

**Данчо Алексов**

# **Општа Геологија**

**II**  
**година**

Геолошко-рударска и металуршка струка  
*Геолошко - рударски техничар*

**2013**

**Издавач:** МИНИСТЕРСТВО ЗА ОБРАЗОВАНИЕ И  
НАУКА НА РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА  
ул. Мито Хаџивасилев Јасмин, бб  
Скопје

**Рецензенти:**

д-р Игнат Ефремов, претседател  
Дипл. геол. инж. Блажо Гаврилов, член  
Дипл. геол. инж. Даница Поповска, член

**Лектор:** Бранка Арсовска

**Уредник:** Данчо Алексов

**Илустрации:** Дејан Алексов

**Корица:** Данчо Алексов

**Печати:** Графички центар дооел, Скопје

**Тираж:** 1

Со решение на Министерот за образование и наука на  
Република Македонија бр. 22-4285/1 од 28.07.2010 година  
се одобрува употребата на овој учебник.

CIP – Каталогизација во публикација  
Национална и универзитетска библиотека „Св.Климент Охридски“,  
Скопје

551.1/.4(075.3)

АЛЕКСОВ, Данчо

Општа геологија : II година : геолошко-рударско и металуршка струка :  
геолошко-рударски техничар / Данчо Алексов ; [илустрации Дејан Алексов]. -  
Скопје : Министерство за образование и наука на Република Македонија,  
2010. - 107 стр. : илустр. ; 30 см

ISBN 978-608-226-155-3

COBISS.MK-ID 84272650

# Предговор

Со учебникот Општа Геологија продолжува традицијата на поранешното рударско – геолошко – техничко училиште, денес СОУ Н.Н. Борче од Пробиштип за издавање на учебници од областа на геологијата и рударството наменети главно за учениците од оваа струка.

Учебникот Општа Геологија е наменет за учениците од втора година во геолошко – рударско и металуршка струка, профил геолошко – рударски техничар.

Имајќи ја во предвид возраста на учениците, учебникот е изработен на јасен и едноставен начин во кој се обработени повеќе теми од областа на геологијата, кои ќе овозможат успешно понатамошно следење на наставата од оваа струка. Бидејќи многу предмети кои се предвидени со наставниот план се тесно поврзани со општата геологија.

Самите содржини во учебникот се сведени на неопходниот минимум за да можат учениците од оваа струка да ги стекнат основните знаења од геологијата, со што ќе се зголеми интересот за изучување на тајните од оваа област.

Во учебникот покрај текстуалните содржини се дадени и голем број на слики кои визуелно ги надополнуваат обработените содржини.

Патоказ за изработка на учебникот се програмските содржини дадени во наставниот план и програма за овој наставен предмет, одобрени од Бирото за развој на образованието, при Министерството за образование и наука на Република Македонија.

При изготвувањето на учебникот се трудев да ги сочувам основните критериуми и правила за изготвување на современ и интересен учебник за средно образование.

Искажувам благодарност до рецензентите кои со своите корисни сугестии значително допринесоа за подобрување на квалитетот на учебникот.

Авторот





## Вовед

Паралелно со општиот развој на науката и техниката во XX-тиот век, а посебно во годините по II-та светска војна и **геологијата** со своите достигнувања претставува значајна интердисциплинарна наука и се користи со низа други науки.

Името **геологија** доаѓа од грчките поими (**geos** – Земја, **logos** – наука), што значи дека геологијата е наука за Земјата. Земјата претставува планета во Сончевиот систем во која во историскиот развој се одвивале долги и сложени процеси, се одвиваат денес, а ќе продолжат и во иднина.

За да се решат општите прашања мора да се пристапи кон разгледување на Земјата како планета во целина. Сепак доминантен дел на конкретните, практични и теоретски прашања со кои се занимава геологијата се поврзани за површинските делови на Земјата во длабочина која не е поголема од 10км до 20км.

Како главна задача геологијата го има изучувањето на составот на природните тела, што ја формираат земјината кора, нивната положба во самата кора и нивната форма, процесите кои ги условуваат промените на релјефот на земјината површина и градбата на земјината кора во целина. Таа на соодветен начин ги изнесува процесите што се одвиваат на површината на Земјата и во нејзината внатрешност. Сите денешни геолошки појави чијшто развој можеме да го пратиме директно или индиректно можат да се поделат во две големи групи:

- **ЕНДОГЕНИ** или внатрешни појави, предизвикани од силите кои потекнуваат од самата земјина внатрешност.
- **ЕГЗОГЕНИ** или надворешни појави, предизвикани од силите од површината на земјата или подобро речено од влијанието на другите небесни тела, во прв ред на сонцето и месечината.

Ако ендегените појави се разгледуваат одвоено од егзогените, од нив ќе се види дејството на силите кои непрекинато ја пореметуваат претходно настаната рамнотежна положба во земјината кора и на самата нејзина површина. Нивен краен резултат е да направат големи нерамнини на земјината површина, тектонски структури со магматски движења, како и метаморфни појави во земјината внатрешност.

Спротивно од тоа, во егзогените појави искажано е дејството на сили кои непрекинато ги разоруваат овие нерамнини, посебно планинските делови во релјефот и разорениот карпест материјал го транспортираат од повисоките кон пониските области како што се: рамници, вдалбатини, езера, мориња и океани. На тој начин стремешот на вкупното дејство на егзогените сили е постојано нивелирање (рамнење) на земјината површина со крајна цел да се постигне позаоблена површина на земјиниот облик.

## Поделба и значење на геологијата

Со текот на времето и напредокот на геолошките мисли од геологијата како единствена наука започнуваат да се издвојуваат многу специјални гранки, затоа таа денес претставува широко разгранета научна заедница.

Во зависност од тоа кој дел од геологијата се проучуваа тие се поделени на:

- **Општа геологија** е наука која ги проучува ендегените и егзогените сили како и последиците од нив врз обликот и структурата на литосферата. Посебно место во оваа научна дисциплина припаѓа на тектонската геологија. Таа ги проучува структурните облици и нивните односи во литосферата, нејзината градба и меѓусебните односи на карпите и карпестите маси во неа.

- **Историска геологија** го проучува историскиот развој на поедини карпести делови од литосферата, распоредот на копното и морињата низ геолошките периоди, промена на климата, развојот на органскиот свет и други промени. Историската геологија користи податоци и од:

а) **палеозоологијата** која ги проучува изумрените и живи организми, и нивната еволуција;

б) **палеоботаника** се занимава со проучување на изумрениот растителен свет и неговата еволуција.

- **Минерологија** е наука која ги проучува минералите и нивните физички особини и хемискиот состав.

- **Кристалографија** – проучува облици на појавување на минералите и нивната внатрешна градба.

- **Петрографија** е наука за карпите и го проучува нивниот состав, структура, текстура и други особености.

- **Хидрогеологијата** ги проучува подземните води, нивниот настанок и движење во литосферата.

- **Инженерска геологија** го проучува геолошкиот состав и други карактеристики на карпестите маси на кои треба да се изведуваат технички работи.

- **Науката за минерални лежишта** ги проучува минералните суровини со економска вредност металични и неметалични, а делот кој ги проучува јаглените и нафтата се нарекува каустобиолити.

Современото стопнаство воопшто, посебно рударството се повеќе ги користи податоците кои се добиени како резултат на разновидни геолошки испитувања на теренот. Затоа во последните години

геолошките истражувања успешно се користат како во областа на рударството така и во областа на градежништвото, хидротехниката, воената техника, земјоделските науки и др. со што допринесуваат во развојот на целокупното стопанство на една земја.

Во рударството пред да се отвори едно наоѓалиште за експлоатација потребно е да се утврди: геолошкиот состав, структурата, количеството на минерална суровина, нејзиниот квалитет, положбата на рудните тела, хидрогеолошките карактеристики, карактеристиките на карпестите маси во околината на рудните тела, со цел што по економично да се искорист суровините од самото наоѓалиште.

За да се изградат одредени објекти како згради, тунели, канали, брани, мостови, железнички пруги, сообраќајници и друго потребно е детална анализа за стабилноста на почвата. Задача на геологијата е да ги даде потребните податоци за градбата односно стабилноста на теренот и носивоста на почвата, како и за проблемите кои можат да се очекуваат при изградбата и потоа.

Пример: пробивањето на секој поголем тунел бара детално проучување на геолошкиот состав на дадениот терен, бидејќи не е исто да се изведуваат работи во варовнички карпест материјал или во глиновит терен кои имаат различни карактеристики.

# Тема 1

## Карактеристики на Земјата како небесно тело



сл.1.1 *Земјата како небесно тело*

## 1.1 Космички простор

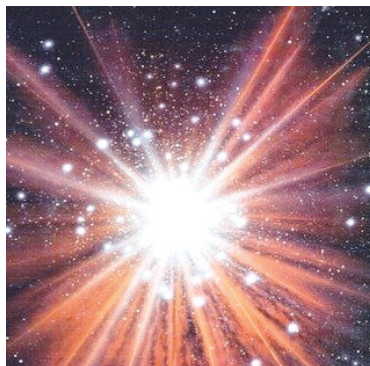
Планетата Земја е само една мала точка во космичкиот простор, кој се смета дека е конечен или бесконечен временски простор во кој се сместени целата енергија и материја. Меѓутоа научниците од Земјата можат да следат само еден дел од неа бидејќи само тој е достапен да се набљудува и проучува со помош на нивото до кое е развиена технологијата. Тој хоризонт во сите правци е ист и се нарекува **метегалаксија**.

Зборот космос е всушност грчки збор—**cosmos**, а се употребува и латинскиот универзум—**universus**, овие два збора се прифатени насекаде во светот и се користат за посочување на космичкиот простор.

Како важна особина на вселената е нејзиниот елементарен состав. Според голем експериментален материјал, космосот е составен од 70% водород, 29% хелиум и само од 1% од сите други елементи заедно.

Постојат повеќе проценки за тоа пред колку време е настанат космосот, меѓутоа најголем дел од нив се во интервал од 13 до 15 милијарди години.

За настанокот на космосот постојат повеќе теории, меѓутоа најмногу е прифатен моделот на “**големата експлозија**” (сл.1.2) кој денес преовладува над другите. Во Европскиот центар за нуклеарни проучувања – CERN, кој се наоѓа во Женева кај границата меѓу Швајцарија и Австрија, изграден е кружен акцелератор каде физичарите и научниците се обидуваат да ја реконструираат почетната вселена и да ги претстават условите што постоеле после “големата експлозија”.



сл.1.2 Големата експлозија

Основен елемент на космосот се галаксиите. (сл.1.3.) Меѓутоа, тие се групирани во јата на галаксии, тоа е систем што содржи од неколку десетици до неколку илјади галаксии. Космосот се карактеризира со **хомогеност и изотропност**. Ако се разгледуваат различни подрачја на космосот во исти зафатнини, во сите нив ќе се најде на просечно ист број на галаксии, тоа е всушност хомогеноста на космосот.



Сл.1.3. Галаксија



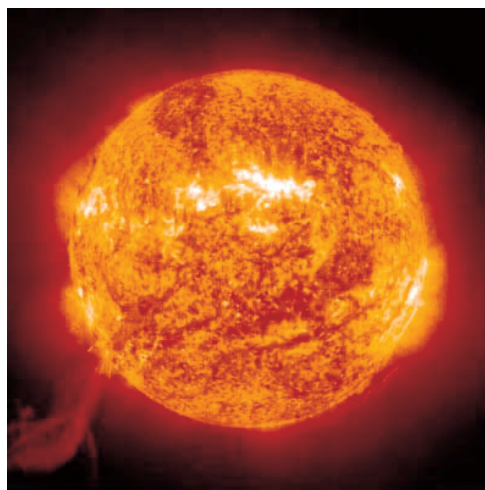
Изотропноста се состои во тоа што ако од една иста точка се вршат набљудувања во разни насоки во вселената, повторно ќе се забележат просечно ист број на галаксии. Тоа воедно значи и дека вселената нема свој центар или пак секое место може да се смета за центар.

## 1.2 Сонце и Сончев систем

### 1.2.1 Сонце

Сонцето е најзначаен извор на живот на нашата планета, а воедно таа е и најблиската ѕвезда до планетата Земјата.

Сонцето е ѕвезда(сл.1.4) со средна големина. Тоа е огромна вжештена топка, температурата на неговата површина изнесува  $5600\text{ C}^{\circ}$ . Тоа е 1300 пати поголемо од Земјата, меѓутоа неговата густина е многу мала и изнесува  $1,41\text{gr/cm}^3$ . што укажува дека според масата тоа е поголемо од Земјата само за 330 пати. Во една секунда од сончевата површина во космосот се ослободува енергија еднаква на  $62\ 517,4\ \text{kW}$ . Од оваа енергија Земјата добива само еден минимален дел поточно еден двемилијардети дел.



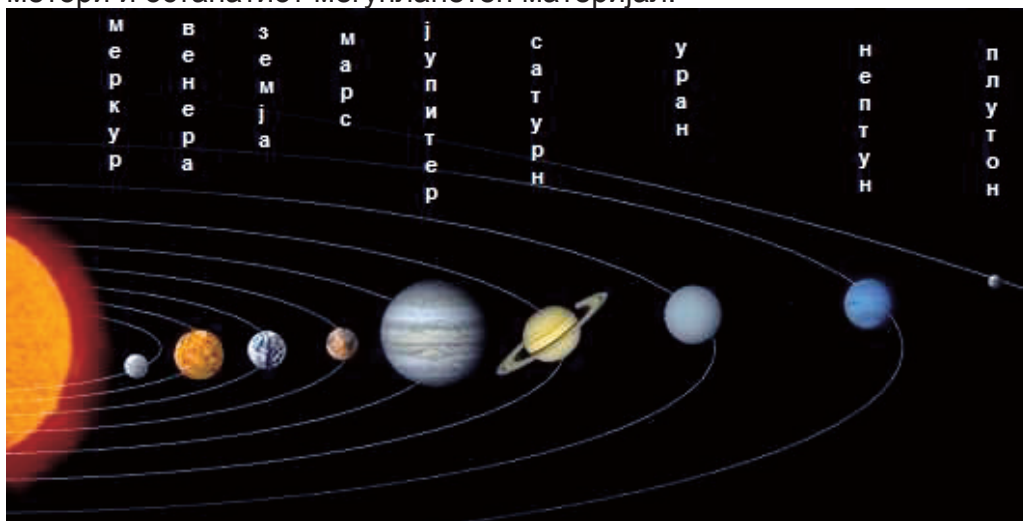
сл.1.4 сонце

Кон центарот на сонцето, неговата температура се зголемува и изнесува  $20000\text{ C}^{\circ}$ . Во составот на сончевата атмосфера се определени 66 елементи од кои најмногу е застапен водородот со околу 54% и хелиумот со 45%, а другите елементи се застапени во многу мали количества .

Многу геолошки процеси кои се одвиваат на Земјата ја добиваат енергијата од топлината и светлината која доаѓа од Сонцето. Тоа влијае врз климата, хидролошките циклуси, процесите на изветрување, ерозија итн. Да не постои Сонцето и неговата енергија сите овие процеси би престанале, а со тоа би бил изгубен и животот на нашата планетата. Меѓутоа варирањето при ослободувањето на сончева енергија е минимално, тоа го докажува постоењето на скаменети животни кои постоеле пред 3 милијарди години, што јасно укажува на постојаната температура на сонцето.

## 1.2.2 Сончев Систем

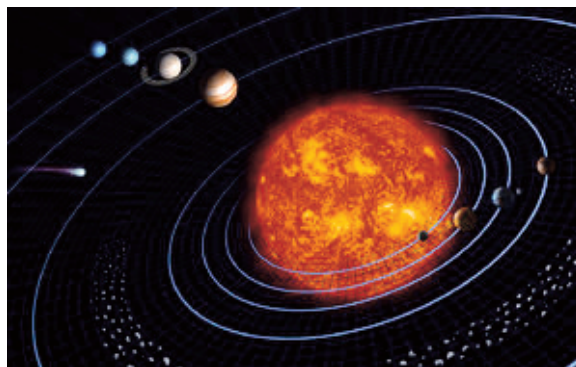
Сончевиот систем се состои од Сонцето кое е центар на системот и сите други небесни тела коишто орбитираат околу него. Тоа се 8-те планети (по редослед)(сл.1.5): **Меркур, Венера, Земја, Марс, Јупитер, Сатурн, Уран и Нептун** заедно со своите природни сателити, астероиди, метори и останатиот меѓупланетен материјал.



сл.1.5 8-те планети и планетата – џуџе

Со донесувањето на дефиницијата за планета на 24 август 2006 **Плутон** веќе не е планета туку станува планета-џуџе.

Сончевиот систем започнал да се формира пред околу 5 милијарди години од облак од меѓусвездена прашина и гас. Под влијание на гравитација тој облак почнал да се собира и се формирала густа сфера од гас во центарот на тој облак. Како резултат на ротирањето на облакот тој се зарамнил и формирал диск кој ја обиколувал централната сфера.



Сл. 1.6 Сончев систем

Кога сферата се затоплила доволно, започнале нуклеарните реакции, тоа е моментот кога локалната звезда т.е. нашето Сонце започнало да свети, а другите делови од Сончевиот систем (сл.1.6) – планетите, сателитите, метеорите итн. настанале од гасовите и прашина од дискот.

Сонцето е најбогатиот извор на енергија. Сончевиот систем е дел од галаксијата Млечен пат, која има форма на спирален диск и содржи 200 милијарди ѕвезди. Сонцето содржи 98,85% од целата материја во Сончевиот систем. Планетите се формирани од истиот материјал од кој е формирано и Сонцето и содржат 0,135% од вкупната маса. Јупитер сам содржи двојно повеќе од сите планети заедно. Сателитите на планетите, астероидите, кометите и метеорите ги сочинуваат останатите 0,015%.

## 1.3 Небесни тела

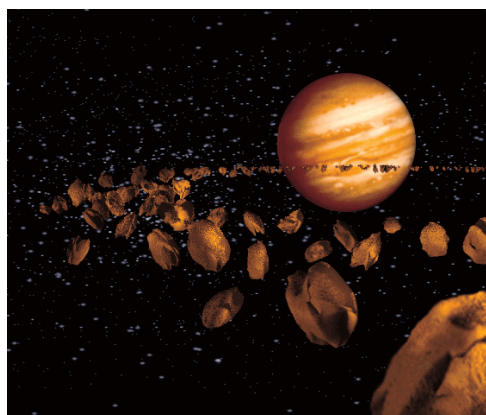
**Планети** се небесни тела кои не зрачат и не произведуваат топлина туку ја рефлектираат од ѕвездата околку која орбитираат.

Планетите во Сончевиот систем можеме да ги поделиме на големи и мали и внатрешни и надворешни.

Во помали планети, а воедно и внатрешни спаѓаат: Меркур, Венера, Земја и Марс тие се карактеризираат со тоа што се составени од густ, каменест материјал, бидејќи се формирале поблизу до Сонцето и повеќе биле изложени на неговата енергија. Така, полесните материјали испариле и останале оние со поголема точка на топење.

Во големи или надворешни планети спаѓаат: Јупитер, Сатурн и Уран (во надворешни спаѓа и џуџе – планетата Плутон меѓутоа како што кажува суфиксот таа не може да се окарактеризира како голема). Надворешните планети се наречени и гасни гиганти, бидејќи се далеку од Сонцето и се составени главно од водород и хелиум.

**Астероиди** – најмногу се застапени во астероидниот појас (сл.1.7) помеѓу Марс и Јупитер, кој се состои од десетици илјади тела поголеми од 1км во дијагонална. Астероидите се всушност расеан материјал, кој според астрономите не успеал да се формира како планета заради гравитациското дејство на Јупитер. Како најпознати астероиди, воедно и најкрупни чии пречници изнесуваат се: Церес – 770км, Палада – 490км, Веста – 300км.



сл.1.7. Астероиден појас



сл1.8. комети

**Комети** се мали небесни тела со неправилен облик, како маглини со осветлено јадро и издолжен опаш (или неколку опашки) кои се насочени во обратна насока од Сонцето кои можат да се забележат одвреме-навреме на небесниот простор.(сл.1.8) Тие се изградени од мешавина на неиспарливи делови и замрзнати гасови.

Структурата на кометите е многу разновидна и динамична, но сите создаваат околу себе облак од дифузен материјал, - гас и прашина наречен **кома**, која расте во големина и осветленост како што кометата се приближува до Сонцето. Со оддалечување од Сонцето светлината бргу им се намалува, а воедно и опашот.



Некои од кометите се појавуваат периодично, како што е Халиевата комета, која се појавува на секои 75 години, но поголем број комети повторно не се појавуваат.

Според С.В.Орлов кометите настануваат при меѓусебни судири на мали планети, кои како резултат на експлозијата настаната за време на тој судир, се распаѓаат на мали парчиња.

**Метеори**(сл.1.9) се небесни тела коишто неправилно се распространети во Сончевиот систем. За постанокот на метеорите постојат две гледишта: по едно тие доаѓаат (паѓаат) на Земјата од некои други системи од Сончевиот систем, а по другото гледиште тие претставуваат парчиња од небесни тела од Сончевиот систем.



сл.1.9 метеор

Според денешната класификација тие се поделени во зависност од составот на три основни класи:

- железесто-синдеритски составени претежно од никлоносно железо;
- железо-каменести-сидеролити содржат железо и силикатни минерали;
- каменити-аеролити, составени претежно од силикантни минерали и мало присуство на никлоносно железо.

Земјата во текот на една година пресекува орбити од голем број на честички (околу 8 милијарди) коишто навлегувајќи во земјината атмосфера од триењето бргу се загреваат и испуштаат силна светлина. Оние честички кои ќе согорат во атмосферата и нема да паднат на Земјата се викаат **метеори**, додека они кои ќе паднат на Земјата се викаат **метеорити**. Во зависност од силата на ударот на Земјата метеоритите формираат кратери(сл.1.10) со различни размери од неколку см. до неколку метри па и со километарски димензии.



Сл.1.10 Кратер од метеорит

## 1.4 Положба и хипотези за настанокот на Земјата ВО КОСМОСОТ

Космосот е составен од голем број на галаксии кои се организирани во јата од галаксии. Планетата Земја е една од 9-те планети кои се дел од Сончевиот планетарен систем кој е пак дел од галаксијата Млечен пат.

Постојат многу карактеристики кој ја одликуваат Земјата и ја разликуваат од останатите планети, како најважна карактеристика е тоа што само на неа има развиен жив свет. Условите кои ја овозможуваат оваа одлика е токму нејзината положба во Сончевиот систем која е најповолна меѓу планетите. Земјата е оддалечена 150 милиони километри од Сонцето, и прави круг околу него по замислена оска за која е потребно 365 дена. Оддалеченоста од Сонцето заедно со атмосферата овозможуваат Земјата да има просечна годишна температура од  $14^{\circ}\text{C}$ . Најслична планета на Земјата е Марс, за која исто така се смета дека има живот меѓутоа во неразвиена форма т.е. растителна покривка во вид на маховина.

За настанувањето на Земјата постојат голем број на хипотези, но ни една не е докажана. Меѓутоа прашањето за настанувањето на Земјата е од специфична природа па затоа постоењето на повеќе хипотези не се зема за негативна појава, напротив тие ја збогатуваат науката и овозможуваат формирање на различни мислења и ставови кои се повеќе продуктивни и придонесуваат за развој на **астрономијата** (чие име потекнува од грчките поими (**astron** – звезда и **nomos** – закон)). Токму оваа научна дисциплина за предмет на проучување го има составот, меѓусебните врски и настанокот на небесните тела.

Мислата за настанувањето на Земјата еволуирала со текот на времето. Со ова прашање биле заинтригирани уште и најстарите филозофи застапници на космологијата, кои во центарот на космосот ја ставале Земјата и го застапувале мислењето дека се се врти околу неа вклучувајќи го и Сонцето. Ова е пример за т.н. геоцентричен систем. Подоцна во 16-тиот век се појавува хелиоцентричниот систем според кој всушност Земјата се врти околу Сонцето.

Покрај многубројните хипотези за постанокот на Земјата можеме да ги издвоиме: **небуларната – Кант-Лапласова** хипотеза која го дава следното толкување: појдовната материја е гасовита вжештена маса чијшто честички најпрво биле разредени, а силата на привлекување мала. Поради постојаното движење и судир на честичките доаѓа до нејзино групирање и соединување. При тоа групирање започнува процесот на издвојување на елементите по нивната специфична тежина. Вжештената маса се повеќе се збивала со што растела и привлечната сила. Со збивањето и групирањето на честичките започнало формирање на нивното јадро и до движење на целата маса околу сопствената оска – ротација. Во јадрото се групирале најтешките елементи (никел, железо,

кобалт и др.), а одејќи од центарот кон периферијата се распоредувале полесните елементи, при што денешната земјина кора воглавно е изградена од најлесни елементи.

Таквото движење кое се повеќе се забрзувало доведува до засилување на центрипеталната сила. Како последица на зголемената ротација се јавува и центрифугалната сила која дејствува спротивно од центрипеталната. Последица од овие спротивни дејства на силите е појавата на испакнување на екваторот и сплеснување на половите.

Големите количини на водена пара со понатамошно ладење на Земјата поминуваат во течна состојба. Таквата атмосферска вода под дејство на земјината привлечна сила започнала да паѓа на земјината површина создавајќи на тој начин мориња и океани во кои потоа, кога водата се оладила, започнале да се формираат првите организми.

Од тоа време започнува геолошката еволуција на Земјата. Се претпоставува дека од времето на одвојување на Земјата од Сонцето до сега поминало повеќе од 3 до 4 милијарди години, а од времето на формирањето на првата земјина кора преку 2 милијарди години.

## 1.5 Форма и сферна поделба на Земјата

Различниот состав на Земјата придонесува таа да има специфична форма. Нејзиниот изглед не може да се означи како правилна топка или пак идеален елипсоид. Поради уникатноста и неповторливоста на формата е воведен посебен термин во 19-тиот век од страна на Листинг кој како ознака за формата на Земјата го создава називот **геоид**. Самиот термин геоид е композиција од два грчки поими **geo** што значи земја и **eidos** што означува облик.

