лава на многим местима успела да пређе и преко високог зида, или да га разори и уништи на дужини од више стотина метара. Сличан случај десио се и у Катанији на Сицилији, где су, 1669 године, зидови који опасују стари град одолевали једно време навали лаве, али је она ипак продрла у улице и опустошила читаве квартове.

У ноћи, уочи нове године 1936, сливови лаве Мауна Лое,



Фуџијана (Фуџисан) чувени јапански вулкан на острву Хонџу.



Вулканске купе планинског масива Тонгер на Јави. Вулкан Бромо, висок 2397 м. (лево на слици) још ради. У позадини пуши се купа вулкана Смеру (3676 м.). По Гејзелинку.

претили су да униште град Хило на североисточној обали острва. Огромне усијане масе спуштале су се брзином бујице низ велику главну долину између вулкана Мауна Лоа и Мауна Кеа, којом су се и раније, при великим ерупцијама, кретале моћне масе лаве према мору. Град Хило био је већ једним делом евакуисан, али су, у последњем тренутку употребљени авиони бомбардери који су бацили 20 бомби по 300 килограма на чело слива, отворили нови пут и скренули ток усијане реке на другу страну. Годину дана пре тога лава је била доспела на неколико километара пред град Хило и претила је да уништи велике резервоаре водовода, али се ту срећом задржала. Највећи сливови за које се памти достизали су, године 1885, дужину од преко 100 километара, ширину од 4800 метара и висину од 100 метара.

Цело ово острво изграђено је од охлађене лаве. Према мишљењу немачког вулканолога Сапера, њена маса достиже величину од преко 300.000 кубних километара. Колико је то огромна количина види се најбоље по томе што би се овом масом охлађене лаве могла да покрије цела Европа, и то једним слојем дебелим 32—33 метра. Када се узме у обзир да се острво издиже са океанског дна дубоког око 6000 метара, и да се диже више од 4000 метара изнад морског нивоа, може се већ замислити колико су замашне и дуготрајне биле ерупције ових вулкана.

Температура лаве у кратеру Халемаумау износи, непосредно испод охлађене коре на површини, 750—850° С. На тринаестом метру дубине, она се већ пење на 1118° С. Интересантно је да температура пламена упаљених гасова који избијају из лаве достиже 1350° С, што, вероватно, једним делом долази и од упаљеног водоника.

Оваква језера лаве постојала су привремено и на вулкану Саваи, затим на Масаји и у Никарагви. За време ерупције Везува од 1929 године било се образовало у кратеру, али за кратко време, једно мало језеро лаве.

Европски активни вулкани

По својим ерупцијама чувени су и наши европски вулкани Везув, Етна, Стромболи, Волкано, затим велики исландски вулкани. Они су и најбоље проучени, и о њима имамо највише поузданих података.

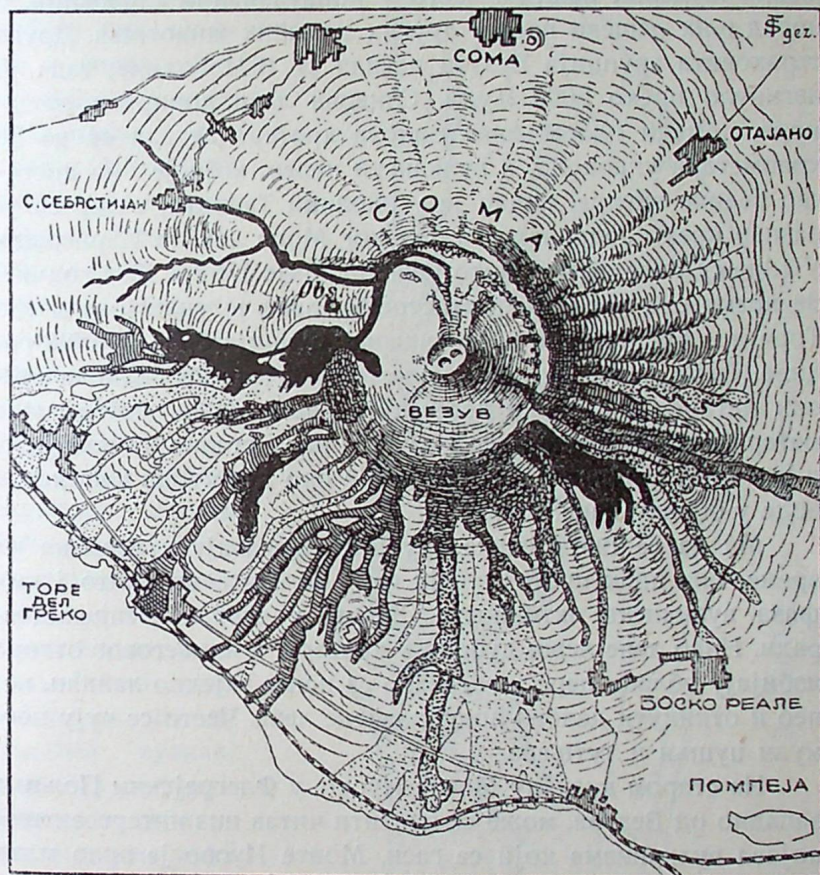
Вулкан Везув издиже се изнад Неапољског Залива близу чувених Флегрејских Поља, која, гледана из висине, потсећају на неки пејзаж са Месечеве површине. Његова масивна купа достиже 1183 метра, а изнад врха овог ватреног брега и у најтамнијим ноћима небо изгледа зажарено као да под њим пламса неки циновски пожар. Права вулканска купа Везува са кратером окружена је са севера лучном Монте Сомом. Између Соме и кратера лежи долина Атрио дел Кавало.

Све до 79 године пре Христа нико није ни сумњао да је Везув активан вулкан, јер у историјско доба пре тога није била забележена ниједна његова ерупција. Једино Страбон помиње на једном месту да му стене овог брега изгледају „као на ватри печене“. Ову прву историску ерупцију Везува описао је Плиније Млађи у својим писмима Тациту. Писац овог првог вулканолошког извештаја, како се с правом може назвати опис који је дао о Везуву Плиније Млађи, налазио се за време катастрофе у пратњи свога славног ујака адмирала Плинија Старијег, „који је повео своје лађе са рта Мазенума да спасава несрећне становнике места у подножју Везува, и већ другог дана умро угушен „отровним испарењима из земље“. Он је присуствовао страшној ерупцији „при којој су вулканском лавом и пепелом затрпана потпуно до тада напредна места Помпеја, Херкуланум и Стобие“.

Прва историјска ерупција од 79 године пре Христа била је једна од најјачих ерупција Везува. Тада је разрушен врх брега и највећи део стране окренуте ка мору. При томе је избачена у вис огромна маса стеновитог материјала раздробљена у пепео и лапиле. Циновски стуб водене паре, дима, га-

ВАТРЕНИ БРЕГОВИ

сова, пепела, па и крупнијег материјала достигао је висину од 2000 метара. Из овог облака падала је топла блатњава киша и „град камења“. Блатњаве бујице које су јуриле низ



Карта Везува са сливовима лаве створеним за време разних ерупција до 1872 године. Најмлађи сливови означени су црним. По Кајзеру.

падине вулкана биле су опасније од саме лаве, јер су се спуштале великом брзином и допирале тамо где ватрена река

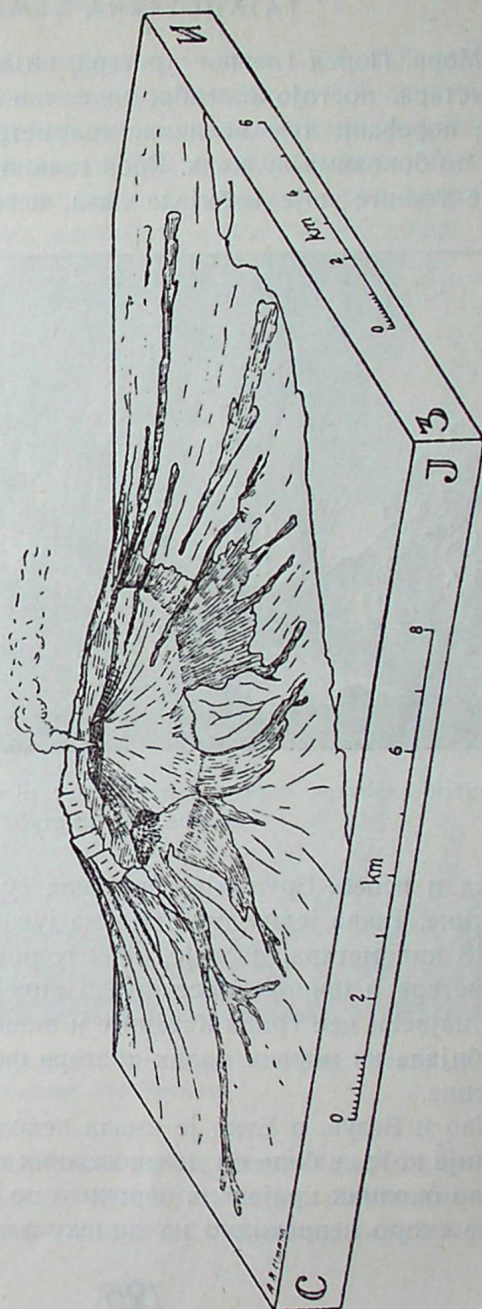
није уопште могла да стигне. Огромне масе вулканског пепела и лаве сручиле су се на околна места. У Помпеји, која је углавном засута пепелом, нађено је више од 700 окамењених људских лешева, често у конвулзивним ставовима, а поред њих лешеви паса и других домаћих животиња. Друга страховита ерупција Везува десила се 1631 године; тада је изгинуло преко 3000 људи. Сливови лаве допирали су до мора, комади одломљених зидова кратера летели су до 50 километара унаоколо, а вулкански пепео, који је био достигао велике висине, падао је у околини Таранта; ветар га је разнео преко Јадранског и Јонског Мора чак до Цариграда. У 18 веку биле су нарочито јаке ерупције 1782 и 1794 године. За време ове последње катастрофе, лава је уништила место Торе дел Греко. Исто тако снажна ерупција била је 1906 године. Тада је, у току једне недеље, избачено 20 милиона кубних метара лаве и око десет пута више другог растреситог материјала. Огромне масе гасова и пара стално су избијале, и при овој ерупцији ослобођено је око два кубна километра воде у облику паре.

Ма да се ове снажне ерупције дешавају с времена на време, оне ипак претстављају само моменте нарочито јаких фаза вулканске активности. Везув, у ствари, непрекидно ради. Ниво лаве лежи дубоко у кратеру, а из његовог отвора избијају облаци паре и гасова, а са њима заједно лапили, пепео и откинати делови полуохлађене лаве. Често се чују потмули пуцњи и тутњава.

На старом вулкану Монте Нуово, у Флегрејским Пољима западно од Везува, може се пратити читав низ интересантних појава вулканизма који се гаси. Монте Нуово је врло млад и његова купа образовала се, као да је изникла из земље, у току једне једине ноћи. У току година 1536—1538 у приморју око Флегрејских Поља осетило се више јаких земљотреса, а 28 септембра 1538 из мора су се издигли пространи обалски делови западно од Пуцуолиа. Идућих дана на једном месту подигла се површина земљишта; на њему су се ускоро поја-

виле велике пуко-
тине и ту се обра-
зовао кратер из
којег је почео да
избија дим, шља-
ка и пепео. Ко-
личина избаченог
материјала до-
стигла је око 40
милиона кубних
метара. Нагомила-
вањем овог мате-
ријала створена
је вулканска купа
висока 140 мета-
ра. После тога
вулкан Монте Ну-
ово радио је још
неколико месеци
избацујући знатну
количину лаве,
али се ускоро за-
тим потпуно уми-
рио. Једини знак
да се ту некада
налазио вулкан,
били су извори
паре, али су и о-
ни ишчезли у 19
веку.

Етна је највећи
европски вулкан
и диже се до 3274
метра изнад по-
вршине Средозем-



Вулкан Везув по једној скици А. Ритмана.

ног Мора. Поред главног кратера, чији пречник износи око 450 метара, постоје многобројни бочни — паразитски — кратери, поређани дуж великих, километрима дугачких пукотина по боковима вулкана. Кроз главни кратер у историјско време уопште није избијала лава, него само паре, гасови,

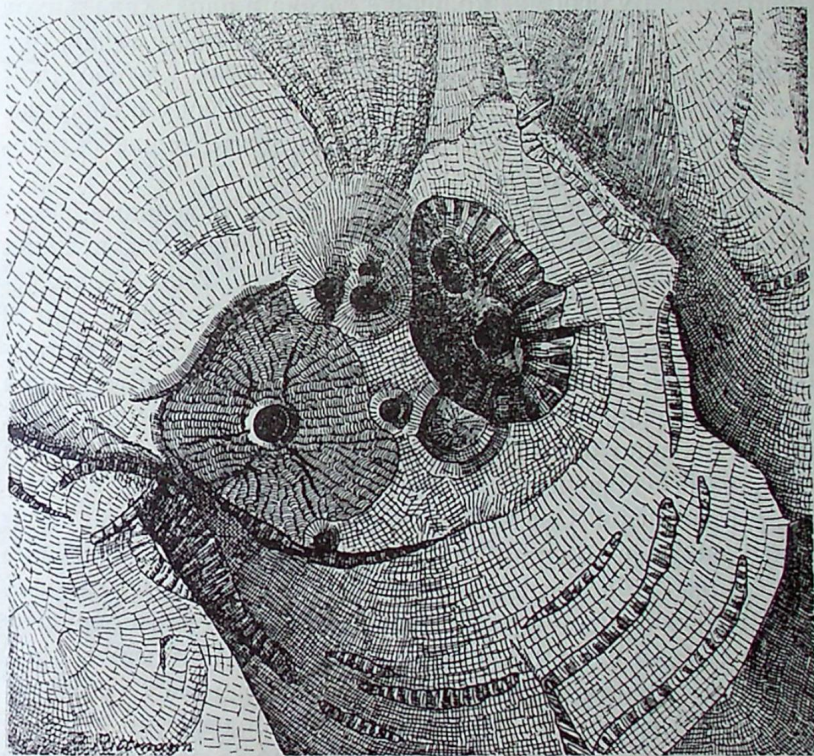


Паразитски кратери поређани дуж једне пукотине на боку вулкана Везува. По Шмиту.

каткад и пепео. Ерупције лаве биле су ограничене само на пукотине. Таква једна пукотина, на јужној страни Етне, дуга око 18 километара, дала је, 1869 године, слив лаве дуг 100 километара и широк просечно 0,5 километара. Тада је уништен највећи део града Катаније и више околних села. Лава је избијала из многих малих кратера формираних изнад ове пукотине.

Као и Везув, и Етна је имала неколико катастрофалних ерупција које су биле од далекосежних последица по становништво околних крајева, а нарочито по Катанију која се налазила скоро непрекидно на домаку лаве и пепела, узнеми-

равана стално тешким трусовима. Године 1669 највећи део Катаније био је разорен; тада је уништено око 50 других суседних насеља, а према оскудним подацима из тога времена, изгледа да је погинуло око 95.000 душа. Суседна Месина страдала је такође у више махова, а велики трус приликом ерупције од 1908 године, поубијао је око 100.000 душа.



Кратер вулкана Стромболи после ерупција у месецу септембру 1930 године. По Ритману.

Вулкан Стромболи налази се на Липарским Острвима у Тиренском Мору. Чувен је по својим скоро ритмичким експлозијама; површина лаве у кратеру стално пулзира и издиже

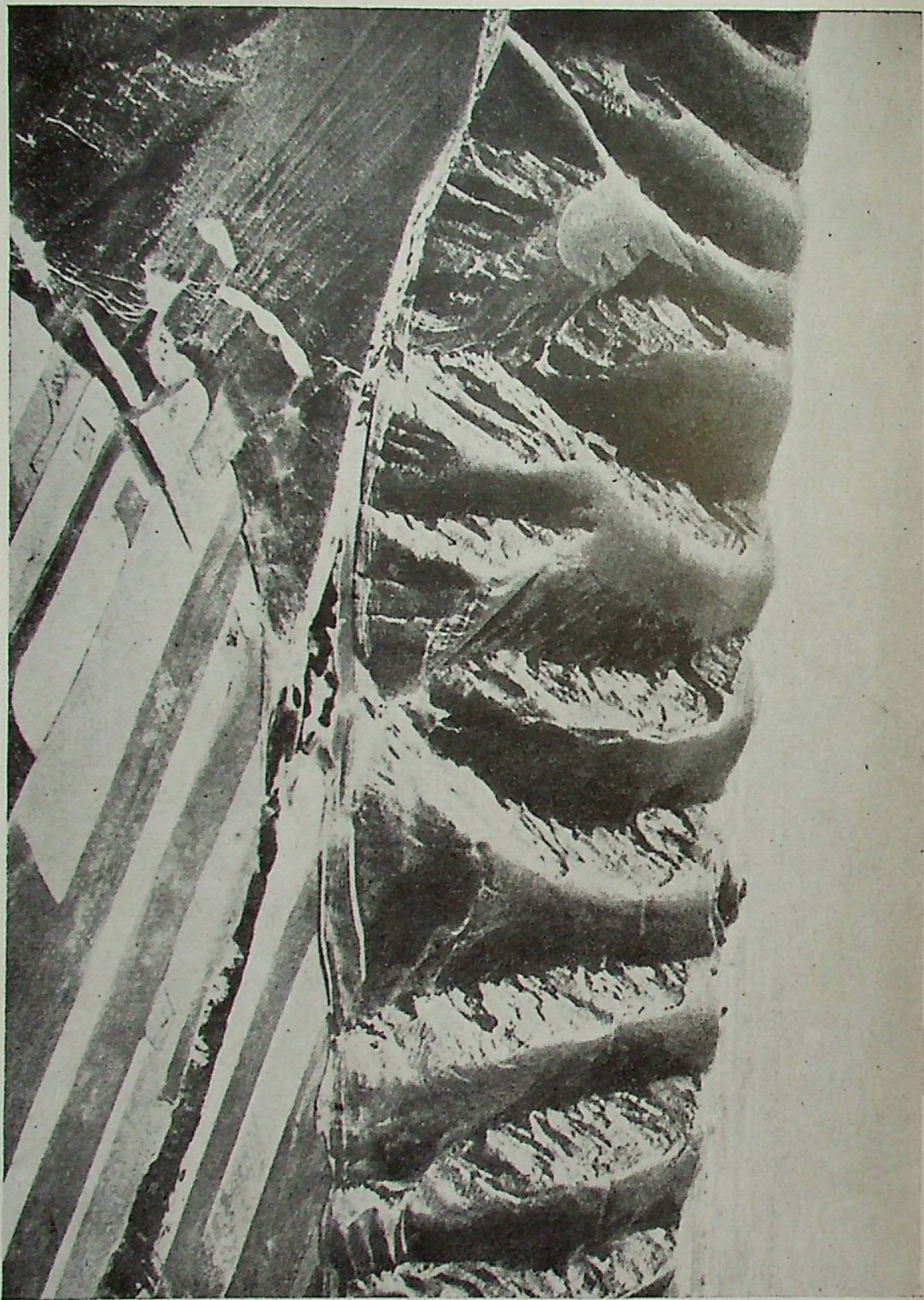
се до самог обода. Тада избијају, уз експлозију и тутњаву, паре и гасови, каткад и тросква. Стромболи је познат и по великим водоскоцима лаве, високим често до 60 метара.

На Липарским Острвима налази се и чувени вулкан Волкано. Његова лава је врло густа, брзо се хлади и врло често зачепи кратер као неким циновским запушачем испод којег се нагомилавају огромне количине гасова и пара. Када њихов напон постане нарочито снажан и пређе критичну тачку, они разбију запушач од охлађене лаве, раздробе га у пепео и лапиле. Ослобођени гасови и паре избацују и лаву у облику циновских вулканских бомби, а ерупције прате тешке експлозије са густим облацима и стубовима дима.

На острву Исланду, чувеном по својим вулканима, ерупције су често достизале циновске димензије. Дуж великих пукотина изливале су се огромне масе лаве. Тако је дуж једне пукотине, дуге 25 километара, избило 1783 године око 12 кубних километара лаве која је преплавила једну пространу област од 565 квадратних километара. Вулкан Скаптар Јекул или Вармардалр, познат у последње време под именом Лаки, који је избацио ову огромну масу лаве, изазвао је великим количинама избаченог вулканског пепела и значајне поремећаје у атмосфери. Ове честице одбијале су сунчеву светлост, а инсолација је толико била смањена да је 19 и 21 јуна пао снег. Киша, која је падала ускоро после ерупције, садржавала је велику масу муља, тако да су поља била покривена једним тамним слојем блата. Ваздух је дуго био испуњен пепелом и прашином, а видљивост увелико смањена. Ове ненормалне прилике трајале су све до септембра месеца, када је почео да дува снажан северни ветар који је растерао маглу и пепео из ваздуха. Штета коју је причинила ова ерупција била је стварно огромна и привреда острва Исланда била је скоро потпуно уништена. То је била страшна национална несрећа за острво, јер је тада угинуло 81,8% свих оваца, 77% коња и 52,4% говеда, а скоро једна петина становништва страдала је од зараза и глади.



Млазеви лаве у облику конопаца на једном сливу вулканске лаве. По Херману.



Прадео састављен од леса код Ланчу, у области Кансу, у Кини. Ерозија и денудација у оваквим теренима врло су интензивне.
По Рихтхофену.

У многим другим крајевима света раде вулкани — око 450 активних. Неки од њих су у правом смислу речи горостасни, и њихове ерупције биле су често од страховитих последица. Али су многи и незнатних димензија, скоро безначајни, неупоредиво мањи од споменутих циновских вулкана. Неки раде хиљадама, десетинама и стотинама хиљада година, док је код других после једне једине експлозије престала свака активност. Многи су одавно угашени, потпуно умирени, и само искусно око геолога распознаје на данашњим њиховим руинама обриси некадашњег ватреног брега, масе охлађене лаве, наслагe пепела и другог материјала. Тих мртвих, угашених вулкана има, међутим, много више него живих, активних.

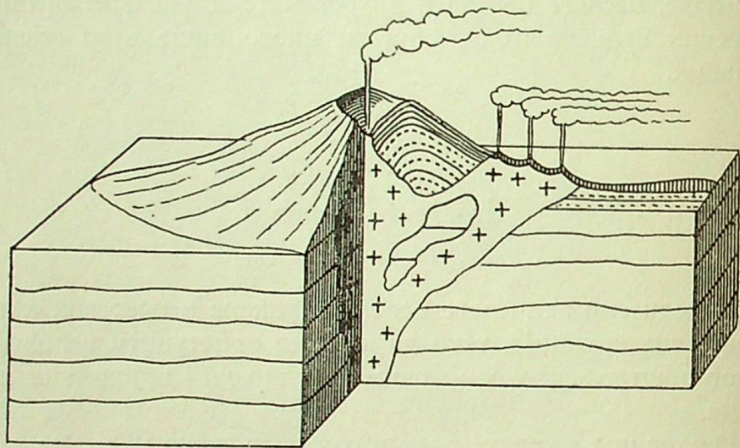
Шта је то вулкан?

Видели смо већ многе особине вулкана и њихових катастрофалних ерупција, тако да можемо приступити извођењу једног општег закључка о овим грандиозним природним појавама.

Геолог под називом *вулкан* означава свако место на земљиној површини које стоји у директној вези са земљином унутрашњошћу помоћу једног канала или пукотине кроз које на површину избија лава, пепео и други вулкански материјал. Нагомилавањем избаченог материјала око отвора канала или пукотине — они се најчешће прошире у току ерупција — постају купасте брегови, како изгледа већина вулкана.

Најпростији тип вулкана издвојен је под називом *нек* или *димњак*; овај тип често се означава и као вулкански ембрион. Код овог вулкана налази се на површини терена, око једноставног вулканског канала, који је често левкастог облика, — у доњем делу се, у више случајева, наставља у не-

правилну пукотину — бедем од материјала избаченог приликом ерупције која је, уствари, већином била само једна изванредно снажна експлозија. Сам канал испуњен је раздробљеним материјалом, обично од стена кроз које се пробио канал, а изузетно у њему се налази и охлађена лава, вулкански пепео и др. То су првенствено гасни вулкани, и означавају се и именом *мар*. У Јужној Африци и Јужној Америци у нековима или димњацима налазе се кристали дијаманата. За многе од ових вулкана утврђено је да су постали у време када је површински покривач био за око 1000 метара виши од да-



Замишљени пресек кроз један вулкан; крстићима је означена лава; десно, испод главног кратера три паразитска кратера. По Рејеру.

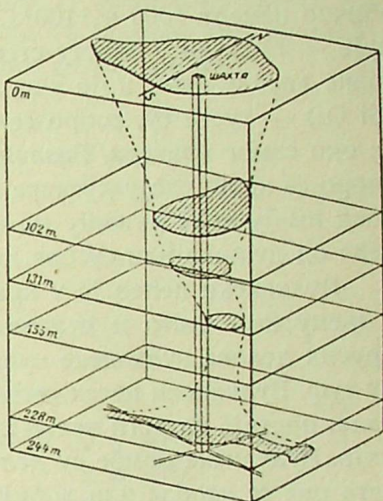
нашњег, што значи да су у тој области после ових ерупција ветрови, кише и површинске воде однели слој земљишта дебео 1000 метара и за толико снижили рељеф. Марова има у Швапском Албу, Ајфелу, Оверњу, Шкотској, Средњој Италији и на многим другим местима.

У једноставне вулкане спадају и вулкани Хавајских Острва. Они имају облик пространих, благо испупчених штитова, скоро искључиво изграђених од сливова лаве. У ову групу спада и већина исландских вулкана.

Као стратовулкани издвајају се вулкани чије су купе састављене од мешовитог материјала — лаве, пепела, бомби итд. Они су слојевити, јер се сливови и масе лаве смењују, често наизменично са осталим материјалом.

По спољашњем облику купе, вулкани могу бити прости или сложени. У првом случају вулкан је једноставан и кратер се налази на врху купе. Везув је пример сложеног вулкана, јер је његова стара вулканска купа знатним делом разорена, а током времена створена је нова купа. Код великог броја вулкана кратер се налази на врху купе, каткад нешто бочно померен. На Етни, затим на многим другим вулканима, осим главног кратера постоје и споредни, бочни или паразитски кратери; они се обично налазе на боковима и испод главног кратера; везани су за велике пукотине на боковима, које постају услед снажног хидростатичког притиска високог стуба лаве.

Висина и облик купа често се мења, јер вулкан и зида и руши своју купу. За време снажних ерупција, она може бити највећим делом разорена, као, на пример, при експлозији Кракатауа 1883 године. То исто важи и за кратер. Ширина кратера Везува око 620 метара, Кракатауа приближно 7 километара, а има и вулкана код којих ширина кратера достиже 20 километара.



Нек или димњак испуњен дробином у којој се налазе дијаманти. Идући наниже дубоки кратер претвара се у пукотину.
По Бринкману.

Данашњи активни вулкани избацују приликом ерупција и рада различити материјал: лаву, вулкански пепео, вулкански песак, вулканске бомбе, лапиле, пловућац и др.

Лава је, као што смо већ видели, усијано-течна маса разне густине. При избијању из кратера њена се температура креће обично између 1000 и 1100° С. На 700—600° С она се консолидује — прелази у чврсту стену, обично кристалишући. Тако зване *киселе лаве*, које садрже велику количину силиције (Si O_2) — густе су, споро се крећу и, већином, нагомилавају се око самог кратера. *Базичне лаве*, са мало Si O_2 , житке су, споро се крећу, дају дугачке сливове и простране плоче (сливови имају већу дужину од ширине, а код плоча ширина је већа од дужине или су ове димензије приближно једнаке).

Вулкански пепео је у прах раздробљена вулканска лава; у њему има често и делова од разбијеног зида кратера и других делова вулканске купе. Када пепео очврсне, даје стену туф. Вулкански песак састоји се од кристала разних минерала; постаје на исти начин као и пепео, само је нешто крупнији. Вулканске бомбе су делови лаве избачени у вис; у току лета оне се заобле или добију крушкаст облик, али када падну, спљоште се. Површина им је стакласта, а унутра су порозне, сунђерасте. Лапили су крупнији од песка, то су, обично, комадићи разбијене вулканске згуре порозне грађе.

Сем лаве и чврстог материјала, вулкани избацују и огромне количине пара и гасова: водене паре, угљендиоксида, сумпорводоника, хлороводоничне киселине, флуороводоничне киселине и др. Анализа гасова каптираних у кратеру Килауеи помоћу нарочитих судова изгледа овако:

водене паре	80%
угљендиоксида	11%
угљенмоноксида	0,1%
флуора	5%
хлора	1%
сумпора	1,5%

ВАТРЕНИ БРЕГОВИ

водоника	0,5%
азота	0,5%

О хемијском саставу лаве може се добити претстава најбоље из састава разних стена које су постале њеним хлађењем. Две трећине свих еруптивних стена садрже:

SiO_2	између 45 и 70%
Al_2O_3	„ 13 и 19%
$\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{F}_2\text{O}$	„ 0 и 4%
MgO	„ 0 и 4%
SaO	„ 0 и 7%
Na_2O	„ 2 и 5%
K_2O	„ 0 и 4%

а 99% свих еруптивних стена садржи:

SiO_2	између 30 и 80%
Al_2O_3	„ 3 и 25%
$\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO}$	„ 0 и 13%
MgO	„ 0 и 25%
SaO	„ 0 и 16%
Na_2O	„ 0 и 11%
K_2O	0 и 10%

Како изгледа унутрашњост Земље

Одакле долазе ове огромне масе лаве, гасова и пара?

На ово питање можемо одговорити тек када се упознамо са саставом и особинама Земљине унутрашњости, и са температурним приликама које тамо владају.

У рудницима, нарочито оним дубоким, топлије је него у поткопима близу површине. У Јужној Африци постоји нај-

дубљи рудник на свету. Извесне његове шахте спуштају се до 3000 метара испод површине. Услови рада у овој дубини, и поред савршених постројења за вентилацију ваздуха, изванредно су тешки, јер температура ваздуха у појединим поткопима прелази 50°C. При копању дубоких бунара и изградњи тунела, утврђено је такође да температура стена расте с дужином. Ово повишавање температуре настаје од тзв. неутралног слоја који најчешће лежи 10—20 метара испод површине и чија температура одговара средњој годишњој температури на површини. Почев од неутралног слоја, температура се повишава просечно сваких 33 метра за 1°C. Овај однос температуре и дубине назива се геотермски ступањ. Он није у свима крајевима исти и варира између 11 и 125 метара. У Швапском Албу температура се повишава за 1°C сваких 11 метара а у неким областима Канаде и Јужне Африке сваких 125 метара. У вулканским крајевима температура расте брже с дужином него у старим теренима који су тектонски одавно мирни и у којима већ дуго нема никакве вулканске акције.

Дубине до којих се доспело бушењима или рудницима сасвим су незнатне према Земљином полупречнику. Када би наша Земља била лопта величине једне четвороспратне зграде, онда би најдубља бушотина и најдубљи рудник били дубоки толико до пробијају само цреп на крову и летве на којима леже црепови, каже немачки геолог К. Билев. То значи да се на основу тих података не могу извући скоро никакви закључци о саставу Земљине унутрашњости. Али, на срећу, постоје многа друга средства која омогућују да се испитају неприступачне дубине наше планете, региони изванредно интересантни по своме саставу и приликама које у њима владају.

Израчунато је да специфична тежина Земље износи 5,5. Сам овај податак изванредно је значајан, јер специфична тежина површинског дела наше планете није већа од 2,6—2,8; дакле знатно је мања од специфичне тежине Земље као целине. То значи да се негде у дубини морају налазити много

теже масе од стена на површини. У сваком случају, земљино једро мора бити много теже од свих осталих делова. Теоријски, оно треба да буде толико тешко као да се састоји од 90 процената гвожђа и 6—8 процената никла, са додатком још неких тешких метала. Такав или сличан састав имају метеорити за које се сматра да претстављају остатке пропалих светова у васиони. Осим тога, трусни таласи простиру се кроз земљину унутрашњост на такав начин да је искључено да се она састоји од хомогене материје, и на основу брзине њиховог простирања кроз делове који леже у разним дубинама, мора се закључити да се Земља састоји од неколико различитих слојева.

На основу ових и многих других података дошло се до закључка да се Земља састоји из неколико слојева различитих физичких и хемијских особина.

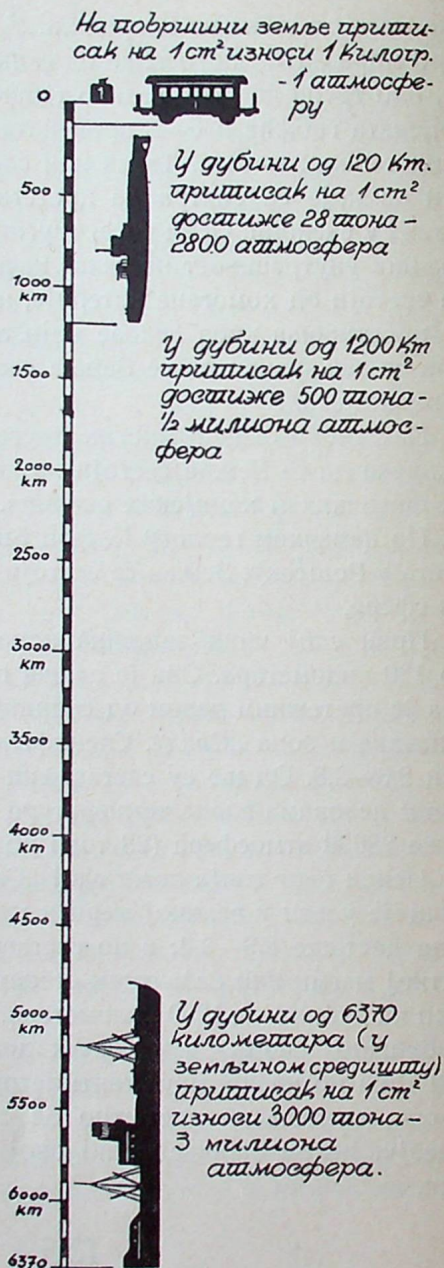
По немачком геологу К. фон Билову, професору универзитета у Роштоку, Земља се састоји из више великих слојева или сфера.

Први слој чини земљина кора или литосфера, дебела око 120 километара. Она је лакша од свих осталих, и изграђена је претежним делом од силиције и алуминије, због чега се назива и зона „Сиал“. Специфична тежина литосфере износи 2,6—2,8. Од ње су састављени континенти. У најнижим њеним деловима влада температура од 900°C, а притисак достиже 28000 атмосфера (28 тона по квадратном сантиметру).

Испод овог слоја лежи слој „Сима“, у чији састав поред силиције улази у великој мери и магнезиум. Специфична тежина достиже 2,9—3,3; а по саставу овај слој одговара базалтној магми или базалтним стенама. Његова доња граница лежи на дубини од 1200 километара. Ту влада температура од приближно 1600°C, а притисак достиже 500.000 атмосфера (500 тона по квадратном сантиметру). Лакши континентални делови, састављени претежно од силициума и алуминиума, пливају, делом заронени, по овој другој, тежој и гушћој зони.

Испод „Сима“-слоја долази једна још гушћа зона која се простире у дубину све до 2900 километара. Њена специфична тежина износи 5—6,4. Она се састоји знатним делом од гвожђа (углавном његових једињења са сумпором и кисеоником). По свему судећи, вероватно је да овај слој није једноставан, него да се састоји од више делова различите густине. Према језгру, које лежи непосредно испод овог сложеног слоја, постоји оштра граница.

Језгро захвата средишни део Земље и простире се од 2900 до 6370 километара, дакле до самог центра Земље. Температура се пење између 2000 и 4000 степени, а притисак се креће између 1,5 до 3 милиона атмосфе-

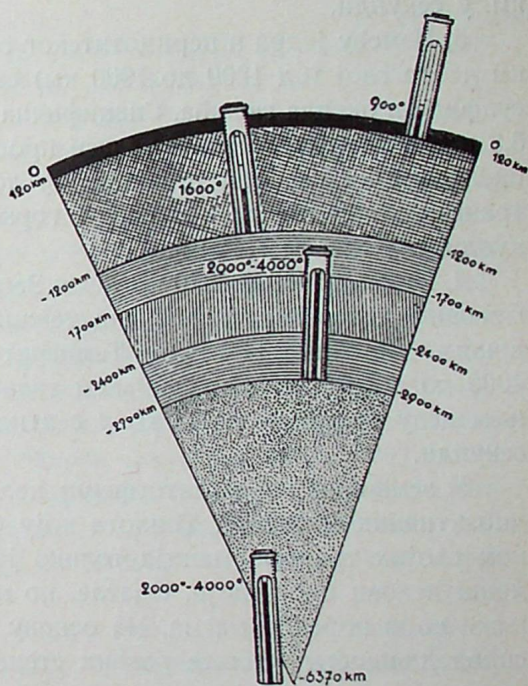


Како расту температура и притисак са дубином. По Билону.

ра — 3000 тона по квадратном сантиметру. Можда је температура централног дела и нешто већа, али, свакако, није већа од 5000—8000° С. Специфична тежина износи 11. Највероватније је да се језгро састоји од 88% гвожђа, 6—8% никла, затим од угљеника, олова, кобалта и платине. Услед огромног притиска који ту влада, тврдина ове материје многоструко је већа од тврдине најбољег челика. Температура и притисци који овде владају толико су огромни, да их не можемо уопште схватити.

Према најновијим подацима које даје Бринкман, Земља се састоји од следећих слојева.

1, Горњи слој земљине коре, дебео 15—25 километара, састоји се поглавице од гранита и седиментних стена, и има специфичну тежину од 2,7. У доњем, граничном делу, влада температура од 700°С. Трусни лонгитудинални таласи пролазе кроз ову зону брзином од 2—5, у горњем, и 6,5 км у секунди у доњем; брзина трансверзалних таласа износи у горњем 1,5—3, а у доњем делу 3,4 км у секунди.



Како расте температура земљине унутрашњости са повећавањем дубине. По Билову.

1а, Доњи слој земљине коре, 40—60 км испод првог, састоји се од базалта, и има специфичну тежину од 2,95. Тем-

пература у доњем његовом делу, на 40—60 километру, износи око 1200°C . Лонгитудинални таласи простиру се брзином од 6,5 км у секунди, а трансверзални 3,7 км у секунди.

2, Испод овог двоструког слоја земљине коре лежи све до дубине од 1200 километара перидотитни омотач, чија специфична тежина износи око 3,3. Лонгитудинални таласи простиру се у горњем делу овог омотача брзином од 7,8, а у доњем делу 12,25 км у секунди; трансверзални таласи простиру се у горњем делу брзином од 4,4, а у доњем делу 6,75 км. у секунди.

3, Између једра и перидотитског омотача лежи један 700 км дебео слој (од 1200 до 1900 км) састављен вероватно од сулфида и оксида гвожђа. Специфична тежина варира између 5,5 и 6,6. Лонгитудинални таласи простиру се у горњем делу брзином од 12,25 км у секунди, а у доњем 13 км у секунди; трансверзални таласи достижу у горњем делу 6,75 км у секунди, а у доњем 7,25 км.

4, Између 2900 и 6370 км лежи Земљино једро. У горњим његовим деловима специфична тежина износи 9,5—10, а у доњим деловима 11—11,5. Температура се креће између 4000 до 5000°C . Лонгитудинални таласи простиру се у горњем делу брзином од 8,5 км у секунди, а у доњем 11 км у секунди.

У земљиној кори (литосфери) налази се највећи део радиоактивних материја. Топлота коју оне ослобађају приликом својих трансформација толика је да се од ње усијају доњи делови овог слоја. Одатле, по мишљењу неких стручњака води порекло магма. На основу геотермског ступња и спроводљивости топлоте разних стена, сматра се да Земља зрачи по сваком квадратном сантиметру 75 калорија у току једне године. Тај губитак топлоте толики је да би се Земља давно охладила да се топлота која је сачувана у њеним унутрашњим деловима стално не обнавља и допуњује топлотом коју ослобађају радиоактивне материје. Тако, на пример, један слој гранита који би опасивао Земљу и имао дебљину од

40 километара, био би довољан да стално надокнађује изгубљену топлоту наше планете, јер садржи толико радиоактивних материја да се топлота коју оне ослобођавају поклапа са укупном топлотом коју зрачи Земља.

Порекло магме



О пореклу магме, која када се излије на површину добија назив лава, постоји више мишљења.

Многи геолози и геофизичари сматрају да магма води порекло из усијано-течних делова земљине унутрашњости који су све до данас остали у овом првобитном стању, док се спољашња кора охладила и консолидовала. Према томе, топлота која држи ове масе у усијано-течном стању била би исконоског порекла. Магма-зона или пиросфера лежи, по мишљењу тих научника, непосредно испод литосфере, и налази се под изванредно великим притиском. Због тога магма избија дуж свих пукотина које су толико дубоке да пробијају целу литосферу; на тај начин долази се до стварања вулкана и до њихових ерупција. Многи мисле да се у самој литосфери налазе циновски резервоари магме — периферијска вулканска огњишта — одакле, у ствари, води порекло лава. Ову хипотезу поставио је А. Штибел и навео за њу многе интересантне доказе.

Други истраживачи земље сматрају да порекло магме треба тражити у топлоти која се развија при радиоактивним трансформацијама, затим при великим кретањима и померањима у земљиној кори.

По свему судећи, иако за сва ова мишљења има извесних убедљивих доказа, највероватније је да испод литосфере заиста постоји пиросфера, састављена од усијано-течне магме под изванредно великим притиском. Велики притисак и ви-

сока температура свакако су једни од главних фактора који изазивају кретање магме и вулканске појаве. При томе нарочито значајну улогу имају гасови и паре који се налазе у магми.

„Напон гасова је снага која издиже магму и гасна струја је доносилац свеже топлоте. Цео овај посао врши гасна струја и то на овај начин: у извесној дубини, можда већ више стотина метара испод земљине површине, ослобађају се из раствора гасови који су везани у магми, пошто је наступила претасићеност гасног раствора и услед тога што су почели да се стварају гасни мехурови у магми. Велика густина магме спречава слободно избијање појединих мехурова; они се, међутим, скупљају у веће масе, стварају се лопте од магме испуњене гасовима, који под јаким напоном могу да савладају густину магме. На површини се лава ослобађа гасне садржине кључајући или са експлозијама. Ослобођена гасова, охлађена, изгубивши снагу која је диже навише, она се спушта поново у дубину, да се тамо поново напуни гасовима. Ово се дешава у правилним ритмовима и до великих дубина лавин стуб се одржава у сталном покрету. Уз то долазе још многе реакције, које при попуштању притиска морају наступити међу гасовима у магми, при чему се, према теоријском сазнању, развијају огромне количине топлоте. Гасним реакцијама бива, у исто време, стално загреван и вулкански канал.

„Лава која има температуру топљења 1000°, почне очвршћавати чим ослаби придолазак топлоте гасовима. Још у каналу може она да постане гушћа услед ослобађања гасова и, можда, хлађења, и да отежа пролаз гасовима. Тада нагомилани гасови могу произвести експлозивно пражњење, при чему се магми одједном одузимају велике количине гасова. Исцрпљење садржине гасова означава престанак придоласка топлоте за извесно време. Хладноћа превлада и лава се стврдне у чврст чеп, који запуши канал. На његовом доњем крају, где он додирује лаву која је остала још у течном стању, поново се скупљају гасови који се

пењу на више. Њихово је кретање спорије него гасна струја у отвореном каналу. Чеп који је управо препречио пут гасовима, почиње се одоздо топити под утицајем топлоте заустављених лакших гасова. Постепеним повећањем топлоте бивају изгоњени и они гасови који су затворени у очврслој лави и влага која је из атмосфере у њу продрла. У кратеру и околини бива наговештено поново буђење вулкана обновљеним и појачаним радом фумарола (извора водене паре). На Везуву је проматрано да повећано загревање купе од пепела и растреситог материјала брега наговештава буђење вулкана. Чим је чеп довољно омекшао и пустио, притисак задржаних гасова добива превласт и отпор бива савладан експлозијом. Стуб лаве се пење убрзано навише и разбија често купу од пепела, као на Везуву 1906 год., или се сам вулкански брег распукне под тежином циновског стуба и ослобађа моћне бочне изливе, какви су нарочито карактеристични за Етну.

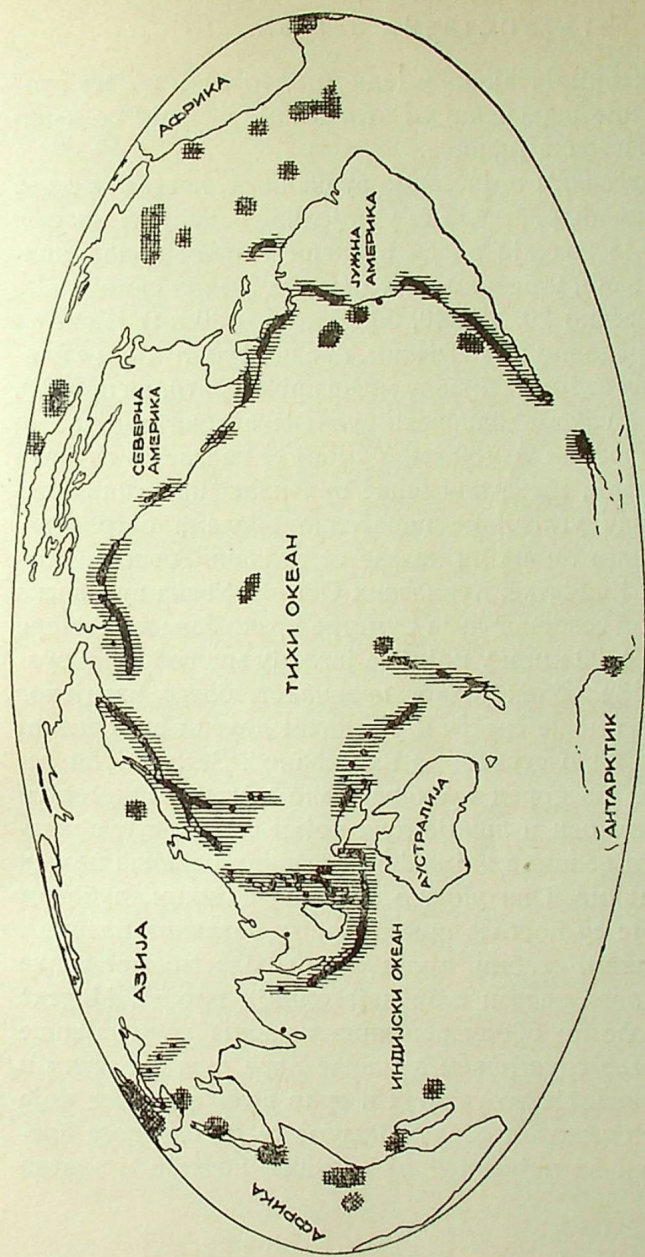
„Слободно изливање лаве поново оживи гасну струју, која је за неко време била сузбијена; садржина гасова и са њом придолазак топлоте исцрпе се поново. И нагло испражњавање бочним изливима и са њим везано дубоко спуштање лавиног стуба доприноси томе да енергија вулкана пусти за извесно време и да превлада хлађење. Године, десетине година, стотине година може канал да буде запушен чепом док круна од паре која се пење до великих висина не почне претећи наговештавати, да су се снаге земљиних дубина поново скупиле да учине нов испад. Али оне могу и без видљивог наговештаја да изненадно, подмукло избију“. (Цитирано по Влад. К. Петковићу).

Овај дугачак цитат најбоље нам објашњава цео механизам процеса који се одигравају у вулканским каналима и кратерима, и у магми, и који доводе до вулканских ерупција.

Разуме се да овај приказ претставља веома упрошћену и шематизовану слику процеса који се одигравају у вулкану. Постоје и многа отступања од овог правила, нарочито код

вулкана чија је лава житка и чије се ерупције врше без експлозија.

Из распореда данашњих активних вулкана могу се извући врло значајни закључци о вулканизму уопште. „Пре свега, они су нагомилани врло много око полутара, каже проф. Петковић. Идући северу и југу, ка половима, број њихов знатно опада. Затим, постоје врло простране области у којима нема ниједног активног вулкана, тако, на пример, Скандинавија, Русија, Сибир, Бразилија, Средња Аустралија и др. Најзад, постоје извесне области, у виду дугачких појасева, у којима се налазе многобројни вулкани. У том погледу се нарочито истиче појас који се пружа дуж обода Пацифичког Океана, са његове западне и источне стране. Од свих данашњих вулкана, 336 се налазе на оној полутини земљиној на којој је Пацифички Океан. Обод Пацифичког Океана је управо најглавнија област распрострањења данашњих вулкана на земљиној површини. Они се јављају у издвојеним низовима, дуж целе западне обале Јужне, Средње и Северне Америке, од јужног краја Патагоније до Аљаске и Алеутских Острва на северу. Око сто активних вулкана постоји у овом појасу. Они се некад налазе врло близу океанских обала, каткад су удаљени и до 250 км од ње. На западу се ови испрекидани низови вулкана настављају преко острва која се од Камчатке лучно ређају дуж источних обала Азије: Курилских, Јапанских, Риу-Киу, Филипинских, па преко Молучких Острва, Нове Гвинеје, Меланезијских Острва, вулкански низови допиру до Новог Селанда и даље ка југу. Између Борнеа и Нове Гвинеје одваја се и иде ка западу засебан низ вулкана, који су поређани на Јави, Суматри, Никобарским и Андаманским Острвима. Други велики вулкански појас иде целом дужином Атланског Океана, од вулканских острва Жан Мајена и Исланда на северу, ка Азорским, Канарским, Зеленогребенским Острвима и одавде даље на југу преко острва Асансиона, Свете Јелене, до вулканског острва Тристан д'Акунха. Према овом појасу попречно иде вулкански појас Средоземног Мора



Шрафама и линијама означене су вулканске области које су биле активне у току историјског времена. Дебеле црне линије представљају поједине вулканске зоне. По Бринкману.

са многим вулканима. Најзад, у једном одвојеном појасу вулканском, који иде паралелно са атланским, јављају се данашњи вулкани Источне Африке.

„У овим дугачким појасевима вулкани су, наставља даље професор Петковић, растављени у поједине издвојене низове. Од нарочитог је значаја да су вулкани у овим издвојеним низовима поређани, у разним растојањима (некад само 1—1,5 км, каткад просечно 20, 35—40, 50—55, па и 80 км) један од другог, скоро редовно на дугачким, правим или лучним линијама. То се са особитом јасношћу може проматрати, на пример, код јапанских вулкана. Јапанска вулканска зона дугачка је око 2200 км, широка око 150 км, а у њој се налазе 53 активна вулкана, поређани, мање или више правилно, на лучним линијама, које иду углавном паралелно обалама острвским. На таквим лучним линијама налазе се вулкани Аљаске, Алеутских Острва, Камчатке, Курилских Острва. Узана вулканска зона која иде од северног дела Суматре преко Јаве до Тимора на дужини око 4000 км, и у којој се јављају многобројни вулкани, има такође облик једног правилног, благо извијеног лука. То се исто може срести и у многим другим вулканским зонама, али би било сувише да их ређамо“. Загледајући детаљније овакав распоред вулкана, лако можемо приметити да се њихови лукови и линије дуж којих се јављају, поклапају са великим венцима најмлађих веначних планина или су паралелни са њима. Они управо леже на великим, дубоким пукотинама које су постале при стварању веначних планина. „У овим лабилним, slabим, поломљеним областима земљине коре магма и лава налази себи најзгоднији пролаз. Морске и океанске обале по ободу веначних планина су у највише случајева постале спуштањем земљине коре дуж дугачких и дубоких пукотина. На то указују и врло велике дубине које почињу већ недалеко од обале“. Разуме се да од овога правила, које важи за највећи број вулкана, постоје и знатна отступања.

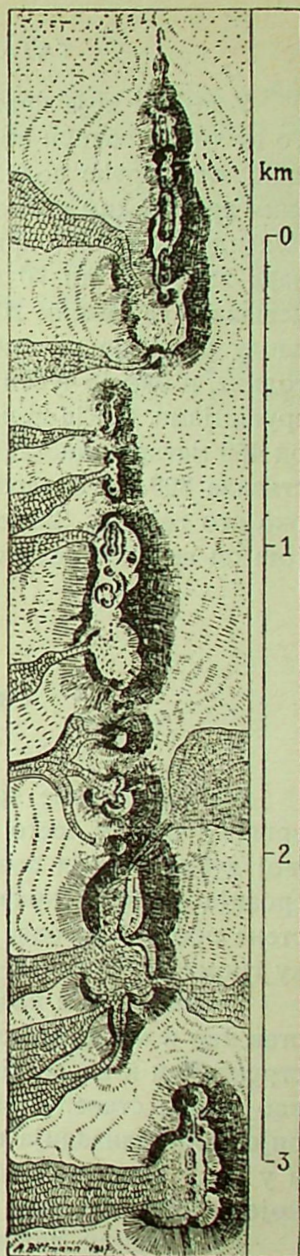
Гашење вулкана

После дужег или краћег времена активности, вулкани престају са радом, гасе се. Али дуго времена пошто је вулкан престао да избацује лаву, из његовог кратера или са бокова, често само из подножја, избијају паре и гасови, затим топла вода.

Места где избијају вулканске паре и гасови, називају се *фумароле*. Њихова температура креће се најчешће између 100 и 500°C. *Солфатаре* су места слична фумаролама, али из њих избијају претежно разна гасовита сумпорна једињења: сумпорводоник и друга. У солфатаре спада и *Дувало*, северно од Охрида, из којег избија сумпорводоник и угљендиоксид.

Мофете су места где избија угљена киселина, било слободна, као гас, или растворена у води. Чувена *Пасја Пећина* у близини *Пуцуоле* (Флегрејска Поља) претставља типску мофету. У њој се за релативно кратко време угуши пас или нека друга мања животиња, а упаљена свећа брзо се гаси.

Вулкански кратери поређани дуж једног великог раседа на острву Исланду. На слици су обележени и сливови лаве. По Ритману.



У појаве које прате гашење вулкана, спадају и гејзери. То су топли извори који повремено избацују до великих висина млаз вруће воде. Њихове ерупције дешавају се у разним временским размацима. Тако је Велики Гејзер на острву Исланду избацивао приближно сваких 30 минута стуб воде и паре висок 30 до 70 метара. Од 1883 године ове ерупције дешавају се сваких 20 дана. Гејзер Вајмангу на Новом Зеланду радио је релативно кратко време — од 1899 до 1904 године, и био је чувен по својим страшним и величанственим ерупцијама. Он је приликом сваке ерупције бацао до висине од 460 метара циновски стуб вруће воде чија је количина достизала 800.000 литара. У Јелостонском Парку ради и данас око сто гејзера. За неке од њих утврђено је да су активни још од великог леденог доба.

Подземне ерупције

Магма у своме кретању навише не избија увек на површину. Она се често утисне у разне стене на већој или мањој дубини испод површине, и ту се охлади. Доцније, када ерозија скине покривач изнад ових маса охлађене магме, стене постале на овај начин појаве се на површини у облику громада, батолита, лаколита, жица и тако даље.

Стене постале хлађењем магме у дубини, иако имају састав као и стене постале хлађењем лаве, одликују се другом структуром и издвајају се као дубинске еруптивне стене или као жичне стене. Хлађење магме врши се у дубини спорије, кристализација појединих састојака врши се до краја, а у току консолидације играју велику улогу паре и гасови које садржи магма.

