

АГРОМЕТЕОРОЛОГИЈА СА КЛИМАТОЛОГИЈОМ – СТРУКТУРА ПРЕДАВАЊА

I. КЛИМАТОЛОГИЈА СА ОСНОВАМА МЕТЕОРОЛОГИЈЕ

I.1. ГЕОГРАФСКИ ОМОТАЧ

Географски омотач – *ландшафтни омотач*¹ је комплексни омотач Земље у чијим границама се додирују, узајамно прожимају и узајамно дјелују нижи слој атмосфере, површински слој литосфере, хидросфере и биосфере. Максимална дебљина је до 50 km. Географском омотачу су својствени: цјеловитост условљена непрекидном размјеном материје и енергије између његових саставних дијелова, постојање кружења материје и енергије, неравномјерност развоја у простору и времену, континуитет развоја. Географски омотач је, углавном, предмет проучавања физичке географије, а термин у научну географску литературу је увео совјетски географ А.А. Григоријев (1932).²

Основне одлике географског омотача

Инспирисан радовима Хумболта, Докучајева и Вернадског, велики руски географ А.А. Григоријев тридесетих година двадесетог вијека комплексни омотач (сферу) је назвао *географски омотач*. Географски омотач је природно образован, цјеловит материјално-енергетски систем сферичних форми, настао и развијо се при узајамном дејству геосфера (литосфере, хидросфере, атмосфере и биосфере). Географски омотач се одликује вишеструком слојевитом структуром и представља јединствен систем Земљиних сфера које се међусобно додирују и прожимају. За географски омотач понекад се употребљава појам *глобални геосистем*, а врло често и појмови који не одражавају његову цјеловитост, већ се односе на сасвим узак дио географског омотача у којем се одвијају људске активности и живот на Земљи. За тај дио географског омотача употребљавају се појмови: *ландшафтни омотач*, *ландшафтна сфера*, *биогеосфера*, *антропосфера*, а у новије вријеме (благодарећи В.И. Вернадском) уведена је као посебна сфера *ноосфера* (сфера разума), која је због неразумног дјеловања човјека, прерасла у своју супротност - *техносферу*³. **Стога можемо рећи да географски омотач представља глобални геосистем у којем се у узајамној вези и међузависности одвијају сложени природни и антропогени процеси.**

Изучавањем географског омотача бави се географија као сложен систем наука. Већи дио географског омотача, изузев антропосфере, јесте објект изучавања опште физичке географије, односно компонентних физичкогеографских дисциплина: климатологије, геоморфологије, хидрологије, биогеографије.

¹ Ландшафт (њем. Landschaft – крај, покрајина, пејзаж); 1. у ширем смислу, ландшафт је синоним природно – територијалног комплекса који се може издвајати у регионалном и типолошком погледу као укупност природних дијелова сличних по својим морфолошким функционалним карактеристикама (ландшафт тајге, ландшафт мочваре, зонални типови ландшафта); 2. конкретна територија, једнородна по постанку и историји развоја, са јединственом геолошком основом, једнотипним рељефом, климом, једнообразном комбинацијом тла и сл.

² Григоријев, А.А., Географическа оболочка, Краткаја географическаја енциклопедија, Москва, 1960.

³ Остаје отворено питање криосфере (сфере хладноће) и тла (педосфере); премда се ове сфере разликују, оне се узајамно прожимају, чак залазе једна у другу, међусобно су испреpletене и чине јединствену цјелину.

Овај дио географског омотача настао је без утицаја човјека и функционише по одређеним природним законитостима. Научно – технолошки развој и непоштовање природних закона и законитости који владају у географском омотачу рађавају га час у једном, час у другом смјеру и све више угрожавају његове природне функције.

Изучавањем антропосфере, условно речено једне од најважнијих сфера у географском омотачу, бави се антропогеографија, односно низ њених компонентних научних дисциплина: географија становништва, географија насеља, економска географија, као и читав низ ужих научних дисциплина, као што су урбана географија, индустријска географија, аграрна географија, туристичка географија, политичка географија и др.

Иако смо антропосферу условно означили најважнијом сфером у географском омотачу, морамо истаћи чињеницу да би њен настанак, и наравно опстанак, био немогућ без свих осталих сфера. Јер, како би живот човјека био могућ без атмосфере, без воде, и коначно, без површинског слоја литосфере, слоја на којем човјек живи и који искоришћава? Овим закључујемо да су сфере у узајмној вези и међузависности.

Горња граница географског омотача сеже до *озонског екрана* (највећа концентрација озона), тј. на висини од 25 до 35 километара.

Доња граница географског омотача се налази изнад астеносфере⁴ и поклапа се са Мохо - дисконтинуитетом⁵ (на око 11 km дубине од физичке површине Земље). Има аутора⁶ који сматрају да се доња граница географског омотача налази на дубини до које се осјећају утицаји геокомпоненти својствених за површину Земље (вода, ваздух, живи свијет и др.).

Према напријед постављеним (дефинисаним) границама географски омотач не прелази моћност (дебљину) 50 километара. Можемо констатовати да географском омотачу припада онај простор наше планете у којем се елементи одликују хијерархијском организацијом, почевши од атома па до, закључно, са макротијелом различитог агрегатног стања. Сам географски омотач се састоји од три агрегатна стања: чврстог, течног и гасовитог. Све компоненте које улазе у његов састав међусобно се прожимају, а у њему су основна два извора енергије: космички и терестрички или ендегени (унутрашњи извор). Поред њих у омотачу се налази велика количина слободне енергије.

Слојевита и сложена структура географског омотача у најкраћем се може схватити кроз нека његова основна својства :

- географски омотач је тродимензионалан ;
- географски омотач је закривљен; у њему су присутни велики географски кружни токови (кружење воде у природи, систем планетарних морских струја, циркулација ваздушних маса и др.); из тих разлога ни један дио Земљине површине не представља изолован систем;
- нагиб Земљине осе у односу на раван еклиптике у току годишњег кретања око Сунца условили су појаву климатских појасева и географску зоналност;
- Земљина површина је простор најизраженијег дјеловања геокомпоненти и на њој се најинтензивније (дејством агенаса) смењују географски процеси и појаве.

⁴ Грч. asthenes – слаб + sphaira – лопта, омотач; слој смањене тврдоће, јачине и љепљивости у горњем дијелу спољашњег омотача језгра Земље; смјештена је испод континента на око 100 km дубине, а под дном океана око 50 km; доња граница је на дубини од 250 до 350 km.

⁵ Мохоровичићев дисконтинуитет – граница подјеле између Земљине коре и омотача језгра Земље; граница је установљена према скоковима брзине сеизмичких таласа; названа је по научнику Андрији Мохоровичићу (1857 – 1936)

⁶ Солонцев, В.Н., Система организације ландшафтов, Известија, Серија географическаја, Москва, 1981.

Састав и структура географског омотача

Основне карактеристике географског омотача одређују се саставом, структуром и карактером узајамних веза појединих структурних дијелова. У случају географског омотача могуће је говорити о неколико структурних нивоа који чине предметност компонентним географским наукама. Основни структурни нивои су: геокомпонентни, геосферни и геосистемски.

Геокомпоненте су најједноставнији структурни ниво (структурни дијелови) географског омотача. Ради се о једнородним природним материјама (главне компоненте): стијене, ваздух, вода, биљке и животиње, а изведене компоненте (настале међусобним односом главних компоненти) су: земљиште, лед, мрзлота.

Геокомпоненте се међусобно разликују по нивоу организације материје и по физичко – хемијским особинама. Када је у питању организација материје у географском омотачу постоје три нивоа: жива (биљни и животињски свијет), нежива (ваздух, вода) и живо – нежива материја (тло, али и географски омотач у цјелини).

Геосфере су структурни дијелови географског омотача у коме преовлађује једна од (гео)компонената. Под геосфером се подразумијева претежност компоненте до потпуне јединствене сферичне форме (јединственог непрекинутог омотача). Стога, у географски омотач улазе три основна омотача (три основне геосфере): литосфера, атмосфера и хидросфера. Четврта сфера је биосфера, мада не заузима посебан и јединствен омотач – она подједнако улази у састав свих сфера, па се у литератури често за биосферу користи синтагма *сфера прожимања*.

Треба нагласити да у свакој од наведених основних геосфера налазимо и неке од елемената из других сфера. Нпр. у литосфери има живог свијета, воде, кисеоника; у атмосфери има влаге и живог свијета; у води кисеоника и живог свијета. Биосфера је схваћена као укупност живих организама, значи сложен систем живог свијета, али и елемената из свих других сфера.

Постоји мишљење, које је у основи дискутабилно, али је за неке ауторе сасвим прихватљиво, да у географском омотачу се може издвојити и пета самостална сфера, коју чини распаднути површински слој литосфере, и која се назива *педосфера* (површински слој земљишта). Исто тако поставља се питање: може ли се у геосфере уврстити и *ноосфера* (сфера разума), јер ни она као ни педосфера нема својство јединствене сферичне форме.

Геосистеми су виши структурни ниво у односу на геосфере (сложене просторне категорије). Они су најсложенији системи који настају узајамним дејством геокомпонената и геосфера. Могу бити прости и сложени. У оквиру глобалног геосистема (географског омотача) условно можемо издвојити природне и антропогене системе, а у оквиру ових могуће је даље условно издвајати системе нижег реда, зависно од критерија издвајања. На примјер у оквиру природних система разликујемо степе, саване, тундре, затим ријеке, језера, мора или поларне, умјерене и екваторијалне области.

Геосистеми не садрже само природне компоненте, него се у њих укључују људско друштво и техничка средства па тада говоримо о *геотехничким системима*, какви су нпр. урбани, саобраћајни, индустријски и сл. Геосистеми су по сложености и пространству подијељени на планетарни, регионални и локални ниво. Дијелови геосистема чине *геокомплексе* (копнени и водени). Незаобилазан у овом систему је човјек и његов комплетан утицај.

Антропосфера као једна од сфера географског омотача, у основи јединствена, зависна од свих осталих сфера географског омотача, али и сфера која остварује снажно дејство па и оставља последице у свим сферама географског омотача, такође се условно може диференцирати системе нижег реда, у зависности од специфичности њених појединих дијелова. У том смислу разликујемо системе који припадају одређеним цивилизацијама⁷, културама, стиловима, степенима развијености, деградације и сл.

Ландшафт

Геосистеми се закономјерно смјењују у хоризонталном погледу, међусобно се разликују и називају се *ландшафтима*. Ландшафт је површински дио Земљине површине (топографска површина⁸) у којем су геокомпоненте у чврстој вези и међусобној зависности, и чине цјелину посебне структуре и развоја, која се разликује од осталих на Земљи.

Ландшафтом се дефинише објекат географског истаживања. Овај термин се, нажалост, ријетко употребљава у географској и еколошкој литератури иако у њемачком језику суфикс⁹ *сафт* дефинише узајамност, узајамну везу или узајамну повезаност.

На тај начин ландшафт је уведен у географској литератури у рангу научног значења и означава, прије свега, узајамну зависност појава у географском пространству, мада овај термин још увијек не говори о остваривању тих веза.¹⁰

Разликујемо природне и културне ландшафте.

Културни ландшафт је дио географског омотача настао радом човјека. То може бити дио природне средине битно измијењен људском активношћу, али, прије свега, овај појам се односи на новостворене (антропогене вриједности). У оквиру културних ландшафта највећи значај за животну средину имају урбани, индустријски, аграрни и туристички ландшафти.

Природни ландшафт је површински дио Земљине површине, којег чини јединство, једноличност и хомогеност природних елемената. Иако међусобно могу бити веома слични, не постоје квалитативно два иста природна ландшафта на Земљи. Напротив, сви дијелови (мање или веће просторне цјелине) на Земљи међусобно се разликују у клими, вегетацији, биљном и животињском свијету, површинској и подземној хидрологији, педолошком покривачу и др.

У оквиру природних ландшафта издвајају се: екваторијални ландшафти, ландшафти умјерених ширина и ландшафти поларних области.

Екваторијални ландшафти протежу се са обје стране екватора, од 5° до 8° φ_N и од 4° до 14° φ_S. Његове основне одлике су високе температуре чији годишњи просједи не падају испод 20°C а карактеристични су и по зенитним кишама. С обзиром на количину падавина, преко 1.000 mm воденог талоба и високе температуре, у овом се ландшафту издвајају геосистеми тропских шума и савана. У овом ландшафту најзначајније су тропске кишне

⁷ Цивилизација (ново лат. *civilisatio*) – степен културе који долази из варварства и на коме се, мало помало, човјек привикава да живи у складној заједници са својима ближњима; у сушитни : просвијећеност, образованост, уљућеност.

⁸ Топографска површина – укупност равних и неравних облика рељефа од којих је састављена површина Земљине коре, на било ком њеном дијелу.

⁹ Лат. *suffixum* – наставак, додаток; дио ријечи између коријена или основе и завршетка.

¹⁰ Neef, E., Die theoretischen grundlagen der landschaftslehre, Laipceig, 1967.

шуме, у којима постоји више спратова вегетације (зависно од потребе биљака за Сунчевом свјетлошћу). Крчењем тропских шума оживљава се денудација¹¹, спира се земљиште ионако сиромашно хумусом, тако да ерозија поприма катастрофалне размјере.

Зона високих трава је заступљена само сјеверно и јужно од екваторске зоне и највеће распрострањење има у Африци. У сјеверној Африци се та зона савана назива *судан*, а у Јужној Америци на сјеверу су *љаноси*, а на југу *кампоси*. Прелазни појас између саване и пустиње се у сјеверној Африци назива *сахел*, а у Аустралији *скраб*. То је заправо појас у коме повремено долази до ширења саване или пустиње. Те промјене су углавном посљедица глобалних (вјековних) промјена климе, али могу бити изазване и дјеловањем антропогеног фактора.

Зона пустиња тропског појаса се простире око јужног и сјеверног повратника (23° 27' сјеверне и јужне географске ширине). За праве пустиње је карактеристично одсуство сталних ријечних токова (изузев алогених, као нпр. Нил, Нигер), земљишта и вегетације. Релјеф се образује под утицајем инсолационог разарања стијена и еолске ерозије.

Ландшафти умјерених ширина имају велико географско распрострањење. Они се на обје Земљине хемисфере (сјеверној и јужној) протежу у дужини од око 5.000 km, од повратника до поларника. У овим ландшафтима преовладавају западна океанска струјања, па су западне обале влажније од источних, док су централни дијелови у знатној мјери без влаге. Ове су разлике условиле формирање више геосистема. То су на сјеверу тајге, а јужно од њих листопадне шуме. Ови су се геосистеми развили Сјеверној Америци, Европи и Азији, а на јужној хемисфери овај геосистем је заступљен само на крајњем југу јужне Америке. Геосистеми листопадних шума прелазе у степе, које заузимају велика пространства у Европи, Азији и централним дијеловима Сјеверне Америке (прерије).

На јужној хемисфери степе су распрострањене у Јужној Америци (пампаси) и Аустралији. Унутар овог ландшафта, гдје су падавине ријетке (100-200 mm годишње) простире се суха континентална зона – полупустиње и пустиње умјереног појаса (Азија и Сјеверна Америка).

Ландшафти поларних предјела простиру се на крајњем сјеверу и крајњем југу наше планете. Издвајамо Арктички и Антарктички поларни ландшафт. Основна одлика ових ландшафта су негативне температуре које се само понекад дижу изнад 0°C (али не прелазе 5°C) и мале количине падавина које не прелазе 200 mm воденог талога. У овим ландшафтима истичу се геосистеми арктичких и антарктичких ледених пустиња и геосистеми тундри. Арктичке пустиње обухватају усамљена острва и архипелаге као што су: Гренланд, Канадски арктички и Шписбершки архипелаг. Вегетациони период је кратак, па је биљни свијет представљен углавном маховинама, лишајевима и шумотундром.

Издвајање природних ландшафта представља природну законитост смјене ландшафта у зависаности од географске ширине и надморске висине. У научној и стручној литератури ово издвајање се терминолошки означава као *хоризонтална појасност*.

Висинска зоналност је, такође једна од битних одлика природних ландшафта. Представља закономјерну смјену ландшафта у планинским просторима са повећањем надморске висине. У вези је а промјеном топлоте и количине падавина. Температура

¹¹ Лат. denudatio - оголићавање; 1. процеси одношења продуката ерозије само путем површинског спирања (у истом значењу употребљава се наш термин *спирање*); 2. укупност процеса разарања стијена и преношења производа разарања посредством воде, вјетра, ледника и силе теже.

ваздуха са порастом надморске висине опада (просјечно) за 0,694°C, а ваздушни притисак за исту вриједност надморске висине опада за 13,3 mb. Због ових промјена, које настају повишењем надморске висине, долази до измјене климатских услова, сличних оним који настају растом географске ширине од екватора према половима (0 → 90°). Климатске промјене (промјене вриједности метео и климатских елемената) условљавају промјене и осталих физичкогеографских параметара¹², што у знатној мјери утиче на формирање различитих геосистема. *Управо ову закономјерну промјену природногеографских услова називамо висинска зоналност.*

Основне физичкогеографске законитости у географском омотачу

По много чему географски омотач је комплексна сфера која се разликује од осталих. Има три агрегатна стања, јединствена је, уникална¹³ и непоновљива сфера у цијелом Сунчевом систему. За сада нема познату аналогију у истраженом дијелу Васионе. То практично значи да у познатом дијелу Васионе не постоји нити једно небеско тијело које је организационом структуром слично нашој планети, тако да ми нисмо у стању вршити експерименте ван Земље и резултате тих експеримената примијењивати у заштити животне средине. Из тих разлога принуђени смо што детаљније упознати функционисање нашег планетарног система, његових закона и закономјерности, јер само на тај начин човек је у стању да се адаптира природним процесима до границе гдје неће нарушавати норме које је природа већ ”дефинисала”.

Основне физичкогеографске законитости у географском омотачу су: зоналност, јединство, цјеловитост, периодичност и кружење материје и енергије.

Зоналност је условљена лоптастим обликом Земље и нагибом Земљине осе у односу на раван еклиптике. Та два фактора су утицала на распоред климата, на хидролошке одлике одређених географских простора, на типове земљишта и биљних заједница, на морфолошке појаве и процесе и сл. Границе између појединих физичкогеографских појасева и зона нису оштре, јер се као модификујући¹⁴ фактори јављају распоред акваторија и територија (распоред мора и копна), ваздушна и морска циркулација и орографска компонента (надморска висина).

Јединство или интегралност се огледа у међусобној зависности појединих елемената природне средине. Уколико се измијени само једна компонента природе остале се брже или спорије прилагођавај тој промјени.

Јасно је да промјене климе условљава промјена компонената геофизичког система као што су: промјене хемијског састава атмосфере, промјена површине Свјетског мора, промјене односа копна и мора и промјена интензитета Сунчевог зрачења. Посебан осврт је на промјени концентрације угљендиоксида и других гасова који мијењају хемијски састав ваздуха и доводе до ефекта стаклене баште.

Периодичност или ритмичност је такође врло значајна законитост у географском омотачу. Под ритмом (ритмиком) подразумевамо поновљивост комплекса појава током времена, које се сваки развијају у одређеном правцу. У географском омотачу разликујемо двије форме ритмичности: периодичну и цикличну. Периодични ритмови су једнаког

¹² Параметар (грч. para – код,уз, из,пред, против, према, поред, промјена или преображај и сл. + metron – мјера, мјерило) – *мат.* свака величина која се садржи у некој функцији поред промјенљивих.

¹³ Уникум (лат. unicus – једини) – нешто што је једно у својој врсти, што се само једном налази.

¹⁴ Модификација (лат. modus – начин + facio, facere - чинити, радити) – преиначавање, измјена, преиначење.

трајања, какви су на примјер ротација и револуција наше планете. Циклички ритмови су промјенљивог трајања, а њихове величине дају се увијек као просјечне вриједности, такав је нпр. 11-годишњи циклус промјене броја пјега на Сунцу. Дужина ритмова је различита¹⁵. Постоји: дневна, сезонска, унутарвијековна, вишевијековна ритмика и коначно геолошки циклуси.

Кружење материје и енергије се одвија у читавом географском омотачу, али и у унутрашњости Земље. Кретања у географском омотачу се дијеле на два типа. Првом типу одговарају сва кретања која су последица функционисања геокомпоненти, геосфера, геосистема и геокомплекса унутар географског омотача. Кретањима се остварују равнотеже и компензације¹⁶ у географском омотачу. Другом типу припадају кретања која стоје у тијесној вези са дотоком материје и енергије у географски омотач. Сва бића живе у сразмјерно танком слоју, на Земљиној површини или близу ње. Осим Сунчеве енергије, све остале потребе подмирују из тог, релативно танког слоја. Када би се вода, кисеоник и други елементи неопходни за живот користили без обнављања, брзо би били исцрпљени. Због тога многи процеси у природи имају кружни ток. Сва кретања материје и енергије у географском омотачу имају своје устаљене кружне токове, који се остварују по устаљеним ритмовима и циклусима. Постоји стална размјена елемената између ваздуха, воде, земљишта, биљака и животиња, и ти кружни процеси су основ живота на нашој планети.

Дубока основа свих кружних токова је миграција и прерасподјела материје и хемијских елемената потакнута дотоком и размјеном енергије (Бондарјев, 1976). Миграције и прерасподјела материје и енергије у географском омотачу теже успостављању равнотежних система – *изостазија*.¹⁷ Изостазије условљавају велику компензацију геокомпонената у геосферама на Земљи.

Живот и еволуција Земљиног материјалног система не би се могли ни замислити без два капитална извора енергије: Земљине унутрашње топлоте и Сунчеве радијације. Сва кретања и све промјене на Земљи црпе енергију углавном из та два извора. Остали енергетски извори су далеко мањег значаја: гравитационо дејство Мјесеца и Сунца, свјетлосна и топлотна енергија звијезда (топлотни извори са небеског свода) и др.

Унутрашња енергија Земље настаје у процесу гравитационе диференцијације, при чему се на рачун трења особађа топлотна енергија. Кроз геолошку прошлост Земље ове енергије је ослобођено око $1,6 \cdot 10^{31}$ J (Геренчук, Боков, 1984).

Количина топлоте коју наша планета константно издаје из своје унутрашњости на 1 cm^2 топографске површине у једној минути износи приближно 0,00042 J (цула), односно у току године око 180 J.

У енергетици се користе SI¹⁸ јединице мјера, мада су још у честој употреби килокалорија и тона еквивалентног угља (tEU) које су ван SI па их не би требало употребљавати. Основне јединице су J (цул) за енергију и W (ват) за снагу. Примјеном стандардних ознака: k (кило), M (мега), G (гига) и T (тера), основне јединице се могу увећати 10^3 , 10^6 , 10^9 , 10^{12} пута. За прерачунавање традиционалних енергетских јединица мјере у јединице Међународног система прилаже се сљедећа таблица¹⁹ (Таб.2).

¹⁵ Видјети: Милутин Миланковић "Канон осунчавања и проблем ледених доба".

¹⁶ Лат. compensatio; физ. изравнање дејства нечега што би, иначе, штетно дјеловало.

¹⁷ Грч. isos – исти, једнак, сличан + stasis – стајање; наука о општем стању равнотеже маса у Земљиној кори.

¹⁸ SI, ознака за Међународни систем јединица (Systeme International d'Unites).

¹⁹ Милорад Д. Ристић, О енергији, Музеј науке и технике, Београд, 1995, стр.17.

Табела 1 . Прерачунавање традиционалних енергетских јединица мјере у SI јединице

	GJ	MWh	tEU	Gcal
1 GJ	-	0,2778	0,3414	0,2389
1 MWh	3,600	-	0,1229	0,8600
1 tEU	29,29	8,139	-	7,000
1 Gcal	4,186	1,163	0,1429	-

Треба знати да се само резерве необновљивих врста енергије, дакле потенцијална енергија, изражавају у јединицама за енергију. Распољива снага обновљивих врста енергије као и производња и потрошња носилаца енергије изражавају се у јединицама за снагу. За ове билансне категорије су из очигледних разлога прећутно прихваћене извјесне посебне комбинације јединица мјере, па се тако енергетски еквивалент фосилних и нуклеарних резерви горива исказује у *џулима* (односно већим умношцима: кило, мега, гига...), а расположива хидромеханичка снага као и производња и потрошња електричне енергије у *ват-часовима годишње* (односно већим умношцима: кило...). Производња и потрошња горива и топлоте изражава се у *џулима годишње*. За билансирање расположиве снаге сунчаног зрачења, вјетра, биомасе, геотермалних извора и слично, за сада још не постоји јединствено прихваћена методологија али се најчешће за јединицу користи средња снага извора по јединици површине тла (W/m^2).

Мада је вриједност емитоване количине топлоте од 180 џула годишње сасвим мала, она је ипак важна, јер ову количину Земља непрестано издаје у атмосферу. Стога се наша планета постепено "хлади" и она би могла да изгуби сву своју топлотну енергију када не би било радиоактивне материје која својом *еманацијом*²⁰ надокнађује изгубљену топлоту из Земљине унуташњости.

Благодарећи латентној топлоти и високој температури магме коју обухвата Земљина кора, као и радиоактивном распаду неких атомских језгара из састава ове коре, она се (Земљина кора) јавља као извор топлоте – *геотермалне енергије*. Подземна слободна вода је најпогодније транспортно средство *геотермалних ресурса* из литосфере до њене површине и уједно материја у којој се постиже највећа концентрација топлоте по јединици масе у односу на све друге материје у природи. Са становишта заштите животне средине није ни потребно наглашавати шта ће значити повећање експлоатације *хидрогеотермалне енергије* у скорој будућности.

Земљина топлота, потпомогнута силом теже и системом Земљиних кретања (ротација и револуција), узрочник је свих ендогених процеса (орогени и епирогени облици, вулканизам и сеизмизам).

Сунчева радијациона енергија, потпомогнута силом Земљине теже и гравитационим дејством Мјесеца и Сунца, узрочник је свих егзогених процеса на Земљиној површини. Егзогене силе дјелују у спрези са Земљином тежом (силом ендогеног поријекла). Тек у таквој спрези могућ је рад, односно кретање – премјештање различитих маса на Земљиној површини: воде и ваздуха, који, с температуром представљају главне агенсе спољашњих сила.