Утврдено е дека големината на Земјата е со следните димензии:

- радиусот на половите – 6.357км
- радиусот на екваторот – 6.378км
- разлика помеѓу нив – 21км
- средна вредност на радиусот – 6.367км
- должината на мердијанот – 40.008км
- должината на екваторот – 40.075км
- вкупна површина на Земјата – 510.000.000 км<sup>2</sup>
- вкупна зафатнина на Земјата – 1.080.000 км<sup>3</sup>
- вкупна површина на копното на Земјата – 149.000.000 км<sup>2</sup>
- вкупна површина на вода на Земјата – 361.000.000 км<sup>2</sup>

Меѓутоа обликот на Земјата не е постојан, тој под дејство на различни фактори се менува. Пример за менување на формата на Земјата се и поместувањата на половите. Овие поместувања се докажани со повеќе примери меѓу кои е и случајот кога пред 250 милиони години северниот пол се наоѓал кај денешните острови Хаваи. Друг пример се и фосилните остатоци на Гренланд и Сибир од растенија, за

чијашто егзистенција била потребна топла клима. Според српскиот научник Миланкович поместувањето е условено од механички движења на континенталните делови на литосферата, а тие движења се резултат на влијание на долготрајна сила (гравитација) по флуидната сима маса

За утврдување на градбата на Земјата се користат сеизмичките бранови. Овие бранови се пуштаат низ внатрешните делови на Земјата па според нивната брзина се утврдува составот. Имено во местата каде што составот е погуст тие се движат побрзо и обратно во местата каде што густината на разните видови карпи е помала сеизмичките бранови се движат побавно

Според научните истражувања густината на земјата расте се повеќе со длабочината. Па така е утврдено дека Земјата е составена од повеќе елементи но тие се распоредени концентрично па така може да се направи поделба на сфери. Секоја од овие сфери си има свој назив и има свои карактеристики што ја одвојуваат од останатите.

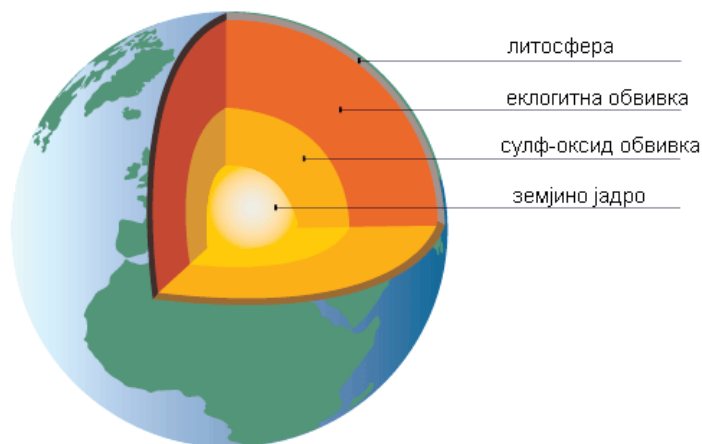
Постојат повеќе поделби меѓу кои се поделбите на Голдшмит, Ферсман, Кларк и Вашингтон, Хајм и Сис и др. меѓутоа ние ќе се задржиме повеќе на поделбата направена од страна на норвешкиот геолог и геофизичат Голдшмит. Тој ја дели градбата на четири дела(сл.1.11):

- 1.литосфера;
- 2.еклогитна обвивка;
- 3.сулфидно-оксидна обвивка;
- 4.земјино јадро.

На самиот почеток одејќи од површината кон внатрешноста се наоѓа **литосферата**, (земјината кора) која уште се нарекува и силикантна обвивка бидејќи е изградена од силикати и е длабока 120км и има просечна густина од  $2,8 \text{ gr/cm}^3$ . Таа е составена од различни карпи како на пример: седиментни карпи, метаморфни и магматски карпи и тука се наоѓаат рудните богатства.

Бидејќи овие карпи се изградени од лесни елементи, меѓу кои најзастапени се силициум и алуминиум оваа обвивка е позната и по името сиал зона (Si+Al).Средната дебелина на сиал зоната е околу 16-20км.

Потоа следува **еклогитната обвивка** која го претставува горниот дел од обвивката на земјиното јадро. Таа се наоѓа на длабочина од 120км до 1200км. Името го добила по минералот Еклогит.



сл.1.11 Сфери во Земјата

Просечната густина е  $3,6 - 4 \text{ gr/cm}^3$  Оваа обвивка се состои од магма и поради постојаните движења на масите претставува жариште на земјотресите и вулканите. Тука концентрацијата на алуминиум опаѓа, а се зголемува концентрацијата на магнезиумот. Затоа овој дел уште е наречен и сима зона. (Si + Mg).

**Сулфидно – оксидната обвивка** е наредниот сегмент од поделбата направена од страна на Годшмит. Таа се наоѓа на длабочина од 1200км. до 2900км. Првиот дел каде што густината е околу  $4-5 \text{ gr/cm}^3$  е составен од елементи на (Cr, Fe, Si, Mg) и е наречен Крофесима. Наредниот дел каде што се застапени елементите на (Ni, Fe, Si, Mg) е наречен – Нифесима. Тука просечната густина е  $5-6 \text{ gr/cm}^3$ .

**Земјиното јадро** е последната сфера и се наоѓа на длабочина од 2900км. па се до средината на Земјата. Се смета дека оваа обвивка е составена од тешки метали, меѓу кои никел и железо па затоа е наречена и Нифе сфера (Ni + Fe). Просечната густина е  $8-12 \text{ gr/cm}^3$

## 1.6 Густина и притисок

**Густината** на едно тело претставува однос на неговата маса кон зафатнината односно тоа укажува колку маса е вклучена во единица зафатнина ( $\text{gr/cm}^3$ ).

Густината на Земјата за прв пат била определена од И. Њутн во 1736 година на околу  $5 - 6 \text{ gr/cm}^3$  со математички и други испитувања пресметано е дека средната густина на Земјата како небеско тело изнесува  $5,527 \text{ gr/cm}^3$  бидејќи средните делови од Земјата се недостапни за проверка на податоците, затоа пак површинските делови на литосферата се испитувани повеќепати со цел поточно да се одреди густината и специфичната тежина на елементите кои учествуваат во градбата на земјината кора.

Така одејќи од површината на Земјата кон внатрешноста густината се зголемува нерамномерно што зависи од видовите карпи. Во составот на литосферата учествуваат како што е познато три групи на карпи: магматски, метаморфни и седиментни. Во дадената табела дадени се вредноста за густината на некои карпи кои учествуваат во градбата на литосферата.

карпа	густина $\text{gr/cm}^3$
Гранит	2,5-2,7
Габро	3,0
Дунит	3,2-3,3
Андезит	2,6-2,8
Базалт	2,6-3,3

Глина	2,2
Варовник	2,4-2,7
Мермер	2,7
Камен јаглен	1,2-1,5
Нафта	0,7

Од податоците од оваа табела може да се забележи дека најголема густина имаат магматските карпи, пр: габро, дунит, базалт и други (густина 3). Наспроти нив во градбата учествуваат и такви претставници како што е јагленот со специфична тежина околу  $1\text{gr/cm}^3$

Врз основа на податоците од мерења на американските истражувачи Кларк и Вашингтон во горните 16км од литосферата учествуваат следните карпи:

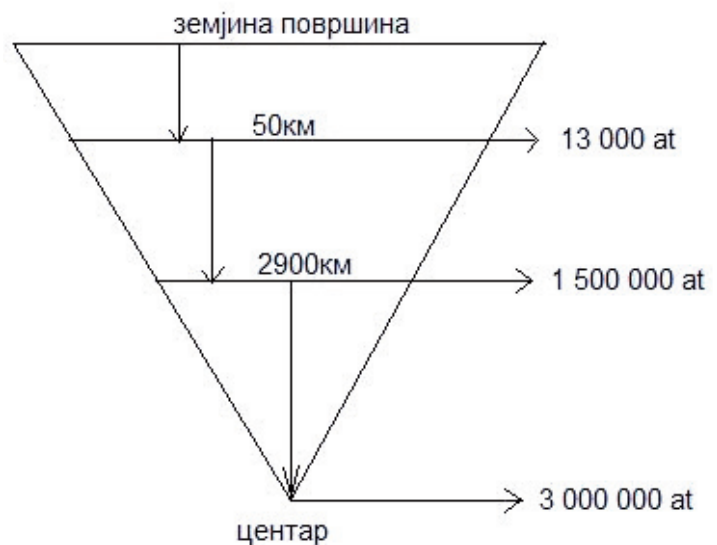
- **магматски карпи.....95%;**
- **метаморфни карпи.....4%;**
- **седиментни карпи.....1%.**

Со пресметување е утврдено дека средната густина на литосферата изнесува  $2,7 - 2,8\text{ gr/cm}^3$  според тоа во центарот на Земјата мора да постои материја чија специфична тежина е околу  $12\text{ gr/cm}^3$ , бидејќи само така може да се добие средна густина од  $5,527\text{ gr/cm}^3$ .

Се претпоставува дека во внатрешноста на Земјата посебно во центарот се наоѓаат главно најтешки елементи како што се: железо, никел, кобалт и други. За доказ на овие тврдења се земаат податоци за специфичната тежина од магмата која доаѓа од внатрешноста на земјата.

**Притисок**-сразмерно со зголемување на густината од површината кон центарот на Земјата треба да расте и **притисокот** (сл.1.12). Така на длабочина од 50км, се претпоставува дека притисокот изнесува 13 000 at. На длабочина од околу 2900км на преминот од земјиното јадро каде густината изнесува од  $5,3 - 9,9\text{ gr/cm}^3$  притисокот е околу 1 500 000at.

Се претпоставува дека во самиот центар на земјиното јадро притисокот изнесува околу 3 000 000at.



сл.1.12 Зголемување на притисок од површина кон центар



## 1.7 Топлина на Земјата

Земјата се снабдува со топлина од три топлотни извори:

- Сонцето** кое со своите топлотни зраци (инсолација) го загрева површинскиот дел на литосферата;
- сопствената топлина** која претставува нејзин внатрешен извор и води потекло од вжештено-гасовитата состојба на Земјата;
- радиоактивните материи** со процесите на радиоактивното распаѓање.

Двата последни извора на топлина се издвојуваат како внатрешна топлина на Земјата, наспроти сончевата топлина која доаѓа како надворешен фактор – надворешна топлина.

Врз основа на многу мерења утврдено е дека сончевата топлина е со ограничено дејство кое ги зафаќа само површинските делови на Земјата, и таа се чувствува на неколку метри од површината кон длабочината. Нејзиното влијание исто така не е насекаде исто. Пример: во Сибир промената на температурата се чувствува до 2м, во Москва влијанието е до 20м, а во Париз до 28м, додека во нашите краеве е околу 25м.

Нивото до каде има влијание надворешната температура која има влијание на Земјата претставува **неутрално** ниво, што значи во него температурата не се менува тука таа останува иста. Пример: во Париската опсерваторија во подрумот поставен е ЛАВОАЗИЕВ термометар веќе околу 2 века со задача да го регистрира движењето на температурата во различно време. Тој се наоѓа на длабочина од 28м во оваа зграда и секогаш покажува иста температура од + 11,6 C<sup>0</sup>. Што значи дека промената на температурата над неутралниот слој зависи од влијанието на Сонцето во годишните времиња (лето, зима). Затоа пак температурата од неутралниот слој одејќи кон длабочината зависи од внатрешната топлина, составот на масите и други фактори поврзани за внатрешноста на Земјата. Според тоа внатрешната топлина на одредени места секогаш е иста и не се менува како сончевата топлина.

Врз основа на повеќегодишни истражувања утврдено е дека со зголемување со длабочината се зголемува и температурата. Поточно од неутралниот слој кон длабочина утврдена е средна вредност на зголемување на температурата за 1C<sup>0</sup> на секои 33м, оваа појава е позната како **геотермски степен**.

Таквото зголемување на температурата не е исто за сите точки на Земјата, што зависи од геолошкиот состав и структурата на теренот, пр: во Европа геотермскиот степен изнесува од 32 – 33м, Азија и Африка од 23-27м, а Северна Америка околу 39м. Најновите проучувања и истражувања врзани за температурата во внатрешноста на земјата укажуваат дека таа се движи помеѓу 5000-6000 C<sup>0</sup>.

Со постојано зрачење на внатрешната топлина Земјата се повеќе се лади, што треба да доведе до нејзино потполно ладење. Меѓутоа постои мислење дека радиоактивните материи при своето распаѓање

произведуваат топлина со што ја надополнуваат оваа изгубена внатрешна топлина. Радиоактивните материи се наоѓаат на длабочина од 10 – 15км во сите видови карпи, но нивната концентрација е најголема во киселите магматски карпи.

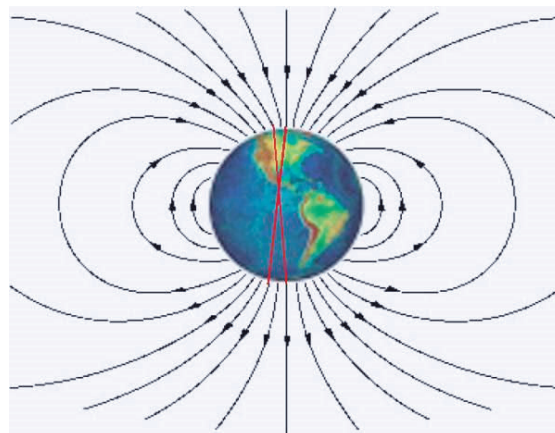
## 1.8 Магнетизам на Земјата

За полесно разбирање на магнетизмот на Земјата ќе се задржиме на неколку поими преку кои полесно ќе се сфати што всушност претставува овој магнетизам и како функционира. Ќе се задржиме на поимите: **деклинација, инклинација, изогони, изоклини, изодинами и магнетни аномалии.**

Околу Земјата кружи магнетно поле(сл.1.13) кое според теоријата на Елзасер–Френкел се верува дека настанало како резултат на движењето на земјиното јадро кое што се врти и дејствува како динамо–машина и при триењето со планетата додека таа се врти исто така, настанува магнетизмот.

Затоа Земјата претставува релативно слаб магнет. Магнетната оска на Земјата има друга положба во однос на географската оска па затоа и самите полови магнетни и географски не се поклопуваат.

Магнетната сила на површината дејствува во два правца: вертикално и хоризонтално. Нивното дејство најдобро ќе се воочи преку влијанието врз слободната магнетна игла поставена во хоризонтална положба на вертикална основа. Во таква положба магнетната игла зазема правец север-југ кој не се поклопува со географскиот мердијан бидејќи северниот крај



сл.1.13 Магнетно поле на земјата

на иглата се завртува за неколку степени на запад (18) а јужниот исто така на исток. Тој агол на свртување се нарекува **деклинација**. Вредностите на деклинацијата на различни места на Земјата се различни. Аголот на деклинацијата се обележува со (+) кога е на источна и со (-) кога е на западна страна.

Линиите добиени со поврзување на точките со иста вредност на деклинација се нарекуваат **изогони**.

Слободно обесената магнетна игла е вертикална само на половите а на екваторот е хоризонтална. Во сите други точки на Земјата магнетната игла ќе заземе одреден агол со хоризонталната рамнина кој се нарекува **инклинација**.



Линиите кои ги поврзуваат точките со иста вредност на инклинација се нарекуваат **изоклини**.Изоклините исто како и изогоните се вкрстуваат на специјални геофизички карти.

При проучување на магнетизмот на Земјата се внимава на елементите од кои едни укажуваат на правецот на дејство на магнетните сили,а други на нивната јачина. Деклинација и инклинација претставуваат елементи кои го одредуваат правецот, додека останатите елементи го одредуваат хоризонталниот, вертикалниот и тоталниот интензитет. Точки со ист интензитет поврзани со линии се нарекуваат **изодинами**.

Познато е денес дека големите тектонски пореметувања како што се раседи, тектонски ровови, антиклинали или синклинални структури како и концентрации од посебни видови карпи во поголеми маси и кои содржат железо можат да предизвикаат големи магнетни аномалии.Пример: гранитски масиви, изливи на базалти, дијабази и други слични капри се однесуваат како делови од Земјата со јак магнетизам и предизвикуваат позитивни аномалии. Спротивно на нив комплексите од седиментни карпи во геосинклиналните простори претставуваат делови со слабо магнетно дејство и произведуваат негативни аномалии. Отстапувањето од нормалната вредност на земјиното магнетно поле во позитивна или негативна вредност се нарекува **магнетна аномалија**.

Сите споменати магнетни отстапувања од нормалното магнетно поле денес се користат за испитување на геолошкиот состав и тектонскиот склоп на подлабоките делови од земјината кора, а посебно со цел откривање на поголеми минерални лежишта.

## 1.9 Земјина тежа

Причината поради која сите предмети на земјата стојат прицврстени за неа а не лебдат во воздухот е поради тоа што врз нив дејствува сила која се нарекува **Земјина тежа или Гравитација**. Гравитација ги привлекува сите тела кои се наоѓаат било на површината на земјата било во атмосферата (што е пример со падот на различни метеори на Земјата кои случајно ќе навлезат во атмосферата).

Земјината тежа е обратно-пропорционална со висината или длабочината на разните површини на Земјината топка. Тоа значи дека на местата каде што површините се наоѓаат поблиску до јадрото или поблиску до центарот на Земјата гравитацијата е поголема и обратно, на местата каде што површините се подалеку од центарот на Земјата гравитацијата е помала.

Како што претходно напоменавме, Земјата има форма на геоид што е приближно слично со формата на елипсоид. Тоа значи дека на половите каде што Земјата е посплескана, т.е. е поблиску до јадрото, има

поголема гравитација додека пак на екваторот Земјата е поиспакната што значи таму гравитацијата е најмала. Ова е утврдено со мерења со кои Земјината тежа на половите е максимална со  $983,212 \text{ см/сек}^2$ . а минимална на екваторот со  $978,049 \text{ см/сек}^2$ . Тоа е и поради фактот што ротацијата на Земјата околу замислената оска е најголема на екваторот додека пак е најмала на половите каде што ротацијата е скоро сведена на нула

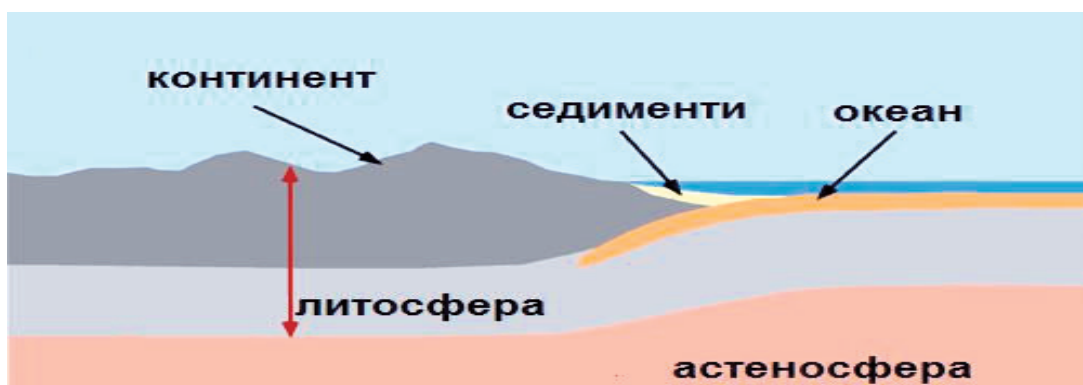
Јачината на гравитацијата исто така е условена и со релјефот. На планинските места и планинските врвови гравитацијата е помала, додека пак во морските длабочини таа е поголема. Така може слободно да констатираме дека на врвот на Монт Еверест има помала Гравитација отколку во Маринската депресија во Тихиот Океан. Доколку составот на Земјата е насекаде ист, воедно и релјефот насекаде е составен од рамнини а самата земјина форма е во вид на идеална топка тогаш и земјината тежа би била насекаде иста.

Местата кои поврзуваат точки со иста вредност на земјина тежа се нарекуваат **изогами**.

## 1.10 Елементарен состав и градба на Земјата

Во составот на земјината кора се јавуваат само 8 елементи со содржина преку 1%, меѓутоа овие елементи се застапени со 98% додека другите 99 елементи се застапени во минимални количини, односно сите вкупно се присутни со околу 2%. Според истражувањата на Ферсман во составот на литосферата (сл.1.14) до длабочина од 16км влегуваат следните елементи дадени во табелата.

елементи	застап. %
Кислород	49,13
Силициум	26,00
Алуминиум	7,45
Железо	4,20
Калциум	3,25
Натриум	2,40
Калиум	2,35
Магнезиум	2,35
Останати елементи	2,80



Сл.1.14 Цврста обвивка литосфера

Прашањето за учество на поедини елементи во целокупната градба на Земјата е базирано на претпоставки како и другите податоци што се однесуваа за внатрешноста на Земјата.

За елементарниот состав на Земјата како небесно тело Ферсман ги дава следните податоци прикажани во табелата.

елементи	застап. %
Железо	39,76
Кислород	21,71
Силициум	14,50
Магнезиум	8,70
Никел	3,16
Калциум	2,52
Алуминиум	1,80
Сулфур	0,60
Натриум	0,40
Останати елементи	0,80

Наведените прегледи укажуваат на значајни разлики во елементарниот состав на горните делови на литоферата во однос на целокупниот состав на Земјата, при што литосферата претежно е изградена од лесни елементи со мали атомски тежини додека одејќи кон длабочина постепено се зголемуваа присуството на се потешки елементи. Како пример може да споредиме односот помеѓу кислород и железото, при што кислородот изразито доминира во литосферата а помалку во целокупниот состав, додека железото во литосферата е застапено со 4,20%, а во целокупниот состав скоро со 40%. Таков однос се среќава и кај алуминиумот кој во литосферата е на 3-то место по застапеност а во целата Земја на 7 место.

**Минерали во земјината кора** – минералите (сл.1.15) претставуваат основно материјална компонента на земјината кора. Тие се составни делови на карпите или рудите, како поединечни или здружени во повеќе минерали.

Најголем број од минералите во природата се појавуваат во кристална форма и во најразлични облици. Кристалните минерали имаат правилна внатрешна градба, поради правилниот



сл 1.15 минерали

распоред на јоните и атомите во кристалната решетка. Нивниот надворешен изглед најчесто е неправилен, спроти нив има и такви минерали кои немаат правилна внатрешна градба, ниту правилен надворешен изглед и тие се нарекуваат **аморфни** минерали. Главни карактеристики на минералите се физички, кристалографски и хемиски особености.

Физички својства на минералите се: **густина, цепливост, боја, провидност, сјај, оптички, магнетни и електрични својства.**

Во природата минералите се појавуваат во правилни кристални надворешни форми или без правилен надворешен изглед. Минералите кристализираат во повеќе системи и тоа: **тесерален, тетрагонален, ромбичен, моноклиничен, триклиничен, тексагонален и тригонално-ромбедарски систем.** Затоа сите минерали освен аморфните, во природата се појавуваат во еден од споменатите системи.

Врз основа на хемискиот состав минералите се поделени во следните групи:

**самородни елементи** – минерали составени од еден елемент,  
**сулфиди** – се соединенија на сулфурот и тешките метали,  
**оксидите и хидрооксидите** – се соединенија на кислородот со различни елементи (железо, алуминиум),  
**хлоридите** се соли на хлорно-водородните киселини,  
**карбонатите** се соли на јаглеродната киселина,  
**сулфатите** се соли на сулфурната киселина,  
**фосфатите** се соли на фосфорната киселина,  
**силикатите** како соли на силициумската киселина се најраспространети и најразновидни минерали во земјината кора.

**Карпи во земјината кора** – минералните заедници во природата се нарекуваат **карпи**(сл.1.16). Тие според начинот на настанувањето се поделени на **магматски, седиментни и метаморфни карпи.** Во градбата на земјината кора, магматските карпи учествуваат со 95%, додека другите видови карпи учествуваат со 5%. За самиот површински дел најмногу се застапени седиментните карпи кои ја



Сл. 1.16 карпа

покриваат земјината површина од околу 75%. Сите видови карпи во земјината кора имаат одреден минеролошки и хемиски состав кој е променлив. Исто така карпите според начинот на настанувањето имаат и одреден начин на појавување. Покрај **составот** главни карактеристики на карпите се: **структура и текстура.**

Под поимот **структура** се подразбира формата и големината на минералните состојки, како и начинот на нивното здружување.

**Текстура** го претставува меѓусебниот распоред на минералните состојки во просторот.

## Прашања 1 тема

1. Што е цел на проучување на Општата геологија?
2. Какви видови на геолошки сили делуваат на Земјата?
3. Какви се последиците од внатрешните геолошки сили?
4. Какви се последиците од надворешните геолошки сили?
5. Наброј некои науки кои се поврзани со Општата геологија;
6. Кои се општи карактеристики на Земјата како небесно тело?
7. Наброј ги големите и малите планети во сончевиот систем;
8. Објасни го значењето на сонцето?
9. Какви небесни тела постојат во космосот?
10. Опиши ја хетерогената градба на Земјата и нејзината сферна поделба;
11. Објасни ги променливите својства (густина, притисок, температура) во зависност од длабочината на земјината кора;
12. Дефинирај ги поимите магнетизам и земјина тежа;
13. Објасни го елементарниот состав на Земјата;

**ТЕМА 2**  
**Внатрешни геолошки сили**  
**(ендодинамика)**  
**Магматизам**



*Сл.2.1 Вулкан – последица на внатрешните геолошки сили*



## 2.1 Внатрешни геолошки сили

### Ендодинамика

Внатрешните геолошки сили (ендодинамични, **endo** – внатре, **dinamus** – сила), произлегуваат од високите температури и високиот притисок во внатрешноста на Земјата. Ваквите сили во внатрешноста на Земјата произведуваат **ендогени** процеси (endo –внатре, genesis – потекло). Овие процеси се манифестираат во форма на трајно дејство во литосферата, тоа се следниве:

1. **Магматизам** – магматски движења;
2. **Метаморфизам** – механички движења пропратени со хемиски процеси;
3. **Тектонски и сеизмички** движења во литосферата.

Сите овие процеси се изразуваат со движења и распределба на материјата од која е изградена Земјата со премин на материјата од една состојба во друга, т.е. од една форма во друга. На таков начин се создаваат нерамнини на Земјата.

Наспроти нив на површината дејствуваат спротивни процеси кои ги разоруваат карпестите маси, ги транспортираат и повторно ги таложат на други места при што го зарамнуваат релјефот. Овие процеси се нарекуваат надворешни (егзогени, **egzo**-надвор, **genesis** – потекло) процеси. Тие се производ на сончевата инсолација, дневни и сезонски осцилации на температурата, механичко или хемиско дејство на водата, воздухот, живите организми и др.

## 2.2 Магматизам

Под овој поим се подразбира движењето на магмата која се стреми од внатрешноста на Земјата, каде се наоѓа под висок притисок и висока температура, да излезе на површината како и сите пропратни појави и предизвикани потреси кои се случуваат на тој пат во самата внатрешност. Магмата претставува вжештено густа маса, силикатен растоп што доаѓа од длабоките делови на земјината кора. Магмата се состои од силикати и оксиди на метали во течна, поретко цврста состојба. Според составот магмата е поделена на магма со тешко испарливи и лесно испарливи состојки. Тешко испарливите состојки влегуваат во составот на магмата со околу 90%, а лесно испарливите елементи се застапени со 10% и имаат големо значење за настанување на различни видови магматски карпи и минерални наоѓалишта.