Громаде су велике, најчешће неправилне масе дубинских стена. Оне обично претстављају делове батолита, маса

огромних димензија које се спуштају до недоступних дубина и које ерозија ретко успева да открије. Лаколити постају обично када се магма утисне међу седиментне стене и издигне их. Жица или дајк постаје када се магма утисне у пуко-тине стена или између слојева. Дебљина жица варира између неколико сантиметара и неколико стотина метара. Жице које се одвајају од батолита, громада или лаколита називају се апофизама.

Подземне ерупције које се одигравају у већој или мањој дубини испод површине не могу се пратити. Тек када ерозија открије ове масе, дознајемо за њих.

ЗЕМЉА ДРХТИ

Атлантиду је свакако уништио неки циновски трус, кажу многи истраживачи; то тврди и Платон, уколико се то може видети из његових дијалога.

Зар је могуће да потреси земље достигну толико ужасне размере и да су земљотреси у стању да сасвим разоре неко велико острво, скоро читав континент?

Пре него што одговоримо на ово питање, навешћемо један интересантан приказ великих трусова који је објавио млади српски сеизмолог В. Јанаћковић у једном чланку о катастрофалним земљотресима.

„За последњих 20 година од трусова је погинуло 950.000 људи, а број повређених увелико прелази два милиона. При томе је највише страдала Азија у чијим источним и јужним, а недавно и западним деловима, трусне катастрофе достижу страховите размере. Последњи трус у Ерзинџанском вилајету заталасао је и наше тле, и оно се у Београду издизало и спуштало око 3080 микрона, дакле много више него за време валандовских и бугарских потреса, чији је епицентар био знатно ближи.

„Земљотрес у Ерзинџанском вилајету показао је још једном да велики трус може уништити благостање једне земље и коштати скоро колико неки већи рат. Од 130.000 становника ове области, погинуло је 36.000 испод срушених кућа, од урниса одваљених са брдских падина и пожара који се раширио брзином ватрене бујице. На варошицу Ник-

сар срушило се читаво једно брдо и поубијало за неколико секунди преко 500 становника. Снег, глад, зимске олује и ветар онемогућили су брзо спасавање“.

Трусне катастрофе у Источној и Јужној Азији биле су много замашније, нарочито у Јапану, Кини и Индији.

„Провинција Канзу у Кини, нарочито област Пинг-Лианг, била је захваћена 16 децембра 1920 године катастрофалним потресом од којег је погинуло 200.000 људи. Покрети земљишта били су толико интензивни да су на 500 километара од епицентра порушене скоро све зграде. У области која је највећим делом изграђена од леса, појавиле су се многобројне пукотине и ручеви, читави делови брда отклизали су страховитом брзином у долине и преградили реке које су се одмах ујезериле.

„Када је вода расквасила ове чудне бараже и пробила их на више места, огромне блатњаве бујице збрисале су за неколико минута сва насеља у долинама и уништиле оно што је потрес поштедео.

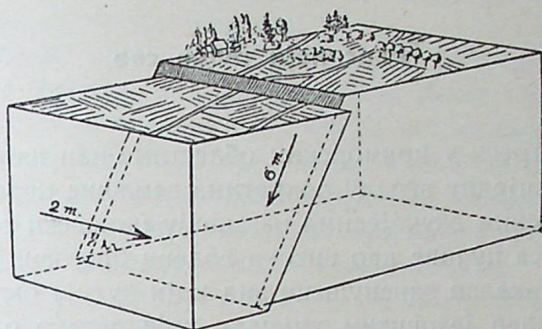
„Најстрашнији је био ипак трус у заливу Сагами, у Јапану, када је пожар уништио Токио и Јокахаму, затим мања суседна пристаништа и насеља. Биланс ове катастрофе изгледа овако:

247.000 мртвих, рањених и ишчезлих,
576.000 потпуно уништених кућа,
126.000 оштећених кућа,
6,5 милијарди јена материјалне штете.

„Терен, распарчан пукотинама и прслинама, местимично потпуно растрешен, изгубио је стабилност и повезаност, због чега је почео да се креће и на сасвим благим нагибима. Једна таква бујица земље и блата од преко 1,200.000 кубних метара испунила је за пет минута једну долину широку 150 метара и дугу 6 километара, сручила се страховитом брзином на село Небукава, побила његових 700 становника, разрушила железничку станицу, ударила на један путнички воз који је баш тада стојао, поломила га и поубијала путнике.

„У заливу Сагами, чије је дно било захваћено страховитим ударом, на површини воде пливале су многобројне дубокоморске рибе са повређеним пловним мехуром; тада су и неки подморски каблови били прекинути“.

Тако изгледа приказ два велика катастрофална труса од скоро безбројно колико их је било.



Спуштање долине Нео код Мидорија у Јапану после чувеног земљотреса Мино-Овари 28 октобра 1891 године. Леви блок спустио се за 6 м. и бочно померио за 2 м.

Неки од њих били су у сваком погледу страховити. Оно што се тада дешавало, превазилази све замахе људске маште. Катастрофални земљотрес у Риобамби личио је, према исказима и записима очевидаца, на страшни суд. Рушење читавих улица, куће које пропадају у зјапеће пукотине и поноре који се, после тога, затварају као да их гутају, живи закопани људи и пожари који су се ширили брзином олује, нису изазвали толику панику као оно што се дешавало на гробљу. Под снажним ударима труских таласа отварају се гробови и мртваци су летели у вис као да их нека невидљива сила баца из гробова!

Месински трус 1908 године разрушио је овај напредни град за неколико секунди и поубијао више од 80.000 душа.

У области Квете, године 1935, један снажан потрес поубијао је за неколико тренутака око 40.000 људи и уништио многа насеља, а 27 јануара 1939 године у приморју Чила, у Јужној Америци, 60.000 људи изгубило је живот скоро за трен ока.

Талас који руши све

Земљотреси у приморским областима или на мору често не сруше ниједну зграду покретима земљине коре. Страшна рушења у овим случајевима изазивају циновски таласи који се ваљају са пучине као високи водени брегови, каткад као скоро вертикалан запенушени зид који путује огромном брзином, праћен језовитим хујањем које далеко одјекује.

Трусни таласи достижу често висину од 30 метара и могу да стигну с једног на други крај океана за релативно кратко време.

За време чувеног лисабонског земљотреса, на обалу се сручио талас висок скоро двадесет метара, а када се повукао, однео је са собом више хиљада људи. Такав један талас, који се створио на обали Перуа код Арике, у Јужној Америци, после снажног потреса, прешао је за један дан преко целе просторије Тихог Океана између западне америчке обале и Новог Зеланда, а идућег дана стигао је до Аустралије и Јапанских Острва.

Сеизмички таласи били су нарочито катастрофални на источној обали Јапана. Они каткад долазе потпуно изненада, а нарочито су катастрофални за време бурних ноћи. Такав један талас, висок око 28 метара, уништио је 2 марта 1933 године у области Санрикуа 4000 кућа, више хиљада бродова, рибарских барки и чамаца, и удавио за мање од три минута око 3000 душа. Тада су пострадала многоброј-

на рибарска насеља, па чак и неке мање јединице јапанске ратне флоте.

Са пучине Тихог Океана ваљали су се горостасни таласи до приморја Санрикуа у више махова. Крајем прошлог века један такав водени брег подавио је, скоро у магновењу, 27.000 душа, срушио 11.000 кућа, многе озбиљно оштетио, поломио хиљаде бродова и чамаца, опустошио десетине великих рибарских насеља...

Приморци источних обала главног јапанског острва са страхом и зебњом гледају на пучину Тихог Океана одакле долази „талас који руши све“. Он је већ толико пута збрисао са стеновитих шкољева и малих отока све дрвене колибе, куће, однео барке и чамце заједно са свима становницима, а 1933 године ишчупао је из корена два велика модерна светионика и уништио многе куле светлије.

Слични трусови пустошили су и обалу Индије, Филипинских Острва, Антила и Мексиканског Залива, Алеутског Архипелага, Јужне Америке и многе друге крајеве. У Тихом Океану нарочито су катастрофални када пређу преко ниских коралских острва. Ако су високи и крећу се великом брзином, у стању су да потпуно збришу све што на тим острвима постоји: шуме палми и сву осталу вегетацију, чак и све становнике, и да оставе пуне, беле и беживотне стене коралских спрудова на којима више нема никаквог трага да су некада били насељени људима и да су се ту шириле бујне тропске шуме.

Како изгледа један велики трус

У рану зору 18 априла 1906 године осетили су неки будни грађани Сан Франциска лако дрхтање тла. Овај једва приметни потрес био је праћен, каже Бринкман, потмулом

подземном тутњавом. После једног минута, дрхтање тла постало је много снажније. Оно је пробудило становнике калифорнијске обале који су са страхом гледали како се љуљају зидови њихових соба. Одмах затим дошла је серија изванредно снажних удара чија је снага постепено опадала. Све се ово одиграло за три и по минута.

За то кратко време био је порушен највећи део Сан Франциска и више суседних мањих насеља. Потрес се осетио, иако у мањој мери, далеко од обале. После главног удара следовао је читав низ мањих потреса; у току 18 априла забележено је 25 потреса, а у мају сваког дана најмање по један.

За време овог потреса створила се једна огромна пукотина паралелна с обалом и дугачка 435 километара. На многим местима, нарочито у пољима, трава је била изорана дуж пукотине као да је ту прешао неки циновски плуг. Путеви и стазе били су прекинути, ограде померене, дрвеће размакнуто, телефонске жице покидане. На основу ових деформација могло се лако утврдити да се обалска зона Калифорније померила према теренима залеђа за три метра ка северозападу.

Стварање пукотине у ствари је проузроковало тај најкатастрофалнији северноамерички земљотрес. Најтеже оштећени објекти лежали су на самој пукотини или у њеној близини, и уколико се ишло даље од ње, утолико су последице труса биле све мање.

Детаљним испитивањем вршеним у околини Сан Франциска утврђено је да је ова пукотина и раније постојала, и да се дуж ње и раније вршило померање терена. Једно такво померање изазвало је калифорнијски потрес и претворило највећи део Сан Франциска у рушевине. Што је најзначајније, у овој области могу се очекивати и други, исто тако катастрофални потреси, можда чак и већег замаха.

Рушење грађевина и других објеката увелико је зави-

сило од грађе земљишта. Делови града који су лежали на чврстом стеновитом терену или на танком распаднутом површинском покривачу, најмање су оштећени. Највише је страдао део града подигнут на терену наноса и насутим деловима, затим на местима где су лежале једне поред других стене различитог састава и чврстине. У речним долинама, чија су корита била изграђена од шљунка, песка, глине, неравномерно распоређених и неједнаке дебљине, и где се овај материјал брзо смењује, земљиште је местимично изгледало као преорано и прекопано, исклобучено, делимично улегнуто и пукотинама распарчано на многобројне делове.

Дуж прслина и пукотина избијала је подземна вода у облику снажних водоскока (артески бунари), избацујући велике масе муља, блата и песка. Од овог материјала постајали су местимично мали кратери.

У граду су биле покидане водоводне цевии. То је било од катастрофалних последица, јер се пожари нису могли гасити. Када се на педесет разних места, углавном под срушенима зградама, појавила ватра, није било никаквог средства за њено гашење или локализовање. Неколико дана пожари су пустошили по срушеном граду; штета коју су они причинили достигла је суму од 350.000 златних долара, дакле много више него штета од самог рушења.

Од великих пожара који су пратили земљотресе, нарочито је страдао Јапан. „За време потреса у заливу Сагами, у Токиу је од самог потреса срушено само 10.000 кућа, при чему је погинуло око 1000 људи; ватра је, међутим, уништила 36.622 куће на малом простору од свега 35,85 квадратних километара; тада је изгорело 48.000 душа. На разним местима, само пола часа после потреса, избило је 136 пожара који су се ширили страховитом брзином. Срушене и полусрушене дрвене куће биле су идеалан плен ватре која је за кратко време захватила цео град.

„У токијском кварту Хонзио, на тргу пред заводом за израду војне одеће, било се нагомилало на малом простору 50.000 људи, жена и деце са балама ствари и покућанством које су породице у првом моменту могле да спасу из срушених или запаљених кућа. Ова гомила, збијена да се нико није могао мицати, стајала је гушећи се читава три сата. Око четири часа по подне, на три стране око трга појавио се пожар ширен ватром, и само је једна страна према реци остала слободна од пламена. Пре него што је пламен захватио ствари бегунаца, многи су се угушили од дима и јаре. После десетину минута варнице су упалиле више бала, и пожар је захватио масу која није могла да се покрене с места. Од ове на смрт осуђене гомиле изгорело је и угушило се 48.000 душа, а свега се спасло 2000“.

Трусови Балканског Полуострва

Балканско Полуострво познато је од давнина по катастрофалним земљотресима. У последње време неколико трусова имало је веома тешке последице, иако се они, по жртвама, не могу ни упоредити са великим јапанским, јужноазијским или медитеранским трусним катастрофама.

Професор Јеленко Михајловић, наш познати сеизмолог, проучавао је неколико деценија ове потресе и појаве у вези са њима. Он је утврдио да је, — од најстаријих времена када су били забележени први земљотреси, па до 1936 године, — на Балканском Полуострву било више од 18749 земљотреса.

Свакако да је број стварних потреса био знатно већи, јер је од 361 — 1800 године забележено свега 203 земљотреса; од 1801 до 1900 свега 5.495, а за последњих 36 година, од 1901 до 1936, несравњено више — 13051 потрес. У

старо време већа пажња обрађена је само јаким и катастрофалним потресима, док потресима средње јачине или сасвим slabим није придаван никакав значај, или чак нису ни примећени.

Из ових података најбоље се види колико су трусови чести. Неки од њих су били веома тешки и са катастрофалним последицама, а велики дубровачки земљотрес оштетио је овај дотле напредан град толико да се после њега није могао више да поврати.

Каквих све земљотреса има

Под земљотресима или трусовима сеизмолог и геолог подразумевају дрхтања, таласања и нихања на површини земље која изазивају различити узроци у већим или мањим дубинама земљине коре.

Ма колико да су различити, сви се трусови могу издвојити у следеће три групе:

- 1, тектонске,
- 2, вулканске и
- 3, урвинске.

Тектонски трусови су најјачи и најчешћи. Они настају услед покрета у земљиној кори, спуштања појединих њених делова, размицања терена, убирања; ови последњи нарочито у областима младих веначних планина. У приказу калифорнијског труса који се десио 1906 године, видели смо да је управо кретање терена дуж велике пукотине паралелне обали, изазвало катастрофални земљотрес. У другим областима дуж великих пукотина, такозваних раседа или дислокационих линија, спушта се један део терена до веће или мање дубине. Ово спуштање изазива трус. Каткад дуж расе-

да наступа и издизање неког блока, или се врши хоризонтално померање, врло често крећу се и читави блокови омеђени са свију страна раседима. То је, на пример, најчешћи случај у области Родопских Планина Балканског Полуострва, које претстављају, како то кажу геолози, једну стару, укочену масу у којој се убирање давно извршило и која је данас сва раскомадана сложеном мрежом пукотина у многобројне блокове. Скоро све котлине у овом делу Балканског Полуострва, постале су спуштањем делова терена дуж пукотина — дуж раседа. Према томе, оне су тектонски ровови или грабени, док делови заостали између њих претстављају често праве хорстове или тиморе. Као типичан пример хорста може се навести и Фрушка Гора; она је једини остатак некадашњег великог брдовитог терена који се дубоко спустио дуж великих раседа, при чему се образовао пространи Панонски Басен; Фрушка Гора није обухваћена овим великим спуштањима.

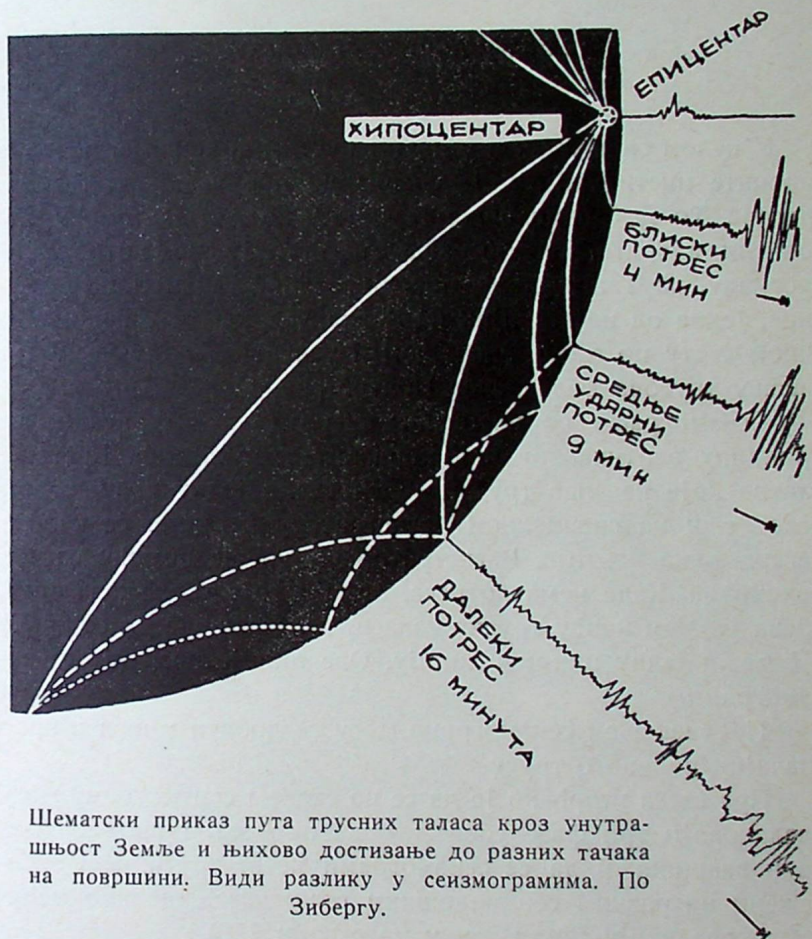
Вулкански трусови у вези су са вулканским радом и настају услед великих ерупција и експлозија, услед кретања магме навише, услед рушења и улегања вулканског кратера итд.

Урвински трусови настају услед рушења подземних шупљина, клизања слојева и земљишта, обурвавања зидова и тавана пећина. Они су много слабији од вулканских и тектонских, и локалног су значаја.

Место одакле полази трус и одакле се шири даље, зове се *хипоцентар* или *центар труса*. Оно лежи на различитој дубини, најчешће између 10 и 50 километара. Уколико је хипоцентар дубљи а удар јачи, утолико се трус простире даље и осећа на већој површини.

Место на површини земље, које лежи непосредно изнад хипоцентра и најближе је хипоцентру од свих осталих тачака на површини, зове се *епицентар*. Раније се сматрало

да епицентар претставља једну тачку, што би само теоријски било исправно. У ствари, постоји епицентрална површина која обухвата део терена на коме се трес најјаче осетио. Епицентрална површина назива се још и плеистосеиста.



Шематски приказ пута тресних таласа кроз унутрашњост Земље и њихово достизање до разних тачака на површини. Види разлику у сеизмограмима. По Зибергу.

Од хипоцентра тресни таласи се шире у свима правцима, навише и наниже, ка површини и у дубину земље. Међу

овим таласима могу се јасно разликовати две врсте: лонгитудинални (уздужни) и трансверзални (попречни). Први се крећу брже од других.

Сеизмолошке станице

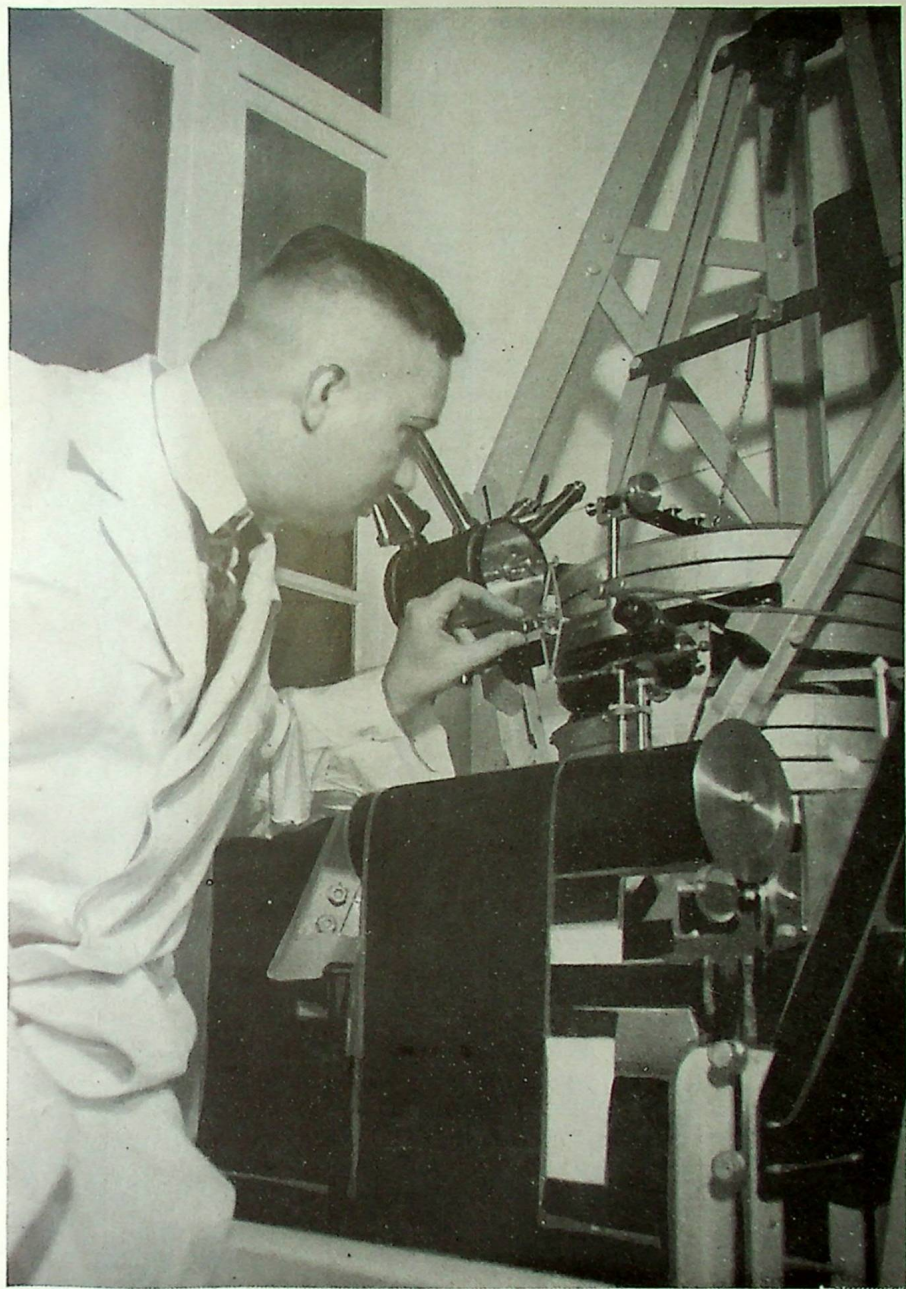
У целом свету, чак и у неким пустим крајевима, постоје нарочите институције које специјално проучавају и бележе трусове. То су сеизмолошке станице у којима се помоћу нарочитих апарата, сеизмографа, региструју земљотреси. У Београду, на Ташмајдану, постоји велика сеизмолошка станица, једна од најстаријих на Балкану, позната у целом научном свету по своме значајном и успешном раду на проучавању трусова Балканског Полуострва.

Сеизмографи су прецизни апарати конструисани на принципу вертикалног или хоризонталног клатна. Кретање клатна које изазива трус преноси се на једну иглу, а врх игле лежи на специјалном регистратору на коме се налази нагављена хартија. Регистратор се окреће помоћу сатног механизма. Када нема потреса, линија коју убележава игла, права је. Чим наиђу трусни таласи, игла почиње да се креће и бележи једну цик-цак линију. Ове линије називају се сеизмограми.

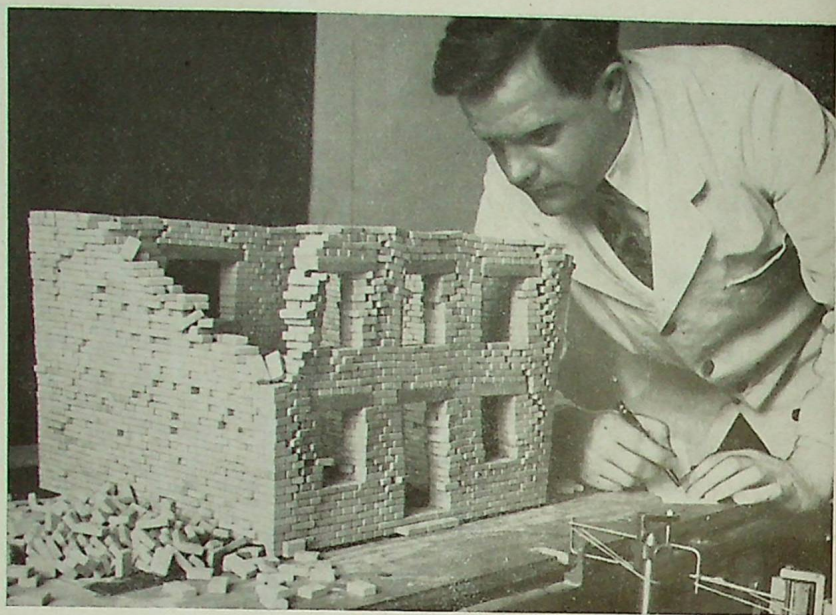
Проучавањем сеизмограма могу се добити многи и врло значајни подаци о трусу.

Пре свега утврђено је да се на сваком сеизмограму могу разликовати три фазе убележавања потреса; почетна, главна и завршна, и да се сеизмограми истог труса, али забележени на разним сеизмолошким станицама, увелико међусобно разликују (види слику на страни 159).

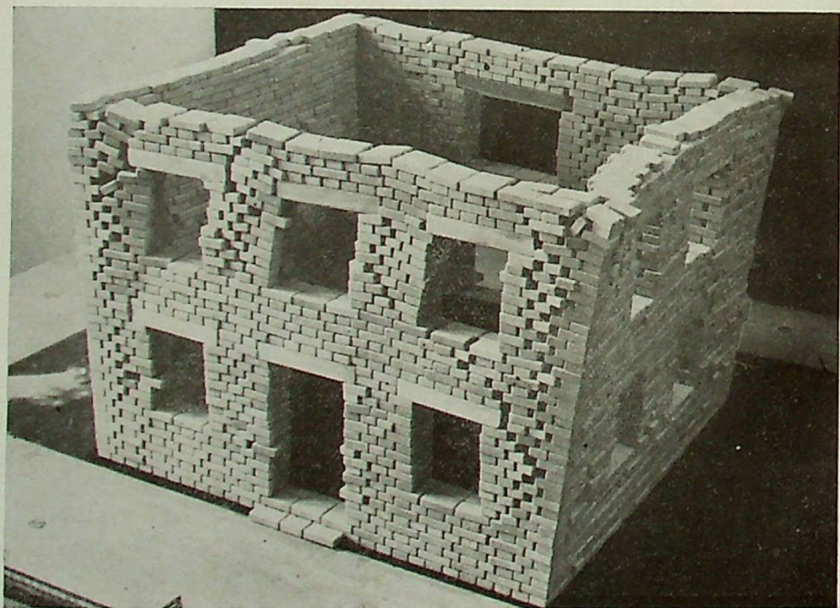
Обично се разликују две врсте трансверзалних таласа и једна врста лонгитудиналних:



Један од најмодернијих немачких сеизмографа. Фото Е. С.



Помоћу вештачких земљотреса испитује се стабилност разних типова зграда. Фото Е. С.



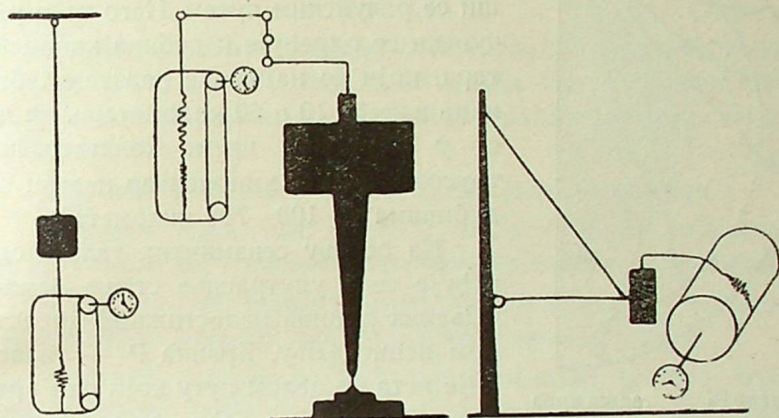
Модел зграде изложен вештачком земљотресу. Фото Е. С.

ЗЕМЉА ДРХТИ

P — таласи (*undae primae*), први претходници труса. То су лонгитудинални таласи који великом брзином пролазе кроз Земљу.

S — таласи (*undae secundae*), трансверзални таласи који се крећу упола мањом брзином од P — таласа.

L — таласи (*undae longae*) долазе последњи, јер се крећу релативно споро и састоје се од нарочитих врста трансверзалних таласа.



Сеизмографи

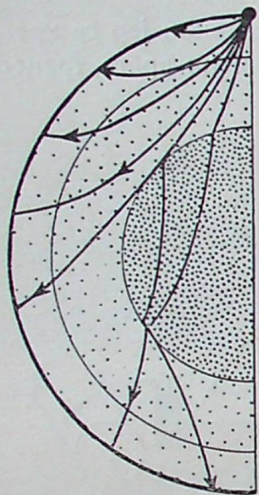
Лево, Вичентинијев: вертикално обешено клатно са тегом (на цртежу црно) и иглом, која пише по награвљеној хартији. Хартија се непрестано помиче сатним механизмом (регистратор). Њихањем тега његова игла уписала је сеизмограм блискога потреса.

У средини, Вихертгов: вертикално подупрто клатно са великим тегом (1000 кгр.), полулама које преносе покрет и регистратором, на коме је обележен тип далекаго потреса.

Десно, Оморијев: хоризонтално клатно са тегом произвољне тежине, према разним конструкцијама овога апарата. Кретање тега преноси једна игла на регистратор, на коме уписује сеизмограм. На слици је сеизмограм блискога потреса.

Има сеизмографа са хоризонталним клатном чија се њихања не уписују иглом, већ помоћу огледала светлосним зраком на фотографској хартији. Милн, Елерт, Галицин и други израдили су разне комбинације таквих апарата. По Жујовићу.

На основу временске разлике којом долазе Р и S таласи до неке тачке — сеизмолошке станице, може се израчуна-ти удаљење те тачке од места где је настао трус. Ако је трус забележен на више станица, удаљење епицентра одређује се



Путеви Р-таласа кроз земљу. По Бринкману.

са тачношћу од 30—100 километара, а код блиских трусова ова грешка може се кретати само између 5—10 километара. Сав овај посао одређивања врши се рачунским путем. Исто тако рачунски се одређује и дубина хипоцентра, који се најчешће налазе у дубинама између 10 и 50 километара, ма да су у последње време констатовани трусови чији се хипоцентар налази на дубинама од 100—700 километара.

На основу сеизмичких таласа одређује се и унутрашње стање Земље и њених дубина недостижних директним испитивању. Брзина Р — таласије иста на целом путу који они прелазе, него је све већа уколико они продиру дубље у земљину унутрашњост. То и друге неке чињенице показују да су разни делови земљине унутрашњости различите густине и различите еластичности. Осим тога, начин на који се сеизмички таласи преламају и други поремећаји који се врше на њима омогућују да се издвоје четири велика слоја од којих се састоји земља.

Тако се рачунским путем може у Београду одредити епицентар неког јачег потреса у Тихом Океану или Мексику. Постоје потреси које су забележиле све сеизмолошке станице на свету, чак и оне најудаљеније, у Сибиру, на северу Канаде, у Патагонији, Индији и Африци. Разуме се да

те веома удаљене турсове, када су и веома снажни, реги-струју само апарати — сеизмографи, док се чулно не запажају или се једва и случајно осете.

Јачина потреса

Јачина земљотреса одређује се по једној нарочитој међународној скали. Она има 12 ступњева. Ове ступњеве описао је на следећи начин наш познати сеизмолог проф. Јеленко Михаиловић:

I ступањ (неосетан потрес): чулно једва приметан.

II ступањ (врло лак потрес): осете га само појединци кад су у највећој тишини; нарочито на вишим спратовима.

III ступањ (лак потрес): осете га мало особа у затвореном простору; може се чак одредити и правац удара.

IV ступањ (умерен потрес): осете га више особа у зградама; поједине особе осете га и у пољу; поједине особе пробуде се из спавања; по неке особе, које су биле будне, напуштају своје станове; чује се звецкање прозора, клопарање врата.

V ступањ (доста јак потрес): осети га све становништво у зградама и у пољу; већина мештана буди се из спавања; већина будних мештана бежи из својих станова; предмети који висе (лампе и др.) љуљају се и показују правац удара; чује се да звоне мала звонца у сатовима; понеки, нарочито мали предмети, претурају се.

VI ступањ (јак потрес): сви претходно означени покрети збивају се јаче; звоне мања звона у торњевима; више се предмета претурају, нарочито већих димензија; понека ће-рамида или цреп спада са кровова; лаке прслине на малтеру нормално зиданих грађевина.

VII ступањ (силан потрес): звоне велика звона у торњевима; смичу се кровови; преламају се и падају слабији димњаци; незнатна оштећења већег броја нормално зиданих грађевина; поједине куће са јачим оштећењима; велика паника у становништву.

VIII ступањ (штетан потрес): јача оштећења већег броја нормално зиданих грађевина (око једна десетина укупног броја); понеке зграде срозавају се целе; општа паника у становништву.

IX ступањ (разоран потрес): већа оштећења већег броја нормално зиданих грађевина (око три десетине укупног броја); појава пукотина на терену; већи број зграда срозава се.

X ступањ (пустошан потрес): јача оштећења на великом броју нормално зиданих грађевина (око једна половина укупног броја); на пукотинама у терену види се спуштање или издизање теренских блокова.

XI ступањ (катастрофалан потрес): велика оштећења око три четвртине нормално зиданих грађевина; срозавање и разорење вишеспратних грађевина; знатна оштећења на свима осталим грађевинама (приземних и једноспратних); велике денивелације на теренским пукотинама и површинским банковима.

XII ступањ (велики катастрофални потрес): разорење свих зграда разних конструкција до темеља; широке и дубоке пукотине у терену са великим денивелацијама терена; отварање великих бездани и друге тешке последице разорења у околини.

Приликом потреса, каткад и без потреса, чују се подземне тутњаве, разне јачине и разних типова; за оцену њихове јачине употребљава се скала од пет ступњева.

„Тип самих тутњава различит је, каже проф. Ј. Михаиловић. Углавном је двојак: протегнуте тутњаве као грмљавина у даљини, и отсечне тутњаве као пуцњи артилерије у близини. Између ова два типа има више прелаза.

„Тутњаве се обично јављају пре потреса и на те појаве треба нарочито мотрити. За време и после саме трешње такође се чују подземне тутњаве, али оне могу каткад долазити и од самог потресања зграда, које се понашају у тим приликама као резонатори.

„Најинтересантније су појаве подземних тутњава без потреса. Оне се јављају у дуготрајним серијама и везане су за нарочите околности. Такве серије подземних тутњава без потреса (каткад се осети и који лакши потрес) у неким трусним пределима биле су први весници доцнијих јачих земљотреса чији су епицентри били тамо где су се такве тутњаве најчешће јављале. Такве се тутњаве називају *бронтиди*“.

Вештачки земљотреси

Вештачки проузроковани земљотреси омогућили су да се дубље продре у многе тајне природних трусова, у начин како се распростиру трусни таласи, како се при томе понашају разне врсте стена, колика је енергија која се ослобађа при овим покретима, итд.

Један од највећих експеримената са вештачким трусовима извршен је пре неколико година у чувеном италијанском каменолому мермера Карари. Тада је цео један брег био миниран, јер је динамитом требало разорити циновски блок од скоро милион тона мермера. На овом послу радило је приближно целу годину дана 700 минера и радника. Са свију страна ископани су дубоки поткопи и у брдо је стављено 400 центи експлозива.

Око Караре биле су постављене многобројне мале сеизмолошке станице, а у суседним земљама скренута је пажња

најближим сеизмолошким станицама на овај циновски експеримент.

После страшне експлозије, чија се детонација чула далеко, одвалио се огроман мермерни блок са врха брда Текионе и сурвао се низ његове падине. Блок је износио приближно 300.000 кубних метара.

Многа суседна места чула су експлозију као страشان потмули удар од којег су на зградама хтела да излете затворена врата а зидови прскали. На даљини од десетине километара били су сви прозори отворени, јер би се иначе сва стакла поломила. Инжењерима и радницима који су упалили мине, чинило се да ову експлозију не може ништа надмашити. У једном моменту изгледало је као да се пролама цео крај и да земља пуца на свима странама. Ваздушни удар био је још страховитији.

Иако је ова експлозија изгледала ненадмашна у сваком погледу, ипак трус који је она проузроковала није допро далеко. Њега су регистровале само најближе сеизмолошке станице. По јачини он се није могао упоредити ни са сасвим slabим природним потресима локалног значаја.

У разним стенама таласи се простиру разном брзином. Француски геолози Фуке и Мишел Леви констатовали су већ одавно да брзина таласа у ствари зависи од јачине удара — дакле од јачине експлозије. При експлозијама које су изазване са по 15 килограма динамита, утврђено је да су се таласи простирали овом брзином:

у песку 300 метара у секунди;

у чврстом пешчару ... 2000—2526 метара у секунди;

у мермеру 632 метра у секунди;

у граниту 3141—2450 метара у секунди.

Вештачки земљотреси искоришћавају се данас и за испитивање разних рудишта, пошто се таласи неједнако простиру кроз разне стене у дубинама земље. За те сврхе постоје нарочито осетљиви апарати; а трусни таласи се изазивају експлозијама

Интересантно је да се трусни таласи могу одбијати од неких стена или делова терена, као што се рефлектује светлост или јавља одјек код звука. Такав случај констатован је за време великог калабријског потреса 1857 године, затим у Шпанији и на многим другим местима.

Енергија која се ослобађа при трусовима достиже циновске размере. Тако, на пример, теоријски израчуната, енергија калифорнијског потреса од 1906 године одговара енергији удара једног гранитног блока чија би маса износила један кубни километар а тежина 2.600.000.000 тона, и који би пао на земљу са висине од шест километара. Кад би се ова енергија претворила у електричну, изнела би 44.000.000.000 киловат-часова. Енергија великих јапанских потреса била је још већа, тако да количина ослобођене енергије, претворена у електричну, достиже близу сто милијарди киловат-часова.

Појаве које прате трусове

Најчешће појаве које прате трусове јесу стварање пукотина, прслина, улагање терена, ређе издизања земљишта, урниси итд.

У приказу калифорнијског потреса видели смо да се за време тога труса створила велика пукотина, дугачка 435 километара. У Грчкој, приликом потреса 1894 године, појавила се пукотина дугачка 65 километара, местимично широка и преко десет метара. Овакве пукотине констатоване су у Јапану, Јужној Америци, Јужној Азији и на многим другим местима, па и у нашим теренима за време јачих потреса.

Ако се дуж оваквих пукотина изврши спуштање земљишта с једне или друге њене стране, настају праве раселине. Једно крило може се спустити за двадесет и више метара;

ово се крило може истовремено померити и у хоризонталном правцу чак и више метара.

Улегање терена констатовано је при многобројним трусовима. У томе погледу нарочито је карактеристичан лисабонски земљотрес од 1755 године. Тада се велики број становника португалске престонице склонио на пристаниште да би се спасао од рушења зграда. Они нису избегли несрећу, јер је један део пристаништа нагло потонуо повукавши у дубину већину бегунаца који су се налазили на њему. За време месинског, калабријског и многих јапанских трусова утврђено је несумњиво спуштање терена. Оваква спуштања констатована су и на Балканском Полуострву при разним јаким потресима.

Урниси који се стварају за време јаких трусова могу бити, нарочито у планинским теренима, од катастрофалних последица. Такви урниси често затрпају читава насеља. Један урнис, проузрокован земљотресом у 14 веку, засуо је и потпуно уништио преко двадесет села и варошица у Корупшкој.

Густина трусова

Трусови се не јављају у свима областима у подједнаком броју и истој јачини. То се најбоље види из приложене карте на којој су убележени епицентри свих регистрованих потреса од 1913 до 1930 године. На њој се истичу два велика појаса. Један се простире дуж пацифичких обала и поклапа се увелико са „ватреним кругом Тихог Океана“, са џиновским појасом вулкана који тако јасно карактеришу ову лабилну зону земљине коре. Други појас почиње на западу код острва Мадере, обухвата медитеранску област, простира се дуж високих веначних планина Јужне Азије и допире

до Сундског Архипелага где се састаје са првим појасом. У свима другим крајевима земљотреси су много ређи, па чак постоје и простране области где их уопште нема — асейзмичке области.



Црним тачкама означени су епицентри свих забележених земљотреса од 1913 до 1930 године. По Беламиу.

На основу самог овог распрострањења трусних области на Земљи, могу се извући многи значајни подаци. Прво што пада у очи, јесте чињеница да се трусови првенствено јављају у зонама најмлађих веначних планина, дакле, у оним великим нестабилним појасевима земљине коре где орогенски покрети стварања планина нису још довршени. Али у ове зоне спадају и велике океанске депресије, океански амбиси који су знатно дубљи од просечне дубине околног дна. Трусови су, осим тога, веома чести и у старим теренима давно убраним али у којима се данас врши разламање и тоњење појединих делова дуж великих раселина. Ово распарчавање на блокове, на хорстове и ровове, као, на пример, у области балканске Родопске Масе, изазива сталне потресе, често и катастрофалне.

Земљотреси су, на против, врло ретки или се уопште не јављају у великим заравњеним деловима или у области са хоризонталним слојевима, на пример, у пространим областима Канаде, у Русији (руској табли), на великим равним деловима океанског дна итд.

Ова карта најбоље нам показује колико је Земља немирна и само привидно стабилна. Овај низ црних тачака био би још гушћи када би постојао знатно већи број сеизмолошких станица, јер у многим областима Европе, Јужне Америке, Централне и Северне Азије нема на просторијама које захватају више стотина, па чак и милионе квадратних километара, ниједне сеизмолошке станице.

И без ове карте добили бисмо доста јасну слику о сталним потресима и покретима земљине коре из статистичких података о нашим трусовима. Они најбоље показују да је стабилност земљине коре само привидна и да мировање између два узастопна труса не траје дуго.

Да ли је трус уништио Атлантиду?

После свих ових података можемо се поново вратити на наше старо питање: да ли је неки страشان земљотрес заиста могао да уништи Атлантиду?

На основу напред изложених података видели смо да појаве великих пукотина, оживљавање старих раседа, различито померање терена и др. приликом трусова нису увек директна последица трусова него, на против, да ова прскања и кретања терена изазивају често трусове. Секундарне појаве које прате трус, управо које прате ова главна кретања, могу бити и појаве разних пукотина, мања спуштања терена итд. У ове секундарне појаве, управо пратиоце трусова, спада и рушење града итд.

ЗЕМЉА ДРХТИ

Због тога је извесно да Атлантиду није уништио неки трус. Покрети који су учинили да острво потоне изазвали су и огроман земљотрес. Распарчавање атланског острва, покрети на океанском дну, стварање циновских пукотина кроз које је избила лава — проузроковали су и тешке трусове и рушења градова. То рушење довршио је, свакако, и велики трусни талас који је дошао са океана и запљуснуо руине величанственог града и храмова старих Атланта.

И тако су, дакле, узроци тоњења Атлантиде морали бити много сложенији него што би се то на први поглед могло претпоставити. Они, у основи, леже у значајној нестабилности атланског дна, нарочито дуж великог атланског подморског гребена, и ма колико грандиозни изгледали, у ствари се губе пред циновским покретима и тоњењима извршеним у области пространог Атланског Океана и његовог обода. Због тога пропаст Атлантиде, великог острва, скоро континента, није за геологе нимало невероватна, јер су се у разним деловима Европе, као што смо раније видели, заиста дешавала тоњења пространих копнених маса.

КЛИМА СЕ МЕЊА

У околини Београда постоје многобројни очигледни докази да се клима на овом тлу, као и у Европи, у више махова осетно мењала, често у таквим размерама да то на први поглед изгледа фантастично.

Пре 25000—30000 година, при крају великог леденог доба, околина Београда претстављала је делове једне стране хладне степе чији су главни становници били мамути, рунасти носорози, ирваси. Живот у њој потсећао је тада на живот у некој данашњој северној степи на граници према поларној тундри.

У лесу — цигларској земљи — нађени су у околини Београда на више места кости мамута и других поларних животиња из леденог доба, а у кесонима оба савска и у панчевачком мосту извађено је читаво гробље костију мамута, праговечета итд.

У време када су у околини Београда живели мамути и рунасти носорози, велики део Северне и Западне Европе био је покривен циновским масама леда, које бисмо најбоље могли упоредити са данашњим гренландским инландајсом. Тај лед почео је прво да се ствара на Скандинавском Полуострву, па се даље ширио ка југозападу, југу и југоистоку, прешао преко области на којој леже данашње Балтичко и Северно Море, распростра се преко Северне Немачке, захватио знатан део Пољске и Русије, а на западу захватио и покрио највећи део Британских Острва. У руској равни-

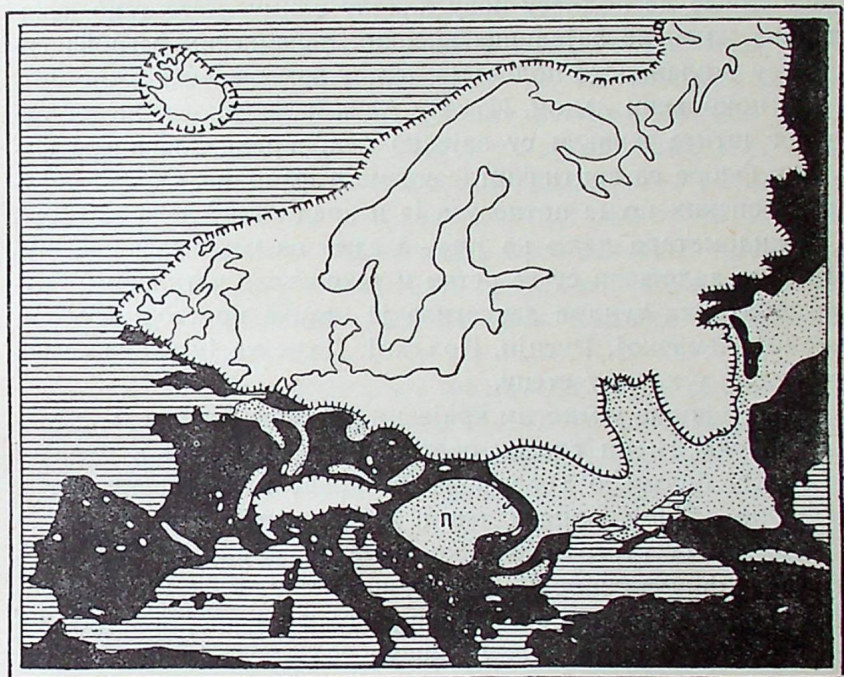
ци, на којој није било никакве препреке која би га зауставила, лед се спуштао далеко ка југу где је, у области Дњепра и Дона, најдаље доспео. За време највећег ширења, овај ледени штит захватао је просторију од 6,5 милиона квадратних километара, дакле, више него половину Европе. Његова дебљина на појединим местима достигала је 2000 метара.

У исто време огромне масе глечерског леда нагомилале су се и у области Алпа. У то време граница вечног снега била се спустила за хиљаду и више метара испод данашњег њеног нивоа. Под алпијским ледницима лежала је у то време просторија на којој се данас налазе Клагенфурт, Салцбург, Инсбрук, Женева, Гренобл. На многим другим високим планинама ледници су били знатно већи него што су данас на Алпима. Наше високе планине на Балканском Полуострву биле су такође захваћене ледницима. Према испитивањима Јована Цвијића и Б. Ж. Милојевића, у Проклетијама, око Жијова, на Дурмитору, постојали су велики глечери, и у овој области глацијација је била већа него што је данас у Алпима. На многим другим нашим планинама нађени су такође несумњиви трагови некадашњег постојања великих глечера.

Стварање ових маса леда било је изазвано чисто астрономским узроцима; они су учинили да количина топлоте коју прима Земља од Сунца знатно опадне, а услед опадања средње летње инсолације наступило је спуштање границе вечног снега у северним крајевима ка југу а у високим планинама ка подножју (види одељак о геолошком времену).

Нагомилавање овако огромне масе леда у Северној и једном делу Западне Европе, затим у области Алпа, изазвало је и многе друге промене на европском тлу. Изнад северноевропског леденог штита формирала се област сталног високог ваздушног притиска одакле су дували хладни и суви ветрови. Под непосредним дејством ових ледених

маса и хладних сувих ветрова, средња годишња температура у крајевима око обода инландајса спустила се много више него што би то наступило само услед смањене средње летње инсолације.



Карта Европе за време леденог доба. Беле површине претстављају крајеве покривене ледом; тачкама су означене просторије у којима се таложио лес; П, Панонска потолина.

У то време у неким крајевима Немачке успевале су праве арктичке биљке; на основу њих се може закључити да је средња годишња температура на многим местима била за око 10° нижа од данашње средње годишње температуре, а средња јулска за $10-12^{\circ}$.

Оваква промена климе била је од изванредног утицаја на сав биљни и животињски свет. Арктичка фауна и флора, потискиване ледом, мигрирале су из северних крајева, где су пре тога биле распрострањене — ка југу, одакле су се иселиле, или где су угинуле старе животне заједнице које нису могле да поднесу нову хладну климу. Исто тако некадашње животне заједнице високих планинских региона сишле су у планинска подножја, јер су врхови били скоро потпуно покривени ледом. Између Алпа и северноевропског леденог штита живели су заједно неко време планинске фауне и флоре са арктичким фаунама и флорама. Област средњеевропских шума потиснута је испред ивице леда за скоро 250 километара даље ка југу, а само на неким заклоњеним местима задржали су се ретки и закржљали четинари и брезе. Арктичка тундра захватила је велике просторије у Северној Немачкој, Русији, Пољској. Даље ка југу она се настављала у хладну степу.

У то време у многим крајевима Европе живела је „хладна“ фауна. Њени главни претставници су мамут и рунасти носорог, бизамско говече, затим ирвас или северни јелен, поларна лисица, алпски зец и др. Мамут и рунасти носорог имали су густо и дугачко крзно и грбу лоја на леђима. То су типичне животиње хладних степа. Бизамско говече, које данас живи само на Гренланду и на крајњем америчком северу, спуштало се за време великог леденог доба све до Дордоње у Француској. Ирвас је у то време живео у великим стадима у Јужној Француској и долазио чак до обала Средоземног Мора. Кости ових типских арктичких животиња нађене су на безбројним местима у Европи, па и на многим местима у нашој земљи. Осим тога, на много места нађене су арктичке биљке, поларна врба и поларна бреза, затим многи други родови и врсте који живе или у високим планинама или далеко на северу, у областима са тешком поларном климом. Ти остаци, као и несумњиви трагови старих ледника у крајевима где данас уопште нема глечера,

претстављају главне доказе на основу којих су реконструисане сложене прилике за време леденог доба.

Постоје и многи други веома значајни подаци о приликама које су владале у Европи за време великог леденог доба. У многим пећинама, на зидовима и таваницама налазе се разни цртежи животиња које су у то време живеле на нашем континенту. Преисторијски човек, савременик ових великих догађаја, велики уметник и ловац, насликао је на зидовима својих подземних станишта, или извајао од глине, изрезао у мамутовачи и костима рогова северног јелена многобројне животиње које су у то време живеле у Средњој па чак и Јужној Европи, а које данас живе у поларним крајевима. Ти цртежи и гравуре, затим остаци споменутих животиња у разним седиментима ствараним за време дилувиума, спадају у најважније документе о некадашњим приликама у крајевима обухваћеним великим дилувијалним захлађивањем.

Али ове хладне фазе нису трајале кроз цело ледено доба. После глациалних периода наступило је отопљавање, лед се повлачио ка северу или у високе планинске регионе, тундра се померала заједно са ледом, а за њом хладна степа. Средњоевропске шуме вратиле се у своје старе области, арктичке животиње ишчезле су, и место њих у ове крајеве доселила се друга, тзв. „топла фауна“. Њени главни претставници су стари слон, Мерков носорог, и, нарочито, дилувиални водени коњ који је био веома сличан данашњем нилском коњу. Осим тога, за време ових међуледених доба, у разним крајевима Европе живеле су разне врсте јелена, бизон итд.

Клима међуледених доба могла би се упоредити са данашњом климом или је чак била и топлија.

За време великог леденог доба било је три велике међуледене и четири велике ледене периоде.

Ово захлађивање није захватило само Европу. У Северној Америци постојао је такође циновски ледени штит који

је покривао, за време максималног ширења, једну просторију од приближно петнаест милиона квадратних километара. У то време ледници су постојали и у области екватора; њихови несумњиви трагови нађени су на вулканском масиву Килиманџара у Централној Африци. Велике азијске планине биле су, такође, под глечерима, а у Јужној Америци, у Патагонији, инландајс је покривао 0,7 милиона квадратних километара.

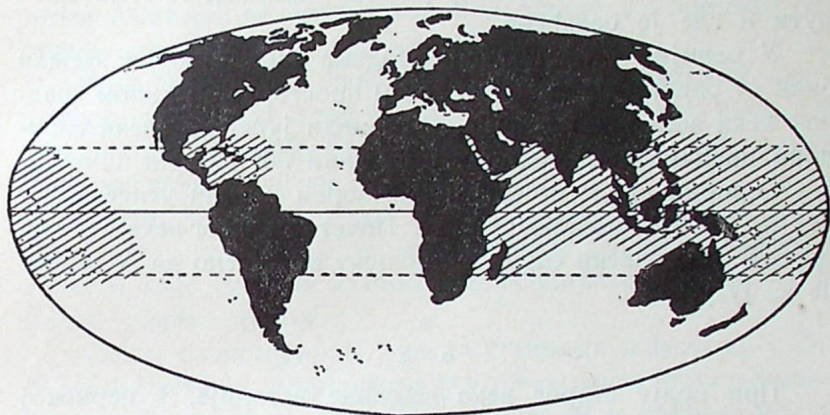
Када се климатска карта дилuviума упореди са данашњом климатском картом Земље, најбоље се могу уочити ове велике разлике. Многи геолози сматрају да би се дилuviјалне прилике обновили када би се средња годишња температура снизила за 3—5° Ц. Само толико опадање средње годишње температуре, разуме се ако би трајало дуже времена, било би довољно да глечерски лед, који данас покрива око 17 милиона квадратних километара, захвати поново површину од око 35 милиона квадратних километара.

Овакво једно, на први поглед, скоро безначајно опадање средње годишње температуре, било би довољно да уништи данашњу Европу, јер никаква средства модерне технике не би могла да зауставе надирање великих ледених маса из Скандинавије. Под џиновским леденим слојем, моћним неколико стотина метара, а можда и преко хиљаду, лежали би многи велики и напредни градови Северне и Средње Европе. За време максималног ширења инландајс би захватио и просторију на којој се данас налазе Берлин, Лондон и Москва; Балтичко и Северно Море лежали би под ледом, а многи градови у подножју Алпа били би затрпани глечерима. Из свих тих области морало би се потпуно иселити све становништво.

Супротно томе, када би се средња годишња температура повисила за неколико степени, настале би прилике какве су у нашим крајевима постојале много милиона година пре леденог доба.