"Могло би се рећи да се данас већ дошло до необоривог закључка да је потрошња енергије, па према томе и потреба производње носилаца енергије, непосредно одређена степеном развијености посматране средине, јер живот безусловно изискује одговарајућу потрошњу носилаца енергије која је утолико већа уколико је систем развијености већи"²¹.

²⁰ Лат. emanatio – излажење, одавање (од себе), извирање, истицање; физ.гасовита ствар, супстанца која струјањем излази из радиоактивних материја и која је и сама радиоактивна.

²¹ Милорад Д. Ристић, цит. рад, стр 12.

Носиоци енергије. Познато је пет основних врста енергије, односно пет енергетских стања. Свако се појављује у неком облику или је везано за неки процес или супстанцу.

Табела 2 . Основне врсте енергетских стања

Ред. број		Енергетско стање	Препознатљив облик или носилац
1.	ЕЕ	<i>Електрицитет</i>	Електрични напон или струја Електромагнетско поље
2.	ТО	<i>Топлота</i>	Чврсто, течено или гасовито тијело (обично на ратури већој од температуре околине)
3.	ЕВ	<i>Енергија везе</i>	
		<i>а. Молекулске везе</i>	Чврсто, течено или гасовито гориво
		<i>б. Фазни прелази</i>	Пара течности Дисоцирани гас Плазма
		<i>в. Нуклеарне везе</i>	Фисионо нуклеарно гориво Фузионо нуклеарно гориво
4.	МЕ	<i>Механичка енергија</i>	
		<i>а. Потенцијална</i>	Гравитационо и магнетско поље Напон притиска
		<i>б. Кинетичка</i>	Плима; Таласи; Вјетар; Водотокови; Замајац и Звук и ултразвук
5.	ЗЕ	<i>Зрачна енергија</i>	Нуклеарно зрачење Електромагнетско зрачење (сунчано, топлотно...)

*Енергетика*²² и *животна средина*. Свака потрошња, према Закону ентропије²³, неповратно троши корисну енергију (ресурсе) претварајући је у некорисну. Према томе, свако планирање (економско, друштвено, просторно, урбанистичко) предвиђа потрошњу одређених количина енергије. Иако свака врста планирања има за циљ напредак и развој одређеног географског простора (урбане или руралне цјелине, друштвено-политишке заједнице, регије...), она мора да поштује (у свијету већ усвојене) принципе *одрживог(усклађеног) развоја* и да примјењује основе *одрживе енергетике*.

Угледни амерички публициста Цереми Рифкин, који се прочуо широм свијета својим критичким чланцима и књигама, у којима снагом аргумента доказује неодрживост потрошачко – расипничког начина живота модерног човјека, често најављује како се ускоро мора појавити нови поглед на свијет и живот. Слиједећим историјским периодом мораће доминирати *закон ентропије*, за који је нобеловац Алберт

²² Енергетика је савремена област технике. Она се заснива на примјени различитих дисциплина природних наука у техници и економији (уколико се баве питањима енергије), а најшире схваћен задатак јој је да прати развој потреба и обезбјеђује ефикасно искоришћавање енергетских ресурса, у складу са развојем привреде, друштвених заједница и човјечанства у цјелини.

²³ грч. entropia – садржина претварања; физ.у термодинамици, количина енергије која се не може искористити за одвијање неког природног процеса, изражена као функција температуре, притиска и густине система.

Ајнштајн рекао да је то најважнији научни закон, а сер Артур Едингтон је упућивао на њега као највиши метафизички закон читавог Универзума.

Закон ентропије други је закон термодинамике. Први закон каже да су укупна материја и енергија у Универзуму непромјенљиви, да не могу бити створени или уништени. Други закон термодинамике – *закон ентропије* – каже да се материја и енергија могу мијењати само у једном смјеру, то јест, од употребљиве ка – неупотребљивој, од корисне ка – некорисној, од сређене према – несређеној.

Према томе, најважнија ствар коју стално морамо имати на уму јесте да енергију не можемо створити. Једино што можемо јесте да претворимо енергију из једног облика у други. Међутим, закон ентропије каже да се сваки пут, кад се енергија претвара из једног облика у други, "плаћа одређена казна". Та казна је – смањивање укупне количине искористиве енергије. Постоји назив за ту појаву, она се назива – *ентропија*.

Са сваким даном у коме настављамо садашњи енергетски интензиван начин живота повећавамо ентропијски цех који напосљетку мора бити плаћен. Алтернатива овој растрошној распродаји искористиве енергије јесте усвајање вриједности и правила – *нискоентропијске парадигме*²⁴. Нискоентропијски поглед на свијет упозорава нас и на физичке границе с којима се суочавамо – на ограничена природна богатства наше планете, као и на ограничења која морамо прихватити у коришћењу технологије. Јер савремени човјек данас може више него што смије.

Производња и коришћење енергије, чији обим поприма застрашујуће димензије, знатно утичу на животну средину. Полутанти који су резултат сагоријевања фосилних (али и све више нуклеарних) горива утичу на састав и квалитет ваздуха, утичу на физичко-хемијска својства вода. Овим проблемима се наука озбиљније бави тек посљедњих двадесетак година, а нове научне дисциплине (екологија, созологија, која проучава посљедице развоја цивилизације на еколошке системе и др.) тек су у зачетку.

До данас нема чврстих основа на којима би се могле вршити прецизније анализе обима, а нарочито штетности различитих утицаја. За сада се пре свега покушава да што више сазна о обиму и врсти ефеката проузрокованих технологијом и врши се поређење са ненарушеним природом.

Међутим покушаји квантитативног закључивања о степену штетности утврђених промена по човеково здравље за сада су у приличној мери спекулативни, без чврсте научне подлоге, са изузетком неких дејстава о којима постоји дуже искуство или су ефекти очигледнији.

Сфере глобалног геосистема

Атмосфера

Атмосфера²⁵ је ваздушни омотач Земље који је повезан с њом силом теже и који учествује у њеном дневном и годишњем кретању. Маса атмосфере је око $5,144 \cdot 10^{15}$ тона²⁶ што чини 10^{-6} масе Земље (милионити дио масе наше планете, а то је скоро 20.000 пута више од масе биосфере. Пошто је површина Земље 510 милиона km^2 , на сваки cm^2 долази око 1 kg ваздуха.

Атмосфера је изложена сталном утицају Сунца и васионе. У њој се дешавају сложене појаве и процеси који се манифестују у различитим типовима времена и климе. Има одлучујући значај за развој многих појава и процеса који се дешавају у осталим сферама. Она трансформише енергију Сунчевог зрачења, задржава примљену топлоту и

²⁴ Парадигма (грч. *paradeigma*) – узор, узорак, образац, примјер за углед.

²⁵ Грч. *atmos* – пара + *sphaira* – лопта, омотач.

²⁶ Вриједност масе од 5,144 квадриљона тона.

штити топографску површину од превеликог расхлађивања. Да није атмосфере и њене изолационе функције, колебања температуре у току дана на нашој планети би износила и до 200°C.²⁷

Важна улога атмосфере у заштити и очувању животне средине је у томе да она слаби дјеловање Сунчевих ултраљубичастих зрака. Ови зраци су смртоносни за већину микроорганизама, а врло штетно утичу на људски организам ако је човјек изложен њиховом дужем дејству. Дуже излагање тијела дјеловању ултраљубичастих зрака изазива *еритем* или *црвенило коже*. Приближни прорачуни указују да блиједо-ружичаста боја коже указује да је у њој уништено око 12 милиона ћелија – разарањем бјеланчевина у ћелијама.

Атмосфера омогућује кружење воде у природи, а тиме постојање различитих облика падавина, копнених вода, као и постојање разноврсних видова живота на нашој планети. Она даје живом свијету неопходан кисеоник, односно угљендиоксид. Није занемарљива улога атмосфере у заштити од огромног броја метеора који свакодневно улијећу у њу.

Без атмосфере Земља би одавала утисак пуне пустиње, без воде, без биљака и животиња, без вјетрова, без икаквих звучних сигнала и мириса, прекривена многобројним метеоритским кратерима. Коначно, Земља би била и без људске врсте, а њена топографска површина би била слична површини њеног садашњег сателита.

Границе атмосфере. Доња граница атмосфере је јасно одређена: њу представљају површине Свјетског мора (водно огледало), топографска површина копна и водно огледало ријечних токова и водних акумулација на копну. Проблем одређивања горње границе лежи у чињеници да атмосфера на великим висинама прелази постепено у врло разријеђени гасовити интрапланетарни простор.

Условно је прихваћена тзв. *физичка граница атмосфере*; она је изнад полова на висини од 21.644 km, а изнад екватора на висини од 35.711 km. На тим висинама изнад површине наше планете изједначене су вриједности силе Земљине теже и центрифугалне силе, те су гасовите честице атмосфере у могућности да одлете у међупланетарни простор. Треба нагласити да је физичка граница атмосфере многоструко пута виша од горње границе атмосфере. Горња граница атмосфере се може одредити посматрањем неких оптичких појава у њој: поларна свјетлост, сагорјевање метеора и сребрнасти облаци.

Постанак атмосфере. Полазећи од Шмитове хипотезе о постанку Сунчевог система В.А. Соколов издваја четири стадијума²⁸ у историји развитка Земљине атмосфере, које је сажето изложио Х.К. Јури (Дукић, 1974). У *првом стадијуму* постојао је огроман облак од гасова и космичке прашине. Од њихове материје образована је Земља, као згуснута маса у том облику, док је њена првобитна атмосфера садржавала водоник и хелиј.

У *другом стадијуму* настало је загријавање Земље због распадања радиоактивних материја и издвајања у атмосферу неких гасова, какви и сада избијају из Земљине унутрашњости при вулканским ерупцијама (SO₂, H₂S, CO₂, H, Cl, NH₃ и др.). Али, осим њих, радиоактивним распадањем једног изотопа калијума почело је издвајање инертног гаса аргона (Миланковић, 1948). У *трећем стадијуму* настаје постепено хлађење Земљине површине и издвајање угљендиоксида и молекула азота, док се молекули кисеоника појављују у незнатној концентрацији. У *четвртном стадијуму* који је означен као *биогеми*, почиње због појаве биљних организама биохемијско трошење угљендиоксида из

²⁷ Без атмосфере дању би се стијене загријавале до 100°C, док би им ноћу температура падала до -100°C.

²⁸ Лат. stadium, грч. stadion; одјел времена, фаза у развоју нечега.

атмосфере, а издвајање слободног кисеоника. Међу атмосферама планета Сунчевог система једино Земља садржи слободан кисеоник. По проучавањима М. Грегора (1927) кисеоник се појавио у атмосфери прије двије милијарде година.

Вертикална структура атмосфере. Атмосфера је подијељена на пет слојева (сфера): тропосфера, стратосфера, мезосфера, термосфера и егзосфера²⁹, и четири прелазна слоја: тропопауза, стратопауза, мезопауза и термопауза. Око 99% масе атмосфере је сконцентрисано у њеним нижим слојевима, у слоју до 36 km висине изнад Земљине површине. У високим слојевима атмосфера је јако разријеђена: 1 km³ приземног ваздуха тежак је 1.250.000 тона, а на висини од 170 km свега 60 грама.

Сфере су издвојене по својеврсним промјенама температуре ваздуха са висином, а поред тога оне саразликују и по саставу и електричним својствима. У наредној табели (Таб. 4) дата је терминологија сфера и прелазних слојева коју је 1951. године препоручила Међународна унија за геодезију и геофизику.

Табела 3. – Терминологија атмосферских слојева

С ф е р а	Просјечна висина горње и доње границе у km	Прелазни слој
<i>Тропосфера</i>	0 – 11	
		Тропопауза
<i>Стратосфера</i>	11 - 40	
		Стратопауза
<i>Мезосфера</i>	40 - 80	
		Мезопауза
<i>Термосфера</i>	80 - 800	
		Термопауза
<i>Егзосфера</i>	изнад 800	

(Извор: Д. Дукић, Климатологија, Београд, 1999.)

Тропосфера (грч. tropēin – кретати се + sphaîra – лопта, омотач) је најнижи и најгушћи слој атмосфере, који садржи око 80% укупне масе ваздуха. Висина тропосфере варира од 7 – 10 km на половима до 18 - 20 km око екватора. У тропосфери се налази готова сва водена пара, чијом кондензацијом настају облаци и падавине. Њена вриједност је промјенљива (в. поглавље 3.1.). Због сталног кретања ваздуха састав тропосфере је практично постојан. Тропосфера се не загријава директно Сунчевим зрачењем; врло лако пропушта Сунчеве зраке. Сунчевим зрачењем се загријава Земљина површина. Дио примљене топлоте Земља враћа у атмосферу својим дуготаласним зрачењем.

У самој тропосфери се могу издвојити три различита слоја: *приземни слој* (најнижи дио тропосфере, са просјечном висином до 100 m изнад топографске површине); *погранични слој* (лежи приближно између 100 и 1.500 m изнад топографске површине); *виши слој* или *слободна атмосфера* (лежи између пограничног слоја и горње границе тропосфере).

²⁹ Изнад егзосфере може се издвојити највиши слој Земљине атмосфере – геокорона (грч. ge – Земља + лат. corona – руб, ивица) приближно до висине од 20.000 km изнад Земљине површине; састоји се претежно од јона водоника.

Тропосфера се завршава са прелазним слојем – *тропопаузом*, чија је дебљина од 500 – 3000 m. Висина тропопауза се мијења: она је над неким мјестом нижа зими и у циклону, а виша лети и у антициклону. Такође се зна да се у овом слоју јављају и температурне инверзије.

Стратосфера (грч. stratus – слој) је слој који се налази између тропопаузе и стратопаузе, односно лежи између ниже тропосфере и више мезосфере, до висине 35-40 km, а по неким ауторима и до 55 km. Стратосфера је до висине од око 20 km изотерман слој, односно у њој преовлађује хомотермија³⁰. Садржај водене паре у стратосфери је незнатан, па ипак повремено се запазе тзв. седефасти облаци – на висини између 20 и 30 километара. За заштиту животне средине стратосфера је од великог значаја због велике концентрације озона, нарочито у слоју који лежи на висини од 20 – 25 km. Тај слој је познат под именом *озоносфера* и она штити живи свијет на Земљи од убитачног дејства ултраљубичастих зрака.

Стратопауза је прелазни слој који лежи између стратосфере и мезосфере и има дебљину око пет километара. Овај прелазни слој се одликује наглим порастом температуре, а разлог је озонска апсорпција Сунчевог ултраљубичастиг спектра.

Мезосфера (грч. mesos – средњи) је слој између стратопаузе и мезопаузе. По неким ауторима (Дукић, 1999) мезосфера почиње приближно на висини од 55 km. Горњи слој мезосфере, изнад висине 55 km, одликује се појачаном турбуленцијом³¹, а по кретању сребрнаних облака утврђено је да у том слоју има врло снажних вјетрова са брзином кретања и до 250 m/s.

Мезопауза је прелазни слој у атмосфери између ниже мезосфере и више термосфере, а приближна дебљина јој износи око пет километара.

Термосфера (грч. therme – топлота) простире се изнад мезопаузе 800 km изнад Земљине површине. Одликује се сталним повишавањем температуре, која на висини од око 200 km (гдје су сви гасови атмосфере заступљени само својим атомима) достиже до +250°C.

Ваздушне честице у термосфери – молекули у нижим а атоми гасова у њеним вишим слојевима – *наелектрисане су позитивним и негативним електрицитетом*. Такве честице називају се *јони* (ог грч. ion – онај који се креће). Они настају *процесом јонизације*: под утицајем космичких зрака и Сунчеве ултраљубичасте и корпускуларне (лат. corpusculum – мало тијело) радијације од неутралних молекула и атома издваја се један или више електрона; преостали дио молекула или атома постаје позитивно наелектрисан; ослобођени електрони присаједињују се неутралним молекулима или атомима, те ови постају негативно наелектрисани. Концентрација јона је различита: у 1cm³ ваздуха изнад Земљине површине има око 1.000 јона, на висини од 120 -150 km око 200.000, док на висини између 200 и 500 километара тај број достиже вриједност између 500.000 и 1.000.000. Са повећањем броја јона расте електропроводљивост ваздуха у термосфери, која се, када је у питању њена електропроводљивост, назива и *јонсфера*. Јонсфера има значај у телекомуникацији: апсорбује, рефлектује или пропушта радио таласе, а у њој се јавља и поларна свјетлост.

Термопауза је прелазни слој између ниже термосфере (јонсфере) и више егзосфере.

Егзосфера (грч. ekso – ван) лежи на висини од 800 до 3.000 km изнад Земљине површине и представља ивични слој атмосфере. Ваздух у њој је практично толико риједак да се може упоредити са вакуумом. Брзина којом се крећу честице ваздуха већа је од 11 km/s, због чега неке од њих – прије свега јони водоника, азота и кисеоника – одлазе из егзосфере у међупланетарни простор.

³⁰ Грч. homoios – исти, једнак + therme – топлота; стално иста температура неког тијела.

³¹ Лат. turbulentus – немиран, буран.

Хидросфера

Снимци наше планете начињени из васионских пространава показују да би јој термин "Аqua" (аква – вода) боље пристајао од имена "Тerra" (тера – земља).

Хидросфера је³² је водени омотач Земље који обухвата сву њену воду – у океанима и морима, језерима, ријекама, мочварама, сталном снијегу и леду, воду у атмосфери и у Земљиној кори. Покрива 70,8% површине наше планете. Око 94% запремине (по неким ауторима и до 96,5%) хидросфере чини Свјетско море (океани и мора), 4% подземне воде, око 2% лед и снијег и 0,4% површинске воде копна. Количина воде садржана у атмосфери и биолошка вода (вода у живим организмима) је промјенљива и у укупном учешћу у хидросфери занемарљива. Укупна количина воде на Земљи није тачно утврђена, па се говори о процјени, јер се у прорачунима многих аутора запажају велике разлике. Савремена хидролошка проучавања показују да укупна количина воде на Земљи износи приближно 1,386 милијарди km^3 .

Да би се лакше схватио обим одређених процеса и ранг величина у хидросфери, треба знати да сваког минута са Земљине површине испари једна милијарда тона воде.

Вода је предмет проучавања посебне науке – *хидрологије*. Хидрологија се бави проучавањем вода у природи, њиховим распрострањењем на Земљиној површини и у земљишту (литосфери и педосфери), појавама и процесима који се у њима одвијају у границама хидросфере и закономјерностима по којима се одвијају те појаве и процеси. Према објектима истраживања дијели се на океанологију (хидрологија океана и мора) и хидрологију копна. У сваком објекту се изучавају водни режими и водни биланс, динамика водене масе, топлотни процеси и агрегатна стања воде. Хидрологија изучава кружење воде у природи, даје оцјену и прогнозу стања и рационалног искоришћавања водних ресурса. Све већа индустријализација и оријентација људи да насељавају обале мора, језера и ријека, довели су до тога да се смањује количина чисте и квалитетне воде, посебно оне за водоснабдијевање становништва.

У оквиру географије – науке о географском омотачу, водама се бави *хидрогеографија*. То је географски правац у хидрологији који изучава воду у узајамном дејству с другим компонентама природе – климом, стијенама, рељефом, тлом, растињем, а такође објашњава узајамне везе између разних извора водних ресурса – ријечних, подземних вода, воде у земљишту, атмосферских вода и др.

Свјетско море. Свјетско море представља јединствену природну цјелину – огромну водену масу коју чине сва мора и сви океани наше планете. Данас је у употреби и термин *Свјетски океан* (грч. Океанос – велико море). Сви океани и мора обухватају 94% од укупне водене масе на нашој планети. Будућност човјека на Земљи умногоме зависи од познавања потенцијалног богатства које "скривају" океани и мора (храна, руде, минерали и енергија).

Копно и море су неравномјерно распоређени на површини наше планете, а однос копна и мора се у геолошкој историји Земље често мијењао (тектонски покрети и колебање евстатичког нивоа Свјетског мора – периоди глацијала и интерглацијала). Условно можемо прихватити да је однос копна и мора сталан.

Површина наше планете износи 510 милиона km^2 , од чега 149 милиона km^2 (29,2%) отпада на копно, а 361 милион km^2 на Свјетско море.

³² Грч. hydor – вода + sphaira – лопта; водени омотач.

Табела 4. Однос копна и мора на Земљиним хемисферама

Хемисфера	Површина мора у km ²	Површина мора у %	Површина копна у km ²	Површина копна у %
Сјеверна	155 000 000	61	100 000 000	39
Јужна	206 000 000	81	49 000 000	19

Према физичким и хемијским особинама водених маса, њиховом кретању и одликама рељефа дна, Свјетско море (Свјетски океан) је подијељен на 4 океана и 56 мора. Океани су највећи дијелови Свјетског мора, ограничени више или мање континентима, који имају сопствену циркулацију атмосфере, посебан систем морских струја и специфичне физичко – хемијске особине воде

Табела 5. Главне морфометријске карактеристике океана

Океан	Површина у милионима km ²			Дубина у метрима	
	укупна	водена	острва	средња	највећа
Тихи или Велики (Пацифик)	182,6	178,8	3,8	3.976	11.022
Атлантски	92,7	91,7	1,0	3.597	9.212
Индијски	77,0	76,2	0,8	3.711	7.450
Сјеверни ледени (Арктички)	18,5	14,7	3,8	1.225	5.527
<i>Свјетски океан</i>	370,8	361,3	9,5	3.711	11.022

Међутим, постоје и друге подјеле Свјетског мора. Многи океанолози усвајају подјелу Свјетског мора на три океана: Велики океан, Атлантски океан и Индијски океан, при чему Атлантски океан обухвата и Сјеверни ледени океан. У англосаксонској литератури (земље у којима је службени језик енглески) и, нарочито, у атласима са овог говорног подручја, налази се подјела Пацифика на Сјеверни пацифички океан и Јужни пацифички океан, а Атлантис се дијели на Сјеверни атлантски океан и Јужни атлантски океан. Такође, треба напоменути да у хидролошкој литератури се налазе и различити подаци за површине океана и мора, због различитих критерија³³ код одређивања (условних) граница између океана.

Лед у мору. Лед у Свјетском мору (поларна мора) је редовна појава, па је неопходно познавати његова својства и географски размјештај – због безбједности морске пловидбе, али и због могућности његовог коришћења за водоснабдијевање. Не треба заборавити да маса леда у Свјетском мору није само пуки нумерички податак. У случају да се настави уочени тренд пораста средње годишње температуре ваздуха на нашој планети ("глобално отопљавање"), постојећа маса леда, у случају да се отопи, подигла би евстатички³⁴ ниво мора за око 80 метара.

Поријекло леда у мору је различито јер потиче од залеђивања морске воде, од ријечног леда (који ријеке уносе у мора) и од леда на копну. Када је у питању заштита животне средине, ријечни лед и лед с копна у великој мјери представљају опасност за људе и материјална добра. *Ријечни лед*, који доспијева у море с копна, транспортују ријеке у периоду отапања њиховог леденог покривача. При кретању ледених санти (почетком

³³ Грч. kriterion – мјерило.

³⁴ Грч. eu – добро + stasis – стање; колебање (подизање или спуштање) морског нивоа једнако у свим дијеловима Свјетског мора.

зиме, али чешће у прољеће) дешава се да оне преграде потпуно ријечно корито - ”ледене бране”, које се на руским ријекама називају *затори* (термин прихаћен у стручној литератури). Затори изазивају узводно од мјеста поплаве; издизањем ријечног нивоа од неколико метара, вода се излива из ријечног корита и плави велика подручја. *Лед с копна*, који долази у море с ледничких покривача (Гренланд, Антарктик) и ледника на копну представља највећу количину леда у мору. Од леда који долази с копна у море одламају се велики комади леда – *ледени бријегови*. Димензије таквих ледених комада су понекад огромне: дужина до 150 km, ширине до 40 km, те висине до 30 m. Из историје поморског саобраћаја знамо да ледени бријегови могу изазвати велике катастрофе.

У судару са леденим бријегом, 14. априла 1912. године, потонуо је, на првој вожњи преко Атлантског океана, нови и, тада, највећи путнички брод ”Титаник”, за који су његови конструктори тврдили да је непотопљив.

Воде на копну

Подземне воде (видјети уџбеник: Црногорац, Б.Ч., (2009): ХИДРОЛОГИЈА I – подземне воде -; сајт: www.pmfbl.org/crnogorac).

Ријеке. Водену масу која се креће кроз корито (жлијеб усјечен на копну) под утицајем гравитације називамо водотоком. Већи водотоци су ријеке, а мањи потоци. На основу претходне дефиниције можемо закључити да ријеку (или поток) чине два основна елемента: водена маса и корито којим се та маса креће.

Према сталности воде у ријечном кориту разликујемо *сталне, периодичне* (сезонске) и *повремене* (епизодне) водотоке. Стални токови имају воде у кориту у току цијеле године; периодични токови имају воде само у периоду киша и интензивног отапања сњежног покривача, губе воду у кориту у сушном периоду године; повремени токови су типични за пустиње (уади) и образују се повремено за вријеме јаких киша у изворишном дијелу. То су најчешће водотоци крашких поља, а могу бити стални и периодични токови.

Ријеке се међу собом разликују по количини воде, њеном колебању у току године, привредном значају и др. Хидролошке особине ријека зависе од начина и количине воде која са сливног подручја отиче у ријечни системе³⁵. Основни физичкогеографски фактори који утичу на отицање падавина, и самим тим на храњење (снабдијевање) ријеке водом су: клима – падавине и испаравање, рељеф – надморска висина и нагиб, геолошка грађа – водопропустљивост и вододржљивост стијена, земљиште – инфилтрација и способност задржавања воде, и вегетација – крошње дрвећа, напасање стоке и сјеча шуме. На карактеристике ријека утиче облик и величина слива и антропогени фактори. Најизразитији антропогени утицаји су изградња водних акумулација, пошумљавање или крчење шума и агротехничке мјере у земљорадњи.

Коришћење и значај водотока. Вода има велику улогу у животу људи, а њену вриједност најбоље знају они који је немају у довољним количинама, као и они који немају довољно квалитетне воде.

³⁵ Главна ријека са својим притокама сачињава ријечни систем.

Различити су начини коришћења ријечне воде (и воде уопште): добијање електричне енергије, ријечни саобраћај, водоснабдијевање становништва и привреде, наводњавање, рекреација, спорт, риболов и др.