Се претпоставува дека магмата има хомоген состав, кој е во рамнотежна состојба. Кога ќе дојде до нарушување на рамнотежата се јавуваат низа физичко-хемиски процеси кои го предизвикуваат движењето на магмата и нејзино издвојување (диференцијација) и кристализацијата. Главните нарушувачи на рамнотежната положба на магмата се промените на притисокот и температурата.

Поради тоа што масите во внатрешноста се изложени на високи температури и тие се наоѓаат во вжештена течна состојба и под многу голем притисок доаѓа до нивно движење кон површината. Во процесот на движењето, ако тие бидат спречени, застануваат на извесни длабочини во самата земјина кора т.е. се втиснуваат во веќе настанатите карпи, се ладат и оцврстуваат (консолидираат) при што настануваат длабински магматски карпи – **плутонити**. Таквиот магматски процес се нарекува интрузивен магматизам (лат. intrusio – втиснување).

Ако пак магмата ја пробие целата земјина кора и излезе на самата површина се нарекува **лава** а таквиот магматизам се нарекува **ефузивен магматизам** или **вулканизам** (effusio – излевање).

Карпите настанати на ваков начин се нарекуваат **излевни или вулкански** карпи.

## 2.3 Плутонизам- длабински интрузивен магматизам

Кога магмата при нејзиното движење кон површината на Земјата нема да излезе на самата површина туку ќе оцврсне во литосферата – таквата појава се нарекува **плутонизам** или **длабински интрузивен магматизам** (Плутон бог на подземниот свет). Карпите настанати на овој начин се нарекуваат **длабински карпи** или **плутонити**.

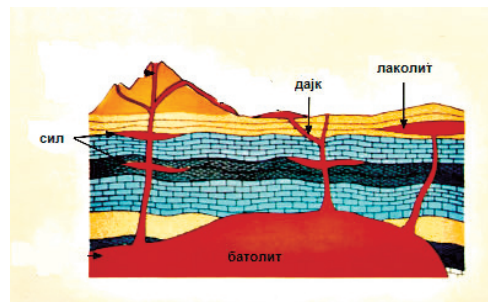
Самиот процес на настанување на плутонитите не е достапен за набљудување. Настанатите форми можеме да ги видиме само во случаи кога со ерозија, денудација или тектонски движења тие се откриени. Благодарение на овие појави кај плутонитите можно е да се проучува: нивната градба, состав, морфологија, контактот со околните карпи и друго.

Со оцврстувањето на магмата во литосферата се формираат различни форми на плутонити (сл.2.2) кои можат да се групираат во три поголеми групи:

- **форми со големи размери;**
- **пукнатински интрузии;**
- **меѓуслојни интрузии.**

Во формите со големи размери спаѓаат:

- **Батолити** (грч. Bathos – длабочина, lithos – карпа) се длабински карпи со неправилен облик кои зафаќаат големи простори (повеќе стотини и илјади км<sup>2</sup>) во најниските делови на литосферата. Овие форми се најмалку проучени бидејќи се многу ретко откриени. Гледајќи по тоа што исполнуваат големи простори



сл.2.2 облици на плутони



може да се заклучи дека тие не се втиснуваат во пукнатините и другите меѓупростори. Тие со сила се пробиваат низ литосферата при што ги распарчуваат, кршат и топат околните карпи и со тоа си овозможуваат простор за својата консолидација.

-**Громади** се исто така длабински карпи–плутонити со неправилен облик и големи размери, тие се наоѓаат како испакнати делови на површината над големите батолити и во длабочина се составуваат во нив и претставуваат едно тело. Според тоа громадите се дел од батолитот, поврзани за горниот дел од литосферата.

-**Лаколити** (грч. Lacos–шуплина исполнета со карпа) се облици на плутони кои потсетуваат на печурки, кај кои најчесто долната страна е рамна а горната свиена и испакнатата. Ваква форма настанува кога густата магма ги подига горните слоеви и ги искривува. При подигнувањето може да настанат пукнатини низ кои магмата се пробива во вид на жици кон површината на Земјата.

-**Факолити** (грч. Facos–леќа) се плутонски тела во форма на леќа, чие место на постанок е поврзано со темињата на антиклиналите и дната на синклиналите. Магмата овде се втиснува во вид на леќа помеѓу набраните слоеви и поради тоа овие форми се со помали размери.

-**Лаполити** (грч.Lapos–чинија) се плутонски тела слични со лаколитите и имаат форма на чинија, бидејќи горната страна е вдлабната а долната свиена надолу.

-**Етмолити** (грч.Etmos–инка) претставуваат мали интрузивни тела во форма на инка на кои горниот дел е многу поширок во однос на долниот.

Пукнатинските интрузии се форми со помали размери и обично се врзани за пукнатините. Овие карпи настануваат во самите пукнатини, најчесто под различни агли (дискордантни) со седиментните карпи. Во нив спаѓаат:

-**Жици и дајкови**, тоа се интрузивни форми на магматски карпи кои се појавуваат во пукнатините каде настанале, со скоро паралелни сидови. Овие форми ги сечат седиментните карпи под различни агли или се втиснуваат во веќе настанатите магматски или метаморфни карпи. Жиците и дајковите може да бидат со големи или мали размери во зависност од големината на пукнатините. Пр: во Родезија–Грејт Дајк има длабочина од преку 400км.

- **Интрузивни жили** се пукнатински форми слични на жиците и дајковите а од нив се разликуваат по тоа што сидовите на пукнатините не се меѓусебно паралелни. Тие се со мали размери и многу често се тенки.

**-Апофизи** се всушност жици кои се во директна врска со лаколитит. Се појавуваат најчесто над свиениот дел на лаколитот во кој настанале пукантини поради подигнување на карпите.

Во меѓуслојните интрузии спаѓаат:

**-Складови** кои настануваат кога магмата се движи меѓу слоевите (седиментни карпи) или шкрилавоста (метаморфни карпи) го пополнува меѓуслојниот простор и не ги подига околните карпи. Најчесто имаат хоризонтална положба и можат да бидат со големи размери.

## 2.4 Вулканизам

Вулканизмот ги опфаќа сите појави поврзани за движењето и излевањето на магмата на површината на Земјата. За процесот вулканизам се поврзани следните појави:

- излевање на магмата (лава) на површина;
- вулкански ерупции со исфрлување на пареа и гасови и друг пирокластичен материјал.

### Вулкани и нивно настанување

Вулканите претставуваат геолошки форми настанати над канали, пукнатини и други отвори во литосферата низ кој од внатрешноста на Земјата доаѓа постојано или периодично вжештено – течна маса, гасови и пареа.

Магмата придружена со гасови и пареа и под висок притисок се наоѓа во сосотојба на вриење, мешање, движење и немирување. При тоа таа бара правци со најмал отпор во литосферата користејќи ги пукнатините и прслините се движи кон површината на Земјата. Ако овие пукнатини и прслини допираат до самата површина тогаш магмата заедно со гасовите и пареата ќе излезе на површината. Некогаш ова движење е релативно бавно и таквата тестеста маса ќе се излие на самата површина. Но најчесто ова движење е брзо така што при излегување на површината при експлозија најголем дел од материјалот излегува високо над земјината површина. Овој процес како начин на работа кај многу вулкани се одвива повремено.

Меѓутоа, понекогаш таквите пукнатини се полнат со материјал или пак престанува да постои потенцијалната енергија поради која на тие места се појавуваат вулкански ерупции.

Тоа се места на **изгаснати вулкани**, спортивно на нив онаму каде што таквите активности постојано се обновуваат се нарекуваат **активни вулкани**.

Вулканската активност се одвива во неколку фази. Како по правило активноста започнува со татнеж во внатрешноста на Земјата, тресење на тлото во околината ( вулкански земјотреси ), мали експлозии проследени со исфрлање на гасови и пареа. Над каналите на вулканите се формираат густе облаци со грмежи и дождови од исфрлениот материјал.

Во втората фаза на активност малите експлозии се менуваат со се посилни експлозии кои завршуваат понекогаш и катасатрофално.

Потоа настанува третата фаза која се карактеризира со излевање на магмата при што излевањето може да биде мирно и се исфрла во форма на огнени јазици и фонтани.

Во воздухот лавата започнува брзо да се лади и на нејзината површина се формира цврста кора.

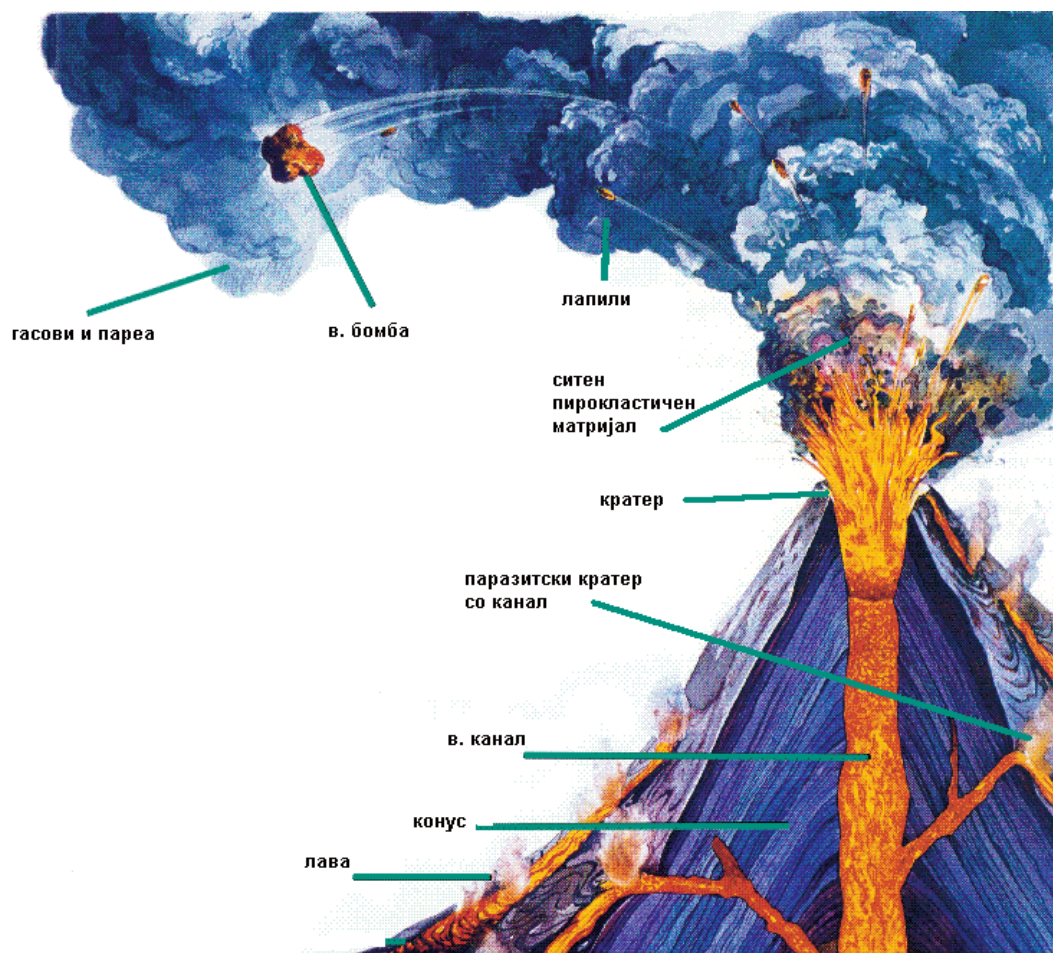
По завршување на исфрлувањето на лавата настанува мирен период во активност на вулканот т.н. фумаролна активност, кога од вулканот многу слабо дими и потоа наполно се гаси до негова можна следна активност.

## 2.5 Вулкански ерупции и нивни продукти

За време на својата активност, вулканите исфрлаат материјал од самата магма и во помали количества и материјал кој е зафатен со експлозиите од соседните карпи, низ кои минува каналот на вулканот. Таквите појави се познати како **вулкански ерупции**. (лат. Erumpere – пробива)

Постојат ерупции кои ненадејно настануваат со силни експлозии и со исфрлање на вулканскиот материјал. Затоа пак многу повеќе има вулкани кои ја најавуваат својата ерупција. Пред самата ерупција обично се јавува земјотрес (вулкански), подземни татнежи, губење на вода во бунарите и изворите а се појавуваат таму каде ги немало, потоа следи поместување на теренот, појавување пукнатини на површината а на самото место на вулканот во поголема количина излегуваат пареа и гасови.

Материјалот (сл.2.2) кој го носат вулканите од внатрешноста на Земјата на површина е претставен во цврста, течна и гасовита состојба и се состои од:



сл.2.2 Вулкански пирокластичен материјал

- **Лава** всушност претставува излеана магма на земјината површина како вжештено течна маса. Температурата на лавата варира околу 1000-1200 C° и повеќе. По хемиски состав може да биде: **кисела, неутрална и базична**, во зависност од содржината на SiO<sub>2</sub>. Лавата се излева од кратерот и со помала или поголема брзина се лизга по страните на конусот.

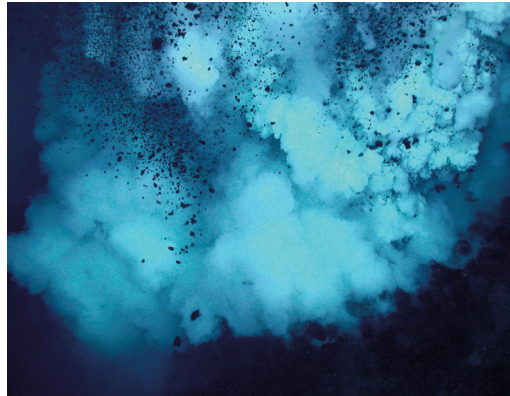
Базичните лави се поретки и се движат со поголема брзина како река, додека киселите се погустни и побавни во движењето.(сл.2.3) Ако лавата во себе содржи гасови или пареа, при ладењето создава рапави површини, а ако содржи малку гасови создава мазни површини.



сл.2.3 Кисела лава



- **Гасови и пареа** – вулканските ерупции секогаш се проследени со гасови и пареа,(сл.2.4) но нивното проучување за време на самата ерупција е неможно. Со спектрохемиски изучувања е констатирано дека покрај водената пареа се присутни и  $H_2S$ ,  $SO_2$ ,  $HCl$ ,  $CO$ ,  $CO_2$ ,  $N$ ,  $H$ ,  $O_2$  и др. Гасовите најчесто ги следат киселите магми додека во базичните магми се поретки.



сл.2.4 Гасови и пареа со пирокластичен мат.

- **Вулкански пепел и прашина** (до 1мм) се најситни прашкасти делови од лавата, настанати под дејство на вулканската експлозија. Покрај тоа пепелта и прашина можат да настанат на ист начин и од ѕидовите на самиот кратер. Правта и пепелта заедно со гасовите и водената пареа се движат високо над кратерот и честопати може да бидат однесени со ветерот на повеќестотици км. далеку од кратерот.
- **Вулкански песок** (1 – 5мм) е истотака ситна раздробена маса со потекло од лавата или создадените вулкански карпи. Настанува под дејство на ерупцијата.
- **Лапили** се парчиња од лава, песок, пепел или прашина најчесто во цврста состојба. Тие имаат шуплини кои останале после ослободувањето на гасовите од магмата по експлозијата.
- **Вулкански бомби**(сл 2.5) се парчиња од лава откинати како вжештено густа маса и со ерупцијата се исфрлени од кратерот. Поради вртењето во воздухот добиваат различни облици: топка, крушка, вретенест облик и др. При паѓањето на Земјата овие облици можат од ударот да се сплеснат.



сл.2.5 В. Бомба

- **Пловец** настанува од киселите магми со брзо ладење во водена средина, при што добива шуплкава – сунѓераста структура и е многу лесен така што плива во водата. (од таму потекнува и името).
- **Вулкански бречи** се вулкански карпи настанати со цементација на раздробен вулкански матријал со различна големи и остри рабови.
- **Вулкански конгломерати** се вулкански карпи настанати како и вулканските бречи само што тука раздробениот матријал е заоблен.
- **Вулкански туфови** се карпи од вулканско потекло, настанати со цементација на вулкански пепел, прашина и песок и нивно слепување со помош на вода.
- **Туфити** – ако матријалот од кој настанува туфот се измеша со седиментен матријал кој нема вулканско потекло, настануват карпите туфити.

## 2.6 Типови на вулкани и нивна работа

Секој вулкан носи на земјината површина покрај пареа и гасови и друг вулкански матријал. Разликата помеѓу нив е во тоа што некои вулкани се од **изливен** тип (даваат лава), други се **експлозивни** (даваат пирокластичен матријал), а има и такви кои работат **комбинирано** односно даваат од двата вида на вулкански матријал.

Според тоа вулканите што го даваат вулканскиот матријал како и според начинот на работа – ерупција се поделени во шест групи.

Сите овие групи иако имаат свои специфични карактеристики, сепак меѓусебе не се остро одвоени. Меѓу нив постојат и оние коишто работат комбинирано. Сепак се издвојуваат следните типови:

- **стромболски тип;**
- **вулканолошки тип;**
- **хавајски тип;**
- **везувски тип;**
- **пелашки тип;**
- **подводни вулкани.**

1. **Стромболски тип** на вулкани до добиле името по вулканот Стромболи (сл.2.6) кој се наоѓа во Средоземното Море на Липарските Острови. Неговиот начин на работа отсекогаш е ист и се карактеризира со тоа што лавата во кратерот е во состојба на вриење и постојано движење. Тоа се ритмички подигнувања за половина час и спуштања во него, само понекогаш доаѓа до мало излевање. Многу често се случуваат послаби експлозии кои се исто така ритмички. Тие покрај пареата исфрлаат и гасови и друг материјал, а посебно згура која како вжештени топки се издига над кратерот. Исфрлениот материјал се враќа на Земјата најчесто во самиот кратер.

Најсилна експлозија на овој вулкан се случила во 1930 кога пред почетокот на ерупцијата островот се подигнал за 1 метар, а потоа се спуштил и предизвикал големи бранови.



Сл.2.6 Вулканот Стромболи

2. **Вулканолошкиот тип** го добива името по вулканот Вулкано (сл.2.7) кој исто така се наоѓа на Липарските Острови. Овој тип на вулкани се карактеризира со густа, кашеста лава која после експлозијата брзо се консолидира и во кратерот формира тапа под која се акумулираат пареа и гасови.



Сл.2.7 кратерот на Вулкано

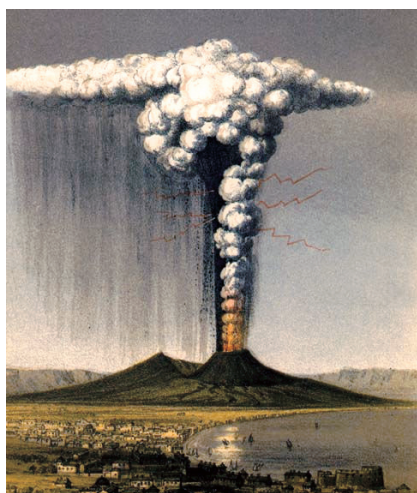
Кога ќе се насобере поголема количина пареа и гасови доаѓа до силна експлозија која ја разорува тапата и високо над кратерот исфрла пареа и гасови кои формираат густ чад, односно облак полн со вулканска пепел, бомби и друг пирокластичен материјал.

3. **Хавајскиот тип** е издвоен според работата на вулканите Мауна Лоа, Мауна Кеа и Килауеа (сл.2.8) на Хавајските Острови. Работата на ваквиот тип на вулкани е таква што има мирна ерупција, без посилни експлозии. Сидовите на кратерот се високи. Во нив течната базична лава прави лавични езера. Излевањето е постепено и најчесто се врши низ пукнатините кои се наоѓаат на страните на кратерот а поретко низ самиот кратер. Лавата тече со голема брзина (има мала вискозност) од



од сл.2.8 вулканот Килауеа 15 до 30км на час, создавајќи сливови до 100км должина и лавопади на преливите.

4. **Везувскиот тип** е издвоен според начинот на работа на Везув кој се наоѓа во близина на Неапол – Италија. Овој вулкан е многу познат во светот по тоа што тој повеќе пати ја обновува својата ерупција (сл.2.9 а и б). Тие се случуваат многу често со силни експлозии кои исфрлаат големи колични на пареа, гасови во форма на чад. Со кондензирање на водената пареа во чадот, целиот вулкански пепел, прашина, песок помешани создаваат кал кој паѓа околу вулканот. Лавата од овој вулкан е од средно кисел до кисел состав и има голема вискозност, односно тешко е подвижна и прави висок конус (Везув – 1186м).



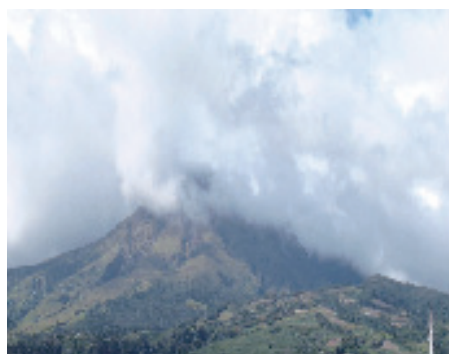
сл.2.9 а Везув активен

Вулканот Везув работел со години и ги рушел насебите во околината Помпеа и Херакулааноу, и потполно потрупал околу 20.000 жители. Тој активно работи и денес.



сл.2.9 б Везув во мирување

5. **Пелашкиот тип** е наречен по вулканот Монт Пеле (сл 2.10) на островот Мартиник – Америка. Неговата лава се карактеризира со многу висок вискозитет, која се лади уште во кратерот на вулканот и го затнува каналот како тапа. Потоа доаѓа до силна експлозија и исфрлање на големи количества вулкански материјал: вжештени гасови и пареа, пепел, цврсти парчиња кои паѓајќи по падините на околните терени разрушуваат и опожаруваат. Пр: во 1902 бил изгорен приморскиот град Сент Пјер со население од 30 000 жители.

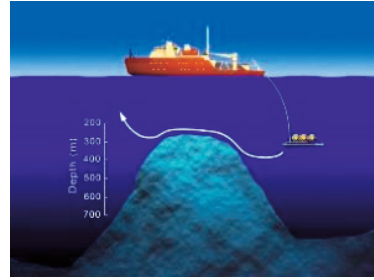


сл.2.10 Монт пеле

Покрај наведените типови на вулкани постојат и други.



6. **Подводни вулкани** - во последно време се извршени сеопфатни проучувања на океанското дно (сл.2.11) и се констатирани многубројни вулкани чија активност се манифестира и денес во Тихиот Океан, Атланскиот и Средоземното Море. Овие проучувања продолжуваат и денес со голем интензитет со откривање на подводни вулкански планини и други форми.



сл.2.11 Испитување на морско дно



сл.2.12 Подводен вулкан

Вулканите во океанското дно (сл.2.12) претставуваат расеан тип на вулкани бидејќи тие не се поврзани со некои тектонски раседи. Тие се составени од базалтна лава која на дното на океанот се излева во форма на плоча или штит. За оваа група на вулкани се поврзани бројни засводени возвишенија на дното и изолирани 'рбети, ритчиња и подводни планини.

## 2.7 Морфологија на вулканите

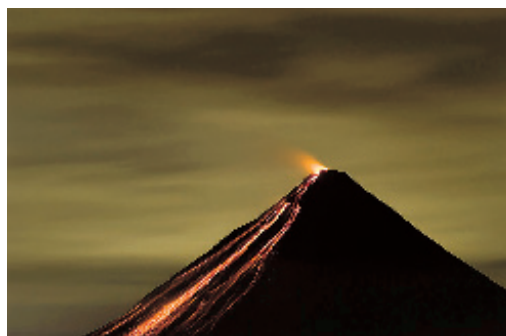
Најголем број на вулкани на земјината површина имаат форма на конусовидни планини или ридови кои на врвовите имаат инкасто проширен отвор кој се нарекува **кратер**.

Конусната форма (облик) (сл.2.13) на вулканите произлегува од акумулацијата на вулканскиот материјал при вулканските ерупции кога исфрлениот материјал во најголем дел паѓа околу кратерот, а подалеку акумулацијата е помала.

Новите ерупции донесуваат нови количини на вулкански материјал така што конусот се повеќе се зголемува. Меѓутоа конусот не е секогаш единствен облик на вулканот. Честопати доаѓа до излевање на лавата кога таа се формира во облик на плоча (сл.2.14). За тоа пример се Базалтните плочи кај Младо Нагоричане – близу Куманово кога со вулканската активност се излеала базалтна лава



сл. 2.14 вулкански плочи



сл.2.13 вулкански конус

Кратерот со магматското огниште е поврзан со **вулкански канал** кој има неправилно цилиндрична форма. Тој е пробиеен низ околните карпи и низ него се движи магмата кон површината. Покрај главниот кратер и канал кај некои вулкани има и низа споредни или **паразитски канали и кратери**, распоредени на страните од вулканскиот конус. Споредните канали се пукнатини на вулканот настанати како последица на силни хидростатични притисоци кои владеат во вулканскиот канал.

Голем број вулкани имаат проширени кратери кои се исполнети со оладена лава и пепел, а од дното се издигнуваат нови помали конуси и проширени кратери кои се нарекуваат калдери (шпан. **caldera** – котел).

Во голем број на изгаснатите вулкани се акумулира атмосферска вода при што се формира **кратерско езеро** (сл.2.15).

Како резултат на ерозијата од дождовите може да дојде до формирање на бразди кои радијално се спуштаат на сите страни од кратерот и се познати како **баранкоси**.



Сл.2.15 Кратерско езеро

Голем број на изгаснатите вулкани посебно од изминатите геолошки периоди, со егзогените процеси можат да бидат уништени. Од нив се зачувани само остатоци од каналите по кои се движела магмата со која тие и се исполнети. Ако овие наполнети канали имаат цилиндрична форма тогаш се викаат **некови**. Пример за тоа е некот во Добрево - Пробиштип. Ако магмата заполнува пукнатини тогаш се викаат **дајкови**.

Овие магматски тела обично се издигнуваат во современиот релјеф во форма на столбови или 'рбети бидејќи магматските карпи се многу поотпорни на ерозијата од околните карпи.

## 2.8 После вулкански појави

На местата на некогашни вулкани кои се трајно изгасени или се привремено неактивни како послевулкански појави можат да се појават: пареа, гасови и топли води.

**Фумароли** (сл.2.16) се места на земјината површина каде од нејзината внатрешност излегуват пареа и гасови. Обично овие појави се поврзани за страничните – паразитски кратери. Фумаролите можат да бидат:

- **суви** со температура преку  $500\text{ C}^{\circ}$
- **кисели** со температура од  $300 - 400\text{ C}^{\circ}$  кои испуштаат водена пареа, кисели сулфиди и хлороводород;
- **алкални** со температура околу  $100\text{ C}^{\circ}$  и испуштаат амонијак;
- **ладни** фумароли кои испуштаат ладна водена пареа.