Споменули смо већ да се у стенама, углавном кречња-

цима, ствараним за време кретацејске периоде у мору које је покривало околину Београда, налазе многобројни корали. Знатним делом ти кречњаци претстављају праве коралске спрудове формиране у плитким, бистрим и узбурканим деловима Старог Средоземног Мора које је у то време покривало простране делове Европе. Поред корала, у овим кречњацима налазе се многобројне љуштуре крупних изумрлих шкољака са дебелим љуштурама, затим вапнене алге и многи други фосилни организми.



Косим линијама означено је данашње распрострањење коралских спрудова. По Бринкману.

Ови спрудови претстављају најбоље индикаторе климе. На основу њих се могу извући многи веома значајни подаци о приликама које су крајем средњег века земљине историје владале у области Старог Средоземног Мора.

Данашњи коралски спрудови постоје у једној релативно узаној зони између 30° северне и 30° јужне ширине, углавном у области Индијског и Тихог Океана, затим у Мексиканском и Карипском Мору. Неки спрудови прелазе мало ову границу, али је у њима број типских врста и родова спрудотворних корала већ увелико смањен.

Спрудотворни корали живе поглавито у топлим тропским водама, у регионима у којима температура воде не спада годишње испод 18—20 степени и где температурна колебања не износе више од седам степени. Колоније спрудотворних корала успевају само у горњим, бистрим, узбурканим површинским деловима воде где има довољно светлости, јер већина коралских полипа живи у симбиози са зеленим алгама које се налазе само у површинским добро осветљеним слојевима воде. Због тога ови корали избегавају муљевите обале и близину речних ушћа, где се вода често мути и где је ослабљена.

У ранијим геолошким периодама спрудотворни корали били су раширени на много већем простору. Средином средњег века земљине историје, у периоди јуре, коралски спрудови прелазили су границу коју чини 50° северне ширине, а у периоди креде прави спрудотворни корали успевали су чак на 55° 30' северне ширине. Почетком новог века — терцијара — коралски спрудови почињу постепено да се повлаче ка југу.

*

* *

При крају старог века земљине историје, у пермској периоди, у многим областима Европе владао је прави пустињски режим. У Србији и у једном делу Бугарске стварани су у то време тз. *црвени пешчари*, моћне масе пешчара руменкасте и црвене боје, често врло лискуновити, каткад груби, са крупним валуцима, делимично сасвим когломератични. Они су стварани на континенту, на сувом тлу или у великим лагунама, можда и језерима, у једној области пустиња. Њихова прилично велика дебљина и значајно распрострањење најбоље говоре о томе да је пустињски и полупустињски режим у овим областима трајао релативно дуго.

Овакви слични црвени пешчари и црвени пескови стварају се данас у неким областима Сахаре, затим у аустралијанским пустињама.

У пустињској зони Северне Африке и у великим пустињама Азије, има много појава које говоре да је клима у тим крајевима била знатно влажнија него што је данас, и да је прва пешчана и каменита пустиња некада захватала много мању област.

Југоисточно од Каира налази се чувени Уед Хоф, велика речна долина са стрмим стеновитим отсесима. То је типска речна долина којом данас скоро изузетно тече вода, и то обично после ретких провала облака или пљускова. Овакве долине налазе се на много места у Либијској Пустињи, затим у Сахари, на Арабијском Полуострву, у Сиријској Пустињи и на многим другим местима.

Уеди су један од најбољих доказа да су кроз те данас потпуно пустињске крајеве некада текле велике реке, богате водом, реке које су могле да усеку дубоке и стрме долине, местимично праве кањоне.

Језеро Чад претставља последњи остатак једног великог језера - мора које је према северу залазило далеко у области које су сада претворене у полупустиње, а местимично и праве пустиње.

Стара, преисторијска људска станишта нађена су у Либијској Пустињи, у крајевима у којима данас нема људских насеља. У тим крајевима данас уопште нема никакве могућности за људски живот, било што су претворене у ерге — пешчана мора, или у хамаде — камените пустиње, било због тога што нигде у околини нема ни трага воде, чак ни на већим дубинама.

Велике количине подземне воде у неким крајевима Сахаре, у областима са изванредно мало водених талога и јаким испаравањем, претстављају још вазда загонетку. Неки истраживачи чак сматрају да је то фосилна вода, и да потиче још из леденог доба, из времена када је количина атмосферских талога у Северној Африци била неупоредиво већа од данашње. Тада су и створени уеди, и на многим местима ширила су се језера, данас испуњена песком.

Према испитивањима Свена Хедина, област пустиња у Централној Азији проширила се знатно у току историјског времена. На многим местима пешчане дине покриле су некада напредне градове, затрпале путеве, па изгледа уништиле и читаве цивилизације.

Шотови у Северној Африци претстављају, такође, остатке великих језера чије се некадашње обале још јасно распознају. Сличну судбину доживела су и многа језера у пустињама Аустралије.

У северној поларној области, нарочито на Шпицбершким Острвима, откривени су моћни слојеви каменог угља. Тај угаљ постао је нагомилавањем биљних остатака. Данас се зна које су то врсте биљака, а на основу њих се може поуздано закључити да су у овим областима некада постојале велике шуме.

То је један од најочигледнијих доказа да се у северној поларној области клима морала интензивно мењати у току геолошког времена. У тим крајевима расте данас мали број биљака, углавном лишајеви и маховине, а од листопадних дрвећа наших шума или од четинара нема скоро никаквог трага. Дуга поларна ноћ, замрзнутост земљишта, изванредно кратко и хладно лето онемогућују потпуно опстанак већини биљака из умерене зоне, тако да је искључено да су биљке од којих је постао камени угаљ расле, у то далеко геолошко време, под условима какви данас постоје у северној поларној области,

На Шпицбершким и Медвеђим Острвима налазе се папрати, лепидендрони, сигиларије, каламити и друге врсте и родови биљака какве су нађене у слојевима карбонске формације (периоде каменог угља) у Европи, Африци, Северној Америци и Азији, у крајевима са умереном и топлим климом. Та флора могла је успевати, према мишљењу многих палеоботаничара, у топлој, скоро тропској клими, или умереној клими сличној данашњој западноевропској, са приближно једнаким летима и зимама. Други сматрају да је

у то време постојала и поларна климатска зона, али је потпуно искључено да се терен који данас гради Шпицбершка и Медвеђа Острва налазио у арктичкој области у карбону, или да је у тим крајевима постојала арктичка клима.

На острву Исланду, у старим језерским талозима, углавном у пешчарима и глинама, налазе се многобројни отисци лишћа разних биљака које данас не расту на овом острву. На основу тих отисака утврђено је да су некада на Исланду постојале велике листопадне шуме, сличне европским листопадним шумама.

Има још многих, разноврсних, исто тако неоспорних доказа о великим климатским променама у скоро свима крајевима света.

На Балканском Полуострву живела је некада, у време које претходи леденом добу, врло интересантна степска животна заједница која показује изванредну аналогију са данашњом афричком степском животном заједницом. У околини Велеса, код Пикермиа у Атици, код Солуна, затим у Бугарској, нађени су у старим речним и језерским наносима многобројне кости слонова, носорога, жирафа, мајмуна, хижена, тигрова итд.

У то време (у горњем миоцену и доњем плиоцену) у околини Велеса постојало је више језера која су одавно отекла и чија дна претстављају данас велике котлине. На неким местима, као на пример у средини оризарске котлине, однети су и седименти таложени у томе језеру. О старим језерским превлакама, на Превалцу и Белушци, затим на западној страни Орта Колибе и Брца, налазе се многобројне кости антилопа, газела, жирафа, слонова, носорога, мајмуна, кости махајродуса („тигра са сабљастим зубима“) и других егзотичних животиња каквих данас уопште нема на Балканском Полуострву и у Европи. Ова налазишта детаљно је проучио и описао Др. Владимир Д. Ласкарев, професор геологије и палеонтологије на Београдском универзитету.

ТАЈАНСТВЕНА ЗЕМЉА

Овако велике масе костију јасно указују на то да је у околини Велеса настрадао, услед неке природне катастрофе, велики број животиња. Највероватније је да су, услед великих шумских или степских пожара, насталих од грома, животиње бежале ка језеру, и да су се негде на њиховим обалама поломиле и подавиле. Дуго после ове несреће њихови лешеве пливали су на површини воде и обалске струје и таласи заносили су их ка превлакама, где се нагомилао велики број и где су, затим, потонули, и, најзад, затрпани песком, шљунком и муљем. Код Пикермиа у Атици (Грчка) утврђено је да се огроман број животиња, бежећи испред пожара у степи, који се ширио великом брзином и захватио огромну просторију, сурвао у ноћи низ стрме отсеке једне велике клисуре и поломио на њеном дну.

Слична фауна нађена је и на острву Самосу. Тамо је велики број животиња настрадао за време вулканских катастрофа. Њихове лешеве снеле су у језера бујице, и ту су се они наталожили заједно са шљунком, песком и вулканским пепелом.

Стара афричка степа на тлу Балканског Полуострва могла је да опстане са свима својим егзотичним становницима само под другим климатским условима него што су они који данас владају у овим крајевима. Скоро све животиње чије су кости нађене у овој области, могле су да живе једино у много топлијем поднебљу, у приликама какве данас постоје у области великих афричких степа где у наше време постоји једна сложена животна заједница сасвим аналога старој велешкој.

Историја Земље и органског света, као и историја човечанства, састоји се од низа више или мање значајних промена и догађаја, и може се поделити на више дужих или краћих временских одељака.

Свима су познати извори и документи који чине основу за реконструкцију цивилизација и опште историје човечанства.

Документи за реконструкцију земљине прошлости савим су друге природе. По извесним њиховим најважнијим карактеристикама, можемо их поделити у две групе. Једне претстављају *фосили, остаци или трагови организама који су живели у геолошком времену, пре него што су наступиле данашње топографске и климатске прилике*, а друге, резултати разних промена и процеса извршених у земљиној кори, на континентима и океанима.

При оцењивању ових последњих докумената, вазда полазимо од данашњице. Геолошки фактори: рад воде, леда, ветра, организама, затим трусови, вулканизам, и многи други чиниоци, дејствовали су раније на исти начин као и данас. Геолошка историја није низ бурних процеса и смењивање катастрофа. То је, у ствари, мирна еволуција, низ повезаних, већином изванредно лаганих и дуготрајних промена извршених у току једног за нас скоро несхватљивог дугог времена. Уколико је и било трусних, вулканских или неких других катастрофа, све су оне имале првенствено локалан значај, као што га и данас имају.

Сви досад познати фосили ни издалека не претстављају све биљке и животиње које су некада постојале. Слојеви земљине коре нису нека врста Нојевог ковчега, а фосилне фауне и флоре претстављају више или мање само фрагменте некадашњих животних заједница.

Да се остаци неког организма очувају после његове смрти кроз дуго време, да се фосилизују, потребни су нарочити услови. Лешеве животиња изложени су непосредно после смрти распадању и уништавању. Мекани делови пропадну први, а нешто дуже се могу очувати скелети, љуштуре и уопште чврсти делови. Од бизона који угину у преријама Дивљег Запада, после двадесет година нестаје и последњи траг најкрупнијих костију. Остаци мањих животиња ишчежавају много брже.

Али, ако муљ, песак, шљунак, дебљи слојеви прашине итд. покрију лешеве, може се, у извесним случајевима, спречити потпуно уништавање органске материје. Разни минерални раствори који циркулишу кроз ове талогe, прожимају органске остатке, и првобитна материја се замењује, молекула по молекула, минералном супстанцом. У извесним случајевима, разни хемијски раствори дејствују на лешеве тако да они кроз дуго време могу бити сачувани од распадања. То се дејство може упоредити са неком врстом природног штављења.

У сваком случају, уништавање, распадање организма, редовна је појава, а њихова фосилизација претставља изузетак. При свем том ипак је сачуван, у разним талозима земљине коре, огроман број старих организама и њихових остатака. Разуме се да има и празнина, озбиљних празнина које у великој мери отежавају испитивање фосилног света и реконструкцију његовог развића. Али те празнине нису такве природе да се на основу њих не може добити макар приближна слика некадашњих становника Земље, организама који су изумрли пре много милиона година.

Услови за фосилизацију на чврстом тлу, на копну, били



су увек неповољнији него у воденим басенима. Али су ипак, у неким случајевима, као у ћилибару и копалној смоли, сачувани остаци многих ситних организама који се у нормалним приликама заиста не би могли очувати. Око водопада и кречњачких врела и извора, формирају се преко лишћа, гранчица, цветова и биљних плодова fine превлаке бигра тако да се добијају њихови савршени отисци. У старим, фосилним бигровима нађени су и отисци птичјег перја, а каткад се очувају и делови скелета. У лесу, прабини коју у степским областима доноси ветар и која се може нагомилати у дебелим слојевима од више метара и више десетина метара, очувани су остаци скелета разних степских животиња угинулих на отвореном пољу и које би сигурно биле потпуно уништене да нису затрпане лесом. У вулканским областима, нарочито при великим и катастрофалним ерупцијама, вулкански пепео угуши и затрпа знатан број животиња. На тај начин, у Северној Америци сачуван је у фосилном стању огроман број различитих сисарских врста, чије су кости местимично толико нагомилане да граде читаве слојеве. Слични случајеви констатовани су у Патагонији, на Мадагаскару, на Јави, острву Самосу и многим другим местима.

У старим асфалтним мочварама налази се на неким местима велики број костију разних организама. У томе погледу нарочито је чувена локалност Ранчо Ла Бреа у Калифорнији, где је досад извађено костију од преко 300 примерака смилодона, чувеног „тигра са сабљастим зубима“, затим кости слонова, циновских фосилних лењиваца, преијских вукова, медведа, великих птица грабљивица итд. У озокериту код Старуније у Галицији нађен је потпуно очуван леш једног дилувијалног носорога. У Старунији су, прича се, сељаци одрали један део носорогове коже и направили опанке пре него што је дошла стручна комисија да проучи извађене фосиле и испита особине овог интересантног налазишта.

Морски организми, нарочито они који имају чврсте љуштуре — пужеви, шкољке, разне врсте праживотиња, брахиоподи, главоношци итд. —, или лучше разноврсне скелете — корали, бризоји итд., — очувају се много лакше у фосилном стању, пошто су љуштуре и скелети знатно отпорнији према хемијском, механичком и биолошком разарању, док мекани делови потпуно ишчезну. Али од огромног броја животиња које уопште немају никакве скелете ни љуштуре, остаје у фосилном стању само незнатан део, а од извесних чак не остаје никаквог трага. У финим морским седиментима, нарочито муљевима, нађе се каткад по неки њихов отисак, често и са многим детаљима, тако да се о том фосилном организму, а иако више не постоји ниједан његов део, може добити доста јасна слика. Захваљујући оваквом начину фосилизације, у фосилном стању познати су отисци медуза још из најстаријих слојева старог века земљине историје, а затим остаци, управо отисци, многих других организама који нису имали никакве чврсте кречњачке ни рожне скелете.

Остаци организама покривени песком, муљем или другим неким материјалом, и заштићени од разних механичких, биолошких и хемијских деструктивних фактора, могу доцније ипак бити уништени или оштећени јер кроз ове седimente често циркулише подземна вода; она раствара делове љуштуре и односи растворену материју, али често, на место растворене и однесене супстанце, таложи другу, обично минералну материју. На тај начин од једне шкољке остаје једро, шупљина између капака испуњена седиментом. На добро очуваним једрима распознају се отисци мишића и друге појединости унутрашњих страна капка.

При процесима фосилизације дешавају се и многе друге промене. Најчешће, првобитна органска материја замењује се минералном. То замењивање врши се молекула по молекула, тако да се спољашњи облик потпуно очува. Због тога процеса „окамењавања“, фосиле често називају „окамено-

тине“, иако је тај назив погрешан, пошто сви органски остаци, дакле сви фосили, нису окамењени.

За време великих покрета, нарочито орогенских, када постају планине, слојеви који садрже фосиле изложени су разним притисцима. При томе остаци животиња и биљака могу бити деформисани на разне начине, поломљени или чак и потпуно уништени. Каткад стене сасвим прекристалишу, и онда сви трагови фосила ишчезну сасвим. То се исто може десити ако се у слојеве утисне каква већа маса дубинских стена. Она својом топлотом, парама и гасовима мења стене, преображава их; тако, на пример, од кречњака постају зрнасти мермери у којима је уништен сваки траг фосила.

Па ипак, поред свих тих разних рушилачких фактора, у разним стенама које су стваране у току геолошког времена у старим морима и на континентима, сачуван је знатан број фосила из разних органских група.

Шуме ћилибара

У областима са богатом вегетацијом, где је хумусни слој дебео а тле се одликује знатном влажношћу, остаци копнених организама брзо и потпуно пропадају. То нарочито важи за ситне организме, поготову инсекте, пауке и читав низ других бића са нежним телом, веома неотпорним према разним механичким, биолошким и хемијским разарачким чиниоцима.

Али у шумама, у којима има дрвећа које лучи већу количину смоле, неки од ових организама могу бити обухваћени смолом, херметички обавијени и потпуно заштићени од даљег уништавања. Ако се та смола очува кроз дуже време, ако се фосилизује, очуваће се и органски остаци у њој.

Такву врсту фосилне смоле претставља и *ћилибар*, познат одавно са обала Балтичког и Северног Мора.

На обалама Самланда у Источној Пруској, нарочито близу Кенигсберга, таласи Балтичког Мора избацују за време бура већу или мању количину *ћилибара*. У том крају лежи, скоро непосредно испод морског нивоа, такозвана „плава земља“, из које таласи испирају *ћилибар*. Она, у ствари, претставља речне талогe на ушћу у море и седименте већих речних делта. Преко плаве земље леже пескови миоцена у којима се, често у богатим гнездима и сочивима, налази *ћилибар* преталожен из плаве земље.

Ћилибар је нађен и у околини Бреславе, у Данској, Шведској, Енглеској, али у материјалу који је овамо пренесен моћним масама леда који се за време леденог доба кретао ка југу и југозападу и покривао целу просторију на којој данас леже Балтичко и Северно Море.

На основу оваквог распрострањења *ћилибара*, може се као сигурно закључити да је шума из које потиче *ћилибар* захватала целу област Балтичког Мора и простира се далеко на исток и запад.

Реке које су текле кроз те старе прашуме доносиле су смолу заједно са стаблима дрвећа, и таложиле их на своме ушћу у море. Дрво је доцније иструлило и ишчезло, а заостала је само смола. „Плава земља“ не претставља, дакле, место на коме су расле те прашуме, него само место где су се наталожила стабла донесена речном водом. Старе прашуме давно су ишчезле, и једини доказ да су некада заиста постојале, јесте, у ствари, њихова фосилна смола, и биљни и животињски остаци које садржи *ћилибар*.

Остаци биљака уклопљени у *ћилибару* омогућују нам да реконструишемо слику некадашњих прашума ових крајева, у време када су у области Балтичког Мора постојале друкчије климатске прилике од оних које данас тамо владају.

Раније се сматрало да главни део смоле, дакле главни

део ћилибара, води порекло од бора *Pinus succinifer*. Доцније је утврђено да је било више врста борова, затим и другог дрвећа: секвоја, јела, туја, више врста кестена, око петнаест врста храстова, и, најзад, ловор, циметово дрво, разне палме итд.

Ако бисмо ове шуме хтели да упоредимо са данашњим шумама, онда бисмо нашли да су оне најсличније са извесним шумама Јужне Флориде које расту у поднебљу чија средња годишња температура износи 18—20°C.

У ћилибару је нађено неколико хиљада одлично очуваних инсеката, паукова, стонога и других ситних организама, затим један гуштер, перје птица итд. Већина ових фосила одлично су очувани, са првобитном бојом, и често дају утисак као да су живи. У овој окамењеној смоли управо су очувани организми који се иначе, у нормалним приликама, уопште не могу очувати и фосилизовати, или се то дешава изванредно ретко.

Сваке године у новим примерцима ћилибара нађе се по који нови организам, и на тај начин употпуњује слика о некадашњем живом свету давно ишчезлих прашума у овој области Европе.

Некада се на обали Самланда скупљао само ћилибар који избаце таласи на обалу. И данас, нарочито када дувају северозападни олујни ветрови, таласи истргну са плитког дна из „плаве земље“ веће количине ћилибара. У гомилама почупаних алги које леже на сувом за време осеке после бура, затим међу онима које се налазе на плитком дну и које ваде нарочитим чакљама, налази се грумење ћилибара.

Код Пламникена, близу Кенигсберга, постоје и рудници ћилибара. Ту се ћилибар вади површинским радовима из „плаве земље“. Један од тих ровова дугачак је око километар и дубок 52 м (38 м изнад и 14 м испод морског нивоа). Дебљина плаве земље износи 6,5—8 м и садржи по тони 1—2 килограма ћилибара. Годишње се прекопа и избаци око 2,5 милиона кубних метара јаловог материјала и извади око

400.000 килограма ћилибара. Око 40.000 килограма добија се на обали и из дилувијалних наслага.

У том жутом као злато грумењу лежи, као успаван, један стари давно ишчезли свет из времена када човек уопште није постојао.

Смрзнути мамути

Снег и лед могу зауставити све процесе труљења и нападања у једном животињском лешу. У арктичким крајевима постоје најбољи услови за овакву врсту фосилизације. Због тога су на многим местима у Сибиру, у широкој области где данас на малој дубини лежи слој вечно смрзнутог земљишта, нађени слеђени лешеве мамута, рунастог носорога и других животиња из великог леденог доба. Што је најзначајније, у том фосилном леду сачували су се у потпуности и сви мекани делови, месо, кожа и длака, па чак и не-сварена храна у утроби давно изумрлих животиња, сведока великих и коренитих промена кроз које је Земља прошла у недавној геолошкој прошлости.

Смрзнути мамути у Сибиру одавно су познати. За њихово откопавање слате су и скупе експедиције које су обично стизале доцкан, јер су поларне лисице, курјаци и друге звери уништиле знатне делове мамутских лешева, или су урођеници, Тунгузи, Јакути и Ламути, хранили своје псе овим за њих загонетним циновима са длаком бакарно-црвене боје.

Једно време у Источном Сибиру цветала је и трговина мамутовачом. Велике кљове, често знатно веће него секутићи највећих данашњих афричких слонова, одлично су се очувале кроз дуго време од леденог доба до данас, и продаване су на тржишту као одлична слоновача. Највећу про-

ђу имале су у Кини, где су од ове фосилне слоноваче прављени разни украсни предмети. Сибирска мамутовача продавана је и на скоро свима већим светским тржиштима слонове кости, па је често било тешко разликовати је од праве слоноваче.

Захваљујући овој трговини, многи мамутски лешеви потпуно су изгубљени за науку и пропали су у пустим долинама сибирских река, на арктичким обалама или острвима.

Два мамутска леша, један откривен на обали Колиме—Березовке, а други у долини речице Санга—Јурах, највећим делом су спасени и пренесени у Петроград. Експедиције које су ишле по ове мамуте путовале су месецима кроз непролазне крајеве Сибира, делом чак и на саоницама које су вукли ирваси, бориле се са зимом и другим невољама, али су ипак успеле да изврше свој задатак и да се врате у Петроград са скупоценим товаром.

Већина мамутских лешева откривена је на странама речних долина, и то обично после великих пролећњих поводања, када набујале воде руше своја корита. Тада се на речним странама појављују већи или мањи блокови леда који су ту лежали десетинама хиљада година. Лед почиње да се топи, ствара се велика поткапина или чак и мања пещина, и земљиште које је остало без ослоњаца руши се, затрпава отсек и спречава даље топљење леда. Идуће године, или чак и много доцније, вода поново однесе овај срушени материјал и открије лед. Како се у многим оваквим блоковима налазе смрзнути мамутски лешеви, сачувани ту као у некој циновској леденици, једног дана на обали реке појави се и део мамутског леша. У топлијим летњим данима мамут почиње да се крави и распада, и његов задах брзо привуче лисице, вукове и друге зверове. За кратко време од циновског леша дилувијалне животиње остају само крупне кости и длака. На тај начин у сибирској тајги и тундри, у бескрајним пустим крајевима пропале су многе стотине мамутских лешева.

Још крајем прошлог века Руска академија наука расписала је велике награде онима који пронађу мамутске лешеве и о томе извести прву најближу власт. Тако су откривена и сачувана два споменута мамута, чији су поједини делови били добро очувани, па је чак у желуцу једног нађена и несварена трава од биљака које и данас расту у овом крају Сибира. Нарочито занимљива била је густа и дугачка длака бакарно-црвене боје, затим велика грба лоја на леђима, резерва хране за тешке дане сибирске зиме. Захваљујући овим наласцима, данас се о мамуту зна исто толико колико о некој егзотичној животињи, иако је он изумро крајем леденог доба.

Сибирски мамути

Први забележени налазак мамутског леша у Сибиру датира из 1692 године, када су на реци Јенисеју Козаци открили циновску смрзнуту животињу. Године 1787, нађен је у близини делте реке Алазеје, источно од ушћа Индигирке, други, изгледа, потпуно очувани леш, али ни ту нису, из сасвим разумљива разлога за оно време, предузета никаква откапавања. Године 1799 један тунгуски ловац открио је у делти Лене добро очуваног мамута, одломио кљове и однео их у Иркутск. У овом сибирском граду налазио се тада чувени руски ботаничар Адамс. Чим је сазнао за ово откриће, Адамс се одмах упутио на север, али је ипак стигао доцкан, управо у време када је леш био већ знатно оштећен, пошто су Тунгузи хранили његовим месом своје псе, а осим тога, курјаци и поларне лисице били су уништили поједине делове. Адамс је успео да спасе главу са по једним скоро потпуно очуваним увом и оком, затим доње делове две ноге. Ове остатке, заједно са приближно комплетним костуром

мамута и око 30 фунти његове длаке, Адамс је послао 1806 године у Петроград.

Близу ушћа Јенисеја откривен је поново 1839 године мамутски леш, али је и он био изложен дуже времена летњем сунцу и зверима, тако да је потпуно пропао. Од сибирског мамута за чије је ископавање био послан геолог Ф. Б. Шмит 1866 године, на терену су нађени само костур и остаци коже. Мамутски леш откривен у исто време на обали једне притоке Алазеје, био је такође рђаво очуван.

И тако се, и поред релативно знатног броја мамутских лешева откривених у северним и североисточним деловима Сибира, није могло доћи у прво време ни до једнога од њих, иако је Руска академија наука у Петрограду била расписала значајне награде онима који нађу мамутски леш и одмах о томе извести прву најближу власт.

Као што смо већ споменули, сибирски мамут био је стотинама година предмет једне интересантне и врло развијене трговине која је цветала чак и почетком нашег века. Добро очуване кљове смрзнутих лешева продаване су као веома цењена слоновача на разним тржиштима Азије, нарочито у Кини, а већ Теофраст, Аристотелов ђак, помиње да се слоновача „вади из земље“. У 9 и 10 веку Арабљани су куповали сибирску мамутовачу. На лондонској пијаци мамутовача се појавила тек 1611 године; у Ситиу продано је 1872 године 630, а 1873 године 1140 кљова.

Интензивно и планско скупљање кљова почело је тек средином 18 века, када је трговац Љахов слао из Јакутска читаве експедиције по теренима који леже између река Катанге и Унадира. Он је продро и даље на север и открио острва која данас носе његово име. На њима и Новосибирским Острвима нађен је огроман број мамутских остатака, а колико је тамо било лешева, најбоље се види по томе што је, око сто година доцније, једна експедиција сакупила за три лета, од 1882—1884 године, на острвима Љахов, Котелни и Фађејев око 2500 одлично очуваних мамутских кљова.

Према подацима Фиценмајера, које је овај истраживач купио у Јакутску, главном тржишту сибирске мамутоваче, од 1825—1831 године продато је у овом граду 1500—2000 пудова мамутоваче, дакле око 32000 килограма, а само један јакутски ловац донео је са Новосибирских Острва 500 пудова (пуд има 16 килограма). На основу извештаја једног трговца, главног извозника мамутских кљова у Јакутску, у току 1908 године он је сам продао око 600 пудова, а остали трговци близу хиљаду. Мамутовачу, коју су у крајњем североисточном делу Сибира скупљали Чукчи, Јукагири и Ламути, куповали су амерички трговци, а оне из Охотске области Јапанци, тако да се може сматрати да је годишње вађено из дилувијалног леда преко 20000 килограма мамутоваче. То је најбољи доказ да се у Сибиру налази огроман број смрзнутих мамутских лешева.

Европски мамути

Мамут — *Elephas primigenius* Blumenbach јесте једна од најпознатијих преисторијских животиња. То је диновски рунасти слон из леденог доба, знатно већи од најкрупнијих данашњих афричких и индијских слонова. У Европи је изумро отприлике пре 25000 година, у које време пада крај леденог доба, а у Сибиру вероватно нешто доцније. Његови остаци, углавном кости, нађени су на много места у Европи, Азији и Северној Америци.

У Европи је највећи број мамутских костију нађен у Јужној Немачкој, у области Швабена. Према подацима немачког палеонтолога Дитриха, од 1700 па до 1926 године, дакле за последњих 225 година, при разним радовима (путеви, железнице, канализација, темељи за разне грађевине итд.) извађено је у овој области остатака од око 3000 ма-

мута. На основу тога се може претпоставити да у дилuviјалним наслагама Јужне Немачке лежи још неоткопано око 100.000 примерака. У Моравској, у долини Бачве, у једном преисторијском културном слоју, нађено је разних делова скелета од преко 1000 мамута. У области Николсбурга, код Доње Вистернице, број откопаних мамутских остатака такође је огроман. Знатна количина костију нађена је код Кремса на Дунаву, затим код Вилендорфа и Лангманесдорфа у Першлингталу. Ова последња локалност добила је чак назив „Мамутска Помпеја“.

У Панонском Базену и по његову ободу откривен је, такође, огроман број костију овог изумрлог цина. У околини Земуна, у Панчевачком Риту, у Посавини, његове кости нису нимало ретке. Београдски рибари често поцепају своје мреже извлачећи са дна Дунава или Саве неки кутњак, кљову или другу мамутску кост. При вађењу шљунка или песка, багери каткад избаце и више мамутских костију, а према досадашњим подацима може се као поуздано сматрати да дно Саве и Дунава покрај Београда претставља једно циновско мамутско гробље, јер је у кесонима панчевачког и оба савска моста извађен велики број мамутских остатака.

Остаци мамута нађени су и у Јужној Европи, у Каталонији и Кантабрији у Шпанији, и у Отранту у Италији. Како је он био типична арктичка животиња, карактеристична за хладне фазе леденог доба, то је извесно да се утицај великих маса леда, које су покривале знатне просторије у Северној и Средњој Европи, осећао далеко на југу.

Изузев Старуније у Галицији, где је заједно са добро очуваним лешом једног рунастог носорога нађен и леш мамута, оба конзервирана у озокериту, сви остали остаци ове животиње нађени у Европи и Северној Америци, претстављају само целе скелете или њихове делове.

Већ на основу тих многобројних остатака костура, могла се извршити детаљна реконструкција мамута, утолико пре

што његов скелет, изузев неких интересантних појединости, показује велику сличност са костуром данашњег слона. Ова реконструкција је увелико олакшана многим цртежима мамута које је израдио у разним пећинама, нарочито шпанским и француским, преисторијски човек, мамутов савременик из завршног дела леденог доба, одважни ловац и велики уметник зоре човечанства.

Са костима мамута, на разним местима нађени су и остаци других животиња које су живеle истовремено са овим рунастим дином. На основу тога реконструисана је са много појединости и животна заједница којој је припадао мамут.

Окамењене шуме

Остаци фосилних биљака налазе се у различитим видовима. Час су то обични отисци на површинама разних стена, час угаљ у који је биљка више или мање претворена, неки пут чак и толико да се првобитна њена грађа уопште не распознаје. Праве окамењене биљке налазе се ређе, а скоро изузетно окамењене шуме. Да се већи број стабала окамени и очува кроз дуго време, потребно је да се на једном месту остваре многи, доста сложени услови.

У пустињи Хашаб код Каира налази се права окамењена шума састављена од хиљада стабала дрвета *Nicolaia aegyptica*. Ову шуму испитао је геолог Фраас и по њему „сем ситног песка, у пустињи нема никаквог другог камена до рожнаца (кремена) у који су претворена стабла николије. Ја сам мереио стабла која су имала у пречнику један метар а била дугачка 20—30 метара... Овде се, у правом смислу речи, може говорити о обореној шуми“.

Али ова стабла не леже на месту где су некада расла. То су наплављена стабла, нагомилана у једној старој делти

у време када је клима Северне Африке била знатно влажнија него што је данас. Пошто су потонула на ушћу неке велике реке, муљ и песак затрпали су их и она су се, на тај начин, одржала кроз дуже време. У том муљу и песку извршене су велике промене у стаблима. Дрвена материја замењена је, молекул по молекул, кременом (силицијом) при чему је сачувана првобитна структура. После тога, услед издизања обале, делта је постала суво тле, песак се претворио у пешчар, а муљ у чврсту стену. Под дејством јаким дневних температурних промена, које су у пустињским крајевима нарочито интензивне јер су дани врло топли а ноћи хладне, пешчар се постепено дробило у песак чија је зрна односио ветар. Тако су постепено избила на површину окамењена стабла. Она су се одржала и до наших дана, јер је кремен врло отпоран.

Права окамењена шума араукарија налази се у Патагоњи. Њу је описао Виланд 1935 године.

У Јелуостонском националном парку налази се дванаест окамењених шума које леже једна преко друге. Један велики вулкан, одавно већ угашен, у више махова затрпао је својим пепелом велике четинарске шуме. Како је земљиште састављено од вулканског пепела врло плодно, то су на овом покривачу брзо израсле нове шуме. Једног дана и ове нове шуме доживеле су судбину старих, изнад којих су израсле. То се обнављало дванаест пута, и данас у овом крају лежи, у серији наслага вулканског пепела дебелој више стотина метара, најмање дванаест хоризоната окамењених шума. На местима где је овај терен просечен једном дубоком долином, стабла четинара, још у усправном ставу али окамењена, појављују се на падинама долине.

У Аризони се, на обали реке Бонита, такође налазе многобројна окамењена стабла, често великих димензија. То је чувена аризонска окамењена шума позната многим туристима.

На пресеку једног таквог стабла, нарочито у микро-

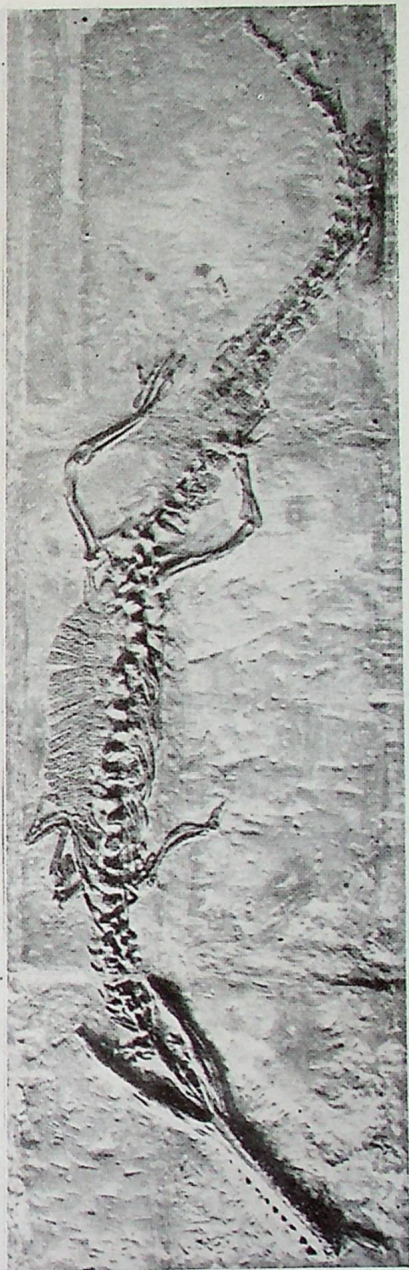
скопским препаратима, јасно се може запазити да је дрвена материја скоро потпуно или сасвим ишчезла, али да су се грађа дрвета, распоред и облик ћелија, па чак и фина структура њихових зидова, у великом броју случајева одлично очували. Често један микроскопски препарат окамењеног дрвета даје потпуно утисак препарата обичног дрвета.

Окамењене шуме ретко се налазе, док су усамљена стабла много чешћа. Тако се, на пример, у околини Београда, нарочито код Раковице, у старим морским песковима са морским шкољкама, пужевима и коралима налази по које крупно стабло окамењеног дрвета.

У појединим областима Западне Европе, нарочито у зони великих базена каменог угља, откривена су читава стабла старих раставића, често циновских димензија. Она су највећим делом угљенисана, а каткад их има у толикој маси да се лако могу реконструисати старе давно ишчезле шуме.

У глинама између слојева угља, или испод и изнад њих, има скоро увек отисака лишћа, грана и коре стабала. Код нас у Источној Србији, код Кладурова, Мишљановца и Мустапића одавно су познати слојеви стварани за време периоде каменог угља; у њима се налазе многобројни, добро очувани остаци разних биљака. У басенима са млађим угљевима, оним из средњег или новог века земљине историје, остаци биљака такође су чести, и на основу њих могу се реконструисати давно ишчезле флоре, делом сасвим различите од данашњих флора, као што се и старе фауне разликују од данашњих фауна. Што је нарочито значајно, на основу тих фосилних флора могу се извући значајни подаци о клими удаљених временских отсека и о приликама које су тада владале на појединим деловима земљине површине.

Палеоботаника, један специјални део биологије, проучава те старе фосилне биљке и без њених резултата тешко бисмо уопште схватили постанак и развиће данашњег биљног света.



Фосилни риболики гуштер икhtiозаурус и крокодил мистриозаурус нађени у слојевина доње јуре Холцмедена у Виртембергу. Оригинали се налазе у Палеонтолошком музеју Берлинског универзитета.



Фосилни морски кринови на једној плочи јурског шкриљца. По Древеману.

Тајанствени трагови

На површинама тријаских слојева нађени су на више места у Немачкој интересантни трагови једне врло загонетне фосилне животиње. Трагови су нарочито чести у горњем комплексу средњег дела „шареног пешчара“ у Немачкој, затим у Француској и Шпанији, а у „којперу“ у Енглеској. Још 1835 године Кауп је назвао ову тајанствену животињу *Chirotherium*. Сем ових трагова, од хиротериума нису нађени никакви други остаци. Како су отисци прстију и стопала доста чести и потсећају донекле на отиске људске шаке, неки истраживачи сматрали су да они, у ствари, представљају трагове једног веома крупног фосилног мајмуна, „палеопитекуса“ — како су га назвали. Кауп и чувени природњак Хумболт мислили су да отисци потичу од неког великог торбара. Доцније, многи геолози сматрали су да су то трагови изумрлих водоземаца стегоцефала. Чарлс Лајел дао је 1855 године и реконструкцију хиротериума назвавши га *Labyrinthodon pachygnatus*. Вилиамсон је, још 1867 године, сматрао да су то крокодилски трагови, а француски палеонтолог Годри тврдио је да је хиротериум био неки диносаур.

Немачки палеонтолог В. Зергел први је отпочео са систематским испитивањем свих досад познатих трагова ове загонетне животиње, и његови резултати показали су до каквих се детаљних и неочекиваних закључака може доћи једном плански спроведеном аналитичком и упоредноанатомском методом, и како и најнепотпунији фосилни остаци или само трагови, могу, правилно протумачени, омогућити вероватну реконструкцију многих појединости.

Отисци ногу хиротериума веома личе на отиске човечје шаке. Али прст који се одваја као палац, није први, него пети прст, пошто се трагови налазе на доњој површини слојева и представљају „позитиве“ — испуњене шупљине тра-

гова; на негативима се то јасно види. Доња површина прстију и стопала била је покривена рептилским крљуштима полигоналног или полулоптастог облика; на врховима прстију налазиле су се крупне и повијене канце. Задње ноге су много крупније од предњих. Пети прст је померен у страну и вероватно је могао да се „склапа“ као палац. Пошто је растојање између ногу мало, животиња је свакако имала танак и витак труп. Приближна дужина трупа одређена је према траговима ногу који су постали за време мирног, уједначеног кретања; ово одређивање извршено је по методи која је проверена на данашњим животињама.

Према Зергеловим израчунавањима, дужина трупа износи код врсте *Chirotherium barthi* 95 сантиметара, а код других и мање, 65 и 35 сантиметара. На отисцима се јасно види да су задње ноге увек много дубље упадале у муљ, што је знак да је тежиште тела било померено знатно уназад, и да су глава и врат били мали. Зергел на основу ових прорачунавања сматра да је дужина тела износила просечно 4 метра; извесни веома крупни трагови потичу од животиња које су могле достизати дужину од 7—8 метара. Према овим подацима и односима, Зергел је покушао да на једном моделу претстави вероватне пропорције хиротериума. Слика добијена на овај начин веома потсећа на извесне гмизавце из изумрле групе *Pseudosuchia*.

Шапе задњих ногу фосилне врсте гмизаваца *Euparkeria saurensis* Broom из тријаса Капланда веома су сличне шапама хиротериума, нарочито по општем облику и дужини петог прста. Аетозаурус из тријаса Немачке такође показује упадљиву сличност са хиротериумом нарочито у особинама предњих и задњих ногу.

На основу различитих трагова хиротериума, Абел је чак установио једну нову фамилију изумрлих тријаских гмизаваца — *Chirotheriidae* —, и уврстио је у ред *Pseudosuchia*.

У ту фамилију спадају животиње чија дужина тела варира између 1,4 и 8 метара; све се одликују малом главом,

кратким вратом и дугачким репом који је достигао дужину до 2 метара итд.

И тако се, само на основу трагова, могло приступити реконструкцији загонетних животиња које су некада живеле дуж обала старих тријаских мора и језера, и од којих су остали само отисци шапа. Модел хиротериума који је Зергел израдио на основу података добијених проучавањем трагова кретања, претставља тог некадашњег тајанственог становника Западне Европе онако како би изгледао посматран у даљини, при чему се губе сви детаљи а истичу се само опште контуре.

Слични трагови констатовани су и на многим другим местима у слојевима разне геолошке старости. Неки од њих изгледају изванредно свежи, и на плочама очврслог муља и пешчара истичу се многим појединостима. Извесни од тих трагова дају чак утисак као да је животиња, која их је оставила, недавно прошла тим крајем и да се крије негде у близини.

Захваљујући таквим траговима, још вазда можемо прочитати по коју вест у дневним листовима о живим диносауринама и „препотопским животињама“ откривеним негде далеко у прашумама Африке или Амазона.

У последње време нарочито се говорило о тајанственим диновским животињама и о „летећим гуштерима“ нађеним у Средњој Африци. Ловци слоноваче категорички су тврдили да у извесним крајевима, у великим мочварама и плитким језерима која су са свију страна опкољена скоро непролазном прашумом, живе и данас „препотопске животиње“. Они су чак видели у неким црначким насељима, до којих пре тога уопште није продро бели човек, зубе и кости „змајева“ које су урођеници обожавали. Осим тога, наишли су, на обали једне реке, на сасвим свежје трагове неке диновске животиње чије су шапе морале бити врло сличне са птичјим ногама. И тако даље.

У новинама и неким часописима појавиле су се чак и аутентичне фотографије сличних трагова, па чак и „костију летећих змајева“, као доказ да се у џунгли заиста крију животиње за које се сматра да су давно изумрле. То су, међутим, фотографије фосилних трагова; ловци слоноваче, неупућени у ова питања, мислили су да трагови потичу од живих „препотопских чудовишта“. Зуби и кости претстављају исто тако фосилне, нарочито добро очуване, остатке мезозјских гмизаваца.

У области Тендагура, у Источној Африци, црначка племена одавно знају за ове „кости змајева и богова шума“. У неким крајевима лобање мезозјских гмизаваца претстављале су и идоле, па се то веровање није могло да разбије ни доцније када су у овој области вршиле испитивања и систематска откопавања велике научне експедиције.

Све то није нимало чудно, јер су се и у Европи дуго водиле препирке о томе да ли кости мамута, нађене на више места у разним крајевима нашег континента, заиста претстављају остатке старих џинова и ратника о којима се говори у многим легендама. Једнооки киклоп, о коме прича Одисеј, био је, уствари, фосилни сицилијански слон-кепец чије се лобање налазе у неким пећинама Сицилије. Неуким морепловцима или становницима околних насеља лобање овог слона личиле су на људске, а широки носни отвор изгледао је као очна дупља на челу. Амонитске љуштуре у неким крајевима Западне Србије становници сматрају за окамењене змије, а за роstrуме белемнита у Источној Србији верују да су „стрелице од грома“. Због тога није ни чудо што у фосилним остацима и траговима изумрлих животиња из геолошког времена, многи данас виде реалну основу фантастичних прича и бајки о змајевима, џиновима и другим јунацима старих народних митова, бајки и прича.

Нагомилавање фосила

Поред споменутих, постоје и други безбројни случајеви при којима је, срећним стицајем различитих околности, сачуван у фосилном стању већи број органских остатака.

У слојевима наталоженим у области језера Калабона у југоисточном делу Аустралије, нађени су многобројни скелети циновског изумрлог торбара дипротодона (*Diprotodon australe*). У овом крају шириле су се за време леденог доба простране, муљевите мочвари чије су обале биле покривене превлакама соли, отприлике као обале, а делом и дно данашњих северноафричких шотова. Скелети дипротодона, који је достигао величину носорога, налазе се и сада у положају у коме је животиња пре много хиљада година запала у муљ, и одакле није више могла да се извуче.

У слојевима горњег тријаса Калтентала у Виртембергу, на једној плочи пешчара чија површина износи око два квадратна метра, нађене су 24 одлично очуване јединке давно изумрлог гмизавца из рода аетозаурус (*Aëtosaurus ferratus*). На основу њиховог положаја може се закључити да су изненада били затрпани већом масом песка. То се десило или на некој стрмој и подлоканој обали, чији се један део обурвао и загушио их брзо, или је неки велики талас бацио на њих већу масу муљевитог песка из којег нису могли да се извуку.

У пећинама, често се налазе стотине, па и хиљаде костура животиња које су некада у њима живеле, затим остаци костију животиња којима су се оне храниле. За време леденог доба у многим пећинама живели су пећински медведи и пећинске хијене. У једној пећини у Јорку, на релативно малом простору лежали су остаци више стотина индивидуа пећинске хијене. У неким пећинама Аустрије, нарочито у чувеној Миксничкој, у којој је увелико експлоатисан хироптерит — измет слепих мишева — који је употребљаван као

гнојиво, извађено је преко хиљаду скелета и лобања пећинског медведа.

За време великих суша у многим крајевима наступају прави помори безбројних организама. У Јужној Америци, у току једног страховито сушног лета, само у области Буенос Аиреса угинуло је 1833 године око милион грла говеда. У извесним афричким крајевима велике суше могу бити од катастрофалних последица по многобројне животиње. Такве суше дешавале су се и у ранијим геолошким временима, и захваљујући баш њима, на много места сачувани су у фосилном стању остаци разних изумрлих животиња. Поплаве које скоро изненада наступају после сушних периода, у стању су да нагомилају животињске лешеве у речним долинама, језерима, барама, где их обично затрпају песак, шљунак и муљ. На тај су начин скелетни делови сачувани од даљег уништавања и омогућена фосилизација.

На југозападној афричкој обали често угине, за врло кратко време неколико десетина хиљада тона рибе које таласи избацују на обалу. Ово се дешавало у извесним заливима у више махова, и мртве рибе су претстављале велику опасност за људска насеља. За време тих катастрофа у обалској зони муљ и песак затрпају скоро безбројне рибље лешеве, док на обалама њихове кости граде праве бедеме који се дуго одржавају. У Црвеном Мору угинуло је 1902 године безброј ајкула. Њихове лешеве избацили су таласи на обалу и местимично их нагомили у облику дугачких бедема. Задах који је настао услед распадања ајкула приморао је колонијалне власти у Цибутију и у другим приморским местима да предузму изузетне мере. Ова катастрофа, изгледа, наступила је услед једне подморске вулканске ерупције. Приликом експлозије вулкана Кракатау угинуо је, такође, огроман број водених животиња, а када се лава Везува излила 1794 године чак у Напуљски Залив, таласи су избацили велику масу риба.

У горњеплиоценским вулканским туфовима на обали

Каспијског Језера налазе се безбројни остаци једне врсте делфина који је угинуо у огромним масама услед великих плиоценских подморских ерупција. Продирање разних отровних минералних раствора у језера и заливе проузрокује каткад велике катастрофе међу воденим организмима. У пермским бакровитим шкриљцима Харца налазе се често фосилне рибе, местимично чак нагомилане у великом броју.

Велики број остатака ихтиозаура код Холцмадена у Виртембергу, где су нађени одлично очувани скелети овог морског гуштера, неки чак и са добро очуваном кожом, може се објаснити нагомилавањем лешева које су донеле струје или наваљали таласи. У чувеним солenhoфенским литографским шкриљцима, у којима су нађени и остаци најстаријих птица, нагомилани су и многи организми за које се сигурно зна да су живели на копну. У многим другим чувеним и познатим налазиштима фосила утврђено је да животиње, чији остаци леже на истом месту, најчешће не представљају чланове једне исте животне заједнице, него да су донети рекама, таласима или струјама чак и са удаљених места и ту доцније наталожени.

Фосили као историјска документа

Нарочито је значајно питање, на који начин можемо утврдити да ли је нека давно изумрла животиња или биљка старија или млађа од неког другог, такође изумрлог организма. У најпростијем случају, одређивање геолошке старости неког фосила или неког слоја врши се на овај начин.

Дна данашњих океана, мора и језера покривена су муљем, песком, шљунком. На самом дну живи велики број организама, али на њега падају и ту остају и лешеве оних организама који активно пливају или лебде у води. Тало-

жење муља, песка, шљунка врши се стално; то је непрекидан процес, и талози постепено затрпавају остатке организама који леже на дну. Кроз дуго време ствара се већи број слојева. Сваки од њих садржи остатке организама који су живели и угинули у време када се слој стварао. При томе је најнижи слој најстарији, а највиши најмлађи. Ако се органски свет океана, мора или језера мењао у току времена, те ће се промене јасно приметити на фосилним остацима животиња и биљака сачуваних у тим седиментима.

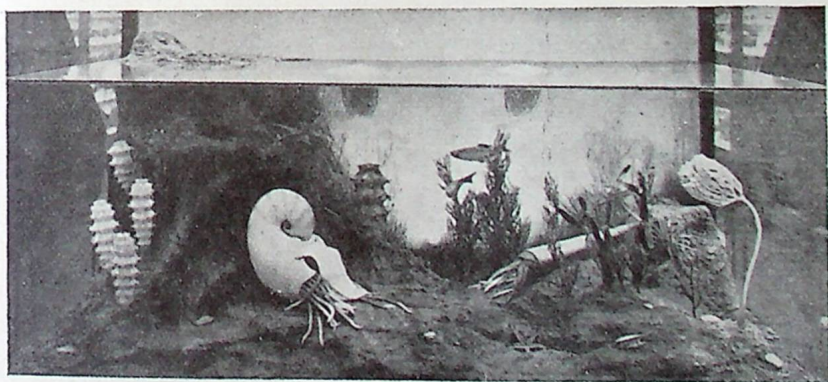
Дна старих мора издигнута су и улазе у састав данашњих континената, и управо велики делови чврстог данашњег тла састоје се од талоба ствараних на дну некадашњих мора. На тај су начин дебеле серије слојева таложене кроз веома дуго време постале приступачне испитивању. У великим клисурама и дубоким кањонима, на стрмим отсесима њихових страна јасно се истичу низови слојева. Тако се, на пример, у циновском кањону реке Колорада, који је усечен у хоризонталним слојевима, виде серије слојева стваране од најстаријих времена па скоро до краја старог века земљине историје. На другим местима откривени су слојеви који леже преко ових, и који су стварани у средњем или у новом веку земљине историје. На безброј осталих места откривене су веће или мање серије, а у неким областима, нарочито рударски значајним, добро је проучен сваки слој.

У свима тим слојевима, или у већини, нађени су фосили, остаци биљака и животиња које су постојале у време када је тај слој стваран. Колективним радом многих генерација геолога у свима крајевима света прикупљен је огроман материјал и утврђено је какве су све фауне и флоре живеле за време стварања појединих слојева и група слојева. На тај начин реконструисан је некадашњи живи свет Земље, њени становници у давним, скоро бескрајно удаљеним временима, а у исто време реконструисана је и историја стварања планина, континената и океана.

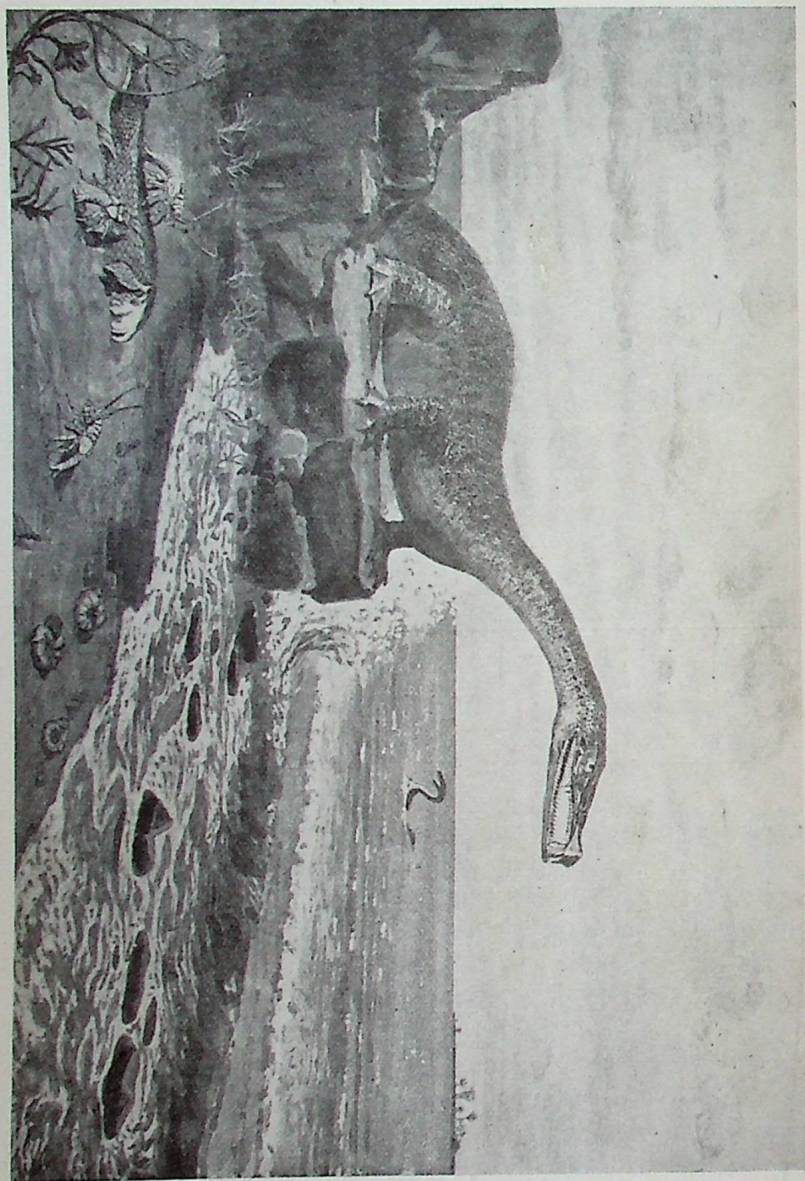
Што је најзначајније, органски свет сваког доба и сва-



Плоча пешчара са 24 примерка изумрлог тријаског гмизавца *Aetosaurus*. По Фраасу.



Реконструкција једне морске животне заједнице из горњег девона. У средини велика светла љуштура главноношца *Manticoceras*, десно један ортоцерас. По Ридеману.



Реконструкција тријаског гмизавца *Nothosaurus andriani*. По Фрацу.