Снагу ријеке човјек је одавно користио. Воденице су биле један од најважнијих објеката у људској заједници. Данас се снага ријека или хидроенергетски потенцијал користи за добијање електричне енергије (струје). Количина произведене струје у некој држави обезбјеђује услове за развитак цјелокупне привреде и обезбјеђује квалитет живота уопште. Није потребно посебно објашњавати негативне посљедице живљења на географском простору гдје уопште нема или нема довољно електричне енергије. Бране које се данас граде на бројним ријекама свијета дају знатну предност индустрији, систему контроле поплава, водоснабдијевању, рибогојству, заштити животне средине и рекреацији. То, наравно, ни у ком случају не значи да електрична енергија и њени облици коришћења нису понекад опасни по човјека.

Ријеке су значајне саобраћајнице и то је практично најјефтинији саобраћај. Свјетска дужина пловних путева – ријека и канала , који их повезују, процјењује се на око 520.000 km.

Проблем водоснабдијевања становништва и привреде у свијету се све више ријешава изградњом водних акумулација на ријекама. У свијету је евидентан нагли пораст потрошње воде. Данас се троши, на примјер, 200 m³ воде да би се произвела тона челика, или 10 литара воде да би се произвела литра бензина. Дакле, све је теже осигурати воду из водотока, па се прибјегава изградњи намјенских акумулација.

Интензивна пољопривредна производња не може се замислити без наводњавања, за које се углавном користе ријечне воде. Наводњавање усјева практикује се већ вијековима, а најстарији подаци о човјеку показују да је цивилизација расла и развијала се у подручјима дуж канала за наводњавање.

Загађеност ријека. Досадашњи начин и обим коришћења ријека је већ довео нашу планету у својеврсну "кризу воде" (у употреби су и термини "водена глад" и "проблем воде"). Вода је веома важна животна намирница, а њен недостатак има катастрофалне посљедице по живот људи и развој живог свијета у цјелини. Проблем, наравно, није у томе што воде нема, него стога што је она, из године у годину, све више жртва индустријске производње, пољопривредне производње, рударства и великих насеља.

Отпадним водама називамо искоришћене и при томе загађене воде. Сваки загађивач има своје карактеристичне отпадне воде. Отпадне воде се пречишћавају на четири начина: механички, хемијски, физичко-хемијски и биолошки. Важно је, такође, истаћи да се већ коришћена, загађена вода може сама очистити, али до једне границе загађења. Тај процес се зове аутопурификација³⁶. Према квалитету воде, у већини земаља свијета присутна је подјела на четири³⁷ класе воде. Припадност воде некој класи одређује се на основу физичко –хемијских, биолошких и бактериолошких анализа. Низ фактора утиче, и у релативно кратком временском периоду, на припадност ријеке одређеној класи: замирање или оживљавање рударства, индустрије и пољопривреде у ријечним сликовима, застарјелост или савременост технологије и опреме у производним процесима, као и законски прописи који штите водоток од загађења.

Језера. Језера представљају веома важне и занимљиве хидрографске објекте који се налазе у свим климатским областима и у свим висинским зонама. Тачан број језера на Земљи

³⁶ Грч. auto – само; лат. purification – чишћење, пречишћавање.

³⁷ Сада је већ у употреби и подјела на пет класа воде.

тешко је сазнати, јер су језера еволутивни (развојни) хидрографски објекти – док једна настају, друга нестају. Укупна површина језера на нашој планети процијењена је на око 2,7 милиона km².

У оквиру хидрологије издвојена је посебна наука која се бави изучавањем језера – лимнологија. Оснивачем савремене лимнологије сматра се швајцарски научник Франсоа А. Форел. Он, и више других научника дали су различите дефиниције лимнологије и језера. Данас под појмом језера подразумевамо удубљења на површини копна испуњена водом која немају природну везу с морем, без обзира на величину и физичко – хемијски састав воде.

Језера се међусобно разликују према начину постанка, особинама језерске воде, живом свијету у њима и морфометријским показатељима: дужина, ширина, дубина, површина, запремина, надморска висина и др.

Табела 6. Кратка генетска класификација језера

Ред. број	Група језера	Типови језера
I	<i>Тектонска</i>	1. Реликтна 2. Котлинска 3. Вулканска 4. Урниска
II	<i>Ерозивна</i>	1. Глацијална (циркна) 2. Ријечна (проточна) 3. Крашка (пећинска) 4. Еолска
III	<i>Акумулативна</i>	1. Ледничка (терминална) 2. Ријечно-крашка 3. Приморска (лагуне) 4. Зоогена (коралске лагунае)
IV	<i>Вјештачка</i>	1. за хидроенергетику; 2. за водоснабдијевање, 3. за туризам и рекреацију, 4. за привредни риболов, 5. за наводњавање, 6. за побољшање пловидбе, 7. за оплемењивање малих вода

(Извор: Станковић, М.С., Језера света, Београд, 1998.)

Значај језера и њихова заштита. Велики дио природних и вјештачких језера има велики привредни значај. Користе се за саобраћај, енергетику, водоснабдијевање, наводњавање, одбрану од поплава, риболов, туризам, спортове на води, рекреацију и др.

Вјештачка језера, али и многа природна, све више се користе као водне акумулације за водоснабдијевање становништва и привреде (индустрија, пољопривреда, термоелектране, нуклеарне електране, рударство...). Највећи градови на свијету (Чикаго, Њујорк, Рио де Жанеиро, Рим, Москва, Токио и др.) се снабдијевају водом из језера. Природна и вјештачка језера као хидрографски објекти омогућују спортско – рекреативни, спортско – манифестациони, излетнички и наутички туризам. Туристичке вриједности језера зависе од њиховог географског положаја, саобраћајне повезаности, температуре, боје и провидности језерске воде, угоститељске понуде и услуге, квалитета и величине плажа, заштите језера од загађења и др.

Нажалост, језера су, попут осталих хидрографских објеката, све више угрожена. Све интензивнијим развојем саобраћаја, експлоатацијом нафте и других сировина, притицањем површинских и подземних вода које су загађене отпадним комуналним и индустријским водама, разним пестицидима и сл., језера су све угроженија.

Лед на копну. Велики дио воде на површини литосфере, али и у самој литосфери, је у чврстом стању – у облику леда.

У вишим географским ширинама (субполарни предјели) и на високим планинама, гдје је годишњи топлотни биланс негативан, основне стијене и подземне воде су стално замрзнуте. Дебљина стално смрзнутог слоја³⁸ креће се од 40 – 50 cm у Сканднавији, до 400 m у Сјеверној Америци, односно до 1000 m у сјеверном Сибиру. Тјел заузима 26% Земљине копнене површине. Исто тако, у поларним областима и на високим планинама падне годишње више снијега него што може да се отопи, због чега долази до његовог вишегодишњег таложења.

Значај ледника. Ледници имају вишеструки значај: климатски, хидролошки, економски, туристички и научни. Глацијација је законита појава у развоју наше планете, у предјелима изнад доње сњежне границе³⁹. Она је посљедица ниских температура, које су у поларним предјелима изазване малим упадним углом Сунчевог зрачења или одсуством зрачења (због облика Земље и нагиба њене осе на раван путање око Сунца), односно посљедица надморске висине у осталим географским ширинама. На основу глацијалног материјала (морене) и фосилних облика, утврђено је да је у току Земљине геолошке историје било неколико хладних (глацијалних) и топлих (интерглацијалних) периода. Данас се наша планета налази у једном интерглацијалном периоду.

За вријеме глацијалних или ледених доба, површина леда на Земљи се ширила а у међуледеним добима ледени покривач се повлачио (смањивао). Због тога појава леда на копну (напредовање или повлачење) условљава колебање нивоа Свјетског мора. Од стабилности данашњег леденог покривача на Земљи зависи садашњи ниво Свјетског мора. Посљедње деценије прошлог вијека дошло је до одређеног повишења средње годишње температуре ваздуха, а то је изазвало и отапање неких ледника. Резултат тога је смањивање површине под ледом и подизање морског нивоа за 1 до 1,5 mm годишње.

Ледници на планинама умјерених географских ширина имају велику улогу у храњењу ријека сочницом (вода која настаје отапањем ледника). Ова вода је веома важна за хидроенергетику и пољопривреду у лјетном периоду, јер на осталим ријекама, које имају други режим притицања воде, тада су минимални протицаји.

Континентални ледници представљају велику залиху чисте слатке воде – 260 пута више него што је сада има у свим слатководним језерима и ријечним коритима. Већ одавно постоје планови (и покушаји) да се сухе области на Земљи снабдијевају водом из ледених бријегова. Међутим, за сада је то нерентабилно због спорог транспорта (довлачења ледника до мјеста потрошње) и губитка велике масе ледника приликом транспорта (интензивно отапање ледених бријегова у топлијим морима).

Планински ледници, посебно у Алпима, али и остали ледници, све више постају значајни туристички мотиви. Утврђивањем старости слојева леда и састава ваздуха у њима закључује се о промјенама климе на Земљи у протеклих десетина хиљада година. На тај

³⁸ Стално замрзнути слој сјеверни народи (Скандинавија) називају *тјел*, Руси – *мрзлота*, Енглези – *пермафрост*.

³⁹ Висинска граница (појас) изнад које се стално нагомилава и задржава снијег.

начин долази се до података који помажу да се утврди изглед и особине географског омотача током геолошке прошлости Земље.

Литосфера

Земља као небеско тијело (планета) није по саставу и структури иста, од топографске површине до језгра (средишта) наше планете. У чврстом тијелу Земље издвајају се три унутрашње сфере Земље: језгро, омотач језгра и Земљина кора – *литосфера*. Поред ових постоје и спољашње сфере: атмосфера и хидросфера.

Састав и структура Земље може се сагледати кроз досадашња истраживања и стечена сазнања, а она дају многе елементе за извођење закључака о њеном саставу и грађи. Зна се да Земља нема просту, већ сложену грађу, да се идући од површинских дијелова ка језгру повећавају температура и притисак, да је све евидентније присуство тежих елемената и др. На основу тих и других, много комплекснијих сазнања, издвојени су: литосфера, омотач и језгро.

Литосфера⁴⁰ је слојевити омотач који се простире до дубине од око 200 километара. Спољни омотач литосфере, дебљине је 30 – 60 km код континенталних блокова и 7 – 10 km под океанским дном, назива се *Земљина кора*. Литосфера и Земљина кора заједно обухватају око 0,7% Земљине масе. Литосфера представља једнородну сферу изграђен од различитих силикатних материјала, који у асоцијацији седиментних и магматских стијена граде спољни, чврсти омотач Земље.

У суштини, у научним и стручним круговима данас је прихваћено да дебљина литосфере износи 50 – 100 km, а састоји се из минерала и стијена. У литосфери су претежно заступљене магматске стијене⁴¹ (око 95%). Међутим у површинском дијелу литосфере налази се сасвим "танка" кора дебљине 1 – 2 km, која је претежно изграђена из седиментних⁴² стијена. Сам површински дио литосфере назива се педосфера или кора трошења.

Табела 7. Просјечан садржај елемената у литосфери

Елемент	Тежински (%)	Елемент	Тежински (%)
O	46,46	H	0,14
Si	27,61	P	0,12
Al	8,07	C	0,09
Fe	5,06	Mn	0,09
Ca	3,64	S	0,06
Na	2,75	Cl	0,05
K	2,58	Br	0,04
Mg	2,07	F	0,03
Ti	0,62	<i>Сви остали елементи</i>	0,52
Укупно			100,00

⁴⁰ Литосфера (грч. lithos – камен + sphaira - лопта); 1. синоним за стјеновити омотач Земље или чврсту Земљину кору; застарјели назив је сиал; 2. омотач "тврде" Земље, који укључује Земљину кору и горњи дио спољашњег омотача Земље; доња граница литосфере пролази астеносфером.

⁴¹ Магматске стијене (вулканске стијене) су настале хлађењем и очвршћавањем магме.

⁴² Седиментне стијене (лат. sedimentum – таложење; таложне стијене); стијене настале таложењем различитог материјала (минералног, хемијског и органогеног поријекла) у водним басенима или на копну.

Минерална и стијенска грађа Земљине коре. Грађу, генезу и историјски развој Земље и литосфере изучавају фундаменталне геолошке науке – минералологија, петрологија, палеонтологија, геохемија, геофизика, историјска геологија, регионална геологија и структурна геологија, као и њихови огранци (нпр. седиментологија као дио петрологије, палеоботаника као дио палеонтологије и сл.). Најстарији познати спис посвећен минералима је расправа *О камену* који је написао *Теофраст* (371 – 286. године п.н.е.), Аристотелов ученик. Теофраст наводи 16 различитих минералних врста и дијели их на метале, камење и земље, посвећујући пажњу њиховом практичном значају. *Минералологија* (наука о минералима) почиње да се развија почетком Новог вијека. Саксонски љекар и рудар *Агрикола* (1494 – 1555) сакупио је и објаснио искуства на пољу рударске технике у Саксонији и Чешкој, као и минералознања која су из тих искустава проистекла. Он се руководио принципима да оно што видимо можемо јасније да изложимо, него ако смо до тога дошли само размишљањем. Минералологија проучава облик, хемијске и физичке особине минерала, начин њиховог постојања и мијењања у природи. Проучавајући све ове појединости, минералологија изналази принципе и методе по којима их класификује, а затим испитује њихову погодност за практично коришћење у разним подручјима људских активности.

Све оно што представља Земљину кору уопште назива се минералним тијелима. У сагласности са термодинамичким условима који владају у Земљиној кори и на њеној површини, већина минералних тијела се налази у чврстом стању. Течна минерална тијела (нпр. вода, нафта) и гасовита минерална тијела (нпр. кисеоник, угљен-диоксид, угљоводоници) заступљени су у много мањој мјери. Они су углавном неорганског поријекла, али могу бити и органског.

Минерална тијела се јављају као основне индивидуалисане компоненте чврсте Земљине коре и називају се *минералима*. Минерали исте или различите врсте међусобно срастају и на тај начин образују разноврсна, у погледу минералског састава, више или мање сложена минерална тијела – заједнице минерала, које се називају *минералним агрегатима*. Најраспрострањенији минерални агрегати су стијене. *Стијене* је природна заједница – минерална заједница или минерални агрегат који има одређени састав, минералне и хемијски одређене структурне карактеристике. Стијене су геолошка тијела⁴³ и представљају чланове или дијелове Земљине коре. Треба рећи да се термин "стијена" употребљава у науци (петрологија, петрографија, геологија, геоморфологија...) за све природне творевине које имају одређени састав и структуру без обзира на чврстину и кохезију материјала. Стијене могу бити: компактне и чврсте творевине (природни камен), невезане и растресите материје (пијесак и вулкански пепео), пластичне⁴⁴ и плутечне агрегате (глина).

Литосфера и животна средина. Многобројни су примјери утицаја геолошке средине⁴⁵ и њеног коришћења на виталне функције организма (првенствено организам човјека): опасност од земљотреса, вулканских ерупција, блатних бујица, ексцесних клизишта и других природних процеса; ништа мање значајно није утицај буке при мињању стијена, стварање опасних пукотина у морфоскулптури на површинским, али и подземним

⁴³ "Геолошко тело је физички реално тело у Земљиној кори, које се издваја (оконтурје) по унапред одређеним карактеристикама. По правилу, карактеристике геолошког тела су његове особине које се могу геолошки описати и мерити, нпр. минерални састав, хемијски састав, структурне карактеристике, геотектонски положај итд... Геолошка тела се могу оконтуривати и изучавати по различитим ранговима у односу на целокупност Земље као планете, односно Земљине коре. Разликујемо следеће рангове, односно аспекте изучавања: 1. глобални, 2. сегментни, 3. регионални, и 4. локални." (Омаљев, В., Геохемијско поље, Геоинститут, посебна издања 10, Београд, 1987.).

⁴⁴ Грч. *plasso* - уобличавам, обликујем, образујем (формирам).

⁴⁵ "Геолошка средина је онај дио литосфере који улази у интеркцију са људском дјелатношћу, ствара материјалну средину за директну размјену материја и енергије између човјека и природе" (Матула, М., Задаци геологије у рационалном искоришћавању и заштити геолошке средине, Београд, 1990.).

коповима, опасности од ерупције гаса, нафте или прегријане паре из бушотина, експлозије метана или гушење метаном у рударским јамама и сл.

У свим горе набројаним случајевима ради се о проблемима који изискују заштиту у значењу које се може сматрати еколошким (у ширем смислу – као сегмент заштите животне средине).

Педосфера

Педосфера⁴⁶ је дио наше планете у коме се одвијају процеси настанка тла (земљишта). Наука о тлу, његовим својствима, настанку и развоју, географском распрострањењу, начинима рационалног искоришћавања и повећања плодности, назива се *педологија*. На додиру педологије и географије развила се педогеографија, наука која проучава законитости формирања и просторног размјештаја тла с циљем педогеографског рејонирања. Иако се географија не бави посебно истраживањем земљишта, основна знања су битна за разумијевање свеукупног живота на нашој планети у коме земљиште има изузетно важну улогу. Земљиште све више добија на значају, јер га све мање има, лошијег је квалитета и све је више заинтересованих за производњу хране, а производња хране је резултат постојања и потражње земљишта. Демографска експлозија на нашој планети и пенетрација антропогених и техногених утицаја у природну средину, условили су пауперизацију најосјетљивијег природног потенцијала Земље – земљишта. Проблем са уништавањем и деградацијом земљишта је везан за његово обнављање у природним условима – веома се споро обнавља, док се у неким околностима не може обновити. *Стога се на земљиште не може гледати само као на производни ресурс већ и као на услов опстанка и живота људи али и других бића.*

Табела 8. Структура педосфере

КАТЕГОРИЈА ПЕДОСФЕРЕ	Површина 10 ⁶ km ²	Од укупне површине копна (%)
Природне и вјештачке шуме	40,3	27,0
Природне ливаде и травно-жбунасти пашњаци	28,5	19,0
Пољопривредне површине	19,0	13,0
Аридне пустиње, хриди, приобални пијескови	18,2	12,2
Ледници	16,3	11,0
Тундре и шумске тундре	7,0	4,7
Поларне и високогорске субнивналне пустиње	5,0	3,3
Антропогени бендленц	4,5	3,0
Мочваре (изван тундри)	4,0	2,7
Језера, ријеке и водне акумулације	3,2	2,2
Тла захваћена индустријом и насељима	3,0	2,0

(Извор података: А.М. Рјабичков, 1972)

Географија земљишта као научна дисциплина на контакту географије и педологије се бави проблемима детерминације утицаја географских фактора, стварању и мијењању земљишног покривача, али и чињеницама везаним за утицаје измјене земљишта на квалитет географске средине, геосистема и предјела. Географија земљишта се у суштини бави земљишним гео(графским) простором, при чему је земљиште само један од елемената тог простора. Географија земљишта у свом посебном облику се бави и

⁴⁶ Грч. pedon - тло, земљиште.

распоредом земљишта на Земљиној површини и његовим позиционирањем у географској средини. Са друге стране географија земљишта се бави географским аспектима заштите и унапређења земљишта (мелиорација). Стога се географија земљишта дијели на три дисциплине:

- *Општа географија земљишта* се бави географским факторима настанка и мијењања земљишног покривача и утицајем промјена земљишта на друге елементе и компоненте географске средине;
- *Посебна географија земљишта* изучава законитости размјештаја земљишта на нашој планети и уопште географској средини;
- *Примијењена географија земљишта* се бави изучавањем могућности коришћења земљишног простора, оптимизације тог простора са аспекта утилитарности али и са аспекта геосистемности и геоеколошке позиције.

Примијењена географија земљишта у себе укључује и *мелиоративну географију* као и све облике планирања (просторног и развојног) рационалног коришћења земљишта иу циљу интегрисања развоја и повезивања свих елемената геопростора у развојне планове.

Под појмом тла или земљишта подразумевамо расресити површински слој Земљине коре који се, за разлику од неке масивне стијене одликује плодношћу. Тло је основни и један од најважнијих извора човјекове егзистенције на нашој планети; оно је слој Земљине коре, настало дјеловањем педогенетских фактора и процеса, односно трансформацијом органских и аорганичких минералних твари под заједничким дјеловањем осталих геосфера.

У процесу настанка и развоја тла важну улогу имају природни фактори: матични супстрат, клима, рељеф, биљни и животињски свијет и др.

Материјал из којег се тло формира, односно добија свој минерални дио, назива се *матични супстрат*. Матични супстрат може бити нека чврста стијена чијим ће се распадањем формирати растресити слој, или је то већ постојећи растресити седимент. Од овог фактора зависе многа својства тла, а посебно дубина, физичке особине, минерални и хемијски састав.

Утицај климе као педогенетског фактора испољава се преко дјеловања Сунчевог зрачења, падавина и температуре. Највећи значај падавина лежи у чињеници да су оне основни извор влаге, као једне од најважнијих компоненти земљишта. Међутим, када је у питању Сунчево зрачење и температура ваздуха, онда говоримо о факторима који стимулишу, односно условљавају биохемијске процесе, али и утичу на интензитет распадања површинског слоја литосфере.

Рељеф као педогенетски фактор има велики значај за формирање тла. Тако се у зависности од инклинације (нагиба терена) и експозиције⁴⁷ ствара микроклима, која има значајно дјеловање на процес настанка и развој тла. За формирање педолошке подлоге важну улогу имају падине, при чему су посебно важне њихове дужине, нагиби, облик њихове површине и експозиција. У формирању и еволуцији тла биљни и животињски свијет имају такође велики значај, посебно вегетација коју чине зелене биљке и биљни микроорганизми.

⁴⁷ Лат. expositio - излагање, оријентација падина.

Процес стварања тла почиње површинским распадањем стијена. Стијена започиње процес распадања када се на њену површину излуче одређене количине падавина које кроз пукотине улазе у унутрашњост стијене и ту се задржавају. Услијед промјена температуре у току дана и ноћи, или у току годишњих доба, долази до постепеног пуцања и уситњавања неког стијенског блока, да би се на крају претворио у растресити материјал. Уз ове физичке процесе истовремено дјелују и биолошки процеси који стијенску масу претварају у површински растресити слој.

У процесу распадања изумрлих биљних и животињских остатака ствара се се веома битна органска материја - хумус⁴⁸, која је најзначајнија за плодност тла. Садржај хумуса у тлу опада са дубином, те се и његова плодност смањује идући у дубину.

Подјела земљишта и њихова географска распрострањеност. Педологија, као и остале природне науке настоји извршити класификацију земљишта у неколико класа, типова, како би се олакшало боље разумијевање појединих врста земљишта.

Класификација се врши на основу степена изражености одређених хоризоната⁴⁹ и подхоризоната, али и карактера процеса који се у њима одвијају, те се стога код сваког од њих запажа специфична грађа и специфичан процес настанка.

У зависности од геолошке подлоге, климе, рељефа, вегетације, утицаја човјека и др. настало је више врста земљишта. Она су класификована према различитим критеријима: геолошко – петрографским, физичким, хемијским, климатским и др. Једна од општеприхваћених подјела земљишта је на: црницу (чернозем), подзол или пепељушу, црвеницу, смоницу и гајњачу.

У Европи се *зона чернозема* пружа од Црног мора ка Панонској низији; у Сјеверној Америци чернозем је распрострањен у Дакоти, Небраски и Тексасу; у Јужној Америци у Аргентини.

Подзоли представљају најраспрострањенија тла; у Европи подзоли заузимају највећи дио шумске зоне сјеверно од Медитерана, а у Азији и Сјеверној Америци подзоли не прелазе 60° сјеверне географске ширине.

Црвенице су земљишта која се јављају на свим континентиома и спадају у ред распрострањених земљишта. Јављају се у подручју Медитерана (сјеверна Африка, Шпанија, јужна Француска...), али и у Моравској, Њемачкој и Румунији.

Смоница је народни назив за "тешко" тло које по својој рној боји и љепљивости подсјећа на смолу. Ова тла су настала у областима благог рељефа, са малом количином падавина, на надморској висини од 200 – 600 метара.

Гајњаче (смеђа земљишта) су земљишта која најчешће налазимо на теренима који су некада били под храстовом шумом (гајем). Ова тла се образују на растреситом матичном супстрату богатом базама.

Заштита земљишта. Земљиште је основни фактор живота на Земљи, јер без њега није могућ живот биљака, животиња, а ни људи. Земљиште је основа за производњу људске и сточне хране, а тиме и основа за опстанак човјечанства.

⁴⁸ Лат. humus - земља црница.

⁴⁹ Особине неког земљишта се уочавају на његовом профилу. Профил земљишта (тла) је вертикални пресјек, који показује редослијед (стратификацију) појединих хоризоната од површине до матичног супстрата. У профилу тла се разликују хоризонти од слојева; *хоризонти тла* настају као последица педогенетских процеса, док су *слојеви* резултат дјеловања различитих геолошких сила. Хоризонти могу бити: основни, прелазни и сложени; подхоризонтима се називају они дијелови основних хоризоната који се могу издвојити у оквиру једног хоризонта као засебне зоне.

Процес природног стварања земљишта је јако спор, јер да би се формирао слој земљишта моћности (дебљине) 2-3 cm потешно је понекад и 1.000 година, а најмање 200 година. Зато је заштита земљишта један од најважнијих задатака савремене цивилизације, јер су процеси деградације земљишта (ерозија, дефлација, заслањеност) захватили знатан дио наше планете.

Ерозија земљишта представља разарање и брзо одношење растреситог земљишта површинским водама.

Нормална, геолошка или успорена ерозија може бити корисна због обнављања и освјежавања земљишта. Међутим, уколико се падинске стране оставе без вегетацијског покривача (крчење шума, преоравање ливада и пашњака), наступа убрзана ерозија која може нанијети трајне последице на продуктивни земљишни слој (растресити покривач). Убрзана ерозија ствара, за кратко вријеме, у земљишту дубоке бразде, вододерине и јаруге и чини земљиште изгубљеним за пољопривреду. Сматра се да је ерозија у свијету смањила пољопривредне површине за најмање 50 милиона хектара, што не треба посебно коментарисати (Таб. 9).

