

1.1 Egzogeni procesi i oblici

- reljef na Zemlji nastao je uzajamnim djelovanjem endogenih (unutarnjih) sila i egzogenih (vanjskih) procesa
- osnovni pokretač vanjskih procesa je Sunčeva energija koja pomoću atmosfere, vode i leda uzrokuje mnogobrojne procese (erozija, korozija i dr.)

Uništavanje i trošenje stijena

- važnu ulogu ima gravitacija
- u prirodi razlikujemo **mehaničko, kemijsko i organogeno** trošenje stijena

Mehaničko (fizičko) trošenje stijena

- trošenje koje dovodi do usitnjavanja čvrstih stijena u veće ili manje komadiće stijena
- ne dolazi do kemijske promjene – raspadnuti komadići zadržavaju ista svojstva kakva su imali prije raspada
- ovako trošenje stijena često je u pustinjskim (radi velike dnevne temperaturne amplitude) i hladnim (radi vode koja se zaledi u pukotinama stijena i uzrokuje njihovo pucanje) predjelima

Kemijsko trošenje stijena – korozija

- do korozije dolazi radi niza kemijskih reakcija u stijeni, pri čemu se mijenja kemijski sastav stijene
- karakteristično za krške krajeve gdje voda uz ugljik dioksid (CO_2) korozivno djeluje na stijenu i stvara razne oblike

Organogeno trošenje stijena

- način trošenja stijena djelovanjem različitih živilih organizama
- biljke svojim korijenjem mehanički drobe i usitnjavaju stijene, a istovremeno ispuštaju kemikalije u stijene i na taj način doprinose lomljenju

Denudacija – zajednički naziv za sva razorna djelovanja vanjskih procesa koji dovode do ogoljivanja terena

- denudacijski procesi:
 1. **erozija** – razorno djelovanje vode, vjetra i leda
 2. **derazija** – djelovanje gravitacijske sile koja utječe na spiranje, klizanje, odronjavanje i sl.
 3. **korozija** – kemijsko djelovanje na stijene

Padine i padinski procesi

- svi nagnuti dijelovi Zemljine površine nazivaju se **padine**
- prema obliku, padine mogu biti **konveksne** (ispupčene) i **konkavne** (udubljene), **normalne, kose** i u obliku **strmca** (ako je nagib veći od 55°)
- padinski procesi:
 1. **spiranje** – najčešći padinski proces
 - nastaje pod utjecajem padalinskih voda i tekućica koje odnose usitnjeni rastrošni materijal u niže dijelove
 - spiranje je snažnije na nepropusnoj podlozi (glina)
 - na spiranje utječe podloga, biljni pokrov i nagib padine
 2. **klizanje** – padinski proces koji nastaje iznenada pri čemu se rastresiti materijal lagano spušta niz padinu
 3. **puzanje** – nastaje kada se površinski rastrošni materijal navlaži ili kada se nalazi iznad zaleđenog stjenovitog tla
 4. **tečenje** – zbog stalno zaleđenog tla u dubljim dijelovima podloge dolazi do tečenja zemljишta na površini
 5. **odronjavanje** – javlja se na strmijim dijelovima padine kad se kompaktne stijene nađu na mekanoj podlozi koja mijenja volumen radi upijanja vode – kompaktna stijena gubi čvrsti oslonac i propada
 6. **urušavanje** – padinski proces koji se veže uz strmce kad stijenska masa gubi stabilnost i urušava se
- u podnožju padine se akumulira materijal i stvara **pedimente** – predgorske stepenice

1.2 Fluvijalni procesi i oblici

- **fluvijalni** (dolinski reljef) nastaje kombiniranim djelovanjem tekućica i spiranjem padina – stvaraju se izdužene doline koje se pružaju u smjeru otjecanja rijeke
- **voda temeljnica** (izdan) je voda koja ponire i popunjava slobodne međuprostore (šupljine i pore) između propusnog i nepropusnog sloja – izvire na površinu i tvori tekućice
- rad tekućica oblikovao je većinu današnjeg reljefa, posebno u holocenu

Riječna erozija

- tri etape stvaranja fluvijalnog reljefa: erozija, transport (prenošenje) i akumulacija (taloženje)
- riječni tok se dijeli na gornji, srednji i donji
- **riječna erozija** je proces pri kojem tekućica usijeca i produbljuje tok u stijenskoj podlozi te počinje stvarati riječnu dolinu
- **dubinska erozija** nastaje u gornjem toku rijeke radi većeg nagiba i veće kinetičke energije rijeke na tom dijelu – materijal koji rijeka nosi je krupniji (kamenje je veće)
- **bočna erozija** – proces širenja riječnog korita i dolinskih strana – nastaje u srednjem i donjem toku gdje je kinetička energija rijeke manja pa ona širi korito i ne produbljuje ga – materijal koji nosi rijeka je sitniji

Transport materijala

- u srednjem i donjem toku rijeke dolazi do transporta erodiranog materijala iz gornjeg dijela toka
- **slapovi** – riječni tok se stubasto preljeva (Krka)
- **vodopadi** – riječni tok pada iz višeg u niže korito (Angel Falls u Venezueli, Niagara) – vrlo snažna erozija tla
- **regresijska erozija** – kada vodopad potkopava prag i dolazi do unazadnog pomicanja vodopada (Niagra, Iguacuu i Zambezi)
- **piraterija** (gusarsrstvo) – kada rijeka regresivnom erozijom probije razvodnicu i proširi se u drugo porječe