ког периода специфичан је, и разликује се од онога који му претходи и од оног који долази после њега. Сваки геолошки отсек има своје „карактеристичне фосиле“, остатке организама констатоване само у том отсеку. Када се у некој неиспитаној области пронађу врсте фосила који су карактеристични за јурске или кретацејске слојеве испитаних области, онда је извесно да ти новооткривени слојеви припадају јурској, односно кретацејској периоди.

Многи фосили, поред тога што су карактеристични за поједине отсеке извесних области, имају често огромно распрострањење. Тако, на пример, љуштуре неких праживотиња карактеристичних за горњу креду Пиринеја, нађене су у слојевима исте старости у Алпима, Апенинима, на многим местима Балканског Полуострва, у Египту, у Малој Азији, па чак и у Индији. То исто важи за многе друге фосиле из различитих органских група.

На основу фосила и природе седимената у којима су нађени, могу се, осим тога, утврдити и многе друге појединости: дубина воде у којој су живели, клима итд. Фосили нису само историјски документи него и еколошки, нарочито када се нађу старе животне заједнице.

На основу фосила може се утврдити у којим су се дубинама Старог Средоземног Мора таложили поједини делови Алпа или Хималаја, под каквим су се приликама стварали спрудни кречњаци на Ташмајдану или у долини Топчидерске Реке, па се чак, у извесним случајевима, може претпоставити и постојање старих морских струја. На основу фосила утврђене су старе копнене везе и време њиховог прекида, јер је успостављањем веза између континената било омогућено мешање фауна и велике миграције живог света, а прекид тих веза доводио је до изоловања и диференцирања.

Фосили, дакле, имају скоро универзалан значај у геологији, нарочито у историјској геологији или *стратиграфији*. Без њих тешко бисмо могли да реконструишемо оне

многобројне промене кроз које је прошла Земља у току свога дугог геолошког развића, кроз небројене милионе година, кроз време у коме су се постепено образовали данашњи континенти и мора, и данашњи живи свет.

Сваки слој таложен у морима и на континентима претставља један лист велике књиге земљине историје у којој су забележени сложени и тајанствени догађаји из прошлости удаљене милионима година од данашњице, и од историјског доба људских култура и цивилизација.

Појава првог живота на земљи

Еволуција живота тесно је везана за еволуцију Земље, јер постоји један огроман период времена у коме је земља морала бити потпуно безживотна. По Кант-Лапласовој хипотези, а затим и на основу неких чисто геолошких чињеница може се као поуздано сматрати да је Земља била, у раном стадијуму свога развића, у усијано-течном стању и да на њој у то доба није могао постојати никакав живот. Услед сталног хлађења, на првобитној усијаној површини Земље ствара се постепено шљакасти покривач, сличан кори на данашњим сливовима и језерима лаве. Неки делови тога првог чврстог покривача били су сигурно поново растопљени, али је процес образовања чврсте земљине коре напредовао све више, и у једном даном моменту геолошког развића Земље, прва љуска чврсте земље обавила је потпуно и сакрила усијано-течну масу, која, после тога, избија на површину само дуж великих пукотина на првој кори и излива се у циновским масама, хлади се, и повећава, на тај начин, дебљину чврстог стеновитог омотача. Услед неједнаког хлађења на разним местима, а вероватно и услед различитог састава, прва чврста земљина кора није била подједнако

дебела на свима местима, него су се на њој, већ у то време, налазиле простране увале и издигнути делови.

Тада наступа и „пожар света“, сједињавање кисеоника и водоника уз страховити блесак и детонацију. Земљина атмосфера испуњена је прегрејаном воденом паром и потпуно је прозирна. Са лаганим хлађењем чврсте коре, наступа и кондензација водене паре, и на Земљу почињу да падају огромне, непрекидне и за нас несхватљиве кише, може се рећи чак необично дуге провале облака. На земљиној површини, прво у удубљеним а затим и у деловима средње висине, појављују се језера чије се обале постепено шире, затим мора из којих вире вулканска острва. Уколико је кондензовање водене паре у атмосфери даље напредовало и кише наставиле са падањем, површине мора и језера све су више расле, и топла, скоро кључала, вода плавила је постепено и најистакнутије делове првобитног рељефа. На тај начин постао је праокеан са огромним бројем подморских вулкана који су непрекидно радили. Изнад тог бескрајног пространства воде дизало се облачно, непрозирно небо.

Небројени циновски вулкани давали су све више лаве. Она се изливала и дуж великих пукотина, и нагомилавала се у све већим масама градећи пространа острва која су се постепено издизала из праокеана. Спајањем тих острва и хлађењем нових сливова лаве, неупоредиво већих од сливова највећих данашњих вулкана, постепено се стварало чврсто копно, вулканска земља посута ватреним бреговима чије су лаве и пепео покривали огромне просторије. Та прва копна, оивичена са свију страна праокеаном, била су пуста и негостољубива земља на којој још није постојао никакав траг живота. Пространи крајеви са циновским кратерима и тлем посутим пепелом личили су на неки пејзаж са површине Месеца.

Топла вода првог океана, једно време чак и кључала, одликовала се великом растварачком моћи и примила је у себе огромну количину различитих соли растворених и ис-

праних из вулканских стена са океанског дна. Још тих првих дана, или првих векова свога постојања, океан је растворио огромну количину разних соли која се доцније, с једне стране, повећавала новим количинама соли које су доносиле с копна реке, а с друге стране, смањивала таложењем на дну океана и мора. Осим тога, први океан је садржавао у великој количини и друге теже растворљиве соли, које је могао да прими захваљујући високој температури своје воде.

Тек када су се вода овог праокеана и тле прастарог копна довољно охладиле, могао је да се појави први живот на земљи. У коме моменту се појавило прво живо биће на нашој планети, како је изгледало, да ли се створило у мору, у слаткој води на копну, или на чврстом тлу, да ли је постало нарочитом комбинацијом и сједињавањем разних елемената, или је дошло негде из васионе, донесено метеорима или на неки други начин, — не знамо, и нема изгледа да ћемо у догледно време знати. Ниједна од многобројних хипотеза којим је покушано да се реши овај проблем, ниједно мишљење од толиких многих, не даје потпун одговор на ово питање од чијег решења увелико зависи наше схватање живота и света.

На једном тако негостољубивом тлу као што је била површина пракопна, могли су да се одрже, како каже чувени палеонтолог Осборн, само они организми који су се хранили директно хемијским елементима или њиховим најпростијим једињењима. Од данашњих живих бића у таквим приликама могле би опстати извесне најпримитивније бактерије.

Према Осборну, који се нарочито бавио овим проблемом, први организам је постао у влажним, мочварним деловима земљине површине, можда чак и у пукотинама стена, али ни у коме случају у мору, чија је вода у то време имала сасвим други хемиски састав од данашње морске воде, и није била нимало повољна за развиће првог органског света. Од тог праорганизма врло простог састава, постали су, током

времена, други, сложенији, а затим и прве бактерије, које су имале нарочито значајну улогу у припремању Земље за појаву и развиће других, сложенијих типова — алга, а затим и првих праживотиња.

У стенама архајске старости нису нађени никакви сигурни остаци фосилних организама. Овај недостатак органских трагова може се објаснити на два начина.

Слојеви и стене које садрже најстарије организме претрпели су у току дугог геолошког времена, кроз стотине милиона година, изванредно велике промене. Како се они налазе у основи свих осталих серија, то су кроз то дуго време били изложени врло великим притисцима, нарочито за време убирања планина и при другим покретима у земљиној кори. При тим притисцима и покретима развијају се и високе температуре, и стене мењају своју структуру, па чак и минералоски састав. На много места у ове најстарије седименте утиснуле су се веће или мање масе дубинских стена и преиначиле их својом високом температуром, парама и гасовима. При овим процесима уништени су и сви трагови фосила.

Али, најстарији организми нису сигурно имали никаквих чврстих скелетних делова, па се, према томе, нису могли ни очувати у фосилном стању, или, ако су се очували, то је било само у изузетним случајевима. Појављивање виших организама у току геолошке историје наше Земље, онако како их налазимо у разним слојевима, условљено је, великим делом, и процесом формирања скелетних делова код разних животиња. Због тога изгледа као да се многи сложени типови напрасно појављују, иако је њихова еволуција била постепена.

Најстарији досад познати органски свет нађен је у слојевима ствараним у горњем делу алгонкије. У северном делу Стеновитих Планина, у Монтани, откривени су разни остаци љускара, трагови кретања црва, затим извесни фосили загонетне организације. Од љускара нарочито је карактери-

стична врста *Beltina danaei* Walcott, јер љускари спадају у сложено коло зглавкара, у групу веома диференцираних организама са компликованом грађом. У области Онтарија откривен је још један загонетан фосил, *Atikokania lawsoni* Walcott, који по грађи увећано потсећа на сунђере. У Источној Финској, нађен је у алгонкијским доломитима интересантан фосил *Carelozoön jatulicum* Metzger, који личи на извесне изумрле корале, а у Бретањи откривени су остаци праживотиња радиоларија чије се решеткасте љуштуре састоје од кремена (силиције).

У још старијим слојевима, у талозима ствараним у току архајског доба, најстаријег досад познатог геолошког временског одељка, нађени су извесни врло сумњиви трагови фосила за које још није утврђено да ли заиста претстављају остатке организама или су само неке случајне минералне конкреције. У тзв. ботнијским флитима Феноскандије откривен је загонетни *Corycium enigmaticum* Sederholm, за који неки истраживачи археика мисле да претставља биљне остатке. Чувени *Eozoön canadense*, „зора живота“, за који су многи мислили да је најстарији досад констатован органски остатак, у ствари је минерална конкреција.

Према томе, алгонкијски фосили су најстарији организми за које сада знамо. Али ти остаци најстаријих досад констатованих живих бића нису и најпримитивнији. Међу њима има, као што смо већ видели, врло сложених организама. То доказује да је у горњем делу алгонкије живи свет био увећано диференциран и знатно сложен, и да најстарије организме који су постојали на земљи треба тражити у много старијим слојевима, у којима се они, као што смо већ нагласили, нису могли очувати. Због тога има врло мало наде да ће палеонтологија допринети, ма и у скромним размерама да се проблем првог живота на земљи дефинитивно реши.

Неки истраживачи сматрају да се архајске серије у поларним крајевима налазе у најмање промењеном стању, пошто су ти делови Земље претрпели најмање пертурбација и

покрета. Али, ако се и то покаже као тачно, и ако поларни крајеви буду постали једног дана приступачни детаљнијим геолошким проучавањима, извесно је да се ипак неће наћи остаци најстаријег организма, оне прве живе клице од које је потекао сав доцнији сложени и толико разгранати органски свет, па у крајњој линији, и човек. У архајским седиментима тих области можда се крију само претци многих органских група чије се порекло још не зна, група које се почетком старог века земљине историје појављују нагло, скоро напрасно.

Напрасно појављивање великог броја сложених организама у почетку камбрије, најстарије периоде старог века земљине историје, претставља, као што каже немачки геолог А. Борн, једну од најчуднијих појава у историји живота. То је утолико загонетније, што се у многим алгонкијским слојевима који су мало промењени, нарочито у серијама откривеним у Северној Америци и Источној Азији, не налазе никакви органски остаци. Али постоје многи разлози на основу којих се може сматрати да те стене нису стваране у мору него на континентима. Супротно томе, камбријски седименти богати фосилним остацима, несумњиво су стварани у мору.

Скоро на свима местима где је откривена основа камбријских седимената, утврђено је да они леже дискордантно преко старијих слојева, алгонкијских или архајских. Та дискорданција често је врло велика и показује да су те области биле суво тло непосредно пре него што их је захватило камбријско море. Према томе, у свима тим областима не постоји континуитет у стварању морских седимената, па ни континуитет у фаунама.

По Валкоту и другим геолозима, морски алгонкијски седименти који се настављају у доњекамбријске морске слојеве морају негде постојати. Они данас вероватно леже на дну неког океана или мора. Када једнога дана и ти слојеви постану приступачни испитивању, или ако буду откривени негде на континентима, неће нам више изгледати да се орган-

ски свет камбрије напрасно појављује и да нема везе са неким још старијим фосилним светом, нарочито са алгонкијском фауном.

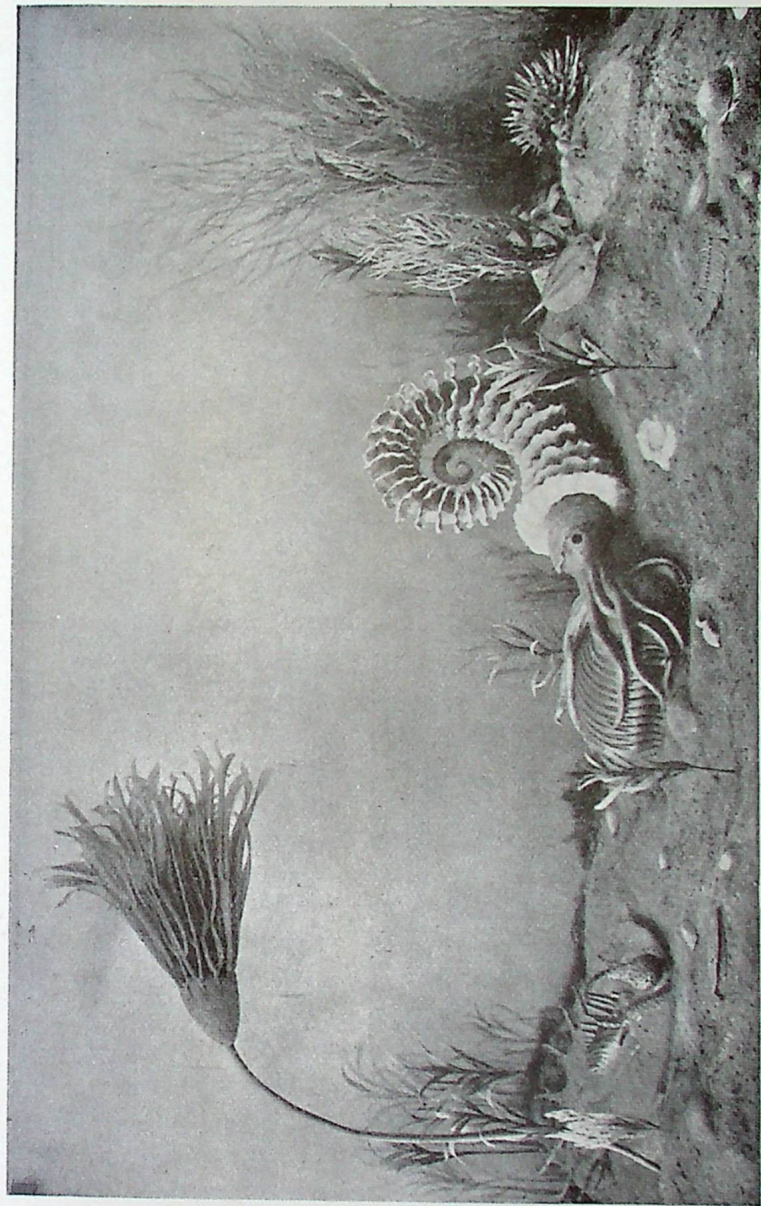
Живот у старом веку земљине историје (у палеозојику)

Већ у *Камбрији*, најстаријој палеозојској периоди, нађени су, у разним слојевима, остаци преко хиљаду разних врста фосилних организама. То су скоро све остаци животиња, јер су од биљака констатовани само несигурни трагови. Од кичмењака исто тако није нађен никакав траг.

Најзначајнији фосили камбрије јесу трилобити, стари, изумрли зглавкарџ чије је тело подељено у уздужном и попречном правцу у три режња или зглоба, по чему су и добили назив. Најстарији остаци трилобита нађени су у слојевима доње камбрије, а последњи трилобити изумиру крајем палеозојика, тако да они претстављају искључиво палеозојске зглавкарџ. Они су и најважнији камбријски фосили, јер дају многе врло карактеристичне врсте на основу којих је камбрија подељена у три дела: доњу, средњу и горњу камбрију.

У слојевима ствараним у почетку старог века земљине историје, нађени су и остаци праживотиња, међу њима и два рода: глобигерина и орбулина који и данас живе, затим остаци сунђера и бодљокожаца. Има и љуштура пужева, затим главоножаца, брахиопода и других морских организама.

У силурској периоди органски свет је много разноврснији и бујнији. У слојевима ствараним у току ове периоде нађени су остаци најстаријих кичмењака: риба (плакодермне рибе и ајкуле). Поред морских алги, у силурским слојевима констатовани су и остаци извесних копнених биљака. *Силурска периода* нарочито је значајна по томе што су у току ње достигле највеће развиће многе органске групе: трилобити,



Реконструкција једне девонске морске животне заједнице. Лево, морски крин *Saurhospinus*; у средини, главоножац *Rhyticeras* напада једног трилобита. На ану леже и многи други фосили. По Ридману.



Живот у мору доњег девона. Са дна се дижу морске арге и кринови, а на њему леже трилобити, брахиоподи, шкољке, пужеви и друге животиње. По Рихтеру.

брахиоподи, тетракорали — нарочита група палеозојских изумрлих корала од чијих се скелета састоје велике масе коралског кречњака, затим неки главношци и изумрла загонетна група граптолита. Стари палеозојски главношци, заступљени многобројним родовима и врстама, претстављају далеке сроднике данашњег наутилуса, јединог рода који се одржао до нашег времена, док су сви остали давно изумрли. То су морски мекушци, сродни данашњим сипама и октоподима. Имали су кречњачку љуштуру подељену преградама у већи број коморица. Љуштура је била права, повијена или савијена у спиралу слично љуштури пужева. Граптолити, чија је организација још увелико загонетна, били су колонијалне животиње. Остаци њихових колонија, већином угљенисаних, личе на шаре, нарочито у тамним шкриљцима, и дају утисак као да је на тим каменим плочама нешто писано. По томе су и добили назив.

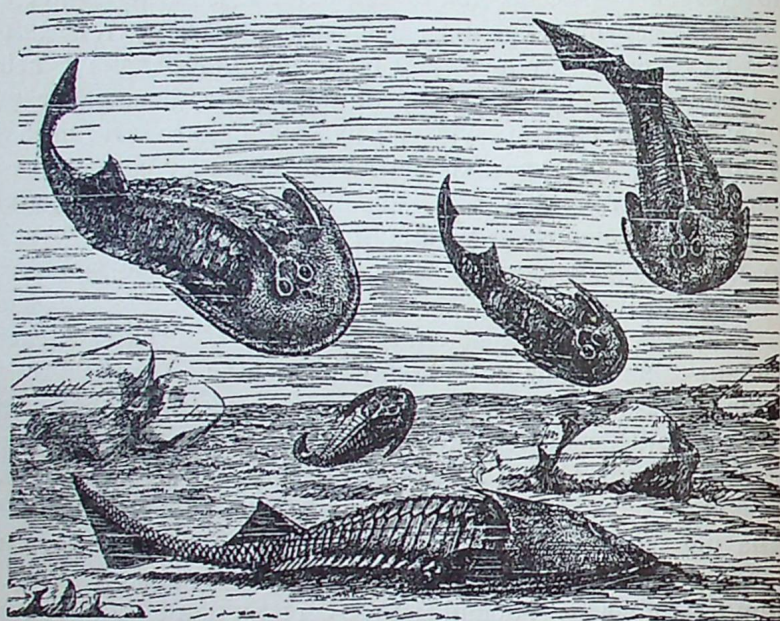
У девонској периоди одиграли су се у органском свету врло значајни догађаји. На копну почиње да се развија бујна флора, и чврсто земљино тле као да се спрема за нове становнике који ће се појавити крајем ове периоде или у идущој, карбонској. Поред многобројних бескичмењачких група, у девонским слојевима нађени су остаци многих риба, међу њима риба оклопњача, ајкула и др.; нарочито су значајне рибе плућашице (дипнеусте) које, иако имају шкрге, могу да дишу и на плућа — пловни мехур. Од њих или њима сродних риба воде порекло водоземци који се појављују крајем девона или одмах у почетку карбона.

У карбону — периоди каменог угља — копнена флора нарочито се бујно развија. На разним крајевима света простиру се огромне мочварне прашуме са циновским стаблима раставића, горостасним папратима и другим интересантним биљкама које су послужиле за стварање великих маса каменог угља.

Велике мочваре, језера и многобројне реке биле су идеално станиште најстаријих копнених кичмењака — водозе-

маца, интересантних животиња чији су остаци нађени на много места. Сви ти најстарији водоземци припадају једној фосилној изумрлој групи, тзв. стегоцефалима, од којих несумњиво воде порекло и најстарији гмизавци.

У горњем делу карбонске периоде нађени су и најстарији претставници гмизаваца.



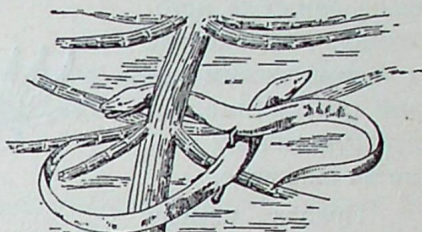
Реконструкција изумрлих девонских риба (род *Cephalaspis*)
По Кокену.

Најстарији типови водоземаца не само да су имали двојаки апарат за дисање, плућа и шкрге, него и двојаки апарат за кретање, добро развијене ноге и реп претворен у пераје за пливање. Примитивне форме имале су малу главу, доста танко, издужено тело, ситне ноге и реп као код данашњих саламандера. Од њих воде порекло облици са кратким телом и крупном главом.

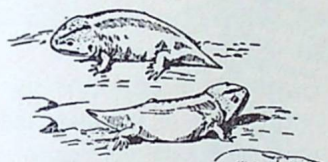
У горњем карбону и у почетку перма, завршне периоде палеозојика, настаје повлачење мора из знатног дела Европе и Северне Америке. Водоземци тада захватају још веће области. На том путу ка новим стаништима, они задобијају нове особине; неки се приближавају, по спољашњој форми, извесним рибама; други, прилагођавајући се скоро потпуно



ЕУМИКРЕПЕТОН (Карбон)



ПТИОНИУС (Карбон)



АМФИБАМУС (Карбон)



ДИПЛОКАЛУС (Пермо-Карбон)

Реконструкција изумрлих водоземаца — стегоцефала чији су остаци нађени у слојевима млађег палеозојика. По Осборну.

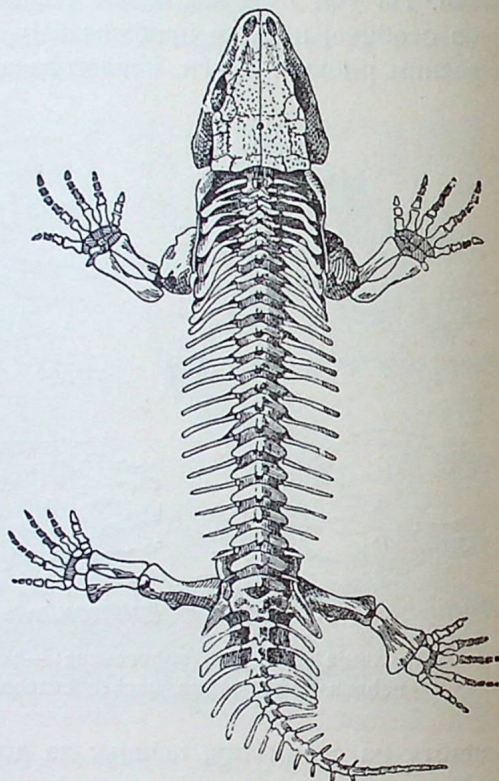
животу на сувом тлу, почињу да добијају особине које ће доћи до правог изражаја тек код гмизаваца. Извесни од њих задржавају се све више на сувом тлу, губе шкрге и прелазе потпуно на копнени начин живота.

Са променом климе која је довела до исушивања пространих области мочвара и до појава пустињских и полупустињских крајева, нестају на многим местима они скоро идеални услови за даљи опстанак типичних водоземаца. Форме које су прешле на живот на сувом тлу, задржавају се у води само у најмлађим стадиумима развића, а доцније,

када су се нашли у новим условима — пошто су нестале баре и језера —, неке мутације, које су биле у стању да се излегу из јаја на сувом тлу, дале су најстарије претставнике гмизаваца. То су биле копнене животиње са многим старим особинама стегоцефала, али су се, истовремено, одликовале и неким сасвим новим обележјима, карактеристичним само за гмизавце.

Прелаз између водоземаца и гмизаваца неосетан је, а у фосилном стању сачувао се један стари тип код кога се могу наћи јасно изражене особине и једне и друге класе. У пермским слојевима Тексаса пронађен је изумрли род сејмурија (*Seymouria baylorensis* Broili).

То је, у суштини, најпримитивнији досад пронађени фосилни гмизавац, који поред рептилских особина, има и многе особине стегоцефала. Сејмурија је гуштеролика животиња са кратким репом, дугачка око 50 сантиметара. Колико је она ме-



Seymouria baylorensis Broili из перма. Сејмурија је примитиван гмизавац са многим особинама водоземаца; дужина скелета износи око 50 сантиметара. По Абелу.

шовит тип, најбоље се види по томе што су је једни стручњаци уврстили у праве водоземце, а други у гмизавце.

У пермској периоди, завршном делу старог века земљине историје, изумиру многи прави палеозојски типови. Фауна је постала доста једнолична, а флора већ показује нова обележја, карактеристична за средњи век земљине историје.

Органски свет у средњем веку земљине историје (мезозојуку)

Органски свет средњег века земљине историје много је разноврснији и, у еволутивном смислу, напреднији од органског света палеозојика. То нарочито важи за становнике копна, али, у знатној мери, и за морске организме.

Господари мора били су у току мезозојских периода-тријаса, јуре и креде — гмизавци; они су, истовремено, преовлађивали и на копну, а владали и ваздухом. Поред њих, у мору су били главни становници амонити, једна интересантна и изумрла група главоножаца чије се љуштуре налазе скоро у свима слојевима који су таложени у мезозојским морима. Поред амонита, врло су чести и изумрли белемнити, сродници данашњих сипа и октопода. Они су, супротно амонитима који су имали спољашњу љуштуру, имали унутрашњи скелет, преиначену љуштуру интересантног облика и сложене грађе. Брахиоподи, који су достигли највеће развиће још у силуру, веома су значајни и у мезозојуку, и дају велики број карактеристичних фосила. Корали граде, заједно са алгама и другим организмима простране спрудове у плитким деловима Старог Средоземног Мора, док се у дубљим деловима, у батиалном региону, између 200 и 1000 метара, таложу претежно љуштуре амонита и белемнита. У обалској зони и у

области шелфа, живе многобројне и разноврсне шкољке; у горњој јури и у креди оне, заједно са коралима и другим спрудотворним организмима, учествују у изградњи великих маса спрудног кречњака. Пужеви су такође многобројни и разноврсни. У мезозојку је живео огроман број морских кринова, јежева и морских звезда; врло су чести и разноврсни сунђери, затим читав низ других организама.

У мезозојку се јављају и две нове класе кичмењака: сисари и птице. Најстарији остаци сисара нађени су у тријасу, а најстарије птице у горњој јури.

Седименти стварани у току мезозојских периода у Старом Средоземном Мору изграђују највећи део високих планина Алпа, Пиринеја, Карпата, Балкана, Динарида, Хималаја и високих венаца дуж западних обала Северне и Јужне Америке. Мезозојске трансгресије захватиле су огромно пространство у Европи и преплавиле знатне делове осталих континената, остављајући за собом моћне серије различитих слојева у којима су сачувани остаци једног богатог и разноликог органског света. Али је, што је нарочито значајно, на многим местима сачуван и велики број копнених становника, нарочито гмизаваца.

Живот у изумрлој прашуми

Када би могли да се прикажу аутентичан филм или снимци изумрле прашуме из средњег века земљине историје, читалац би био свакако изненађен изванредном сличношћу између ње и данашње прашуме, и на први поглед тешко би могао уопште да их разликује. Тек би ботаничар могао да запази да се у овом огромном сплету дрвећа само овде-онде појављују форме које чине главни део данашње прашуме, а да претежни део припада неким сродним, али давно изумр-

лим биљкама. Али, посматрајући биљни свет у целини и прилике које владају у топлој, влажној и загушљивој прашуми, тешко би се могла наћи нека оштрија разлика између ове две временски тако огромно удаљене животне заједнице.

Старе тропске прашуме из средњег века земљине историје, из једног огромног периода времена од скоро 140 милиона година, посматран као биотоп (животно станиште), нису се разликовале много од данашњих малајских, афричких или амазонских прашума. Али услед специјалних климатских прилика и другојачијег распореда копна и мора, оне су се простирале на север и југ много даље него сада, и постојале у европским, северноамеричким и азијским областима где данас уопште нема никаквих услова за њихово формирање. Уместо огромних планинских алпијско-хималајских венаца, ширила се, у то време, пространа пучина старог океана Тетиса, и преко ње су, без икакве препреке, допирали топли утицаји с југа све до Средње Европе, тако да су у њој тада постојале праве прашуме. У извесним областима, поготову чисто тропским, изгледа, међутим, да се прилике уопште нису мењале и да је у њима режим прашума остао од средњег века земљине историје па све до данас. У области Тендагуру, у Немачкој Источној Африци, у једном крају покривеном данас огромним тропским прашумама, нађени су многобројни остаци и костури циновских гуштера, крокодила и других разних организама који су, без сваке сумње, живели у тој области пре више милиона година у једној тропској, влажној и мочварној прашуми.

С друге стране, од многих данашњих прашума у току средњег века земљине историје није било ни трага: тло на коме се данас налазе страшне и непролазне прашуме Малајског Архипелага или Нове Гвинеје, било је у оно време само океанско дно.

На основу многобројних биљних остатака, а нарочито на основу угља, може се закључити да је флора старе тропске прашуме била веома слична флори данашње тропске пра-

шуме. Тако су, на пример, у слојевима угљоносне потомачке серије на источном ободу Апелашких Планина Северне Америке нађени извесни родови биљака који и данас постоје у тропским областима Америке, а у Тендагуру биљке које расту у данашњој тропској Африци.

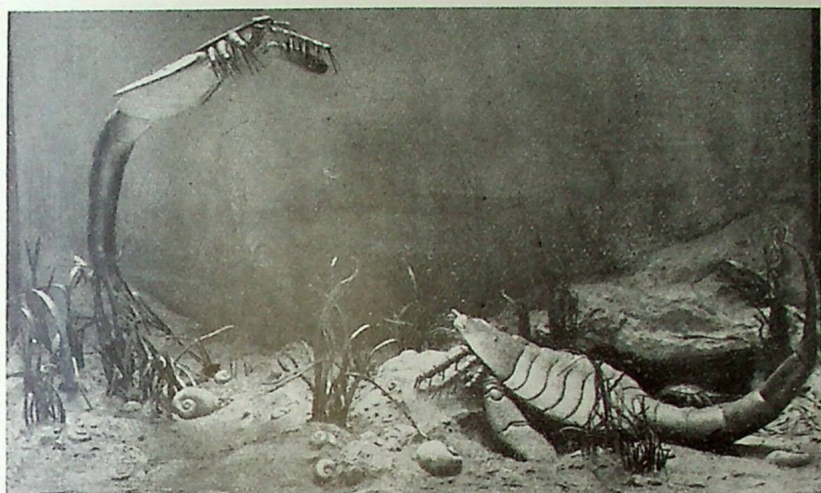
Кроз ове прашуме текле су велике реке. У Северној Америци једна огромна и широка као Амазон, са ниским и мочварним обалама посејаним баруштинама, а у области Тендагуру огромна река слична Конгу, која је са запада, са старог афричког копна, текла према истоку, ка Индијском Океану.

На француско-белгијској граници, у руднику Барнисару, у једном старом речном кориту, нађено је 29 више или мање потпуних скелета динозавског гуштера игванодона, чији су костури монтирани и изложени у Краљевском музеју у Брислу, затим пет крокодила, пет корњача, један саламандер, преко 2000 риба и око 4000 биљака, на основу којих се може добити јасна слика о саставу и изгледу старих шума.

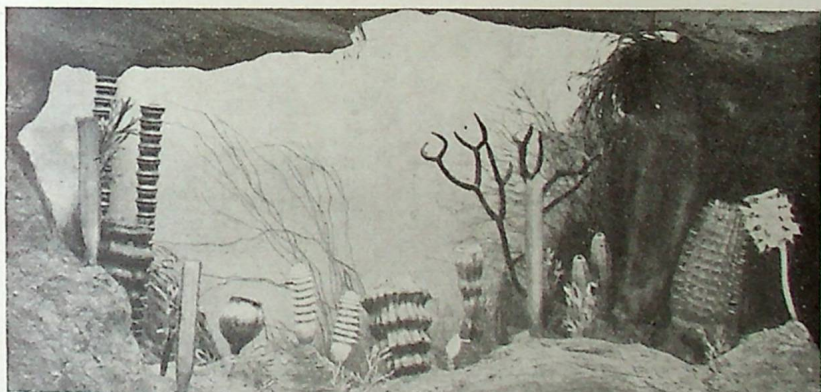
И баш захваљујући тим рекама, ми имамо данас сачуване остатке многобројних становника тропске прашуме и крајеве око ње. Угинуле животиње, које је захватила речна бујица, обично за време поводњева, затрпане су муљем, песком и сачуване од дефинитивног пропадања. И данашње тропске реке носе лешеве разних животиња које живе у њима, на њиховим обалама или чак и у крајевима далеко од обала.

Оно што је остало на тлу прашума морало је да ишчезне за најкраће време, исто онако као што у данашњој прашуми од погинулог ловца остаје после релативно кратког времена само метална алка од кајиша и ексери од ципела као једини знак трагедије која се одиграла у прашуми.

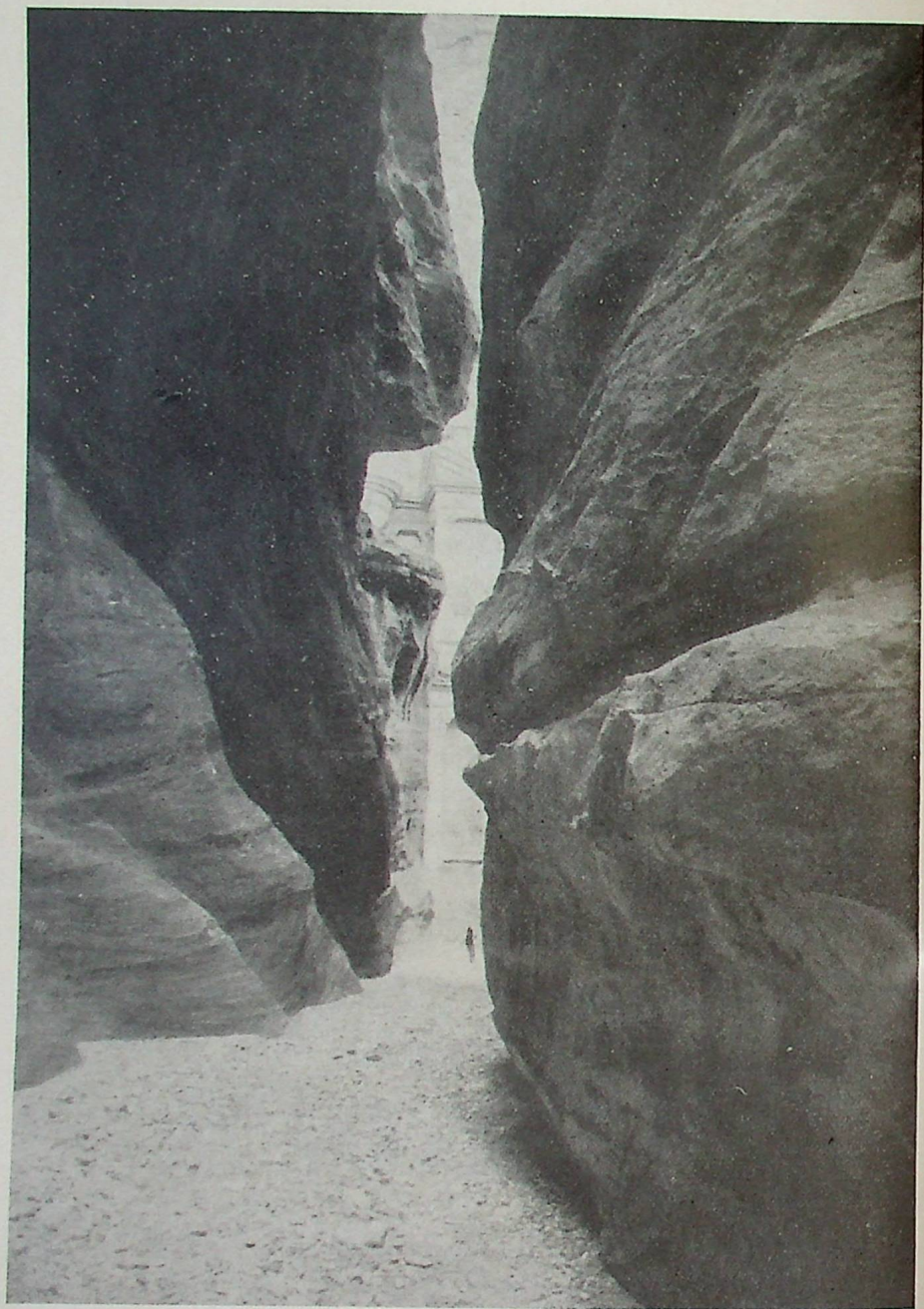
На неким местима у делти старих река или у њиховом доњем току налазе се нагомилани у огромној количини лешеве, односно костури животиња, као, на пример, код Бернисара. Слично нагомилавање лешева врши се и данас, нарочито у оним деловима речних корита где постоје јаки и стални вртлози. Водена струја носи лешеве животиња све дотле



Једна силурска морска животна заједница. Десно, на дну, циновски изумрли рак *Eurypterus*. Горе лево, изумрли *Eusarcus*. По Ридеману.



Сунђери на дну мора горњег девона. По Ридеману.



Једна уска и дубока клисура урезана речном ерозијом у пешчарима код града Петре у Арабији. По Хомелу



док процес распадања није толико напредовао да се гасови нагомилани у лешу ослободе и мртва животиња потоне. У оваким вртлозима лешеве животиња таложили су се кроз дуго време скоро на једном истом месту речног корита.

Али поред све сличности у општем саставу данашње и изумрле прашуме, ипак између њих постоје и велике разлике: становници изумрле мезозојске прашуме, у овом случају мислимо на животињски свет, претстављају најинтересантнија и најчуднија бића која су уопште насељавала површину Земље од најстаријих времена па све до данас. Стара прашума била је насељена, као и остали делови копна, као и море, огромним, необичним и за нас скоро несхватљивим становницима.

Данашњи ловци скоро од шале убијају алигаторе и јагуаре, али када би хтели да лове у једној прашуми као што је била мезозојска, морали би поћи наоружани тенковима и бомбама, јер данашње најстрашније звери, црни леопард, бенгалски тигар и нубијски лав само су ситне и скоро безопасне зверке ако их упоредимо са џиновским гуштерима мезозојског доба.

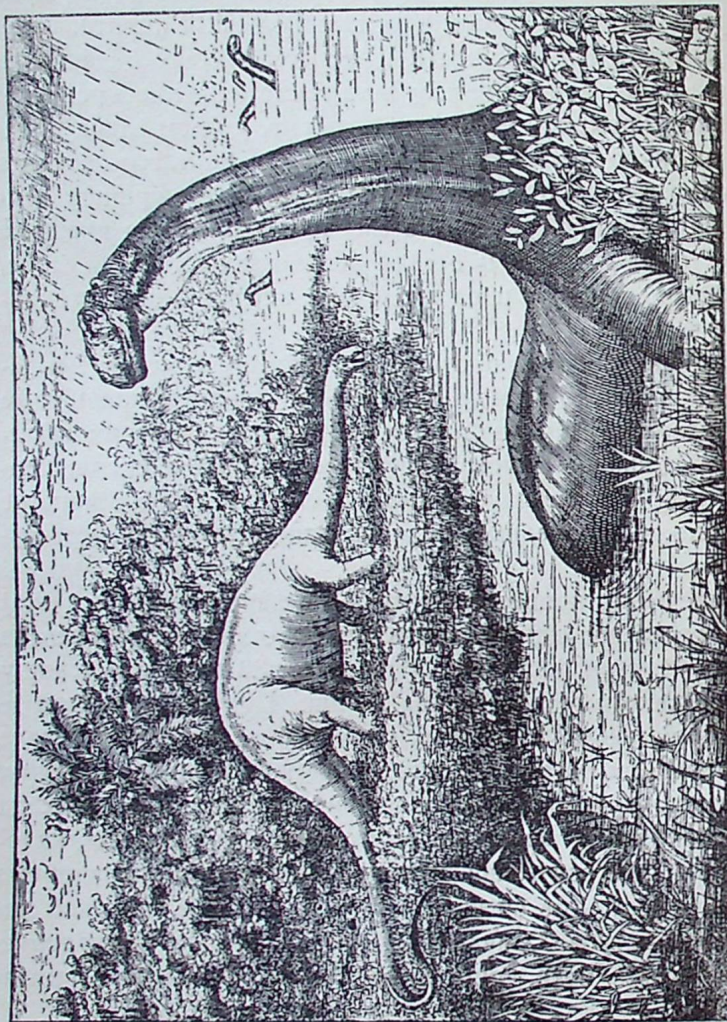
Обале река, ивице прашума и мочварни крајеви у њој били су насељени једним светом чудних џиновских гмизаваца од којих су неки достизали дужину од 30 метара и тежину од 35.000 килограма, па можда и више. Поред њих живео је знатан број мањих животиња, од којих су се многе кретале само на задњим ногама, обично у скоковима, слично кенгуру.

Бронтозаурус, један од највећих џинова који су икада насељавали чврсто земљино тле, био је дугачак преко двадесет метара. Његова глава била је несразмерно ситна према гломазном телу које су носиле четири огромне ноге као четири велика стуба. Сличан бронтозауру био је *диплодокус*, *камарозаурус* и неки други крупни родови изумрлих гмизаваца.

Од ових џиновских гуштера нарочито је интересантан *брахиозаурус* чији су остаци нађени у области Тендагуру.

ТАЈАНСТВЕНА ЗЕМЉА

Брахิโอзаурус је имао огроман и висок врат и кратак труп. Живео је крај воде, и могао је да се спушта до знатних ду-

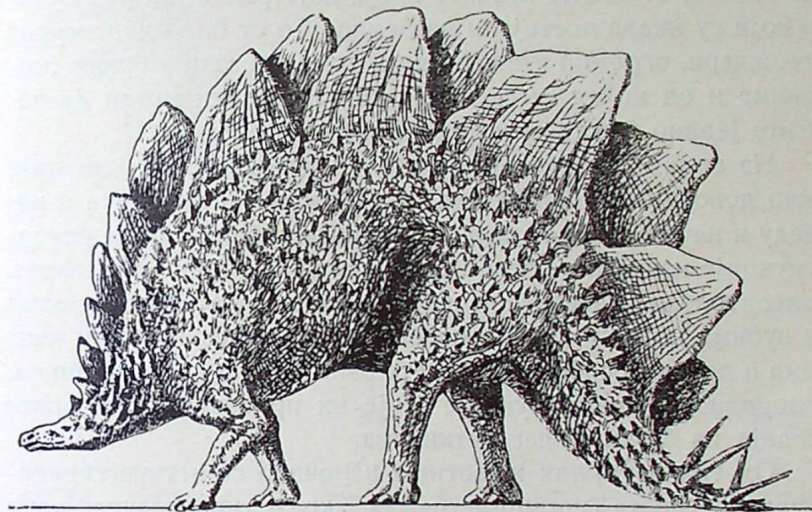


Реконструкција брахиозаура, циноског гмизавца из средњег века земљине историје (мезозоица), чије је тело достигало дужину од 25 метара. По Дакеу.

бина, и да се на тај начин спасава од диносаура месождера који су га ловили.

ФОСИЛИ

Од највеће животиње која је постојала на земљи, познати су само неки делови скелета. У Тендагуру су нађени вратни пршљенови једне увелико загонетне врсте изумрлих гмизаваца; један од њих достиже дужину од 111 сантиметара а висину 72 сантиметра. Када само један вратни пршљен има такве димензије, колика је морала бити сама животиња!



Реконструкција стегозаура (*Stegosaurus ungulatus* Marsch.) из горње јуре. Дужина тела овог гмизавца достигала је 9 метара. По Абелу.

На ивици мезозојске прашуме живео је интересантни гуштер стегозаурус. На леђном гребену имао је високе плоче, а на телу и репу оштре бодље. Стегозаурус води порекло од диносаура који су се кретали само на задњим ногама, и развиће тешког оклопа приморало га је да се поново врати на четвороножно кретање.

Од брзих копнених гмизаваца травоједа интересантан је род игванодон, онај исти чији су костури нађени код Бернисара на француско-белгијској граници.

Трицератопс има савршен вратни панцир, велике рогове

и дебелу кожу сличну кожи данашњих носорога. Достигао је дужину од седам метара. Становао је у џунгли и у мочварним низијама дуж река.

Поред ових цинова живео је велики број других, врло интересантних животиња.

Ивице старе прашуме, обале великих река и уопште суво тло били су станиште великог броја најстрашнијих разбојника који су икада постојали на Земљи. То су били диносаури-месождери, огромни гуштери који су се кретали у брзим скоковима и од којих су се диносаури травоједи могли да заштите једино бегством у воду или на дрвеће.

На старим реконструкцијама, из времена када још није било довољно материјала да би се добила јасна слика о изгледу и начину живота ових чудовишта, и када методе реконструкције изумрлих организама нису биле уопште разрађене, палеонтолози, изненађени димензијама, ужасним вилицама са зубима који су личили на огромне бодеже, крупним канцама и другим особинама скелета ових диносаура-разбојника, створили су реконструкције које их приказују као праве аждаје из бајки нашег детињства.

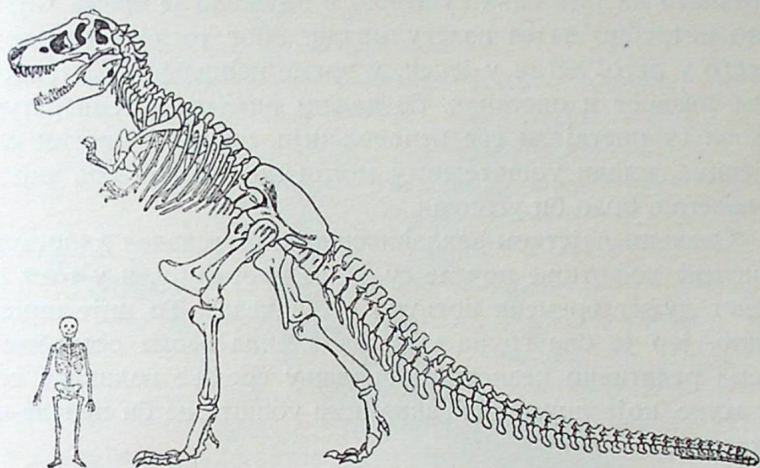
Од тих изумрлих животиња нарочито се истиче *тиранозаурус*, — врста *Tyrannosaurus rex* „краљ тиранозаура“ како га је назвао Осборн. То је била најстрашнија жива деструктивна машина која је икада постојала на Земљи. Најкрволочнији бенгалски тигар обична је мачка према овоме гуштеру чије се праве димензије најбоље виде на приложеној слици.

Предње ноге „краља тиранозаура“ биле су ситне, закржљале, са дугачким канцама. Оне нису служиле за кретање, него само за држање жртве коју улови овај циновски гуштер. Тиранозаурус се кретао само на задњим ногама, у крупним скоковима, слично кретању кенгура.

По брзини и снази, краљ тиранозаура био је ненадмашан. На основу особина његова скелета може се поуздано закључити да је био савршено прилагођен на овакав начин живота. То је један од многих интересантних случајева специјализа-

ције организама само на одређен начин живота. Такви организми су, ако се промене прилике у којима живе, као што се и десило крајем средњег века земљине историје, осуђени на сигурну пропаст, пошто су више неспособни за ново прилагодбавање.

У општем развићу гмизаваца у току средњег века земљине историје могу се запазити интересантни случајеви овак-



Краљ тиранозаура (*Tyrannosaurus rex* Osb.) из горње креде. Овај диновски гмизавац, чије се димензије виде из упоређења према човечјем скелету, био је једна од најстрашнијих животиња која је уопште постојала. По Осборну.

вих специјализација. У исто време, јасно се истиче и прогресивно повећавање раста, тако да многе њихове врсте и родови достижу, заиста, диновске размере, размере које су једино надмашили данашњи китови.

Али поред све снаге и величине, велике брзине и необичне крвожедности, због чега скоро уопште нису имали опасних непријатеља, диносаури месоједи, као и њихови сродници биљоједи, ишчезли су скоро напрасно крајем средњег века земљине историје. Њихово изумирање претставља једну

од највећих загонетки историје живог света кроз геолошко време.

По свему изгледа да су ови циновски гуштери изумрли услед климатских промена које су се извршиле крајем мезозојика. У то време наступило је опште захлађивање, али пад температуре није ипак био толико јак да би услед њега угинули одрасли диносаури. Опште захлађивање дејствовало је поглавито на јаја ових гуштера, и одужило је време које је било потребно да се излегу млади. Због тога су се млади, уместо у лето, легли у јесен, у време неповољно за њихово даље развиће и опстанак. Са даљим опадањем температуре, услови су постајали све неповољнији, па се, у многим случајевима, млади уопште нису могли ни излећи, или, ако би се излегли, брзо би угинули.

Оваквим дејством захлађивања на подмладак диносаура, циновске животиње почеле су да се проређују, и у току извесног дужег времена потпуно су ишчезле. То није нимало чудно, јер је ова група гмизаваца била веома осетљива и према релативно незнатном опадању средње годишње температуре, која другим организмима уопште не би нанела никакве штете.

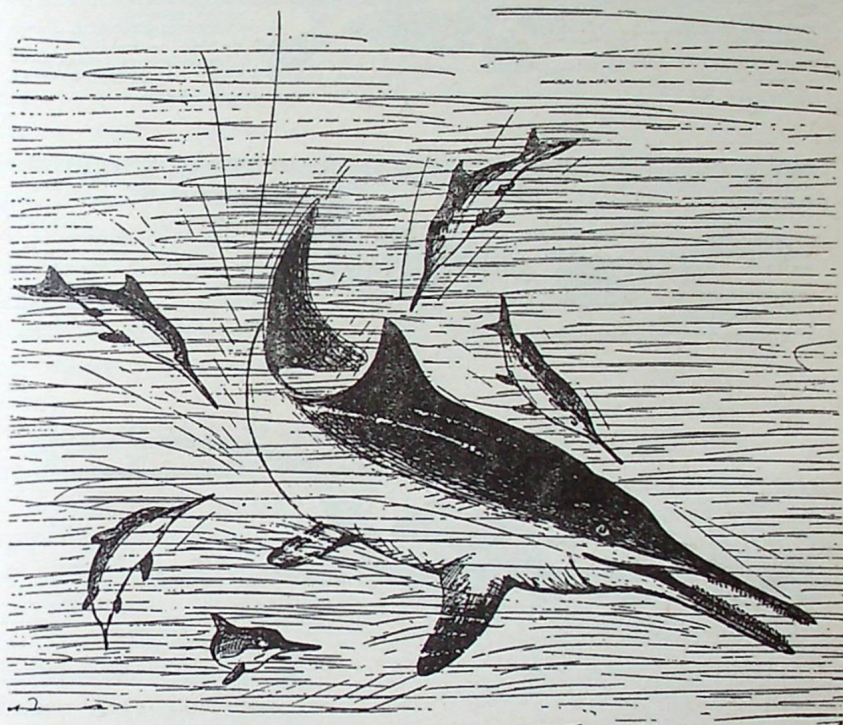
Водени цинови

Исто тако разноврсно и бујно развиће достигла је једна друга група гмизаваца која се постепено прилагодила на живот у води, и вратила се на начин живота какав су раније имали њени претци.

У овој групи гмизаваца, заступљеној веома разноврсним и интересантним типовима, могу се доста детаљно пратити лагани прелази од копненог на живот у морској средини. Ово прилагођавање достигло је, код разних редова, различит сте-

пен. Неки су заостали на пола пута, а извесни типови постали су потпуно водене животиње и становници пучине.

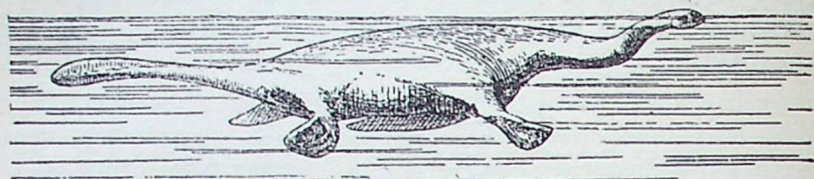
Ихтиозаури — рибе-гуштери, претстављају идеално прилагођене гмизаваца на живот у води. Они се, у томе погледу, могу упоредити са данашњим делфинима и китовима, сисарима који су се на савршен начин прилагодили на живот у морима.



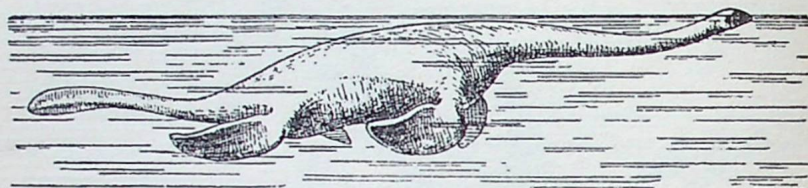
Реконструкција рибликог гуштера ихтиозаура (*Ichtyosaurus*) са младунцима. По Најту.

По облику тела, ихтиозаури личе савршено на рибе, нарочито на ајкуле. Предње и задње ноге претворене су у широка пераја за пливање, на леђима се налази крупно кожно пераје, а реп личи потпуно на рибљи. У грађи костура, наро-

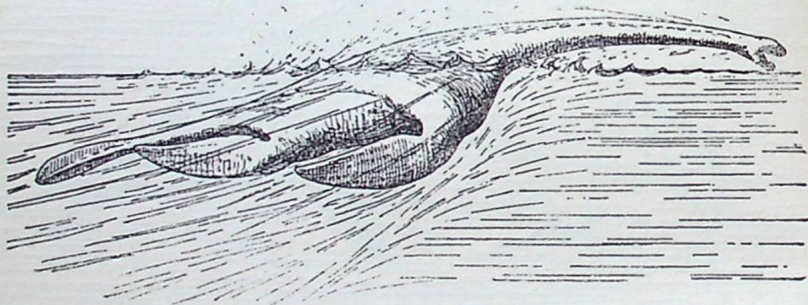
чито лобање, сачуване су, међутим, све типске особине гмизаваца. Због неких њихових особина извесни истраживачи сматрали су чак да ихтиозаури претстављају претке данашњих китова и делфина. Колико је прилагођавање на пучински



А



В



С

Реконструкција плезиозаура (*Plesiosaurus guillemi imperatoris*) из јурске периоде. а, за време мирног пливања; б, кад се припрема за напад, и с, у тренутку напада. По Зарнику.

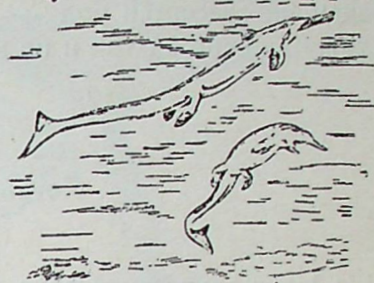
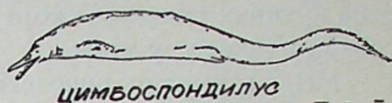
живот било одмакло, види се најбоље по томе што су потпуно изгубили рептилске краљушти, тако да им је кожа била глатка као у китова и делфина.

Други циновски гмизавци, на пример род тауматозаурус, личе више на корњаче, иако немају оклоп. Многе старе рептилске особине потпуно су задржане, на пример дугачак врат и реп. Ноге су претворене у два пара јаких весала. Сличан је био и плезиозаурус.