Табела 9. Обрадиво земљиште у свијету и број становника по хектару обрадивог земљишта

РЕГИЈЕ СВИЈЕТА	Обрадиво земљиште (10 ⁶ ha)		Становништво (ha обрадивих површина)		Обрадиве површине (m ² /становник)	
	1948-52	1979.	1950.	1979.	1950.	1979.
Европа	1,50	1,41	2,61	3,43	3.831	2.915
Бивши СССР	2,25	2,32	0,80	1,15	12.500	8.695
Сј. и Ср. Америка	2,56	2,63	0,85	1,47	11.764	6.802
Јужна Америка	0,67	1,24	1,64	1,87	6.097	5.347
Азија	4,13	4,55	3,36	5,62	2.976	1.779
Африка	1,90	1,82	1,11	2,58	9.009	3.875
Океанија	0,21	0,46	0,57	0,50	17.543	20.000
Свијет	13,22	14,49	1,19	3,05	5.235	3.278

(Извор података: Берг, Бирјуков, Маркова, 1985)

Дефлација је издувавање и одношење ситног растреситог материјала из земљишта, што доводи до смањивања његове плодности. Њено дејство је посебно интензивно код јаког вјетра и сухог земљишта на којем су пољопривредне културе у фази развоја.

Заслањивање земљишта је последица неконтролисаног и нестручног коришћења воде код наводњавања (иригације) обрадивих површина. Испаравањем те воде (односно вишка воде коју земљиште не упије) повећава се концентрација разних соли у земљишту (зависно од воде која се користи и температуре ваздуха и земљишта приликом наводњавања). Чак и мала заслањеност земљишта утиче на смањење приноса пољопривредних култура (памук и пшеница и до 50%).

На *загађеност земљишта* све више утичу отровне материје које на различите начине доспијевају на топографску површину: честице и гасови фабричких постројења, издувни гасови (са оловом) изаутомобила, "кисела кише", депоније различитог отпада, претјерана и нестручна употреба минералних ђубрива и др. Напредак цивилизације и технологије је без сумње олакшао живот човјека, али и проузроковао читав низ штетних последица које су највише погодиле природу, а самим тим и земљиште.

Екосфера

Екосфера је комбинација биосфере и екосистема. Израз "екосфера"⁵⁰ са данашњим значењем ушао је у еколошку науку преко познатог часописа "Scientific American", у коме су водећи научници Ehrlich P. и Cole L. (1971), установили тај термин.

Екосфера је животна средина под којом се подразумејева биосфера и техносфера, односно, природна средина (природна компонента наше планете) и измијењена средина под утицајем човјека (антропогена компонента наше планете).

Према *Commoner* (1972) : "У природи систем – екосфера је производ повезаности интегралне еволуције живих бића и физичких и хемијских састојака Земљине површине. У временској скали људског живота еволутивни развој екосфере је спор. Због тога је екосфера ненадокнадива. Када би се уништила никад се поново не би створила ни обновила, ни природним процесима ни људским напорима".

Биосфера

Биосфера⁵¹ је цјелокупан простор на нашој планети који је насељен живим бићима. Обухвата доње дијелове атмосфере, хидросферу и горње дијелове литосфере. Већина живих организама настањена је на површини Земљине коре и у површинским слојевима морске и океанске воде. Све компоненте биосфере (или геосфера у којима је присутан живи свијет) су међусобно везане биогехемијским циклусима⁵² размјене материје и енергије. Због постојања и активности геосфера и активности биосфере, површина Земље необично је активна; на њој стално тече процес размјене материје и енергије.

Биосфера је настала током геолошке историје Земље као резултат активности живих организама и процеса размјене материје и енергије између њих и околне неживе средине. Улога живог свијета као биотичке компоненте биосфере, у процесу њеног настајања и одржавања, вишеструка је. Ту спадају:

- енергетска улога, која се прије свега огледа у јединственој способности зелених биљака да кроз процес фотосинтезе везују енергију, која омогућава остваривање свих животних процеса на Земљи;
- улога у стварању гасовитог састава босфере, при чему су најзначајнији гасови за живе организме биогеног поријекла (азот, кисеоник, угљен-диоксид и др.);
- улога у концентрацији биогених елемената из околне средине у живим организмима (лаки атоми водоника, угљеника, азота, кисеоника, натријума, магнезијума и др.);
- улога у оксидацији и основним хемијским промјенама материја које садрже атоме са промјенљивим степаном оксидације (једињења гвожђа, мангана и др.);
- улога у разлагању живих организама после њихове смрти, чиме се омогућава и процес минерализације органске материје.

Дефиниције биосфере. У научној, стручној и наставној литератури данас постоји неколико приступа дефинисању појма биосфере. Чињеница је да је биосфера до сада била

⁵⁰ Грч. oikos – дом, станиште + sphaira - област, подручје, простор, средина.

⁵¹ Грч. bios - живот.

⁵² Процеси кружења хемијских елемената који улазе у састав протоплазме, односно живе материје, називају се неорганско – органски, биогени или биогехемијски циклуси.

посматрана као природна средина која дјелује као јединствен систем, са узајамно повезаним и условљеним дијеловима – екосистемима. Према томе *биосфера* представља животни простор на планети (Ђукановић, 1966).

Биосфера је основни трансформатор енергије на Земљи: она претвара космичку енергију (зрачну енергију Сунца) у слободну и активну хемијску енергију кроз процес фотосинтезе који се одиграва у зеленим биљкама (Вернадски, 1929).

Биосфера је спољашњи омотач Земље, област у којој је распрострањен живот. Она у себе укључује све животне организме планете и елементе неживе природе од којих се састоји средина бивствовања. То је средина нашег живота, то је та "природа" која нас окружује и о којој говоримо у свакодневном животу. Биосфера је бескрајно сложени динамички екосистем који представља лице Земље као планете, њен површински омотач кој је у сталном покрету и представа лице Земље као планете, њен површински омотач који је у сталном покрету и развоју (Станковић, 1968, 1977).

Биосфера је у енергетском погледу отворен систем (прима енергију од Сунца), а у погледу материје је систем затвореног типа. Она у цјелини дјелује као јединствен систем, у коме су сви дијелови узајамно повезани и узајамно условљени. Биосфера функционише на основу сталног протикања енергије и кружења материје. Због тога је значајно очување несметаног одвијања ових процеса (Јанковић, 1977).

Биосфера је глобални еколошки систем који представља врхунско јединство живе и неживе природе на Земљи и обухвата читав простор насељен живим свијетом. Биосфера је настала током геолошке историје Земље, као резултат активности живих организама и процеса размјене материје и енергије између њих и околне неживе средине (Јанковић, 1995).

Биљни и животињски свијет. Према досадашњим сазнањима Земља је једина планета Сунчевог система ("уникална планета у Васиони") на којој има живота, а живи организми на њој сврставају се у двије основне групе: биљке и животиње. Научна дисциплина која у оквиру географије проучава распрострањеност биљног и животињског свијета је *биогеографија*.⁵³ Она се, с обзиром на свој предмет проучавања дијели на *фитогеографију*⁵⁴ и *зоогеографију*.⁵⁵

Биосферу чине три биотопа⁵⁶, односно три мјеста (три средине) живљења појединих животних заједница. Основни биотопи су: копнени, водени и ваздушни. Могуће је извршити и подјелу основних биотопа.

На примјер, копнени биотоп може се подијелити на: површински, подземни (животне заједнице у земљишту) и пећински, а водени биотоп на слатководни и кеански (морски).

Утицај природних и друштвених фактора на распрострањење биљног и животињског свијета. На распрострањење биљног свијета утичу:

- климатски елементи – свјетлост, температура, влажност и ваздух;
- едафски фактори – физичке, хемијске и биолошке особине земљишта;
- орографски фактори – фактори који обухватају особине рељефа (надморска висина, нагиб терена, експозиција и сл.);

⁵³ Грч. bios - живот + ge – Земља + grapho – пишем.

⁵⁴ Грч. phyton – биљка.

⁵⁵ Грч. zoon – животиња.

⁵⁶ Животни простор биоценозе (животне заједнице) са одговарајућим комплексом (скупом, склопом) абиотичких фактора средине.

- антропогени фактори (утицај човјека).

Човјек дјелује на живи свијет на два начина: *посредно*, мијењајући физичко-хемијске и биолошке услове средине, и *непосредно* дјелујући директно на организме (нпр. крчење шума ради огрјевног или техничког дрвета, ораничних површина, подизања плантажа других биљака и сл.).

Животињски свијет је у тијесној вези са биљним свијетом, највише због ланца исхране у природи (биљоједи – месождери). Претходно наведени елементи и фактори утичу и на животињски свијет но животиње су покретљивије од биљака и лакше се прилагођавају одређеним промјенама.

Техносфера

*Техносфера*⁵⁷ представља укупност вјештачких објеката у границама географског омотача Земље (зграде, механизми и сл.), које је човјек изградио од материје неживе природе која га окружује. У уској вези са техносфером је *геотехносфера* – *геотехнички систем*. То је геосистем који истовремено укључује у себе (у својству подсистема) елементе природе, а такође и разне техничке објекте и комплексе технолошких процеса, а узајамно дејство тих група елемената је један од услова његовог функционисања. Високи ниво узајамне повезаности и узајамног дејства између наведених подсистема одређен је јединством социјално – економске функције геотехничког система. Примјери: вјештачка акумулација са уставама и другим техничким објектима, иригациони систем, рударски комплекс и сл.

Техносферу можемо дефинисати као животну средину коју је човјек створио својим радом, трансформишући природну средину. У техносферу човјек уноси *материју* (храна, разни предмети прерађени машински или ручно, природни материјали у виду производа различите намјене) и *енергију* (електричну, топлотну).

Израз *техносфера* дао је А. Tofler (1980) у својој књизи *Трећи талас*, да означи животну средину која се ствара под утицајем индустрије, развоја технике и технологије.

За разлику од биосфере, која функционише на основу Сунчеве енергије и кружења материје, *техносфера* је потребна, осим Сунчеве енергије, још и додатна енергија коју људи производе прерађујући (или користећи) природне ресурсе (примарни носиоци енергије): хидропотенцијал, угљ различитог поријекла, сирова нафта, природни гас, нуклеарне сировине, биомаса (дрво и остало), геотермална енергија, еолска енергија, биогена енергија.

Глобални ефекти загађења ваздуха. Глобални ефекти загађења ваздуха повезују се са промјенама климе на нашој планети. Посљедњих четврт вијека експерти различитих научних области указују на поремећај топлотног еквилибријума у атмосфери. С обзиром да је за озбиљне анализе промјене климе на глобалном нивоу потребно анализирати низ параметара, од астрономских до инструменталних података појединих климатских елемената, сматрамо да је још рано сврставати се у песимисте, када је клима наше планете у питању. У Табели 10. презентрана су предвиђања Министарске конференције о климатским промјенама под покровитељством Уједињених нација (Бон, 2001).

⁵⁷ Грч. *techne* - мајсторство, занат + *sphaira* – лопта.

Табела 10. Предвиђања повећања температуре на планети током наредних 100 година

Година	Температура у °С	
	Најгори сценарио	Најбољи сценарио
2000	0,165	0,11
2020	0,88	0,22
2040	1,76	0,44
2060	3,19	0,77
2080	4,51	1,10
2100	5,80	1,40

(Извор: АФП-ПОЛИТИКА, јули 2001)

Теорије климатских промјена свде се на терестричке (земаљске) и астрономске. Астрономске теорије се ослањају на појаву великих и дуготрајних климатских промјена какве су глацијали и интерглацијали. За сада једину признату теорију о промјени климе на нашој планети дао је Милутин Миланковић. Његова теорија се заснива на законима механике и физике уз савршено коришћење математике.

Милутин Миланковић је "израчунао количину Сунчевог зрачења која пада на јединицу површине током годишњих доба на свакој географској ширини за посљедњих 600.000 година. То је позната *Миланковићева крива осунчавања* на основу које се процјењује број и вријеме појаве ледених доба. Минимум љетњег осунчавања на криви одговара ширењу ледника а максимум њиховом повлачењу" (Миланковић, 1941).

Да би се пратиле климатске промјене, 1990. године је основан Међувладин панел⁵⁸ за климатске промјене (IPCC), савјет научника који треба да прате знаке колебања климе и да упозоравају оне који доносе одлуке. Панел је предложио више сценарија о расту температуре (видјети Табелу 32). Очигледно је да пораст температуре 5,8°C до краја овог вијека може угрозити стотине милиона људи широм планете.

Извјештаји Свјетске метеоролошке организације (WMO) говоре да је 2004. година била међу четири најтоплије од када су почела инструментална праћења метеоролошких елемената. Од ње су биле само топлије 2003, 2002. и 1998, за коју се сматра да је била најтоплија у посљедњих хиљаду година. Према А. Петровићу данас су се искристалисале двије основне групе климатских сценарија: једна која очекује захлађење и ново ледено доба и друга која сматра да ће ово међуледено доба потрајати неочекивано дуго – још око 15000 година. По динамици Миланковићеве криве осунчавања, која се не осврће на људски утицај на климу, може се сматрати да је ово међуледено доба на измаку, јер топла раздобља трају десетак хиљада година, а ово у којем живимо започело је прије 12000 година.

С друге стране, експерти *Европске агенције за животну средину* тврде да се наша планета сувише загријава и да се морају предузети мјере да се не би спаљивањем фосилних горива прегријала. По њиховој рачуници, просјечна глобална температура је у прошлом вијеку порасла од 0,2 до 0,7°C, а за овај (XXI вијек) дали су пројекцију два сценарија (Табела 32). Због антропогених утицаја и емисије гасова у атмосферски комплекс суочени смо са чињеницом да се поједини континенти⁵⁹ све брже загријавају. Према сценарију Европске агенције за животну средину хладне зиме ће нестати до 2080. године, те су ледници у осам од девет глечерских области најмањи у посљедњих 5.000

⁵⁸ Панел, често значи *округли сто*; панел-дискусија: организована јавна дискусија уз учешће публике.

⁵⁹ Европа се загријава брже од осталих континената према резултатима мјерења температуре од 1861. године

година; $\frac{3}{4}$ ледника на швајцарским Алпима отопиће се до 2050 године, а топлотни удари и поплаве постаће чешћи.

Негативни ефекат стаклене баште (ефекат прегријавања система Земљина површина – атмосфера). Промјене климе условљава промјена компонената геофизичког система као што су: промјена хемијског састава атмосфере, промјена површине Свјетског мора, односа копна и мора и интензитета Сунчевог зрачења. Морамо бити свјесни да на климатске промјене је изузетно снажан утицај терестричких и антропогених узрока: вулканска активност, промјене распореда копна и мора, режим морских струја и промјена концентрације угљен-диоксида и аеросола. Данас је посебан акценат на промјени концентрације гасова који мијењају хемијски састав ваздуха и доводе до *негативног ефекта стаклене баште*.

Зашто термин негативни? Ефекат *стаклене баште* када нормално функционише, одржава топлотни биланс наше планете – спречава претјерано загријавање, али и претјерано хлађење наше планете. Сунце, као извор топлотне енергије за систем *површина Земље – атмосфера* емитује већину своје енергије у подручју ултраљубичастог (од 0,20 до 0,40 μm), видљивог (0,40 до 0,75 μm) и блиског инфрацрвеног спектра (0,75 до 24 μm). Максимална соларна радијација Сунца, када је Земља у питању, је у видљивом дијелу спектра (од 0,4 до 0,75 μm).

С друге стране, тијела ниже температуре, као што је систем Земљина површина – атмосфера имају максималну радијацију код таласних дужина од 11 μm (инфрацрвени, топлотни дуготаласни дио спектра). Ова разлика у таласним дужинама Сунчеве и Земљине радијације (Сунчева инсолација и израчивање Земље) је од пресудног утицаја на биланс топлотне енергије система Земљина површина – атмосфера.

Да би се постигао еквилибријум (равнотежа) топлотне енергије коју поменути систем прима од Сунца, систем мора дио енергије да реемитује у васиону. Сателитска испитивања показују врло блиску равнотежу између количине енергије коју систем Земљина површина – атмосфера апсорбује и количине енергије коју овај систем реемитује у васиону. На тај начин се обезбјеђује одређено равнотежно стање и просјечна температура система Земљина површина – атмосфера од око 15°C. Прорачун биланса емисије енергије показује да би, уколико Земља не би имала атмосферу, површина Земље имала просјечну температуру од око -20°C, чиме би живот на њој био онемогућен (Дукић, 1999; Shinke, 1989).

Основу теорије "стаклене баште" чини степен пријема и отпуштања Сунчеве енергије са површине Земље. Просјечна количина енергије коју Сунце емитује на Земљу је 342 W/m². Међутим, дио ове енергије не долази до Земље. Рачуна се да 30% рефлектују у висини облаци, честице и гасови присутни у атмосфери, а рефлексију врши и површина наше планете. Процент рефлектоване енергије (алbedo) варира од 10% код чисте атмосфере без облака до 80% када су присутни облаци кумулуси. Рачуна се да Земља и њена атмосфера просјечно апсорбују 70% Сунчеве радијације, односно 239 W/m².

Према Р. Бејлију⁶⁰ укупна количина соларне енергије која годишње доспијева до површине Земље износи $2 \cdot 10^{21}$ kJ. Настанак топлотне енергије у унутрашњости Земље и њена емисија преко литосфере износи $8 \cdot 10^{17}$ kJ. Настанак топлотне енергије активностима људи износи око $4 \cdot 10^{17}$ kJ. Ови подаци показују да сви процеси, осим соларне радијације, учествују у укупном билансу енергије на Земљи са свега 0,1%.

⁶⁰ Bailey, R.A., et al., Chemistry of the Environment, Academic Press, New York, 1978.

Земљина површина и атмосфера емитују назад у васиону термалну радијацију таласних дужина у инфрацрвеном подручју. Уколико се занемари улога атмосфере у емитовању радијације, али не и њена улога у апсорпцији Сунчеве радијације, очекивало би се да ће Земља, као црно тијело температуре површине од $+15^{\circ}\text{C}$, емитовати $390\text{W}/\text{m}^2$ термалне енергије. Пошто је ова емисија површине Земље већа од енергије од $239\text{W}/\text{m}^2$ коју апсорбује од Сунца, Земља би се постепено хладила до -18°C , односно до температуре на којој црно тијело емитује $239\text{W}/\text{m}^2$. Није потребно ни наглашавати да би код температуре од -18°C топографска површина наше планете била под леденим покривачем.

Међутим, гасови присутни у атмосфери апсорбују и поново реемитују, према Земљиној површини, већину термалне радијације која се емитује са површине Земље. Самим тим Земљин атмосферски омотач мање емитује енергије у васиону него што би емитовала површина Земље уколико не би имала свој атмосферски омотач. Разлог томе је просјечна температура (t_{sr}) атмосфере, која је нижа од t_{sr} Земљине површине и која опада са висином. Када температура атмосфере падне до -18°C тада атмосфера емитује у васиону енергију од $239\text{W}/\text{m}^2$, исту количину енергије коју добија од Сунца. Самим тим, разлика између енергије коју емитује Земљина површина и енергије коју емитује атмосфера ($390 - 239 = 151\text{W}/\text{m}^2$) се апсорбује у атмосфери доводећи до ефекта "стаклене баште", с обзиром да атмосферски омотач игра исту улогу за Земљу као и стакло код стакленика.

Ефекат стаклене баште. Атмосфера у великој мјери задржава и апсорбује топлотне зраке које наша планета излучује (отпушта), али истовремено много више пропушта зраке видљивог дијела спектра (од $0,40$ до $0,75\ \mu\text{m}$). На тај начин у процесу размјене топлоте атмосфера дјелује као *стаклена башта* (стакленик, пластеник), то јест пропушта Сунчеве зраке унутра и задржава тамне топлотне зраке да не излазе вани.

Код стакленика, стакло је пропустљиво за дуге таласе слабије него ли за кратке, па се извјестан дио дугих таласа поново враћа ка поду, доњој бази стакленика, гдје су најчешће различите биљне културе којима је потребна одређена количина топлоте за вегетациони развој. Оваква особина стакла чини да ваздух унутар стакленика има вишу температуру од спољашњег ваздуха. Познато је да се у атмосфери поред *основних* гасова налазе и различите примјесе, посебно водена пара. Њихови молекули, слично стакленом своду код стакленика, дозвољавају да већа количина водене паре (облачност) задржава већи дио тамног дуготаласног зрачења и враћа га према површини наше планете. Та особина ваздушног омотача слична је по дјеловању са стакленим сводом стакленика и назива се *ефекат стаклене баште*. Најзначајнији природни гасови са назначеним ефектом су: водена пара, угљен-диоксид, метан, азот – оксид и озон.

Ако би они били елиминисани из атмосферског комплекса температура топографске површине била би нижа и за 33°C од садашње (са $+15\text{C}^0$ на -18C^0).

Ефекат "стаклене баште" има пресудну улогу за животну средину, пошто у систему Земљина површина – атмосфера одржава просјечну глобалну температуру од $+15^{\circ}\text{C}$ умјесто температуре од -18°C која би, без атмосферског омотача, егзистирала.

Уколико је учешће гасова са назначеним ефектом "стаклене баште" у границама просјечног састава суhog ваздуха оправдано закључујемо да је *ефекат стаклене баште* позитивна појава за животну средину на нашој планети. Међутим, уколико природним или антропогеним процесима дође до појачане концентрације ових гасова у горњем

(граничном) слоју тропосфере, тада се јавља негативни ефекат стаклене баште (ефекат прегријавања наше планете).

Наиме, када у атмосфери долази до повећања садржаја појединих гасова, као последица антропогене емисије, као што су CO₂, CH₄, CO, CFC, O₃, тада долази до веће апсорпције реемитоване топлотне енергије са Земље и до њеног задржавања у тропосфери, а тиме и до пораста температуре система Земљина површина – атмосфера.

Прорачуни показују да би повећањем садржаја CO₂ у атмосфери на 600 ppm дошло до повећања апсорпције реемитоване термалне енергије са Земље за 4W/m². Колико би то било повећање температуре система Земљина површина – атмосфера није са сигурношћу утврђено.

Фактор повећања температуре (број W/m² за 1°C), у зависности од истраживача, креће се од 3,6 – 0,9 W/m² за 1°C. Основни разлог недовољно прецизног дефинисања овог фактора је недовољно познавање утицаја на овај ефект поларног леда, океанских и морских система и формирања облака. С обзиром да је топлотни капацитет Свјетског мора веома значајан, посебно уколико је добро мијешање воде по вертикали, то је и његов утицај веома значајан на биланс топлотне енергије система Земљина површина – атмосфера.

Ефекат повећања температуре система Земљина површина – атмосфера (ефекат прегријавања система Земљина површина – атмосфера), који је последица повећане антропогене емисије наведених гасова и који је већи од уобичајене природне флукуације (пораста и опадања), познат је као феномен "стаклене баште", или као ефекат прегријавања атмосфере ("greenhouse" effect).

Уколико се у атмосфери емитују гасови који апсорбују инфрацрвену радијацију у подручју 8,0 и 13,0 μm ("атмосферски оптички прозор") они блокирају радијацију из топлије ниже тропосфере и имају већи топлотни ефекат него гасови који апсорбују радијацију таласне дужине од 15 μm. Већина гасова који се антропогено емитују имају највећу апсорпцију у подручју "атмосферског оптичког прозора"

Табела 11 . Емисија различитих гасова у атмосферу, њихов садржај, трендови промјена концентрације и постојаност у атмосфери

Гас	Уобичајено име	Концентрације у атмосфери (средина 1980-тих) ppmv	Трендови промјена концентрације, % годишње (~ приближно)	Постојаност у атмосфери година
CO ₂	Угљен-диоксид	345	0,4	500
CH ₄	Метан	1,7	~ 1	~ 7-10
CO	Угљен-моноксид	0,12	~1-2	~ 0,4
N ₂ O	Азот-субоксид	0,31	~ 0,3	~ 150
NO _x (NO+NO ₂)	Оксиди азота	1-20 · 10 ⁻⁵	непознато	≤ 0,02
CFCl ₃	CFC-11	2,0 · 10 ⁻⁵	~ 5	~ 75
CF ₂ Cl ₂	CFC-12	3,2 · 10 ⁻⁴	~ 5	~ 110
C ₂ Cl ₃ F ₃	CFC-13	3,2 · 10 ⁻⁵	~ 10	~ 90
CH ₃ CCl ₃	Метил-хлороформ	1,2 · 10 ⁻⁴	~ 5	~ 6-9
CF ₂ ClBr	Халон 1211	1 · 10 ⁻⁶	~ 10-30	~ 12-15
CF ₃ Br	Халон 1301	1 · 10 ⁻⁶	непознато	~ 110
SO ₂	Сумпор-диоксид	1-20 · 10 ⁻⁵	непознато	~ 0,02
COS	Карбонил сулфид	5 · 10 ⁻⁴	< 3	~ 2-2,5

(Извор: Wuebbles, D.J., Connell, O.S., Penner, J.E., APCA Journal 39 (No 1), 22, 1989)

Повећање температуре система Земљина површина – атмосфера може да има слиједеће посљедице (Orenheimer, 1989):

- климатске промјене, као посљедица повећане температуре система површина Земље – атмосфера; промјене се могу очекивати све док расте емисија активних (GHG) гасова у атмосфери,
- промјена климе на Земљи није једини стрес који ће се десити у животној средини, јер промјена климе ће довести до већег загађења вода, уништења шумских комплекса, појачане ерозије земљишта, интензивнијих биолошких процеса у педосфери, хидросфери и атмосфери,
- глобална промјена екосистема која ће довести до нестанка појединих врста биљака и животиња, уз преферирање (давање предности) других врста,
- промјене у хемијским процесима у атмосфери чије брзине реакције зависе од температуре,
- повећање испарења воде са топографске површине и површине Свјетског мора уз повећано присуство водене паре у атмосфери; то ће довести до већег садржаја хидроксилних група у атмосфери, а тиме и до интензивнијих фотохемијских процеса у тропосфери,

Веће испарење воде у атмосфери има два ефекта супротна повећању температуре:

а) повећање облачности која рефлектује у васиону Сунчево зрачење (око 80%),

б) повећани садржај хидроксилних⁶¹ група у атмосфери ће довести до веће елиминације молекула метана и угљен-моноксида из атмосфере.

Глобално повећање температуре система Земљина површина – атмосфера ће се највјероватније, у највећем обиму одразити на половима наше планете, што ће неминовно довести до отапања леда и повишења евстатичког нивоа Свјетског мора.

Гасови негативног ефекта стаклене баште (GHG гасови). Најважнији гасови који детерминишу интензитет негативног ефекта "стаклене баште" су већ поменути: угљен-диоксид (CO₂), метан (CH₄), азотни оксид (N₂O), озон (O₃), водена пара и фреони (CFC).