сл. 2.16 Испитување на фумарола

**Солфатарите** се појави кај кои покрај водената пареа во голем процент се појавуваат сулфурни соединенија и сулфур водород. Околу отворот на солфатарите (сл.2.17) по пат на сублимација (сулфурни гасови во цврст сулфур), се насобира сулфур од каде потекнува и самото име. Една од најпознатите солфатарите е Pisciola кај Неапол, а во Р.Македонија солфатарата Косел кај Охрид.

**Мофети** се места на земјината површина каде што од внатрешноста обично излегува ладна јагленородна киселина. Мофетите можат да бидат суви или гасни кога излегува слободна јагленородна киселина и течни со поврзана јагленородна киселина со обична или минерална вода.



сл.2.17 Солфатарата

**Суфиони** се појави каде што водената пареа во вид на млазеви излегува до различна височина над површината на Земјата. После кондензацијата водената пареа паѓа на Земјата, каде се собира во базени наречени “Лаго”. Температурата на пареата е околу 100-175 C<sup>0</sup>. Во суфионите покрај водената пареа може да се појави и метан, јагленородна и сулфурна кислени.

**Гејзери** се извори на топла вода која излегува во вид на водоскоци над земјината површина. Гејзерите имаат свој отвор – кратер и канал во кој се собира водата во горниот дел. Водената пареа се собира во длабочина или во долниот дел на каналот. Со насобирање на голема количина на водена пареа која има повисока температура од водата и со нејзино мешање со водата доаѓа до водена ерупција – водоскокови. Исфрлањето на млазеви вода од гејзерите се повторува ритмички во интервал од 1 минута до неколку месеци. Најголеми појави на гејзери се познати во Јелоустоунскиот Парк (сл.2.18)(САД), на Исланд и Нов Зеланд.



сл.2.18 Јелоустоунски гејзер

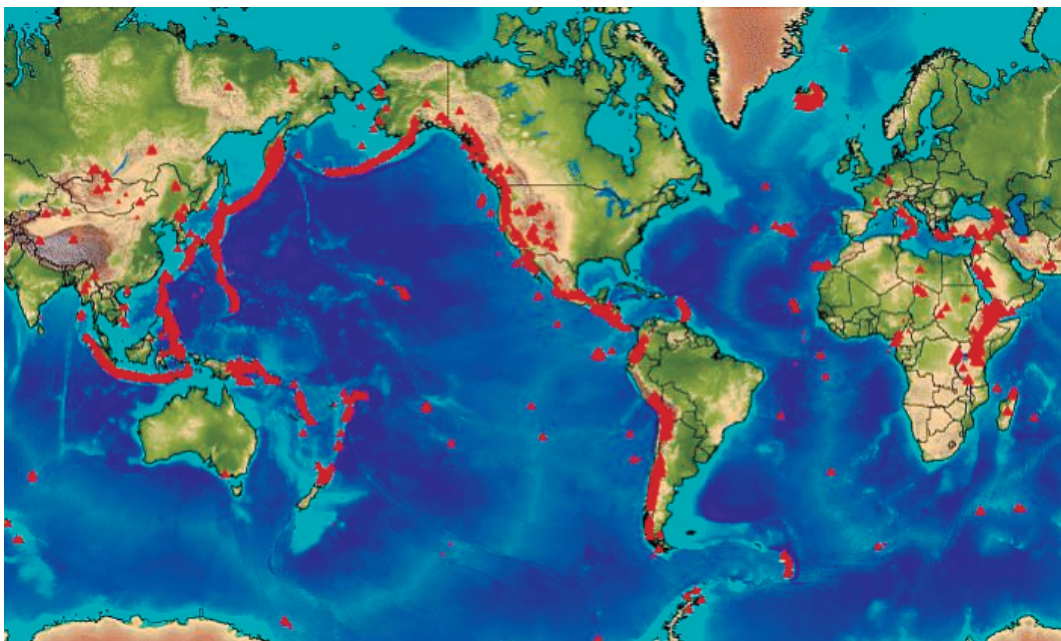
**Термални извори** се места на земјината површина каде извира топла вода, која има поголема температура од нормалните извори. Повеќето термални извори имаат и извесна минерализација и присуство на гасови што овозможува нивно искористување. Пример: во Р.Македонија има повеќе термални извори каде во Кочанско и Гевгелиско имаат температура преку 70 C<sup>0</sup> и се користат за оранжериско производство за загревање. Во Негорци, Катланово, Кежовица, Банско, Косоврасти водата има температура 40–70 C<sup>0</sup> и таа се користи за бањско лекување.



## 2.9 Географско распространување на вулканите

Во денешно време на континентите и островските лакови, познати се повеќе од 500 вулкани кои се активни. Меѓу нив се констатирани и неколку десетици кои преставуваат подводни вулкани. Во современата историја како активни вулкани се забележани повеќе од 2500 ерупции.

Распределбата на вулканите на Земјата не е рамномерна. Ако се погледне географската карта на светот на која се внесени главните вулкани (сл.2.20) и денес активни веднаш ќе се забележи дека ти се појавуваат во релативно тесни и долги зони или појаси. Овие зони се наоѓаат на границата околу океаните и морињата, а многу поретко на самите континенти подалеку од бреговите. Во овие области современите тектонски движења се одвиваат со голем интензитет каде има чести движења, а со нив и земјотреси. Се издвојуваат неколку позначајни вулкански области со поголеми размери а тие се:



сл.2.20 Вулкански зони во светот

**Тихо-океанска зона** во која има најмногу вулкани, некаде околу 70% од сите активни вулкани на Земјата. Самите вулкани се јавуваат по должината на брегот на Тихиот Океан, во самата водена средина и на граничните – крајни делови од континентот.

Вулканите подредени во низа можат да се следат по Западниот брег на америчкиот континент и тоа од југ кон север: од Патагонија преку Андите, пределите на Мексико, Сиера Невада и со извесни прекини до Алјаска на север. Од тука вулканската низа свртува на исток и југоисток и во вид на лак поминува на источниот брег на Азискиот Континент, па се до Нов Зеланд во Австралија.

**Атлантска зона** претставува друга вулканска област која е поврзана за Атланскиот Океан и таа има приближно мердијански правец. Започнува од север од Финско–Скандинавскиот Полуостров, преку Исланд, Западна Португалија, покрај Западниот брег на Африка, западно од Ангола до островот Тристон на југот од Атланскиот Океан.

**Средоземноморска зона** (медитеранска) претставува вулканска зона со поголеми размери. Започнува од Атланскиот Океан на запад, преку Средоземното Море (со многу познати вулкани – Етна, Стромболи, Вулкано, Везув, Санторин и др.) преку Кавказ, Турција, Иран, Индија и понатаму на исток кон Суматра, Јава и Зонарните Острови. Овој вулкански венец на исток се спојува со западниот венец од Тихо океанската зона во пределот на Гвинеа – северно од Австралија.

### **Изгаснати вулкански области во Р.М**

Во Р. Македонија постоеле неколку вулкански области од кои најпознати се:

- **Кратовско–Злетовска област** претставува карактеристична и позната област чија активност настанала во периодите Миоцен и Плиоцен. Вулканската работа во неа е слична на начинот на работа на Везув. Во неа се среќаваат конуси со сложен состав во кој наизменично се насложени големи количини од пирокластичен и изливен матријал. Присуството на постоење на вулкански и седиментен матријал упатува на постоење на подморски вулкани во оваа област. Тука постоеле и неколку центри – кратери на активноста како што биле: Туралевскиот, Кратовскиот и Лесновскиот кратер. Од вулканските конуси познат е Лесновскиот заедно со кратерот и околината каде конусите се подредени во низи: Злетово – Нивичани, Средурек, Лесново–Печеници, Црн Врв. За оваа вулканска област се врзани наоѓалиштата на олово-цинкова минерализација.

- **Кумановско–Негоричанска област** во која ерупциите биле тивки и од изливен тип, пред се од базалтна лава од која настанале дебели плочи на базалти наредени едни преку други. Во пошироката околина во пукнатинските структури се застапени помлади изливи од дацито–андезити што укажува на експлозивна вулканска активност.

Настанатите карпи–базалти се добри како градежен матријал за изработка на коцки и се експлоатираат во Младо Негоричане– Куманово.

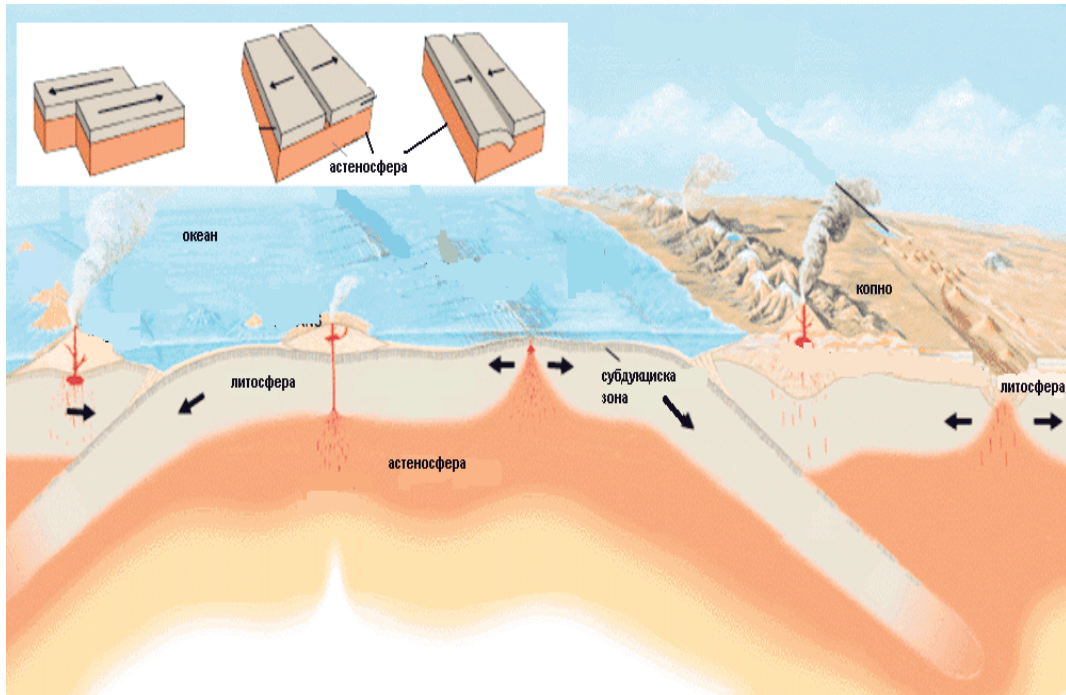
- **Охридско–Коселска област** е врзана за раседни зони кои се протегаат од Охрид кон Гостивар и Тетово. Во неа се среќаваат вулкански карпи–туфови, на кои што места излегува сулфур водород, јагленороден диоксид и други. Во оваа област се наоѓа и солфатарата Косел, поточно 6,5км. северно од Охрид.



## Прашања 2 тема

1. Која е причината за постанок на внатрешните геолошки сили?
2. Преку што се манифестираат внатрешните геолошки сили?
3. Што претставува магма и наведи ги нејзините карактеристики;
4. Објасни го поимот магматизам и неговите пропратни појави;
5. Како доаѓа до вулкански појави?
6. Опиши ги видовите вулкани според начинот на работа;
7. Опиши ги елементите на еден вулкан;
8. Наброј ги продуктите од вулканската активност;
9. Наброј ги пост-вулканските појави;
10. Објасни ја причината за линиската разместеност на вулканите;
11. Објасни ги формите на магматизмот;
12. Опиши ги плутонските тела;

# Тема 3 Тектоника



Сл.3.1 Тектонски движења

## 3.1 Тектоника

Посебно место во општата геологија зазема **тектонската геологија** или **тектониката**. Таа ги проучува движењата и промените во земјината кора предизвикани од внатрешните геолошки сили, геолошките структури, распоредот и меѓусебниот однос на карпите и карпестите маси. Запознавањето со основните структури и нивните карактеристики како и местото, времето и начинот на настанување на тие структури го објаснува тектониката. Оваа научна дисциплина придонесува подобро да се сфати развитокот на Земјата. Како последица на движењата кои се одвиваат во внатрешноста се денешните структури изразени во нерамнините во релјефот на Земјата.

Доброто познавање на структурните односи и склопот на еден терен на еден дел од земјината кора нема само теоретско значење. Спротивно од тоа, овие проучувања посебно во рудоносните подрачја или терените на кои треба да се извршуваат техничките работи имаат и економско-стопански карактер.

Познато е дека многу рудни лежишта настанале благодарение на тектонските процеси. Исто така и самата експлоатација во тектонски сложените терени многу зависи од познавањето на геолошката градба, структурните односи и лежиштата во нив, што влијае на текот на рударските работи.

Тектонските процеси имаат посебно значење за лежиштата на јаглен бидејќи од една страна тие ги деформираат, а од друга пак го зголемуваат степенот на јагленизација, овозможен со постоење на притисок во самото лежиште. Благодарение на тектонските процеси се создаваат и лежишта на нафта.

Познавањето на структурните односи на некои терени има голем важност и при изградба на важни објекти како што се: брани, мостови, тунели, фабрики и други технички градби.

Дали имало пореметување и движење во литосферата на одредени места, најдобро можеме да дознаеме ако ги разгледуваме слоевите на седиментните карпи. Нивната првобитна положба секогаш е хоризонтална, а ретко заземаат и коса положба. Денес таквата положба на слоевите ретко можеме да ја сретнеме бидејќи тие се искосени, понекогаш вертикално–исправени па се до превртени. Слоеите исто така можат да бидат набрани, свиени, искршени и преплетени со пукнатини, прекинати со раседи и слично.

Сите овие појави зборуваат дека слоевите после својот постанок биле под влијание на ендегените сили кој ја промениле првобитната положба. Промените настанати како последица во литосферата можат да бидат од локален карактер или со големи размери–прави тектонски движења.

## 3.2 Тектонски движења

Тектонските движења многу различно влијаат на внатрешниот склоп и надворешната форма на самата Земја. Сите движења кои го менуваат изгледот на Земјата можат да се поделат во две поголеми групи:

- епирогени движења;
- орогени движења.

**Епирогени движења** се внатрешни движења кои делуваат во литосферата на таков начин што предизвикуваат издигнување на едни а спуштање на други делови од земјината кора. Овие движења се бавни и зафаќаат големи пространства и се издвоени како епирогени движења (грч.**epiros**–копно,**genesis**–постанок) што значи настанување на копното.

Поради овие постојани движења од една страна земјиштето се издигнува и создава копно а од друга страна се спушта и со исполнување со вода создава мориња и океани. Поради влијание на ваквите постојани движења, распоредот на копното и морето низ геолошкото минато постојано се менувал, за што постојат многубројни докази. Тоа посебно може да се види по некогашните населби кои се наоѓале на бреговите а сега се потонати. Примери: градот Пуцуоли во Неаоплскиот Залив, Во Ла Манш се гледаат остатоци од населби под вода, а истотака и во близината на Марсеј има такви остатоци. Во Европа се издигнува северниот дел – брег кај Шведска и Финска а се спушта Холандскиот брег, каде се градат насипи за да не дојде до поплавување. Познато е дека дел од Холандската територија се наоѓа под морското дно. Оваа појава може да се забележи по поместувањето на устијата на некои реки. Вакви многубројни примери како во Европа има и на другите континенти.

Од ова може да се заклучи дека во некои делови на земјината кора под дејство на епирогените движења доаѓа до поплавување на копното со вода или обратно до повлекување на водата од копното.

Поплавувањето на копното со вода се нарекува – **трансгресија**.

Повлекувањето на морето од копното се нарекува – **регресија**.

Покрај епирогените движења трансгресијата и регресијата можат да бидат и последица на орогените движења односно во време на издигнување на нови венечни планини.

Дали некаде во геолошкото минато имало трансгресија, може да се докаже врз основа на присуството на конгломерати – видови карпи настанати во водена средина со кои започнува некоја серија на седименти. Бидејќи тие се првосоздадени (најстари) и лежат во основата–базата се нарекуваат **базални конгломерати**.

Друг начин на одредување е преку дискорданцијата т.е. аголниот однос на самите седименти.

Регресијата може да се утврди врз основа на постојаното намалување на површината на таложење, а понекогаш и по присуството на **регресивни конгломерати** (најмлади) кои се наоѓаат на површината од серијата.

**Орогени движења** – овие движења ги опфаќаат сите случувања во геосинклиналните простори кои доведуваат до создавање на набори и верижни планини. Бидејќи геосинклиналите се нестабилни делови на земјината кора, под дејство на страничните притисоци, кои доаѓаат од континенталните маси, доаѓа до свивање, набирање, раседнување, распарчување на седиментите и сл. Орогените движења најмногу се изразени во потесните делови на геосинклиналата односно онаму каде што дебелината на седиментите е најголема што се поклопува со најдлабоките делови (дно) на геосинклиналата.

Покрај геосинклиналите (нестабилни), постојат и стабилни делови кои имаат голема отпорност кон многу движења во литосферата, тие се наречени **платформи, кратони или табли**. Овие стабилни делови обично ги обиколуваат геосинклиналите.

Нарушувањата кои ги предивидуваат орогените движења, можат да се поделат во две групи:

- тангенцијални нарушувања;
- радијални нарушувања;

Иако овие две групи на нарушување меѓусебе потполно се различни, тие многу ретко се појавуваат одвоено. Тангенцијалните нарушувања, поголемо влијание имаа над пластичните карпи, при што се создаваат наборни структури со најразлични форми и различни големини.

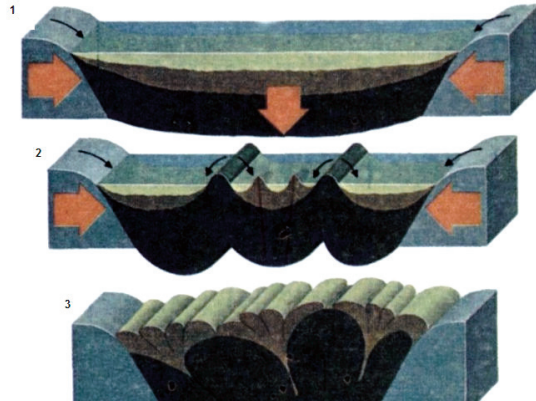
Наспроти нив цврстите карпести маси ги поднесуваат страничните притисоци, но затоа пак деформациите кај нив се од радијален тип со распарчување и дробење на карпестите маси.

**Платформи** се стабилни делови од литосферата, со мирен тектонски режим, имаат дебелина од 30 до 40км и површина од неколку милиони км<sup>2</sup>. Денес се познати 8 стари палеозоиски платформи и тоа: европска, северно – американска и јужно – американска, афричка, идијска, сибирска, кинеска и австралиска.

Некогаш пред 200 милиони години постоел единствен супер континент наречен Пангеа, кој како последица на раздвижувањето на континенталните плочи почнал да се разделува (брзина на движење 2-18см годишно). Пред околу 135 милиони години Пангеа веќе била раздвоена на Евроазија и Гондвана, Индија и Антарктик со Австралија. Со понатамошните движења дошло до создавање на наведените 8 платформи.

Настанувањето на верижните планини всушност започнува со настанувањето на геосинклинали, но тоа е многу долг и сложен процес поделен во неколку фази:

**Геосинклиналата** во **првата фаза** (сл.3.2.1) започнува со тонење на нестабилните простори и нивно исполнување со вода во која се врши постојана седиментација. Матријалот за седиментација потекнува од копното кое ја опкружува геосинклиналата. Поради постојано тонење на дното, тежината на водата и наталожените седименти, на



сл 3.2 (1,2,3) фази во развој на геосинклинала

кои дебелината достигнува одредена граница, тогаш геосинклиналата е во фаза на зрелост.

Тоа значи дека седиментите се релативно длабоки и се врзани за длабочини во кои владеат високи притисоци и температура при што седиментите се подигнуват и набират.

Со издигнувањето на геосинклиналното дно започнува **втората фаза** (сл.3.2.2) во која се јавуваат орогените движења при што настануваат набори, кинење и навлекување на карпестите маси. Геосинклиналата сеуште не е консолидирана и прилепена кон платформата.

Самото формирање претставува **трета или завршна фаза** (сл3.2.3) на геосинклиналниот развој. Развојот на геосинклиналата се карактеризира со потполна консолидација и формирање на верижни планини кои се надоврзуваат на платформите.



### 3.3 Слој и негови карактеристики

Пред да се запознаеме со тангенцијалните нарушувања, треба да ги знаеме основните карактеристики на слоевите бидејќи во најголем број на случаи овие нарушувања се случуваат кај седиментите карпи, а самиот слој претставува главна карактеристика на овие карпи.

**Слој** претставува ограничено геолошко тело со еднороден состав, паралелни и приближно паралелни гранични површини наречени **површини на слоевитост**.

Долната гранична површина се нарекува под-**подина** на слојот а горната површина **кров-кровина** или **повлата**.

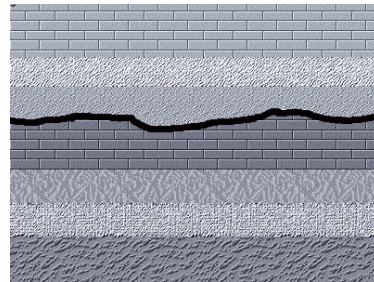
**Дебелина** на слојот претставува нормалното растојание помеѓу кровината и подината(сл3.3).



сл.3.3 елементи на Слој

Слоевите настануваат со таложење на транспортираниот распаднат материјал во водена, мешовита или копнена средина. Таложењето се одвива во површинските делови на земјината кора при што слоевите можат да зафатат големи пространства. Тие при настанувањето секогаш имаат хоризонтална положба но чест се среќаваат и во коса положба што зависи од условите на таложење. Слоевите како дел од седиментните карпи имаат помала дебелина во однос на рапространетоста.

Според редот на таложењето хоризонталните слоеви се подредени така што постарите слоеви секогаш се наоѓат под младите бидејќи настануваат порано. Врз основа на слоевите, геолозите го испитуваат потеклото на материјалот, начинот на транспортирање, условите на таложење и други карактеристики.



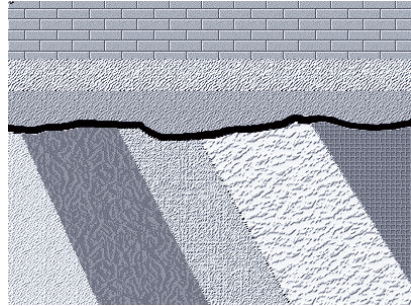
сл.3.4 конкордантни слоеви

Слоевите што имале непрекинато таложење или седиментација и паралелни гранични површини се нарекуваат **конкордантни слоеви**. (сл.3.4) Тие по правило се хоризонтални и суб-хоризонтални, а можат да бидат и коси, вертикални и превртени.

Конкордантните слоеви секогаш имаат исто протегање, правец на пад и паден агол.

Поради дејството на внатрешните и надворешните геолошки сили, хоризонталните слоеви ретко се среќаваат, сега тие се наоѓаат нарушени во различни форми: набрани, извиткани, испукани, раседнати и слично.

Слоевите кои не се подредени по редоследот на таложење туку се наоѓаат под различни агли меѓусебе се нарекуваат **дискордантни слоеви**.(сл.3.5)



Настанатите дискорданции можат да имаат различно потекло:

сл.3.5 дискордантни слоеви

-**Ерозивна дискорданција** настанува под влијание на надворешни влијанија, со ерозија на слоевите. Ерозијата создава нерамнини врз претходно настанатите слоеви, врз кое се врши ново таложење и таквиот слој е дискордантен спрема постариот слој.

-**Тектонско ерозивна дискорданција** е последица на тектонски нарушувања кои се јавуваат по таложењето на слоевите. Поточно меѓу фазите на таложењето се јавуваат ерозивните и денудациони процеси, а во исто време дејствуваат и тектонските движења кои заедно вршат нарушување на слоевите.

-**Тектонска дискорданција** е последица на тектонските процеси кога најчесто доаѓа навлекување на дебели наслаги на седименти кои по старост се различни и најчесто се случуваат во нестабилните делови на геосинклиналите.

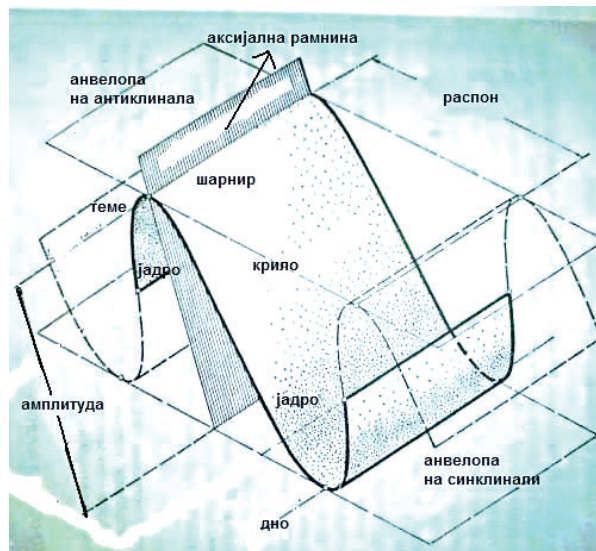
## 3.4 Тангенцијални нарушувања

**Тангенцијалните нарушувања** се издвојуваат како хоризонтални бидејќи кај нив движењето се врши скоро по должина на хоризонтала во правец на тангентата на Земјата. При овие движења, словитите карпи се изложени на едностран или двостран страничен притисок, при што се изложени на свивање—набирање и создавање најразлични наборни форми. Доколку притисоците се поголеми, дотолку и нарушувањата на слоевите ќе бидат поголеми и обратно.

**Набори** - Основна форма при овие случувања претставува **наборот**, што значи наборите претставуваат структурни форми настанати под дејство на странични притисоци кои дејствувале врз хоризонталните слоеви. Тие се елементарен дел во целиот систем во кој обично се појавува еден испакчен и еден влдабнат дел, т.е. наборот ги содржи следните елементи (сл.3.6):

-**антиклинала** (сл.3.7) е дел од наборот, кој е свиен и испакнат нагоре и во чие јадро се наоѓаат најстари слоеви.

-**синклинала** (сл.3.8) е дел од наборот, кој е свиен и влдабнат надолу во чие јадро се наоѓаат најмлади слоеви.



сл.3.6 елементи на набор

Според ова еден набор е составен од антиклинала и синклинала, што претставува цел набор, кој на теренот ретко се среќава. Некогаш се среќава само нејзиниот синклинален, а некогаш антиклинален дел. Превојните подрачја на наборот се нарекуваат **шарнири**.