Још је интересантнији род елазмозаурус, чије је тело достигало дужину од тринаест метара; само врат, змијоликог облика, био је дугачак седам метара, дакле више од тела. Глава је личила на главу неке велике змије са страшним зубима.

Међу старим воденим циновским гмизавцима нарочито је интересантан род нотозаурус, који није залазио далеко на пучину него је живео дуж обала. На једној реконструкцији коју је дао познати немачки палеонтолог Е. Фраас, нотозаурус личи на праву аждају.

Фосилни циновски мозазаурус, личио је на огромног гуштера чији су предњи и задњи удови били закржљали и претворени у пераја за пливање. Извесни при-



Конвергентно прилагођавање на живот у води крикотуса (водоземац) и разних родова фосилних гмизаваца из средњег века земљине историје (мезозојика). По Осборну.

мерци достизали су дужину од дванаест метара. Исто је тако био крупан и морски гуштер *тилозаурус*.

Осим ових родова, постоји и велики број изумрлих типова крупних гмизаваца који су, више или мање, били прилагођени на живот у води.

Међу изумрлим циновским корњачама треба споменути један интересантан род — архелон — чије неке врсте достижу дужину од три и по метра.

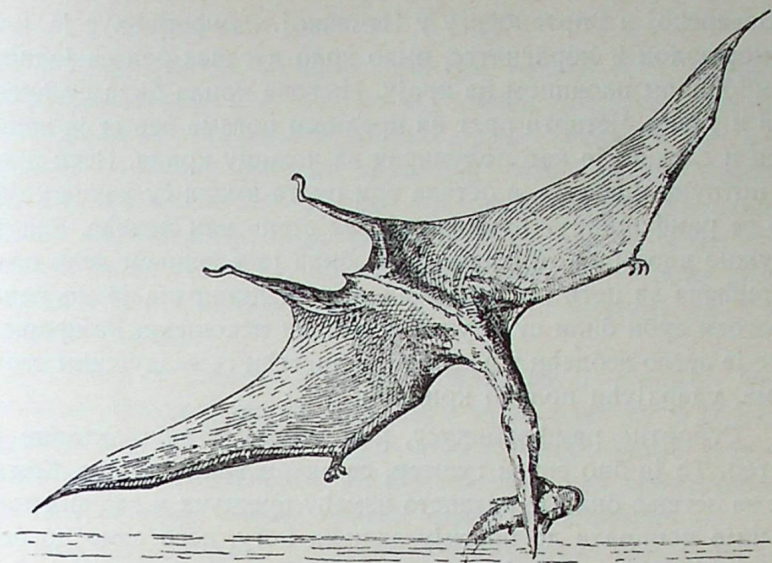
Летећи гуштери

Једна група гмизаваца освојила је, у току средњег века земљине историје, и ваздух. То су били први кичмењаци који су летели, бизарни типови чији је прави изглед тешко и замислити, и летећи цинови од којих неки личе на праве живе једрилице.

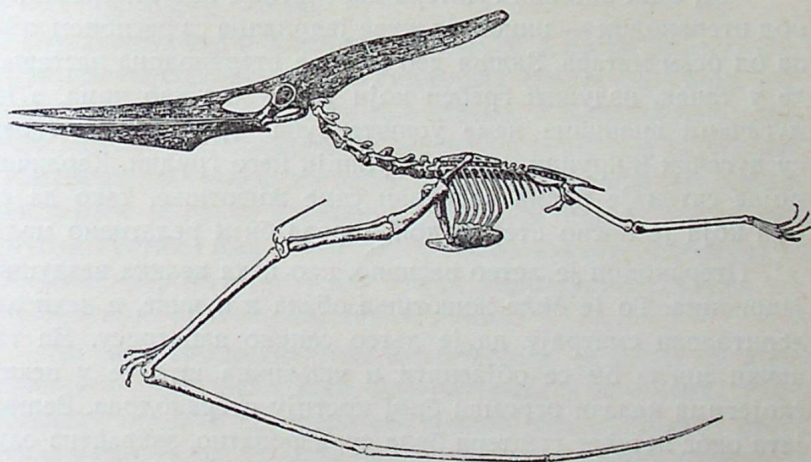
Предњи удови ових гмизаваца — птерозаура како се у науци називају — преображени су у крила која су личила на крила слепих мишева, а остали део тела прилагођен је за летење.

Најстарији познати летећи гуштер био је диморфодон који је живео у почетку јурске периоде. Његова глава, иако достиже величину једне трећине тела, не рачунајући ту и дугачак, танак реп, састоји се од веома танких и финих костију. За лобању диморфодона чувени анатом Ричард Овен рекао је, да ниједан орган кичмењака није саграђен са толиком економијом у материјалу, јер је она, и поред све лакоће, изванредно чврста. На снажним вилицама налазе се две врсте зуба; предњи су крупни а задњи ситни. Род *доригнатус*, такође из доње јуре, имао је много издуженију лобању.

У ову групу летећих гуштера спада и чувени *рамфоринхус*, фосилни гмизавац чији су остаци нађени на више места



Реконструкција летећег гуштера птеродактила (*Pterodactylus*) из јурске периоде. По Абелу.



Скелет летећег гуштера птеранодона (*Pteranodon ingens* Marsch.) Код крупних примерака дужина лобање достиже 2 метра. По Итону.

у Баварској и Виртембергу у Немачкој. Рамфоринхус је, као диморфодон и доригнатус, имао врло дугачак реп са једном ромбоичном плочицом на крају. Његова крила била су дугачка и узана. Четврти прст на предњим ногама веома је издужен и служио је као подупирач за кожицу крила. Пети прст је потпуно ишчезао, а остала три прста имала су канџе којима се рамфоринхус прикачињао за стене или дрвеће. Реп је служио као крма. Кожица крила била је у задњем делу причвршћена за пети прст задњих ногу и допирала је до репа. Његови зуби били су крупни и напред искошени. Рамфоринхус је летео лебдећи у ваздуху, користећи се ваздушним струјама, ударајући полако крилима.

Супротно рамфоринхусу, род *птеродактилус* активно је летео. То је био ситан гуштер, са закржљалим репом. Кожица за летење била је рапета између предњих и задњих ногу и није допирала до прстију задњих ногу, него само до њихових бутних делова. И код *птеродактила* четврти прст је био веома издужен и од њега је полазила кожица крила.

Од свих летећих гуштера нарочито је био интересантан род *птеранодон* — диновска жива једрилица са распоном крила од осам метара. Задњи део лобање *птеранодона* наставља се у танак, издужен гребен који је служио као крма, а на дугачким вилицама нема уопште зуба. Вратни пршљенови су дугачки и крупни, много крупнији него грудни. Карлични појас ситан је према величини саме животиње, тако да су јаја која је носио *птеранодон* морала бити релативно мала.

Птеранодон је летео пасивно, као нека велика ваздушна једрилица. То је била животиња обала и пучине, а неки палеонтолози сматрају да је летео слично албатросу. На тај начин могла би се објаснити и чињеница што се у неким слојевима налази огроман број костију *птеранодона*. Велика јата овог летећег гуштера била су, вероватно, захваћена олујом, оборена и удављена, и њихове остатке избацили су таласи на обалу.

Остаци многих летећих гуштера налазе се у морским слојевима таложеним далеко од обала, што сигурно потврђује да су они летели далеко изнад пучине и да су се враћали на копно само да проспавају ноћ. Извесни палеонтолози чак мисле да су неке од ових чудних животиња, можда најбизарније међу свима које су некада живеле на Земљи, биле, у ствари, ноћне грабљивице. На основу грађе вилица и јаких зуба већина птерозаура, извесно је да су се хранили рибама.

И тако су „летећи гуштери“ били током средњег века земљине историје прави господари неба, иако су у јурској периоди већ постојале и прве птице, интересантни родови археоптерикс и археорнис, које, у суштини, још претстављају прелазне типове између правих птица и гмизаваца.

Код Солenhoфена и Ајхштета у Баварској нађена су два примерка најстаријих птица. Ови остаци претстављају, у еволуционистичком смислу, најзначајније што је досад нађено од фосилног света.

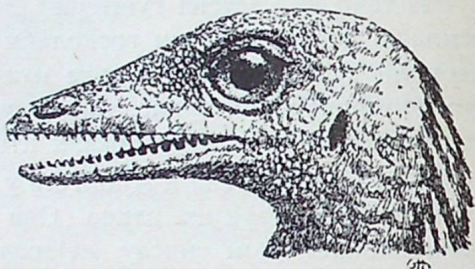
Археоптерикс и археорнис показују, у грађи свога скелета, мешовите особине птица и гмизаваца. На крилима ових птица сачувана су три прста са канцама, а на вилицама се налазе јасно развијени шиљати рептилски зуби; реп је дугачак, гуштерски, састављен из већег броја пршљенова али покривен перјем. У грађи карлице и раменског појаса и у многим другим костима има значајних особина карактеристичних за гмизавце, нарочито за једну групу динозаура од којих, изгледа, и воде порекло најстарије птице.

По свим тим мешовитим карактерима, од којих су једни птичији а други рептилски, археоптерикс и археорнис претстављају идеалан прелазан тип између две различите класе: птица и гмизаваца. Испитивањима нашег научника професора Др. Бранислава Петронијевића, употпуњено је увелико познавање ових интересантних фосила, толико значајних за опште схватање еволуције органског света.

Питање прелазних облика, оних спојних чланова који везују класе, редове, фамилије, родове или врсте организама, или чак и организационе типове, претставља још и данас један од најзначајнијих проблема еволуције органског света. Њихово постојање не поричу ни најватренији противници органске еволуције и десцендентне теорије, ако у ове убројимо само стручњаке и ауторе који оперишу са извесним стручним знањем или са стварним чињеницама.

Неки истраживачи, међу њима и Едгар Даке, сматрају да ерхеоптерикс и археонис нису, у ствари, прелазне форме између птица и гмизаваца. По њиховом схватању, у сваком већем геолошком отсеку у органском свету постоје извесни карактеристични облици, нека врста органских стилова, тако

да се добија утисак да природа у тим временима може да ствара само на један начин, да даје живе облике који се крећу у оквиру једног стила. Због тога се облици који припадају разним органским групама могу приближити једни другима, иако између њих не постоје никакве уже сродничке везе. По мишљењу тих аутора, најстарије птице су само претставници једног стила који је „био у моди“ у мезозоју, ако се можемо овако изразити, а не једног гмизавца који је стекао извесне нове особине због којих излази из групе, управо класе гмизаваца, из оквира ове оштро омеђене класе, и претставља оснивача нове класе птица, које ће се даље, у току свог палеонтолошког развића, све више удаљавати од класе гмизаваца.



Реконструкција главе археоптерикса (*Archaeopteryx siemensii* Dames), најстарије до сад познате птице. По Хајлману.

Када археоптерикс и археорнис нису прелазни типови између ове две класе, онда какав би требало уопште да изгледа тај прелазни облик. Да ли, као што то каже Шиндеволф, нека врста кентаура — напред птица а позади гуштер, или обрнуто!

У разним седиментима средњег века земљине историје нађени су и остаци сисара. Али док гмизавци достижу циновске димензије, мезозојски сисари су врло ситни, неупоредиво мањи од њих.

Најстарији претставници сисара, ситне форме из групе *Прототериа*, спадају у ред данашњег кљунара и ехидне који су ограничени једино на област Аустралије, Нове Гвинеје и Тасманије. То су врло примитивни али у исто време и веома специјализовани типови, због чега многи палеонтолози сматрају да они не претстављају директне претке осталих, виших, сисара, него једну бочну грану која се одвојила од гмизаваца још у палеозојку.

Најстарији остаци ове прасисарске групе нађени су у тријаским слојевима Виртемберга у Немачкој (родови: *триглифус*, *микролестес*, *олигокифус*), затим чувени *тритилодон* из тријаса Јужне Африке. Од свих њих најбоље су сачувани остаци овог последњег рода. Кутњаци свих мезозојских фосилних прасисара имају по три паралелна низа ситних грбца, због чега се и издвајају у групу „мултитуберкулатних“ сисара — сисара са много грбца на крунама кутњака.

Остале форме нађене у јури и креди такође су ситне, и ретке су, тако да се скоро губе пред разноврсношћу крупних гмизаваца прилагођених на најразличитије начине живота.

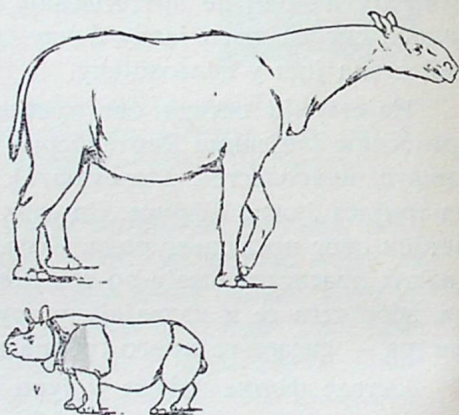
У средњем веку земљине историје нема ни трага од човека. У то време нису чак постојали ни *антропоидни мајмуни*, сложена и интересантна група човеколиких мајмуна од које несумњиво воде порекло они примитивни типови људи и праљуди, претци правог човека.

На основу свега што смо рекли, јасно је зашто геолози и палеонтолози издвајају средњи век земљине историје као доба гмизаваца, доба у коме су господари света били они чудни и горостасни типови који су освојили све животне просторе и владали суверено Земљом.

Живот у новом веку земљине историје (у кенозојку)

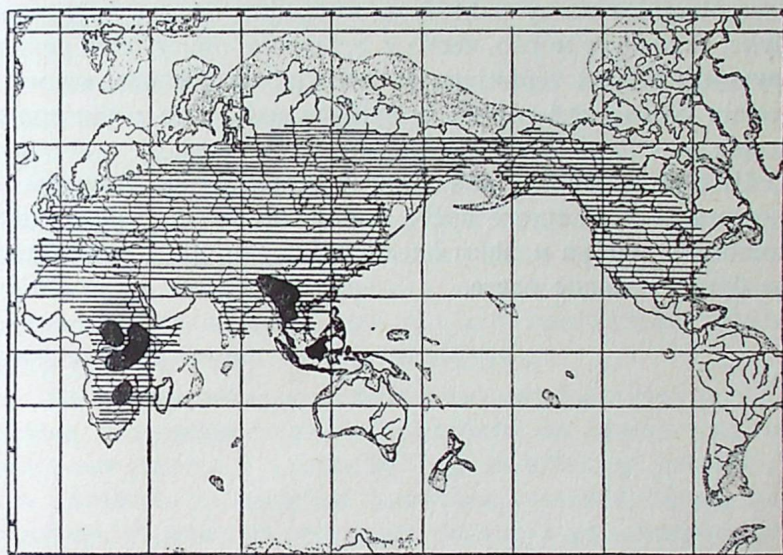
У новом веку земљине историје, у кенозојку, органски свет се постепено приближава данашњем органском свету. Гмизавци, који су највећим делом изумрли крајем мезозојика, имају даље само подређен значај, док сисари, који су се у средњем веку земљине историје једва примећивали, почињу нагло да се развијају и гранају се у многобројне интересантне и значајне групе.

У старијем кенозојку, терцијару, нарочито у првом отсеку — палеогену — којим почиње ово раздобље, налазе се још релативно ретки остаци сисара. Али се ускоро затим појављује велики број нових мутација и почињу да се одва-



Разлика у величини између данашњег носорога (доле) и изумрлог носорога *Baluchitherium*-а из терцијара Централне Азије. По Осборну.

јају нови редови и фамилије. Тако, на пример, од једног претка, који је био скоро величине пса и имао по пет прстију на ногама, полако се развија коњ; то се врши преко низа интересантних прелазних облика који постепено губе поједине прсте, док најзад, код правих коња, не остане само трећи, средњи прст, који се преобразио у копиту; истовремено мења се и вилица ових животиња, нарочито зуби, а раст се повећава. Од једног претка, који је врло мало личио на



Карта распрострањења носорога. Црним су означене области у којима данас живе носорози, а хоризонталним линијама територије на којима су некада живели. По Бериу.

слонове, и чији су остаци нађени у Египту, развили су се постепено сурлаши. И ту постоји низ интересантних прелазних форми и бочних родова и врста које се гасе, сасвим изумиру. Еволуција носорога такође је сложена. У слојевима старијег терцијара Централне Азије нађени су остаци највећег носорога који је икада постојао. Колико је то огромна живо-

ТАЈАНСТВЕНА ЗЕМЉА

тиња била, најбоље се види из њеног упоређења са данашњим носорогом.

У терцијарним слојевима нађени су и најстарији остаци китова; на основу њих поуздано се може утврдити да ови циновски морски сисари, данас потпуно прилагођени на живот на пучини, воде порекло од копнених зверова.

И друге сисарске групе прошле су кроз сложене промене у току терцијара, дајући већи број карактеристичних фосила. Местимично су нађени многобројни остаци појединих фауна, тако да се могло, често у детаљима, приступити реконструкцији старих терцијарних животних заједница, клима и осталих услова под којима се вршила еволуција терцијарних сисара.

Што је нарочито значајно, у терцијарним фаунама и флорама постоје многе врсте и родови који и данас живе; уколико се иде ка млађим одељцима терцијара, утолико њихов број све више расте.

МЕЊАЊЕ ОРГАНСКОГ СВЕТА

Данашњи органски свет, према свима досада утврђеним чињеницама, несумњиво претставља само пролазну епизоду у развићу живота. Он је, осим тога, претежним делом резултат процеса извршених у ранијим геолошким епохама, у току једног времена које је трајало најмање преко хиљаду милиона година, ако се при томе узме у обзир само време протекло од стварања слојева у којима су нађени трагови најстаријих организама, који, као што смо видели, већином припадају сложеним органским групама.

На основу неколико стотина хиљада фосилних врста из разних геолошких периода, нарочито на основу њиховог узајамног односа и начина на који се смењују, утврђено је као поуздано да данашње животиње, човек и биљке, воде, у основи, порекло од простијих типова, и да данашњи живи свет, у ствари, потиче у крајњој линији од најпростијих једноћеличних бића.

То су неоспорне чињенице; њих данас не одбацују ни најватренији противници трансформизма.

Али, узроци који су изазвали ове промене и начин на који се врше преображаји, претварање једних организама у друге, развијање сложенијих од простијих, нису, у суштини, још дефинитивно утврђени. Ипак се, захваљујући огромном фосилном материјалу, напретцима пелобологије, ембриологије, упоредне анатомије, а у последње време и генетике,

науке о наслеђу, проблем узрока и механизам филогенетског развића продубљују све више.

Не улазећи у претресање разних мишљења и хипотеза, оних тако дивних и на први поглед тако беспрекорних, веродостојних и убедљивих поставки о узроцима и механизму ових промена органског света — али за које постоји врло мало позитивних доказа — покушаћемо, уколико је то могуће на овако ограниченом простору, да изложимо и извесне од најглавнијих чињеница еволуције, и то поглавито на основу података које нам пружа фосилни органски свет из ранијих геолошких времена, свет највећим делом потпуно изумро, али ипак спојен нераздвојним везама са данашњим органским светом.

Као један од најважнијих узрока, али ни у коме случају једини, мора се сматрати прилагођавање животиња и биљака на услове које организмима пружа спољашња средина. Како се спољашња средина стално мења (мењање граница континента и океана, рељефа, морских струја, река, језера, климе итд.), то се непрекидно стварају нови потстицаји који не дозвољавају да дође до потпуног равнотежног стања између организма и средине.

Ако од једног конструктора, специјалисте за изградњу бродова, затражите, каже професор Абел, да изради план брода који ће се кретати по површини воде и испод ње најлакше, највећом брзином и са најмањом потрошњом горива, он ће свакако предложити план неког брода типа торпеда.

Данашњи китови и делфини имају облик тела који се скоро потпуно поклапа са обликом торпеда. Репно пераје, које има хоризонталан положај, врши покрете донекле сличне кретању пропелера. По спољашњем изгледу, делфини и китови веома личе на рибе. Али они нису рибе, него сисари, и воде порекло од копнених сисара, зверова, који су, спустивши се са копна у море и освајајући једну нову животну средину, задобили постепено облик који имају данас.

Врло сличан процес одиграо се и код изумрлих морских

гмизаваца ихтиозаура, чији су облик тела и начин живота били врло слични облику тела и начину живота данашњих делфина.

У овом случају имамо конвергентно прилагођавање: претставници различитих органских група, међу којима нема никаквих ближих сродничних веза, добили су, услед прилагођавања на исти начин живота, скоро исти спољашњи облик.

Али постоје организми код којих и највећи напори, ако се можемо тако изразити, да се потпуно прилагоде на одређене услове живота, нарочито ако су променили животну средину, нису дали, ни издалека, резултате какве су постигли китови, делфини и ихтиозаури. Јер брод који треба да изгради конструктор зависи увелико и од материјала који му стоји на расположењу. Нарочите тешкоће јавиће се ако се у прилагођавању ради само, да се технички изразимо, о преправци неког старог незграпног типа.

Корњаче и многобројни други изумрли гмизавци прешли су са копненог живота у море много раније од китова и делфина, али ипак нису могли да задобију облик тела који би се подударао са торпедом, него се даље крећу веслајући својим ногама. Уместо торпеда, овде имамо скоро обичан чамац са два пара весала.

Степен и начин ових промена условљен је, дакле, у великој мери, и ранијим морфолошким особинама организама који еволуирају.

Треба, међутим, нагласити да исти спољашњи узроци могу изазвати код разних организама сасвим различите реакције и различита прилагођавања.

Прелаз на живот у мраку, у пећинама или у великим морским дубинама, изазива код једних организама закржљавање и губљење очију, док се код других, на пример код многих дубокоморских риба, стварају и огромне телескопске очи, затим органи за осветљавање, који, као фарови, бацају светлост кроз вечиту ноћ океанских дубина. Али у овим областима постоје и рибе са сасвим нормалним очима; оне

се користе туђом светлошћу и прате рибе са органима за осветљење.

Освајање ваздуха извршили су први зглавкари још у старом веку земљине историје. Ово коло је, колико се досад зна, дало прве летеће животиње, међу њима неке врло интересантне. Вилин коњиц *Meganeura monyi* из карбона Западне Европе имао је распон крила од 70 сантиметара, а дужина тела достигала је скоро 50 сантиметара. Кичмењаци освајају ваздух тек у средњем веку земљине историје, крајем тријаса и почетком јуре. Тада се јављају и најстарији летећи гуштери. У горњој јури већ постоје и птице које несумњиво воде порекло од гмизаваца. Прилагођавање на летење у овој кичмењачкој класи довело је до стварања два сасвим различита типа: летећих гмизаваца, који су по свима особинама и даље остали прави гмизавци, и најстаријих птица које представљају осниваче једне нове кичмењачке класе.

У скоро свима случајевима биолошке прогресивне еволуције, организми, прилагођавајући се, постижу ова три преимућства:

- 1, повећава се број јединки,
- 2, проширује се област распрострањања врста, и
- 3, првобитне, почетне врсте распадају се у већи број нових врста и подврста.

При томе, прилагођавање и промене врше се, углавном, на ова четири различита начина:

Као *морфолошко-физиолошка прогресивна еволуција*: — организација животиње постаје сложенија, наступа појачавање активних функција и повећавање опште животне енергије.

У ову групу спадају велике и значајне промене у органском свету, на пример одвајање сисара и птица од гмизаваца, гмизаваца од водоземаца и водоземаца од риба.

Локално прилагођавање — идиоадаптација — обухвата корисне мање промене у организацији животиње. Ове промене јављају се као реакција организма на одређене промене

у спољашњој средини, али организација не постаје сложене-нија од оне коју су имали претци.

За овај случај постоје небројени примери. Један од најбољих је еволутивни низ коња, у коме се може пратити како од ситне петопрсте, релативно споре и слабо наоружане животиње постаје степски коњ, крупан, брз и изванредно прилагођен на живот у отвореној степи. У еволутивном низу слонова, носорога, разних група зверова итд. могу се пратити слична прилагођавања.

Идиоадаптација је каткад врло сложена. Неке случаје-ве тешко је уопште објаснити, поготову када се ради о појавама крајње специјализације. Тако, на пример, јужноамеричка риба анаблепс претставља још вазда велику живу загонетку. Ова риба има двоструке очи, од којих су горње способне само за гледање у ваздуху, а доње за гледање у води. Анаблепс плива сасвим близу површине воде, при чему горњи пар очију вири из воде. Сочиво и остали делови ока потпуно су прилагођени за ове нарочите функције, и анаблепс може, пливајући, да прати лет галебова и других морских птица које су му главни непријатељи, а да у исто време посматра шта се дешава у води. Питање је какви су спољашњи фактори могли да изазову ове промене, да удвоструче очи и да створе један тако прецизан и компликован апарат. Код „електричних риба“, рибе су добиле неку врсту електричних акумулатора, и ударом струје бране се од непријатеља или лове. Постапак светлећих органа код дубокоморских организама такође је тешко растумачити обичним прилагођавањем на живот у мраку.

Свако специјално прилагођавање истовремено је, и поред привремених преимућстава које пружа, опасно за даљи опстанак организма. Код специјализованих типова, у које спада већина оних интересантних изумрлих гмизаваца из средњег века земљине историје, организам као да улази у неку врсту „еволуционог ћорсокака“ који неминовно води

потпуном изумирању, јер организам постаје неспособан да се даље прилагођава на нове прилике које наступају.

У трећу групу еволутивних промена органског света у току геолошког времена могу се уврстити промене које се издвајају као *морфолошко-физиолошка регресија* или *општа деградација*. То је случај када се код организама редукују извесни активни органи или системи органа, али се при томе нарочито развијају органи за одбрану и размножавање.

Ембрионално прилагођавање, прилагођавање које постоји код извесних организама само док се налазе у ембрионалним стадиумима а губи се код одраслих јединки, такође је врло значајно за општу еволуцију органског света.

Посматрајући многобројне врсте прилагођавања органског света на спољашње услове, добија се утисак да су сви организми толико пластични у еволутивном смислу, да се могу мењати на све могуће начине, да реагују на све промене спољашње средине и да су у стању да освоје сва животна станишта.

Многобројни правци којима је текла еволуција појединих група, еластичност организама да се прилагоде скоро свима приликама, често чак и најекстремнијим, дају утисак да је еволуција непрекидна, повратна и неограничена.

То значи, грубо изражено, да се, на пример, животиње као што су данашњи китови и делфини могу једног дана вратити поново на копнени начин живота, па чак претворити, у току дугог геолошког времена будућности, у копнене зверове какви су били њихови најстарији преци, и да могу поново задобити особине које су раније имали. То би, исто тако, значило да змије које су изгубиле ноге, могу поново да добију ноге ако се врате на услове и начин живота под којим су живели њихови претци са нормално развијена два пара ногу.

Испитивањем еволутивних промена органског света кроз геолошко време, утврђено је, међутим, да се један организам не може повратити, чак ни делимично, у неко од стања кроз

које су прошли његови претци, јер се органи или делови органа који су изгубљени у току трансформације кроз које је прошао тај организам, не могу више повратити. Њихова функција може бити замењена неким другим органом. Ако се у току даље еволуције појаве нове форме које имају неки орган који је био ишчезао код њихових предака, сигурно је да је тај нови орган постао на сасвим други начин него што је био постао првобитни орган, и да у његов састав улазе нови анатомски елементи. Овај закон о неповратности — иреверзибилитету — органске еволуције формулисао је чувени белгијски палеобиолог Доло.

У променама штита корњача које су у више махова прелазиле са копна у море и враћале се поново на живот на обали, најбоље се види суштина закона о неповратности филогенетског развића.

Копнене корњаче, највероватније барске, које су живеле близу морских обала, прешле су, изгледа у јурској периоди, на живот у мору, у почетку разуме се само у обалском региону, а затим и на живот на пучини. Тешки штит који су имали копнени преци ових корњача сметао им је увелико и, што је најзначајније, био је сасвим непотребан, јер није више служио као заштитни оклоп. У току филогенетског развића ових морских корњача њихов штит се значајно мења, постаје порознији и лакши, спљоштенији; код пучинских типова, као што је био циновски кретацејски архелон, леђни штит постао је скоро сасвим решеткаст; у великој мери редуциран је и трбушни штит, тако да је цео штит изгубио ранији значај и улогу заштитног оклопа.

Доцније, почетком новог века земљине историје, извесне морске корњаче, које су живеле на пучини, прешле су на живот дуж обале где им је, услед механичког дејства таласа, заиста био потребан јачи штит. Током времена код њих се развио нов масиван штит. Ово задобијање јаког и новог штита извршило се на врло интересантан начин. Преко старог већ увелико закржљалог штита формирао се нов, са-

стављен од релативно ситних плочица поређаних као мозаик. На тај начин извесне морске корњаче из старијег дела терцијара добиле су двоструки оклоп.

Када су неке врсте ових корњача поново прешле на пучински начин живота, двоструки оклоп који су имале само им је сметао. Ускоро затим наступила је знатна редукција сложеног штита, нарочито спољашњег дела. Због тога се код неких данашњих пучинских корњача налазе два штита, оба у сасвим рудиментном стању.

То је један од најзначајнијих примера за неповратност органске еволуције. Стари штит који је закржљао није више могао бити повраћен у раније стање, а када би данашње пучинске корњаче поново прешле на живот у обалској зони, уколико би то било могуће с обзиром на извесне специјализације у осталој организацији, горњи штит не би могао да се регенерише него би, евентуално, био замењен неким трећим штитом.

Слични примери могу се констатовати и у многим другим органским групама, где се, такође, јасно истиче неповратност еволуције.

Због тога, и због неких других разлога, преображавање органског света и повећавање сложености појединих организама не врши се праволинијски. Еволутивне промене, претстављају, у суштини, сложен сплет процеса који се истовремено врше у различитим правцима не само у оквиру различитих органских група, него и у једној самој групи, и, што је исто тако значајно, темпо тих промена различит је. Он је изложен наглим убрзавањима или успоравањима, експлозивним фазама или чак потпуним застојима и прекидима, тако да многи облици дају утисак као да су потпуно испали из општег тока органске еволуције.

То су такозвани „конзервативни“, „перзистентни типови“, организми који кроз милионе и милионе година остају исти, непромењени, док се покрај њих смењују светови. Брахиподски род лингула претставља један врло интересантан

перзистентни тип. Генеричне особине лингуле, дакле карактери којима се специјално одликује овај род, остали су исти од силура до данас, и уколико се силурске врсте разликују од данашњих или терцијарних, те разлике су искључиво специфичне. Шкољка нукула остала је од палеозојика па све до данас генерички неизмењена, док су остали родови шкољки претрпели врло значајне промене. У другим колима бескичмењака има, такође, перзистентних типова.

Супротно перзистентним облицима, постоји огроман број родова чији је век био врло кратак. Такви родови и врсте са малим геолошким трајањем, нарочито ако су имали знатније географско распрострањење, дају одличне карактеристичне фосиле (многи трилобити, скоро сви граптолити, знатан број брахиоподских родова и врста, а у средњем веку земљине историје нарочито амонити и белемнити итд.).

Брзина којом су се вршили еволутивни процеси током геолошког времена као да се стално повећава уколико идемо од старијих ка млађим формацијама.

Стари век земљине историје — палеозојик — трајао је знатно дуже од средњег и новог века (мезозојика и кенозојика). Промене у органском свету извршене у току овог врло дугог времена мање су од оних које су се десиле у мезозојику и кенозојику. У сложеној групи бескичмењака ради се поглавито о појавама идиоадаптације, док кичмењаци напредују до класе гмизаваца. У току мезозојика развиће гмизаваца као да се вршило напрасно. Они се још у самом почетку интензивно и брзо гранају у многобројне редове и групе, али се сложеност њихове организације не повећава скоро нимало. Сисари који су се одвојили од гмизаваца крајем палеозојика или у тријасу — налазак најстаријих фосилних сисара у горњем тријасу не значи још да су то стварно први и најстарији сисари који су уопште постојали — неосетно се и без већих промена провлаче кроз цео мезозојик, а једина виша класа која се јавља јесу птице.

У терцијару се врши врло бурна и брза еволуција си-

сара. За ово релативно кратко време, скоро неупоредиво краће од палеозојика, примитивни сисари мезозојског типа дају више огранака у којима се врше дубоке и велике промене које, најзад, доводе до данашње фауне. Развиће коња, слонова, китова, носорога и др. најбољи су пример за ову брзу еволуцију.

Еволуција органског света као да се врши по некој стројавној равни и да улази у све веће убрзање. То је први утисак који се добија при детаљнијем проучавању циновског фосилног материјала у неком већем геолошком или палеонтолошком музеју, у коме се једним погледом могу обухватити различите органске групе из већих геолошких отсека и где се разлике у фосилном свету појединих геолошких периода и ера тако оштро истичу.

У маломе овај процес може се пратити и у еволуцији људског стабла, које, нарочито захваљујући великим открићима извршеним у току последњих неколико година, изгледа много сложеније него што се то претпостављало до пре кратког времена. И ту се развијају, паралелно и независно, јасно одвојене групе, а у истим временским отсецима живе људски типови који стоје на различитом степену развића. Све то показује да се развиће човека вршило далеко од оне опште шеме у којој најстарији тип претставља јавански Питекантропус па затим долази низ предака: Синантропус — Неандерталски човек — *Homo sapiens fossilis*.

Али се, међу тим изванредно сложеним променама, од којих је већина још увелико загонетна, истиче једна врло интересантна појава коју смо већ раније споменули. У појединим временским отсецима природа као да ствара по једном одређеном стилу који се јасно примећује чак и код типова који су међусобно веома удаљени. У мезозојику се то поготову истиче. Ту је чињеницу нарочито нагласио Едгар Даке, али је, изгледа, преувеличао њен значај или је, бар што се тиче најстаријих досад познатих птица археоптерикса и археорниса, чији облик објашњава „општим зако-

ном ставарања форама“, у најмању руку уврстио у исту групу појава сасвим различите ствари.

У току еволуције појединих група врло је честа и појава прогресивног повећавања раста. Почетне форме, које претстављају претке неке органске групе, обично су ситног или средњег раста. Млађи изданци или завршни типови достижу, врло често, крупне па чак и циновске димензије. Та се појава може јасно пратити и код фораминифера, једног реда праживотиња које луче љуштурице од кречњака или их граде од различитог страног материјала чија зрна полепе. То су претежно ситне форме, али међу њима има и правих „цинова“. Тако, на пример, извесне врсте рода *Nummulites* из старијег терцијара Далмације имају љуштуре чији пречник достиже 120 милиметара. Почетни облици, најстарије врсте нумулита, много су мањи и не достижу чак ни пречник од једног сантиметра. Али се прогресивно повећавање раста може нарочито јасно пратити код разних кичмењачких група. Најкрупнији стегоцефали јављају се у тријасу. у периоди када ова група фосилних водоземаца потпуно изумире. Горостасни диносаури из јуре и креде претстављају већином завршне форме разних родова и фамилија. Са тим циновима гасе се њихове групе заувек, или улазе у једну фазу завршног развића које може потрајати још неко време, али у коме нема више оне бујности и цветања.

Кад већ говоримо о циновским формама, треба нагласити да се овде не ради о апсолутно циновским облицима, него само о релативно крупним организмима у оквиру једног реда, фамилије или рода. Оно што је цин међу праживотињама, инсектима или шкољкама може претстављати сасвим ситну врсту према многим сисарима или другим органским категоријама.

Осим тога, изгледа да је укорењено мишљење, наравно у круговима недовољно упознатим са фосилним органским светом, да су у ранијим геолошким периодама постојале на-

ТАЈАНСТВЕНА ЗЕМЉА

рочито крупне животиње и да је то био, углавном, свет
цинова. Ово мишљење сасвим је погрешно, јер је и у тим
временима однос између крупних, ситних и кичмењака сред-
ње величине био отприлике исти као што је и данас.

ТАЈНА ГЕОЛОШКОГ ВРЕМЕНА

У ранијим поглављима стално смо наглашавали да је геолошко време веома дуго и да се не може ни издалека упоредити са историјским временом, јер трајање појединих периода и отсека износи милионе и десетине милиона година. Колико тачно још се не зна, и нема много изгледа да ће се икада сазнати. Темпо којим су се одиграли многи значајни, и по резултатима далекосежни процеси, остаје још увек велика тајна над којом лежи вео времена. Колико је времена требало да из дубине океана изроне континенти; да море захвати простране области; да ледене масе покрију највећи део европског копна; да се створе и угасе горостасни вулкани по свима крајевима света; да се са дна прастарих мора издигну циновске планине? Нико то још не зна, иако су многи покушали да реше проблем апсолутног геолошког времена.

Када се лаик обраћа геологу, он најчешће пита колико је трајао извесан догађај, на пример стварање Алпа, или пре колико се година десила нека појава или одиграо какав процес. На ова питања већином је или врло тешко или немогуће одговорити, јер се у геологији још вазда оперише само релативним временом. То значи да се првенствено води рачуна о томе који је догађај старији а који млађи, и евентуално, да ли је дуже или краће трајао. Тако, на пример, ако имамо серију слојева састављену од десет или више слојева, онда је најнижи слој најстарији а највиши, који лежи у врху серије, најмлађи; осми слој старији је од деветог, седми од

шестог итд. У нормално развијеним серијама слојева ствараним у морским областима где се таложење вршило непрекидно, најнижи слојеви први су створени, а највиши последњи. Ако је седиментација била непрекидна у току целог средњег века земљине историје, онда доњи слојеви одговарају, по правилу, периоди тријаса, средњи јурској формацији а највиши периоди креде. Међу слојевима тријаске формације могу се издвојити такође поједини чланови; најнижи одговарају доњем тријасу, они у средини — средњем тријасу, а највиши горњем тријасу. Пошто се, на пример серија која одговара средњем тријасу, састоји из великог броја слојева, то се у самом овом одељку могу издвојити поједини подељци итд.

То је једина позитивна метода. Њени резултати су прецизни, и на њима почива цела геолошка хронологија и цела историјска геологија — *стратиграфија* (наука о слојевима).

Упоређујући брзину којом се одигравају данашњи геолошки процеси са резултатима ових процеса у ранијим временима, сматра се, не без разлога, да су геолошке периоде изванредно дуго трајале. Из упоређења које је дао *Е. Хекел* то се најбоље види (в. стр. 50).

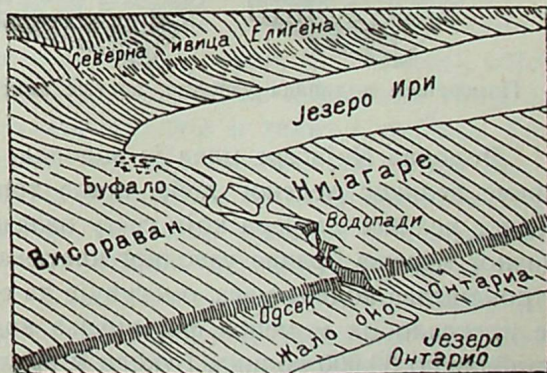
Наћи прецизну методу за одређивање апсолутног времена и тачне старости геолошких формација, дужине трајања појединих еволутивних процеса и њихових фаза, претставља један од значајних проблема историјске геологије и палеобиологије. Због тога није ни чудо што су многи аутори, често без икаквих стварних података, покушали да одреде апсолутну старост Земље, фауна и флора, и трајање појединих формација.

Ма колико да се цифре година, векова, милиона година, не слажу, ипак скоро сви истраживачи сматрају да је дужина геолошког времена изванредно велика, скоро несхватљива. *Е. Халеј* дошао је, још 1715 године, на идеју да се за израчунавање старости океана употреби количина соли у њима. При томе се полази од хипотезе да је првобитни океан био

слатководан и да су копнене воде, поглавито реке, током времена донеле у мора огромне количине натриумових и других соли растворених и испраних из разних стена. Т. Мелард Рид, Џоли, Солас, Бекер, Е. В. Клерк применили су ову методу, и на основу просечне количине соли коју реке унесу у мора у току једне године, дошли су до цифара које варирају између 50 и 100 милиона година. Толико би, дакле, требало да су стари океани. Овој методи одређивања апсолутне старости океана, могу се учинити озбиљне замерке, а неслагање резултата најбоље показује њене недостатке. Критику на овакав начин одређивања старости океана дао је нарочито у последње време немачки научник Алберт Шварц у једном чланку о салинитету мора.

Нијагара — геолошки хронометар

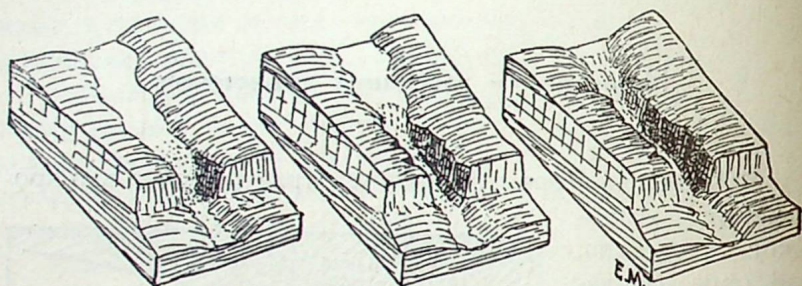
Водопад Нијагаре у Америци сматран је некада као хронометар геолошког времена, бар оног најмлађег. Џиновски слатк вода не престано сате и године који се губе у шуму воде и пени вртлога. Неки пут у пролеће, када ледене масе крену у водени амбис, понесу заједно са сантама челичне мостове, гвоздене конструкције, делове електрич-



Земљиште око Нијагарина Водопада. По Цвијићу.

них централа и стабла четинара отргнутих негде са обале, сведоке једног времена чије трајање бележи велики водопад.

Отсек са којег се стропоштава ускомешана водена маса, руши се постепено и помера узводно. То померање прагова водопада констатовано је на свима водопадима света, јер вода непрекидно руши отсек са којег пада. По неизбрисаним траговима овог чудног путовања ка северу, утврђено је да се некада водопад налазио једанаест километара даље низводно од места на којем је данас. Од 1842, када су отпочела систематска мерења овог кретања, па до 1875, водопад се померао просечно годишње за 160 сантиметара; од 1875 до 1890 брзина померања достигла је 165 сантиметара.



Померањем водопада узводно, постаје клисура. По Демартону.

Водопад Нијагаре млад је водопад; он је постао тек за време великог леденог доба, после топљења и повлачења једног великог глечера који се ту налазио. Сто година прецизног мерења брзине узводног кретања отсека, са којег се стропоштава водена маса, омогућује да се одреди време које је протекло од момента формирања водопада. Оно износи приближно 39.000 година. Букови и вртлози руше стеновити зид водопада, поткопавају мекше, неотпорније слојеве на којима лежи чврст доломитски банак. Он остаје без подлоге и руши се. Брзина овог рушења зависи од количине воде,

прслина у стенама, нарочито у доломитском банку, и од многих других, више или мање значајних фактора. Нема, међутим, начина да се сигурно утврди да ли је померање водопада ишло одувек брзином утврђеном мерењима од 1842 године до данас. Зато цифра од 39.000, колико би водопад Нијагаре био стар, не мора бити ни приближно тачна. Па и кад би се претпоставило да се узводно кретање вршило потпуно равномерним темпом, ипак је ова цифра сасвим безначајна према стотинама милиона година, можда и више, које наслућујемо према далекосежним променама у органском свету и на површини Земље извршеним у току геолошког времена.

Једна прецизна метода

Као значајан покушај да се одреди дужина трајања извесних догађаја из завршног периода леденог доба, може се сматрати де Геерова метода. Она је заснована на особинама такозваних „тракастих глина“, варви, (Bändertone), које граде лепо услојене серије наизменично поређаних слојева финијег и грубљег састава светлије и тамније нијансе. То су седименти таложени у воденим басенима на ободу ледника. На слојевима ових глина лако се могу запазити годишња сезонска колебања, нарочито промене у седиментацији за време лета и у току зиме. У летњим месецима глечер се топи, притицај воде у језеро или друге водене басене је интензивнији, њена транспортна снага је јача; она тада доноси грубљи материјал, седиментација је бржа, а дебљина слоја, који се у то време ствара на дну, знатна је. У току зиме нема отапања леда и снега, у водене басене доспева мало материјала; преко летњег слоја долази танак слој састављен од много финијег материјала. За годину дана наталоже се,

дакле, два слоја глине. Да би се одредила дужина времена у којем је стварана оваква једна серија глина, потребно је утврдити тачан број слојева и добијену цифру поделити са два. Де Геер је успео да помоћу тракастих глина одреди колико је времена трајало повлачење последњег глечера из Шонена (Јужна Шведска) у област Скандинавске Висије (око 10.000 година), а исто тако и време када је наступила стабилизација данашње границе вечног снега у Шведској и Норвешкој (пре 8700 година).

У случајевима када је серија глина потпуна и добро очувана, одређивање апсолутне старости може бити веома прецизно. Али, како су на много места слојеви глина више или мање уништени, и пошто се тешко врши корелација и синхронизација седимената у различитим басенима, а нарочито у удаљеним областима, може се са разлогом сматрати да де Геерова метода има претежно локалан значај, а осим тога, она се примењује само за одређивање најмлађих догађаја из леденог доба.

Радиоактивни елементи

Радиоактивни елементи привукли су, нарочито у последње време, пажњу свих геолога и палеонтолога. Многи аутори сматрају да се на основу извесног низа минерала који садрже уран, радиум или ториум, може на изванредно прецизан начин одређивати апсолутна старост формација. Процеси који се врше у овим минералима развијају се тако ујединаченим темпом, без убрзавања и успоравања, да далеко надмашују рад најтачнијих хронометара. Распадање радиоактивних материја примењено је, нарочито у Северној Америци, као средство за успостављање апсолутне хронологије. У Вашингтону постоји, при Nacional Research Council-у, на-

рочити одељак са великим лабораторијама у којима се искључиво ради на овом проблему. То је чувени институт за мерење геолошког времена.

Ј. П. Мербл, члан овог института, објавио је у немачком часопису „Природа и народ“, један интересантан чланак о методама одређивања апсолутног геолошког времена помоћу радиоактивних минерала.

При анализама уранових минерала Болтвуд је, још 1907 године, нашао олово као крајњи продукт распадања ових радиоактивних минерала. Анализе су увек показивале присуство олова и то утолико више, уколико је минерал био старији, управо уколико је била старија формација из које он потиче. На основу тих крајњих продуката распадања, сматрајући да се процес трансформација врши увек истом брзином, одређује се хемијском анализом апсолутна старост минерала.

Цео овај процес може се упоредити са пешчаним сатом. Када се зна брзина протицања песка из горњег у доње стакло, увек се, на основу количине песка у доњем стаклу, може одредити моменат када је сат почео да функционише и колико је времена од тада протекло. Потребно је, дакле, одредити количину песка у једном или у другом стаклу. Време постанка једног урановог или ториумовог минерала претставља и почетак функционисања сложеног механизма његовог трансформовања. Песку у доњем стаклу одговарају продукти распадања (хелиум и уранско олово), а песку у горњем стаклу нераспаднути део минерала.

Оваквом методом испитивања и анализом многобројних минерала из Сједињених Америчких Држава, Немачке Источне Африке, Канаде, Карелије, Волиније, Норвешке, Финске, Баварске, Јоахимова, Белгијског Конга, Јужне Аустралије и других места, добијене су цифре које треба да претстављају старост минерала, управо време протекло од момента када је процес распадања отпочео. Израчунавања су вршена на основу анализа уранинита, пехбленде, монацита, самарскита,

Таблица апсолутне геолошке старости, изражене у милионима година, радиоактивних минерала из разних локалности. По Marble-у, упростијено.

Геолошка формација	Старост	Минерал	Место где је нађен минерал
Миоцен	35 милиона год.	бранерит	Custer County, Idaho, U.S.A.
Еоцен	64 " "	пехбленда	Central City, Colorado, U.S.A.
Јура	125 " "	ишикавит	Јапан
Перм	196 " " 196 " "	пехбленда пехбленда	Јоахимстал - Чешка Велзендорф - Баварска
Горњи карбон	211-242 " " 244 " "	торит ураноторит	Ларесундфјорд-Норвешка Krogeroe-Норвешка
Горњи силур	377-381 " "	уранинит циртолит уранинит монацит	Fitchburg, Mass., U.S.A. Bedford, N.Y., U.S.A. Branchville, Conn., U.S.A. " " "
Камбрија	425 " "	колм	Вестергетланд, Шведска
Горња прекамбрија	814 " "	уранинит	Морогоро-Немачка Источна Африка
	800 " "	пехбленда	Катанга, Белгијски Конго
	790 " "	торианит	Easton, Pa., U.S.A.
	820-905 " "	брегерит	Мос, Норвешка
	800 " "	аланит	Amherst County, Virginia, U.S.A.
Средња прекамбрија	800 " "	торианит	Острво Цејлон
	860 " "	самарскит	Норвешка
	900 " "	монацит	Јужна Аустралија
	1000 " "	еуксенит	Рогачев Барановка, Волинија
	1046 " "	уранинит	Wilberforce, Ontario, Канада
	1000 " "	уранинит	Pied-des-Monts, Квебек, Канада
	1275 " "	пехбленда	Велико Медвеђе Језеро, Канада
	1500 " "	уранинит	Keystone, So., Dakota, U.S.A.
	1750 " "	уранинит	Huron Claim, Manitoba, Канада
	1750 " "	монацит	Huron Claim, Manitoba, Канада
	1900 " "	уранинит	Пољани Круг, Карелија

Д о б а	Периоде	Приближна старост у милионима година		
		Трајање	Прошло од почетка	по July-y
Нови век земљине историје	Данашњица	0	0	око 60
	Дилувиум (ледено доба)	1	1	
	Терцијар	54	55	
Средњи век земљине историје	Креда	65	120	око 110
	Јура	35	155	
	Тријас	25	190	
Стари век земљине историје	Перм	25	215	око 330
	Горњи Доњи } карбон	35 50	250 300	
	Девон	50	350	
	Горњи силур	40	390	
	Доњи силур	90	480	
	Камбрија	70	550	
Прастаро доба	Алгонкија	330	900	

По Дакеу

еуксенита, торианита, брегерита, бранерита, ишикавита, торита и других минерала. Једна таблица таквих анализа даје најбољу слику одређивања апсолутне старости минерала из различитих формација.

Таблица анализа коју даје Мербл садржи, поред локалности у којој је минерал нађен и формације којој припада, апсолутну старост одређену хемијским путем и примедбе („мало несигурно“, „несигурно“, „треба побољшати резултат“, „можда треба променити“ итд.) на основу којих се донекле виде и слабе стране ове методе.

Најстарији минерал на овој таблици, и уопште најстарији минерал досад нађен на Земљи, јесте један уранинит из Пољани Круга у Карелији. Он је стар 1900 милиона година. Најмлађи минерал из миоцена (нови век земљине историје) стар је свега 35 милиона година.

Таблица није потпуна јер из многих периода или геолошких отсека нема радиоактивних минерала или они нису нађени. Старост појединих формација одређена на овај начин, поклапа се донекле са оним што се на основу палеонтолошких и стратиграфских докумената претпостављало о приближној дужини трајања ових формација. И ова метода, ма колико изгледала на први поглед прецизна, има своје недостатке. То признаје и сам *Мербл*, као и други геохемичари који су радили на одређивању апсолутне геолошке старости.

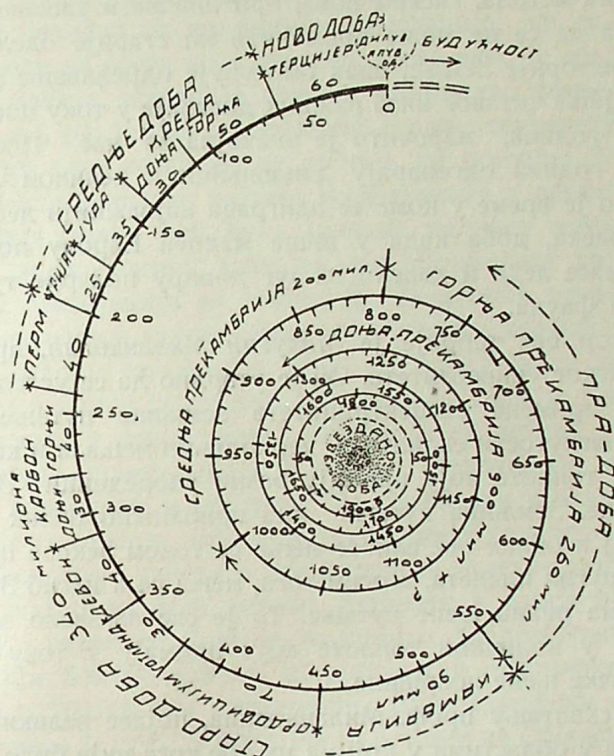
Уранови и ториумови минерали врло су ретки, не јављају се вазда у хомогеним масама него заклапају и друге материје или су измешани са другим минералима; често се налазе у тако малим количинама да су неподесни за анализу; један од састојака, олово, уран или ториум, могу бити однесени већим или мањим делом, испрани или чак донесени са другог места.

Интересантну таблицу даје и Едгар Даке. Ма да се цифре изнесене у њој не слажу са онима које даје *Мербл* и други истраживачи, ми је доносимо овде да би се видело како се скоро сви геолози и геохемичари слажу, и поред извесних размимоилажења, у томе да су геолошке периоде трајале изванредно дуго.

С. Бубнов, познати берлински професор геологије, у својим Основним проблемима геологије, ма да ставља озбиљне примедбе и замерке овој методи, ипак наглашава да она претставља „једини егзактни пут за мерење апсолутног времена“, уколико се при томе може узети у обзир да брзина распадања увек и у свима приликама остаје иста како се то сада сматра.

ТАЈНА ГЕОЛОШКОГ ВРЕМЕНА

Постоје и многе друге методе за одређивање апсолутне геолошке старости. Многи су покушали да одреде старост



Апсолутно трајање појединих геолошких периода.

појединих формација и на основу брзине таложења разних седимената, или на основу брзине разарања и заравњивања земљиног рељефа итд.

Најпрецизнија метода

Једна метода, сасвим нова, оригинална и увелико смела, која, ма да се не може применити на старије одељке геолошке историје Земље, ипак омогућује одређивање апсолутног трајања читавог низа важних догађаја у току последњих 600.000 година, нарочито је значајна за нас. Последњих 600.000 година одговарају данашњици и великом леденом добу. То је време у коме се одиграва најважнији део еволуције човека, доба када у више махова Европу покривају моћне масе леда и далеко на југ допиру поларне тундре и поларна фауна.

Аутор ове теорије је Милутин Миланковић, професор Београдског универзитета. Он је утврдио да се услед периодичних промена ексцентрицитета земљине путање, перихела и нагнутости еклиптике, периодично мењала и количина Сунчеве топлоте коју примају разни упоредници Земљине површине. Земљина путања има приближно облик елипсе. Положај и облик ове елипсе мења се током векова под утицајем других планета, а осим тога, мења се и нагиб Земљине осе према равни њене путање. То је све изазвало значајне промене у количини топлоте коју примају у току векова разне тачке њене површине.

По схватању проф. Миланковића, појаве великих ледених маса у областима у којима их пре тога није било, условљене су првенствено опадањем средње летње инсолације. Ова колебања средње летње инсолације, израчуната астрономско-математичким методама, Миланковић је претставио једном кривом — кривом инсолације. У њу су унесена климатска колебања за период од 650.000 година рачунајући уназад од 1800 године после Христа, затим временско трајање сваког од ових климатских колебања.