Угљен – диоксид. У периоду од протеклих 400.000 година, све до почетка XIX вијека, концентрација CO₂ није превазилазила вриједност од 290 ppmv (дијелова на милион запреминских дијелова ваздуха). Од тада, због сагоријевања фосилних горива и крчења шума (које су апсорбовале CO₂) у цијелом свијету, долази до убрзаног раста атмосферске концентрације CO₂ које сада износе око 354 ppm.⁶² Уколико се не заустави концентрација угљен-диоксида у атмосфери, његова вриједност би могла у осмој деценији овог вијека износити око 600 ppm, што би угрозило постојећи географски омотач.

⁶¹ Грч. *h̄ȳdōr* – вода + *ox̄ys* – кисео; негативно једновалентни радикал споја – ОН, основнио дио хидроксида који условљава његову базичност

⁶² IPCC – Међувладин панел за климатске промјене, 2001.

Табела 12 . Избацивање угљен-диоксида 1998 (у тонама, по становнику)

Држава	Тона по становнику	Промјене од 1990 (у%)	Напомена
<i>САД</i>	20,1	+ 3,7	*
<i>Сингапур</i>	19,9	+ 54,7	*
<i>Аустралија</i>	16,9	+ 9,4	
<i>Канада</i>	15,6	+ 3,9	
<i>Њемачка</i>	10,5	- 14,3	
<i>Русија</i>	9,6	-	
<i>Јапан</i>	8,9	+ 5,2	
<i>Европска унија</i>	8,47	- 2,1	

* није потписник Протокола из Кјота

(Извор: Гринпис)

Табела 13. Проценти у укупним количинама избаченог CO₂ у 1990. години
(проценти на којима је заснован Протокол из Кјота)

Држава/континент	%
<i>САД</i>	36
<i>Европа</i>	24
<i>Русија</i>	17
<i>Јапан</i>	9
<i>20 других земаља</i>	14

(Извор: Гринпис)

У периоду 1980 – 1990. године удио угљен – диоксида у ефекту *стаклене баиште* је износио око 55%. У 1995. години емисија CO₂ у САД показује да су комунални извори са 35% били највећи продуценти, а потом долазе саобраћај са 31% и индустрија са 21%.

1.2. Атмосфера – саставни дио Земље

Границе атмосфере.

Доња граница атмосфере је јасно одређена: површина Свјетског мора (водно огледало) копно и површине водних објеката на копну (водно огледало ријека, језера, бара и др.)

(Питање: да ли је доња граница константна?)

Горња граница атмосфере не може се одредити, јер она на великим висинама прелази постепено у врло разријеђен гасовити међупланетарни простор.

Условно је прихваћена тзв. *физичка граница атмосфере*: она је изнад плова на висини од 21644 км, а изнад екватора на висини од 35711 км. На тим висинама изнад Земљине топографске површине изједначене су вриједности силе Земљине теже и центрифугалне силе, тако да су честице гаса у могућности да оду у међупланетарни простор.

Поларна свјетлост – свијетљење разријеђених гасова атмосфере под утицајем јонизованих честица које зрачи Сунце. Повремено запажање поларне свјетлости и на висинама изнад 1000 км указује на постојање атмосфере високо изнад Земљине површине.

Сагоријевање метеора почиње најчешће од 160 – 180 км, док је њихово најјаче свјетљење на висинама од 50 – 60 км изнад наше планете.

Сребрнасти облаци се указују на висинама од 80 – 85 км изнад Земљине површине.

Табела 14. Просјечан састав сухог ваздуха у постоцима запремине

ГАС	%	ГАС	%
Азот	78.084	Водоник	5.0×10^{-5}
Кисеоник	20.946	Азот оксид	5.0×10^{-5}
Аргон	0.9340	Ксенон	8.7×10^{-6}
Угљен-диоксид	0.0330	Озон*	1.0×10^{-6}
Неон	1.8×10^{-3}	Супероксид водоник	1.0×10^{-7}
Хелијум	5.24×10^{-4}	Амонијак	1.0×10^{-7}
Метан	2.0×10^{-4}	Јод	3.5×10^{-9}
Криптон	1.14×10^{-4}	Радон	6.0×10^{-18}

* Озон је врло опасан за за човјечија плућа; човјек који проведе само два сата у ваздуху који садржи два милионита дијела запреминска дијела озона осјећа јако гушење и исцрпљен је; да би се повратио потребан му је опоравак од неколико дана, а кашаљ који се јавио као посљедица удисања повећане концентрације озона престаје тек након неколико седмица; више га је у прољећним мјесецима, него љети и у јесен; највише га има у вишим географским ширинама.

I. МЕТЕОРОЛОГИЈА И КЛИМАТОЛОГИЈА

Метеорологија – (грч. *meteora* – атмосферска, небеска појава и *logos* – ријеч, наука), наука о Земљиној атмосфери, која се бави изучавањем физичких својстава и стања атмосфере, динамике (редосљеда промјена, распореда по коме се одвија неки процес у атмосфери) у разним њеним дијеловима и процеса који се у њој догађају, међу осталим и процеса који условљавају формирање и промјене времена.

Климатологија – (грч. *klimatos* – нагиб; ријеч је о нагибу Земљине површине према Сунчевим зрацима, грч. *logos* – ријеч, наука), наука о климатима Земље, њиховим типовима, факторима настанка, закономјерностима географског распрострањења и промјенама у времену. Ослања се на закључке метеорологије.

II. КЛИМАТСКИ ЕЛЕМЕНТИ И КЛИМАТСКИ ФАКТОРИ

Клима, схваћена као режим типова времена зависи од комплекса појава, које се сврставају у двије групе; прву чине *климатски елементи*, а другу *климатски фактори* или *климатски чиниоци*.

Климатски елементи (имају промјенљиве вриједности):

- радијација (краткоталасно и дуготаласно зрачење),
- температура ваздуха и површине Земље,
- ваздушни притисак,
- правац и брзина вјетра,
- влажност ваздуха и величина испаравања,
- облачност и трајање Сунчевог сијања,
- падавине,

- сњежни покривач.

Климатски фактори или чиниоци (практично непромјенљиви):

- Земљина ротација,
- Земљина револуција,
- географска ширина,
- географска дужина,
- распоред копна и мора на Земљи,
- надморска висина,
- рељеф земљишта – његова експозиција према Сунцу у току дана и године,
- врста подлоге – вода, снијег, лед, типови земљишта и стијена и друго,
- биљни покривач – шума, травни покривач, огољело земљиште и друго.
- атмосферска циркулација уз смјену и преображај (трансформацију) ваздушних маса и
- антропогена активност: промјена биљног покривача, подизање шумских заштитних појасева, изградња вјештачких акумулација, изградња урбаних насеља и сл.

IV. ВРИЈЕМЕ

Вријеме представља стање тропосфере у тренутку мјерења и осматрања метеоролошких елемената и појава. Одликује се мањом или већом промјенљивошћу. Мала (незнатна) измјена сао једног метеоролошког елемента утиче на све остале елементе, као и на метеоролошке појаве у мјесту осматрања. Тако нпр. промјена температуре ваздуха утиче на промјену и распоред ваздушног притиска, а овај на вјетрове, вјетрови на облачност, облаке и падавине, док падавине са своје стране утичу на температуру ваздуха и тла итд.

ВАЗДУШНА МАСА – велика маса ваздуха у тропосфери, сразмјерна по хоризонталном простирању величини континента и океана, која, захваљујући образовању над истом подлогом и у истим радијационим условима посједује релативно иста својства. Премјешта се у једном од токова опште циркулације атмосфере и у знатној мјери одређује режим вјетрова над територијом на којој се простира.

Разликују се сљедеће ваздушне масе, са подјелом на њихове морске и континенталне типове (осим екваторијалног типа):

- арктичке, антарктичке,
- ваздушне масе умјерених ширина,
- тропске ваздушне масе,
- екваторијалне ваздушне масе.

Простор у којем се формира ваздушна маса одређених физичких особина назива се **изворишна област**. Она може бити вода, копно. Лед или снијег и треба да обухвата врло простране површине.

Величина једне ваздушне масе у умјереним ширинама достиже дужину од 500 до 5000 km и висину од 1.0 до 10.0 km.

Ваздушне масе се образују у просторима гдје се ваздух дуго задржава. Такви крајеви су, прије свега, области са постојаним или полупостојаним високим ваздушним притиском, због чега их означавамо као **главне изворишне области**. Примјери таквих области су:

- централни Сибир,
- централни дио Канаде,
- Атлантик око Азорских острва,
- Поларне калоте – арктичка и антарктичка.

Према изворишној области у којој се формирају ваздушне масе се дијеле на 4 зонална типа:

1. А – арктички, односно антарктички ваздух, поријеклом из поларних крајева;
2. Р – поларни или субарктички, односно субантарктички ваздух поријеклом је из виших географских ширина, али не из поларних калота;
3. Т – тропски, односно суптропски ваздух, поријеклом из суптропских области;
4. Е – екваторијални ваздух – ваздух пасата и монсуна, који се трансформишу у екваторијалном појасу.

Прелазећи преко пространих копнених или морских површина, задржавајући се извјесно вријеме изнад њих, главни зонални типови ваздушних маса стичу и друга својства. Због тога ваздушне масе које су биле изнад мора називамо *маритимне* (m), а оне изнад копна *континенталне* (c). Према томе разликујемо маритимне и континенталне ваздушне масе.

Типови ваздушних маса

- mAV – маритимни арктички ваздух ($\varphi_N > 70^\circ$)
- cAV – континентални арктички ваздух ($\varphi_N > 70^\circ$)
- mPV – маритимни поларни ваздух (умјерене географске ширине)
- cPV – континентални поларни ваздух (умјерене географске ширине)
- mTV – маритимни тропски ваздух
- cTV – континентални тропски ваздух
- mEV – маритимни екваторијални ваздух
- cEV – континентални екваторијални ваздух

Све ваздушне масе формирају се дужим утицајем одређене с р е д и н е, под којом се подразумијева р е ж и м Сунчеве радијације и топографске површине/подлоге изворишне области. Битна физичка својства ваздушних маса – температура, апсолутна и релативна влажност – потичу претежно од подлоге, те је очигледно да се промјене у њима врше одоздо навише.

Свака ваздушна маса има своја специфична својства, која су веома значајна за режим времена, његову постојаност и промјенљивост.

Према односу који постоји између температуре ваздушне и подлоге дијелимо све ваздушне масе на топле и хладне. **Топле ваздушне масе** долазе из нижих географских ширина и крећу се изнад хладније подлоге. **Хладне ваздушне масе** долазе претежно из крајева са вишом географском ширином у области нижих географских ширина, односно са топлијом подлогом.

Табела 15. Географска класификација ваздушних маса изнад средње и јужне Европе (по Т. Бержерону, 1970)

Врсте ваздуха по подјели		Тип	Главна изворишна област	Главно доба наступања
Гео – графска	Термод – инамичка			
AV арктички ваздух	А хладни	mA	Гренланд, Шпицберг	Преко цијеле године, сем јули – август
		cA	Нова Земља, Баренцово море, Сјеверни дио СССР-а*	Преко цијеле године
PV поларни ваздух	P хладни	mP	Сјеверни Атлантук, односно централна Канада	Преко цијеле године
		cP	Унутрашњост СССР и Феноскандинавија	У хладнијем добу године
	P топли	mP	Сјеверни Атлантук (око 50° с.г.ш.)	У хладнијем добу године
		cP	Јужни дио СССР – а; Балканско полуострво	У топлије доба године
TV тропски ваздух	T топли	mT сT	Азори – Средоземно море, Сјеверна Африка, односно јужни дио Балканског полуострва	Цијеле године
EV екваторски ваздух			Термички екватор (стиже до средње Европе са S и SW (југ – југозапад)	У топлијем дијелу године, у антициклонској области

* Године 1970. је постојао СССР

Ваздушни фронтови. На додиру двију различитих ваздушних маса образује се прелазни појас или зона, који се при топографској површини назива *ваздушни фронт*. Ширина таквог појаса креће се од 5 – 80 km. На сјеверној Земљиној полулопти (хемисфери) постоје 4 зонална типа ваздушних маса (зонални типови):

- арктички (AV) – арктички ваздух;
- поларни (PV) – поларни ваздух;
- тропски (TV) – тропски ваздух;
- екваторски (EV) – екваторски ваздух;

Између наведених зоналних типова ваздушних маса постоје *три ваздушна фронта*. То су:

- **Арктички фронт (AF)** – раздваја AV и PV,
- **Поларни фронт (PF)** – раздваја PV и TV,
- **Тропски фронт (TF)** - раздваја TV и EV.

СИНОПТИЧКЕ КАРТЕ (или карте времена) су специјалне географске карте на којима је помоћу цифара и условних знакова представљено стање времена на појединим метеоролошким станицама у 01.00, 07.00, 13.00 или 19.00 сати по Гриничком времену. Оне омогућују дежурном метеорологу – синоптичару да утврди положај и поријекло ваздушних маса, положај ваздушних фронта и области са падавинама, као и положај циклона и антициклона.

- *синоптичка прогноза*: драгоцени подаци привреди/пољопривреди како да искористи предстојеће временске прилике. У новије вријеме развија се тзв. *хидродинамичка метода*

прогноза времена помоћу које се унапријед добијају и квантитативне вриједности температуре и притиска ваздуха за један или више дана.

Према садржају синоптичке карте се дијеле на *комплексне и помоћне*.

НЕПОГОДЕ И ЊИХОВ ГЕОГРАФСКИ РАСПОРЕД

Н е п о г о д е су нагло погоршање времена, за чијег трајања се излуче обилне падавине, праћене електричним пражњењима облака, односно појавом м у њ а.

Атмосферски електрицитет. – Процес образовања електрицитета у олујним облацима веома је сложен и то је предмет проучавања физике атмосфере. Посљедица наелектрисања облака је појава муње.

Муња је гигантско видљиво електрично пражњење између облака, појединих дијелова облака или између облака и Земљине површине. Испољава се у виду сјевања свјетла и грома.

Гром је звучна појава приликом непогоде изазване електричним пражњењем (муњом). На путу муње, ваздух је у уским границама веома загријан, због чега се брзо шири изазивајући звучне таласе.

Наука још увијек није успјела да искористи атмосферски електрицитет. Муња средње јачине садржи енергију, која би била довољна да у току једног сата снабдијева електричном енергијом више хиљада ТВ апарата или да упали 600,000 сијалица од 60 W.

КЛИМА

КЛИМА(Т) – (грч. klima, 2. klimatos – нагиб; има се на уму нагиб Земљине површине према Сунчевим зрацима) – **ПОДНЕБЉЕ** : дугогодишњи режим времена у некој области на Земљи одређен географским условима. Представе (сазнања) о клими образују се статистичком обрадом резултата метеоролошких посматрања за вишегодишњи период. *Климу* одређује географска ширина, висина над нивоом мора, распоред копна и мора, рељеф, врста подлоге, географски распоред кретања морских струја и др.

Постоје разне класификације климе: по климатским обиљежјима у правом смислу, нпр. по

- по распореду средњих температура ваздуха и суми атмосферских падавина (В. Кепен)
- по односу између падавина и испаравања, а у вези са образовањем рељефа (А. Пенк)
- По особеностима опште циркулације атмосфере (Б.П. Алисов).

СОЛАРНА И ФИЗИЧКА КЛИМА.

Када би Земља била хомогена, то јест да се састоји или само од воде или само од од равног копна и да нема атмосфере, онда би и клима на нашој планети зависила само од *Сунчевог зрачења* и *Земљиног израчивања топлоте*. Пошто је интензитет Сунчевог зрачења на Земљиној површини сразмјеран косинусу географске ширине (Ламберов закон)⁶³, у том случају изотерме би се подударале са паралелама (упоредницима), а све климатске појаве мијењале би се временски правилно и из дана у дан сваке године биле би једнаке. Таква клима се назива **соларна клима** (Сунчана клима) или **математичка клима**.

Соларна клима не постоји, јер је Земљина површина нехомогена и има атмосферу. Под утицајем географских фактора соларна клима се мијења у **физичку** или **реалну** климу. Најзначајнији географски фактори климе су:

⁶³ $\cos 0^\circ = 1$; $\cos 90^\circ = 0$;

- Географска ширина,
- Надморска висина (висина изнад нивоа мора),
- Распоред копна и мора,
- Рељеф копна,
- Океанске струје,
- Биљни, сњежни и ледени покривач,
- Антропогене активности.

Географска ширина условљава (због Земљиног сферног облика – апоид) условљава појаву зоналности Сунчевог зрачења, из чега слиједи и извјесна зоналност у расподјели температуре ваздуха; (примјер Напуља и Њујорка).

Надморска висина дјелује посредно:

- ваздушни притисак опада са висином, повећава се инензитет Сунчевог зрачења и ефективног израчивања, , снижава се температура, смањује влажност, вјетар често мијења брзину и правац;
- у планинама се мијењају облачност и падавине, које у почетку расту, а од одређене надморске висине њихова количина се смањује; стога су различити климатски услови у равницама/низијама и у планинским системима (Динариди, Алпи, Анди, Хималаји...).

Распоред копна и мора – значајан географски фактор климе. У зависности од положаја неког мјеста у односу на обалску линију говори се о његовом *степену континенталности*. Под појмом *континенталности климата* подразумева се комплекс карактеристичних особености климата, насталих утицајем континенталног копна на образовање климе. Према степену континенталности, климати у свим појасевима Земље дијеле се на *маритимне* и *континенталне*.

Рељеф има велики утицај на климу, не само надморској висином, него и својом морфологијом. Високи планински вијенци отежавају продор хладнијих ваздушних маса из виших у ниже географске ширине, а понекад то потпуно спријече (примјер САД – Апалачке планине и Роки Маунти). У планинама се јављају посебни локални вјетрови – долински (дневни) и планински (ноћни). На присојним и осојним странама/падинама је различит термички режим, због чега је различита влажност тла и вегетације. Планине утичу на поремећај ваздушних струјања и имају својствене облике облака.

Океанске струје (топле и хладне) изазивају велике разлике у термичком режиму мора, утичући на тај начин и на температуру ваздуха и циркулацију атмосфере (примјери Голфске, Лабрадорске струје - Њуфаундленд); (Ботнички залив – Баренцово море, лука Мурманск).

Биљни, сњежни и ледени покривач имају неједнако дјеловање. *Густа вегетација* смањује дневне амплитуде температуре тла као и њену средњу вриједност. Посредно она утиче и на температуру ваздуха. Такође је значајан тип вегетације – трава, шума – квантитет, квалитет и старост. Утицај вегетације није посебно значајан за климу (изузетни случајеви: гола сјеча великих шумских површина; примјер заштите Пекинга)

Сњежни покривач дјеује као топлотни изолатор; смањује израчивање топлоте, али због великог албеда (албеда Земље – лат. albedo – бјелина, однос Сунчеве радијације коју Земља – заједно са атмосфером – враћа у космос према Сунчевој радијацији која долази на границу атмосфере) јако умањује радијацију, па је ваздух изнад сњежног покривача прехлађен. Стога су изнад већих сњежних површина зими честе инверзије температуре ваздуха. Због албеда

сњежних површина дифузна⁶⁴ радијација у вишим ширинама сачињава 8-10% глобалног зрачења.

Људска дјелатност – утиче посредно/индиректно на климу. Она је у суштини негативна, јер се испољава у погоршању климатских услова, насталих уништавањем шумског покривача (Амазонија!!!) на значајним површинама, избацавањем у атмосферу огромних количина штетних гасова – полутаната (индустријска постројења и градови) и нерационалним коришћењем земљишта, последице чега се често мијења врста подлоге, од које ваздух прима топлоту.

Дјелатност људског друштва своди се практично на микроклиму⁶⁵ (?). Та настојања, усмјерена на побољшање микроклиме названа су *мелиорација климата*⁶⁶. За њих је највише заинтересована пољопривреда, пошто је један од основних задатака мелиорација климата продужавање вегетационог периода у крајевима који имају кратко лјето, као и продужавање периода без мразева.

Вегетациони период се продужава убрзавањем отапања сњежног покривача, тиме што се снијег посипа тамнијим материјама (најбоље пепео, настао сагорјевањем дрвета), које апсорбују Сунчево топлотно зрачење (примјер Камчатке). У исту сврху служи и исушивање мочвара и примјена стаклених башта.

Микроклиматологија је нарочито развијена у Њемачкој, Русији, САД, Јапану, Енглеској, Аустрији и Израелу.

Елементи микроклиме: мјерење метеоролошких елемената у приземном слоју ваздуха нижем од 2 m; у том слоју ваздуха развија се већина биљака (а и веће док су млађе); клима је још названа „*клима биљног свијета*“, за разлику од „климе човјека“, код које се већина метеоролошких елемената узима на висини од 2 m, по подацима инструмената постављених у метеоролошким закљонима или кућицама. Између „*климе биљног свијета*“ и „*климе човјека*“ *немогуће је повући неку границу*: оне прелазе постепено једна у другу и утичу међусобно.

Микроклиматолошка проучавања и њихов значај:

- пољопривреда, градске четврти, поједине саобраћајнице и пјешачке зоне у урбаним просторима, градским парковима и сл;
- микроклима се формира у оквиру макроклиме искључиво под утицајем микрорелефа и физичких особина подлоге;
- у облике микрорелефа спадају: вртаче, увале, јаме, пећине, баре, мања мочварна земљишта и сл.
- у физичке особине подлоге спадају: врста биљног покривача, земљиште без вегетације (пјешчаре, карстни предјели), земљиште покривено снијегом и ледом и др.

⁶⁴ Дифузија – 1. ширење, распрострањавање, разливање, 2. физ. ширење свјетлосних зрака у разним правцима, последице проласка кроз полупровидну средину или одбијања од неравне површине;

⁶⁵ Микроклима – 1. клима приземног слоја ваздуха на мањој територији (пољана, ивица шуме, шума, обала и сл.) до два метра висине; 2. разлика метеоролошког режима унутар неког типа локалне климе; проучавање микроклиме има велики практични значај, нарочито у пољопривреди, урбанизму и туризму.

⁶⁶ Мелиорација – (лат. melioratio – побољшање), укупност организационо – привредних и техничких мјера за побољшање природне средине (углавном пољопривредног земљишта), прије свега путем регулисања њеног водног режима.

КЛАСИФИКАЦИЈА КЛИМАТА

Дјелујући у различитим астрономским, физичкогеографским и друштвеногеографским условима, климатски елементи и фактори утицали су на формирање различитих *типова климата*⁶⁷.

Географска расподјела појединих компонената климе - радијација, просјечне температуре ваздуха, средње вриједности падавина, карактеристични вјетрови у појединим областима и др. - указују на постојање одређених географских законитости.

Очигледна је зависност низа компоненти климе од географске ширине, расподјеле копна и мора, рељефа, утицаја морских струја и др. Типови климата, који се састоје од тих компонената, потчињавају се истим географским закономјерностима. Стога је могуће издвајање и уношење у географске карте географско распрострањење појединих типова климата. На тај начин долазимо до *класификације климата*, у чијим оквирима можемо извршити *климатску рејонизацију* Земље, континената, Свјетског океана или одређених географских простора наше планете.

Класификација климата има велики практични и теоријски значај. Основу скоро сваке класификације⁶⁸ сачињава анализа једног или два климатска елемента, а рјеђе више њих. Поред такве постоје и посебне класификације климата – нпр. за потребе технике, саобраћаја, привреде, туризма и др.

Хронолошки преглед класификација климата :

1. Бугарски географ Ж. Г љ љ б о в (1953), 6 група климата на основу :

- *анализа хидротермичких показатеља средњих мјесечних и средњих годишњих температура*; (таква је класификација климата *Б. Кепена*, изложена први пут 1900. године, а затим још 4 пута допуњавана и поправљана - посљедњи пут 1936. год., као и класификација *Н. Силинич* из 1930. год.);
- *анализа климата одређених предјела са употребом још неког елемента атмосферске циркулације*; (таква је класификација *Ем. де Мартона* - 1909, 1936.- као и *А. Хетнера* - 1911, допуњавана 1930. и 1934. год.);
- *анализа дејства климата на остале компоненте географске средине*; (такву су класификацију дали *А. И. Војејков* – 1884. год., *А. Пенк* – 1910. год., *Л.С. Берг* – изложена први пут 1919. год., објављена 1925. год., са допунама 1927. и 1938. године);
- *анализа особина својствених биљној физиологији*⁶⁹; (такве су класификације *А.А. Каминског* – 1925. год; *С.В. Торнтуајта* – 1931. год, касније допуњавана 1933. и 1946. године);
- *анализа процеса који дају главне црте климату*; (овакву класификацију климата дао је *Б.П. Алисов* – 1936., 1940. и 1950. године);
- *анализа средњих мјесечних температура најхладнијег и најтоплијег мјесеца у години*; (таква је класификација климата *А.И. Кајгородова* – 1955. године).

⁶⁷ тип – (грч. τύπος, лик, траг, облик, отисак) 1. основни облик по којем се група предмета или појава разликује од других; образац, модел.

⁶⁸ Класификација – разврставање на класе, групе према одређеним критеријумима; подјела, нарочито у науци.

⁶⁹ Физиологија - 1. наука о процесима и функцијама организама, 2. витални процеси и функције организма.