-**Крила на наборот** се делови кои ги поврзуваат шарнирите на антиклиналата и синклиналата.

-**гребен или теме** е шарнирот кај антиклиналата.

-**дно** претставува шарнирот кај синклиналата.

-**јадро** претставуваат внатрешните делови помеѓу крилата на антиклиналата и синклиналата.

Покрај овие видливи елементи на наборот, постојат и конструктивни, а тие се:

-**аксијална рамнина** е замислена површина, која го дели наборот на два еднакви дела;

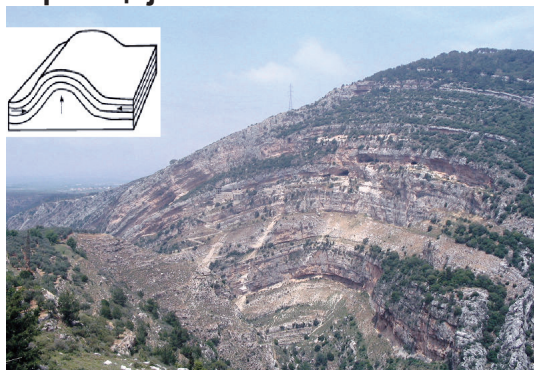
-**оска на антиклинала и синклинала** е замислена оска која поминува низ средината на антиклиналата (темето) или синклиналата (дното);

-**распон на наборот** е хоризонтално растојание помеѓу две соседни темиња или дна;

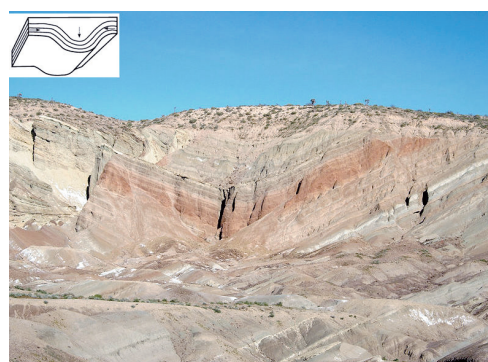
-**амплитуда** е растојание помеѓу темето на антиклиналата и дното на синклиналата;

-**анвелопа** е рамнина која ги поврзува темињата на антиклиналите или дната на синклиналите;

-**вергенција** на наборот е отстапување на аксијалната рамнина од вертикалната рамнина, а аголот на отстапување се нарекува **агол на вергенцијата**.



сл.3.7 Антиклинала



сл.3.8 Синклинала

### 3.4.1 Класификација на наборите

Наборите можат да бидат прости и сложени бидејќи помеѓу себе се разликуваат како по форма така и по димензиите. Затоа постојат повеќе класификации направени врз основа на различни особини на наборите како што се:

**1. Според положбата на аксијалната рамнина и крилата во однос на хоризонталната рамнина** наборите се поделени на:

-**исправен набор** има вертикална аксијална рамнина (вергенција  $0^{\circ}$ );

-**кос набор**—аксијалната рамнина е коса, а слоевите на двете крила се нормални;

-**превртен набор**—аксијалната рамнина е коса, крилата паѓаат на иста страна додека пак слоевите во кровината се нормални, а во подината се превртени;

-**полегнат набор**—кај кој аксијалната рамнина има скоро хоризонтална положба (вергенција  $90^{\circ}$ );

-**нурнат**—аголот на вергенцијата е преку  $90^{\circ}$  и дел од наборот се наоѓа под хоризонталната рамнина.

**2. По формата на шарнирот најчести се следните видови:**

-**аглести**—шарнирите се сведени на тесни искривени подрачја;

-**сандачести**—шарнирите се двојно аглеси, а меѓу нив се наоѓа несвиткано подрачје;

-**коленасти**—тие се исти како и сандачестите, само кај нив подрачјето помеѓу шарнирите е свиткано.



**3. Според меѓусебните односи на формата на слоевите во наборот се разликуваат:**

-**набори од сличен тип**—слоевите во шарнирот се подебели, а во крилата потенки;

-**паралелен тип**—слојните површини во наборот меѓусебно се паралелни и дебелината останува секаде иста;

-**дијапирски набори** кај кои дебелината на слоевите е најмала и настануваат со движење на геолошките тела нагоре;

-**супратенуозни**—дебелината на слоевите во шарнирите на антиформата е најмала, а во шарнирите на синформата е најголема;

-**дисхармонични**-формата на слоевите во наборот секаде е различна.

**4. Според односот на крилата кон аксијалната рамнина можат да бидат:**

-**нормални набори**, кај кои крилата се симетрични во однос на аксијалната рамнина.

-**изоклини набори**, кај кои крилата се паралелни со аксијалната рамнина

-**ладални набори**, кај кои крилата се составуваат во вид на ладало, тие прво конвергираат кон шарнирот, а потоа дивергираат од него.

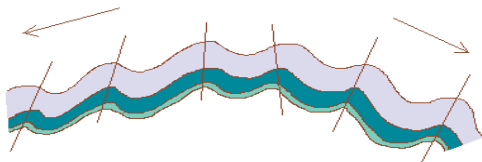
**5. Според начинот на појавувањето во зависност од сложеноста на теренот и тектонските процеси наборите можат да бидат:**

-**прости набори**, се они кои на теренот најчесто се претставени со една антиклинала и една синклинала;

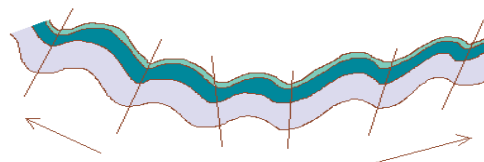
-**сложени набори** се оние кои во себе содржат повеќе прости набори.

Ако кај еден сложен набор со големи димензии анвелопата има форма на антиклинала се нарекува **антиклинориум**(сл.3.9).

Ако пак анвелопата кај сложениот набор е во форма на синклинала се нарекува **синклинориум**(сл.3.10).



Сл.3.9 Антиклинориум



сл.3.10 Синклинориум

**Навлаки** настануваат во терени каде има силни странични притисоци, кои вршат хоризонтално туркање на делови од карпестата маса преку други делови. Тоа значи дека тие претставуваат сложени навлечени набори со големи размери од десетици па и стотици километри. Движењето на карпестата маса се одвива во насока на дејството на страничниот притисок. Навлаката ги има следните елементи:

-**корен** е место од каде започнува движењето на карпестата маса;

-**алохтон** е дел од навлаката кој се движи или навлекува;

-**автохтон** е површината по која се врши навлекувањето;

-**чело** претставува местото до каде што е дојден алохтонот;

-**прозор**—ако дел од алохтонот е однесен со ерозија и се гледа автохтониот дел

## 3.5 Радијални нарушувања

**Радијалните или вертикални** нарушувања доведуваат до деформации на земјината површина и во литосферата воопшто преку пукање, кинење и кршење на карпите и карпестите маси и нивно движење по должина на раскинатата површина. Овие движења се најчесто вертикални, односно во правец на радиусот на Земјата па затоа се викаат и радијални нарушувања, а поретко можат да бидат и хоризонтални. Основна форма на вертикалните пореметувања претставува **расед**.(сл.3.11)

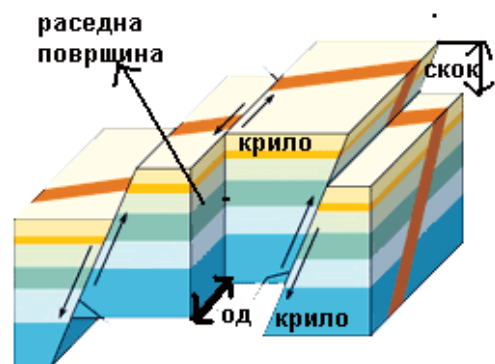
**Раседи** се структурни облици во земјината кора, кои настануваат со издигнување или спуштање или пак хоризонтално поместување на дел од земјината кора по должина на раседна површина.



сл.3.11 вертикален расед во природа

### Елементи на раседот (сл.3.12)

-**Раседна површина** е оној дел од раседот по кој се врши движење на два или повеќе блока без разлика во кој правец. Таа може да биде нерамна или сосема рамна поради што се нарекува и **раседна рамнина**. Ако е потполно рамна и мазна тогаш се нарекува **раседно огледало**. На раседната површина честопати можат да се видат бразди кои го покажуваат правецот на движење на откинатите делови. Тие се нарекуваат **стрии**.



сл.3.12 Елементи на расед

-**Раседни крила** или блокови се откинатите делови кои се движат по раседната површина.

-**Скок кај раседот** е вертикалното растојание помеѓу два раседнати блока. Со тоа се мери степенот на раседнување, односно идигнувањето или спуштањето на нарушените блокови.

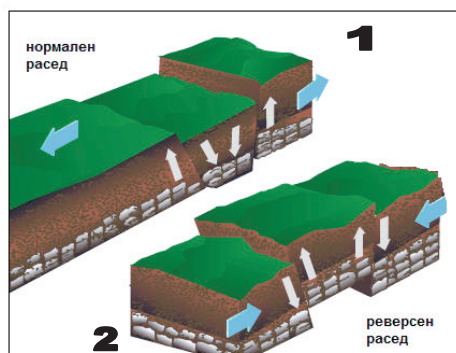
-**Од или странично растојание** е хоризонтално растојание меѓу два раседнати блока.



### 3.5.1 Видови на раседи:

Иако формите на раседнување меѓусебе се многу различни, тие сепак можат да се поделат на два основни типа: **нормални и реверсни**.

**1. Нормални раседи** (сл.3.13.1) се оние каде што доаѓа до спуштање на еден блок по раседната површина, додека другиот блок остнува во првобитната положба. Затоа нормалните раседи претставуваат негативна форма на раседнување. Најчесто спуштањето се врши по должина на вертикална рамнина и овие раседи немаат од туку само скок.



Ако спуштањето е извршено по коса рамнина тогаш кај блоковите се појавува и од и скок. Одот ќе биде поголем, а скокот помал ако аголот на раседнување е помал. Кај хоризонталните раседи се појавува само од.

сл.3.13.(1,2) видови раседи

Според односот на раседната површина и протегањето на слоевите нормалните раседи можат да бидат:

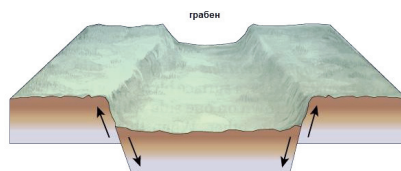
- надолжни раседи**, кај кои правецот на раседната површина е паралелен со протегањето на слоевите;
- напречни раседи** се оние кај кои протегањето на раседот е нормално на протегањето на слоевите;
- дијагонални**, кај кои правецот на раседната површина е дијагонален на правецот на протегањето на слоевите.

**2.Реверсни раседи** (3.13.2) се такви раседи каде што едниот блок по должина на раседната површина се движи нагоре, а другиот останува во својата првобитна положба. Оваа форма на раседнување претставува позитивна форма. Овој тип на раседи обично се појавува во наборните терени.

Раседите најчесто се појавуваат во групи, а поретко поединечно и осамени. Групните раседи се јавуваат во различни форми и тоа:

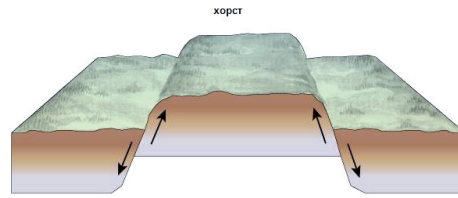
-**Скалести**—настануваат во терени каде постојат повеќе паралелни раседи, најчесто вертикални кои се ориентирани во еден правец;

-**Тектонски ров или грабен** (сл.3.14) претставува спуштен блок или систем од блокови меѓу два или систем на паралелни раседи. Можат да бидат **прости** ако теренот е спуштен помеѓу два раседа и **сложени** ако спуштањето е извршено помеѓу повеќе раседи со најголемо спуштање на теренот во средината;



сл.3.14 тектонски ров

**-Хорс или тимор** (сл.3.15) е тектонски облик спротивен на ровот. Настанува така што средниот дел меѓу раседите останува во првобитната положба, а страничните делови се спуштени. Истотака и тој може да биде **прост** или **сложен**;



сл.3.15 тектонски хорст

**-Тектонската котлина** има кружна или елипсовидна форма која настанува со спуштање на блоковите помеѓу паралелни раседи во форма на концентрични кругови;

**-Паркетна структура** се јавува кај терени со многубројни раседи во различни правци кои меѓусебе се вкрстуваат и личат на паркет.

## Прашања 3 тема

1. Што проучува Тектонската геологија?
2. Какви нарушувања предизвикуваат епирогените движења?
3. Какви форми создаваат орогените движења?
4. Објасни ги фазите на развој на геосинклиналата;
5. Наброј и опиши ги елементите на слојот;
6. Во какви услови се формираат наборните структури?
7. Опиши ги елементите на еден целосен набор?
8. Како може да се класифицираат наборите?
9. Какви нарушувања и форми, предизвикуваат радијалните движења?
10. Опиши ги елементите на еден расед?
11. Наведи ги видовите раседи?

## Тема 4 Метаморфизам



Сл.4.1 Пад и преобразба на карпите

## 4.1 Метаморфизам

Заедно со останатите процеси кои се одвиваат во земјината кора (магматизам, тектоника, сеизмологија), се појавува и метаморфизмот. Зборот метаморфизам потекнува од грчкиот јазик што на македонски значи “**промена на формата**”. Процесите на преобразба на магматските и седиментните карпи е во структурата, минеролошкиот состав и делумно во хемискиот состав. Сите овие процеси кои доаѓаат подоцна и влијаат на веќе формираните карпи се нарекуват **метаморфни промени**, а самата појава како метаморфизам. Во најголем дел тоа се механички промени на веќе настанатите карпи под дејство на високи притисоци, температура, гасови и параа кои здружено со другите процеси дејствуваат во внатрешноста на земјината кора.

Магматските карпи се создаваат на високи температури од околу  $650-1200\text{ C}^{\circ}$ , додека седиментните карпи се создаваат на температури и притисоци кои владеат на земјината површина.

Процесите на метаморфизам (преобразба), најдобро се гледаат преку создавањето на **метаморфни карпи**. (сл.4.2) Метаморфните карпи настануваат со преобразба на: магматските и седиментните карпи на температура од околу  $200$  до  $900\text{ C}^{\circ}$  и зголемени притисоци.



сл.4.2 метаморфни карпи

Ако метаморфните карпи настанале со преобразба на магматските карпи тогаш се нарекуваат **орто-метаморфни** карпи, а ако настанале со преобразба на седиментните карпи тогаш се нарекуваат **пара-метаморфни** карпи.

Метаморфните промени кај карпите се со различен интензитет и тие зависат од природните услови при кои тие се создадени. Под влијание на зголемени притисоци, а релативно ниски температури доаѓа до послаба преобразба на магматските и седиментните карпи. Во такви услови настануваат само делумно структурни и текстурни промени и парцијална преобразба на минералниот состав при што карпите задржуваат најголем дел од претходните особини. Ваквите променети карпи го задржуваат името, а добиваат префикс **мета**. Пример: дијабаз во метадијабаз, песочник во метапесочник и др.

Многу е чест случајот, метаморфните карпи со висок степен на кристалинитет да претрпеле повеќекратен метаморфизам во геолошкиот развој на земјината кора. Тоа најчесто се однесува на метаморфните карпи од старите прекабриски и палеозојски комплекси кои биле изложени повеќепати на различни метаморфни промени.

## 4.2 Видови на метаморфизам

Процесот на метаморфизам го предизвикуваат три главни вида на фактори кои ретко се појавуваат одвоени, а тоа се: температура, притисок, гасови и пареа.

Тие најчесто дејствуваат заеднички, но дејството на еден од факторите е поизразено. Според тоа доаѓа до издвојување на разни видови на метаморфизам, кои се утврдени преку изучувањето на метаморфните карпи.

**-Термометаморфизам** (контактен) е процес кој е условен со постоење и дејствување на зголемена температура. Таа пак зависи од зголемувањето на длабочината (геотермски степен) или при ослободување од магмата.

Вториот вид на термалното дејство (магматска топлина) познато е како **контактен метаморфизам** бидејќи се случува на контактот меѓу магмата и околните карпи низ кој таа се движи. Под дејство на високите температури на растопот на магмата доаѓа до прекристализација. Зголемената температура на магмата скоро секогаш ја следат пареа и гасови, а нивното дејство доведува до промени во хемискиот состав на карпите со кои магмата доаѓа до контакт.

Заедничко дејство на температурата, гасовите и пареата предизвикува **контактна и пнеуматолитска метаморфоза**, при што овој процес го прават сложен. Контактниот метаморфизам е ограничен на мали размери, односно во границите на контактот на магматската интрузија и околните карпи.

Според местото каде се вршат контактнo–метаморфни промени се издвојуваат: **егзогени и ендегени** промени.

**Егзогените метаморфни промени** се вршат на околните карпи.

**Ендегените промени** настануваат во самата магматска интрузија.

Самите промени во околните карпи настанати со контактен метаморфизам многу зависат од составот на самите карпи како и од особините на магмата. Примери: поминување на карбонатните карпи во скарнови или мермери, лапорците во силикати, како и камениот јаглен во антрацит и др.

**-Динамометаморфизам** е процес на промена на карпите кој се јавува како последица на тектонските движења во земјината кора. Кај овој процес на метаморфизам настануваат промени во структурата на карпите. Порано создадените карпи се распаѓаат или ги однемува, а на нивно место настануваат нови со јасно изразена ориентација на минералите. Врз основа на ориентацијата и промената во минералите може да се донесе заклучок од тектонско значење. Пример: за правецот на дејство на притисокот и движењето на масите.



Динамометаморфните карпи настануваат истотака и под дејство на хидростатичкиот притисок. Кај ваквите карпи минералите добиваат распоред нормален на правецот на дејствување на притисокот. При што истовремено настанува и шкрилава текстура чијшто правец не се поклопува секогаш со правецот на слоевитоста, бидејќи зависи од правецот на дејствување на притисокот. Карпите настанати со овие процеси се нарекуваат **кристалести шкрилци** или тектонити.

**-Пнеуматолитски метаморфизам** е еден од најсложените кој доведува до промени во карпите. Со ослободување на гасовите и пареата од магмата, а во присуство на висока температура во земјината кора доаѓа до многу сложени хемиски реакции и создавање на нови материји. Овие два процеса ( контактна метаморфоза и пнеуматолиза) одат редовно заедно и е тешко да се одвојат посебно.

Од минерализаторите најзначајни се: гасовите на флуор, хлор, берилиум, соединенијата на силициум и железо, борна киселина како и водената пареа.

Дејството на минерализаторите е поголемо во длабочина бидејќи таму температурите се повисоки и процесот трае подолго. Со движењето на гасовите кон површината нивната температура опаѓа, а со тоа и силата на нивното дејство. Меѓутоа оладените гасови се уште имаат улога на минерализатори како кондензирани гасови и пареа, кои дејствуваат во вид на водени раствори, посебно во испуканите и шупликави карпи. Во некои такви карпи може да дојде до зголемени концентрации на минерализација и создавање на рудни жици.

**-Регионален метаморфизам** претставува комбиниран метаморфизам во кој учествуваат сите видови на метаморфизам. Тој е многу изразен во големите длабочини и големи пространства. Затоа уште може да се нарече и **длабински** или плутонски метаморфизам. Со него се опфатени сите видови карпи, а најголемите промени се во геосинклиналните области. Тука посебно се силни хидростатичките и страничните притисоци и движењата на магмата проследни со високи температури, гасови и пареа.

Со дејството на споменатите фактори на метаморфизам сите видови на карпи трпат промени, пред се прекристализираат и поминуваат во кристалести шкрилци и други видови метаморфни карпи.

## 4.3 Фактори на метаморфизмот

Главна причина за метаморфните промени во карпите е во појавата на зголемен притисок и температура, како и дејството на гасовите и пареата кои доаѓаат од магмата. Според тоа, постојат три основни фактори на метаморфоза:

- температура;
- притисок; и
- гасови и пареа.

Со дејството на овие три фактора при постоење на основно физичко-хемиски услови сите карпи (магматски, седиментни, како и веќе формирани метаморфни) се подложени на метаморфоза. Промените во кристализацијата, структурата и минеролошкиот состав на карпите се јавуваат кај карпите во цврста состојба.

**-Температура** како еден од факторите на метаморфоза се повеќе се зголемува со длабочината. Со растењето на температурата се повеќе слабее меѓумолекуларната врска во минералите, а истовремено се повеќе се зголемува растворливото дејство на подземните води, како и хемиската активност на соединенијата.

Температурата во земјината кора настанува како: последица на геотермскиот степен ( $33\text{m}/1\text{C}^0$ ) со ослободување од магмата при нејзиното движење низ цврстата литосфера или пак како резултат на триењето на карпестите маси при движењето и деформациите.

Под дејство на температурата некои постојани минерали стануваат хемиски активни материи кои со околните карпи создаваат нови соединенија. Пример: во зоната на взаемното дејствување на карбонатни карпи и магматски интрузии, при што понекогаш, карбонатната материја може да помине во силикатна.

**-Притисокот** истотака расте со длабочината. Според тоа неговото дејство посебно се чувствува во подлабоките делови на литосферата. Така на пример: на длабочина од 10км притисокот е околу  $2600\text{at}$ , а тоа е доволно и најцврстите карпи да претрпат физички промени. Понатамошното зголемување на притисокот овозможува растворување на материјата, а исто така влијае и на молекуларното прегрупирање во минералите.

Притисокот се изразува како: хидростатички или вертикален притисок и страничен најчесто едностран притисок. Хидростатичкиот притисок дејствува сестрано, со широк радиус, а со длабочината се повеќе расте благодарение на огромното оптоваруње кое го предизвикуват повисоките делови на карпестите маси. Доколку тој е сврзан за големи длабочини, тој кај цврстите карпи ја менува **агрегатната состојба**, бидејќи тие стануваат густа течна маса. Спротивно на него страничниот притисок дејствува најчесто во еден правец при што движењето на масите предизвикува триење, а со тоа и зголемување на температурата со што се предизвикуваат физички промени кај карпите.

Сето тоа пак предизвикува разни деформации, пукање и дробење на карпите и минералите во нив. Овие промени кај карпите се гледаат во паралелениот распоред на минералните состојки кои се ориентирани во насока на движењето на масите. Таквиот распоред на минералите кај карпите дава посебна **шкрилеста** структура, слично како и кај седиментните карпи, а тоа е слоевитоста.

**-Гасовите и пареата** се трет фактор. Ако процесот на метаморфоза се одвива во средина на покачена температура и покачен притисок, тогаш во таквите услови карпите изложени на ваквото дејство, претрпуваат само физички, а не и хемиски промени. Ако се пак покрај споменатите фактори јавуваат гасови и пареа, кои настануваат со ослободување од магмата при нејзиното движење кон површината, тогаш промените во карпите ќе бидат многу посложени. Тогаш може да дојде не само до физички промени, туку и до формирање на нови материи—до хемиски процес.

Колкава ќе биде преобразбата кај карпите зависи од факторите кои дејствуваат во една средина, од видовите карпи како и од дејството на површинските процеси.

Времето како фактор, исто така е мошне значајно. Доколку дејството на еден фактор е подолг, дотолку и промените ќе бидат поизразени. Така кај најстарите метаморфни капри мошне тешко е да се утврди од кои карпи водат потекло, но според структурите на метаморфните карпи можат да се утврдат некои од факторите кои предизвикале преобразба.

## 4.4 Степен на метаморфизам

Во регионално метаморфните карпи од големо значење е испитувањето на степенот и видот на метаморфизам, кое обично се нарекува **зонеографско испитување**. Степенот на метаморфоза на карпите се менува во зависност од промената на самите фактори на метаморфизам.

Познато е дека некои карпи со ист хемиски состав се разликуваат по минеролошкиот состав. Оваа појава е сврзана за процесите на метаморфизмот. Појавата го свртела вниманието на голем број истражувачи, а посебно кај регионалниот метаморфизам. Пример: во Алпите истражувачите Ван-Хејз и Грубенман според големината на температурите и притисоците изделиле три зони од површината кон длабочина и тоа:

**-Горна-епизона** е зона во која владее ниска температура и едностран притисок, што најчесто предизвикува механички деформации кај карпите, кои се кршат и ронат. Тука настануваат филити, талкшисти, хлоридски шкрилци, а поретко и други метаморфни капри.

**-Средна-мезозона** е зона со зголемени притисоци и температури. Покрај страничниот притисок, тука се појавува и хидростатичкиот притисок, а нивното заедничко дејство се гледа во прекристализирањето на карпите. Тука настануваат прави шкрилести карпи: лискунски шкрилци, различни гнајсеви, кварцити, мермери, амфиболи и др.

**Долна-катазона** е зона во која владее висока температура и висок хидростатичен притисок. Тука веќе нема странични притисоци, кои потполно се заменети со хидростатички притисок. Притисокот и температурата делуваат со спротивно дејство. Температурата предизвикува ширење, а притисокот збивање на минералите, кои добиваат поголема специфична тежина. Во катазоната најчесто отсуствува шкрилавоста кај карпите и минералите. Главните карпи од оваа зона се: биотит и пироксен – гнајсеви, еклогит и др.

Како најдобар пример за метаморфизам на карпите при промена на условите и факторите на метаморфоза со спуштање од површината кон длабочина, се земаат глиновитите карпи. Овие карпи во горната (епизона) со спуштање во длабочина поминуваат најпрвин во шкрилеста глина, а потоа преку глинец и понатаму преку глинец и аргилошист во филит.

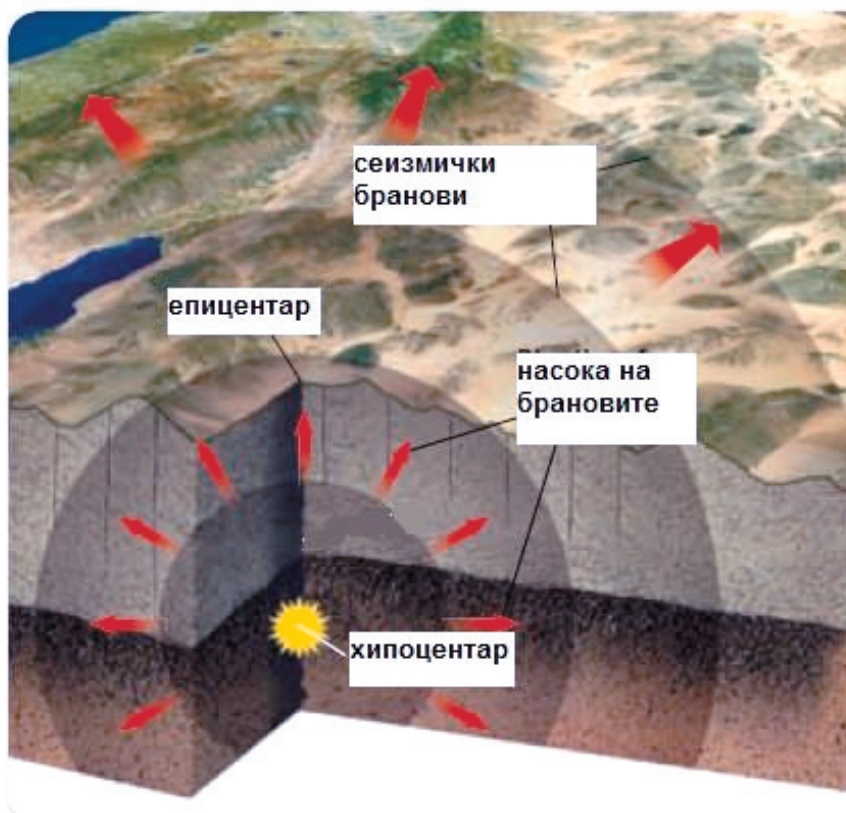
Во наредната мезозона филитот благодарение на зголеменото дејство на притисокот и температурата ќе помине најпрвин во филито-микашист, а потоа во микашист. Микашистот потполно се разликува од појдовната глиновита материја, но затоа го задржал истиот хемиски состав.