„Према овим подацима, у току последњих 650.000 година инсолација је 9 пута толико интензивно опадала да

се граница вечног снега морала знатно померити надоле. Максимална спуштања ове границе извршила су се 25.000, 71.900, 115.500, 187.500, 230.000, 435.000, 475.600, 550.000 и 590.000 година. Треба напоменути, да се максимум залеђивања не поклапа са минимумом инсолација, јер су глечери настављали да расту кроз извесно време иако је средња летња инсолација, пошто је прешла минимално стање, почела да се пење, јер је ово повишавање средње температуре било испочетка тако незнатно да се није ни осетило. Због тога је лед често захватао највеће пространство у време када је инсолација давно већ била прешла најнижу тачку. „Ове појаве „задоцњавања“ чине да при одређивању временског трајања глацијација на основу инсолационих криви, треба увек урачунати и задоцњавање од неколико хиљада година.“

На основу ове методе може се одредити скоро тачан број година које су прошле од времена када је Крапински човек живео у нашој земљи, или када су велики уметници преисторије, први сликари и вајари, стварали на зидовима пећина Француске и Шпаније, на слоновачи и костима рогова ирваса прва велика дела једне уметности огромног замаха. Еволуција човека и преисториске културе могу се данас, захваљујући овој методи, датирати у апсолутном времену тј. у годинама. Тако је, на пример, Хајделбершки човек живео пре 530.000 година, Штајнхајмски отприлике између 300.000 и 200.000 пре данашњице; Ерингсдорфски неандерталац живео је пре 128.000 година, а човек из Оберкасела код Бона отприлике пре 60.000 година, итд.

Али загонетка огромног, за нас несхватљивог времена, великог дана у којем ледено доба претставља само последња два минута, остаје још увек тајна покривена непрозирним велом.

Без обзира на немогућност да се апсолутна хронологија спроведе кроз све геолошке периоде, ипак је метода одређивања релативне старости појединих серија слојева постала током времена толико прецизна да се може говорити чак о

ТАЈАНСТВЕНА ЗЕМЉА

скоро математичкој тачности ове методе. Подаци о апсолутном трајању догађаја из геолошке прошлости служе скоро искључиво за добијање јасније слике о скоро неизмерно дугом трајању геолошке историје Земље. А она је, као што смо видели, заиста неупоредиво дужа од историје људских цивилизација и историје оних тако грандиозних догађаја извршених за последњих 5000 година.

ПОСТАНАК ПЛАНИНА

Фосили, стари органски свет, стотине хиљада разних биљних и животињских врста сакупљених у разним слојевима ствараним кроз геолошке ере и периоде, омогућују нам да успоставимо хронологију значајних догађаја и важних промена кроз које је прошло земљино обличје кроз то изванредно дуго време. А промене су често биле тако грандиозне, да их је, у први мах, тешко и схватити.

Од почетка старог века земљине историје, континент Европе прошао је кроз низ значајних промена, захватајући стално и постепено све веће пространство док су се мора, која су плавила тло овог дела света, постепено повлачила, а из таласа издизали се све горостаснији планински венци.

Најстарији део Европе била је Феноскандија, данашњи Балтички Штит, како га називају геолози. Он захвата Финску, Шведску и полуострва Колу и Канин, и делом претставља терене који су убрани у току архајске и алгонкијске периоде. У неким деловима Балтичког Штита јасно се распознају правци старих планинских бора створених за време алгонкијског убирања.

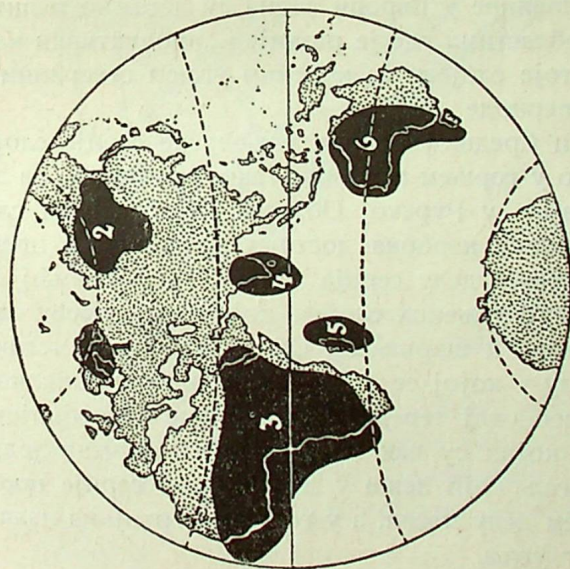
Крајем силурске и почетком девонске периоде створен је стари палеозојски Каледонски планински венац који се простирао преко западног дела Скандинавског Полуострва и настављао се у Шкотску, Ирску и Енглеску. Општи правац пружања планинских бора у овом венцу био је североисток — југозапад, тако да су се шкотски делови Каледонских

Планина продужавали, преко терена које данас покрива Северно Море, у планине које данас чине Скандинавску Висију. У исто време убрале су се и издигле мање планине и ван ове области, чак у Сахари и Канади.

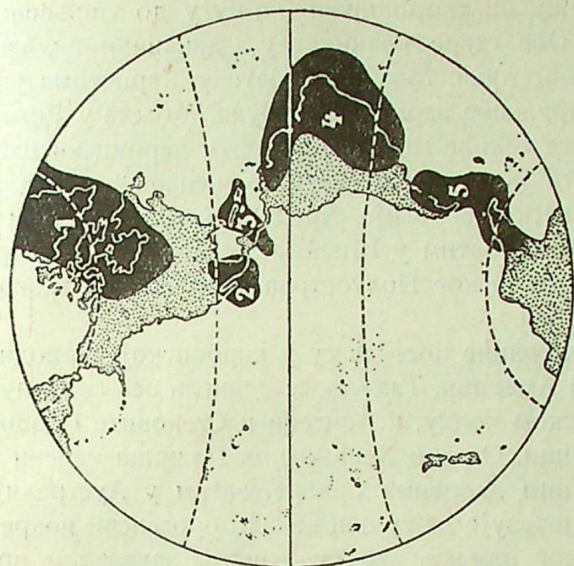
После овог убирања наступили су у девону врло значајни епирогенски покрети. Тада је море покрило огромне просторије које пре тога нису биле под морем и преплавило највећи део северне хемисфере. Истовремено, на јужној хемисфери издигли су се из мора велики делови копна и обалске линије повукле су се далеко према пучини. Та регресија захватила је велике просторе у Јужној Америци и у Африци.

За време карбонске периоде у Европи су се формирале високе планине, стари палеозојски Алпи. Ови велики покрети захватили су део нашег континента који се налазио јужно од Каледонских Планина, и тада су постала два велика венца, арморички на западу, чије су боре имале правац северозапад-југоисток, и варисциски на истоку, чије су се боре протирале у правцу југозапад-североисток. Оба планинска лука добили су назив Херцински планински венци. Оба лука састају се у Француском Средишном Платоу.

Арморички лук почиње у Ирској, па се наставља у Велс и Девоншајр, затим продужује у Корнуол, и прелази у Бретању и област Арморичког Масива, одакле се даље пружа све до Француског Средишног Платоа. Одавде се пружају ка североистоку варисциске планине. Оне захватају област рајнских старих планина, Харц, источну Тирингију и простиру се даље ка североистоку и истоку све до Шлезије. „Спољашњи брод варисциског лука иде од сутока у Средишном Платоу ка Рајни и ка рурској области. Њему припадају и карбонски басени Шлезије и Моравске. У оквиру овога обода протирала су се јужније два главна низа варисциских венца: северни преко Рајнског Шкриљастог Масива и Харца ка Шлезији; јужни најпре у правцу ка СИ преко Вогеза, Шварцвалда, Тириншке Шуме, Фихтелгебирга, Ерцгебирга, затим, око прехерцинског дела Чешке Маса, ка југоистоку



Стари штитови Земље: 1, Балтички; 2, штит Ангаре; 3, штит Средње Африке; 4 и 5, остаци Лемурије; 6, штит Аустралије. По Пирсону и Шухерту.



Стари штитови Земље: 1, канадски; 2, штит Колумбије; 3, штит Антилије; 4, штит Амазо-није и 5, штит Архипелага. Од камбријске периферије ови штитови леже изнад морске површине. По Пирсону и Шухерту.

у Судетима, и, најзад, скоро право ка југу до спољашњег обода Карпата. Ове старе планине су данашњи видљиви остаци варисциског лука. Млађи покрети у Карпатима уништили су даље пружање варисциског лука. Можда у Доњецком Басену, где се такође могу проматрати херцински набори, ваља тражити продужење северних венаца.“ (Влад. К. Петковић, Историјска геологија стр. 99). У области Алпа (у Карнијским Алпима), затим у Шпанији, у Балкану, и у другим областима Балканског Полуострва утврђени су трагови херцинског убирања.

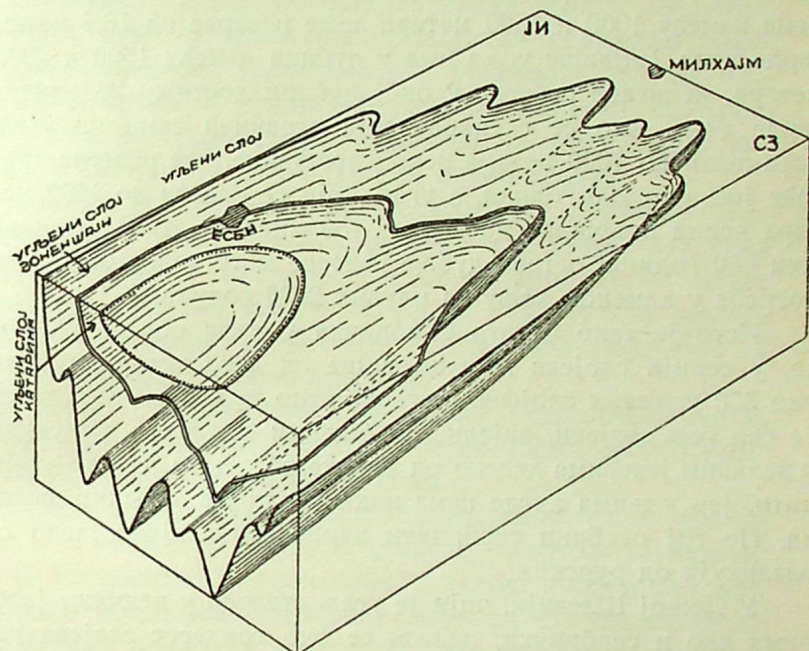
Много веће планине постале су у карбонској периоди у Азији и Северној Америци. Тада су се издигли већ споменути Алтаиди на азијском копну, и Алигени и Стеновите Планине у Северној Америци. Остаци Херцинских Планина нађени су и у северозападним деловима Сахаре, затим у Аустралији. То све најбоље показује да су ови велики орогенски покрети били универзалног замаха, јер су, заиста, захватили простране области скоро свих континената.

Херцинске Планине у Европи веома су детаљно испитане, нарочито у областима где је развијен „продуктивни карбон“ — где постоје слојеви са каменим угљем ствараним у току карбонске периоде.

У западној и Средњој Европи угљоносне серије слојева налазе се само у горњем карбону. Тако, на пример, на западној обали Рајне, у Рурској Области (Вестфалија), слојеви стварани у току карбона достижу дебљину од преко 4000 метара. У доњем делу серије нема угља. У горњој серији постоји око 70 угљених слојева који леже између слојева пешчара, глина и шкриљаца. Они граде једну велику, главну синклиналу у којој се налази више мањих синклинала. Осим тога, цео овај терен је испресецан многобројним раселинама дуж којих су чак неки делови навучени једни преко других. Угаљ који лежи у доњем делу серије посан је, онај у средњем делу масан, а у горњим партијама налазе се слојеви гасног угља.

ПОСТАНАК ПЛАНИНА

Сви ови угљени слојеви таложили су се у току горњег карбона близу морске обале, највероватније у некој великој лагуни, у заливу, јер се у слојевима који леже између угља налазе многобројни морски фосили, док су све биљке од којих се састоји угаљ копненог порекла. Стара морска обала, која је лежала негде близу, у више махова померала се, али се, с обзиром на велику дебљину угљоносне се-



Блокдиаграм горњег карбона Рурске Области. Размера 1:125000.
По Берлингу.

рије слојева, може као поуздано закључити да је пространа лагуна, у коме се налазила ова лагуна, тонуо у етапама. Ти епирогенски покрети заустављали су се за извесно време, и у току прекида тоњења нагомилавао се биљни материјал.

Досада испитане угљене резерве у Рурској Области достижу скоро фантастичну цифру; то је количина коју је чак и тешко замислити. Извесну слику о њој можемо добити ако израчунамо докле ће ова резерва трајати при данашњој експлоатацији. Према подацима Х. Клута, ако се и даље буде годишње вадило 150.000.000 тона каменог угља, резерве угља ове области трајаће још 2000 година, јер се до дубине од 1000 метара налази 38,5 милијарди тона, а у дубинама између 1000 и 1500 метара леже резерве од 76,4 милијарде тона. Највише угља има у дубини између 1500 и 2000 метара; испитане резерве у овој дубини достижу 283 милијарде тона. Ако се експлоатација ограничи само на угаљ који лежи до 1000 метара испод површине, ове резерве трајаће још око 220 година, а угаљ који се налази до 1500 метара испод површине даваће по 150 милиона тона годишње још 600 година; остале дубље резерве могу задовољити све потребе у каменом угљу за идућих 2000 година.

Исто је тако богата Сарбричка угљена област. У њој се, у серији слојева дебелој више од 4000 метара, налази око 350 угљених слојева. Интересантно је напоменути да су се сви ови слојеви, заједно са биљним остацима, таложили у великим језерима далеко од морске обале. То је лако утврдити, јер у њима нигде нема никаквог трага морских фосила. По тој особини сарбрички карбонски слојеви јасно се разликују од рурских.

У Доњој Шлезији, чији је угаљ стваран у великим језерима као и сарбрички, налази се око тридесет слојева каменог угља. У Горњој Шлезији слојеви су веома дебели, често и преко десет метара, али се између њих налазе седименти стварани у мору (садрже морске фосиле).

У француско-белгијском угљоносном басену утврђено је да су покрети приликом стварања Херцинских Планина били изванредно снажни. Они су чак довели до тога да се пространи делови терена навуку дуж великих раселинских линија преко терена који су лежали испред њих. Таква на-

влачења — шаријажи или вуча терена, како их називају геолози, општа су појава приликом стварања веначних планина.

У Енглеској и многим другим деловима Европе налазе се карбонске серије са угљем.

Захваљујући многобројним рударским радовима, истражним и експлоатационим, данас се зна за састав и грађу многих старих терена убраних за време велике херцинске орогенезе, иако су планинске боре у тим крајевима највећим делом однесене, заравњене или покривене другим, млађим седиментима. У рударским окнима, шахтама, галеријама и поткопима првипут је и запажена сложена појава шаријажа и навлачења терена једних преко других.

Угљоносни карбонски терени захватају значајно пространство и у Доњецком Басену, где се у свима деловима карбонске серије — у горњем и доњем карбону — налазе многобројни слојеви каменог угља. И овде су сви слојеви врло убрани и граде често сложене планинске боре чији су горњи делови разорени и однесени.

У Кини и Сједињеним Америчким Државама басени каменог угља захватају, такође, огромно пространство и садрже већи број слојева каменог угља.

Карбонски орогенски покрети продужили су се једним делом и у пермској периоди. „Ови су покрети захватили, каже В. Петковић, поглавито ободне делове херцинских планина, који дотле још нису били убрани. На северу су се они нарочито вршили у појасу угљоносних басена северозападне европске паралске фације од Јужне Енглеске до вестфалског карбонског басена. (Под овом фацијом подразумевају се седименти стварани на морским обалама, у заливима и лагунама, слично слојевима Рурског Басена). Овај је појас био у највећем делу ван дохвата карбонског убирања и стога су у њему уопште девон, доњи и горњи карбон конкордантни и затим заједно изванредно јако поремећени. У рајнско-вестфалској области убирање се извршило у почетку перма: у

њему је убрани карбон покривен неубраним ротлигендом (доњи део перма)". Навлачење терена дуж великих раселина извршило се у рајнско-вестфалској области у току доњег перма. Што је најзначајније, главни део планине Урала створен је за време пермског убирања.

У почетку мезозојске ере, у тријаској периоди, није било никаквих орогенских покрета, јер су се они већ крајем перма сасвим умирили. Тај мир траје све до горње јуре, када су се на Криму и у Добруци убрали извесни терени. То убирање назива се кимријским убирањем. У исто време било је слабих орогенских покрета и у Средњој и Северо-западној Немачкој; то је саксонско убирање.

Постанак најмлађих веначних планина

Крајем средњег века земљине историје (мезозојика) отпочело је интензивније кретање у области алпијске геосинклинале (Старог Средоземног Мора). Ти покрети настали су се још интензивније у новом веку земљине историје (у терцијару), када достижу нарочито грандиозне размере, а крајњи њихов резултат јесу данашње високе веначне планине Алпи, Хималаји, Анди, Кордиљери итд.

Планине постале за време ове орогенезе најмање су разрушене и на њима се у детаљима могу проучавати све фазе издизања морског дна и моћних маса седимената, затим стварање циновских бора, њихово раскидање и навлачење терена једних преко других.

Ове покрете човек није могао да проматра јер су се они, углавном, завршили пре него што се човек уопште појавио. Осим тога, орогенски покрети врше се веома споро и трају милионима година. Оно што данас можемо да испитујемо, јесу само резултати тих покрета, тако да на основу

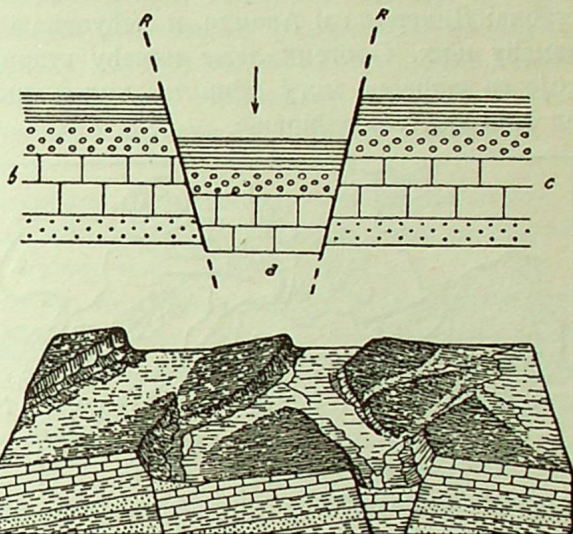
ПОСТАНАК ПЛАНИНА

структуре веначних планина можемо да реконструишемо начин на који су оне постале и главни механизам њиховог стварања.

Најмлађе веначне европске планине могу се издвојити у две групе: у Алпиде и Динариде. Првима припадају Бетски Кордиљери у Шпанији, Пиринеји, Алпи, Карпати, Балкан; ка истоку

Алпиди се настављају у Кавказ и у азијске најмлађе набране планине. У Динариде спадају Атлас, Апенини, и Динарске Планине, затим Хелениди, Тауриди, Ираниди, итд. Динариди и Алпиди или се додирују и леже непосредно једни уз друге, или су раздвојени тзв. „међувеначним масама“ или „међугорјем“.

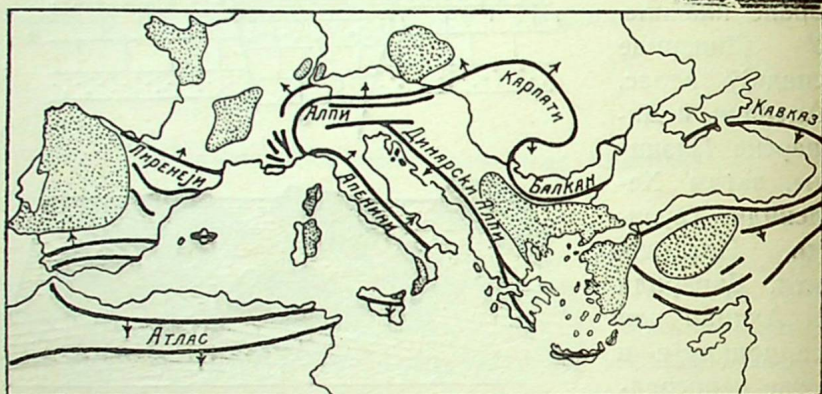
Родопске Планине или Родопска маса на Балканском Полуострву претставља такву једну међувеначну масу. На месту данашњег Панонског Басена постојала је такође једна пространа међувеначна маса. Она је потонула дуж дубоких пукотина — раседа, и басен који је створен на тај начин доцније је ис-



Тектонски ровови. Горња слика: дуж два раседа спуштен је средњи део и створен тектонски ров или грабен. По В. Петковићу. Доња слика: зависност рељефа од распореда раселина и спуштених делова између њих. Стрми отсеци скорашњих раселина нису још уништени ерозијом и денудацијом. По Вилкенсу.

пуњен седиментима млађих мора која су продрла у ову област. Између Бетских Кордиљера и Пиринеја с једне, и Атласа и Апенина, с друге стране, налази се, такође, велика тиренска међувеначна маса, делимично распарчана у току леденог доба.

По бечком геологу Л. Коберу, све ове планине алпијског региона граде „алпијски ороген“ који се састоји од два стабла: Динарида и Алпида, и међувеначних маса које леже између њих. Орогени леже између старих укрућених маса које се више не могу убирати; под потисцима који долазе од њих наступа убирање.



Распоред терцијарних веначних планина у Европи. Тачкасто су обележени масиви, области у којима се убирање извршило раније (поглавито у палеозоју) који су имали главни утицај на развијање Алписког орогена за време терцијара. Стрелице показују правац у коме се вршило полагање набора и кретање маса. По Петковићу.

Планине Источне Србије, чију грађу данас познајемо захваљујући дугогодишњим стрпљивим и напорним испитивањима Владимира К. Петковића, једног од пионира српске геологије, полегле су све, како то кажу геолози, према истоку и североистоку. Оне су постале услед кретања и потиска који је долазио од међувеначне Родопске Маса. Услед тога створили су се системи великих, изванредно дугачких пуко-

тина — дислокационих линија, дуж којих су се једни терени црепасто или краљушасто навукли преко других, тако да на много места преко млађих леже старији слојеви, иако би требало да је обрнуто. Сам обод Родопске масе навучен је, такође, преко унутрашњег, западног, дела планина Источне Србије.

Док се кретање терена у Источној Србији, у области Карпатско-Балканског Планинског Венца, вршило према североистоку и истоку, на другом западном ободу Родопске међувеначне масе, на пример у Западној Србији, оваква иста краљушаста навлачења вршена су у правцу запада и југозапада.

Родопска међувеначна маса је, у своме сложеном кретању, потискивала и једне и друге планине као да се утискивала у простор између њих.

Такву структуру можемо запазити и у многим другим деловима алпијског орогена, само је, на пример у Алпима кретање терена дуж великих дислокационих линија, или пребацивање бора једних преко других, било много веће, и често достизало више десетина па и преко стотину километара.

Постанак прекрилних бора, навлака или шаријажа, проф. К. Петковић објашњава на овај начин: „У зонама нарочито јаким убирања, којима могу да буду обухваћене или целе области геосинклинала, или само поједини њихови делови, када ма која од раније поменутих врста бора приликом свога развијања наиђе на какву препреку, или када цела набрана област, изложена потиску чије дејство траје дуже време, буде задржана од било какве препреке (резистентне масе), онда се боре све више збијају и полежући пребацују једна преко друге, или боље рећи, најахују једна на другу. Као последица оваквог пребацивања и најахивања младих бора преко старијих јављају се пакети бора.

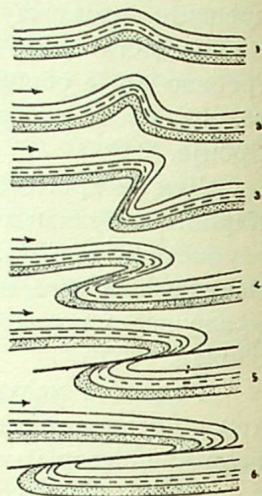
„Али приликом дужег трајања јаким бочних потисака, полегле и прекрилне боре великог пространства, исто као и

мале, могу бити потпуно откинуте од својих корена. Од јачине и дужине трајања потиска и пластичности материјала, углавном и зависи облик бора, односно до којег ће се степена и како једна бора, или више њих, развити.

„У почетку дејства бочног потиска добија се блага усправна бора (бр. 1 и 2 на слици. При даљем дејству потиска иста бора постаје коса (бр. 3), а затим прелази у полеглу (бр. 4) и најзад у раскинуту бору.

„Ако потисак и даље дејствује, откинута повлатно крило раскинуте боре се креће дуж реверсног раседа преко заосталог подинског крила, често пута врло далеко у правцу потиска. Ово кретање понекад се обавља и на више десетина, па чак и преко сто километара. Према томе, кад потисак дејствује дуже време и после раскидања, долази до одвајања једног дела боре (повлатног крила) од свога корена (од подинског крила). Откинати део се креће и даље у правцу дејства потиска све дотле док потисак траје, услед чега најзад откинати део изгуби сваку везу са подлогом и постане за ову потпуно стран елемент.

„Такве навучене масе, или делови без корена, као и јако стиснуте, полегле и прекрилне боре (обично веома испружене), стране за подлогу на којој данас леже, називају се навлаке или шаријажи или покрови“.



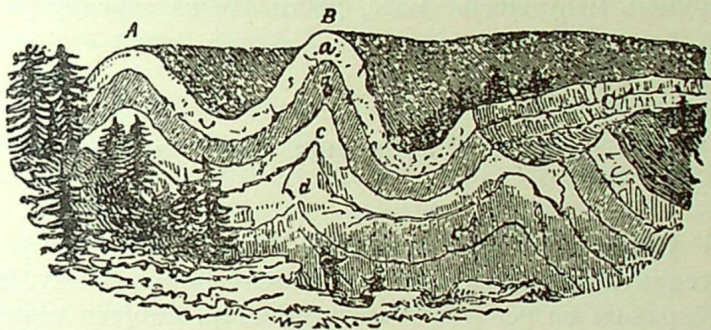
Шема развића једне боре и прелаз у навлаку. У почетку дејства бочног потиска постаје усправна бора (1—2). При даљем дејству иста бора постепено постаје коса (3), полегла (4), и прелази у раскинуту бору (5). Најзад под дуготрајним дејством потиска и кретањем повлатног крила преко подинског у правцу потиска на веће дужине, раскинута бора прелази у навлаку (6). — Стрелица означава правац дејства потиска. По

К. Петковићу.

ПОСТАНАК ПЛАНИНА

Подлога на којој леже навлаке, терен који се није кретао, него је остао на своме првобитном месту, назива се „аутохтони терен“, а места одакле воде порекло навлаке, одакле су оне откинуте, означавају се као „корени навлака“; „чело навлаке“ јесте њен предњи део.

Површина преко које се кретала навлака означена је често „тектонским бречама“, поломљеним стеновитим материјалом који је настао услед великог трења; парчићи тог материјала следе се доцније и дају бречу. Тектонска бреча и остали поломљени материјал на додиру навлака и аутохтоног терена најчешће се називају „милонит“, ма да површина дуж које се вршило кретање навлаке може бити потпуно или делом углачана („тектонско огледало“).



Група правилних бора у планини Јури. По Хајму.

Место где је, најчешће ерозијом, откривен аутохтони терен испод навлаке која лежи на њему, зове се „тектонски прозор“. Сама навлака може бити током времена највећим делом уништена и од ње тада заостану само мањи делови за које геолози кажу да „пливају“ преко аутохтоног терена.

Постоји још читав низ појава на основу којих геолог сигурно може да утврди постојање ових сложених структурних односа у неком планинском терену.

У Алпима постоје велике навлаке још сложеније грађе.

Оне су биле предмет многих дискусија између најистакнутијих геолога целог света, а извесна врло значајна питања о постанку ових навлака и особинама њихове структуре нису још сасвим разјашњена.

Грађа навлака компликује се увелико када, поред хоризонталног кретања доњег и горњег крила, наступи и њихово убирање у нове наборе, нарочито када се више навлака превуку једна преко друге, као што је то случај у Алпима. Знатно је простији крађушасте или црепасте тип навлачења терена. Све ове појаве јасно показују да је бочни потисак у току орогенских покрета био често изванредно снажан, и да су силе које су довеле до кретања и издизања слојева таложених у геосинклиналама, и до кретања терена који су претстављали острва у тим геосинклиналама, као, на пример, међувеначне масе, достизале изванредну јачину.

Узроци набирања планина

У свима веначним планинама јасно се види да су морски седименти, таложени на огромноме пространству, сужењени убирањем на релативно мали простор. Слојеви таложени у Старом Средоземном Мору, чија је ширина износила местимично хиљаду и више километара, сведени су данас у Алпима, на неким местима, на мање од једне десетине своје некадашње ширине. Из ових односа може се поуздано закључити да су морала постојати хоризонтална кретања копнених маса које су градиле обод геосинклинале.

У раније изложеним одељцима видели смо како Вегнер и Штауб објашњавају ова кретања и основне узроке стварања планина.

Други аутори наводе и друга, интересантна и убедљива мишљења. По „теорији термичких циклуса“, чији су главни

аутори Ј. Џоли и Г. Кирш, радиоактивни процеси, који се врше у чврстој земљиној кори, дају више топлоте него што Земља губи зрачењем. Нагомилавањем ове топлоте, наступа топљење доњег базалтног слоја. Услед тога чврста стеновита кора може лако да се покреће преко растопљене основе на којој лежи. У исто време повећава се запремина загрејаних делова, што изазива ширења и напрезања у чврстој кори, затим појаву дубоких пукотина кроз које избија магма. Као последица ових појава наступа и јаче струјање магме. Све то доводи до периодичног циновског ослобађања и губљења топлоте, после чега наступа нека врста наглог хлађења и скупљања чврсте земљине коре и њеног набирања.

Овај процес се стално обнавља у интервалима од око 50 милиона година, колико је потребно да се под дејством радиоактивних процеса нагомила довољна количина топлоте.

Осцилациона теорија Е. Хармана објашњава набирања и остале покрете у чврстој земљиној кори на сасвим други начин. Међу главним покретима који се врше и који доводе до великих промена у земљиној кори, могу се издвојити две групе. У прву спадају осцилације које наступају услед дејства космичких сила и изазивају кретања у зони магме која лежи испод чврстог стеновитог омотача. На тај начин постају пространа узвишења — „геотумори“ и удубљења или „геодепресије“. Стварањем оваквог рељефа ствара се и услов за хоризонтална кретања. Седименти који се налазе на „геотуморима“, нарочито на њиховим боковима, клизе низа страну и належу једни на друге, или се чак пребацују далеко једни преко других. На тај начин постају оне велике и сложене навлаке од којих се састоје Алпи и остале високе планине алпијског орогена. На тај начин постале су, по Харману, и навлаке херцинских и каледонских планина, а вероватно и навлаке у још старијим, алгонкијским орогенима.

Донекле слична са овом теоријом јесте „теорија суљања“ коју су поставили Рејер и Шарт. „Главни орогени процеси по овој теорији састоје се у склизавану појединих делова у земљиној кори под утицајем сопствене тежине и у насуљавању многих навлака, наизменично поређаних једних преко других. У исто време врши се и убирање у покренутим седиментима, односно у самим навлакама“.

Амферер, Клос, Швинер, Краус и неки други познатији геолози сматрају да топлота која постаје распадањем радиоактивних материја изазива повремено велика кретања у зони магме; та кретања могла би се донекле упоредити са кретањем ваздушних маса у атмосфери. Струје магме пењу се ка доњој, јаче загрејаној ивици континенталних блокова, а одатле иду ка хладнијим деловима који леже испод океанског дна, где нема загревања услед распадања радиоактивних материја, па се, затим, спуштају наниже. Ова кретања магме изазивају читав низ значајних промена и доводе до стварања великих ровова и чак геосинклинала. Струјање се делимично преноси и на делове континенталних блокова, нарочито када ове струје наиђу на њихове дубље загнурене делове. То се дешава и на местима где је трење између чврсте коре и магмазоне јаче.

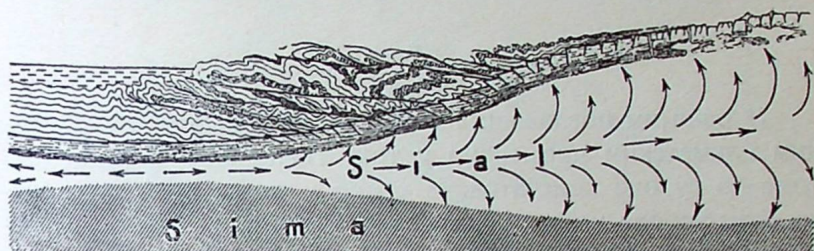
Дуго времена контракциона теорија сматрана је за једну од најзначајнијих и највероватнијих. Аутори ове теорије су Дана и Зис, али је у последње време ову теорију знатно модернизовао немачки геолог Штиле.

Услед непрекидног отпуштања и зрачења велике количине топлоте, Земља се стално хлади и скупља, и њена се запремина смањује; због тога се њена површина набира. Набирање се не врши подједнако на целој чврстој земљиној кори, него се ограничава на извесне јасно омеђене просторе; осим тога, то није непрекидан процес, него се набирање периодично обнавља. Локализовање на поједине појасеве и на временски ограничене периоде објашњава се чињеницом, што се притисци и потисци, који настају услед скупљања,

ПОСТАНАК ПЛАНИНА

паралишу једно време самим еластичитетом земљине коре, а затим хоризонталним кретањима по пластичној подлози магме. Ова кретања, најзад, доводе до јачих сужавања у нарочито лабилним зонама, дакле у геосинклиналама, што, у крајњој мери, доводи до набирања и издизања седимената.

Постоје и многе друге теорије, о узроцима који су довели до орогенских покрета, али се и њима могу учинити веома озбиљне примедбе.



Механизам постанка веначних планина по Хармановој осцилационој теорији: седименти, издигнути у области једног „геотумора“, клизе низа стране, убирају се и навлаче једни преко других. По Харману.

Проблем постанка планина решавали су до скорог времена искључиво геолози. То је и сасвим природно, јер је прво требало решити многобројна чисто теренска питања, проучити планинске области што детаљније, испитати што подробније њихову грађу и склоп, израдити прецизне геолошке карте. Обављањем тог посла, геолози су решили један део овог сложеног проблема, јер су на тај начин утврдили шта је све створено великим орогенским покретима. За многе области, нарочито за планине европског алпијског орогена и за планине формиране у исто време у Северној Америци, располажемо сада многобројним важним и прецизним подацима, и познајемо, делом у танчинама, крајње резултате тих грандиозних покрета. На основу тога можемо, макар у грубим цртама, да реконструишемо механизам покре-

та који су довели до овог резултата. Али о самим узроцима који су, у основи, и изазвали ове велике покрете, немамо скоро никаквих прецизних података, јер све теорије и мишљења, од којих смо неке и навели, имају своје значајне недостатке.

Данас је проблем великих покрета у чврстој земљиној кори постао велико идеално поље рада и геофизике, чије егзактне методе треба да допринесу решавању многих проблема који су доскора били скоро искључиво геолошки.

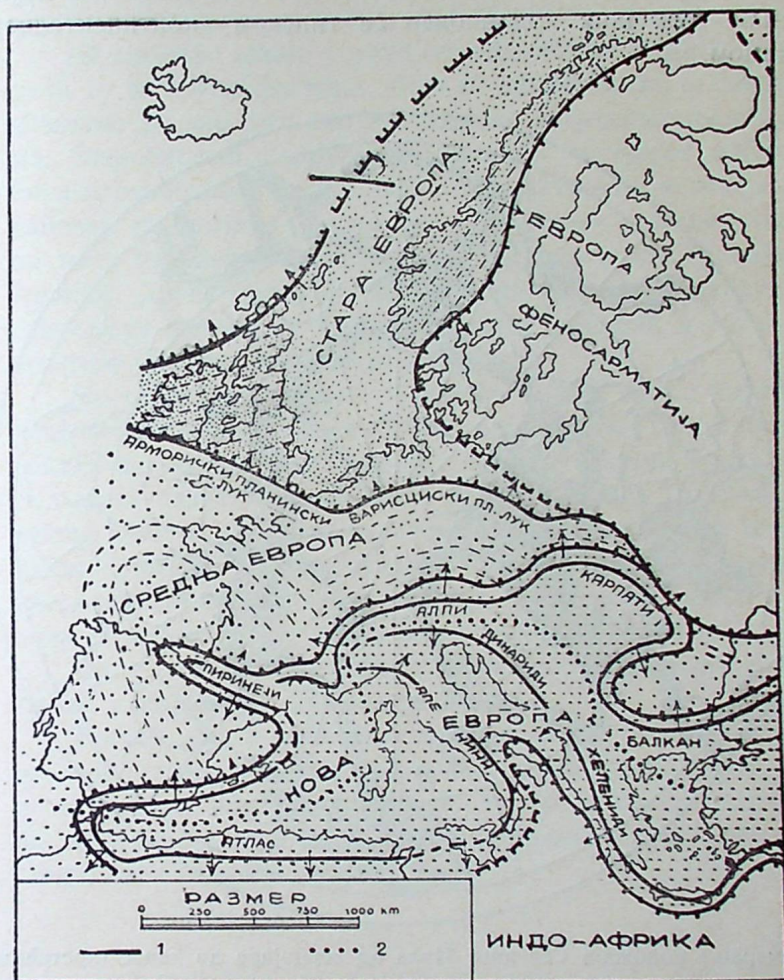
*

* *

У ранијим поглављима говорили смо о сигурно утврђеним климатским променама у току геолошког времена и о томе да су оне констатоване скоро у свима крајевима света. Али узроке који су изазвали та колебања нисмо споменули, јер је било потребно да се упознамо и са другим великим променама извршеним на земљиној површини у току изванредно дугог геолошког времена.

Сами орогенски покрети у стању су да измене климу пространих крајева. У време када је уместо Алпа и Хималаја постојало Старо Средоземно Море, топли утицаји с југа допирали су далеко на север. Због тога је клима старог европског копна, пре набирања ових планина, била сасвим другојачија него што је постала после тога.

Многе климатске промене у току геолошког времена, нарочито у периодама када није било орогенских покрета, могле су настати и услед размицања континенталних блокова, који, по Вегенеру и његовим следбеницима, путују не само према западу него се померају и према екватору. Мењањем географске ширине и географске дужине, морају, што је сасвим разумљиво, наступити и промене климе. Размицањем копнених делова створене су нове морске везе, нови заливи и нова мора, па чак и један нови океан. Обале западног дела Јужне Америке и источног дела Африке биле



Европа тектонски рашчлањена. 1, главне линије Алпида. Стара Европа обухвата област каледонских набора, средња херцинских а нова алпијских. По Штилеу.

ТАЈАНСТВЕНА ЗЕМЉА

су некада, пре него што је створена и проширена атланска пукотина, хиљадама километара далеко од океана, и појас земље дуж њих одликовао се типском континенталном климом.



Померање положаја Северног Пола од терцијара до данас (крстићима је означено померање крајем терцијара, цртицама у току дилувиума, а кружићима после дилувиума). По Кепен-Вегенеру.

Повлачењем мора, мења се клима. Најбољи пример за овај случај имамо у области Сахаре где су у терцијару и



квартару постојала пространа језера - мора. Њиховим исушивањем пустиња се проширила увелико, и захватила огромне површине које су дотле биле под шумом и степом.

На промене климе у ранијим геолошким периодама утицали су и други фактори. Велико захлађивање у квартару изазвано је, као што смо већ видели, астрономским узроцима. Захлађивања у другим геолошким отсесима могла су бити проузрокована, како тврде неки аутори, и великим вулканским ерупцијама при којима је избачена у ваздух огромна маса вулканског пепела, аналого ерупцији Кетмаја на Аљасци. Други сматрају да се количина угљендиоксида у атмосфери мењала у току геолошког времена и да су те промене увелико утицале на климу.

Место полова мењало се такође у току дугог низа геолошких векова. По Кепену и Вегенеру, Јужни Пол лежао је некада на континенту Гондвани и то на једном месту које се налази близу источне обале Јужне Африке. Положај екватора био је, у то време, сасвим другојачији него што је данас. Северни Пол путовао је преко Гренланда, Северно-америчког Поларног Архипелага и Арктичког Океана, а некада је лежао чак и у северном делу Пацифика.

Све су то узроци који су значајно утицали на измену климе у појединим крајевима Земље.

Постоје чак и мишљења да данашњица претставља једну међуледену периоду великог леденог доба, после које ће наступити ново захлађивање. Ти закључци изведени су на основу тога што је за време бронзаног доба клима, изгледа, била топлија него данас.

РАД СПОЉАШЊИХ СИЛА

Ендогене силе, као што смо видели у ранијим поглављима, стварају главне црте земљиног обличја, континенте и океане, и на континентима најмаркантније црте рељефа — планине. Али на земљиној површини нема скоро ниједног квадратног километра на коме су облици створени радом ендогених сила остали у првобитном стању кроз дуже геолошко време и сачували у потпуности свој ранији изглед и особине.

Све оно што створе ендогене силе изложено је, чим се појави на земљиној површини, јачем или слабијем преиначавању и моделовању које врше спољашње, егзогене силе: вода, ветар, лед. Комбинованим радом ових различитих сила постаје рељеф, сви они сложени облици који чине земљину површину тако компликованом и разноликом. Спољашње силе руше оно што је раније постојало и граде ново, непрекидно мењајући изглед једног предела, па чак и изглед једног пространог континента.

Енергија из које црпе снагу егзогене силе, углавном је енергија сунчеве топлоте коју примају земљина површина и нижи слојеви атмосфере. Та енергија је огромна, јер сваког минута зраци, који падају управно на један квадратни сантиметар, дају 1,1 калорију топлоте. У току једне године, по подацима Бринкмана, ове калорије достижу толики број да би могле да истопе циновски слој леда, дебео двадесет метара, који би омотавао Земљу са свију страна.

Под дејством ове топлоте, наступа кружење воде и постају ваздушне струје. Под утицајем сунчеве топлоте испарава се вода континента и океана, одлази у атмосферу, кондензује се и пада у облику разних атмосферских талоба. Само испаравање изванредно је значајан процес, јер главна количина атмосферских талоба води порекло са површине океана и мора, а много мањи део са копна. Како је количина атмосферских талоба који падају на океанске и морске површине приближно једнака количинама које добија копно, то се знатна маса воде, на овај начин, враћа на копно. Са површине океана и мора испари годишње око 334.000 кубних километара воде, а са континенталних површина приближно 62.000 км³. Од тога у виду разних атмосферских талоба пада на океане и мора око 297.000 км³, а на континенте 99.000 км³. Према томе, између испарене воде са копна и атмосферских талоба који они приме, постоји разлика од 37.000 км³ воде. Та количина отиче у море, и њен механички рад претставља један од најважнијих чинилаца који моделују земљину површину.

Рад воде

Када пролазимо кроз дивљу и горостасну клисуру Ђердапа, чији се стеновити зидови дижу високо над брзом, узнемиреном водом која се пробија кроз планине Карпата, или кад посматрамо пусте, тешко пролазне скаршћене пределе Херцеговине, Црне Горе или неких крајева Далмације и Лике, тешко нам је и замислити да је циновску пробојницу Дунава створила вода, и да су оне безбројне вртаче, шкрапе, понори и поља постали скоро искључиво под дејством воде. Недоступни врхови Алпа, још неосвојене горостасне планине Хималаја, Анда, Кордиљера, стрме литице

уз које се нису успели ни најсмелији алпинисти, вртоглави понори, и изупчани, маглом обавијени врхови Мон Блана, Матерхорна, Триглава нису раније били такви и њихов данашњи облик увелико се разликује од облика који су имали када се издизање планина алпијског орогена завршило. Скоро сви детаљи њихова рељефа створени су радом воде и леда, и дејством мраза чија се рушилачка снага не може упоредити чак и са најстрашнијим експлозивом.

Рад текућих површинских вода изванредно је сложен. Кишница и сочница које се крећу низ нагнуте површине, спирају и носе материјал, нарочито на местима где је тло оголићено. Млазеви воде сједињују се постепено на своме путу ка кориту потока или реке, и уколико се количина воде у њима повећава, утолико више носе спраног материјала, а у исто време и сами дубе и урезају своје, прво минијатурне долине, а затим све веће, шире и дубље. Ово дејство кишнице нарочито се јасно може пратити у оним планинским крајевима Србије који су нерационалном сечом шума тешко оголићени. При јачим и дуготрајнијим кишама, а поготову за време провала облака, вода често однесе читаве њиве или заспе земљом и стењем ливаде и њиве на подножјима брдских падина. Набујали потоци носе даље овај материјал, котрљају чак и велике блокове, и њиме стружу, као неком циновском тестером, своје корито. Ко је видео неки набујали брдски поток како „ваља стење и камење“, може већ јасно да замисли каквом снагом он руши и дуби своју долину.

Али спирање које врши кишница зависи увелико од геолошког састава тла. У глинама, песковима, грусу и меканим или јаче распаднутим стенама овај процес се одиграва брже него на тлу које се састоји од чврстих и свежих стена. На теренима где се налазе и једне и друге врсте стена, наступа селективни рад кишнице и снежнице: чвршћи и тврђи делови одупиру се јаче и остају да штрче изнад мекших делова који лакше и брже подлежу овом разарању и одно-

шењу. На тај начин постају интересантни и живописни облици рељефа.

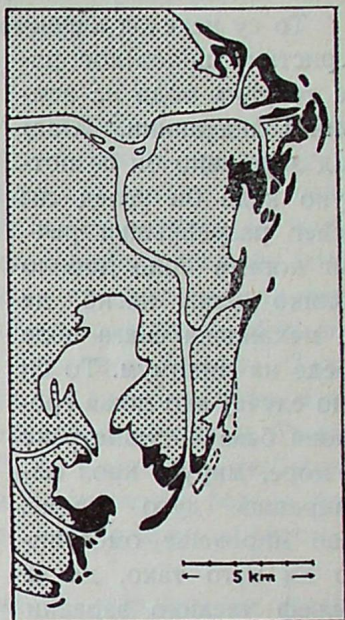
Џиновски рад река и потока најбоље се види у стварању долина, почевши од оних малих, скоро једва приметних, па до горостасних клисура као што је кањон реке Колорада у Северној Америци, дубок местимично и 2000 метара, и усечен у дебелу серију хоризонталних слојева. Колико материјала односи са копна речна вода у море најбоље се види из овог податка. Само река Амазон уноси у Атлански Океан сваке године око 618.155.000 тона најфинијег муља. Када бисмо тај муљ хтели да транспортујемо железницом, било би свакодневно потребно 5645 композиција возова од по тридесет вагона.

Огромне масе шљунка и песка у речним коритима показују исто тако јасно колико је замашан рад текућих вода. Тим шљунком и песком река напада своје обале и своје дно, и продубљује и проширује долине. Њена ерозиона снага зависи од количине воде, нагнутости долине и брзине којом река тече, затим од геолошког састава терена, од отпорности стена, пукотина у њима итд.

Многе речне долине тектонски су предиспониране, јер су реке искористиле раседе, синклинале и друге тектонске елементе. Тако, на пример, реке Рајна и Рона теку, знатним делом, кроз тектонске ровове или грабене. Али неке реке пробијају се кроз планинске боре и секу их управно. Такве попречне долине називају се и пробојницама; у пробојнице спада и Дунав. Њихов постанак објашњава се на следећи начин: река је постојала пре него што су се издигле планине које она просеца; уколико је издизање напредовало, утолико је она дубила своје корито; оба процеса ишла су упоредо. То би биле тзв. антецедентне долине. Вероватно је да су неке пробојнице постале спајањем две реке које су текле с једне и друге стране планинског венца. Разарањем развођа, једна река привукла је воду друге и окренула је у свој ток. „Могуће је да је брдска пречага — каже

Ј. Жујовић — донекле задржала реку, направила успор, „пруд“, језеро, па кад се много воде ујезерило и снага јој порасла, она је почела стругати брану и престругала је. Овакве *проструге* дешавале су се одиста у историјској периоди. Скорашњи пример брзе ерозије неке препреке водотоку десио се 1900 на реци Шлоки, чије се ушће у залив Риге ледом загушило, па је она морала да тражи други пролаз. И нашла га је, пролокав за дан и по у оближњем кречњаку главни канал од 98 м са 8 м ширине и 4 м дубине и два споредна од 30 и 14 м дужине. Када је лава Етне у години 1603 препречила долину речице Симето, онда се ту вода ујезерила, па је после дужег времена кроз ту вулканску брану *просекла* себи канал од 30 м дубине и 14 м ширине. У Калифорнији има слива лаве који су просечени 500 м дубоко. Ти примери сведоче колико је јака и брза ерозивна моћ и омањих река“.

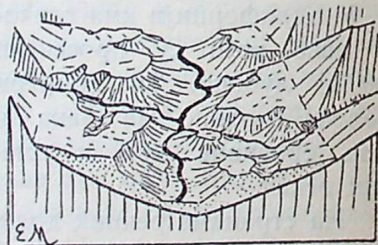
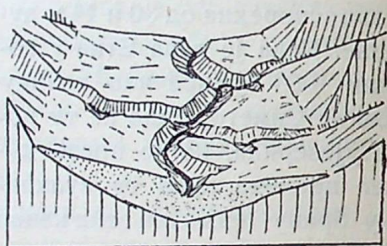
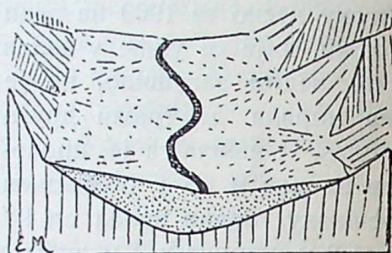
На странама речних долина често се врло јасно истичу заравњени прагови, „речне терасе“, остаци некадашњег дна долине. Оне постају када река, после извесне фазе застоја, почне да дуби и усеца ново корито у некадашњој заравњеној долини, засутој најчешће шљунком и песком. Од ста-



Река По доноси у Јадранско Море огромну количину песка и муља, и проширује копно у области своје делте. Црним је означено суво тле постало нагомилавањем ових наноса од 1904 до 1924 године — око 11 квадратних километара. По Гејзелинку.

рог долиноског дна остају само речне терасе. Стварање тераса изазивају различити узроци, најчешће климатске промене, као што се то десило за време великог леденог доба; терасе постају и услед спуштања речног ушћа, када долази до интензивнијег оживљавања речне ерозије.

То су неке од карактеристика циновског рада текућих вода на земљиној површини. Овај рад зауставио би се потпуно када би услед све већег разрађивања речног корита оно добило толико благ нагиб да се механичка снага воде сведе на минимум. То би био случај ако доња ерозиона база — ушће реке у море, мирује кроз изванредно дуго време. Ово мировање омогућило би исто тако, да се рељеф увелико заравни и да се све истакнутије разлике на њему избришу и сведу на незнатне размере. Такав крајњи рељеф назвао је Девис *линеплен*. Он би претстављао стадиум мировања и потпун прекид оних интензивних промена које текуће воде врше на копну. Али како се доња ерозиона база мења током времена услед епирогенских покрета, и пошто у природи нема неког



Стварање тераса у једној речној долини. По Демартону.

нарочито дугог мировања, тешко је веровати да ма који рељеф може доспети до овог стадиума.

Речна пиратерија

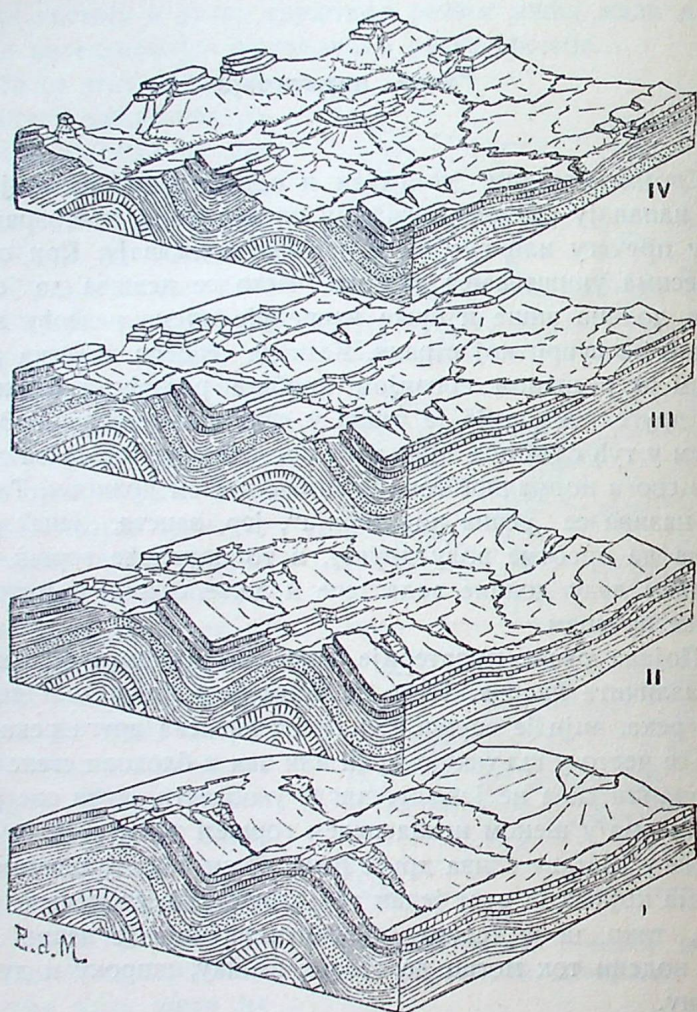
Својим сталним усецањем и одношењем материјала, реке нападају развођа, сужавају их све више, претварају у узану пречагу или гребен, и увелико снижавају. При овим процесима уништавања развођа, често се дешава да једна речна долина више и брже напредује према развођу него долина на супротној страни. Каткада се деси да нека река својом регресивном ерозијом пробије развође и обухвати слив друге реке, која је текла у супротном правцу. Залажењем у туђ слив она чини да један део воде тог слива скрене из свога нормалног тока и потече њеном долином. Та појава назива се „речна пиратерија“, јер, заиста, „јача“ река успева да преотме воду другој, и то најчешће горњи ток; у доњем делу долине вода тече и даље старим коритом и старим правцем.

Појава речне пиратерије може се утврдити на терену на различите начине. Тако, на пример, у средњем и доњем току реке, чији је горњи ток преотела нека друга река, налазе се често у шљунку валуци или чак и блокови стена чији се изданци сада не јављају нигде у области слива ове реке, али их има у њеном некадашњем горњем току, који се сада налази у саставу слива друге реке. Осим тога, у речним долинама којима је отет један део слива, тече релативно мало воде, тако да је тешко објаснити на који је начин тако слаб водени ток могао да створи велику, широку и дубоку долину.

Многе европске реке стоје пред скором пиратеријом, јер је њихово развође увелико сужено, а ерозија је врло

ТАЈАНСТВЕНА ЗЕМЉА

интензивна. То нарочито важи за оне стране развођа које се састоје од мекших стена или на које пада више атмосферских талога.



Разарање антиклинала речном ерозијом и денудацијом, и стварање инверсног рељефа. По Демартону.

У великом броју случајева речна пиратерија је последица спуштања доњег тока или ушћа реке, услед чега регресивна ерозија постаје интензивнија и јаче напада развође.

Ако се у области једног или више речних сликова не дешавају никакви епирогенски или орогенски покрети, не мења се количина воде, нити се помера ушће, река ће после извесног дужег или краћег времена створити долину у којој се више не врши удубљавање. Уздужни профил такве реке има дефинитивно изграђену линију пада која се означава као „ерозиона терминанта“. Када уздужни речни профил достигне овакав нагиб, престаје свако дубљење долине и механичка енергија воде троши се само на преношењу материјала који доспева у речно корито спирањем страна, обурвањем итд.

Ретко се дешава да једна река достигне своју ерозиону терминантну, јер на земљиној површини скоро уопште нема тла које би кроз релативно дуже време потпуно мировало и на коме не би било никаквих епирогенских покрета, или неких других значајних промена које оживљују и појачавају ерозиони рад реке.