I. КЕПЕНОВА КЛАСИФИКАЦИЈА КЛИМАТА

1. ЗНАЧЕЊЕ СИМБОЛА У КЕПЕНОВОЈ КЛАСИФИКАЦИЈИ КЛИМАТА

В. Кепен (Köppen W, 1931) је издвојио пет главних климата које је означио почетним великим словима абееде:

- А – тропски влажни климат
- В – сухи климат
- С – умјерено – топли климат
- D – умјерено-хладни или бортеални климат
- Е – хладни климат

Осим главних климата, Кепен издваја у сваком од њих по 2 – 3 типа, тако да његова класификација обухвата укупно 11 *главних климатских типова*. Они су обиљежени великим и малим словом латинске абееде. Свако слово има одређено значење у Кепеновој класификацији. Значење слова у Кепеновој класификацији:

A – просјечна температура ваздуха најхладнијег мјесеца виша од 18°C,

B – количина падавина испод „сушне границе“

C – температура најхладнијег мјесеца између 18° и -3°C,

D – температура најхладнијег мјесеца испод -3°C, најтоплијег изнад 10°C,

E – температура најтоплијег мјесеца нижа од 10°C,

F – температура најтоплијег мјесеца нижа од 0°C,

(G) – планинска клима (примјењује се само по потреби),

(H) – висинска клима, изнад 3000 m н.в. (примјењује се само по потреби),

S – степска клима (примјењује се само по потреби),

W – пустињска клима (примјењује се само по потреби),

T – клима тундре, температура најтоплијег мјесеца између 0 и 10°C,

a – температура ваздуха најтоплијег мјесеца изнад 22°C,

b – температура ваздуха најтоплијег мјесеца нижа од 22°C, али је у току 4 мјесеца виша од 10°C,

c – само 1 – 4 мјесеца температура ваздуха виша од 10°C; најхладнији мјесец има температуру вишу од -38°C,

d – температура ваздуха најхладнијег мјесеца нижа од -38°C,

f – стално влажни климат (довољно кише или снијега у свим мјесецима),

g – тип климата долине Ганга – t_{\max} пре зениталних киша и љетњих киша;

h – жарки климат, средња годишња температура ваздуха изнад 18°C,

i – изотермни климат, разлике екстремних мјесечних температура ниже од 5°C,

k – хладни (зимски климат) са годишњом температуром ваздуха испод 18°C, док је температура ваздуха најтоплијег мјесеца изнад 18°C,

k' – исто као и k климат, али је температура најтоплијег мјесеца нижа од 18°C,

l – благи климат, температуре свих мјесеца од 10 до 22°C,

m – прелазна прашумска клима упркос једног сухог доба,

n – честе магле,

n' – ријетке магле, али је велика влажност ваздуха, падавина нема при релативно хладном љету (температура ваздуха нижа од 24°C).

n'' – исто као и n' само је температура љета виша – од 24°C до 28°C,

n''' – исто као и за претходно стање, само су температуре љета више од 28°C,

s – најсувље доба љети, сјеверне или јужне хемисфере (полулопте),

w – најсувље доба зими, сјеверне или јужне хемисфере (полулопте),

s', w' – сухо љето и зима, падавине помјерене у јесен,

s'', w'' – сухо љето и зима, кишно доба подијељено краћим сухим периодом,

t' – зеленортски ток температуре ваздуха са најтоплијим периодом у јесен,

t'' – судански ток температуре ваздуха са најхладнијим мјесецом послије љетног солстиција,

x – максимум падавина у рано љето са ведрим позним љетом,

x' – ријетке, али плаховите кише у свим годишњим добима,

x'' – први максимум падавина у јесен, други у прољеће.

Табела 16. Кепенов систем климата

Климатска група	Климатски тип
А. ТРОПСКИ КИШНИ КЛИМАТИ	Стално влажни.....Af и Am* 1. Af Тропска влажна или прашумска клима нема сухог периода; најсушнији мјесец прима преко 60 mm падавина. 2. Am Тропска монсунска клима има један сушни период и у најсушнијем мјесецу прима мање од 60 mm падавина. Оскудица у падавинама у сушном периоду надокнађује се обиљем падавина у кишном: количина падавина најсушнијег мјесеца од 0, 20, 40 и 60 mm компензује се годишњом сумом падавина од најмање 2500, 2000, 1500 односно 1000 mm.
	Сува зима Aw 3. Aw Саванска клима има у најсушнијем мјесецу мање од 60 mm падавина. Зимска оскудица у падавинама не може да се надокнади љетним падавинама.
В. СУХИ КЛИМАТИ Ако се са r означи средња годишња висина падавина (y cm), а са t средња годишња температура ваздуха ($y^{\circ}\text{C}$), онда су обиљежја В климата ова:	Степска клима BS 4. BS Степска клима: ако се са r означи годишња висина падавина (y cm), а са t средња годишња температура ваздуха ($y^{\circ}\text{C}$) онда су карактеристике BS климе сљедеће: $r \geq t + 14$ (при љетним падавинама; $r \geq t + 7$ (када нема сушног периода); $r \geq t$ (при зимским падавинама);
	Сува зима Cw 6. Cw Синајска или умјерено топла кишна клима: у мјесецу са највећом количином падавина, кише је бар 10 пута више него у најсувљем зимском мјесецу;
С. УМЈЕРЕНО ТОПЛИ КИШНИ КЛИМАТИ Просјечна температура ваздуха најхладнијег мјесеца између 18°C и -3°C	Суво љето Cs 7. Cs Средоземна клима или клима маслине: падавине у највлажнијем мјесецу веће су бар 3 пута од падавина у најсувљем љетном мјесецу ;
	Увијек влажно Cf 8. Cf Умјерено топла и влажна клима: незнатне разлике у падавинама у екстремним мјесецима (највлажнијег и најсувљег);
	Сува зима Dw 9. Dw Бореални климат са сувом зимом: у мјесецу са највећом количином падавина – њих је 10 пута више него у најсувљем зимском мјесецу;
Д. БОРЕАЛНИ СЊЕЖНО-ШУМСКИ КЛИМАТИ Просјечна температура ваздуха најхладнијег мјесеца нижа од -3°C ; t_{sr} најтоплијег мјесеца виша од 10°C	Стално влажна Df 10. Df Влажни бореални климат: незнатне разлике у падавинама у екстремним мјесецима (највлажнијег и најсувљег);
	Поларна клима тундре ET 11. ET Поларна клима тундре : просјечна температура најтоплијег мјесеца виша од 0°C ;
Е. СНЕЖНИ КЛИМАТИ Просјечна температура најтоплијег мјесеца нижа од 10°C	Поларна клима вјечитог леда EF 12. EF Клима вјечитог леда : просјечна температура најтоплијег мјесеца нижа од 0°C ;

Напомена : Кепен није ставио у главне климатске типове **Am климат** – тропску монсунску климу, те стога његова основна класификација има 11 главних климатских типова (изложена класификација их има 12).

2. ГЕОГРАФСКО РАСПРОСТРАЊЕЊЕ ГЛАВНИХ КЛИМАТСКИХ ТИПОВА

А. Климати

Af – Прашумска (тропска влажна) клима – заступљена је у Амазонији, већем дијелу слива Конга и на острвима Малајског архипелага. Типични представници Af климата су Паданг и Сингапур.

Am – Тропска монсунска клима – најраспрострањенија у приморском појасу југоисточне Азије : Вијетнаму, јужној Бурми (Мјанмару), делти Ганга и на Малабарском приморју.

Незнатно је заступљена у сјевероисточној Аустралији, а више у сјевероисточној Амазонији, Гвајани и источним крајевима Венецуеле.

Aw – Клима савана – типична у областима које леже између 5 – 10° и 15-20° сјеверне и јужне географске ширине (φ_N, φ_S), односно у јужном Судану, ванпланинској Етиопији, у приморју између Џубе и Лимпопа, затим на западном Мадагаскару, у унутрашњости Декана (Индија) и Индокине, у сјеверној Аустралији, на пацифичкој обали Мексика, на полуострву Јукатану, ус ливу Оринока, и на Бразилској висоравни.

В. климати

BS – Степска клима – у зависности од средње годишње температуре ваздуха, степска клима се дијели на два типа – на BSh и BSk климат.

BSh – Топли степски климат - најраспрострањенији је у Африци – сјеверно и јужно од Сахаре, у југозападној Африци, сјеверозападној Арабији, јужном Ираку и Ирану, у сјеверозападној Индији, сјеверно и источно од Велике пустиње у Аустралији.

BSk – Хладни степски климат – средња годишња температура ваздуха нижа од 18°C, али је температура ваздуха најтоплијег мјесеца виша од 18°C. Најраспрострањенија је у Евроазији – јужној Украјини, Прикаспијској низију, степе око азијских пустиња сјеверно од 35° с.г.ш., јужно од Велике пустиње у Аустралији, Патагонија у Јужној Америци, и с обе стране Стјеновитих планина у Сјеверној Америци.

BW – Пустињска клима – у зависности од средње годишње температуре ваздуха дијели се на два типа: BWh и BWk климат.

BWh – топли пустињски климат – средња годишња температура ваздуха виша од 18°C; распрострањена је у Африци (Сахара), јужној Арабији (Руб ел Хали), Пакистан (пустиња Тар), Аустралији (Велика пустиња), САД (Долина смрти)

BWk – хладни пустињски климат – средња годишња температура ваздуха нижа од 18°C, али је температура најтоплијег мјесеца виша од 18°C; распрострањена је у пустињама средње Азије (кара Кум, Кизил Кум, до пустиње Гоби), југозападна Африка (Хамиб – Намибијска пустиња), приатлантски појас Патагоније- Јужна Америка;

С. климати

Cw – Умјерено топла клима – засупљена у средњој Кини, суподини (подножју) Хималаја у Азији, висоравни Африке јужно од екватора; у Јужној Америци (јужни Бразил и уругвај)

Cs – Средоземна клима – приморски крајеви око Средоземног мора, југозападна Аустралија, најјужнији крајеви Јужне Африке, средњи дио Чилеа, Калифорнија;

Cf – Умјерено топла и влажна клима – Велика Британија, западна Француска, земље Бенелукса (Белгија, Холандија, Луксембург), Њемачка, Данска, Пољска, јужни дио Шведске, југоисток САД (изузев Флориде);

Д. климати

Dw – умјерено-хладни (бореални) климат са сувом зимом – исочни Сибир, руски далеки исток, Манџурија и сјеверна Кина.

У зависности од просјечних мјесечних температура ваздуха **Dw** климат се може подијелити на четири типа: **Dwa**, **Dwb**, **Dwc** и **Dwd**.

Dwa – сува бореална клима са жарким љетом – сјевероисточна клима (Пекинг),

Dwb – сува бореална клима са топлим љетом – сјеверна Манџурија (сјевероисточна Кина), слив доњег тока Амура;

Dwc – сува бореална клима са свјежим љетом – источни Сибир и руски далеки исток; називају је још трансбајкалском климом – (транс – као први дио сложенице у значењу: преко, с оне стране; Бајкалско језеро – језеро у Русији, најдубље језеро на свијету)

Dwd – суви бореални климат са врло хладном зимом – источна Јакутија: сливови средњих токова ријека Лене, Индигирке и Колиме;

Df – **Умјерено-хладни (бореални) влажни климат** – падавине равномјерно распоређене током цијеле године, па практично нема сухог раздобља; у зависности од просјечних мјесечних температура ваздуха у **Df** климату се разликују четири типа: **Dfa**, **Dfb**, **Dfc** и **Dfd**.

Dfa – влажна бореална клима са жарким љетом – слив горњег тока ријеке Мисисипи (изузев планина на западу), већи дио Доњецког басена, Влашка низија;

Dfb – влажна бореална клима са топлим љетом – већи дио територије европске територије Русије; сјеверна Румунија, источна половина Пољске, јапанско острво Хокаидо, јужна Канада- источно од Сјеновитих планина (Роки Маунти);

Dfc – влажна бореална клима са свјежим љетом – највећи дио Канаде, Шведска, Финска, сјеверни крајеви европског територија Русије, западни и средњи Сибир, полуострво Камчатка.

Dfd – влажна бореална клима са врло хладном зимом – мали простор у Сибиру: западно од ријеке Лене; мањи географски простор сјеверно од полуострва Камчатке;

Е. климати

ET – клима тундре; заступљена у прибрежном (приобалском) појасу сјеверне Европе, сјеверне Азије, сјевера Сјеверне Америке према Сјеверном леденом океану (Сјеверном леденом мору), на Колинским планинама у источном Сибиру, на сјеверном Исланду, на Шпицбершким острвима полуострву Чукчи, на источном и западном приморју Гренланда, на антарктичким острвима јужно од 63° ј.г.ш., висоравни Тибета и Скандинавије.

EF – клима вјечите хладноће – арктичка и антарктичка острва: Гренланд и Антарктик; ово су најхладнији предјели на Земљи са температурама које се зими спуштају испод – 50°C, па чак и испод – 80°C. Ове области се још називају и „ледене пустиње“.

КЛАСИФИКАЦИЈА КЛИМАТА Ем. де МАРТОНА (Emm. De Martonne)

Француски географ Емил де Мартон разликује *шест већих група климата*, које је означио словима латинске абечеде:

- A – жарки климати,
- B – монсунски климати,
- C – медитерански климати,
- D – климати умјереног поднебља,
- E – пустињски климати,
- F – хладни климати.

У свакој од ових група он издваја поједине типове климата – свега девет (9), са укупно 30 подтипова или варијанти. Ем. де Мартон разликује сљедеће типове климата:

1. жарки без сувог доба (екваторијални),
2. жарки са сувим добом (тропски),
3. монсунски,
4. пустињски са топлом зимом,
5. пустињски са хладном зимом,
6. умјерени са топлом зимом,
7. умјерени са хладном зимом,
8. хладни са топлим љетом,
9. хладни са хладним љетом.

Индекс суше

Истичући да се „наша познавања климата заснивају на бројевима – средње вриједности температура (t_{sr}), средње вриједности падавина итд.“ Ем. де Мартон напомиње „а не треба бити сувише педантан при употреби бројева; треба рачунати са чињеницом да је *клима укупност појава*“, те би мјесец (календарски) који се у умјереном климату (поднебљу) узима за влажни, у жерком појасу, гдје је испаравање неупоредиво веће, био при истој висини падавина сушни. Због тога је Ем. де Мартон покушао да нађе извјесну везу између падавина, температуре ваздуха и влажности неке области (неког географског простора). У ту сврху он је увео синтагму (појам) **индекс суше (I)**, који представља функцију падавина (x) и температуре ваздуха (t) и која има два облика (обрасца):

Први образац: $I = \frac{x}{t + 10}$, користи се при одређивању годишњих вриједности индекса суше, док се други образац употребљава за одређивање његових мјесечних вриједности.

Други образац: $I = \frac{12x}{t + 10}$.

У првом обрасцу x и t представљају годишње вриједности (величине) падавина и температуре ваздуха; у другом обрасцу x и t представљају вриједности падавина и температуре ваздуха за сваки мјесец у току године посебно.

Поређењем карата индекса суше на једној страни и области које се по вегетацији рачунају у суве на другој, Ем. де Мартон је установио да „индекс суше 20 представља прилично добру границу сувоће по годишњим процесима: тај исти број може да послужи за утврђивање сувих мјесеци у години“. Према **првом обрасцу** сљедеће вриједности годишњег индекса суше одговарају одређеним преданим цјелинама.

П р е д и о н а ц ј е л и н а

Годишњи индекс суше

I < 5 – изразите пустињске области, као што је нпр. Сахара; аричне области – без отицања воде.

5 – 10 - граничне пустињске области – пустињске степе, као што је прикаспијска низија; ово су ендореичне области – унутрашње одводњавање континента.

10 – 20 – *степ*. У зависности од рељефа одводњавање је ендореично или егзореично; индекс 20 представља горњу границу сушних области.

20 – 30 – *шумовите степе*; егзореично одводњавање, умјерено отицање.

30 – 40 – *шума* све више; стално перифрно одводњавање.

I > 40 – шуме покривају сав простор; отицање обилно, сувише влаге за житарице.

По другом обрасцу, за мјесечне вриједности, израчунате су средњомјесечне вриједности индекса суше у Београду, за период од 1925 – 1940. године.

	Ј	Ф	М	А	М	Ј	Ј	А	С	О	Н	Д		$\Delta_{\max - \min}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
x_{\min}	46	37	48	53	82	76	57	72	47	65	48	56	$\Sigma_{\text{год.}}$ 68	
t °C	-0.2	1.1	6.2	11.	16.	20.	22.	21.	17.	12.	8.0	1.1	$t_{\text{sr}} =$	
I	56.												$I_{\text{sr}} = 31.8$	

Поступак за одређивање годишњег индекса суше за Београд за период 1925 – 1940. године:

$$I = \frac{x}{t+10} = \frac{687}{11.6+10} = \frac{687}{21.6} = 31.8$$

На мјесечном нивоу (мјесец јануар) : $I = \frac{12x}{t+10} = \frac{12 \times 46}{-0.2+10} = \frac{552}{9.8} = 56.3$;

Задатак/вјежба: за мјесеце II – XII одредите вриједности индекса суше, за сваки мјесец појединачно;

- у колони 15 одредите сљедеће вриједности:
- Разлику између максималне мјесечне и минималне количине падавина (x_{\min});
- Средњу годишњу температуру – колона 14 (t_{sr}) и вриједност разлике између највише и најмање средње мјесечне температуре – колона 15;
- Одредити разлику између највишег и најнижег мјесечног индекса суше – колона 15.

И зонама тајге и тундре.

Изоарида – линија која спаја мјеста(тачке) са једнаким годишњим вриједностима индекса суше;

- са вриједношћу $I < 5$ подударе се са границама пустиња, како тропских, тако и вантропских;
- изоариде од 10 и 20 поклапају се прилично добро са границама степа, изоариде од 30 са планинским областима умјерених предјела

ZAGRIJAVANJE ZEMLJE I ATMOSFERE POJAM O TOPLOTI I TEMPERATURI

Toplota je jedna vrsta energije, koja se naziva još i molekulska energija. Toplota, prema molekularno – kinetičkoj teoriji, nastaje od unutrašnjeg nevidljivog kretanja molekula. Kod čvrstih tijela to kretanje može samo biti nevidljivo treperenje, pošto je kod njih veoma jaka kohezija koja drži molekule u čvrstoj zajednici.

Kod pare ili gasova unutrašnja veza između molekula je skoro sasvim iščezla i zato se oni mogu nesmetano kretati u svim pravcima. Molekuli pare ili gasova vrše progresivno pravolinijsko kretanje velike brzine.

Pojam toplote je uvijek vezan za izvjesnu masu tijela, odnosno za količinu, te stoga toplota ima **kvantitativnu vrijednost** i izražava se u džulima.

Temperatura nekog tijela jeste toplotno stanje toga tijela; ona ima kvalitativnu vrijednost i izražava se u stepenima.

Odnos između toplote i temperature dat je sljedećom fizičkim zakonima:

1. Količina toplote koja je potrebna da se neko tijelo zagrije za izvjestan broj stepeni srazmjerna je masi tijela. Ukoliko je masa tijela veća utoliko treba dovesti veću količinu toplote da bi se tijelo zagrijalo za izvjestan broj stepeni.
2. Količina toplote koja je potrebna da se iste mase dva različita tijela zagriju za isti broj stepeni zavisi od prirode tijela. To znači da se neka tijela zagrijevaju brže, a neka sporije. Npr., neka po 1 cm³ slatke vode i pijeska imaju isto toplotno stanje, recimo temperaturu od 15°C. Neka sad svaki od njih primi količinu toplote od po 41.9 J. Tada će se temperature slatke vod povisiti za 10°C, a suvog pijeska za 31°C. Ovo nastaje zbog nejednake specifične toplote navedenih tijela.
3. Količina toplote koju je potrebno dovesti nekom tijelu da bi se njegova temperatura povisila za *t* stepeni srazmjerna je broju stepeni povišenja temperature.

Tabela 17. Uticaj raznih vrsta površinskog zemljišta na dnevni tok temperature možemo vidjeti na primjeru za Beograda, za mjesece april i jul, za period 1904 – 1906. god.

Mjesec	Vrijednosti - t (u °C)	Pijesak	Humus	Trava
april	srednja vrijednost	14.2	13.5	12.6
	minimum	5.4	5.5	5.2
	maksimum	27.9	26.7	24.5
	kolebanje	22.5	21.2	19.3
jul	srednja vrijednost	29.7	28.1	26.0
	minimum	15.7	15.3	15.1
	maksimum	48.4	45.5	42.0
	kolebanje	32.7	30.2	26.9

Dnevna amplituda na površini zemljišta zavisi od:

- **Geografske širine**; što je viša g.š. to je dnevna amplituda temperature (DAT) na površini kopna manja;
- **Nadmorske visine**; ukoliko je nadmorska visina viša, utoliko će biti veće dnevno kolebanje temperature na površini kopna;
- **Godišnjeg doba**; u toku ljeta je jače dnevno zagrijavanje i jače hlađenje u toku noći na površini kopna nego u toku zime; zato će u toku ljeta biti i veće dnevno kolebanje temperature;
- **Fizičkih osobina zemljišta**; ukoliko je veća provodljivost toplote neke vrste zemljišta, utoliko će se njena toplota brže provoditi u dublje slojeve, i usljed toga će dnevna amplituda temperature na površini biti manja i obratno.
- **Boje zemljišta**; ukoliko je zemljište tamnije, ono će u toku vedrog dana više da apsorbuje Sunčeve zrake, pa će se više i zagrijati nego svjetlije zemljište;
- **Ekspozicije lokaliteta**; južne padine se u toku dana jače zagrijavaju nego sjeverne, a usljed jačeg zagrijavanja biće u toku noći i jače hlađenje na južnim padinama nego na sjevernim;
- **Pokrivenosti zemljišta vegetacijom**; ako je zemljište pokriveno vegetacijom, onda će njegova površina u toku dana manje da se zagrijava, a u toku noći i manje da se hladi; to isto važi i za zemljište pod snježnim pokrivačem;
- **Pokrivenosti zemljišta snijegom**,
- **Oblačnosti**; oblaci štite površinu Zemlje danju od Sunčevog zračenja, a noću od jakog hlađenja;

TEMPERATURNI ODNOSI U DUBLJIM SLOJEVIMA ZEMLJIŠTA

Topografska površina zemljišta u toku dana se najviše zagrije, a u toku noći se i najviše ohladi. Što je veća dubina, to je po danu zagrijavanje manje, ali je takođe u toku noći i hlađenje manje nego na površini. Prema tome: temperatura vazduha opada sa porastom dubine zemljišta. Ovakvi odnosi su uglavnom po danu u toku ljeta, dok je u toku zime i po noći drukčije.

Primjer: Temperatura zemljišta na raznim dubinama (Beograd, Meteorološka opservatorija, 29.07.1953. godine u 14.00 sati)

Dubina u cm	Temperatura u °C
2	50.8
5	44.5
10	33.6
20	27.8
30	26.2
50	24.8
100	23.1

Godišnja amplituda temperature zemljišta (GAT). U suštini, to je razlika između srednjih mjesečnih temperatura najtoplijeg i najhladnijeg mjeseca u godini. GAT može se uzeti između najtoplijeg i najhladnijeg dana u godini, kao i između apsolutne maksimalne i apsolutne minimalne temperature u toku jedne godine. Ova razlika se određuje za svaki dubinski sloj zemljišta posebno. GAT zavisi od:

- Geografske širine nekog mjesta
- Nadmorske visine,
- ekspozicije mjesta,
- fizičkih osobina zemljišta,
- prirodnog pokrivača iznad topografske površine i
- oblačnosti.

Godišnje kolebanje temperature povećava se sa porastom g.š., tj. U oblasti ekvatora GAT je manje nego u višim g.š.

Sa porastom nadmorske visine raste i godišnje kolebanje temperature zemljišta; ovo se događa iz istih razloga o kojima je bilo riječi kod porasta dnevnog kolebanja temperature zemljišta.

Na južnim ekspozicijama godišnje kolebanje temperature veće je nego na sjevernim ekspozicijama.

Veća oblačnost u toku godine smanjuje godišnje kolebanje temperature zemljišta.

Fizičke osobine zemljišta utiču na godišnje kolebanje temperature na isti način kao što utiču i na dnevno kolebanje.

Prirodni pokrivač (vegetacija ili snijeg) ima veliki uticaj na veličinu godišnje amplitude temperature. Najveća amplituda je na površini ogoljelog zemljišta, a ako je zemljište pokriveno vegetacijom ili snijegom amplituda se smanjuje, što zavisi od vrste i gustine vegetacije, odnosno od debljine i gustine snježnog pokrivača.

Što je gušći biljni pokrivač i što je deblji sloj snježnog pokrivača, to je manja i godišnja amplituda temperature na površini kopna ispod biljnog pokrivača/snježnog pokrivača. Sa povećanjem gustine snijega povećava se i njegova provodljivost toplote, odnosno smanjuje se njegovo zaštitno dejstvo, a usljed toga se povećava godišnje kolebanje temperature na površini kopna.

TERMOMETRI

Pod temperaturom nekog tijela se podrazumijeva njegovo *toplotno stanje*, izražava se u stepenima, a mjeri instrumentima koji se nazivaju *termometri*. Sada su najviše u upotrebi termometri sa Celzijusovom (C) i Farenhajtovom (F) skalom. Ranije je bila u upotrebi i Reomirova (R) skala. Osnovne vrijednosti koje su poslužile za izradu skala su:

- tačka smrzavanja i ključanja vode na nivou mora,
- mješavina snijega i nišadora i temperature čovječijeg tijela;

Po Celzijusovoj skali tačka mržnjenja vode u prirodnim uslovima označena je sa 0°C a ključanje sa 100°C. Ovu skalu koriste narodi Evrope (osim Velike Britanije);

Na istoj osnovi bila je izrađena i Reomirova skala sa tačkom mržnjenja vode na 0° i tačkom ključanja vode na 80° stepeni,

Farenhajtova skala se razlikuje od Celzijusove i Reomirove. Za 0° (tzv. Nultu tačku) je usvojena temperatura mješavine nišadora i snijega, mržnjenje vode na ovoj skali je na 32°, a njenog ključanja na 212°. Ova skala se koristi u anglosaksonskim zemljama i sadašnjim i nekadašnjim njihovim kolonijama.

Nišador, salmijak ili amonijev hlorid (NH₄Cl) može se dobiti na više različitih načina; ukusa je ljuto-slanog, a u vodi se rastvara; služi kao lijek (kao sredstvo za iskašljavanje, jer iritira sluznicu grla; u slučaju prevelike – višegradske količine unesenog amonijevog hlorida nastupiće trovanje - amonoza), punjenje Leklanševih elemenata, pri lemljenju i kalajisanju metala itd

Odnos između sve tri skale se može dobiti po ovoj formuli:

$$\frac{F - 32}{9} = \frac{C}{5} = \frac{R}{4}; \text{ Primjer: pretvoriti } 100^{\circ} \text{ F u } ^{\circ}\text{C i } ^{\circ}\text{R.}$$

$$\frac{100 - 32}{9} = \frac{C}{5}; \frac{68}{9} = \frac{C}{5}; \quad C = \frac{68 \times 5}{9} = \frac{340}{9} = 37.77^{\circ} \approx 37.8^{\circ}$$

$$\frac{100 - 32}{9} = \frac{R}{4}; \frac{68}{9} = \frac{R}{4}; \quad R = \frac{68 \times 4}{9} = \frac{272}{9} = 30.2^{\circ}$$

Svi termometri rade na principu da se tijela šire pri zagrijavanju, a skupljaju pri hlađenju. Najpreciznije i najpravičnije reagovanje na promjene toplotnog stanja pokazuje živa.