Најпосле со спуштањето на микашистот во подлабоката катазона, оваа карпа се менува со понатамошна трансформација, благодарение на зголемената температура и притисок ќе помине во гнајс.

## Прашања 4 тема

1. Какви промени предизвикува метаморфизмот?
2. Наброј ги и објасни видовите на метаморфизам;
3. Кои се главни фактори на метаморфизмот?
4. Објасни како делуваат факторите на метаморфизмот?
5. Што проучува Зонеографското испитување?
6. Објасни некои примери за метаморфизам кај карпите;

## ТЕМА 5 СЕИЗМОЛОГИЈА



Сл.5.1 Елементи на земјотрес и насока на движење на брановите



## 5.1 Сеизмологија

Покрај бројните промени и деформации кои настануваат во литосферата под дејство на ендогените сили, многу често се појавуваат ненадејни, а понекогаш и необично силни движења, чии последици можат да имаат големи размери со катастрофално дејство.

Таквите движења се познати како потреси кои се нарекуваат – **земјотреси** или **трусови**. Со проучување на овие многу специфични и скоро со ништо ненајавени движења се занимава посебна наука – сеизмологија. За сите сеизмички појави се користи името **сеизмизам**.

**Земјотреси и причини за нивно настанување** – движењата во литосферата кои се случуваат на специфичен начин, со тоа што предизвикуваат тресење, нишање и бранување во земјината кора, кои по својот начин на настанок, по силата и времетраењето по размерот и катастрофалните последици, потполно се различни и издвоени се како **земјотреси** или **трусови**. Тие траат најчесто многу кратко, но многу често и се обновуваат. Земјотресите настануваат како последица на извесни пореметувања во земјината кора. Меѓутоа причините за нивниот постанок се различни, но сепак можат да се групираат во три посебни групи: **тектонски, вулкански и урнувачки**.

**Тектонски земјотреси** – по јачината и катастрофалните размери, како и по бројот на појавувања тие се најчести. Се претпоставува дека на нив припаѓа околу 90% од сите земјотреси. Тие се јавуваат во нестабилните терени, во кои карпите се зафатени со орогени движења, каде доаѓа до раседнување и распарчување. Поради тоа тектонските земјотреси, воглавно, се врзани за геосинклиналните области, а поретко за стабилните карпести маси. Поместените карпести маси ја пореметуваат дотогашната рамнотежа во која се наоѓале во делот од земјината кора. За извесно време вака поместените блокови се наоѓаат во привремена рамнотежа која може и подолго да потрае. Меѓутоа непрекинатиот стремеж за повторно воспоставување на стабилна рамнотежа сепак доведува до нови движења. Тогаш најчесто одеднаш настанува повторно поместување на блоковите, а таквиот пад на воспоставување на рамнотежа предизвикува земјотрес.

Рамнотежата најчесто не се воспоставува одеднаш, туку стабилизацијата се продолжува за извесно време. Во тие интервали се јавуваат потреси со различна јачина. Најчесто главниот потрес доаѓа тогаш кога е настанато ненадејното и најголемо спуштање на блоковите, а него потоа го пратат помали потреси, се до повторното урамнотежување.

**Вулкански земјотреси** – потресите кои се јавуваат во вулканските области, најчесто доаѓаат како предвестие на вулканските ерупции, или во текот, или после ерупциите се издвојуваат како вулкански земјотреси.

Настануваат поради големите напрегања во каналот и пробивот на лавата, а најчесто поради експлозиите и ненадејното ослободување на гасови и пареа. Тие настануваат исто така и поради рушењето на

кратерот после вулканската ерупција. Вулканските земјотреси се неспоредливо поретки од тектонските. Се разликуваат и по јачина и по размери бидејќи се многу послаби и со помали размери од тектонските, затоа се сметаат како локални земјотреси. На нив им припаѓа околу 7% од сите земјотреси воопшто.

**Урнувачки земјотреси** – настануваат во оние делови од земјината кора во кои постојат големи шуплини, пештери и други празни простори во литосферата, но исто така и на површината на Земјата во нестабилните подрачја. Во празните подземни простории кога ќе дојде до урнување и рушење на горните делови, како и на самите ѕидови на тие простории настануваат потреси кои се пренесуваат и на самата земјина површина. Во нестабилните терени каде се појавува движење на слоевите или делови од земјината површина низ стрмните страни на планините како и во пределите каде се јавуваат снежни лавини исто така може да дојде до потреси. Самиот факт дека таквите појави се локални, овие земјотреси ги издвојува со локално значење и на нив им припаѓа околу 3% од сите земјотреси воопшто.

Земјотресните движења може да се појават како на копно така и во морињата при што се познати како **субморски земјотреси**.

## 5.2 Елементи на земјотресите (сл.5.2)

Со проучување на земјотресите е утврдено дека тие имаат свое жариште, односно место на почетниот удар во кој се создадени и од каде се пренесуваат на сите страни. Таквите места се познати како **хипоцентри или центар на земјотресот**. Тие обично се наоѓаат на релативно мали длабочини (10-60км), но можат да се појават и на поголеми длабочини. Ударот кој настанува во хипоцентарот создава трусни или сеизмички бранови кои се шират на сите страни со нееднаква брзина. Сепак таквите бранови најпрвин стигнуваат на земјината површина икако се непосредно над самиот хипоцентар. Делот на земјината површина кој е најблизу до хипоцентарот и е претставен како една точка се нарекува **епицентар на земјотресот**, а просторот околу него **епицентрално подрачје**.



сл.5.2 елементи на земјотресот

Потресите во самиот епицентар се чувствуваат како вертикално бранување на земјината површина, односно како издигнување и спуштање на тлото.

Самите сеизмички бранови од хипоцентарот се шират во форма на концентрични кругови и можат да се поделат на:

**-лонгитудинални (надолжни) бранови** кај кои осцилациите на честичките се движат во насока на движењето на бранот. Движењето се врши со голема брзина, но таа зависи и од самите карпести маси низ кои поминуваат брановите, нивната густина, отпорност и друго;

**-трансферзални (напречни) бранови** кај кои осцилирањето на честичките е напречно во однос на правецот на движењето на самите бранови. Нивното движење е исто така различно и зависи од многу фактори како и кај лонгитудиналните бранови.

Меѓусебно споредени лонгитудиналните бранови се движат многу побрзо и тоа просечно околу 8км/сек. Спротивно од нив брзината на движење на трансферзалните бранови е околу 6км/сек. Лонгитудиналните бранови може да се движат низ сите тела без разлика на нивната агрегатна состојба, но трансферзалните бранови се пренесуваат само низ цврсти тела. Лонгитудиналните бранови поради својот правец на движење создаваат збирање и разредување на масата, а трансферзалните бранови создаваат нишање и свивање на материјата. Лонгитудиналните бранови први доаѓаат на земјината површина како весници на потресот. Линиите кои ги поврзуваат сите точки со иста јачина се нарекуваат **изосеисти**.

Со одалечување од епицентарот, сеизмичките бранови се послабо се чувствуваат, така што на одредени растојанија не можеме да ги чувствуваме. Таа граница до каде се чувствуваат брановите се нарекува **макроеизмичка граница**. Од неа па натаму сеизмичките бранови ги регистрираат само сеизмичките апарати но истотака и тие до извесна оддалеченост. Оваа граница е позната како **микроеизмичка граница**.

## 5.3 Сила на трусот и трусни скали

Сеизмичките бранови не се движат со иста брзина низ сите делови на Земјата. Пред се, брзината на движење зависи од јачината на почетниот удар на самиот хипоцентар, но исто така зависи и од составот и густината на масата низ која поминуваат. Со вештачко предизвикување на бранови, констатирано е дека хомогените и компактните карпи овозможуваат побрзо движење на брановите од шупликавите и растресити карпи. Се запознавме дека трусовите се со различна сила што е условено од силината на ударот и составот на карпите низ кои се движат сеизмичките бранови. Тектонските трусови имаат поголеми размери, а со тоа и по изразени последици, додека вулканските и урнувачките се со послаб интензитет и со помали размери, а со самото тоа и со помали последици. Меѓутоа иако е брзината на движењето на брановите поголема во компактните карпи, последиците во растреситите терени се покатастрофални.

Силата на трусовите се мери со инструменти - **сеизмографи** поставени во сеизмолошки станици. Силата на земјотресот се изразува преку **скала на интензитетот и скала на магнитуда**. Скалата на интензитетот го изразува дејствувањето на земјотресот на земјината површина, односно деформации на почвата и објектите, а скала на магнитудата ја изразува сеизмичката енергија во хипоцентарот. Најпозната скала по интензитетот е **Меркалиевата скала** со  $12^0$ , дадено од Меркали, Канкани и Зибег. Карактеристиките на интензитетот даден во степени се следниве:

**I степен** (микросеизмичко движење), ги регистрираат само сеизмолошките станици;

**II степен** (многу слабо движење), ги регистрираат само станиците, и исклучиво некои живи суштества;

**III степен** (слаби потреси), ги чувствуваат само луѓето во тишина и мир кога се будни;

**IV степен** (среден потрес), ги чувствуваат сите во зградите бидејќи прозорците се тресат, а предметите се нишаат;

**V степен** (силен потрес), сите ги чувствуваат. Сите предмети се померуваат, а се чувствува и во надворешни услови;

**VI степен** (многу силен потрес), послабите градби се деформираат и на нив се појавуваат оштетувања додека поцврстите градби напукнуваат, сите предмети се нишаат и паѓаат.

**VII степен** (најсилен потрес), доаѓа до поголеми оштетувања на градбите, но не и до рушење. Потресот се чувствува и во автомобил, во големите реки се создаваат бранови;

**VIII степен** (штетен потрес), штетите на градбите се поголеми околу  $\frac{1}{4}$ , а оние послабите се рушат. Се појавуваат пукнатини во тлото, лизгања на земјата како и кинење на карпите на стрмните падини.

**IX степен** (разорен потрес), се рушат многу куќи, а нема ниедна која останува неоштетена и повеќето после ударот не можат да се користат.

**X степен** (пустошен потрес), се рушат многу куќи околу  $\frac{3}{4}$ , а цевките во нив се кинат. Страдаат мостови, пукаат брани, железничките пруги се деформираат, пукнатините во тлото се големи и во нив често се појавува вода;

**XI степен** (катастрофален потрес), се рушат скоро сите згради, па и најцврстите мостови и сите други оштетувања од претходните степени се многу поизразени;

**XII степен** (многу катастрофален потрес), се се руши, а формата на земјината површина се менува. Речните корита го менуваат текот, се создаваат нови езера и вдлабнатини, раседи и лизгања на земјата во големи размери и многу други големи деформирања.

## 5.4 Времетраење и пропратни појави на земјотресот

Во повеќе случаи потресот се сведува на еден единствен удар во траење од неколку секунди, посебно ако се мисли на можноста на органите на чувство кај човекот. Понекогаш потресот е комбиниран од два или повеќе удари во главната фаза, која понекогаш трае и до 2-3 минути. Вакви случаи се јавуваат секогаш единствено кај големите катастрофални земјотреси. Покрај тоа што краткотрајните големи трусни удари не се осамени туку обично им претходат лесни потреси за да после главниот удар се појават еден низ на потреси со различна јачина. Најдобар пример за ова е примерот со скопската катастрофа од 26 јули 1963 година.

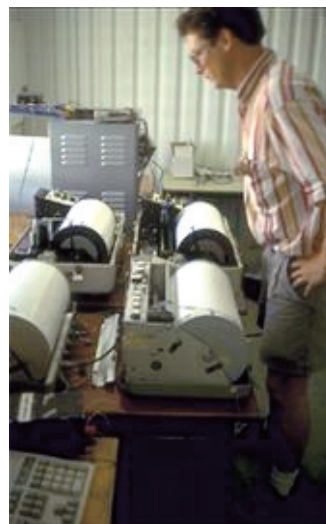
Пропратните појави кои се манифестираат кај земјотресите се отсликуваат со акустични појави кои се познати како **сеизмички татнежи**. Тие се појавуваат или како подмолни подземни грмења и татнежи, со кратко или долго траење или како кратки детонации слични на топовски пукања или како свиреж на јак ветер и др.

Покрај ова доаѓа и до магнетно раздвижување на магнетната игла во галванометрите. Најголемо внимание предизвикуваат сеизмичките татнежи бидејќи психички многу тешко влијаат на човекот. После скопската катастрофа вакви појави се осетиле во Тетово и во Полог.

## 5.5 Сеизмички инструменти

За прецизно мерење на силата на земјотресот, правецот на движење на сеизмичките бранови, како и за одредување на самиот епицентар, бидејќи човекот сето тоа да го регистрира, постојат сеизмолошки станици. Во нив се наоѓаат сеизмички инструменти – сеизмографи (сл.5.3), чија задача е да ги регистрираат сите трусни појави.

Овие апарати имаат нишала чие движење, предизвикано од земјотресот, предизвикува движење на иглата, чиј врв е во допир со валјак на кој се наоѓа хартија за испишување на дијаграми. Бидејќи иглата постојано се движи по валјакот, таа остава свој непрекиден тракт на движењето. Ако нема потреси, линијата е праволиниска, а ако се појават бранови иглата започнува да испишува криви линии, која може да биде повеќе или помалку изразена во зависност од силата на потресот.

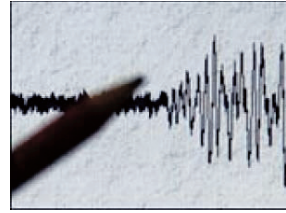


сл.5.3 сеизмографи



Линиите кои ги испишува сеизмографот се нарекуваат **сеизмограми**.(сл.5.4)

Сеизмографските инструменти можат да бидат со различни сложени конструкции бидејќи покрај регистрирањето на потресот и времето во кое настануваат и колку траеле тие треба да дадат и други податоци за физичко–математички испитувања за пореметувањето во Земјата.



сл.5.4 изглед на сеизмограм

Главни делови на сеизмографот се:

- нишало;
- дел за смирување на нишањето;
- регистар и
- точен часовник.

При читањето на сеизмограмот на кој е регистриран текот на земјотресот, се применуваат три фази:

**-прва фаза** – е видливо означена, бидејќи на линијата која ја испишува иглата одеднаш се појавува брановита линија. Амплитудите на овие бранови, ако се помали и нивната фаза е многу кратка. Тоа се први претходни бранови, а на сеизмограмот се означуваат со буквата **P**. Тоа се лонгитудинални бранови;

**-втора фаза** – следува после првата за само неколку минути. Амплитудата на бранот од другата фаза е поголема од амплитудата на првиот бран. Тоа се други претходни бранови и се означуваат со буквата **S**. Тие им припаѓаат на трансферзалните бранови;

**-трета фаза** – ги дава главните бранови кои се означени со буквата **L**. Тие се со најголема амплитуда и претставуваат главна фаза на ударот. Тоа се трансферзални бранови од посебен вид.

Врз основа на читање на сеизмограмот се одредува положбата на хипоцентарот и епицентарот како и силата на трусот. Осетливите сеизмографи можат да регистрираат земјотреси и на голема оддалеченост од околу 20.000км. Врз основа на статистичките податоци постојат околу 500 сеизмолошки станици. Просечно во текот на една година се јавуваат околу 10 000 земјотреса или на секој час по еден.

## 5.6 Земјотресни катастрофи

Иако се јавуваат секојдневно во просек еден земјотрес на час, сите земјотреси немаат разурнувачко дејство бидејќи некои од нив се регистрирани само како природна појава. Меѓутоа најголем број од нив се забележани како разурнувачки, со катастрофални последици.(сл.3.5) Тие покрај материјалните штети се проследени и со големи загуби на човечки животи и неповолно влијаат врз човекот бидејќи предизвикуваат страв.



сл.5.5 Последици од земјотрес

Според постоечките податоци во документацијата за земјотреси, можеме да издвоиме некои покатастрофални примери.

Во Јужна Америка 1797 година дошло до силни земјотресни потреси, кога во епицентарот се рушеле куќите и се подигале плочите над гробовите, при што и самите лешеве биле подигнувани и повторно паѓале во гробовите. Таквата глетка оставила штетни последици кај луѓето бидејќи е од психолошка природа. Во 1795 година во Лисабон (Португалија) се случил катастрофален земјотрес, кога градот и околните населби биле наполно разурнати и загинале околу 60.000 луѓе. Во 1906 година градот Сан Франциско го погодил земјотрес со мал број на загинали, но со големи материјални штети. Во 1908 година земјотресот на Сицилија го разурнал градот Месина, кога загинале околу 180 000 луѓе во целата околина. Во Кина силниот земјотрес во 1920 година однел околу 200 000 жители. Покрај тоа ги разрушил градбите во пречник од епицентарот за околу 500км. Слично на овој и во Јапонија во 1923 година земјотресот разурнал околу 576 000 куќи и одзел околу 200 000 човечки животи и имало многу повредени. Ставотен земјотрес се случил и во Чиле во 1939 година кога загинале околу 25.000 луѓе.

Во Р.Македонија се уште се свежи сеќавањата на скопската катастрофа која на 26 јули 1963 година однесе околу 2000 човечки животи и притоа уништи околу 80% од градежните објекти во Скопје.(сл.5.6) Во нашата земја исто така се чести земјотресите, а од катастрофалните можеме да го споменеме и оној во Валандово во март 1931 година.



сл.5.6 Скопје 1963год.

На Балканскиот полуостров голем број на земјотреси биле со катастрофални последици како што се: во Дубровник 1667 година, Бања Лука 1969 година, Црна Гора 1979 година и др.

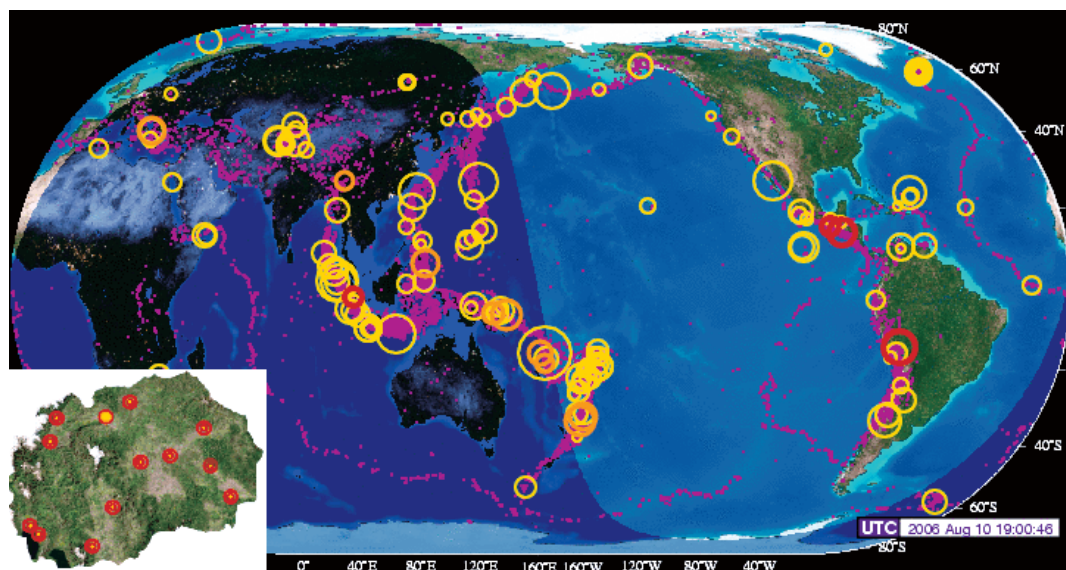
## 5.7 Географска разместеност на земјотресите на Земјата

Иако земјотресите не можат однапред да се предвидат, ниту точно да создаеме кога до нив ќе дојде, сепак може да се знае во кој области можат да се појават. Врз основа на распространетоста на силните земјотреси во минатото се изведува заклучок дека тие се јавуваат во лабилните геосинклинални области. Додека во континенталните делови каде се наоѓаат цврсти и вкочанети карпести маси такви движења нема.

Според силата на земјотресите и нивната густина, можат да се издвојат две големи зони со силни и чести земјотреси: (сл.5.7)

**-медитеранска или алпско–хималајска зона** –оваа зона го зафаќа просторот од Атланскиот Океан, преку Гибралтар па понатаму преку брегот на Средоземното Море при што се опфатени Апенинскиот и Балканскиот Полуостров, потоа во Кафказ, во Хималајската Област, во Индискиот Архипелаг, на Суматра и Јава па се до Суданскиот Архипелаг на исток.

**-Циркум–пацифичка зона**– ги опфаќа источните и западните делови на Тихиот Океан, со источните делови на Азискиот континент со островите.



сл.5.7 Земјотресни подрачја во светот и во Македонија

**Земјотреси во Македонија** – Територијата на Македонија спаѓа во медитеранската сеизмичка активна зона и затоа таа и пошироките простори околу неа се карактеризираат со висока сеизмичка активност и релативно честа појава на силни и катастрофални земјотреси.

Појавата на земјотресите во Македонија е поврзана со интензивни тектонски движења долж активните тектонски структури, така што тие кај нас и пошироко се од тектонска природа.

На територијата на Македонија се познати следните епицентрални подрачја на сили катастрофални земјотреси: скопски, валандовско, пехчевско, тетовско, битолско, дебарско, охридско и други.

Досегашните сеизмолошки и сеизмотектонски проучувања јасно покажуваат дека територијата на Македонија е сеизмички активна. Покрај наведените подрачја на силни земјотреси на територијата на Македонија постојат уште многу други епицентрални подрачја со појава на послаби земјотреси. Освен тоа територијата на Македонија е изложена на силни сеизмички дејствија кои потекнуваат од епицентралните подрачја пошироко во регионот на Балканот.

## Прашања 5 тема

1. Што се тоа земјотреси и како се манифестираат?
2. Кои се причините за постанок на земјотресите?
3. Објасни ги тектонските, вулканските и урнувачките земјотреси;
4. Наброј ги и опиши елементите на еден земјотрес;
5. Објасни го движењето на сеизмичките бранови;
6. Како се манифестира силата на земјотресот според меркалиевата скала?
7. Опиши го сеизмографот и принципот на негова работа;
8. Какви се последиците од земјотресите?
9. Кои се потенцијалните области за појава на земјотрес?
10. Наброј ги земјотресните подрачја во Р. Македонија;



## Тема 6 Надворешни геолошки сили (егзодинамика)



*Сл.6.1 релјеф – како последица на надворешните геолошки сили*

## 6.1 Надворешни геолошки сили

Надворешните геолошки сили кои како егзогени (грч. **egzos** - надвор, **genesis**—настанок) фактори делуваат на моделирањето на обликот на Земјата, воглавно потекнуваат од Сонцето. Поради тоа може да се каже дека сонцето е главен извор скоро на сите појави на егзогеното преобликување на земјината површина, како и творечката работа на неа. Покрај Сонцето, значајни промени на Земјата создаваат и другите небесни тела, во прв ред Месечината. Дејствувањето на сите надворешни геолошки фактори се врши преку: **механички, физичко-хемиски и хемиски процеси** кои предизвикуваат големи промени на Земјата. Надворешните геолошки сили дејствуваат во правец на разорување на карпестата градба на земјината кора, но исто така може да се каже дека тие имаат и творечки карактер.

Дејството на ендегените сили е пораспространето бидејќи не ја опфаќа само површината на Земјата, туку и нејзината внатрешност, дотогаш дејството на надворешните геолошки сили се сведува на покривката, површинскиот дел на Земјата. Нивното непрестано дејство од ден во ден го менуваат обликот на Земјата, така за еден подолг временски период може да дојде до големи и трајни промени на изгледот на нејзината површина, а до извесна мерка и во плитките делови на земјината кора.

Ако се разгледуваат заедно ендегените и егзогените сили произлегува дека нивното дејство е од спротивен карактер. Ендегените сили со движењето на магмата и силните орогени движења се стремат да произведат нерамнини на земјината површина, дотогаш егзогените сили со разорување на истакнатите делови на земјината површина и со однесување на разорениот матријал во пониските делови, каде го акумулираат, содаваат зарамнување на теренот. Нивниот однос одржува рамнотежна спротивставеност која како таква се одржува во долгата геолошка еволуција на Земјата. Ваквото одржување на рамнотежна спротивставеност е причина што Земјата не може да го добие идеалниот облик—геоид.

Егзогените влијанија потекнуваат, воглавно, од еден главен краен извор, но сепак тие се многу разновидни и меѓусебно се поврзани.

**Сонцето** е секако најзначајниот фактор во преобразбата на површинскиот облик на Земјата. Неговата топлина—**инсолација** претставува основен извор на многу случувања во атмосферата и на земјината површина. Сончевата топлина е причина за големи температурни колебања кои понекогаш во некои делови на Земјата може да изнесуваат и до  $70-80^{\circ}\text{C}$ , овие пак промени условуваат собирање и ширење (**дилатација**) на карпестите маси на земјината површина што од друга страна доведува до пукање и разурнување на самите карпи а со тоа и до промена на обликот на Земјата.

Сончевата топлина предизвикува и кружно движење на водата што има за последица разурување на карпите во поедини делови преку нејзиното механичко и хемиско дејство и транспортирање со акумулирање на истиот материјал во други делови на Земјата.

Со ништо не е помалку изразено влијанието на сончевата топлина и на воздушните струења во атмосферата, што исто така има свое дејство и значајни последици.

Сончевата топлина им овозможува живот на растителниот и животинскиот свет како на копното така и во водените средини. Органскиот свет од своја страна пак исто така може да влијае на обликот на Земјата.