Фазе оживљавања речне ерозије најбоље се испољавају у стварању тераса, нарочито у долинама са широком алувијалном равни, у чије се дно усеца ново корито. Његовим продубљавањем и проширивањем стара алувијална раван разорава се све више и од ње остају, на странама нове долине, уже или шире партије — терасе.

У првим фазама стварања речног корита и речног слива, река већином искоришћава линију најјачег пада и прилагођава се рељефу. Такве речне долине или њихови делови који се слажу са геолошком грађом тла преко којег теку, на пример долине у синклиналама, или које се слажу са првобитним рељефом, називају се „конкордантним долинама“. Супротно њима, „дискордантне долине“ усечене су у терен независно од његове грађе или његовог првобитног рељефа.

Геолошка историја већине речних долина изванредно је интересантна и каткад врло загонетна. Њиховом студијом могу се увелико решити различити, често врло сложени проблеми и реконструисати многи процеси који су се одиграли у недавној геолошкој прошлости. Тако, на пример, сама чињеница да се корито реке Конга продужава далеко испод површине Атланског Океана довољна је да се утврде значајна спуштања копна на западној обали Африке. На основу броја и особина речних тераса у Алпима и Северној Европи констатовало се да је број ледених и међуледених доба у дилuviуму био знатно већи него што се то доскора сматрало. Немачки геолог Зергел утврдио је, на основу речних тераса, да се северноевропски инландајс ширио и повлачио у више махова. Његови резултати постигнути студијом старих речних тераса поклапају се са резултатима које је професор Милутин Миланковић добио чисто астрономско-математичким испитивањем. Историја постанка Бердапа, или Дарданела и Босфора, омогућује нам да реконструирамо читав низ врло значајних догађаја који су се одиграли у недавној геолошкој прошлости у овом делу Балканског Полуострва и у суседним областима. И тако даље.

Рад ветра

У аридним областима које примају изванредно малу количину атмосферских талоба — у пустињама Средње Азије не пада годишње више од 60 милиметара, у Намибу, у чијем се песку налазе кристали дијаманата, 20—50 милиметара, а у великој чилеанској пустињи, та количина често не достиже ни један милиметар, јер каткад прођу деценије а да не падне ни кап кише, — ветар има изванредно велики значај. Под његовим непосредним утицајем стварају се велика пе-

шчана мора — ергови, и постају простране хамаде посуте шљунком и камењем, велике и недогледне земље смрти и жеђи. У неким крајевима Сахаре тло је толико загрејано у току дана, а исто тако и ваздух изнад њега, да кишне капи које падају из облака испаре пре него што стигну до земље.

У овим крајевима без вегетације температурне промене у току дана и ноћи изванредно су јаке. Температура тла достиже често у подне 70° C, а у току ноћи спушта се чак испод нуле. Ове промене температуре дејствују као изванредно снажан разарачки фактор који руши и најчвршће стене, дроби их у песак и излаже даље дејству ветра. Утицај дневних температурних колебања нарочито је велики на стене које се састоје од разнобојних минерала. Тамнији упијају више топлоте, и брже и више се шире од безбојних или светлијих који примају мање топлоте и мање се шире. Али и чак код стена које се састоје од једнобојних минерала наступа ово дробљење, јер се кристали минерала шире под утицајем топлоте различито у разним правцима. У пустињама се често чују, нарочито увече, непосредно после заласка сунца, пуцњеви и грмљавина који каткад личе на удаљену канонаду и на прасак пушака. То стене пуцају и дробе се, скупљајући се услед наглог хлађења.

На тај начин постаје дробина, ситнијег или крупнијег зрна, коју пустињски ветрови даље носе.

Ветар подиже, носи, често до знатних висина, ситна зрна песка и прашину, остављајући на тлу само крупније комаде. Он, у правом смислу, чисти пустињско тло. Тако постају хамаде, простране површине засуте шљунком чији валутци имају оштре ивице и глатке стране, површи које, каткад, као што каже француски географ Демартон, дају утисак пространих површина посутих туцаником. Овај рад ветра назива се дефлација.

Активност ветра не зауставља се само на томе. Материјалом који носи он напада терен преко којег дува, стру-

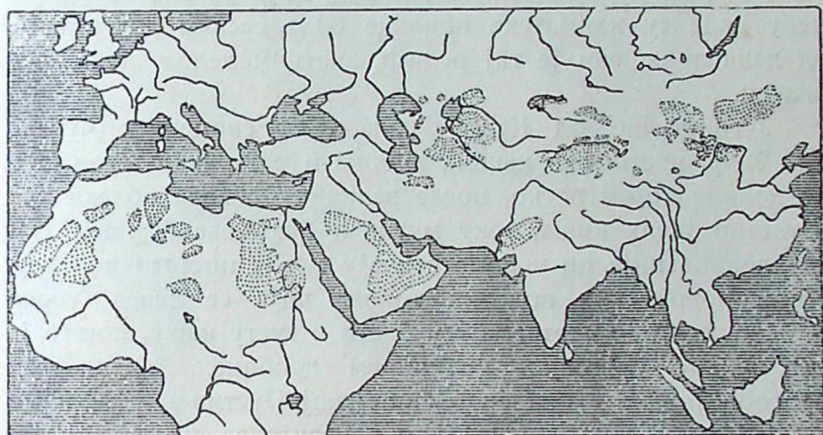
же га, чисти, моделира и преиначује. Непосредно изнад тла и на самом тлу креће се највише овог материјала. Делови рељефа који штрче изнад опште површине терена изложени су разарању и одношењу нарочито у доњим својим партијама; због тога често постају карактеристични печуркасти облици. Стружући по површини терена, млазеви песка, нарочито кварцног, стварају дубоке бразде са оштрим ивицама и интересантне облике који потсећају на шкrape, затим читав низ других ретких облика карактеристичних само за пустиње. Али облици који постају на овај начин, затим опште особине пустињског рељефа увелико зависе и од геолошке грађе терена, од особина стена, положаја слојева итд.

Како су пустиње највећим делом без икакве вегетације и како ветар односи дробину, на површину избијају оголићени делови терена на којима се јасно распознаје њихова геолошка грађа. Због тога се у пустињским крајевима истичу изванредном оштрином структурне особине терена, и јављају они интересантни, на први поглед тако бизарни облици, по којима се овај рељеф јасно разликује од рељефа у областима са хумидном климом, где вегетација и дробина знатним делом покривају терен.

Раније, када се о пустињама имало релативно мало података, као главна карактеристика ових предела сматрана су поља пешчаних дина — ергови Сахаре и кумови Средње Азије, пустињско непролазно море кроз које су се тешко пробијали и најсмелији каравани. Ма да дине често захватају огромно пространство, и протежу се на даљинама од стотину километара ширећи се у неким крајевима све више, оне ипак покривају мање просторе од хамада и каменитих пустиња.

Пешчана мора, чији жућкасти и сиви таласи изгледају као окамењени, састоје се од већих или мањих дина, од којих неке достижу и висину до 300 метара. Али, поред тих циновских дина, које се дижу као велика брда са пешча-

не основе, постоје и много мање, често разноликог облика, а у великим ерговима Сахаре кроз ова пустињска мора протежу се уже или шире зоне — феђови или гаси, у којима или нема песка, или је његов слој врло танак. Те пролазе искоришћују каравани који путују преко ергова. Феђови и гаси претстављају неку врсту километрима дугачких, разгранатих ходника између пешчаних дина, а на картама Великог Источног Ерга Сахаре они личе на сложени лабиринт кроз који се могу да пробију само искусни и неустрашиви водичи каравана.



Области пешчаних пустиња — ергова у Африци и кумова у Азији означене су тачкама. По Свен Хедину.

У многим деловима пустињски песак се скоро непрестано креће под дејством ветра; дине мењају свој облик, селе се, захватају нове просторе, затрпавају и гуше оазе, или напредују преко области каменитих пустиња. Ове промене облика нарочито се запажају после јачих ветрова, поготову после страшних пешчаних олуја.

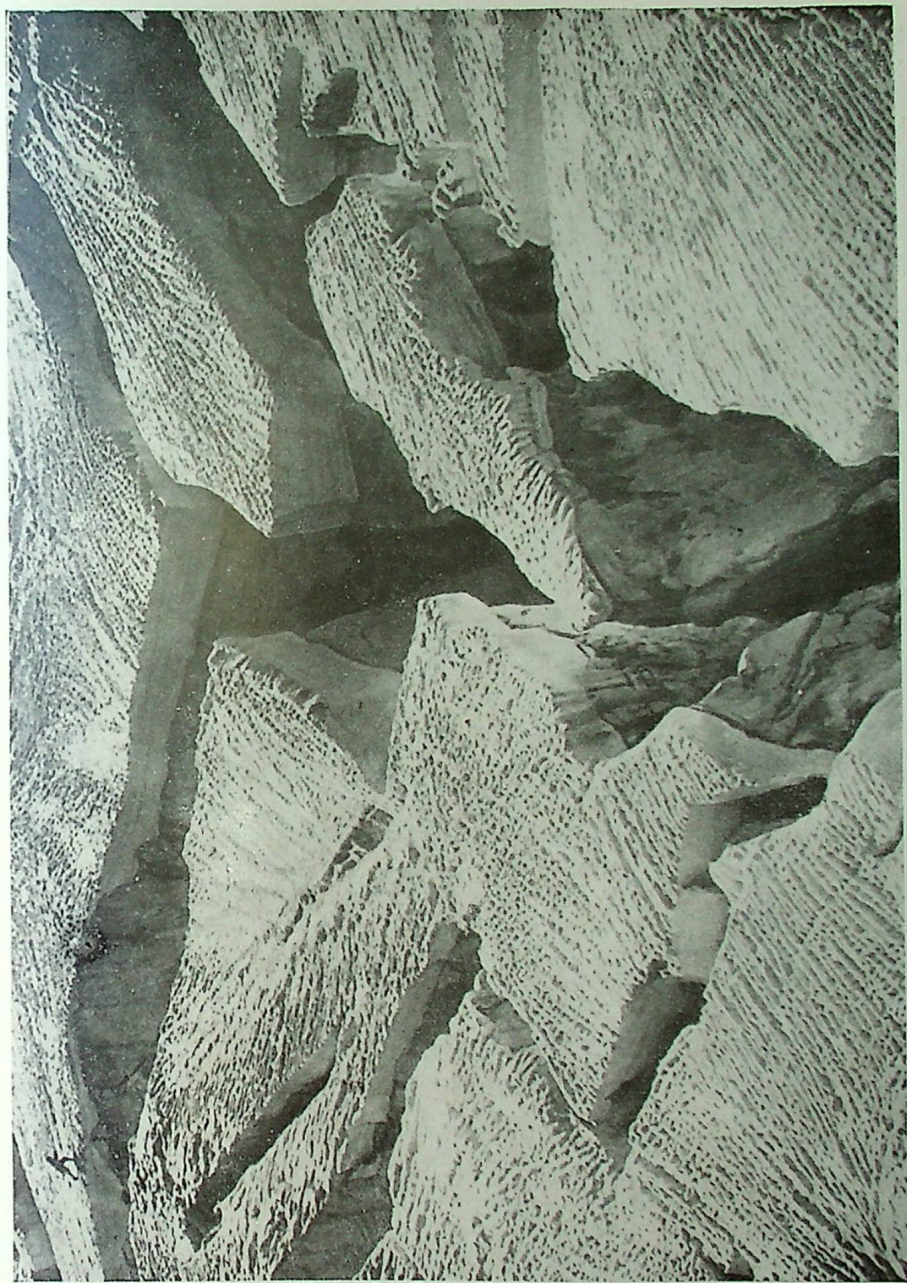
Напредовање пустиње у Северној Африци може се очигледно констатовати на више места. Многи напредни

стари градови затрпани су у току историјског времена и потпуно увучени у оквир пустиње. Чувена Лептис Магна, стари римски град, ископана је испод таласа пешчаног мора, а дуж обала Киренаике и Мармарике, затим Триполиса, многа насеља угушена су пустињским песком. У средњој Азији ишчезле су током векова многе плодне и насељене оазе, па чак и напредни градови. У Арабији, пустиња осваја нове области; на неким местима то се врши релативно брзо.

У многим пустињама очували су се још увелико и трагови старог, препустињског рељефа, који је постао у времену када су климатске прилике биле сасвим другојачије од данашњих, али је тај рељеф, знатним делом, ипак преиначен.

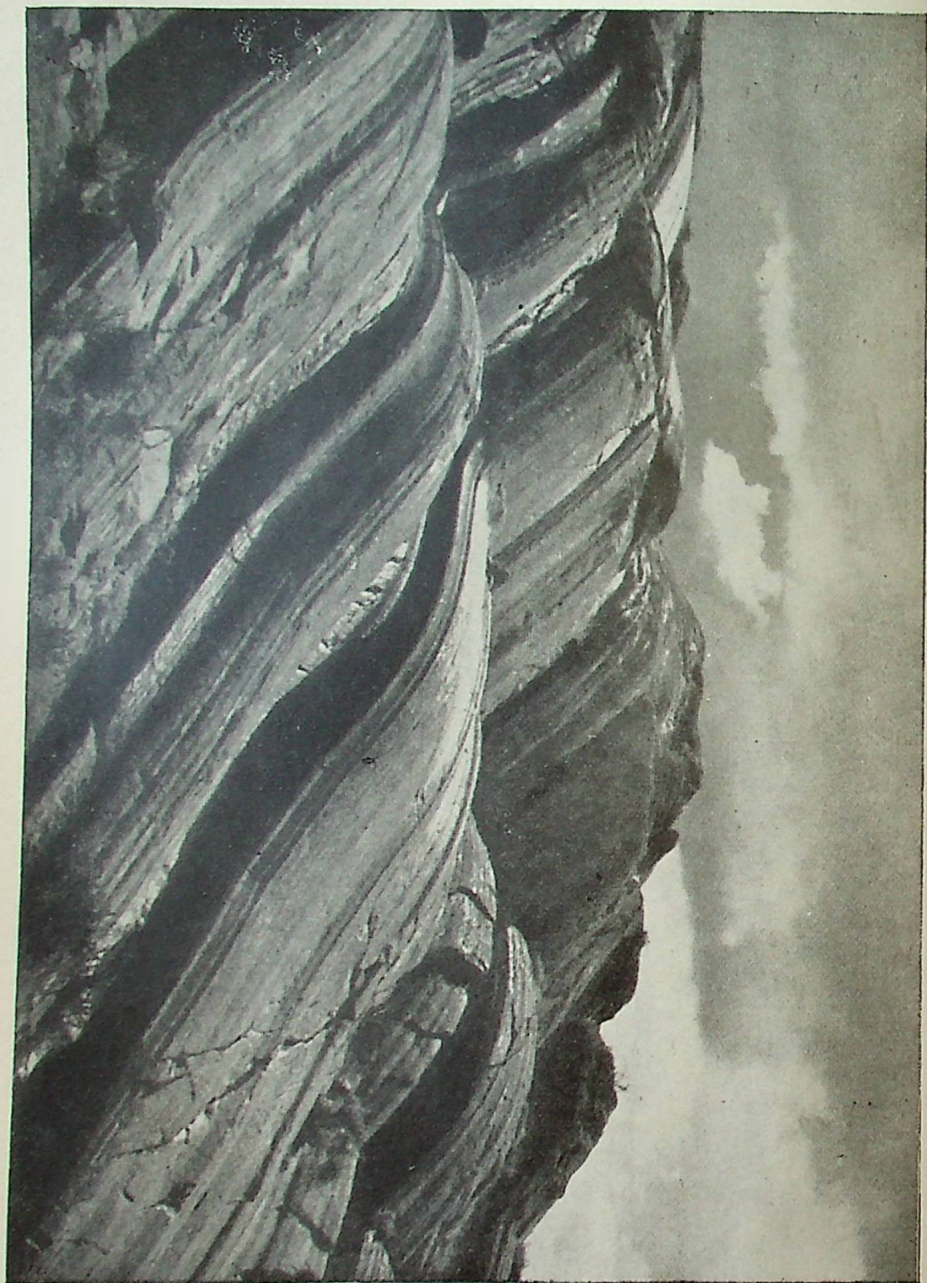
Југоисточно од Каира налази се споменути чувени Уед Хоф, пустињски кањон, дубока и разграната сува речна долина којом ретко, после великих провала облака или изузетно јачих киша, теку мутне и блатњаве бујице. Оваква долина није ни у коме случају могла постати под дејством повремених водених токова чија се снага убрзо губи, јер се они претварају у блато и густу кашу, пошто је дно засуто огромном количином дробине. Такви уеди многобројни су у Сахари и Либијској Пустињи, у Арабији и Средњој Азији. Они најбоље показују да су кроз те терене некада текле веће и сталне реке и потоци.

У Либијској Пустињи нарочито су интересантне велике депресије чије дно лежи испод морског нивоа. Њихов постанак је још вазда загонетан. По мишљењу извесних истраживача, оне претстављају удубљења на пустињском тлу која су, услед општег спуштања северне афричке континенталне масе, доспела испод морског нивоа. Други сматрају да се ту ради само о изолованим тектонским рововима. Највероватније је мишљење да су ове депресије постале радом ветра који је из тих предела однео огромне количине песка, и издувао удубљења.



Циновске пукотине у глечерском леду Монблана. Размера пукотина види се из упоређења са величином човека у левом горњем углу. Клише Космос.

Угачене планинске падине у перуанским Андима, којих су прелазили глечери за време леденог доба. По Северину.



И тако, ветар и температурне промене моделирају простране крајеве земљине површине стварајући интересантне и бизарне облике, сасвим стране нашим пејзажима, карактеристичним за области хумидне климе. Радом ова два фактора, уз суделовање и неких других чинилаца, постале су циновске пустиње, неплодне, оголићене, ненасељене области чију је пустош често тешко и схватити.

Све ове области карактеришу се осуштом сталних водених токова. У њима нема утицања ка мору, и према томе, нема оног нормалног рада речних токова који су главни чиниоци у стварању рељефа у хумидним областима. И после најјачих провала облака, које се ипак каткад дешавају, водени токови не иду далеко, него се губе, као што смо већ нагласили, испаравањем или претварањем у блатне токове. Сув ваздух, интензивност испаравања и порозност дробине увелико доприносе да се и ово мало површинске воде брзо изгуби. Остало је препуштено ветру, који често дува изванредном снагом.

Али се у пустињским крајевима врши и хемијско распаѓање стена. На тај начин постаје интересантни „пустињски лак“ којим су превучене стене и који бљешти на сунцу. Те сјајне превлаке дају још једноличнији изглед извесним пустињским крајевима, и нарочито се јављају у областима које се одликују максималном аридношћу. Минималне количине воде, често само ноћна роса, растварају минерале, и када у току дана испаре, остављају на површини изванредно fine слојеве од којих, најзад, постају коре и превлаке. У Сахари ове превлаке најчешће имају мрку или црвенкасту боју и састоје се од лимонита — хидроксида гвожђа. „Пустињски лак“ штити стене од дејства ветра, али пешчана зрна која он носи често урежу у овим глатким превлакама интересантан рељеф и фантастичне цртеже.

Утицај пустињског ветра често се осећа и далеко ван самих пустињских региона. Прашина коју ветар доноси из Сахаре и Либије таложи се стално на дну Средоземног Мора,

и то око 4 милиметра за сто година. Још већу количину носе ветрови ка западу, у област Атланског Океана, где се, нарочито у области око Капвердских Острва, она таложи и меша са осталим морским седиментима.

И тако, ветар има много значајнију улогу него што би се то на први поглед могло претпоставити. У многим крајевима света он је чак интензивно утицао и на историју и судбину народа. У Средњој Азији, ветар који носи велике количине пустињске прашине и песка, приморао је многе становнике пространих крајева да напусте своју домовину и да траже уточишта у другим областима. У Северној Африци, пешчане олује и јужни пустињски ветар претворили су у пустињу некада веома насељене крајеве. У овом послу знатно им је помогао и човек који је уништио простране обалске шуме Киренаике, Мармарике и обалског подручја у Триполису. Под дејством ветра наталожене су у многим деловима Европе велике масе леса на коме се данас шире плодни предели црнице. У Кини дебљина ове прашине, донете ветром из азијских пустиња, достиже и више стотина метара.

Рад леда

Споменули смо већ да се разорно дејство леда може упоредити са дејством најјачег експлозива. Он руши најчвршће стене и дроби их у ситне комаде, одваљује блокове и отвара пут разарачком раду других фактора ерозије: води, ветру, хемијском распадању.

Вода продире у пукотине стена, често врло дубоко, и завлачи се у њихове делове где остали фактори разарања не могу тако лако да продру. Када се замрзне, њена запремина повећава се за 9%, а при температурама од минус 22° С

притисак који она врши ширећи се достиже 2100 килограма на један квадратни сантиметар. Али, при томе, овај велики притисак може да повиси температуру смрзнуте воде. Стене са пукотинама у којима има воде изложене су зими и за време мразева сталном напрезању и пуцању; тада се ситне прслине и пукотине проширују, а дуж већих наступа одваљивање и крупнијих блокова. У току првих јачих јесењих мразева у планинским крајевима ово дробљење стена прати често јачи прасак.

Много интензивнији рад врши глечерски лед. Он постаје у оним крајевима који леже изнад границе вечног снега. Изнад ове линије снег који пада не отопи се и не испари потпуно у току лета, и један његов део стално заостаје. Током времена нагомилају се веће масе снега. У исто време, ситни кристали снега прекристалишу сублимацијом у крупније, снег губи своју порозност и претвара се у чврст зрнасти фирн. Ово прекристалисавање и згушњавање врши се једним делом и услед притиска горњих, млађих слојева на доње. Свежи снег има специфичну тежину од 0,05—0,1 и садржи око 90 процената ваздуха; специфична тежина фирна знатно је већа: 0,5—0,6 а садржај ваздуха мањи — око 35 процената; бели глечерски лед има специфичну тежину од 0,8 и садржи само 10 процената ваздуха, док плави глечерски лед садржи свега 2 процента ваздуха.

Ако масе фирна леже на некој нагнутој површини, оне почињу да се крећу под притиском и тежином горњих њихових слојева. Уколико су веће количине фирна и у колико је већи нагиб, ово кретање ће бити брже. На тај начин постају ледници или глечери, ледене реке које се спуштају низ планинске стране; оне дубе своје корито и крећу се ниже све до места где се топљењем губе. Али, ове ледене реке теку изванредно споро, скоро неосетно, милионима пута спорије од речних токова. Извесни гренландски глечери теку знатно брже, чак и 5—20 метара на дан. Велики хималајски глечери прелазе годишње 700—1300 метара, алпијски 30 до

150 метара, док неки гренландски достижу и 7 километара. Брзина овог кретања зависи од многих узрока: дебљине фирна, нагнутости глечерског корита и др.

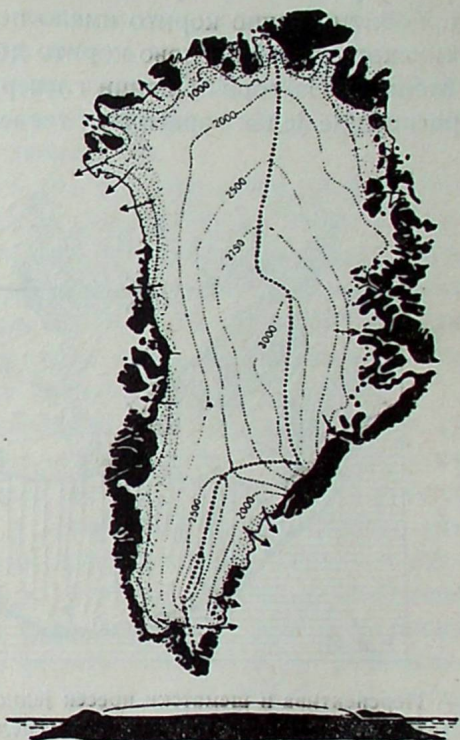
Глечери могу имати различите особине, и по томе се издвајају у неколико типова. Најпростији су фирнски ледници; долињски ледници теку долином веће или мање дужине, и у њих се могу уливати други мањи бочни глечери. Често ледник покрива планински плато и тада се креће радијално, на све стране. Суподински ледник постаје када се у подножју планина споји више глечера у један већи. На Аљасци постоји чувени суподински ледник Маласпина који увелико потсећа на велике суподинске глечере Алпа који су постојали за време леденог доба. Инландајс је циновски леднички покривач велике дужине и ширине. Гренландски инландајс покрива скоро цело ово острво и из леда вире само узани ободни делови. Антарктички инландајс је још пространији. За време дилувиума велики део Европе био је покривен једним циновским инландајсом. Гренландски инландајс достиже у неким својим деловима дебљину од 3000 метара.

На већим ледницима, уколико о њима има података, констатована су годишња и вековна колебања. Сваке године дужина глечера колеба се у току појединих месеци: крајем пролећа они се највише спуштају, а у току лета, услед јачег топљења, највише се повлаче. Од 1600 до 1720 године алпијски глечери били су се врло ниско спустили, па су се, затим, знатно повукли. Ово повлачење трајало је све до 1814 године. После тога наступило је поновно спуштање глечера, све до године 1855, када наступа ново напредовање које је трајало до почетка нашег века. Ово колебање није захватило све глечере и није било подједнако, тако да се не може рећи да је изазвано само једним узроком, на пример извесним климатским променама.

Глечер носи знатну количину стеновитог материјала. Један део тог материјала води порекло од дробине која се

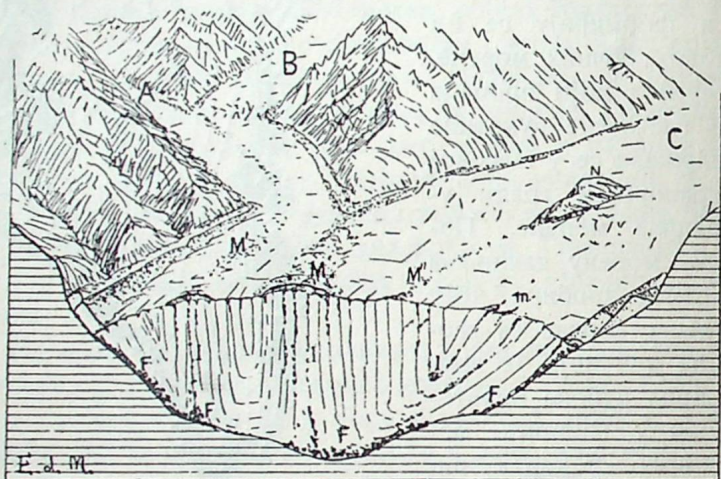
спушта до обода ледника или се откотрља и на сам глечер. Други део отргнут је од дна и страна корита. Тај материјал гради морене; оне могу бити површинске, унутрашње и подинске.

Површинске морене леже на површини глечера, на његовим боковима или у средини. Средишне морене постају када се споје два глечера и формирају се од њихових бочних морена. Материјал који пропада кроз глечерске пукотине и задржава се у његовој унутрашњости гради унутрашње морене. Подинску морену сачињава стеновита дробина коју је глечер отргао са свога дна или који је пропао кроз дубоке пукотине у леду. Подинске морене врло су карактеристичне, јер се састоје од глине, песка и крупнијих угластих комада чије су стране често углачане и избраздане зарезима. Овде нема котрљања шљунка као у речном кориту, по чему се речни шљунак лако разликује од моренских валутака.



Карта гренландског инландајса и профил кроз јужни део Гренланда. Размера 1:30.000.000. Висина профила увећана двадесет пута. Црно, стеновита подлога; бело, лед; стрелицама су означени глечерски језици који се спуштају у море. По Бринкману.

Крећући се низ своје корито, ледник еродира његово дно и стране, и, ако је корито којим он тече било некада речно, преиначује га и претвара у глечерски валов карактеристичног облика са широким дном и стрмим, често усправним странама. То преиначавање нарочито се истиче јер је првобитно речно корито имало попречан профил облика латинског слова V, а ново корито добија попречан профил као слово U. На горњој ивици глечерског валова често се јасно распознаје један заравњени, терасаст део — глечерско раме,



Перспектива и шематски пресек једног великог глечера са разним типовима морена (M, M' и M'' средишне морене; I, унутрашње морене; F, подинске морене). По Демартону.

а на његовој горњој ивици налази се често јасно истакнута линија изнад које су стране долине неуглачане. До те линије допирао је лед. Исто тако, некадашња речна долина преиначена је и у уздужном профилу. Пад њеног дна није једноставан и постепен, него се у уздужном профилу смењују отсеци и удубљени делови. Постоји и читав низ других по-

јава на основу којих се лако може разликовати глечерски валов од речне долине.

Глечер носи своје морене до места где се његов чеони део топи, и ту их нагомилава, градећи лучне бедеме чеоних морена. Овај моренски лук ограничава крајњи или терминални басен; његово дно покривено је подинским моренама и друмлином, остацима нижих делова подинских морена чије је горње делове однео глечер. У крајњем басену често се налази језеро. Подинске морене обично граде низове купа раздвојене неправилним удубљењима.

Постоје и многи други трагови глациалне ерозије. Терени преко којих су прелазили ледници имају изглачане површине; на њима се често налазе зарези или стрије. Дуж старих великих глечерских валова у планинским крајевима налазе се „висеће глациалне долине“. Тим долинама кретали су се мањи ледници. Они нису могли да издубе своје долине колико је то учинио главни ледник у који су се уливали.

Несумњиви трагови глечерске ерозије констатовани су у многим крајевима Европе, у областима које данас леже далеко испод границе вечног снега и у којима сада уопште нема ледника. Осим тога, у пространој низији Северне Немачке, у Пољској, балтичким државама и на значајном пространству у Русији, затим на Британским Острвима, налазе се блокови и облаци стена чијих изданака у том делу нашег континента нема, али чије се веће масе налазе у Феноскандији, нарочито у Шведској и Норвешкој. Што је најзначајније, издаци ових стена нису уопште откривени нигде на другом месту у Европи. За многе од ових блокова и облутака, чије су површине често изглачане и са зарезима и стријама, утврђено је да воде порекло из Шведске. Неки блокови и облаци гранита потичу са Аландских Острва. Нису ретки ни валуци сијенита који се уопште јавља само на релативно малом пространству у околини Осла. У овом материјалу нађене су еруптивне стене из области Шонена, а међу седиментним стенама нарочито су чести силурски кречњаци са

острва Готланда. Ти су блокови и облутци различите величине, а највећи је чувени Триглавштајн код Великог Тихова у Померанији — његова запремина износи око 600 кубних метара. У Енглеској, нарочито у Јоркшајру, налазе се, такође, облаци пореклом из Скандинавије.

Те облутке, као и остали моренски материјал који покрива огромне просторије у овим деловима Европе, донели су из Феноскандије или из других удаљених области велики глечери у току леденог доба.

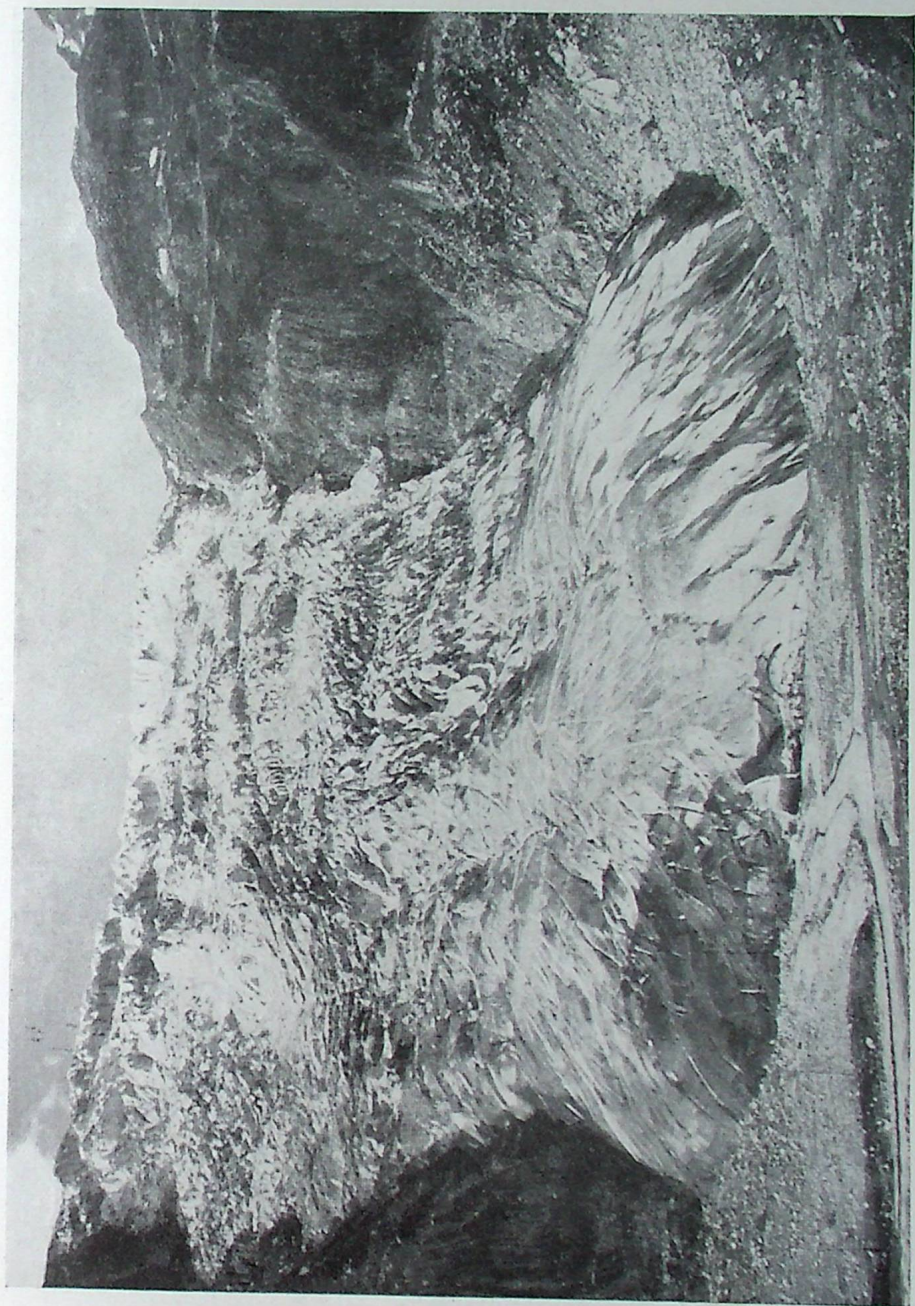
У Алпима и осталим високим планинама Европе нађени су такође на много места овакви блокови и облаци — ератични блокови како се називају у геологији, стене отргнуте и пренете глечерским ледом далеко од места где се налазе њихови издаци.

Многе долине које по облику потпуно личе на глечерске валове, имају изглачане и избраздане стране. То су несумњиво стара ледничка корита из којих се давно повукао лед.

Постоје и многи други несумњиви трагови на основу којих се поуздано може утврдити да су се глечери раније спуштали много ниже него данас, да је снежна граница била увелико помакнута надоле, и да су пространи крајеви нашег континента били покривени огромним масама глечерског леда, а у Северној Европи утврђени су поуздани трагови великог инландајса који је некада захватао већу просторију од данашњег гренландског инландајса.

На основу тих многобројних и разноликих трагова геолози су успели да реконструишу некадашње пространство глечера, и да утврде да су се те циновске ледене масе у више махова повлачиле далеко на север и у високе планине, па, затим, изнова спуштале ка југу и у планинска подножја.

Ове чињенице објашњаване су у почетку на различите начине. Године 1835, Чарлс Лајел поставио је „теорију дрифта“, по којој је, у недавној геолошкој прошлости, у време које непосредно претходи данашњици, у Немачкој и

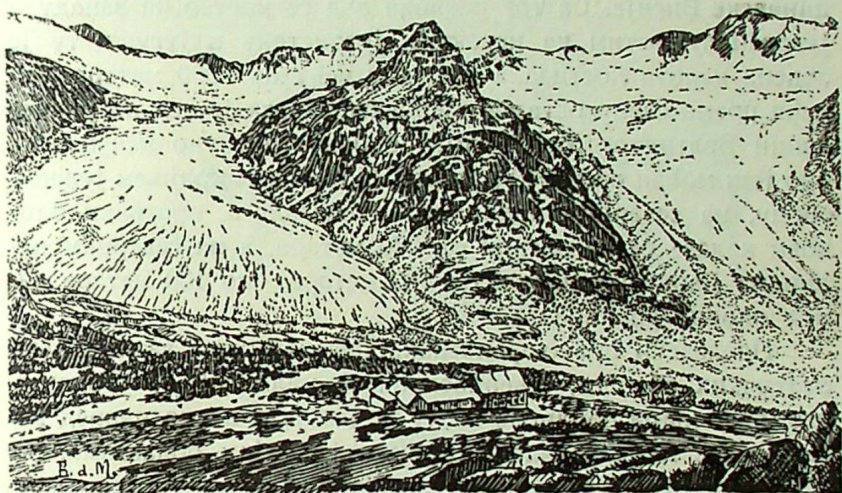


Завршни део Ронског Глечера. Вода која постаје топљењем ———— тавља почетак реке Роне. По Гејзелинку.



Глечери Монблана са површинским моренама. Фото Спелтерини.

суседним областима постојало море; оно се простирало на југ све до Мителгебирга. По њему су пливали велики ледени брегови пореклом са скандинавских ледника, а ератични блокови нађени у овим областима претстављају, у ствари, материјал који су донели ледени брегови (дрифт). Доцније, када су скоро на безбројним местима утврђени несумњиви трагови ерозије старих глечера, Лајелова теорија дрифта за-



Панорама глечера Цемгрунда (Ецтал). По Демартону.

мењена је Тореловом „теоријом инландајса“. Колективним радом многих генерација истраживача — геолога, палеонтолога, географа, палеоклиматолога, астронома, преисторичара и др. реконструисане су границе до којих су ти ледници допирали и опште геолошке прилике које су владале за време великог леденог доба.

Глечерски поток, који постаје топљењем крајњег чеоног дела ледника, носи знатну количину шљунка и песка. Највећим делом тај материјал води порекло од морена. У току транспорта облаци се извесним делом заобле и често их је

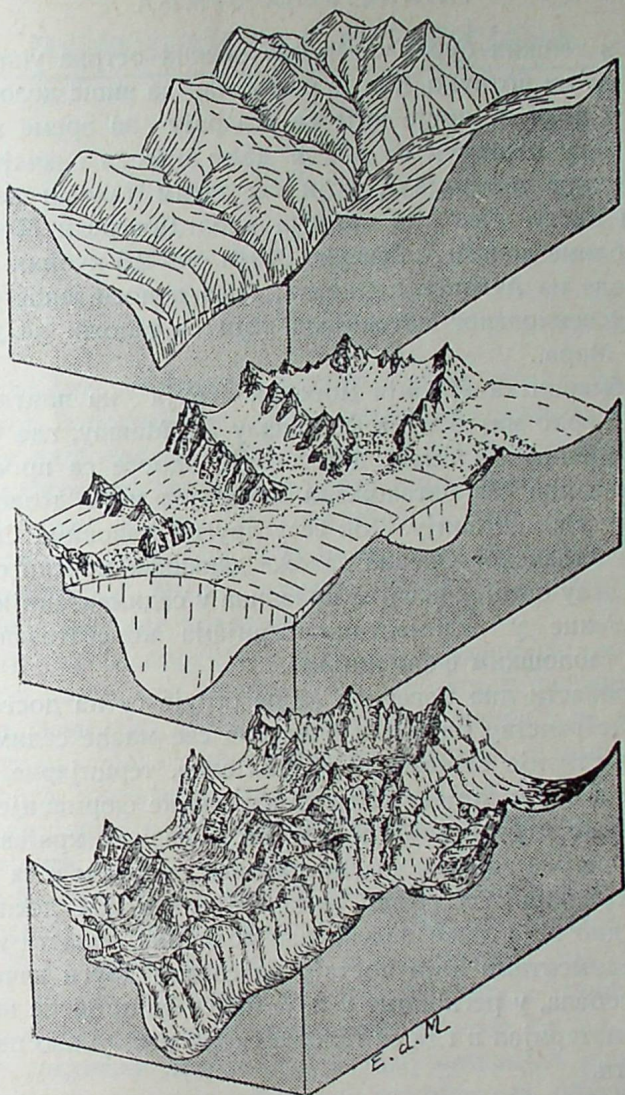
тешко разликовати од обичног речног шљунка; ти наноси називају се флувиоглациални наноси.

За време максималног ширења, северноевропски дилувиални инландајс покривао је просторију од око 6,5 милиона квадратних километара, дакле преко три пута више него данашњи гренландски инландајс (1,9 милиона км²) приближно колико половина антарктичког (14 милиона км²). Највишињегови делови лежали су источно од главних гребена Скандинавске Висије. Са тог развођа лед се кретао ка западу и југозападу, затим ка истоку и југоистоку и југу, и ту је ледена калота достизала дебљину већу од 2000 метара. Судећи према свему осталом, вероватно је да је лед на јужној ивици Балтичког Мора, чији је базен потпуно испуњавао, био још моћан око 1000 метара. На његовом крајњем јужном ободу, на северним падинама Ризенгебирга, ератички блокови налазе се на висини од 580 метара, а на северним падинама Харца на висини од 400 метара, око 130 метара изнад околне равнице.

Прелазећи преко феноскандинавског тла, затим преко балтичких области, северноевропски инландајс је у значајним размерама еродирао своју подлогу, и носио напред велике масе морена таложећи их у јужнијим областима. На неким местима Севернонемачке Низије дебљина овог материјала износи више стотина метара, ма да просечно није већа од 100 метара.

Геолошки рад плиме, осеке и морских струја

Геолошки рад плиме и осеке има претежно локалан значај, ма да на неким обалама плима увелико појачава разарачки рад таласа. На ниској холандској и немачкој обали нарочито опасне провале насипа дешавале су се за време



Постанак глациалног рељефа у високим планинама. Горе, преглациални рељеф; у средини, иста област под глечерима; доле, рељеф после ишчезавања глечера. По Демартону.

ТАЈАНСТВЕНА ЗЕМЉА

плиме и тешких бура; читав низ ниских острва уништен је на тај начин потпуно, или је распарчан на више делова. Али, покрети воде и струје које се стварају за време плиме и осеке могу отргнути са дна и даље однети значајну масу седиментног материјала, који се, затим таложи на неком другом месту. Тако, на пример, кроз Доверски Мореуз за време плиме долази у Северно Море око 2,5 кубних километара воде из Атланског Океана; она доноси више од 2000 тона суспендованог материјала који се таложи на дну Северног Мора.

Субмаринска ерозија морских струја на плитком дну често је врло интензивна. У Каналу Ла Маншу, где су врло јаке и допиру до самог дна, струје односе са пространих површина дна сав наталожени материјал и не дозвољавају никакву седиментацију. Док се у другим деловима Северног Мора и Атланског Океана талоче данашњи морски слојеви, у овом делу остаје значајна празнина у седиментацији. Сличне празнине у седиментним серијама констатоване су у разним геолошким формацијама.

У области дна Северног Мора струје су на доста великом пространству однеле и очистиле све млађе седimente и откриле старије слојеве — дилuviјалне, терцијарне, кретацејске, па чак и слојеве угља из карбонске формације.

Морске струје које долазе из поларних крајева носе ледене брегове заједно са унутрашњим, а делом и са подинским моренама. Топљењем леда тај материјал доспева на морско дно које лежи далеко ван поларних области и меша се са седиментима који постају на сасвим други начин, далеко од обала, у регионима у које иначе не продире никакав грубљи материјал и где се талоче скоро искључиво пелашки седименти.

У ранијим поглављима видели смо да остаци органског света, који је постојао у разним геолошким периодама, претстављају најпоузданије документе за реконструкцију читавог низа сложених геолошких процеса и промена кроз које је прошла Земља у току свог изванредно дугог развића. Органски свет је, исто тако, и врло значајан геолошки фактор, јер животиње и биљке активно учествују у изграђивању и рушењу земљине површине.

Многе седиментне стене, поготову органогене, састоје се, највећим делом или потпуно, од органских остатака, љуштура и скелетних делова. Такве стене стварају се и данас. Из карте на којој су претстављени данашњи седименти океана и мора, најбоље се може добити права слика о значају чак и оних ситних, скоро неприметних љуштурица праживотиња и алги.

Груби материјал копненог порекла таложи се у плитким деловима близу обале, најчешће у области континенталног прага. Даље, према пучини, он је све ситнији, тако да у областима знатно удаљеним од обалске линије зрнца кварца копненог порекла ретко имају већи пречник од 0,1 милиметара. У средишне делове океана овај материјал једва и допире, готово увек у веома малим количинама, обично донет ветровима. У тим регионима стварају се данас тзв. *пелашки седименти*, састављени највећим делом од љуштура и скелета планктонских организама, претежно врло ситних пра-

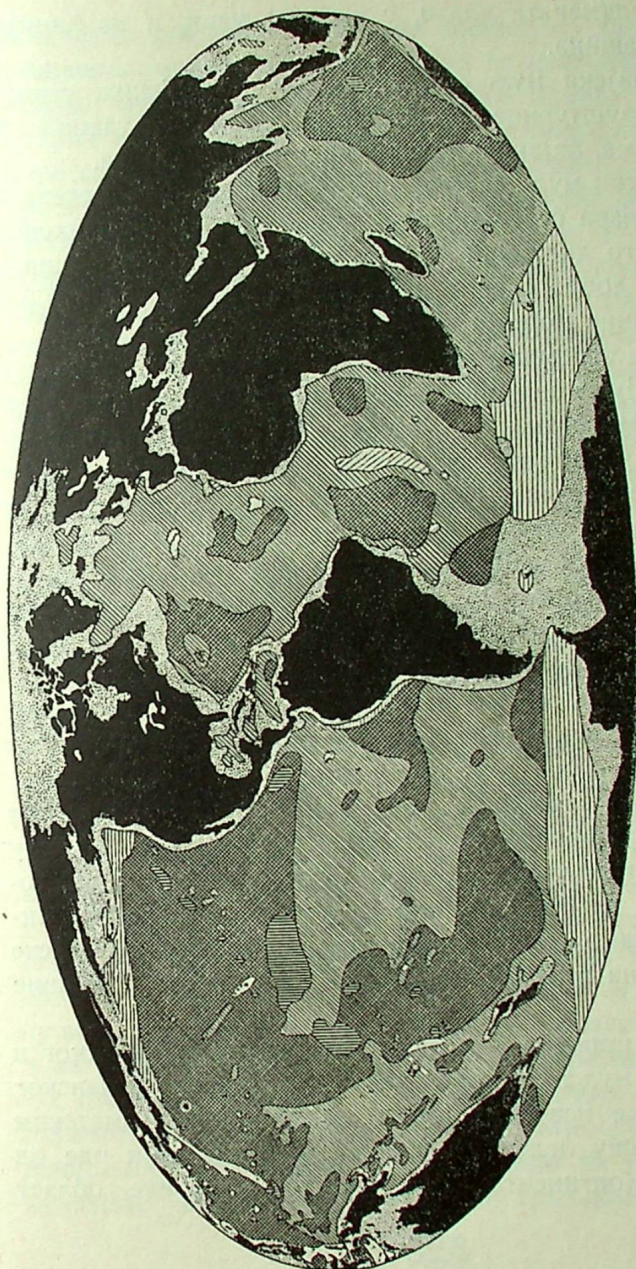
животиња и алги које лебде у горњим површинским слојевима. У тој добро осветљеној површинској зони морске воде налазе се безбројни организми, милијарде и билиони, једно непрегледно мноштво јединки чији је број несхватљив. Они непрестано изумиру и њихове љуштуре постепено тону, као нека непрекидна киша која пада кроз морске и океанске дубине ка дну.

Међу планктонским организмима, геолошки су најважнији, од праживотиња — глобигерине, затим радиоларије, а од алги диатомеје; коколитофорида, за које се не зна поуздано да ли су биљке или животиње, такође у многоме доприносе стварању данашњих пелашких седимената. Од виших организама нарочито су значајни птероподи, једна група пелашких пужева.

Љуштуре глобигерина, птеропода и коколитофорида састоје се највећим делом од кречњака (калциумкарбоната), а љуштуре радиоларија и диатомеја од силиције (кремена). Пролазећи кроз слојеве морске воде од површине ка дну кречњачке љуштуре изложене су процесу растварања, које је утолико јаче, уколико је вода под већим притиском, дакле дубља, и уколико је хладнија, тако да оне све и не доспевају до дна.

Љуштуре глобигерина таложе се претежно на деловима морског дна који леже у дубинама између 2000 и 5000 метара. Ту оне граде глобигерински муљ, светло мрки или црвенкасти покривач који захвата велике просторије. Поред глобигеринских љуштурса, у овим дубинама таложе се и љуштуре птеропода, затим коколитофорида. Ако љуштуре ових организама преовладају мноштвом, онда постаје коколитски и птероподски муљ. Глобигерински муљ покрива око 34,5% укупне површине морског дна.

У дубинама испод 5000 метара талози се данас црвена дубокоморска глина, фини црвенкасти муљ, који, у суштини, претставља нерастворни, заостали део глобигеринског муља, односно глобигеринских љуштурса. У састав ових дубо-



Плыви муљ,
гласиално-мор-
ски муљ; плит-
ководни седи-
менти

Вулкански
муљ

Диатомејски
муљ

Птероподски
муљ

Глобигерински
муљ

Радиохаријски
муљ

Црвена глина

Распрострањење данашњих морских талога. По Бринкману.

коморских седимената улази, у знатној мери, и најфинија вулканска прашина.

Радиоларијски муљ састоји се од силицијских, тешко растворних љуштурица радиоларија, које се таложе у већим дубинама, највише између 4000 и 8000 метара.

Диатомејски муљ, састављен највећим делом од скелета диатомеја, ствара се у поларним областима или у њиховој близини, пошто диатомеје највећим делом живе у хладној, површинској, добро осветљеној води; он покрива око 7,5% укупне површине морског дна.

И тако, на огромним просторијама данашњег дна океана и мора стварају се значајне масе седимента скоро искључиво нагомилавањем органских остатака. Такви седименти стварали су се и у ранијим геолошким временима, али, што је веома карактеристично, налазе се на врло мало места. Ту чињеницу стално наводе присталице теорије о перманентности континената и океана, и на основу ње закључују да старо океанско дно које се налазило у абисалним регионима није уопште нигде издигнуто и скоро уопште не улази у састав данашњих континената.

Дубокоморски седименти таложе се изванредно споро. То се може закључити већ на основу природе материјала од којег се састоје, али о томе има и других геолошких доказа. На више места у слојевима дубокоморских седимената, који данас покривају морско дно, нађени су зуби ајкула које су живеле у терцијару. Према извесним мерењима за 1000 година наталожи се просечно око 12 милиметара глобигеринског муља а само око 5 милиметара црвене дубокоморске глине (ова глина захвата приближно 36% укупне површине морског дна).

На основу промена у распрострањењу глобигеринског и дијатомејског муља констатованих у области Атланског Океана, могу се извући значајни закључци о климатским променама у току леденог доба. На профилу који иде од Антарктичког Континента до обале Јужне Африке, област

покривена диатомејским муљем знатно се сузила у алувиуму (данашње геолошко доба). Некада се диатомејски муљ простирао све до половине растојања између Кергеленских Острва и капштатске обале. Данас глобигерински муљ допире скоро до ових острва, и покрива, као танка превлака, црвену дубокоморску глину и диатомејски муљ. Ширење глобигеринског муља констатовано је и у средњем делу Атланског Океана. Ове појаве у јужном Атлантику стоје свакако у вези са повлачењем антарктичког инландајса и са општим отопљавањем. Да је некада океанска вода била хладнија него што је данас, јасно се види и по смањивању области црвене дубокоморске глине, пошто растварачка моћ воде расте са опадањем температуре. Како главни део црвене дубокоморске глине претставља нерастворни остатак глобигеринских љуштура, то се повећавањем температуре и смањивањем растварачке моћи воде, повећао број глобигеринских љуштура које падају на дно океана и уместо црвене глине почео се ширити глобигерински муљ. Диатомејски муљ таложи се, као што смо видели, у хладним областима, а сужавање хладних региона стоји, свакако у вези са отопљавањем и са климатским променама.

Као искључиво органогене творевине могу се сматрати и спрудови у тропским областима, састављени претежно од коралских скелета, по чему се и називају коралским спрудовима. Поред корала, у изграђивању ових спрудова имају нарочитог удела морске алге, међу њима специјално род литотамниум, који, као што смо видели, у великој мери учествује и у изграђивању фосилних спрудних кречњака у околини Београда. Спрудотворни организми претстављају једну врло сложену животну заједницу, изванредно шаролику и заступљену многобројним веома интересантним типовима. Од шкољака, које живе у области плитких спрудова, треба нарочито споменути род тридакну, чије љуштуре достижу заиста диновске димензије. Урођеници на индопацифичким острвима употребљавају љуштуре тридакне као корита за

купање деце, пошто оне често достижу дужину преко једног метра. Многобројни су и пужеви, међу њима многи са дивним, шареним и веома украшеним љуштурама, затим морски јежеви; местимично се шире праве подморске ливаде алги. У великим пећинама, у коралском кречњаку, крије се читав један сложен и још недовољно испитан свет.

Такви спрудни кречњаци стварани у ранијим геолошким формацијама изграђују велике делове данашњег копна, и улазе у састав многобројних планина. У околини Београда моћне масе „ургонских кречњака“ састоје се претежним делом од скелета корала и дебелих љуштура шкољака и пужева. Постоје и слојеви изграђени скоро искључиво до ситних љуштурица фораминифера орбитолине. У Сувој Планини стари спрудови достижу циновске димензије и могу се упоредити са неким фосилним спрудовима у Алпима.

У неритској зони, у деловима где нема спрудова, у састав седимената улазе многобројни остаци разних организама чије љуштуре и скелети често састављају претежни део масе кречњака и пешчара. Каткад су поједини делови скоро искључиво састављени од љуштура шкољака, пужева, морских јежева, амонита, брахиопода и др.

У области Бахамских спрудова стварају се и данас врло интересантни седименти. Температура воде у овој области варира између 26 и 30°C, а садржај соли врло је велики, пошто је испаравање веома интензивно. На дну, нарочито у муљу, живе многобројне бактерије. Колико их има најбоље се може видети по томе што један грам овог муља садржи просечно 500.000—2,000.000 индивидуа. На местима где је вода узбуркана, стварају се ситна кречњачка зрна — оолитски кречњак. Она постају од ситних честица које лебде у води и око којих се таложе концентричне љуске састављене од калциумкарбоната.

На дну покривеном кречњачким оолитом бујно се развијају корали и многобројне алге, затим остали претставници плитководних и спрудних животних заједница. За време

већих бура вода се замути и постаје млечно бела од финог кречњачког муља. Овај муљ таложи се и у дубљим деловима поред спрудова, као што код правих коралских спрудова издробљени и фино уситњени материјал пореклом од љуштура и скелета разних организама, затим од таласима разбијеног спрудног кречњака, доспева на морско дно стотинама километара даље од самих спрудова.

Неки истраживачи сматрају да један део маса финих горњојурских литографских шкриљаца, у којима су нађени савршено очувани остаци многих организама, претставља наталожени коралски муљ који се седиментовао у мирним лагунама између спрудова.

ЗЕМЉА КРОЗ ГЕОЛОШКО ВРЕМЕ

Као што смо већ видели, многобројна су и разноврсна документа на основу којих је извршена реконструкција низа промена кроз које је Земља прошла у току свога геолошког развића.