Prosti ili obični termometar nepekidno reaguje na promjene temperature. Za registrovanje najviših dnevnih i najnižih dnevnih temperatura koriste se maksimalni termometar, odnosno minimalni termometar. Minimalni termometar ima rezervoar u obliku dvokrake viljuške i puni se alkoholom, jer se živa mrzne na -39°C . Minimalni termometar se postavlja u horizontalan položaj, u njegovoj cjevčici se nalazi mala staklena šipčica.

Osmatranje temperature vrši se tri puta dnevno, a mjeri se na 2 m iznad tla na termometrima koji su zaštićeni od direktnog Sunčevog zračenja. Mjerenje se vrši u 07, 14 i 21 sat, po lokalnom vremenu. Srednja dnevna temperatura dobije se približno kada se saberu temperature vazduha u 07.00 i 14.00 sati i tome doda dvostruka temperatura u 21.00 sat, pa se sve to podijeli a 4. Prema tome srednja temperatura biće:

$$t_{\text{sr}} = \frac{t_7 + t_{14} + 2t_{21}}{4};$$

Za poljoprivredu je važno poznavanje minimalnih temperatura vazduha iznad samog tla – obično na 4 cm visine. Mjerenje se vrši pomoću minimalnih termometara u 07.00 i 21.00 sat, kada se ovaj termometar osposobljava za funkcionisanje. Ako je zemljište pod snijegom, onda se minimalni termometar stavlja na istu visinu iznad snijega.

Temperatura zemljišta mjeri se u vrijeme kada i vazduha ali se sredwa temperatura zemqišta izračunava po obrascu:

$$t = \frac{t_7 + t_{14} + t_{21}}{3}; \text{ podaci dobijeni po ovom obrascu tačni su za dublje slojeve. Za površinski sloj dobiju se}$$

podaci koji su u zimskim mjesecima niži od stvarnih približno za 0.5°C , a u ljetnim mjesecima za 1.4°C .

Izoterme – linije koje povezuju mjesta istih temperatura; kada se na geografsku kartu (naročito podešenu) upišu srdnje vrijednosti mjesečnih, godišnjih, dnevnih ili trenutnih temperatura za izvjesna mjesta (lokacije), pa se zatim sva mjesta sa istim temperaturama spoje sa linijama, **doćiće se krive linije koje se zovu izotermama**. Geografska karta sa izotermama naziva se izotermična karta.

Temperature koje se upisuju u geografsku kartu, radi izrade izotermičke karte, moraju se prethodno reducirati na morski nivo, jer se meteorološke stanice nalaze na raznim nadmorskim visinama. *Napomena: temperatura vazduha opada sa visinom!* Vazduh se zagrijava pretežno onom toplotom koju odaju zemljište i vodene mase. Zbog toga su niži ili prizemni slojevi vazduha topliji od njegovih viših slojeva. To je glavni razlog opadanju temperature vazduha sa porastom nadmorske visine. Ali, kako je snižavanje temperature nejednako u raznim mjestima, ipak se na osnovu mnogobrojnih osmatranja uzima da ono (opadanje) iznosi prosječno oko 0.6°C (ima i podataka da iznosi 0.694°C) na svakih 100 metara nadmorske visine.

Snižavanje temperature vazduha na svakih 100 metara nadmorske visine naziva se *termički gradijent ili vertikalni temperaturni gradijent*.

Pri izradi izotermnih karata srednje mjesečne i srednje godišnje temperature svode se na morski nivo po obrascu:

$$t_0 = \frac{H \times TG}{100} + t_{sr}; t_0 - \text{temperatura vazduha svedena na morski nivo; } H - \text{nadmorska visina mjesta čija je srednja temperatura } t_{sr}; TG - \text{termički gradijent;}$$

Primjer:

Tabela... Temperature vazduha ($^{\circ}\text{C}$) na Ilidži (I), 497 m n.v. i na Bjelašnici (B), 2067 m n.v. sa vrijednostima termičkog gradijenta (TG) u periodu 1925 – 1940. godine

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God. u $^{\circ}\text{C}$
I	-1.8	-1.3	4.0	9.4	13.7	16.9	18.9	17.5	14.2	9.9	6.2	-0.4	8.9
B	-6.9	-8.0	-5.6	-1.7	2.8	7.4	10.0	9.4	6.6	2.7	-0.6	-5.7	0.9
Δt	-5.1	-6.7	9.6	7.7	10.9	9.5	8.9	8.1	7.6	7.2	5.6	-5.3	8.0
TG	·325	·427	·542	·491	·694	·605	·507	·516	·484	·458	·357	·338	·508

$$TG : \cdot 325 = 0.325$$

Temperatura Bjelašnice svedena na morski nivo iznosi:

$$t_0 = \frac{2067 \times 0.508}{100} + 0.9 = \frac{1050.36}{100} + 0.9 = 10.50 + 0.9 = 11.4^{\circ}\text{C}$$

Primjer 2: Meteorološka opservatorija u Beogradu nalazi se na nadmorskoj visini od 133.6 m. Srednje pedesetogodišnje temperature vazduha u Beogradu iznose:

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	god.
-0.3	1.1	6.6	11.5	16.5	19.8	22.0	21.1	17.5	12.5	6.5	1.9	11.6

Da bi se ove temperature svele na (reducirale) na morski nivo treba uzeti (za vertikalni temperaturni gradijent, radi lakšeg računanja, uzima se vrijednost 0.5° na 100 metara) :

$$\frac{133.6 \times 0.5}{100} = 0.668 \approx 0.67 ; \text{ ovu vrijednost (zaokruženo na } 0.7^{\circ}\text{C) treba dodati srednjim mjesečnim}$$

temperaturama Beograda, pa su reducirane temperature Beograda (svedene na morski nivo):

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	god.
0.4	1.8	7.3	12.2	17.2	20.5	22.7	21.8	18.2	13.2	7.2	2.6	12.3

Za potrebe poljoprivrede redukcija temperature vazduha na morski nivo nije preporučljiva, naročito u planinskim predjelima. U nekim planinskim predjelima, u toku zime, do izvjesne nadmorske visine temperatura ne opada sa porastom nadmorske visine, već naprotiv raste. Usljed toga, redukcija temperature vazduha na morski nivo u ovim krajevima je sasvim nepravilna/nepotrebna. Ako bi temperatura opadala sa porastom visine u planinskim predjelima, termički gradijent je zbog orografije terena ipak različit (neujednačen) , te bi mehaničko iskorišćavanje srednjeg gradijenta moglo dati pogrešne rezultate. Sem toga , za poljoprivredne svrhe potrebne su stvarne, a ne reducirane temperature određenog mjesta ili lokaliteta, odnosno određenog geografskog prostora.

(redukcija, lat. reductio, reducirere – voditi nazad; 1. pojednostavljivanje nečega složenog iz više dijelova; 2. svodjenje pojedinačnog saznanja na osnovno i opšte; **redukovati** – svesti, svoditi na manju/veću mjeru, smanji(v)ati količinu nečega – npr. veličinu, brzinu, temperaturu i sl.).

Ako je potrebno što tačnije izvesti redukciju temperature na morski nivo, onda se termički gradijenti mogu uzeti za:

mjeseci	termički gradijent
decembar, januar i februar	0.3°/100 m
mart, april, maj	0.5°/100m
jun, jul, avgust	0.7°/100 m
septembar, oktobar i novembar	0.5°/100m

INVERZIJE TEMPERATURE VAZDUHA - TEMPERATURNA INVERZIJA, povišenje temperature vazduha sa visinom u nekom sloju atmosfere. Prizemna temperaturna inverzija javlja se u noćima bez vjetra uslijed intezivnog izlučivanja toplote Zemljine površine, što dovodi do hlađenja same Zemlje i sloja vazduha koji je neposredno iznad topografske površine. Temperaturna inverzija u slobodnoj atmosferi je povezana sa spuštanjem vazduha u anticiklonima i strujanjem toplog vazduha nad hladnim vazduhom u zonama atmosferskih frontova. Prizemne temperaturne inverzije osjećaju se u sloju od nekoliko metara, a u slobodnoj atmosferi na stotine metara, a ponekad i preko 1000 metara.

Temperaturne inverzije u Celovačkoj kotlini

Meteorološka stanica	Nadmorska visina u m	Temperatura u °C	
		Januar	Zimi
Obir	2140	- 7.2	- 6.8
Mali Obir II	1612	- 5.3	- 4.6
Mali Obir I	1230	- 4.5	- 3.8
Grafštajn	1096	- 3.2	- 2.5
Jezersko	900	- 3.2	- 2.6
Železna Kapla	554	- 4.3	- 3.1
Celovac	440	- 6.4	- 4.8

Celovačka kotlina je opkoljena visokim planinama i zimi je ispunjena masom prehladenog vazduha prosječne moćnosti od oko 650 m. Podaci se odnose na južni obod te kotline (date su vrijednosti januarskih i zimskih izoterma – XII, I i II)

VAZDUŠNI (ATMOSFERSKI) PRITISAK

ATMOSFERSKI PRITISAK - VAZDUŠNI PRITISAK, pritisak koji vrši atmosfera na sve predmete koji se nalaze u njoj i na Zemljinoj površini. Određuje se u svakoj tački atmosfere masom stuba vazduha koji leži iznad, sa osnovom koja iznosi 1 cm^2 . Nad nivoom mora, pri temperaturi od 0°C i na geografskoj širini od 45° , uzima se da je atmosferski pritisak blizak pritisku stuba žive visokom 760 mm (ili 1013 mb). Vazdušni pritisak se smanjuje s povišenjem nadmorske visine. U horizontalnom pravcu na površini naše planete raspoređen je neravnomjerno, mijenjajući svoje vrijednosti u određenim vremenskim periodima. Značajna kolebanja vazdušnog pritiska vezana su za oblasti sniženog pritiska (cikloni) i povišenog vazdušnog pritiska (anticikloni).

Kod nas se vazdušni pritisak još uvijek izražava u mm Hg stuba i u mb (milibarima). Bar predstavlja silu od 1,000.000 dina. Njen hiljaditi dio zove se milibar (mb) – 1000 dina/cm^2 .

a) Vazdušni pritisak izražen u milibarima pretvara se u mm kada se od broja milibara (mb) oduzme njihova četvrtina.

Primjer: pretvoriti po gornjem pravilu 1013.3 mb u mm!

$$1013.3 : 4 = 253.3 \dots\dots\dots 1013.3 - 253.3 = 760.0 \text{ mm}$$

b) Vazdušni pritisak izražen u mm pretvara se u mb kada se broju milimetara doda njihova trećina.

Primjer. Pretvoriti pritisak od 760 mm u mb!

$$760 : 3 = 253.3 \dots\dots\dots 760 + 253.3 = 1013.3 \text{ mb}$$

ZA MJERENJE VAZDUŠNOG PRITISKA KORISTE SE ŽIVINI BAROMETRI I METALNI BAROMETRI – ANEROIDI.

Barograf – instrument koji automatski/kontinuirano bilježi promjene vazdušnog pritiska;

PROMJENE VAZDUŠNOG PRITISKA SA VISINOM I NJEGOV DNEVNI I GODIŠNJI TOK

Vazdušni stub ima najveću visinu na morskoj površini (0 m n.v.), pa mu je tamo i najveći pritisak – 1013 mb ili 760 mm Hg. Ako se krećemo uz padine neke planine, vazdušni stub nad njim će biti kraći za iznos nadmorske visine njegove stajne tačke, a samim tim i vazdušni pritisak manji.

Smanjivanje vazdušnog pritiska je veće u nižim slojevima atmosfere, jer su oni gušći od viših slojeva.

Opadanje vazdušnog pritiska sa visinom

Nadmorska visina u m	- 200	0	200	400	600	800	1500	2000	2500
Pritisak u mm Hg	779.3	760.0	741.2	722.9	705.0	687.6	629.2	591.6	555.6

Dnevni tok vazdušnog pritiska ne podudara se sa dnevnim tokom Sunčevog zračenja, temperaturom vazduha i tla. Temperatura vazduha i tla imaju po jedan maksimum i minimum, a vazdušni pritisak ima ih po dva. Pravi uzroci dnevnog toka vazdušnog pritiska nisu još objavljeni. Određeni matematički proračuni pokazuju da je on u vezi sa dnevnim tokom temperature vazduha.

Godišnji tok vazdušnog pritiska je u najjužoj vezi sa godišnjim tokom temperature vazduha. On je najpravilniji u višim geografskim širinama (bliže polovima), dok je veoma nepravilan u ekvatorijalnom pojasu.

Maksimalni pritisak vazduha javlja se na kontinentima zimi, a minimalan ljeti. Nad okeanima najviši pritisci su ljeti i zimi, a najniži u proljeće i jesen.

VJETROVI – POSTANAK VJETROVA

Vjetar je horizontalno kretanje vazduha u odnosu na Zemljinu površinu. To kretanje je izazvano neravnomjernim rasporedom atmosferskog pritiska i usmjereno od visokog pritiska prema niskom. Razlika u vazdušnom pritisku na Zemljinoj površini javlja se kao posljedica njenog nejednakog zagrijavanja.

Za poznavanje osobina nekog vjetra potrebno je ustanoviti njegov pravac, brzinu i jačinu.

P r a v a c v j e t r a označava se po strani svijeta sa koje on duva. Sjeverni vjetar je onaj koji duva sa sjeverne strane, istočni koji duva sa istoka, itd. Za označavanje pravca vjetra, po međunarodnim oznakama, koriste se četiri slova:

N (Nord – sjever); E (Est – istok); S (Sud – jug); W (Vest – zapad); oznaka West upotrebljena je prema njemačkom i engleskom jeziku/označavanju, a ostala tri pravca prema francuskom jeziku.

Kombinacijom svih slova pravac vjetra može se predstaviti iz 32 pravca, To je tzv. **ruža vjetrova**. Ruža vjetra (vjetrova) iz 32 pravca upotrebljava se u sinoptičkoj meteorologiji, dok se u drugim dijelovima meteorologije upotrebljava ruža vjetra od 16 pravaca, pa čak i od osam pravaca.

I. PRAVAC VJETRA – HORIZONT JE ODIJELJEN NA 8 GLAVNIH PRAVACA SVIJETA

Strana svijeta - pravac	Strana svijeta - skraćena	Brojčana oznaka
N	North (S – sjever)	32
NE	Northeast (SI – sjeveroistok)	04
E	East (I – istok)	08
SE	Southeast (JI – jugoistok)	12
S	South (J – jug)	16
SW	Southwest (JZ – jugozapad)	20
W	West (Z – zapad)	24
NW	Northwest (SZ – sjeverozapad)	28

II. Pri označavanju vjetra u 16 pravaca upotrebljavaju se sljedeće međunarodne oznake

Strana svijeta - pravac	Strana svijeta - skraćena	Brojčana oznaka
N	North (S – sjever)	32
NNE	North-Northeast (SSI – sjever-sjeveroistok)	02
NE	Northeast (SI – sjeveroistok)	04
ENE	East-Northeast (ISI – istok-sjeveroistok)	06
E	East (I – istok)	08
ESE	East-Southeast (IJI – istok-jugoistok)	10
SE	Southeast (JI – jugoistok)	12
SSE	South-Southeast (JJI – jug-jugoistok)	14
S	South (J – jug)	16
SSW	South-Southwest (JJZ - jug-jugozapad)	18
SW	Southwest – (JZ – jugozapad)	20
WSW	West-Southwest – (ZJZ – zapad-jugozapad)	22
W	West (Z – zapad)	24
WNW	West-Northwest (ZSZ – zapad-sjeverozapad)	26
NW	Northwest (SZ – sjeverozapad)	28
NNW	North - Northwest (SSZ – sjever-sjeverozapad)	30

SINOPTIKA – SINOPTIČKA METEOROLOGIJA (grč. synopsis – pregled), grana meteorologije koja se bavi izučavanjem fizičkih procesa koji nastaju u atmosferi i određuju vrijeme i karakter njegovih promjena na geografskim prostorima (teritorijama).

SINOPTIČKA SITUACIJA – ukupnost vazdušnih masa, frontova, ciklona, anticiklona i drugih atmosferskih tvorevina nad određenim dijelom Zemljine površine, koje određuju stanje vremena u tom dijelu.

Za tišine (vremenska situacija bez vjetra) upotrebljava se slovo **C** – *calme* ili se obilježava sa „tiho“ odnosno „tišina“.

Brzina vjetra predstavlja put koji vazdušne čestice pređu u jednoj sekundi, te se izražava u m/s. Brzina se određuje pomoću limene ploče i lučne skale na vjetrokazu, kao i pomoću anemografa i anemometra.

U nedostatku instrumenata jačina vjetra procjenjuje se odokativno (od oka) **prema Boforovoj skali** (po imenu engleskog admirala iz prve polovine XIX vijeka, koji je izradio tu skalu i prvi je primijenjivao). Ona pokazuje u osnovi kakav je efekat vjetra na pojedinim predmetima/objektima na kopnu , kao i na stanje vodnog ogledala mora.

Tabela – Boforova skala za procjenu jačine vjetra

Jačina	VJETAR			NA KOPNU	stanje	MORE		
	OZNAKA	Brzina				Oznaka	Talasi	
		m/s	km/h				Lm	Hm
0	Tišina	0-0.0	0 - 0	dim se diže uspravno	0	mirno	-	-
1	Lahor	0.9	3	dim se diže gotovo vertikalno	1	naborano	do	0-1/4
2	Povjetarac	2.4	16.0	povremeno pokrenuto lišće			5m	
3	Vjetrić	4.4	16.0	pokreće lišće i zastave	2	valiči/talasići	do 35m	¼ - ¾
4	Umjereni vjetar	6.7	24.0	povija grančice, zastave lepršaju	3	umjereni valovito	do 50m	¾-2
5	Jak vjetar	9.3	34.0	povija veće grane, neprijatan za čula	4	valovito	do 75m	2-4
6	Žestoki vjetar	12.3	44.0	huji (huče) iznad stambenih zgrada, pokreće tanje drveće				
7	Olujni vjetar	15.5	55.0	povija tanja stabla	5	jače valovito	do 100m	3 - 6
8	Oluja	18.9	68.0	povija jača stabla, lomi grane, zadržava odrasle osobe u kretanju	6	jaki, visoki valovi	do 135m	5-8
9	Jaka oluja	22.6	82.0	lomi veće gole grane, štete na krovovima	7	jaki, teški valovi	do 150m	7-8
10	Žestoka oluja	26.3	96.0	lomi drveće, dimnjake, značajne štete na stambenim objektima	8	vrlo jaki valovi	do 250m	8-10
11	Vihor	30.5	110.0	skida kose krovove, teška razaranja	9	najveći valovi	do 300m	10 –
12	Orkan	34.8	125.0	uništavajuća dejstva			15	

Lm – dužina morskih talasa u metrima; **Hm** – visina morskih talasa u metrima;

ANTICIKLON, (grč. anti – protiv, kykloo – savijam, vrtložim, opkoljavam) - oblast povišenog vazdušnog pritiska u troposferi (više od 760 mm Hg ili 1013 mb), s maksimalnim pritiskom u centru i baričkim gradijentom usmjerenim od centra ka periferiji. Vjetrovi na sjevernoj polulopti obilaze centar u pravcu kazaljke na satu, a na južnoj polulopti – suprotno. U anticiklonu preovladava silazno kretanje vazduha i u vezi s tim dominira vedro i suvo vrijeme (zimi sa jakim mrazovima, a ljeti s visokim temperaturama).

CIKLON (grč. kyklon – koji se okreće, obrće) – oblast sniženog vazdušnog pritiska u atmosferi. Na baričkim kartama cikloni su predstavljeni sistemima koncentričnih izobara okrugle, ovalne ili nepravilne forme, koji ograničavaju baričku depresiju i odražavaju zakonomjerno snižavanje atmosferskog pritiska prema centru ciklona. Razlikuju se vantropski i tropski cikloni.

Međunarodni meteorološki komitet jula mjeseca 1946. godine preporučio je, u jednoj od svojih rezolucija, da se kao visina mjerenja brzine vjetra uzima 10 metara iznad topografske površine. Sem toga komitet je dao odgovarajuće vrijednosti u m/s i km/h za svaki stepen Boforove skale. Te vrijednosti iznijete su u narednoj tabeli:

Jačina po Boforu	Brzina m/s	Brzina km/h
0	0	0
1	0.9	3
2	2.4	9
3	4.4	16
4	6.7	24
5	9.3	34
6	12.3	44
7	15.5	55
8	18.9	68
9	22.6	82
10	26.4	96
11	30.5	110
12	34.8	125

BARIČKA DEPRESIJA – (od grč. baros – težina, teža), oblast sniženog atmosferskog pritiska sa zatvorenim (ciklon) ili otvorenim izobarama.

IZOBARE (grč. isos – isti, baros – težina), linije koje na kartama povezuju sva mjesta s jednakim vazdušnim pritiskom.

IZOBARIČNA POVRŠINA – površina u atmosferi na kojoj atmosferski pritisak ostaje jednak. Od zavisnosti od toplotnog stanja vazdušnih masa, izobarična površina može imati različit reljef, obrazujući uzvišenja i sniženja. Glavne su izobarične površine sa značenjima od 1000, 850, 700, 500, 300, 200 mb. Analiza smještaja i premještanja izobaričnih površina predstavlja osnovu za prognozu vremena.

PASATI I ANTIPASATI. *Pasati* su prizemni vjetrovi koji duvaju od oko 30° g.š. prema ekvatoru, i sa jedne i sa druge strane ekvatora (N, S). *Antipasati* su visinski vjetrovi, koji duvaju od ekvatora prema polovima (sjevernom i južnom) i imaju suprotan smjer od pasata.

PERIODIČNI VJETROVI . Periodični vjetrovi su takvi vjetrovi, pri kojima vazduh struji u toku određenog vremenskog perioda u jednom smjeru, a nakon toga, u dužem vremenskom periodu u suprotnom smjeru. Ovi vjetrovi mogu biti sa dnevnim i godišnjim periodom.

1. *Vjetrovi sa godišnjim periodom – monsun.* **Monsun** (arap.) je postojan prenos vazdušnih masa u niže slojeve troposfere, nad određenim oblastima Zemlje, sa suprotnim pravcima zimi i ljeti. **Zimski monsun** češće su usmjereni s kopna na okean (kontinentalni monsun), a ljetni- sa okeana na kopno (oceanski monsun). Pojava monsuna je uslovljena uglavnom razlikom u zagrijavanju kontinenata i okeana. Sa smjenom pravca monsuna, dolazi do smjene suvog zimskog vremena, s malom oblačnošću, sa ljetnim vlažnim i kišnim vremenom. Razlikuju se tropski monsun (u basenu Indijskog okeana) od vantropskih monsuna (na Dalekom istoku).

2. *Vjetrovi sa dnevnim periodom* – oni koji u toku dana duvaju u jednom smjeru, a u toku noći duvaju u suprotnom smjeru. Ovi vjetrovi se nazivaju još i **dnevni vjetrovi**, i u njih spadaju vjetar s mora ($m \rightarrow k$) i vjetar s kopna ($k \rightarrow m$), zatim dolinski (danik \uparrow , vjetar duva uz planinsku padinu ka vrhu) i gorski vjetar (noćnik \downarrow , vjetar duva niz padinu ka dolini;). **Napomena:** m – more; k – kopno;

SLAPOVITI VJETROVI. Duvaju na mahove, odnosno na udare i imaju karakter silaznih strujanja. Imaju veliku udarnost, tj. slapovitost.

Fen - topao, suv i slapovit vjetar, na zavjetrenoj strani neke planine; dejstvo toplog i suvog fena može biti štetno po živi svijet. Pri brzom porastu temperature vazduha na zavjetrenoj strani može doći zimi do naglog topljenja snijega i izlivanja planinskih rijeka. Suv i topao vjetar može štetno uticati na razvitak biljaka (voća) i poljoprivrednih kultura... Značajan je uticaj i na nervni sistem ljudi.

Bura – slapovit i jak vjetar duž istočne obale Jadranskog mora. Pravac joj je od kopna prema moru, duva od Trsta do Albanije, ali se češće javlja i ima veću jačinu u sjevernom dijelu Jadrana (senj, Velebitski kanal). Prosječna brzina je oko 30 km/h, ali pojedini udari mogu da dostignu i do 120 km/h.

Košava – duva kada je visok vazdušni pritisak iznad Ukrajine i Besarbije, a nizak nad zapadnim dijelom Sredozemnog mora i Jadrana. Najjača je u dolini Dunava, čak i u Đerdapsoj klisuri. Javlja se tokom jeseni i zime, manje u toku proljeća, dok je nema u ljetnom periodu. Srednja brzina košave je 5 – 10 m/s, ali može da dostigne i do 40m/s (oko 140 km/h). Rijetko kada duva samo jedan dan, a poznati su vremenski periodi od 31. dana neprekidnog duvanja košave.

LOKALNI VJETROVI – jugo ili široko, maestral, burin i vardarac.

Jugo je topao vjetar iz južnog kvadranta, koji duva iz Afrike, preko središnjeg dijela Sredozemnog mora, pa zatim preko Italije i Dalmacije. Jugo je i vlažan vjetar, koji na istočnoj obali Jadrana donosi veliku oblačnost i padavine.

VLAŽNOST VAZDUHA I VELIČINA ISPARAVANJA

Vodena para i isparavanje. – Voda je jedina materija u prirodi, koja se na običnim temperaturama nalazi u sva tri agregatna stanja (gasovito, tečno, čvrsto);

Vodena para dospijeva u atmosferu isparavanjem, tj. procesom prelaženja vode iz tečnog u gasovito stanje. Veličina isparavanja zavisi, prije svega, od površine sa koje se ono vrši.

Isparavanje se mjeri pomoću instrumenata koji se nazivaju **evaporimetri** ili **isparitelji**. Najviše se koristi **Vildov isparitelj** (Vildov evaporimetar).