**Месечината** иако со многу помало влијание од Сонцето може да биде причина за извесни промени на обликот на површината на Земјата. Амплитудите на плима и осека овозможуваат промени на крајбрежната линија во односот море-копно, кои се издигнуваат или спуштаат поплавувајќи го копното или повлекувајќи се од него. Овие промени можат да достигнат вертикална разлика и од 10 до 15м.

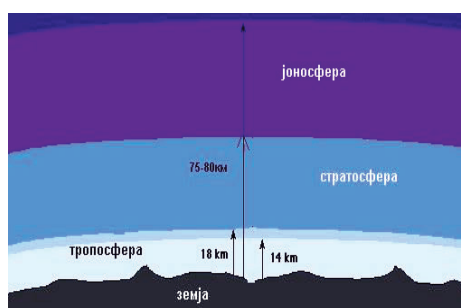
Кај егзогените појави можат да се разликуваат три главни групи како производ:

- дејството на атмосферата;
- дејството на водата;
- дејството на органскиот свет.

## 6.2 Геолошко дејство на атмосферата

Атмосферата претставува обвивка над површината на Земјата исполента со воздух. Обвивката се протега до 1000км, а по некои автори до 2000км. Понатаму се наоѓа меѓупланетарен простор. Атмосферата е поделена на три обвивки: **тропосфера, стратосфера, јоносфера.** (сл.6.2)

**Тропосферата** е обвивка над површината на Земјата чии главни карактеристики се: променлива влажност, силни воздушни струења како во хоризонтален така и во вертикален правец, честопати ненадејни и силни. Се јавува промена на температурата со постојана опаѓање при оддалечување од земјината површина (просечно за 100м температурата ќе опадне за  $0,6\text{ C}^0$ ) поради тоа температурата на крајот кон стратосферата е многу ниска од  $-55$  до  $-80\text{ C}^0$ .



сл.6.2 поделба на атмосферата

**Стратосфера** е наредната погорна обвивка од атмосферата. Во стратосферата постои исклучиво хоризонтално струење на воздухот. Влажноста на воздухот е сосема мала околу 0, па со самото тоа нема ни облаци, дождови или снег.

**Јоносфера** е третата обвивка на атмосферата и се протега над 75-80км односно над стратосферата, во правец кон меѓупланетарниот простор.

Од сето ова произлегува дека само тропосферата има посебно значење како геолошки фактор во обликувањето на земјината површина. Промената на температурата, влагата, облаци, ветерот и другите егзогени фактори кои произлегуваат од тропосферата во поголема или помала мера влијаат како егзогени фактори.

Распаѓањето на карпите може да се поврзе од една страна за **механичкото дејство** на атмосферата, а од друга страна за **хемиските процеси**. Разликите меѓу овие дејства е очигледно, а со тоа и самите последици.

### 6.3 Механичко распаѓање на карпите

Механичкото дејство на атмосферата е процес кој се сведува на обично физичко распаѓање на карпите при што заостануваат хемиските процеси. Во природата многу ретко се случува механичко дејство на атмосферата, без учество на хемиските процеси. Овие два вида на разорување одат заедно и најчесто меѓусебно се поврзани при што физичките процеси редовно водат кон посложени хемиски процеси.



сл. 6.3 распаѓање на карпи

Сепак механичкото распаѓање на карпите во природата постои како посебна појава на егзодинамичкото дејство на атмосферата.(сл.6.3)

Процесите на механичкото дејство на атмосферата се различни, во нив како главни фактори учествуваат: **инсолацијата, дејството на мразот и ледот, кристализацијата на солите, физичко-биолошки и други видови на дејства.**

**Инсолација** – главно влијанието на Сонцето е во неговото температурно дејство. Зраците на Сонцето условуваат промена на температурите на Земјата, а со самото тоа и климатски прилики. Тие влијаат и на сите други надворешни фактори.

Дејството на Сонцето е познато како инсолација (лат. **Insolare** – зрачи).

Процесот на механичко распаѓање на карпите по пат на инсолација се одвива на следниот начин: преку ден сонцето ги загрева карпите, додека тие преку ноќ се ладат. Тоа од друга страна условува постојано ширење и собирање на самите карпести маси. Оваа пак појава условува понатамошни наизменични промени на физичката состојба кај карпите и појава на нивно распукнување.

До кој размери ќе се врши процесот на распаѓање на карпите по пат на инсолација и со која брзина зависи исто така и од минеролошкиот состав на самите карпи. Минеролошко-петрографскиот состав не е единствена причина за побрзо или послабо распаѓање бидејќи тоа зависи и од колебањето на самата температура, од аголот под кој сончевите зраци паѓаат на карпите, од поднебјето, од годишното време и др. Доколку температурните промени се големи тогаш и процесот на распаѓање ќе оди побрзо и обратно.

Влијанието на Сонцето најчесто е ограничено на површинскиот дел на Земјата. Најчесто споменатите промени се чувствуваат на самите површински делови, а поретко и нешто подлабоко.

Промените на температурата условуваат најпрво појава на мали, за око невидливи, пукнатини во карпите. Со понатамошно загревање и ладење, пукнатините се прошируваат и зголемуваат. Со тоа е создадена можност за навлегување на вода во самите карпи низ пукнатините, што уште повеќе влијае за разорување на самите карпи бидејќи самата вода се шири и се собира во зависност од температурите.

Степенот на распаѓање на карпите по пат на инсолација во најголема мера зависи од составот на самите карпи. Карпите со темна боја и нерамни површини се загреваат побргу, но исто така и побргу се ладат од карпите со светла боја. Според тоа темните карпи се поизложени на интензивно распаѓање од светлите карпи, кои се попостојани бидејќи се загреваат и се ладат побавно. Меѓутоа распаѓањето зависи и од хомогеноста на самите карпи. Карпите со хетероген состав се помалку отпорни на температурните промени од хомогените карпи. Покрај ова распаѓањето зависи и од големината на зрната, крупнозрните карпи се помалку постојани од ситнозрните и кај нив доаѓа до побрзо распаѓање.



**Дејство на мраз и лед** – промените на температурата можат и на индиректен начин да делуваат на распаѓањето на карпите. Тие овозможуваат водата да ја менува својата агрегатна состојба, а со самото тоа и самата зафатнина. Ако температурата се спушти под  $0\text{C}^{\circ}$ , водата ќе помине во цврста состојба, односно во лед а со тоа ќе ја зголеми и својата зафатнина од 9 до 12%. Ако водата се најде во пукнатините и другите празнини во карпата, таа зголемувајќи ја својата зафатнина предизвикува ширење на самите карпи, односно нивно распукнување.

Дали карпите ќе бидат помалку или повеќе зафатени со процесот на распаѓање под дејството на мразот зависи од неколку фактори: **од порозноста на карпата, од присуството на вода во карпите и од промената на температурите кои овозможуваат појава на мраз.** Доколку порозноста и испуканоста е поголема во карпата тогаш е можно присуство на поголемо количество на вода. Ако и промените на температурата посебно околу  $0\text{C}^{\circ}$  т.е. со често замрзнување на водата и нејзино топење ќе го забрзат процесот на распаѓање и обратно. Постојаниот процес на поминување на водата од една во друга состојба се повеќе влијае на распаѓањето и како краен продукт се јавува раздробена и распарчена карпа, чии парчиња можат со посредство на други фактори да бидат транспортирани во пониските делови.

Сите карпи не се распаѓаат подеднакво под дејство на мразот. Најнеотпорни се оние кои имаат хетероген состав, каде зрната се поголеми, порозноста исто така, додека многу повеќе се постојани компактните и масивни карпи.

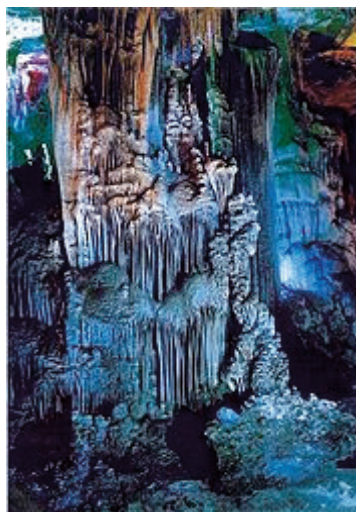
**Кристализација на солите** – Во топлите краишта на Земјата за време на сушните периоди водата започнува да испарува од самите карпи, ослободувајќи се од капиларните прслени. Таа по испарувањето се движи нагоре, а солите кои се наоѓаат во неа, почнуваат да кристализираат. Кристализацијата на солите од растворот условува појава на притисок кој делува на сидовите на прслините и предизвикува механичко дејство на карпите. Таквата работа на солите со нивната кристализација доведува до механичко распаѓање на карпите. Овој начин на распаѓање на карпите е редок, но сепак постои.

**Физичко – биолошко дејство** – Влијанието на разни организми исто така може да предизвика механичко распаѓање на карпите. Пример: корените на растенијата со своето растење во пукнатините на карпите предизвикуваат притисок кој дејствува на сидовите на пукнатините и предизвикува нивно проширување (како клин) и пукање на самите карпи. Покрај механичкото дејство на растителниот свет нешто поретко но и животинскиот свет може да влијае на распаѓањето на карпите. Пример: кртови, глисти и други животни кои живеат под Земјата со своето движење прават канали и шуплини кои можат дополнително да бидат искористени за нова разурнувачка работа на било кој фактор. Со тоа овие животинки го потпомогнуваат механичкото распаѓање на карпите.

## 6.4 Хемиско распаѓање на карпите

Со механичкото распаѓање карпите само се распарчуваат, но со хемиското распаѓање доаѓа до хемиски промени на карпите, при што една материја може да премине во друга. Овој процес на распаѓање е многу посложен од механичкиот, но многу често тие дејствуваат заедно.

Процесот на хемиското-распаѓање(сл.6.4) и преобразбата на карпите исто така е условено од повеќе фактори. Така на пример: минеролошкиот состав, структурата, текстурата кај карпите, климатските услови, хемиските реагенси и други фактори може да го забрзаат или забават хемиското распаѓање на карпите.



Сл.6.4 Хемиско распаѓање и приталожување

Хемиските процеси покрај тоа што се посложени од механичките, тие дејствуваат на просторот со пошироки размери, како на површината така и во длабочината. Овој процес на распаѓање и преобразба честопати може да доведе до интересни одруднувања.

Водата претставува главен фактор за хемиското распаѓање на карпите. Постојат карпи кои се отпорни на ова распаѓање, но сепак поголемиот дел од карпите се распаѓаат посебно ако процесот е подолготраен. Распаѓањето е во површинските делови, но се спушта и во подлабоките делови.

Во вода најлесно се раствараат: камената сол, гипс, шалитра, калиумови и магнезиумови соли и др. При процесот на разлагање на овие компоненти значајна улога имаат притисокот и температурата.

Темп. С <sup>0</sup>	Гипс CaSo <sub>4</sub> 2H <sub>2</sub> 0 %	Сол NaCl %	Силвин KCl %	Шалитра KNO <sub>3</sub> %
+10	0,193	26,36	23,8	17,7
+20	0,203	26,44	25,6	24,1
+30	0,210	26,72	28,7	39,2

Во дадената табела растварањето е вршено во 100мл. вода

Од дадената табела може да се види дека со зголемување на температурата се зголемува и растворливоста.

Примери: анхидрид ( $\text{CaSO}_4$ ) не се раствара во вода, не е подложен на **хидратација** (промена на хемискиот состав со помош на вода) а во допир со одредена количина на вода поминува во гипс, кој пак е подложен на хемиско распаѓање  $\text{CaSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ .

Анхидрит, вода, гипс

На овој начин се настанати многу лежишта на гипс. Ова укажува дека солта и анхидридите се настанати во сушни терени, но затоа пак се растворливи во влажните предели.

Слично на анхидридите се одвива и процесот кај хематитот кога тој поминува во лимонит  $2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O} = 2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ .

Хематит вода лимонит

Со хемиското дејство на водата на ваков начин фелдспатите поминуваат во: каолин, оливин во серпентин, афибол во талк.

Истотака водените раствори кои во себе содржат јаглерод диоксид имаат големо влијание во варовничките терени. Тие во него растварајќи ја создаваат карстната ерозија при што калциум карбонатот повторно се излучува во бигор, а од нерастворената материја настанува земја црвеница и руди на алуминиум.

Хемиското распаѓање по пат на **оксидација** е условено со присуство на слободен притисок, најчесто растворен во вода, кој дејствува како многу активен хемиски реагенс. Овој начин на распаѓање посебно е изразен во терените изградени од карпи кои во својот состав содржат минерали на железо.

Најизразен е процесот на поминување на пиритот во лимонит.

Карпите: песок, песочник, глини, лапорци и др. ако содржат соединенија на железо добиваат црвениката боја, ова укажува на оксидационен процес.

Покрај механичкото дејство на растителниот и животинскиот свет, тие учествуваат и во хемиското распаѓање. Како еден од факторите се органските киселини кои дејствуваат преку растенијата. Како други фактори може да ги наброиме микроорганизмите од алги, школки, бактерии, мовови, габи и др.

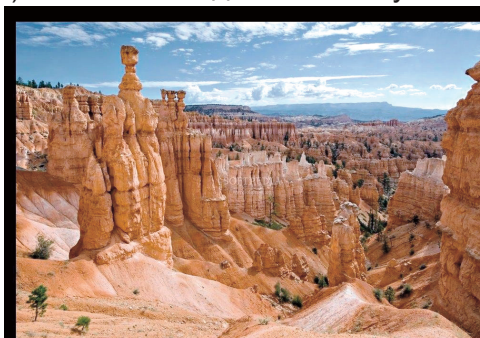
## 6.5 Ерозија и денудација

Целата разорувачка работа на атмосферилите се огледува во распарчувањето на карпите, дробење, како и транспортирање во пониските делови. Затоа во потоците, реките, како и во различни поголеми вдлабнатини и долини може да се најде различен дробински материјал кој е донесен од повисоките делови. Покрај во реките и потоците чакал, песок и друг распаднат материјал може да се најде и во езерата, морињата па и во океаните. Тоа понекогаш се многу ситни честички од разорените карпи, кои се транспортирани со водените текови, пренесени во мориња каде дошло до нивна седиментација.

Целокупниот процес на разорување на карпите и однесување на материјалот од повисоките кон пониските делови е познат под името ерозија и денудација.

**Ерозија** (лат. Erodere—разорување), а **денудација** (лат. Denudare—оголување). Со овие процеси се врши зарамнување на земјината површина за што постојат податоци дека количествата на донесен материјал со реките во морињата годишно изнесува над 18 милиони тони. Таа маса одговара на оголен терен од 0,09мм годишно или 9см за 1000 години. Меѓутоа процесот на денудација е поголем во планинските терени при што во Алпите изнесува околу 60см годишно, на Кавказ околу 0,45мм итн. Ако се земе Земјата како целина тогаш според пресметките ерозијата и денудацијата за 15 години однесуваат околу еден метар материјал од површината на Земјата.

Ерозијата и денудацијата (сл.6.5) оставаат зад себе оголувања и пустош со уништување на вегетацијата и однесување на хумусот и другиот материјал. Поради тоа во последно време се повеќе се работи на регулирање на буичните текови и спречување на нивното разорувачко дејство. Сите распаднати материјали на различни начини се пренесуваат до местата на таложење или седиментација.



сл.6.5 ерозија и денудација

## 6.6 Геолошка активност на ветерот

Ветерот претставува важен фактор кај егзогените геолошки процеси. Особено интензивно и јасно се манифестира во терените со сува клима, со изразени деноноќни варијации на температурата, незначителни водени талози и честа манифестација на силни ветрови. Ваквите услови се карактеристични за пустините и полупустините кои денес заземаат скоро 20% од површината на континентите. Тие особено се изразени во Азија, Африка и Австралија.

Воздушни струења настануваат поради тоа што воздухот во топлите предели се шири, со тоа и разредува (останува лесен), а во ладните се собира т.е. згуснува (останува тежок), што произведува создавање на нееднакви притисоци во атмосферата.

Во светот силните ветрови имаат различни имиња како што се: пасати, монсуни, урагани, тајфун, торнадо, оркан и други кои имаат силно разурнувачко дејство.

Целокупната работа на ветерот е позната како **еолска ерозија** (грч. **Eol** – бог на ветерот). (сл.6.6) Работата на ветерот се состои во неколку појави и тоа: ерозија, коразија, дефлација и др.

**Еолска ерозија** е појава која настанува кога силата на ветерот го подига и носи разорениот карпест матријал.

**Еолска коразија** (лат. *Korrasmus*–струга) е појава која настанува при движењето на разорениот матријал: ситна прав, песок и чакал кој ветерот го носи. Носениот матријал удира во цврстата карпеста подлога, ја разорува и прави различни облици



сл.6.6 Геолошка активност на ветерот

Силните ветрови подигнуваат огромни количини на разорен матријал при што ситните честички летаат над земјината површина, а покрупниот матријал се тркала непосредно над неа. Коразијата е поизразена во помеките карпи, а во поцврстите помалку. Тоа е права механичка работа на ветерот која зависи од брзината на ветерот и големината на честичките кои ги носи.

**Еолска дефлација** (лат. *deflare*– издува) претставува комбинирана работа на еолската ерозија и коразија. Тоа значи дека дефлацијата е сеопфатен процес од подигање на разорениот матријал, негово транспортирање и удирање во карпестите подлоги на честичките кои ги носи ветерот. Еолската дефлација посебно во терените на интензивно разорување ја менува формата на теренот и таму каде разорува произведува различни облици и фигури, а на други места каде го акумулира матријалот произведува нови облици на површината на Земјата.



## 6.7 Постанок на пустини и типови

Во областите со силни воздушни струења и големи температурни разлики во текот на ноќта и денот се создадени услови за брзо распаѓање на карпите. Ако на тоа се додаде минималните или отсутни водени талози а со нив и непостоење на вегетација тогаш е јасно дека во овие терени процесот на распаѓање се одвива многу брзо и се создаваат поволни услови за постанок на пустини.

Покрај споменатите фактори за постанок на пустини треба да се има во предвид и влијанието на релјефот, климата, географската положба и друго. Во врска со тоа постојат неколку типови на пустини: тропски, суптропски, континентални и приморски.

За постанок на поедини типови на пустини сепак како најглавни фактори се сметаат: физичко-географските услови, отсуство на врнежи, литолошкиот состав, правецот на движење на ветерот, неговата сила (брзина) и други. Во врска со овие фактори постојат три главни типа на пустини: **песокливи, пустини од чакал и парчиња и камени пустини.**

Кај овие типови на пустини не постојат јасни граници, туку преминот е постепен а понекогаш има и помешан матријал од сите типови.

**Песокливи пустини** – во нив нема прав која е однесена, заостанува песок главно зрна од кварц и поголеми парчиња на карпи (Либијска пустина, Кинески Трукестан и др.)(сл.6.7)



**Пустини изградени од чакал и поголеми парчиња карпи** бидејќи ветерот го однел песокот и правта.

**Камени пустини** во кои нема песок, чакал, парчиња од карпи туку само се останати поголеми блокови на карпи или теренот е оголен.

сл.6.7 Песоклива пустина



## 6.8 Еолска акумулација

**Акумулациони форми во пустините** – Под еолска акумулација се подразбира процес на натрупување на пустинскиот, односно на еолскиот материјал: прав, песок, чакал и слично ветерот ги носи на поголеми или помали растојанија што зависи од неговата сила. Со намалување на силата носениот материјал се акумулира на погодни места.

Со еолската акумулација се создаваат најразлични облици, на пример со акумулација на среднозрн материјал настануваат песочни дини, од прашината настанува лес, барски лес и вулкански туфови.

**Дини** настануваат со натрупување на песок и прашина кои ветерот ги носи и кога на патот му опадне транспортната сила. Тие настануваат зад некоја пречка во насока во движењето на ветерот. Создавањето на овие облици покрај во пустините можат да се појават и по должина на бреговите на реки, езера, мориња и др.



сл. 6.8 Дина

Дините имаат форма на рид, личат на полумесечина (сл.6.8) и се издолжени, така што страната од каде доаѓа ветерот е позарамнета ( $5-10^{\circ}$ ) и покоса и висока од другата страна ( $30-35^{\circ}$ ). По височина обично се од 10 до 30м, а во пустините можат да бидат високи и до 300м (Сахара 150-200м). По површината дините се нерамни, најчесто брановинти што зависи од промената на силата на ветерот. За време на посилни ветрови ситните парчиња од песок и прав повторно се поренесуваат и акумулираат на други места со што се врши селење на дините. Во зависност од областите каде се јавуваат дините можат да имаат и други имиња на пример: **бархами** во областа на Касписко море настанати со спојување на две или повеќе дини, во Арабија, Сахара и Средна Азија се викаат **ерг или кум** и зафаќаат пространство од неколку км<sup>2</sup>.

**Лес** – Како што се запознавме ветерот најдалеку ја носи прашината, понекогаш и преку 100км. Паѓањето и акумулацијата на земјината површина се случува кога воздушните струења потполно ќе престанат. Со натрупување на еолската прашина во која има и друга прашина од нееолско потекло настануваат дебели наслаги на лес. Прашината најпрво се задржува на тревната или друга вегетација, а процесот на натрупување на прашина и понатаму се продолжува.

Лесот може да се создаде и на копно–**копнен лес** и во мочуриштата или барите–**барски лес**. Лесот е од глинестите честички, најчесто со жолтата боја, а по хемиски состав е хидратисан алумосиликат со извесен процент на варовник и зрна на кварц. Најраспорстранети појави на лес се наоѓаат во Кина на терен од преку 600 000 км<sup>2</sup>, чиј материјал води потекло од средно Азиските пустини.

## 6.9 Геолошко дејство на водата

Може слободно да се каже дека водата претставува најзначаен егзоген геолошки фактор. Таа дејствува и механички и хемиски на површината на Земјата и во нејзина длабочина. Таа дејствува во течна, цврста и гасовита состојба. Најзината работа ја среќаваме во реките и потоците, езерата, морињата и океаните, како и на планините и на другите делови на Земјата.

Познато е дека водата има кружно движење – таа испарува од копното и морињата под дејство на сончевите зраци, потоа како пареа кондензира во атмосферата и повторно паѓа на Земјата во вид на вода, снег или друг облик. Тој нејзин процес е непрекинат како и нејзиното дејство на постојаноста на карпите и земјината површина. Распоред на водените талози на Земјата зависат од географската положба и климатските услови.

## 6.10 Геолошка работа на површинските истечни води

На површината на Земјата постојат многубројни водени текови кои имаат големо дејство врз промената на надворешниот изглед на Земјата. Овие истечни површински води потекнуваат од атмосферските врнежи или од подземните водени резервоари. Овие води се движат низ стрмните делови на земјината површина под дејство на гравитацијата, создавајќи поголеми или помали текови (реки, потоци). Овие водотеци на почетокот прават вдлабнатини во вид на корито, кое со текот на времето се продлабочува и проширува со што започнува процесот на речна ерозија.

Геолошката работа на истечните површински води најчесто зависи од количината на водата, брзина на движењето, која пак зависи од обликот на теренот (стрмен, рамен), потоа од литолошкиот состав и тектонскиот состав на теренот и др.

Главна фаза на разорувачкото дејство на истечните води се процесите на плакнење на растреситиот материјал, оголување со разорување, транспорт на исплакнатитот материјал и акумулација на транспортираниот материјал.

Процесот на плакнење претставува појдовна работа на истечните води. Распаднатите карпи (механички, хемиски) зафатени со водените текови се исплакнуваат од местото и се пренесуваат во пониски делови. Овој процес на плакнење на површинскиот распаднат материјал со дожд, повремени водотеци или потоци се нарекува **делувијален процес**, а наталожениот материјал **делувиум**.

Целиот процес на плакнење и целосното оголување на теренот опфаќајќи го тука и процесот на распаѓање на карпите се нарекува **денудација**.

## 6.11 Јаруги и повремени водотеци и нивна работа

Во планинските и ридести терени каде не постојат постојани и водени текови за време на поројните дождови или топењето на снегот се формираат поточни буици кои од најистакнатите места се движат низ стрмните падини кон рамницата. Тие места претставуваат почетоци на усечување на коритото во вид на бразда во хумусот или карпеста почва. Со понатамошна работа доаѓа до се поголемо продлабочување и проширување. По престанокот на дождовите вака формираните текови најчесто пресушуваат, но со нови поројни дождови, процесот наречен ерозија се обновува.

Така формираната јаруга со понатамошниот процес на ерозија се повеќе се проширува и сега на нивните страни се појавуваат нови бразди и јаруги со што се зголемува нивниот слив. Ваквите процеси се одвиваат непрекинато се додека јаругите и другите повремени водотеци не дојдат до нивото на подземните води кога тие поминуваат во постојани речни текови, кои во почетокот имаат мала должина, но со понатамошните ерозивни процеси се формираат речни долини.

Ако бидат формирани од повремени водотеци, постојани текови, потоци или реки тогаш тие ќе имаат извор и устије. Таквите текови во горниот дел на текот ќе имаат поглем пад кој се намалуваа одејќи кон устието. Така секоја пониска точка е ерозивна база на повисоката точка што означува дека продлабочувањето се одвива од устието кон изворот. Во тој случај ерозивна база на поројот е јаругата, на јаругата е потокот, на потокот е реката а на реката е морето.

Споменатите водотеци обично однесуваат големи количества распаднат матријал, почнувајќи од најситни честички, песок, чакал па се до најголеми парчиња од карпи. Водата транспортирајќи ги нив уште повеќе го разорува дното, со што се зголемува ерозивниот процес. Ваквиот матријал се таложи по должината на речниот тек, при што поголемите блокови или парчиња остануваат во горните делови од текот, додека поситните се таложат поблизу до устието.

## 6.12 Реките и нивно геолошко дејство

Реките како најголеми водотеци имаат важна улога во формирањето на релјефот на Земјата. Реките можат да бидат мали или големи со помал или поголем проток на вода. Целиот процес на разорување на карпите кои го создаваат реките познат е како **речна ерозија**. Речната ерозија зафаќа големи површини на теренот(сл.6.9) бидејќи процесот на разорување се појавува по должина на целиот тек на речното корито како и по должина на сите притоки од страните. Во така разгранетиот систем ерозијата не



сл.6.9 речна ерозија

е ограничена само на продлабочување на речното корито туку на сите нејзини делови од целокупната мрежа. Затоа продлабочувањето, проширувањето и продолжувањето на речните корита спаѓа во разорувачко дејство на речните води. На тој начин со текот на времето во горниот тек од реката страните имаат помал пад а во долниот тек настанува речна долина. Со повторувањето на регресивната ерозија во формираните речни долини доаѓа до настанување на нови речни корита. Доколку регресивната ерозија на реките е многу силна тогаш може да дојде до спојување со друг слив. Оваа појава се вика **речна пиратерија**.