Најстарија геолошка периода јесте *архајска*. Италијански геолог Сако сматра да се Земља у то време налазила у стању које се најбоље може упоредити са данашњим стањем на Венери. Извесно је да је архајска периода, у коју пада и прва појава живота, трајала изванредно дуго, више него све остало геолошко време. Стене стваране у том прастаром добу увелико су измењене, али су се на многим местима, у старим масивима, или у средишним зонама веначних планина, сачувале и до наших дана. На основу великих дискорданција констатованих у архајским серијама Канадског и Балтичког Штита, нарочито у Финској и у области Великих Језера у Северној Америци, можемо скоро поуздано закључити да су се током архајика извршили врло јаки орогени покрети који су захватили огромне просторе, можда чак и целу тадању чврсту земљину кору. Ови покрети били су нарочито интензивни при крају архаика. То је чувена „лаурентијска револуција“ како је називају амерички геолози.

У алгонкији, или у протерозојској периоди, нарочито у горњем делу веома моћне серије стваране у току ове периоде, нађени су и најстарији остаци живог света. Да је у то време постојао већ знатно диференциран органски свет

види се и по слојевима антрацита и доломита који су нађени у алгонкијској серији. То је, у исто време, и најстарија периода у којој су утврђени несумњиви трагови великих глацијација, што показује да је за време алгонкије било и ледених доба. У Северној Америци — северно од Хурона и јужно од Горњег Језера, нађене су глине са комадима изглачаних и искрцаних валутака — леднички тилти.

Велике дискорданције у алгонкијској серији слојева доказ су да је и у овој периоди било значајних орогених покрета, и да су се они вршили у више махова. На неким местима могу се чак утврдити и правци пружања старих планинских бора. По В. Петковићу, „ова убирања имају у области Великих Језера и у Канадском штиту општи правац З—И или ЈЗ—СИ. Овај исти правац имају и алгонкијске боре у Европи: на Хебридским Острвима, у најсевернијем делу Шкотске и на Лофотским Острвима. По томе је оправдана претпоставка о егзистовању једног планинског венца, који се пружао од Канадског Штита преко северног дела данашњег Атланског Океана у поменуте најсеверније делове Европе. По језеру Хурону ово убирање названо је хуронским убирањем. У области Балтичког Штита констатовани су, такође, несумњиви трагови алгонкијског убирања, само овде боре имају сасвим други правац пружања“. У Сибиру постоје старе алгонкијске боре знатног пространства.

Стари век земљине историје (палеозојик)

Промене кроз које је прошла Земља у току старог века земљине историје могу се лакше пратити и реконструисати са више детаља.

Камбрија, најстарија палеозојска периода, добила је име по старом латинском називу Велса — Камбриа. У овој периоди

постојали су већ пространи континенти, али је њихову тачну границу тешко реконструисати. Под морем био је, у то време, највећи део Западне, Средње и Јужне Европе. Једини подаци о камбријским континентима јесу, у ствари, стене које су дале материјал за стварање дебелих и многобројних слојева конгломерата и пешчара. Клима је, изгледа, била релативно хладна, а на неким местима утврђени су извесни трагови камбријских глацијација.

У Велсу, где су камбријски слојеви класично развијени, камбријска серија достиже дебљину од око 4000 метара. На европском тлу нарочито су чувени камбријски терени у Чешкој, у Прашком Басену, где је нађена и врло богата фауна састављена претежно од трилобита. То је „Примордиална фауна“ Јоакима Баранда, за коју се некада сматрало да претставља најстарији фосилни органски свет.

Камбријски слојеви захватају велико пространство у Северној Америци где су развијени у врло сличним фацијама са камбријском фацијом Северне Европе. Једино се камбријски терени на источној страни Стеновитих Планина и у држави Монтани знатно разликују од северноевропског развића ове периоде.

Главни камбријски карактеристични фосили јесу трилобити. На основу родова *Olenellus*, *Paradoxides* и *Olenus*, камбрија је подељена у доњу, средњу и горњу камбрију.

Силурска периода, тако названа по једном старом племену које је некада живело у Велсу, мање је монотона од камбрије, и на основу развића њених седимената може се већ поуздано утврдити да је у то време у северном делу Атланског Океана постојало једно велико копно коме је свакако припадало и острво Гренланд. Јужну ивицу овог копна изгледа да је градио Хуронски Планински Венац, а северно од њега простирао се Арктички Океан. У то време на јужној хемисфери постојао је велики Екваторијални Континент. Између ова два копна лежало је Старо Средоземно Море.

Силурска периода нарочито је значајна по томе што су

у силурским седиментима нађени најстарији досад познати остаци фосилних кичмењака — рибе. Пошто у многим областима постоје силурски коралски спрудови, вероватно је да је клима била знатно топлија него у камбрији.

Крајем силура и почетком девона у Европи су се десили значајни догађаји: тада се издигао Каледонски Планински Венац. У то време, па и доцније, вулканска активност на нашем континенту, нарочито у Шкотској, Девоншајру, Бретањи и Средњој Немачкој, била је нарочито активна.

Девонска периода добила је назив по грофовији Девоншајру у Енглеској, где су по први пут издвојени девонски слојеви. Постанком Каледонских Планина стари Северно-атлански Континент знатно је проширен на југу и у његов састав ушли су Скандинавско Полуострво и претежни део Енглеске. Близина његове обале нарочито се јасно истиче у Шкотској где се, као и у Северној Енглеској и Ирској, у то време стварао „стари црвени пешчар“, огромна серија приобалских и лагунских слојева чија укупна дебљина достиже до 6000 метара. У састав ове серије, нарочито доњег дела, улазе и моћне масе конгломерата чији валуци воде порекло са копна. „Стварање овог пешчара вршило се на самом копну, у затвореним, плитким морским басенима или у речним долинама или у лагунама које су постојале при повременим инвазијама мора“.

Екваторијално Копно, које често називамо и Бразилијско-етиопско-аустралијско Копно, било је знатно простране. У његов састав улазио је највећи део Бразилије, затим знатан део Средње Африке, острво Мадагаскар, Индија, вероватно чак и један део Аустралије.

Да ли су то била одвојена копна или делови старог пракопна, у Вегенеровом смислу, још се поуздано не зна. Да су она заиста постојала у девону и да је географска карта света у то време увелико била различита од данашње, говоре многи врло поуздани подаци.

Између ова два копна лежало је Старо Средоземно Море,

или океан Тетис, чије се границе у девону могу већ детаљније пратити. Његове обале допирале су на северу до Харца и Ардена, а у Енглеској до Девоншајра, а на југу лежале су у области данашње Сахаре. Ка истоку, Старо Средоземно Море пружало се све до Јужне Кине, преплављујући простране области које данас улазе у састав данашње Јужне Азије.

О климатским приликама у девонској периоди тешко се може рећи ма шта прецизно. У области у којој су таложени стари црвени пешчари изгледа да је владала пустињска клима. То би се могло закључити по њиховој црвеној боји и по многим другим особинама, јер се сличне творевине таложе данас у неким пустињама или у тропским областима. На основу постојања девонских коралских спрудова у многим крајевима Западне Европе, може се закључити да је морска вода била релативно топла.

Огромне просторије Европе почеле су у девону лагано да тону. Због тога је море преплавило простране делове нашег континента. Трансгресија која почиње у доњем девону, наставља се и кроз средњи девон; њен максимум пада у време које одговара крају средњег и почетку горњег девона. То је једна од највећих трансгресија за које се уопште зна, и са њом се могу упоредити само келовејска и горњекретацејска трансгресија.

На Балканском Полуострву девонски слојеви познати су одавна поред Босфора. Много веће распрострањење имају у Карнијским Алпима и Караванкама.

У извесним слојевима, за које се сматра да припадају најгорњем девону, нађени су на Гренланду остаци најстаријих водоземаца, врло примитивних стегоцефала. Раније је као најстарији, али сумњиви траг копнених кичмењака, сматран један отисак шапе неког непознатог и увелико загонетног организма нађен у девонским слојевима Америке.

Карбонска периода је тако названа по каменом угљу (године 1822 енглески геолог Конибер одвојио је у специ-

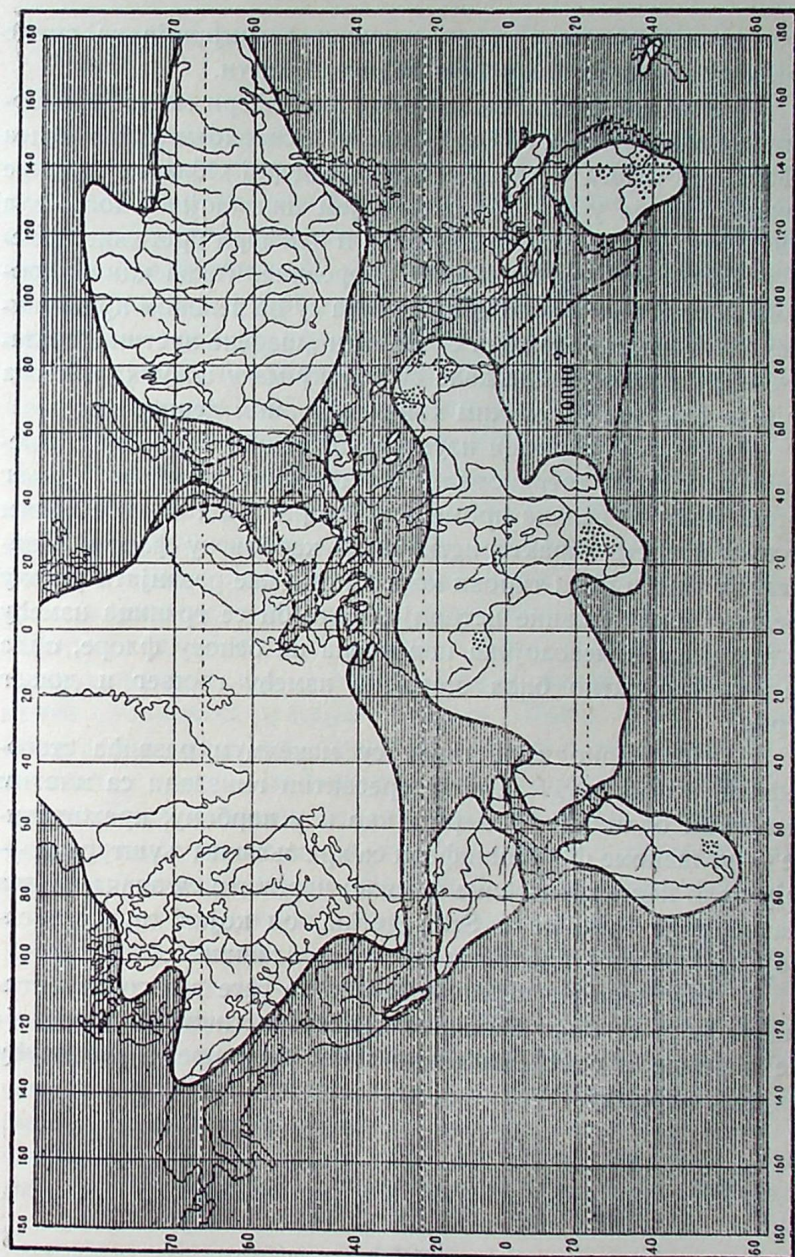
алан карбонски систем терене Енглеске који садрже камени угаљ).

У току карбонске периоде извршиле су се значајне промене у распореду копна и мора. Многе области Европе постале су суво тло, јер се море далеко повукло. То исто десило се у источном и северном делу Америке, затим у пространим крајевима Азије. Али је, скоро истовремено, море захватило огромну територију, нарочито на истоку, где се у горњем карбону успоставила веза између Старог Средоземног Мора и пространог некадашњег Уралског Мора.

На тим пространим континенталним површинама, на којима су заостале велике мочваре и језера, бујно се развијала стара карбонска флора чије прашуме покривају недогледне пределе. Као што смо већ напред видели, климатске прилике у току карбона увелико су омогућиле ово развиће; у исто време, на копну се све више развијају водоземци, па се чак јављају и најстарији гмизавци. Као нарочито значајан догађај треба споменути стварање Херцинских Планина, и формирање огромних наслага угља. У вези са интензивним набирањем стоји и врло јака вулканска активност.

Карбонски слојеви захватају врло велико пространство на Балканском Полуострву и у Србији.

Пермска периода, тако названа по губернији Перму у Источној Русији, звала се раније дијас, пошто се у њој могу издвојити два дела — горњи и доњи перм. Она претставља последњу периоду старог века земљине историје и у њој се гасе многи чисто палеозојски типови међу органским светом. Распоред копна и мора по општим особинама сличан је распореду који је постојао у карбонској периоди, ма да су се у појединостима извршиле значајне промене. Постојање копна Гондване утврђено је многобројним налазима глосоптеријске флоре на континенталним масама јужне хемисфере. Док су многи крајеви у Европи и Северној Америци имали суву, пустињску климу, на јужној хемисфери



Распоред копно и мора за време пермске периоде. Хоризонталне линије — море; бело — тацкицама су означена места на којима су сигурно утврђени стари леднички талози и трагови глечерске ерозије. По Кокену.

постоје несумњиви трагови великих глацијација за време којих су ледници покривали велике области.

Пустинска клима на северној хемисфери може се утврдити на основу више појава. Слојеви и склади соли и гипса стварани у перму у Харцу и Мансфелдској Области најбоље показују да је у тој области крајем палеозојика постојала сува и топла клима. Конгломерати и пешчари претежно црвене боје, свакако су пустинске творевине. Таква клима продужила се делом и кроз тријас, када су на великом пространству у Немачкој таложени седименти „шарене пустиње“. Планине варисциског венца дале су велику масу шљунка и песка који је таложен у великим континенталним депресијама.

У пермској периоди изумиру последњи трилобити и нестају последњи тетракорали. На граници доњег и горњег перма врши се велика промена у флори. Тада се губе многи родови и врсте карактеристични за карбонску флору, а појављују многи нови типови који ће се даље развијати у току средњег века земљине историје. Када би се граница између палеозојика и мезозојика повлачила на основу флоре, онда би она вероватно била стављена између горњег и доњег перма.

У овој периоди достигли су максимум развића стегоцефали, а појављују се и интересантни гмизавци са многим сисарским одликама. У перму, као и у карбону, праживотиње — углавном фораминифери са кречњачким љуштурама — дају врло карактеристичне фосиле; нарочито су значајна два главна рода *Fusulina* и *Schwagerina*, од којих се често састоје моћне масе кречњака и читаве планине.

У току пермске периоде лагано се гасе све групе организама које су биле нарочито карактеристичне за палеозојске периоде и само релативно мали број прелази у идућу тријаску периоду.

Средњи век земљине историје (мезозојик)

У тријасу Земља улази у нову фазу развића која се завршава крајем кретацејске периоде. Кроз цело ово изванредно дуго време највећи део Јужне Европе — скоро сва област најмлађих веначних планина — била је преплављена Старим Средоземним Морем које је тада имало димензије океана. У Старом Средоземном Мору наталожена је током мезозојика огромна серија слојева, главни део седиментних стена од којих се састоје Алпи, Пиринеји, Атлас, Апенини, Карпати, Хималаји и друге високе веначне планине Евроазије. Поред Старог Средоземног Мора које је тада захватало, углавном, јужне европске области, постојало је у Средњој и Западној Европи једно пространо и плитко море које је испуњавало велику депресију у области херцинских набора. Ово море било је затворено скоро са свију страна, и само је повремено стајало у широј вези са Тетисом; оно је познато под називом „Германско Море“, а седименти таложени у њему и дуж његових обала издвајају се као седименти „германске фације“ тријаса. Доњи тријас у овој области издваја се као формација „шареног пешчара“. То су, у почетку, чисто континенталне или лагунске формације у којима нема морских фосила. Тек при крају овог одељка тријаса, море захвата веће пространство и преплављује знатан део Западне и Средње Европе, јер преко континенталних и лагунских творевина, доњег и средњег дела шареног пешчара, леже слојеви са многобројним морским фосилима.

И даље, током целе тријаске периоде, Германско Море се јасно издваја, ма да је често било у вези, на истоку и југозападу, са Старим Средоземним Морем. Цела ова област претстављала је у тријасу простран пустињски регион у коме су се налазиле многобројне лагуне. То је била врло интересантна област; она се најбоље може упоредити са данашњим пустињским појасем који се простире од Западне

Африке до Месопотамије. У Тирингији, у слојевима шареног пешчара, налазе се облаци какви данас постају само у пустињама; на то указује и велика дебљина чисто детритичних седимената, конгломерата, крупнозрних пешчара, многих недовољно заобљених блокова, нагомиланих неједнако на појединим местима.

У ову пустињску област продирало је у неколико махова море, захватајући често велико пространство, нарочито средином тријаса. При крају тријаске периоде, велика трансгресија која је покрила простране делове Европе, преплавилa је највећи део германске депресије и успоставила широку везу између Германског Мора и Тетиса. Тада се врши и изједначење морских фауна у ове две одвојене области.

У области Старог Средоземног Мора таложили су се у току тријаске периоде типски морски седименти са богатим фаунама и флорама. Ови седименти издвајају се као „алпијска фација“ или „океански тријас“.

„Подела алпијског тријаса извршена је у Источним Алпима, каже В. Петковић. Ту је он најпотпуније развијен и најбоље проучен. Обиље фосила, нарочито цефалопода и брахиопода, које је често у тријаским слојевима Источних Алпа, учинило би поделу тријаса у овој области и паралелисање његових одељака с одговарајућим у германском Тријасу доста простим и сразмерно лаким, да врло честе промене у фацији и дебљини појединих зона не отежавају овај посао у великој мери“. Те тешкоће јављају се поглавито услед сложених навлака које постоје у Алпима, јер су у овој области тријаски слојеви, који су некада лежали једни поред других, често навучени једни преко других; на много места старији слојеви леже преко млађих. Али је ипак, дугим и стрпљивим испитивањем, решен и у појединостима овај проблем, и данас се могу пратити скоро сви детаљи постанка моћних маса седимената и низ промена кроз које је прошло Старо Средоземно Море у току тријаске периоде.

У Азији, Африци, Северној и Јужној Америци, затим у

Аустралији и великим острвима у Индијском и Тихом Океану, тријаски седименти захватају огромно пространство. Североатланско Копно, у чији је састав улазио знатан део Северне Америке, затим Гренланд, обухватало је Балтички Штит и један део Западне Европе. Јужни део овог копна био је у више махова плављен Германским Морем. Источно од Североатланског Континента постојало је старо копно Ангара или Кинеско-сибирско Копно, како га често називају. Оно је захватало Источни Сибир, простране делове Кине и Монголије, и на север пружало се до старог Бореалног Мора које је запљускивало и обале Североатланског Копна. Да је у току тријаске периоде постојао велики континент Гондвана, видели смо већ у ранијим поглављима. У исто време дуж западних обала Северне и Јужне Америке ширила се некадашња Пацифичка геосинклинала која је, изгледа, стајала у широкој вези са Старим Средоземним Морем. Она је, по свему судећи, била у току тријаса само део пространог Циркумпацифичког Мора које је захватало област данашњих веначних планина око Тихог Океана.

У тријаској периоди извесни родови морских алги имају нарочити значај као градиоци моћних маса спрудног кречњака. Од њих се, на пример, састоји највећи део чувеног Шлернског доломита који достиже дебљину од преко хиљаду метара. Исти такав значај имају и мегалодони, једна изумрла група шкољака са дебелим љуштурама. Оне, заједно са коралима и алгама изграђују простране масе тзв. „мегалодонских кречњака“ у Западној Србији и Санцаку, затим у целој динарској области и у Алпима. Пресеци мегалодона имају срцаст облик и на Златибору и Тари називају их, у неким местима „кошутина стопа“ или „кошутино срце“. Али су, ипак, амонити најважнији тријаски фосили, а поред њих брахиоподи. На основу амонита и брахиопода издвојене су у тријаској серији многобројне зоне.

За време тријаса клима је била врло уједначена у целој области Старог Средоземног Мора. У Средњој и Западној

Европи пространи делови имали су пустињску или полу-пустињску климу. Вулканска активност била је ограничена на поједине области, где је, често, била врло интензивна. У југоисточној Босни, Западној Србији и у пространом делу Санџака, нарочито у току доњег тријаса, било је многих подморских ерупција и излива пространих маса лаве. У Британској Колумбији сливови достижу дебљину од преко 2000 метара.

Тријаска периода карактерише се и многим другим појавама. У органском свету најзначајнија је појава најстаријих досад познатих сисара, затим првих белемнита. Прави амонити, који се већ појављују у млађем палеозојку, почињу у тријасу интензивно да се развијају и дају, током целог мезозојика, читав низ веома карактеристичних фосила.

У тријаској периоди нису констатовани никакви орогенски покрети. То је периода релативног мировања земљине коре у којој се дешавају само слаби епирогенски покрети.

У *јурској периоди*, која је тако названа по планини Јури, море које је покривало простране делове Средње и Западне Европе, знатно се проширило и постало је много дубље. Оно се простирало од старе Чешке Масе, на истоку, до палеозојских планина у Енглеској, на западу, и у њему су се највећим делом таложили дубокоморски седименти који садрже велики број амонита и, местимично, белемнита. У горњој јури његово дно се издиже и обале се постепено повлаче и сужавају. У заосталим деловима стварају се плитководни седименти и спрудови које изграђују корали, сунђери, морски јежеви, шкољке са дебелим љуштурама и многи други организми. Између ових спрудова, у мирној води, таложили су се цементни лапорци и литографски шкриљци у којима су очувани многобројни фосили који се, иначе, не би могли очувати у грубљим седиментима (археоптерикс и археорнис, птерозаури, отисци медуза итд.)

Ове области Европе биле су у средњем делу јурске периоде захваћене великим епирогенским покретима који су

проузроковали чувену келовејску трансгресију, једну од најзначајнијих у геолошкој историји Земље.

У области Старог Средоземног Мора наставља се даље таложење јурских седиментних серија, али оне захватају мање пространство од тријаских.

Јурска мора покрила су велике просторије Балканског Полуострва. У Источној Србији и у Бугарској, у доњем делу јурске серије, налазе се на више места угљени слојеви. У западном делу Балканског Полуострва седименти ове формације претстављени су већином кречњацима и лапорцима, а на преседлини Лемешу, између Свилаје и Малог Козјака, има извесних јурских слојева који показују велику сличност са солenhoфенским литографским шкриљцима.

Распоред копна и мора био је, разуме се, у главним цртама, као и у тријаској периоди. Услед великих трансгресија, нарочито у средњој јури, јужни обод Североатланског Копна преплављен је знатним делом. Велико пространство имало је у току јурске периоде море које се ширило преко Русије; тада је и прекинута веза између Ангаре и Североатланског Копна, пошто је била обновљена уралска геосинклинала.

Клима у току ове периоде већ је осетно диференцирана у појединим областима. Нарочито је велика разлика између бореалне и медитеранске провинције. Вулканска активност слаба је, иако су у неким крајевима радили многобројни вулкани, међу њима и подморски. Орогенски покрети, као што смо већ видели, захватили су, у главном, само извесне крајеве Немачке и Добруцу.

У фаунистичком погледу јурска периода се нарочито карактерише појавом првих птица и развићем птерозаура. Копнени гмизавци достижу врло значајно развиће, нарочито у горњој јури, и тада већ постоји знатан број крупних форма. Међу морским гмизавцима нарочито су значајни ихтиозаури.

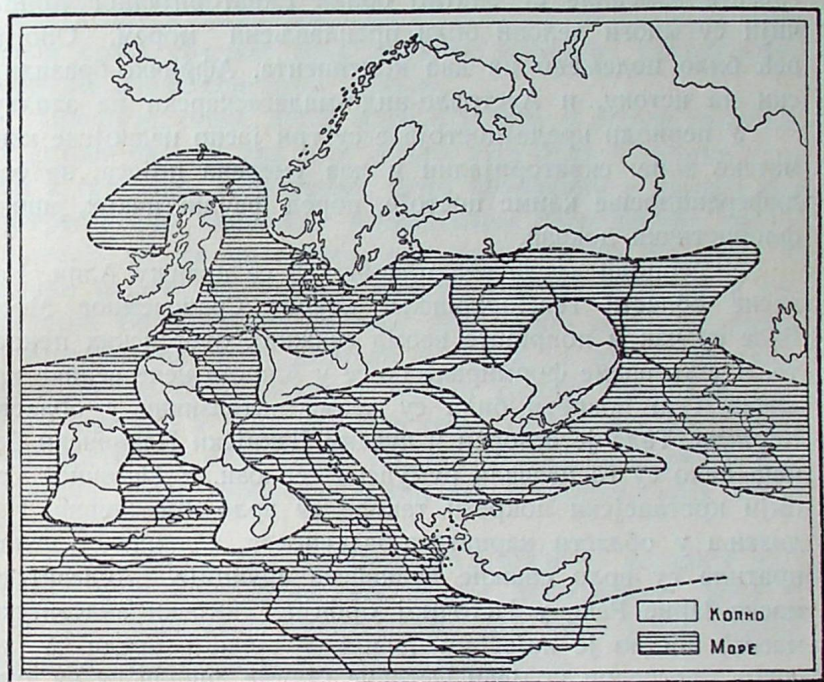
Периода креде, тако названа по белој писаћој креди, чији се слојеви налазе на више места у Европи, претставља последњу мезозојску периоду. Крај кретацејске периоде уједно је и крај једног интересантног и необичног света, а са терцијаром заиста почиње једно ново доба у развићу Земље и органског света.

У области Старог Средоземног Мора стварају се, у доњој креди, поред осталих седимената, пространи спрудови, десетинама и стотинама километара дугачки. У околини Београда, затим у једном делу Шумадије, а нарочито у Источној Србији, доњекретацејско море преплавило је огромне просторе, и у плитким деловима стварали су се велики спрудови, састављени претежно од корала, шкољака са дебелим љуштурама, пужева, морских јежева. У њима се, местимично, налазе нагомилане у огромном броју фораминифери, нарочито врсте рода орбитолине. То су специјални седименти који се издвајају у нарочиту спрудну, зоогену „ургонску фацију“; они су се стварали само у области Старог Средоземног Мора. Интересантно је да се кречњаци ургонске фације из околине Београда, на пример из Кошутњака, Дедиња и Раковице, скоро ни по чему не разликују од ургонских кречњака у југоисточној Француској.

У дубљим деловима мора стварали су се кречњаци, глинци и лапорци који садрже велики број амонитских љуштура.

Крајем доње и почетком горње креде наступила је велика голтско-ценоманска трансгресија која је захватила огромно пространство у Европи и преплавила многе области које пре тога није покривало Старо Средоземно Море. Доцније, у горњој креди, једна нова трансгресија покрила је многе наше крајеве, нарочито у Источној и Западној Србији, и тада су се на знатном пространству стварали спрудни кречњаци изграђени претежним делом од корала, фораминифера и једне изумрле групе шкољака чија се љуштура, по грађи и спољашњем облику, веома разликовала од

обичних љуштура шкољака. То су тзв. рудисти, и њихови остаци су нарочито многобројни у Србији где се налазе извесне врсте познате само из Азије, затим више нових родова и многобројне нове врсте. По тој интересантној, давно изумрлој групи шкољака наши терени чувени су у свету.



Распрострањење голтског мора у Европи (доња креда). По Килиану.

Североатлански Континент, чије смо постојање могли да пратимо од почетка палеозојика кроз доњи и средњи део мезозојика, простирао се у креди далеко на југ, и неко време захватао део Шпаније и Португалије, Западне Француске, затим Велике Британије и Ирске. У доњој

креди у Европи је постојало и једно огромно острво у чији састав су улазили Вогези, Ардени, Шварцвалд, Хунсрик, Тириншка Шума, Чешка Маса, Судети, Пољска и део Русије. Родопска Маса градила је, као и Старо Панонско Копно, велико планинско острво. У састав копна Ангаре улазио је једно време и део Јапана. Велике морске трансгресије измениле су знатно облик Екваторијалног Копна, чији су многи делови били преплављени морем. Оно је већ било подељено на два континента, Афричко-бразилијски на истоку, и Аустрало-индо-мадагаскарски на западу.

У периоди креде постојале су три јасно издвојене климатске зоне: екваторијални и два умерена појаса; за ово диференцирање климе постоје, поред фаунистичких, многи флористички докази.

У периоди креде већ почињу да се издижу Алпи. Извесне области геосинклинале Старог Средоземног Мора биле су чак и попрште веома снажних орогенских покрета, и у то време формирале су се у Алпима неке велике навлаке. Ови покрети били су веома интензивни у области Карпата. Тада је створен и чувени Дакијски Планински Венац, како су га назвали румунски геолози. У Источној Србији кретацејски покрети такође су врло интензивни. Издизања у области карпатско-балканског планинског венца пратиле су врло снажне вулканске ерупције. Андезитски масив Црне Реке у Источној Србији (Тимочки андезитски масив) постао је највећим делом у горњој креди. У то време пространи крајеви Источне Србије личили су на вулкански архипелаг, а у мору које је имало знатно пространство радили су многобројни подморски вулкани чија се лава и пепео (туфови) смењују са плитководним слојевима.

У многим другим областима радило је скоро безброј вулкана. Тада су се на висоравни Декану у Индији излиле моћне масе базалтне лаве чији сливови и плоче достижу дебљину од преко 2000 метара, а у Андима су искуљале из многобројних вулкана огромне масе андезитске лаве од

које се данас састоје пространи терени; ова стена добила је чак и своје име по Андима.

Крајем горње креде врше се корените промене у органском свету, јер у то време дефинитивно изумири огroman број организама, нарочито типови и групе који су били карактеристични за скоро све мезозојске периоде. У мори-ма се губе и последњи амонити и прави белемнити, рудисти и многи други организми који су током целе креде, а неки током целог средњег века земљине историје, давали многобројне карактеристичне фосиле.

Прашуме, степе, обале мора и језера, и остали пространи делови чврстог тла који су пре тога били насељени чудним и огромним гмизавцима, оним необичним и изванредно интересантним циновима, некадашњим господарима света, изгледају крајем мезозојика као да су сасвим опустели. У тамним ноћима на ивицама џунгле нису више вребали горостасни тиранозаури; на небу нема више живих једрилица-птеранодона; крај великих мочвара не крију се више диплодокуси, бронтозаури и остали колоси травоједи. Све је то ишчезло и само су, овде онде, остале њихове растурене кости или цели груби скелети. Земља је мирна и као успавана, скоро необична по тишини и пустоши која влада вековима.

Тако изгледа крај средњег века земљине историје, најинтересантније геолошке ере, једног узбудљивог доба у коме је стваралачка природа, као што каже један чувени енглески геолог, била толико каприциозна.

Нови век земљине историје (кенозојик)

У току кенозојског доба дешавају се велике промене у распореду копна и мора, и континенти и океани посте-

пено добијају свој дефинитивни, садашњи облик. У Терцијару довршава се убирање планина алпијског орогена, које је почело још у креди. У палеогену, старијем делу терцијара, највећи део Северне, Западне и Југозападне Европе био је чврсто тло. Од Атланског Океана одвајао се тада један пространи залив који је покривао знатан део Белгије, Северозападне Француске и Јужне Енглеске. Старо Средоземно Море покривало је тада скоро целу Италију, западни део Балканског Полуострва, па се преко једног дела Алпа настављало на исток ка обалама Црног Мора. Из Старог Средоземног Мора вирило је велико острво Родопске Масе која се на северу спајала са Панонским Копном. Терени Шумадије и околине Београда били су тада чврсто тло.

Средином терцијара, у које време пада и главна фаза издизања Алпа, извршиле су се велике измене у распореду копна и мора. Старо Средоземно Море постепено се повлачи у своје данашње границе, али се у миоцену формира једно огромно унутрашње море — Паратетис, како га је назвао Владимир Ласкарев, које се простирало од ушћа Роне до Каспијског Мора. У почетку, ово море било је у вези са Средоземним Морем, и у њему је живела иста фауна као и у овом последњем. Оно је захватало пространу панонску област; његови седименти налазе се на много места у околини Београда. Доцније се прекида веза, и оно се претвара у једно циновско изоловано, унутрашње море чија вода постепено ослађује. То Сарматско Море, како га називају геолози, простирало се од Беча до Каспијског Мора, захватајући и знатан део Србије. Оно се, нешто доцније, знатно сужава и претвара у више језера, од којих су нека била веома пространа. Просецањем Ђердапске Клисуре и ова последња језера постепено отичу и ишчезавају.

После свих ових интензивних и значајних промена, Европа улази у велико ледено доба када огромне масе глечера и инландајса мењају у знатној мери њен изглед. Извесни њени крајеви личили су тада на данашње поларне

ЗЕМЉА КРОЗ ГЕОЛОШКО ВРЕМЕ

пределе, а тундра и хладна степа покривале су простране површине. У таквом стању наш континент дочекао је своје најстарије људске становнике, оне интересантне и увелико загонетне прастаре људске типове, примитивне праљуде који још вазда претстављају једну велику загонетку и један проблем од чијег решења у многоне зависи наше схватање живота и света.

(Објашњење неких стручних израза)

Абисална област, област великих морских дубина. Познати геолог Е. Ог издвојио је као абисалне све седimente таложене у већим дубинама од 900—1000 метара. Као прави абисални седименти сматрају се црвена дубокоморска глина, радиоларијски и глобигерински муљ, затим други муљеви таложени у дубинама од више хиљада метара. Највећи део океанског дна лежи у абисалном региону, јер област дубина од 0—200 метара, дакле зона континенталног прага, захвата само око 5,5% земљине површине; дубине које леже између 200 и 3000 метара, износе свега 10,5% ове површине, док дубине од 3000—6000 метара захватају око 53,7%. Великим океанским дубинама, већим од 6000 метара, припада само 0,1% земљине површине. Средња дубина Атланског Океана износи приближно 3330 метара, Индијског 3900 метара, Тихог 4030, а средња дубина свих океана око 3800 метара.

Абразија, ерозија мора, разарање обале таласима, стварање стрмих отсека, клифова, и абразионих тераса и површи. Абразија је нарочито јака на стрмим обалама дубоког мора и на странама окренутим пучини. Таласи, ударајући о такву обалу стварају поткапину и продубљују је даље. Услед тога горњи део отсека остаје без подлоге и обурвава се. Овај стропоштани материјал таласи и даље крећу, и често њиме руше обалу и стружу стеновиту терасу која лежи

испред отсека. Помичући све даље отсек, таласи проширују терасу испред отсека, али уколико она више расте, утолико моћ таласа опада јер се њихова механичка снага губи у трењу при прелазу преко ове терасе. Ако обала тоне, рад таласа наставиће се и даље и стрми отсек помера се све више према копну.

Актуализам, схватање да су се у ранијим геолошким временима одигравали догађаји аналози данашњим, тј. да су геолошке силе и чиниоци који данас дејствују, дејствовали и раније. Актуалистичко схватање супротно је ранијем схватању о великим катастрофама у току геолошког времена. Та „теорија катаклизма“ чији је најзначајнији заступник Кивие, била је једно време примљена од већине геолога. По теорији катаклизма, геолошка историја Земље, у основи, била би историја изненадних катастрофа које су уништавале потпуно органски свет појединих крајева. Многе, нарочито оне најзначајније промене у распореду копна и мора, издизање планина итд. не могу се, по теорији катаклизма, објаснити данас активним геолошким факторима. Супротно томе, по актуалистичком схватању, исте силе дејствовале су и раније, само неке интензивније а неке слабије. Оснивачи актуализма јесу Чарлс Лајел и К. А. фон Хоф. У последње време многи геолози противни су буквалном схватању ове теорије. Е. Кајзер указао је на чињеницу да су услови за стварање извесних седимената у ранијим геолошким временима били увелико различити од услова који данас постоје. У прекамбријским периодама, када није било биљног покривача, процеси ерозије на копну вршили су се много интензивније него данас. Орогени покрети, нарочито фазе пароксизама, не могу се објаснити дејством ниједног данашњег геолошког фактора итд. Најдубљу критику актуализма дао је немачки геолог Беурлен.

Акумулација, нагомилавање разног материјала, речног шљунка, песка, вулканских продуката, глечерских талогa итд.

Ареална ерупција, најјачи степен изливања лаве, при чему одједном избија, дуж широких и дугачких пукотина, огромна маса лаве. По Волфу, ареалне ерупције нарочито су се дешавале пре почетка палеозојика, и неизмерне масе лаве често су растапале велике делове чврсте земљине коре. У палеозојику, оне су већ ретке, а данас уопште нема правих ареалних ерупција. По Жујовићу, „при ареалним ерупцијама често изгледа као да лава избија из језера. Изгледа да оваква широка изворишта лаве постају услед разгранатих прслина (групе и зоне пукотина), услед неправилности терена и учестаних експлозија, које померају тачке удара, и услед механичког раскидања дуварова отвора и растапајућег рада лаве“.

Аридан, сув; аридна клима, сува клима. У областима са аридном климом испаравање је веће од количине атмосферских талогa који тамо падају, а осим тога талози су неравномерно распоређени. Област великих пустиња припада аридним крајевима. Биљни свет је врло оскудан; често су огромне просторије без вегетације. Разлике између максималне и минималне дневне температуре врло су велике, због тога је интензивно механичко распадање стена, а ветар значајан геолошки фактор.

Атлански тип обала, обале према којима планински венци стоје под већим или мањим углом, супротно пацифичком типу код којег су планински венци паралелни са обалом.

Атол, прстенасто коралско острво са лагуном у средини.

Базални (основни) конгломерат, конгломерат који лежи у основи једне трансгресивне серије слојева. Састоји се од валутака стена које изграђују терен који је био захваћен том трансгресијом.

Базалт, најтврђа вулканска стена црне или затворено-сиве боје; састоји се од минерала пироксена и базичних плагиокласа, ређе садржи хорнбленду и биотит. Лучи се врло често стубасто, призматично или кугласто. На Балканском Полуострву има га релативно мало.

Барисфера (металосфера, центросфера, Nife) земљино језгро, састављено од тешких метала, поглавито од гвожђа и никла.

Батиални седименти, талози стварани у морским дубинама између 200 (100) и 1000 (900) метара.

Балтички Штит (Феноскандија), најстарији део Европе саграђен претежно од архајских и алгонкијских стена; обухвата Финску, Источну Карелију и полуострво Кола. Оваквих штитова има и у другим областима (види слике на стр. 269.).

Бреча (бречија), седиментна стена која постаје када се полепи дробина састављена од угластих, незаобљених комада. Брече могу бити различитог постанка: вулканске, тектонске, падинске итд., а по саставу: кречњачке, мермерне, кварцне итд. У Србији позната је мермерна бреча из Ропчева код Сопота.

Бигар, нарочита врста кречњака, постаје таложењем из воде, најчешће у пећинама (пећински накит), око водопада, врела итд. Већином је неслојевит, порозан, али може бити и једар.



Боре планинске, тектонски облици постали набирањем слојева, састоје се од једног свода - антиклинале, и коритастог удубљења — синклинале. Највиши део антиклинале назива се теме или гребен (седло, слеме); најнижи део синклинале — назива се дно синклинале. Бочни делови антиклинале називају се крила. Боре могу бити нормалне, изоклине, лепезасте, усправне, косе, полегле, преврнуте итд.; осим простих, постоје и сложене боре састављене од више мањих бора.

Вртаче — левкаста, бунараста или тањираста удубљења у кречњаку. Пречник им варира између неколико метара до више десетина, па чак и преко стотину метара; најчешће износи 20—50 метара. Плитке су или дубоке, обично до 10 метара; неке су и знатно дубље. Дно је стеновито или покривено црвеницом. Постају растварањем кречњака дуж пукотина. Растворене делове вода — кишница или сочница — носи у дубину, а нерастворни део — црвеница — заостаје и често покрива дно, каткад и стране вртача. Спајањем вртача постају увале, а спајањем увала могу постати карсна поља.

Геолошке карте — топографске карте различите размере које садрже разне геолошке податке: геолошке формације које постоје на том терену, њихово распрострањење и међусобне односе, пружање и падове слојева, магматске и метаморфне стене, затим све друге теоријске и важне практичне, нарочито рударске податке. Формације се обично обележавају различитим бојама, на пример креда зелено, јура плаво, тријас љубичасто, терцијар жуто итд. Постоји и међународна скала боја. Уместо боја употребљавају се и разне шрафе и знаци, или се, у најпростијем случају, формације обележавају словима или бројевима. Прегледне геолошке карте мале су размере и садрже основне и најбитније податке. Детаљне геолошке карте садрже све битне

геолошке податке о једном терену. За терене Србије постоје детаљне геолошке карте размере 1:75.000, 1:100.000 и 1:200.000.

Диагенеза, промене кроз које пролазе седименти од момента када су наталожени па док не постану праве више или мање чврсте стене, на пример — промене у песку док не постане чврста стена пешчар. Главни чиниоци диагенезе јесу: притисак, температура, разни цементи и време. Брзина ових промена различита је. У тропским крајевима извесни седименти наталожени пре неколико векова претворени су већ у чврсте стене. Глобигерински муљ на дну Атланског Океана, за који се сматра да је стар најмање 60.000 година, није претрпео скоро никакве промене, и скоро се не разликује од глобигеринског муља који се сада таложи. Притисак који трпе слојеви од седимената који леже изнад њих, има значајну улогу при процесима диагенезе. Тако, на пример, у балтичким областима, где су слојеви остали у хоризонталном положају, камбријске глине и данас су пластичне, а карбонски тресет претворен је само у мрки угаљ. Супротно томе, у многим другим областима, палеогене глине и тресет претворени су у чврсте глине, односно у камени угаљ. Очвршћавање седимената врши се и слепљивањем појединих честица разним цементима, најчешће карбонатним, затим гвожђевитим, силицијским, глиновитим и др. Цемент спаја зрна песка или валутке шљунка, било да се таложи само на местима где се зрна додирују, или их обавија са свију страна, често испуњује све шупљине између честица, а каткад га има у толикој мери да зрна песка леже потпуно у њему. Итд. Процеси диагенезе могу бити и знатно сложенији, нарочито при преиначавању органских састојака, стварању конкреција, угљенисању итд.

Дискорданција слојева (дискордантни слојеви), слојеви чије површине слојевитости леже једне према дру-

гима под извесним углом. Дискорданција скоро увек указује на прекид у седиментацији. Тако, на пример, у околини Београда сарматски слојеви, талози стварани у некадашњем Сарматском Мору, леже дискордантно преко разних седимената доње креде који су пре тога били издигнути, убрани, делом заравњени, или је на њима ерозија урезала сложен рељеф. У овом случају имамо тектонско-ерозиону дискорданцију. Ове врсте дискорданције могу бити веома сложене, нарочито у областима које су у више махова плављене морем, набране и раседнуте. Ако је нека серија слојева издигнута епирогенским покретима, а при том је остала и даље у хоризонталном положају и била изложена дејству ерозије, створиће се после дужег или краћег времена извесан рељеф. Ако услед спуштања, ови слојеви поново буду покривени водом и преко њих се наталоже нови слојеви, онда између ове две серије постоји ерозиона дискорданција. Помоћу дискорданција, нарочито тектонско-ерозионих, одређује се време када су издигнуте и набране поједине планине.

Екстензија, проширавање и повећавање слатководних језера или копнених седиментационих басена у аридним областима; овај процес донекле је аналог морским трансгресијама.

Еруптивне стене, види магматске стене.

Ефузивне стене, види магматске стене.

Жичне стене, види магматске стене.

Издан. — Кишница и снежница које пониру кроз разне пропустљиве стене спуштају се наниже све до непропустљивог слоја изнад којег се нагомилавају и граде издан. У нашим крајевима издан обично лежи на дубини од 10—20 метара. У извесним теренима могу постојати две или више

издани. Горња граница издани зове се ниво издани; на местима где ниво издани избија на површину терена, појављују се извори. Ниво издани се колеба у току године.

Јувенилна вода, вода магматског порекла, постала углавном од водене паре, кисеоника и водоника који садржи магла. Подземна вода која постаје од кишнице и сочних зове се метеорска вода. Конатна вода — вода која се задржала у седиментима од времена када су се таложили.

Кристаласти шкриљци, види стене.

Лапорци су глинци који садрже 20 до 50% калциум-карбоната. Ове седиментне стене претстављају прелаз између кречњака и глинаца.

Моћност слојева, дебљина слојева.

Органогене стене, види стене.

Перидотит, дубинска магматска стена; састоји се претежно од оливина (перидота); зрнасте је структуре и обично зелене боје. Осим оливина садржи и пироксене, каткад и базичне плагиокласе.

Површинске стене, види стене.

Стене су природни агрегати једног или више минерала. Састојци од којих је изграђена стена могу бити везани, полепљени, или растресити — на пример песак. Стене се одликују одређеним саставом и извесним одређеним физичким особинама. Ако се састоје само од једног минерала, онда су то просте стене, на пример мермер, а ако у њихов састав улазе два или више минерала — сложене. Према начину постанка деле се на магматске, седиментне и метаморфне стене.

Магматске стене постале су хлађењем и очвршћавањем магме. Хлађење и искристалисавање врши се у дубини (дубинске, абисалне, плутонске стене), или на површини, када се лава излије (вулканске, површинске, екструзивне стене). Постоје и жичне (хипабисалне стене). „Оне се јављају, каже М. Т. Луковић, или као омање оделите партије већих маса дубинских стена (било на ободу, било у средишном делу), или се јављају у облику засебних дебљих или тањих жица (дајкова). Кад се јављају у средишном делу већих маса дубинских стена опет су најчешће у облику жица које пробијају главну масу“.

Седиментне стене постају таложењем у води или на копну, и састоје се од материјала који је постао распадањем и дробљењем других стена, или постају радом организама, затим при разним хемијским и физичким процесима. Оне се деле на минерогене и органогене стене. Минерогене стене могу бити механички или хемијски талози. Механички талози деле се у три главне групе: у конгломератичне, песковите и глиновите стене. Хемијски талози су со, гипс, анхидрит и др. Органогене стене деле се на зоогене (кречњаци, доломити и др.) и фитогене — угаљ. У органогене стене спада и асфалт.

Метаморфне стене постале су преиначавањем магматских и седиментних стена. У ову групу стена улазе кристалисти шкриљци, мермери, кварцити и серптин. Најзначајније врсте кристалистих шкриљаца су: гнајс, микашист и филит.

Дубинске стене су: гранит, сијенит, диорит, габро и перидотити. Све имају зрнасту структуру.

Ова иста магма, ако се охлади као лава на површини, даје ефузивне, вулканске или површинске стене: гранитска магма — кварцпорфир и риолит, сијенитска — порфир и трахит, диоритска — порфирит и андезит, габровска — диабаз, мелафир и базалт.

САДРЖАЈ

	Страна
ПРЕДГОВОР	5
АТЛАНТИДА	11
Платонова Атлантида	16
Атлантида Игњација Донелиа	22
Хипотезе Луиса Спенса	26
Идеје Едгара Дакеа	30
Хипотезе Пјера Термиеа	32
Да ли се Атлантида налазила у Африци?	38
КОНТИНЕНТИ ПУТУЈУ, ОКЕАНИ СЕ ШИРЕ	47
Још чуднији докази	52
Одвајање Северне Америке	58
Постанак Индијског Океана	60
Како континенти путују	64
Вегенер није био сам	66
КАКО ИЗГЛЕДА ДНО АТЛАНСКОГ ОКЕАНА	69
Атлански подморски гребен	73
Нова варијација Вегенерове теорије	76
Азорски праг	81
ЗЕМЉА ТОНЕ	83
Море се повлачи	88
Осцилације земљишта	91
Море у околини Београда	93
Таласи руше обале	99

	Страна
ВАТРЕНИ БРЕГОВИ	105
Пропаст града Сен Пјера	106
Вулкан Темборо или Тамбора	109
Најстрашнија експлозија	111
Да се десило у Европи	112
Ватрено језеро	118
Европски активни вулкани	122
Шта је то вулкан?	129
Како изгледа унутрашњост Земље	133
Порекло магме	139
Гашење вулкана	145
Подземне ерупције	146
ЗЕМЉА ДРХТИ	149
Талас који руши све	152
Како изгледа један велики трус	153
Трусови Балканског Полуострва	156
Каквих све земљотреса има	157
Сеизмолошке станице	160
Јачина потреса	163
Вештачки земљотреси	165
Појаве које прате трусове	167
Густина трусова	169
Да ли је трус уништио Атлантиду?	170
КЛИМА СЕ МЕНЈА	173
ФОСИЛИ	185
Шуме ћилибара	189
Смрзнути мамути	192
Европски мамути	196
Окамењене шуме	198
Тајанствени трагови	201
Нагомилавање фосила	205
Фосили као историјска документа	207
Појава првог живота на Земљи	210
Живот у старом веку земљине историје (у палеозојику)	216
Органски свет у средњем веку земљине историје (мезозојику)	221
Живот у изумрлој прашуми	222
Водени циновни	230
Летећи гуштери	234
Живот у новом веку земљине историје (у кенозојику)	240

	Страна
МЕЊАЊЕ ОРГАНСКОГ СВЕТА	243
ТАЈНА ГЕОЛОШКОГ ВРЕМЕНА	255
<i>Ниагара — геолошки хронометар</i>	257
<i>Једна прецизна метода</i>	259
<i>Радиоактивни елементи</i>	260
<i>Најпрецизнија метода</i>	266
ПОСТАНАК ПЛАНИНА	269
<i>Постанак најмлађих веначних планина</i>	276
<i>Узроци набирања планина</i>	282
РАД СПОЉАШЊИХ СИЛА	291
<i>Рад воде</i>	292
<i>Речна пиратерија</i>	297
<i>Рад ветра</i>	300
<i>Рад леда</i>	306
<i>Геолошки рад плиме, осеке и морских струја</i>	314
ГЕОЛОШКИ РАД ОРГАНИЗАМА	317
ЗЕМЉА КРОЗ ГЕОЛОШКО ВРЕМЕ	325
<i>Стари век земљине историје (палеозојик)</i>	326
<i>Средњи век земљине историје (мезозојик)</i>	333
<i>Нови век земљине историје (кенозојик)</i>	341
ГЕОЛОШКИ РЕЧНИК	345

СПИСАК СЛИКА

Слике у тексту

	Страна
1. Профил Атланског Океана по Донелиу	23
2. Распоред копна и мора за време средњег тријаса	35
3. Кретање копна Гондване и постанак планина алпијског орогена	37
4. Данашњи распоред континената и океана	48
5. Раздвајање континената од општег пракоинтинента	51
6. Грађа земљине коре	65
7. Профил кроз Атлански Океан између Јужних Шетландских Острва и острва Буве	72
8. Профил кроз један део Атланског Океана	74
9. Профил кроз делове Атланског Океана	75
10. Блок-диаграм континенталног прага Западне Европе	77
11. Постанак јужног дела Атланског Океана	79
12. Старо корито Рајне и Елбе на дну Северног Мора	86
13. Епирогенетско издизање у области Феноскандије	89
14. Промене у границама Северног и Балтичког Мора после леденог доба	90
15. Карта Европе за време миоцена	93
16. Распрострањење спрудне (ургонске) фације у доњој креди	95
17. Карта вулкана Кракатау	111
18. Хаваји са кратерима активних и угашених вулкана	117
19. Вулкан Килауеа са језером лаве	119
20. Карта Везува са сликовима лаве	123
21. Вулкан Везув по једној скици А. Ритмана	125
22. Паразитски кратери на боку вулкана Везува	126
23. Кратер вулкана Стромболи после ерупције у септембру 1930 г.	127
24. Замишљен пресек кроз један вулкан	130
25. Нек или димњак испуњен дробином са дијамантима	131
26. Како расту температуре и притисак са дубинама	136

27. Како расте температура земљине унутрашњости са повећавањем дубине	137
28. Распоред активних вулкана	143
29. Вулкански кратери на острву Исланду	145
30. Спуштање долине Нео код Мидорна у Јапану после великог земљотреса Мино-Овари 1891 године	151
31. Шематски приказ пута трусних таласа кроз унутрашњост Земље	159
32. Разни типови сеизмографа	161
33. Пuteви Р- и S- таласа кроз Земљу	162
34. Епицентри свих забележених земљотреса од 1913 до 1930 год.	169
35. Карта Европе за време леденог доба	175
36. Карта данашњег распрострањења коралских спрудова	179
37. Реконструкција изумрлих девонских риба	218
38. Реконструкција изумрлих водоземаца (стегоцефала)	219
39. <i>Seymouria baylorensis Broili</i> , из перма	220
40. Реконструкција бронтозаура	226
41. Реконструкција стегозаура	227
42. Краљ тиранозаура (<i>Tyrannosaurus rex Osb.</i>)	229
43. Реконструкција рибликог гуштера ихтиозаура	231
44. Реконструкција плезиозаура	232
45. Конвергентно прилагођавање на живот у води разних врста гмизаваца и водоземца крикотуса	233
46. Реконструкција летећег гуштера птеродактила	235
47. Реконструкција летећег гуштера птеранодона	235
48. Реконструкција главе археоптерикса	238
49. Разлика у величини између данашњег носорога и изумрлог <i>Baluchiterium</i> -а из терцијара Централне Азије	240
50. Карта распрострањења носорога	241
51. Земљиште око Ниагарина Водопада	257
52. Померањем водопада узводно, постаје клисура	258
53. Апсолутно трајање појединих геолошких периода	265
54. Стари штитови Земље	271
55. Блок-диаграм горњег карбона Рурске Области	273
56. Тектонски ровови	277
57. Распоред терцијарних веначних планина у Европи	278
58. Шема развића једне полегле боре и прелаз у навлаку	280
59. Група правилних бора у планини Јури	281
60. Механизам постанка планина по Хармановој осцилационој теорији	285

	Страна
61. Европа тектонски рашчлањена	287
62. Померање положаја Северног Пола од терцијара до данас .	288
62. Делта реке По	295
63. Стварање тераса у једној речној долини	296
64. Разарање антиклинала речном ерозијом и денудацијом . .	298
65. Област пешчаних пустиња у Азији и Африци	303
66. Карта гренландског инландајса	309
67. Перспектива и пресек једног великог глечера са разним мо- ренама	310
68. Панорама глечера Цемгрунда	313
69. Постанак глациалног рељефа у високим планинама . . .	315
70. Распрострањење данашњих морских талоба	319
71. Распоред копна и мора за време пермске периоде	331
72. Распрострањење голтског мора у Европи	339

Слике ван текста

	Страна
1. Авионски снимак ерупције новоселандског вулкана Вакари	112
2. Купа у кратеру вулкана Везува	113
3. Вулканске купе планинског масива Тенгер на Јави	120
4. Фуџијама, чувени јапански вулкан на острву Хонду	121
5. Млазеви лаве у облику конопаца на једном сливу вулканске лаве	128
6. Лесни предео код Ланчоа, у области Канзу, у Кини	129
7. Један од најмодернијих немачких сеизмографа	160
8. Помоћу вештачких земљотреса испитује се стабилност разних типова зграда	161
9. Модел зграде изложен вештачком земљотресу	162
10. Фосилни риболики гуштер ихтиозаурус и крокодил мистриозаурус	200
11. Фосилни морски кринови на једној плочи јурског шкриљца	201
12. Плоча пешчара са 24 примерка изумрлог гмизавца <i>Aëtosaurus</i> -а	208
13. Реконструкција једне морске животне заједнице из горњег девона	208
14. Реконструкција тријаског гмизавца <i>Nothosaurus andriani</i>	209
15. Живот у мору доњег девона	216
16. Реконструкција једне девонске морске животне заједнице	217
17. Једна силурска морска животна заједница	224
18. Сунђери на дну мора горњег девона	224
19. Једна уска и дубока клисура урезана речном ерозијом код града Петре у Арабији	225
20. Џиновске пукотине у глечерском леду Монблана	304
21. Углачане планинске падине у перуанским Андима, преко којих су прелазили глечери за време леденог доба	305
22. Завршни део Ронског Глечера	312
23. Глечери Монблана са површинским моренама	313

330



НАРОДНА БИБЛИОТЕКА
"РАДОЈЕ ДОМАНОВИЋ"

30 СР 55

МИЛОВАНОВИЋ Б.

Тајанствена земља



ЛЕСКОВАЦ