Transpiracija. Biljke odaju veliku količinu vodene pare. Njihovo isparavanje – *transpiracija* – zavisi, prije svega od vrste biljke, njene starosti i gustine na određenoj površini, zatim od osobina tla i njegovog mehaničkog sastava, od vod(e)nog režima tla, njegovog hemijskog sastava i dr. Tle (zemljište) pokriveno travom (livada) isparava tri puta više vode nego golo polje. Još značajnije isparavanje je u šumama; one isparavaju približno toliku količinu vode, kao i njima jednaka površinama mora u istim geografskim širinama.

Transpiracija je fizičko-biološki proces. Topli i suvi vjetrovi, kao što je npr. *fen*, pojačavaju transpiraciju do tog stepena, da se mnoge biljke sparūše i uginu. Stoga takve vjetrove često nazivaju (u narodnoj terminologiji) „bijeli grād“ (posebno u Bosanskoj Krajini – sjeverozapadni i zapadni dio BiH).

VLAŽNOST VAZDUHA I MJERENJE VLAŽNOSTI VAZDUHA

Isparena voda sa površine mora jezera, rijeka, snijega, tla i biljaka dospijeva u atmosferu kao vodena para. U zavisnosti od temperature, 1m³ vazduha je u stanju da primi sljedeću maksimalnu količinu vodene pare:

Temperatura u °C	- 30	-20	-10	0	10	20	30
Vodena para u g/m ³	0.38	0.94	2.15	4.57	9.14	17.36	31.51

Za vazduh koji pri određenoj temperaturi sadrži najveću moguću količinu vodene pare kaže se da je *zasićen vodenom parom*. Ako se takav vazduh zagrije, povećava se njegova sposobnost primanja vodene pare. Međutim, kada se tako zasićen vazduh rashladi, on postaje *prezasićen vodenom parom*, te zato dolazi do pojave *kondenzacije* – vraćanje vodene pare u tečno stanje. Temperatura vazduha pri kojoj dolazi do prelaza vodene pare, koju vazduh sadrži, u njeno tečno stanje naziva se *temperatura rosne tačke* ili kraće *tačka rosišta*.

Kondenzovana vodena para pretvara se konačno u padavine, koje se izlučuju na topografsku površinu Zemlje.

Vlažnost vazduha i mjerenje vlažnosti vazduha. Činjenica je da se sadržaj vodene pare u atmosferi mijenja, ali se sadržaj može izraziti i brojno, na nekoliko načina: *pritisak vodene pare, apsolutna vlaga, relativna vlažnost i deficit zasićenosti*. Prva dva – *pritisak vodene pare i apsolutna vlaga* – nemaju veće primjene u praksi, ali su teoretski značajne veličine, jer približno pokazuju sadržinu vodene pare u nižim slojevima troposfere.

Pritisak vodene pare (p) – predstavlja parcijalni napon vodene pare u vazduhu, izražen u mm živinog stuba (mm Hg). On se koristi u meteorološkim proračunima – gdje se proučava sadržaj vodene pare.

Apsolutna vlaga (e) – predstavlja težinu vodene pare u gramima koju sadrži 1m³ vazduha.

Relativna vlažnost (r) – predstavlja odnos između apsolutne vlage vazduha (e) u određenom trenutku i one maksimalne moguće vlažnosti (E), koju bi on imao na datoj temperaturi, pa da bude zasićen.

Relativna vlažnost se izražava u procentima, a izračunava se po formuli/obrascu:

$$r = \frac{e}{E} \times 100 ;$$

Relativna vlažnost od 0% označava da je vazduh potpuno suh, ali je zasićen vodenom parom ako je r = 100%.

Relativna vlažnost je veoma značajan bioklimatski element, jer zajedno sa temperaturom vazduha i vjetrom izatza različite fiziološke osjećaju čovjeka. Prema procentu relativne vlažnosti u bioklimatskoj praksi smara se da je vazduh:

- Veoma suv, ako je r > 55% ,
- Suv, ako je r = 55% do 74%,
- Umjerenom vlažan kada je r = 75% do 90%,
- Veoma vlažan ako je r > 90%.

Deficit zasćenosti (D) – predstavlja razliku između maksimalne količine vodene pare koju vazduh može da primi na dgovarajućoj temperaturi i one količine vodene pare koja se u tom trenutku nalazi u vazduhu. U suštini to je manjak vodene pare do potpunog zasićenja.

Deficit zasićenosti vodenom parom je veoma značajan klimatski element u poljoprivredi, hidrologiji i zdravstvu. On se povećava od zimskih ka ljetnim mjesecima, a opada od ljetnih prema zimskim mjesecima, te mu je godišnji tok sličan godišnjem toku temperature vazduha. *Deficit zasićenosti vodenom parom se izražava u mm Hg.*

Deficit zasićenosti vodenom parom (u mm Hg) u Beogradu (od 1921 – 1940. godine)

Mjeseci	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
D	0.54	0.89	2.31	3.85	4.92	6.16	7.87	7.02	4.95	2.64	1.38	0.60

Najveći deficit vodenom parom imaju pustinje i stepe, odnosno oblasti koje se nalaze u unutrašnjosti kontinenata (udaljene od jezerskih i morskih i okeanskih basena). Najmanji deficit imaju primorske oblasti i ostrva, kao i priobalski pojas oko većih jezera.

Za određivanje apsolutne i relativne vlažnosti upotrebljavaju se *psihrometri*.

Za neposredno određivanje relativne vlažnosti služi *Kopeov higrometar* (hygros – vlažan i metrein – mjeriti).

Higrograf je instrument koji radi na principu promjene dužine vlasi pri izmjeni količine vodene pare u vazduhu. On automatski (neprekidno) bilježi promjene relativne vlažnosti na hartiji, namotanoj na pokretnom valjku sa satnim mehanizmom. Umjesto jedne, on ima više vlasi, koje su žičanom krpom zaštićene od slučajnih dodira i povreda.

OBLAČNOST I OBLACI

Oblačnost predstavlja ukupnost oblaka koji se zapažaju na nebeskom svodu u određenom trenutku ili u određenom vremenskom periodu. Izražava se u desetinama – stepanima oblačnosti od 0 do 10 ili u procentima neba prekrivenog oblacima (0% - 100%). Određuje se procjenom posmatrača oblačnosti (odokativno – slobodnim okom). Za mjerenje oblačnosti ne postoji nikakav instrument.

Značajnije podatke o rasporedu oblačnosti nad nekim geografskim prostorom pružaju nam **izonefe** (grč. isos – jednak, isti; nephos – oblak) – linije koje spajaju na karti mjesta sa jednakom oblačnošću.

Magla. Pod maglom se podrazumijeva zamućenost prizemnog sloja vazduha, pri kojoj je daljina vidljivost smanjena do 1 km, a prouzrokovana je kondenzacijom vodene pare i prisustvom sićušnih vodenih kapljica koje lebde u vazduhu.

Ako je vidljivost veća od 1 km, ali ipak ne takva kakva je pri potpunom čistom vazduhu, onda se ovakva pojava naziva **sumaglicom**. U njoj su vodene kapljice rjeđe i sitnije nego u magli, pa je stoga i vidljivost veća.

Po načinu obrazovanja magle se dijele u dvije grupe:

1. Magle vazdušnih masa,
2. magle na dodiru dviju vazdušnih masa – frontalne magle;

MAGLE VAZDUŠNIH MASA – sastoje se od tri tipa magli:

1. **Magle obrazovane hlađenjem vazduha**, obuhvataju dva tipa magli:

- Magle obrazovane hlađenjem vazduha:

a) Advektivne magle – obrazuju se pri horizontalnom premještanju toplijeg vazduha preko hladne podloge; npr. vazduha koji iz nižih g.š. dolazi u više g.š; zatim, vazduha koji zimi dolazi sa toplog mora na hladno kopno, a ljeti obratno – sa toplog kopna na hladno more.

b) U advektivne magle ubrajaju se: magle tropskog vazduha, monsunska magla, morska i primorska magla.

Magla tropskog vazduha: nastaje pri strujanju toplog tropskog vazduha prema višim geografskim širinama, iznad hladnije podloge; iznad mora se javlja tokom cijele godine, a nad kopnom samo zimi.

Monsunska magla se pojavljuje u toplom dijelu godine, kada topliji vazduh sa kopna nadire preko hladnije površine mora.

Morska magla nastaje pri kretanju toplijeg vazduha iznad hladnije površine mora, na sutoku (sudaru) toplih i hladnih morskih struja; Njufaundlend – Golska i Labradoriska struja.

Primorska magla – pojavljuje se zimi, kada topao maritimni vazduh prodre na hladno kopno; može da prodre duboko u unutrašnjost kontinenta i dostigne veliki razvoj po vertikali, posebno ako je potpomognuta noćnom radijacijom (zračenjem), odnosno radijacionim hlađenjem podloge.

Radijacione magle nastaju kada se prizemni sloj vazduha ohladi u dodiru sa prehladenom podlogom, koja gubi toplotu izračivanjem (noću ili zimi). Radijacione magle se obrazuju u vrijeme tišina, ali je ipak potreban vjetrović, koji omogućuju da se magla razvije i u visinu (vertikalno). Pri potpunoj tišini (C) mjesto magle pojaviće se rosa, ali, ako se pojavi jači vjetar, on veoma brzo razbije maglu. U radijacione magle se ubrajaju prizemne i visoke magle.

- *Prizemne magle* se obrazuju u sloju prizemne inverzije temperatura vazduha, kao posljedica noćnog izračivanja toplote iz podloge; one nestaju poslije izlaska Sunca zajedno sa nestankom inverzije. Dostižu visinu od nekoliko desetina metara i imaju lokalno obilježje.

- *Visoke magle* se obrazuju zimi, u stabilnom anticiklonu, kako nad kopnom tako i iznad mora, kao posljedica dužeg izračivanja toplote iz podloge. Može dostići debljinu (moćnost) od oko 600 m i zadržavati se sedmicama iznad velikih geografskih površina.

2. **Magle obrazovane isparavanjem** vode sa podloge (ili s kapljica padavina) javljaju se najčešće u jesen i zimi u hladnom vazduhu iznad toplije površine vode. Na kopnu se obrazuje noću iznad rijeka i jezera – „puši se“ površina vode – jer k njoj pritiče vazduh ohlađen na okolnom zemljištu. Magle obrazovane isparavanjem obično ne traju dugo, jer se zagrijavaju u podinu (pri dnu) toplotom koju zrači voda.

3. **Magle planinskih padina** se obrazuju adijabatskim hlađenjem vazduha pri njegovom uzdizanju uz padine (*adijabatsko hlađenje* – hlađenje mase vazduha pri njegovom podizanju u visoke slojeve atmosfere, bez razmjene toplote sa okolnom sredinom; biva izazvano snižavanjem pritiska i širenjem vazduha). Adijabatskim hlađenjem vazduh se hladi za 1°C na svakih 100 m dizanja u vis, te se na određenoj visini vodena para kondenzuje, obrazujući, u suštini, oblak koji se izdiže uz planinske strane.

Frontalne magle. Javljaju se na graničnoj (razdvojnoj) površini dviju različitih vazdušnih masa. Njihova je pojava uslovljena pojavom advekcije (advekcija, lat. *advectio* – dostava, isporuka; 1. u meteorologiji – horizontalno premještanje vazdušnih masa koje uslovljava prenos toplote i vlage iz jednih područja u druga; *advekcija je jedan od najvažnijih* faktora klime; 2. u okeanologiji – prenos vode, kako u horizontalnom, tako (ponekad) i u vertikalnom pravcu). Osim advekcije pojava frontalnih magli je uslovljena i time što je vazduh zasićen frontalnim padavinama, kao i njegovim adijabatskim

hlađenjem pri predfrontalnom padu pritiska. Ove magle se javljaju u uskim pojasevima, a dijele se na predfrontalne i postfrontalne.

Suva magla ili čađavica – obilježava se znakom ∞ - predstavlja posebnu vrstu magle. Ona postaje od tvrdih čestica dima, kojima se ispuni vazduh kada se dogode veći šumski požari. Zbog toga takva magla sadrži čađi. Najtipičniji primjer čađavine zabilježen je ljeti 1915. godine, kada je u Sibiru izgorila šuma na površini od preko 1.5 miliona km².

Gradska magla ili smog (engl. *smoke* – pušiti se i *fog* – magla), javlja se u velikim gradovima i industrijskim oblastima. Nastaje kada se vlažni vazduh pomiješa sa česticama dima i otpadnim gasovima. Nazivaju ih još *prljavo – sive* ili žućkaste magle.

OBLACI I NJIHOVI GLAVNI TIPOVI

Oblaci su slični magli. Razlika je samo u tome što je vodena para oblaka kondenzovana u slobodnoj atmosferi, a magle u njenom prizemnom sloju. Oblaci su vidljive skupine uzdigutih proizvoda kondenzacije vodene pare u atmosferi (**vodeni oblaci**), kristala leda u atmosferi (**ledeni oblaci**), ili jednih i drugih zajedno (**mješoviti oblaci**). Veliki dio oblaka je koncentrisan u troposferi, a rijetko se zapažaju u stratosferi (**sedefasti oblaci**) i u mezosferi (**srebrnasti oblaci**).

Prema obliku i izgledu oblaci se svrstavaju u tri osnovne grupe (Međunarodna klasifikacija oblaka):

1. **gomilasti** (lat. *cumulus* – gomila, hrpa),
2. **slojeviti** (lat. *stratus* – sloj),
3. **perjasto – pramenasti** (lat. *cirrus* – pramen)

Prelazni oblici oblaka:

1. **slojevito – gomilasti** (*stratocumulus*),
2. **perjasto - slojeviti** (*cirrostratus*),
3. **perjasto - gomilasti** (*cirrocumulus*).

Po visini na kojoj se kreću, oblaci se dijele u tri grupe:

1. **visoki oblaci** – na visini od preko 6000 m i koji se sastoje od ledenih kristala;
2. **srednji oblaci** – na visinama između 2500 – 6000 m; sastoje se iz vodenih kapljica ili ledenih zrnaca, a ponekad jednih i drugih;
3. **niski oblaci** – sa donjom granicom (bazom) ispod 2500 m; sastoje se pretežno od vodenih kapljica.

Odstupajući od Međunarodne klasifikacije oblaka, Dr Marko Milosavljević, red. prof Univerziteta u Beogradu, predlaže podesniju podjelu oblaka (v. Tabelu: Klasifikacija oblaka po prijedlogu M. Milosavljevića). Po načinu postanka oblaci se dijele na dvije grupe: prvu sačinjavaju **stabilni oblaci** – stvoreni pri lijepom vremenu, bez uzlaznih vazdušnih strujanja (tzv. stabilnoj atmosferi), a drugu grupu **nestabilni oblaci** – obrazovani jakim uzlaznim strujanjima često vrlo vlažnog vazduha (u tzv. nestabilnoj atmosferi).

U grupu stabilnih oblaka spadaju slojeviti i talasasti oblaci – stratusi, stratokumulusi, altokumulusi i cirkumulusi. Oni se obrazuju hlađenjem (radijacijom) i pri dodiru vazdušnih masa različitih temperatura. Prisustvo ovih oblaka ukazuje da u atmosferi nema uzlaznih vazdušnih strujanja.

U grupu nestabilnih oblaka spadaju gomilasti oblaci – kumulusi i kumulonimbusi. Oni se obrazuju pri ulaznom kretanju vlažnog vazduha. Naročito su snažna uzlazna vrtložna strujanja u olujnim oblacima

(do 20 m/s), koji se poznaju po svom tipičnom izgledu; na vrhu, iznad kumulonimbusa, leži bijeli oblačni sloj u vidu nakovnja.

Tabela. Klasifikacija oblaka po prijedlogu M. Milosavljevića

	Izgled oblaka	Internacionalni naziv	Internacionalna skraćenica	Visina u m
Visoki	Perjasto - pramenasti	Cirrus	Ci	8000 – 9000
	Perjasto – slojeviti	Cirrostratus	Cs	8000 – 9000
	Perjasto-gomilasti	Cirrocumulus	Cc	6000 - 7000
Srednji	Visoko – slojeviti	Altostratus	As	3000 – 5000
	Visoko – gomilasti	Alto cumulus	Ac	3000 - 4000
Niski	Slojevito - gomilasti	Stratocumulus	Sc	1500 – 2000
	Gomilasti	Cumulus	Cu - baza - vrh	1000 – 2000 4000 – 5000
	Slojeviti	Stratus	St	100 - 800
Kišni	Kišno – slojeviti	Nimbostratus	Ns - baza - vrh	100 3000
	Gomilasto – kišni (olujni)	Cumulonimbus	Cb - baza - vrh	500 9000

Oblačni sistem – ukupnost oblaka objedinjenih procesom nastanka. Oblačni sistem ima određenu strukturu i zauzima veliko prostranstvo. Razlikuju se *frontalni, ciklonski i olujni oblačni sistemi*.

PADAVINE – OBLICI PADAVINA

Padavine sačinjavaju svi oblici kondenzovane vodene pare u tečnom ili čvrstom stanju, koji dospijevaju na topografsku površinu ili vodno ogledalo (rijeke, jezera, mora i okeana) iz vazduha.

Kiša, snijeg, krupa, sugradica, grád i ljutina su oblici padavina koji dospijevaju na tle iz visine, te se zato nazivaju zajedničkim imenom *visoke padavine*.

U padavine se ubrajaju i oni oblici koji nastaju kondenzacijom vodene pare na samoj topografskoj površini ili po predmetima koji leže na njoj. To su rosa, slana inje i poledica, koji se nazivaju zajedničkim imenom *niske padavine*.

Svi oblici padavina nazivaju se stručno *hidrometeori* (od grčkog *hydor* – voda i *metéoros* – u vazduhu).

Kiša (•) – najvažnija i najtasprostranjenija vrsta padavina. Pada u vidu vodenih kapljica prečnika preko 0.5 mm, neposredno iz oblaka, najčešće iz nimbostratusa i kumulonimbusa. Nastaje kondenzacijom vodene pare pri hlađenju vazdušnih masa s velikom relativnom vlažnošću.

Snijeg (*) – postaje sublimacijom vodene pare, tj, njenim direktnim prelazom u čvrsto stanje. To je moguće samo pod uslovom:

1. da je temperatura niža od 0°C;
2. da je vazduh zasićen vodenom parom;
3. da jer proces subimacije postepen; u takvim prilikama formiraju se pravilni kristalni oblici iz kojih se sastoji snijeg.

Grád -tuča (▲) – ledena zrna sa prečnikom od 5 – 50 mm (pa i više), koje padaju iz olujnih kumulonimbusa i uvijek pri temperaturama vazduha iznad 0°C. Grád nastaje intenzivnim uzlaznim krtanjima vazduha, kada topao vazduh odlazi na velike visine gdje se, pri niskim temperaturama, vodena para pretvara u kristale leda. Grád pričinjava velike štete poljoprivredi, naročito kada su mu zrna velika. Pri jakom nevremenu zrna dostižu veličinu golubijeg i kokošijeg jajeta. Najveće zrno gráda, sa prečnikom od 21.5 cm i težinom od 4.5 kg palo je u Kini 1902. godine.

Rosa () sitne vodene kapljice koje se javljaju na površini tla, na biljkama ili raznim predmetima ohlađenim noćnom radijacijom (do temperatura iznad 0°C). Rosa je najčešći i najrasprostranjeniji vid niskih padavina.

MJERENJA PADAVINA

Mjerenje padavina obavlja se pomoću kišomjera, pluviografa i totalizatora.

Kišomjer – ombrometar – pluviometar, limeni sud za mjerenje padavina, pričvršćen za drveni stub na otvorenom prostoru, tako da otvor bude udaljen 1.25 – 1.50 m od topografske površine; mjerenje padavina vrši se u 07.00 sati svakog dana, a na sinoptičim stanicama i u 19.00 sati po lokalnom vremenu.

Dnevna visina padavina predstavlja onu količinu padavina koja se izluči u toku 24.00 sata – od 07.00 sati po lokalnom vremenu prvog dana do 07.00 sati drugog, sljedećeg dana. *Izražava se u milimetrima (mm)*. Takav način izražavanja količine padavina je veoma praktičan, jer broj mm padavina pokazuje istovremeno i količinu padavinske vode u litrima na površinu od 1 m².

Pluviograf – automatski registruje količinu padavina za svo vrijeme dok traje kiša.

Mjerenje visine snježnog pokrivača. – Visina snježnog pokrivača izražava se u centimetrima (cm) i mjeri se svakog dana dok snježni pokrivač postoji. Mjerenje se vrši pomoću snjegomjernog lenjira (snjegomjera) po mogućnosti na dva izabrana mjesta (terena) kod meteorološke stanice. Snjegomjerni lenjir pravi se od drveta dužine 180 cm, širine 6 cm i debljine od 2.5 cm. Snjegomjerni lenjir mora biti glatko orendisan i obojen masnom bojom i to bijelom. Na njemu se nalazi centimetarska podjela. On se postavlja tako da mu nulti podiok bude ravan (izjednačen) sa topografskom površinom.

Na svakom od određenih terena za mjerenje visine snijega moraju se postaviti najmanje po tri snjegomjerna lenjira, i to tako da približno sačinjavaju ravnostrani trougao, a da je udaljenost među njima po 10 m.

Totalizator – služi za mjerenje padavina u teško pristupačnim prostorima (npr. planinski prostori). Snijeg koji padne u otvor totalizatora otapa se pomoću kalcijum hlorida, koji istovremeno spriječava i zamrzavanje vode. U rezervoar se sipa i litar petroleuma ili vazelinskog ulja, koji su lakši od vode, plivaju iznad nje i spriječavaju njeno isparavanje.

УНИВЕРЗИТЕТ У БАЊОЈ ЛУЦИ
ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ
Наставни предмет: Агрометеорологија

**Силва Оторепец, АГРОМЕТЕОРОЛОГИЈА, Научна књига, Београд, 1991.
(основна литература)**

1. ОБАВЕЗНИ (испитни) ДИО:

Поглавље	Наслов	Страна
ГЛАВА I	МЈЕСТО, УЛОГА И ЗАДАЦИ АГРОМЕТЕОРОЛОГИЈЕ	
I.1.	Агрометеорологија и њен однос према другим наукама	9
I.2.	Кратак историјат развоја агрометеорологије у свијету и у нас	10
I.3.	Основни задаци агрометеорологије	11
I.4.	Организација рада агрометеоролошке гране хидрометеоролошке службе ...	13
I.5.	Литература (информативно)	14
ГЛАВА II	ЗНАЧАЈ МЕТЕОРОЛОШКИХ ЕЛЕМЕНАТА ЗА ПОРАСТ И РАЗВИЋЕ БИЉАКА	15
II.1.	СУНЧЕВО ЗРАЧЕЊЕ	15
II.1.1.	Утицај спектралног састава Сунчевог зрачења на биљке	16
II.1.1.1.	Фотосинтеза	16
II.1.2.	Утицај интензитета сунчевог зрачења на биљке	18
II.1.3.	Фотопериодизам	20
II.2.	ТЕМПЕРАТУРА ВАЗДУХА	21
II.2.1.	Утицај температуре ваздуха на пораст и развиће биљака	21
II.2.2.	Потребе биљака за топлотом	24
II.2.3.	Неповољан утицај температуре ваздуха на биљке	26
II.3.	ВЛАЖНОСТ ВАЗДУХА	27
II.4.	ПАДАВИНЕ	28
II.4.1.	Улога воде у животу биљака	29
II.4.2.	Обезбеђеност биљака водом	29
II.4.3.	Позитиван и негативан утицај кише на пољопривредне културе	31
II.4.4.	Роса	33
II.4.5.	Град	33
II.4.6.	Снежни покривач	36
II.4.6.1.	Неповољан утицај снежног покривача	39
II.4.7.	Водна ерозија	40
II.4.7.1.	Мере борбе против ерозије	42
II.5.	ВЕТАР	42
II.5.1.	Мере заштите од ветра	44
II.6.	ЛИТЕРАТУРА (информативно)	45

Силва Оторепец, АГРОМЕТЕОРОЛОГИЈА, Научна књига, Београд, 1991.

1. ОБАВЕЗНИ (испитни) ДИО:

Поглавље	Наслов	Страна
ГЛАВА VI	ФЕНОЛОГИЈА	141
VI.1.	Историјат фенологије, њен значај и задаци	141
VI.2.	Утицај различитих фактора на темпо развића биљака	144
VI.3.	Сезонско развиће биљака (Фенолошки календар)	148
VI.4.	Фенолошка осматрања	151
VI.5.	Фенометрија	153
VI.6.	Методе обраде фенолошких података	154
VI.7.	Картографски приказ фенолошких података	160
VI.8.	Литература (информативно)	161
ГЛАВА IX	ЗАШТИТА ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ	197
IX.1.	УВОД	197
IX.2.	Утицај загађене атмосфере на пољопривреду и шумарство	197
IX.2.1.	Утицај најважнијих загађујућих материја на пољопривредну културу	199
IX.2.2	Утицај загађујућих материја на шуме	203
IX.3.	ЗАГАЂЕНОСТ ЗЕМЉИШТА	205
IX.4.	ЛИТЕРАТУРА (информативно)	208
ГЛАВА X	УТИЦАЈ КЛИМЕ И МОГУЋИХ КЛИМАТСКИХ ПРОМЈЕНА НА ПОЉОПРИВРЕДУ И ШУМАРСТВО	209
X.1.	Интеракција између климе и пољопривредних активности	209
X.2.	Шума као модификатор климе	211
X.3.	Промена климе услед ефекта стаклене баште	212
X.4.	Предвиђене глобалне и регионалне промене климе	215
X.5.	Могући ефекти промене климе на пољопривреду	218
X.6.	Могући ефекти промене климе на шуме	219
X.7.	Мере за развој пољопривреде и шумарства у условима промењене климе	220
X.8.	ЛИТЕРАТУРА (информативно)	221

МЕТЕОРОЛОГИЈА (грч. *meteora* – атмосферска, небеска појава, и *logos* – ријеч, наука), наука о Земљиној атмосфери, која се бави изучавањем физичких својстава и стања атмосфере, динамике у разним њеним дијеловима и процеса који се у њој догађају, међу осталима и процеса који условљавају формирање и промјене времена

КЛИМА (Т) – (грч. *klima*, 2 *klimatos* – нагиб; има се на уму нагиб Земљине површине према Сунчевим зрацима), - **ПОДНЕБЉЕ**, - дугогодишњи режим времена у некој области на Земљи одређен географским условима.