Со плакнењето и однесувањето на распаднатиот матријал од речното корито во пониските делови на текот на реката се формираат зарамнети широки речни долини. Со нив завршува една фаза на ерозија на реката, на која се создава зарамнет терен наречен **пинеплен**.

По должината на речното корито се јавуваат кривини наречени **меандри** (сл.6.10) кои се карактеристични за рамничарските реки. Тие настануваат кога разурнатиот матријал од едната страна се пренесува на другата страна на реката. На тој начин се јавуваат големи текови често и со големи кривини. Ако водотекот на реката е толку голем, што може да дојде до пресечување на кривините односно реката добива праволиниски тек, а во отсечените кривини останува вода која е неподвижна и се вика **мртвица**.



сл.6.10 меандра

На устијата на големите реки во морињата може да дојде до наталожување на дебели серии на седименти, кога реките можат да се излеат и можат да создадат низа помали речни текови кои имаат форма на грчката буква делта, па таквите устија се нарекуваа **делти**.

Носениот матријал реката го пласира и постепено го таложи. Таложењето се одвива на местата каде се намалува брзината на водата. Со тоа заостануваат поголемите парчиња, а понатаму се носат поситните честички. Со движењето матријалот се заоблува и го намалува дијаметарот.

Матријалот кој е таложен во речните долини настанат по пат на речна ерозија се вика **алувион**.

## 6.13 Геолошка активност на подземните води

Сите води кои се наоѓаат во внатрешноста на Земјата се викаат подземни води. Нивното дејство е многу сложено поради физичките и хемиските дејства врз карпите во кои се наоѓа и движи. Дејството на подземните води зависи од составот на карпите, нивната положба во земјината кора и порозноста.

Геолошката активност на подземните води е постојана и е поврзана со процесите на разрушување на карпите, било механички или хемиски или со комбинирано дејство. Како најзначајни процеси на разрушување на карпите од дејството на подземните води се:

**Растворање** кое се манифестира со дејство на подземните води врз карпите преку процесите на хидролиза и хидратација, кои се широко распространети. Процесите на растворање се поврзани пред сè со температурата на средината во која се врши растворањето, потоа со хидростатичкиот притисок, со присуство на гасови како и со присуство на разни соли во подземната вода.

**Излужување** претставува процес на хемиско распаѓање на карпите, кога еден дел од карпата се разложува и преминува во растворот на подземната вода, додека еден дел останува нерастворен (црвеница во карстните области).

**Микробиолошкото распаѓање** е поврзано со дејството на микроорганизмите во подземните води врз распаѓање на карпите, при што најчесто се јавуваат процесите на оксидација и редукција во некои соли.

**Комбинираните процеси** се најчести процеси од некои или сите претходно наведени процеси кои заеднички делуваат на разрушување и распаѓање на карпите.

Наведената геолошка дејност на подземните води пред сè се манифестира во хемиската меѓусебна активност помеѓу водата и карпите, во растворањето, хидратацијата и хидролизата, а потоа во карбонитизацијата, оксидацијата и излучување на матријал од карпите, потоа негово транспортирање и преталожување.

Процесите на транспортирање, излучување и преталожување на матријалот со подземните води добро се манифестира при формирањето на карстот и суфозијата.

**Суфозија** (лат. Suffosio – поткопување) е процес на изнесување на растворената материја и ситните минерални честички од карпите со подземните води. Овие процеси особено се манифестираат во



лесовидни почви кога доаѓа до слегнување на теренот во форма на инки и чинии. Со нив се поврзуваат и локални манифестации на свлечишта особено во стрмните падини.

**Свлечишта** се поместувања на маса од наслаги по падините под дејство на гравитационите сили. Дејството на подземните води при формирањето на свлечиштата го има следното значење: тие настануваат обично по силни дождови кога наслагите се заситуваат со вода, се зголемува нивната тежина и се намалуваат физичко-хемиските особини. Ова е основен фактор кој ја нарушува рамнотежата. Водата врши навлажнување на површината на лизгање, односно намалување на силата на триење по должина на дадената површина. Таа ги намалува кохезионите сили помеѓу честичките и доведува до нивно лизгање.

Заштита од свлечиштата кои во некои случаи можат да имаат тешки последици се врши со пошумување на падините, растеретување на масата од свлечиштето, правење на потпорни ѕидови и други методи како што е изведување на дренажни системи со кои се менува хранењето на подземните води.

## 6.14 Потекло на подземните води

Потеклото на подземните води во литосферата може да биде од атмосферските врнежи кои со понирање преку шупилините и пукнатините се движат во внатрешноста и се нарекуваат **инфилтрациони води**. Со водите од врнежите влегува и водена пареа и воздух која во внатрешноста кондензира и настанува **кондензациона подземна вода**.

Вистински подземни води се **јувенилните води**, настануваат со ладење на водената пареа.

**Конатни води** се водите кои во внатрешноста се настанати заедно со седиментите во кои се наоѓаат.

**Хемиски состав на подземните води**-Со понирањето на атмосферските води тие се збогатуваат со различни минерални материи поради растворувањето дејство на водата. Затоа хемискиот состав зависи од површината во која водата се наоѓа, од брзината на движењето и од составот на карпите низ кои таа се движи.

Хемискиот состав на хемиските води може да се групира на води со хидрокарбонатен, сулфатен и хлориден состав. Според содржината на јоните на водород, подземните води се поделени на кисели (1-6 pH), неутрални (7 pH) и базични (8 – 14 pH).



Според минералните состојки подземните води се поделени на обични или слатки и минерални води кои содржат растворена минерална материја.

#### **Физички својства на подземните води**

**Температурата** е многу важно својство бидејќи од неа зависи хемискиот состав, односно брзината на растварањето на минералите.

**Бојата** на водата зависи од содржината на хемиските материји. Ако содржат хемиски материји имаат жолта боја, хидроксидно железо – жолтеникаво црвена боја, а доколку се чисти тогаш се без боја.

**Вкусот** зависи од присуството на растворените материји при што органските материји дават сладок вкус, присуството на сулфати на магнезиум и натриум дава горчлив вкус, вода со јаглерод диоксид дава кисел вкус.

## **6.15 Издани**

Делот од атмосферската вода која понира во земјата под дејство на земјината тежа се движи пополека низ различни карпи се до тогаш додека не дојде до некој водонепропуслив слој. Тогаш застануваат и постепено почнуваат да ги исполнуваат порите, акумулирајќи се над таквиот слој, создавајќи на тој начин едно водно ниво наречено **издан**. Затоа велиме дека изданот е природен резервоар кој ги храни реките, изворите, бунарите и др.

Кај изданот разликуваме долна и горна граница. Долната граница ја одредува површината на водонепропусниот слој и таа е константна, додека горната граница е променлива. Променливоста на горната граница зависи од приливот и одливот на самата вода. Просторот над водонепропусливиот слој се вика собирна површина на резервоарот.

Во карпите со примарна порозност подземната вода формира **збиен тип** на издани, додека во карпите со секундарна порозност формира **разбиен тип** на издани. Во изданите од збиен тип припаѓаат: фреатски и артески издан.

**Фреатските** издани се врзани за подрачјата на речните текови. Нивната собирна површина се поклопува со површината на речните долини, но може да биде поголема или помала.

**Артеските** издани се оние кога изданот се наоѓа меѓу два или повеќе водонепропусливи издани. Водата во изданот се наоѓа под голем хидростатички притисок и по должина на некоја раседна линија може да излегува на површината како **артески извор**.

**Пукнатинските** издани припаѓаат на разбиениот тип бидејќи атмосферските води влегуваат низ шуплините и пукнатините во карпите низ кои се движат по пат на гравитација. Движењето на водата трае се додека не излезе на површината како извор.

**Карстните** издани се поврзани за карстните терени, кои се слични на пукнатинските извори. Се разликуват по тоа што се врзани за подлабоките делови на карстот каде водата врши покрај физичко разорување и хемиско растворање посебно кај варовниците и доломитите. Многубројните пукнатини, прслени и друга прозност која се јавува во варовниците и доломитите овозможува брзо движење на водата. Познато е дека карбонатните карпи подлежат на растворање под дејство на водата ако во неа има јаглерод диоксид. Процесот на разорување на карбонатните карпи е под дејство на водата со јаглерод диоксид, при што се потпомага и механичкото разурнување е познат како **карстна ерозија**.

**Морфолошки облици** во карстот – Од надворешните облици можат да се споменат:

**-шкrapите**, кои се во вид на бразди и настануваат на стрмните терени и се паралелно ориентирани во насока на движење на водата;

**-вртачите** (сл.6.11) се карстни облици во вид на чинија или инка со дијаметар од неколку до 50м и длабочина 5 – 10м;

**-увалите** се карстни облици настанати со спојување на два или повеќе вртачи;

**-карстни полиња** се најголеми карстни облици, настануваат по тектонски пат и со силна карстна ерозија или со проширување на увалите.

Од внатрешните карстни облици кои настануваат со хемиско дејство на подземните води најважни се:

**-понори** се облици кои се протегаат од површината на Земјата кон внатрешноста, со дијаметар до неколку метри. Најчесто понорите се врзани за вртачите, увалите и карстните полиња и често претставуваат одводни канали за време на врнежите кога овие облици се поплавени.

**-јамите** имаат голема сличност со понорите низ кои се движат водени текови.

**-пештери** (6.12) се подземни простори настанати со физичко и хемиско дејство на подземните води. Во нив се одвиваат сложени процеси, посебно хемиски бидејќи водата го раствора варовникот, го однесува и преталожува создавајќи различни фигури како што се сталактити, сталагнити, пештерски столбови и



сл.6.11 Вртача



сл.6.12 Пештера

## 6.16 Геолошка активност на езерата

Геолошката активност на езерата се состои од разрушувачки и акумулативни процеси. Постојаните струења на водата под влијание на плимата и осеката, влијанието на речните токови кои се влеваат во езерата, ги разрушуваат карпестите облици и ги менуваат нивните облици и положба. Ваквата дејност е особено изразена во вештачките акумулации (езера) каде со користење на водата, нејзиното ниво осцилира и разрушувачкиот карактер се манифестира поинтензивно во содејство со останатите фактори на ерозијата.

Со разрушување на карпите по бреговите на езерата истите се дробат и транспортираат во вид на блокови, валутци, чакал, песок и најситни честички, кои со брановите на езерската вода се пренесуваат на разни растојанија и потоа се таложат на дното на езерото. Со натрупување на таквите седименти во езерските басени со текот на времето нивото на езерото се намалува и тоа станува по плитко.

Во зависност од местото на настанување, климатските услови и големината на езерата зависи и развитокот на органскиот свет и хемиските процеси во него. Така во езерските средини настанале големи резерви на јаглен, огно-отпорни глини, дијатомејска земја, магнезит, бром, камена сол и др.

**Настанување на езерата** – Според начинот на настанување тие можат да бидат природни и вештачки.

**Природните се делат на следните типови:**

**-тектонски езера** настануваат во тектонските ровови, кои се исполнуваат со вода. Пример е Охридското Езеро, (сл.6.13) кое претставува спуштен блок меѓу планините Јабланица и Галичица;



сл. 6.13 Охридско езеро

**-вулкански езера** настануваат во заостанатите вулкански кратери, кои се исполнуваат со вода и во длабнатините на вулканските полиња;

**-речни езера** настануваат со разрушување на бреговите и акумулирање на материјалот во самиот тек, потоа со таложење на бигор како преграда на речното корито (Плитвичките Езера) , потоа со разрушување на речните корита, тоа може да се врши и со формирање на крупни свлечишта;

Езера настанати со затварање на речните текови или со пресечување на речните кривини или меандри, каде во кривините заостанува водата во вид на помали езера;

**-карстни езера** се поврзани со дејноста на подземните води во карстот, со формирање на карстни провалии, вртачи и др. кои се пополнуваат со вода;

**-еолски езера** настануваат под дејство на ветерот, кога ерозијата го носи распаднатиот материјал до нивото на подземните води од една страна, а од друга го собира во форми на дини;

**-леднички езера** (сл.6.14) се среќаваат на местата каде постоеле ледници. Настанале со топење на ледот над морените кои претставуваат природни брани на тие езера;



*сл.6.14 Ледничко езеро*

**-вештачки езера** се водени акумулации кои се настанати со изградба на брани во речните корита. Речните долини се претвораат во акумулации односно вештачки езера чија вода се користи за индустриски намени, мелиорација и вода за пиење.



## 6.17 Геолошка активност на морињата и океаните

Геолошката активност на морињата и океаните како најголеми површини на Земјата – 71%, е сложен геолошки процес. Водената маса, во содејство со литосферата доведува до разрушување на карпестите маси и нивно обработување, сортирање со понатамошно преталожување на нови места при што се создаваат седиментни карпи.



Седиментните карпи во океаните се внесуваат и преработуваат со рушење на карпестите маси во должина на нивните брегови, од огромните маси на алувиум кој се внесува со реките, потоа ситни честички донесени од ветровите од големи растојанија, од активността на вулканите, од матријалот внесен со ледници и др.

сл.6.15 Геолошка активност на морето

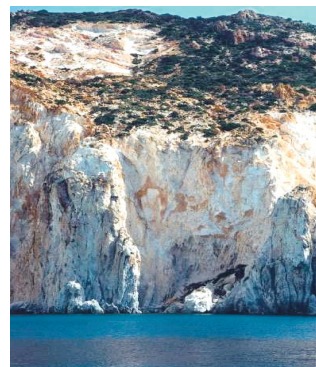
Освен тоа, во геолошката активност на морињата, голема улога имаат и организмите бидејќи основната маса од органогени седименти се настанати во море.

Морињата и океаните како фактор имаат голема улога при разорување на карпите, пренесување на распаднатиот матријал од копното и негово таложење. Тоа дејство се одвива преку ветерот, плимата и осеката, морските струи и брановите предизвикани со работа на вулканите или земјотресите. Тоа значи дека работата на овие води е предизвикана со движењето на брановите кои удираат во брегот на морето, го поткопуваат и механички го разоруваат. (сл.6.15)

Самиот процес на разрушување на морските брегови и брзината на дејството на абразијата зависи од многу фактори и тоа: јачината на самите бранови, правецот на нивното движење, положбата на слоевите, односно на формата на бреговите, од компактоста на карпите и други фактори.

Целиот процес на разрушување на карпестите маси во крајбрежните делови е познат како **абразија** (лат. **Abradere** – стругање).

Морските бранови имаат најголема сила на височина на средното ниво на морето. Тие кога удираат во карпите ги рушат при што создаваат вертикални брегови наречени **клифови**.(сл.6.16) Со понатамошно дејство на морската вода тие се разрушуваат така што процесот на абразија продолжува.



сл.6.16 Клиф

Ако брановите удираат во помеките карпи тогаш се поткопуваат, но остануваат и поцврсти карпести блокови како таван. Овие облици се нарекуваат **поткотпина**, кои подоцна исто така се рушат. На ваков начин доаѓа до поместување

на брегот на морето кон копното. Со поместувањето на брегот се создаваат крајбрежни **абразиони тераси**, кои се наведнати под мал агол кон морето.

Доколку во близина на брегот заостанат неразурнати карпи во вид на мали острови, тогаш се викаат **шкољ**.

Со геолошкото дејство на водата на одделни места бреговите се прошируваат и се таложи песокливо – чакалест матријал, на тие места се наоѓаат плажите.

**Акумулативна активност** – Покрај разрушувачката активност морињата имаат голема улога во формирањето на седиментните карпи. Околу 90% од сите седиментни творби се настанати во морињата. Со нив се поврзани многу важни минерални сировини од седиментно потекло, како и енергетските сировини: нафта, гас и јаглен. Ваква улога морските и океанските басени имаат и денес, а имаат и во геолошката историја.

Разорувачкото дејство на брановите, како што е веќе кажано е најголемо во крајбрежната зона на морето. Во таа зона се јавуваат и други карактеристични облици како што се: делти, естуари, лимани и лагуни.

**Делти** се простори на сливовите на реките во морињата. Тие настануваат како резултат на таложење претежно на разрушениот матријал носен од реките. Делтните наслаги зависат од големината на реките и обично се косо услоени и разнозрнести. Пр: делтата на Мисисипи секоја година навлегува во морето за околу 100м.

**Естуари** претставуваат потопени сливови на реките со морските води, каде доаѓа до мешање на солени и слатки води.

**Лимани** се слични форми на естуарите но се разликуваат по тоа што од страната на морето тие се преградени со бариера, така што претставуваат изолиран дел од залив или дел кој доаѓа после делтата.

**Лагуни** претставуваат плитководни простори покрај морскиот брег, одвоени од морето најчесто со спрудови. Овие мали басени се наполнети со солена морска вода која се надополнува во време во плимите. Во тие простори при зголемени температури, кога водата е во мирување, доаѓа до нејзино испарување при што се формираат разни хемиски талози како што се: гипс, анхидрид, камена сол, калиумова сол и други.



## 6.18 Области на седиментација во морињата и океаните

Како што се запознаваме најголемо количество на седименти настануваат во мориња и океаните. При тоа реките се најголеми снабдувачи на кластичен матријал. Ветерот од копното исто така донесува извесни количини на ситен матријал. Во областите на подморската активност се таложат вулкански продукти. Покрај ова од морските брегови со разорувачкото дејство на брановите се однесува големо количество на матријал кој морските струи го повлекуваат во внатрешноста на морето и го таложат. Покрај ова голем дел од седиментите настануваат и од изумрениот органски свет – органогени седиметни.

Според длабочината во која се таложат седиментите, како и според другите карактеристики, морските области се поделени на четири зони:

**-Литорална** или крајбрежна зона се протега до длабочина од 20м. Овде е најсилно дејството на морските бранови, тука доаѓа и до мешање на солена и слатка вода во сливовите, и доаѓа до големо натрупување на донесен матријал од копното и раздробениот матријал со дејство на морските бранови. Во овие делови на морињата претежно се таложат разнозрнести песоци, глина, а понекогаш и органска материја.

**-Неритска зона** зафаќа длабочина до 200м и се протега по должината на континенталните маси кои се наоѓаат под вода и затоа се нарекува и континентален праг или шелф бидејќи во оваа област се наоѓаат потонати сливови на некогашните реки и крајбрежни острови. Во неа живее различен животински и растителен свет до длабочина од околу 100м. Во оваа зона живеат корали, мекотели, фораминифери и други животински видови, кои по изумирањето паѓаат на дното и од нив настануваат дебели наслаги на органогени седименти. Во неа се одвива и хемиска седиментација на железни, мангански и фосфатни соли.

**-Батијална зона** претставува дел од дното на океаните и морињата чија длабочина е 200–2000м. Во оваа зона механичкото дејство на водата престанува, освен во случаи на подводни струења. Од седиментите тука настануваат песок и чакал, но најдоминантни се различните видови на мил кои се разликуваат по боја.

**-Абисална зона** оваа зона ги опфаќа најдлабоките делови на океанското дно од преку 2000м па се до 5000-6000м. На овие длабочини, поради природните услови, животот е многу ограничен. Во неа владеат големи притисоци и нема светлина. Доминантни наслаги се пелашките кои настануваат како последица на изумирање на планктоните и организми кои лебдат во површинските слоеви на водата на океаните.

## 6.19 Геолошка работа на ледниците

Ледниците претставуваат природни акумулации на маса од лед (мраз) кои можат да се движат. Ледниците настануваат како резултат на натрупвање и преобразба на цврстите атмосферски талози, каде во текот на многу години количеството на паднат снег е многу поголемо во однос на неговото топење и испарување.

Поради постојаното натрупвање на нов снег долните слоеви под притисок преминуваат во мраз со зрнца, наречен **фирн**. Таквиот зрнест мраз со текот на времето поминува во леднички или глечерски мраз. Тој најчесто е врзан за стрмните терени при што под дејство на сопствената тежина и земјината тежа започнува да се движи како мразен тек или **глечер**.(сл.6.17) Движењето на ледникот зависи од стрмнината на



сл.6.17 Глечер

теренот, големината на ледникот, обликот на долината по која ледникот се движи и други услови. Поголема брзина на ледникот имаат деловите при површината и средината на ледникот, во однос на страничните и подните делови на ледникот каде се јавува триење.

Ледниците при своето движење вршат големи дејствија како што се: разрушување, транспортирање и приталожување на карпестите маси при што формираат типичен леднички релјеф. Процесот на разрушување на карпестите маси се вика **ледничка ерозија**. При движењето по падините ледените маси ги разоруваат и одвлекуваат големи маси од карпест материјал. На тој начин ги еродираат падините на долините. Разрушувањето се зголемува и со зафатените парчињата од карпи што ги носи самиот ледник. Тие блокови гребат, полираат и откинуваат други парчиња од површината каде се движат. Како резултат на овие процеси, површината на карпестите маси е избраздена и полирана што претставува белег на ледничката ерозија која е позната како ледничко огледало. Браздите варираат во должина од 1 до неколку метри а се широки и длабоки од неколку мм до неколку см. Линиската ориентација на браздите укажува на правецот на движењето на ледот.

Разурнатиот карпест материјал кој ледникот го носи се вика **моренски материјал**. Според местото каде тој се наоѓа во ледникот може да биде: површински, средишен, страничен, внатрешен, подни и челни морени.

Движењето на ледникот е мошне бавно. На пример на Алпите се движи до 150м годишно. При самото движење ледникот бавно се топи и водата продолжува да го носи распаднатиот материјал, кој е познат како **флувио-гласијален седимент**.

## Прашања 6 тема

1. Што проучува егзодинамиката како дел од геологијата?
2. Објасни го влијанието на Сончевата инсолација;
3. Како влијае атмосферата врз надворешните промени?
4. До какви промени доаѓа со механичко и хемиско распаѓање?
5. Кои се факторите кои доведуваат до побрзо или побавно распаѓање на карпите?
6. Објасни го процесот на ерозија;
7. Објасни ја геолошката активност на ветерот;
8. Кои се фактори за постанок на пустините?
9. Какви пустини и форми се јавуваат во нив?
10. Какво е геолошкото дејство на водата?
11. Од што зависи геолошката работа на површинските истечни води?
12. Какво е дејството на подземните води?
13. Што се тоа издани и како се поделени?
14. Каква е геолошката активност на езерата?
15. Каков може да биде постанокот на езерата?
16. Објасни ја разурнувачката активност на морињата и океаните;
17. Објасни ја акумулативната активност на морињата и океаните;
18. Наброј ги и објасни седиментните средини;
19. Какво е значењето на геолошката работа на ледниците?

## Литература

1. др. Крсто Блажев, др. Милан Арсовски – Општа геологија; (Штип)
2. др. Коста Петковиќ, др. Предраг Николиќ – Основи геологије;  
Геологија I – динамичка геологија (Белград)
3. др. Коста Петковиќ – Основи опште геологије – егзодинамика;  
(Белград)
4. др. Коста Петковиќ – Општа геологија II; (магматизам, плутонизам  
вулканизам) (Белград)
5. др. Вера Кнежевиќ и др. Предраг Ѓорѓевиќ – Основи петрологије;  
(Белград)
6. др. Милорад Димитриевиќ – Геолошко картирање; (Белград)
7. проф. Милан Јанковиќ – Општа геологија (Скопје)
8. др. Блажо Боев, др. Ристо Стојанов – Петрологија на метаморфни  
карпи; (Штип)
9. др. Милорад Димитриевиќ – Структурна геологија; (Белград)
10. др. Никола Милоевиќ – Хидрогеологија (Белград)
11. др. Александар Грубиќ – Седиментологија (Белград)
12. Интернет

## Содржина:

Вовед.....	5
Поделба и значење на геологијата.....	6
<b>Тема I Карактеристики на Земјата како небесно тело.....</b>	<b>8</b>
1.1 Космички просор.....	9
1.2. Сонце и Сончев систем.....	10
1.2.1 Сонце.....	10
1.2.2 Сончев систем.....	11
1.3 Небесни тела.....	12
1.4 Положба и хипотези за настанок на Земјата во космосот.....	14
1.5. Форма и сферна поделба на Земјата.....	15
1.6 Густина и притисок.....	17
1.7 Топлина на Земјата.....	19
1.8 Магнетизам на Земјата.....	20
1.9 Земјина тежа.....	21
1.10 Елементарен состав и градба на Земјата.....	22
<b>Тема 2 Внатрешни геолошки сили (ендодинамика).....</b>	<b>26</b>
2.1 Внатрешни геолошки сили (ендодинамика).....	27
2.2 Магматизам.....	27
2.3 Плутонизам – длабински интрузивен магматизам.....	28
2.4 Вулканизам.....	30
2.5 Вулкански ерупции и нивни продукти.....	31
2.6. Типови на вулкани и нивна работа.....	34
2.7 Морфологија на вулкани.....	38
2.8 После вулкански појави.....	40
2.9 Географско распространување на вулканите.....	42
<b>Тема 3 Тектоника.....</b>	<b>45</b>
3.1 Тектоника.....	46
3.2 Тектонски движења.....	47
3.3 Слој и негови карактеристики.....	50
3.4 Тангенцијални нарушувања.....	52
3.4.1 Класификација на набори.....	53
3.5 Радијални нарушувања.....	55
<b>Тема 4 Метаморфизам.....</b>	<b>59</b>
4.1 Метаморфизам.....	60
4.2 Видови на метаморфизам.....	61
4.3 Фактори на метаморфизам.....	63
4.4 Степен на метаморфизам.....	64
<b>Тема 5 Сеизмологија.....</b>	<b>67</b>
5.1 Сеизмологија.....	68
5.2 Елементи на земјотресот.....	69
5.3 Сила на трус и трусни скали.....	70
5.4 Времетраење и пропратни појави на земјотресот.....	72
5.5 Сеизмички инструменти.....	72
5.6 Земјотресни катастрофи.....	74

5.7 Географска разместеност на земјотресите на Земјата.....	75
<b>Тема 6 Надворешни геолошки сили (егзодинамика).....</b>	<b>78</b>
6.1 Надворешни геолошки сили.....	79
6.2 Геолошко дејство на атмосферата.....	80
6.3 Механичко распаѓање на карпите.....	81
6.4 Хемиско распаѓање на карпите.....	84
6.5 Ерозија и денудација.....	86
6.6 Геолошка активност на ветерот.....	87
6.7 Постанок на пустини и типови.....	88
6.8 Еолска акумулација.....	89
6.9 Геолошко дејство на водата.....	90
6.10 Геолошка работа на површинските истечни води.....	90
6.11 Јаруги и повремени водотеци и нивна работа.....	91
6.12 Реките и нивно геолошко дејство.....	92
6.13 Геолошка активност на подземните води.....	93
6.14 Потекло на подземните води.....	94
6.15 Издани.....	95
6.16 Геолошка активност на езерата.....	97
6.17 Геолошка активност на морињата и океаните.....	99
6.18 Области на седиментација во морињата и океаните.....	101
6.19 Геолошка работа на ледниците.....	102