Akumulacija materijala

- najčešće se događa u donjem toku rijeke gdje brzina rijeke slabi, a time i transportna moć rijeke, pa dolazi do akumulacije materijala
- **meandri** – zavoji u koritu rijeke koji se stvaraju radi vijuganja rijeke
- **mrvaje** – kada zavoji bivaju odsječeni od rijeke, stvore se potkovasta jezera
- **riječni sprudovi i riječni otoci (ade)** – otoci nastali akumulacijom materijala u rijeci (koji je probio na površinu)
- **naplavne (aluvijalni) ravni ili poloji** – kada rijeka poplavi i taloži nanose na dolinu
- **terasne nizine** – naplavne ravni koje više ne popavljuje rijeka pa se stvaraju stubasto poredane riječne terase (najviša terasa je geološki najstarija) – vrijedna agrarna područja
- **delta** – razgranato ušće rijeke (delta Mekonga, Nila, Mississippija, Volge, Inde, Dunava...) – vrlo plodna tla radi aluvijalnih nanosa

Riječna dolina

- **dolina** - osnovni oblik koji nastaje razornim djelovanjem rijeka
- doline se sastoje od riječnog korita, dolinskih strana i naplavnih ravni
- prema **uzdužnom profilu** doline mogu biti **jednostavne i složene**
- **jednostavne doline** – one doline koje se postupno šire od izvora prema ušću – vrlo rijetke
- **složene doline (komopozitne)** – karakterizira ih izmjena proširenja (kotlina) na mekšim i nepropusnim stijenama te suženja (sutjeska ili klanac) koji se javljaju na čvršćim i propusnim stijenama
- prema **pružanju glavnih reljefnih oblika** doline se dijele na **transverzalne** (poprečne) i **longitudinalne** (uzdužne)
- **transverzalne** (poprečne) **doline** – one koje pod određenim kutom presijecaju glavne oblike reljefa (npr. Krka, Vrbas, Bosna)

- **longitudinalne** (uzdužne) **doline** – pružaju se usporedno s pružanjem glavnih oblika reljefa, pogodnije su za naseljavanje i gospodarski su mnogo važnije (npr. srednji tok Save)
- u prirodi je rijetko koji tok u potpunosti transverzalni ili longitudinalni, većinom je to smjena jednog i drugog tipa na pojedinim dijelovima toka rijeke – npr. Dunav – na izvoru u Schwartzwaldu teče oblikujući longitudinalnu dolinu, a približavajući se svom ušću kod Đerdapa okomito siječe glavne oblike reljefa i stvara transverzalnu dolinu

1.3 Marinski i jezerski procesi i oblici

- **obala** – uski pojas kopna koji graniči s morem ili jezerom – na njem nastanak utječe rad morskih ili jezerskih valova
- većina obale nastaje destruktivnim (razarajućim) utjecajem valova – **86%** svjetske obale, dok je manji dio nastao akumulacijom – **14%** svjetske obale

Destruksijski (abrazijski) oblici obale

- **abrazijska razara** – razaran rad valova – očituje se u unazadnom pomicanju obale (najočitija na Britanskom otoku gdje godišnje odnese 1 km² kopna, zatim na Sjevernom moru i kanalu La Manche)
- abrazijsko djelovanje najsnaznije je na strmim obalama izloženim stalnom udaru vjetra
- najznačajniji abrazijski oblici obale su: **klif, valna potkapina, abrazijska terasa, žal i ostenjak**
- **klif** (strmac) – strma obala koja se poput zida izdiže iznad morske razine
- **valna potkapina** – potkopavanjem obale na morskoj razini nastaje polukružna udubina u stijeni
- daljnijim radom valova, potkapina se urušava i nastaje novi klif koji se povlači
- u podnožju klifa formira se blaga kosina – **abrazijska ravan** (obalna terasa)
- **ostenjaci** – otporniji stjenoviti dijelovi koje strše iz mora (otočići)
- nakon nekog vremena, abrazijska ravan postaje toliko prostrana da valovi ne mogu dohvati obalu, već uglavnom talože abradirani materijal i time oblikuju **žal** – obala sa nanesenim šljunkom ili pijeskom

Akumulacijski oblici obale

- abrazijski tipovi obale nastaju na niskim obalama kada dolazi do prestanka prijenosne moći vala, morskih mijena i morskih struja
- djelovanjem abrazije i tekućica, dolazi do akumulacije golemih količina razorenog materijala i pijeska koji se transportira i taloži djelovanjem tekućica sa kopna, morskih struja i vjetra
- zbog stalnog djelovanja obalnih struja pijesak se taloži duž obale i formira **pješčani sprud ili lido**
 - sprudovi mogu biti dugi nekoliko stotina kilometara (sprud lido kod Venecije) pa i do nekoliko tisuća kilometara – duž obale Meksičkog zaljeva – zove se pregrada (bar)
- ako pješčani sprud zatvori dio kopna, nastaju **lagune**
- ako se sprud veže uz istaknute rtove i zatvori more, onda nastaje **zaljev ili liman**
- ako se sprud jednim svojim krakom veže za rtove ili poluotoke, onda nastaje **strelka** (primjer Zlatni rat na Braču)
- ako se otoci nalaze blizu obale, na obalnoj strani talože se sprudovi koji povezuju otok s kopnom i tako nastaje **tombolo** (primošten)
- djelovanjem morskih struja i vjetra, nastaju **obalne dine**

Vrste obala

- prema postanku, obale mogu biti:

1. abrazijske
2. ingresijske
3. organogene
4. kombinirane

- **Abrazijske obale** nastaju na područjima gdje je vrlo intenzivno djelovanje valova koji su stvorili klif, abrazijske ravnini, sprudove i žala
- kod takvih obala nagib strmca je veći od 55° - **abrazijski klifovi**
- na Jadranu su najvećim djelom abrazijski klifovi nastali rasjedanjem – **tektonski strmci** – pučinska strana Dugog otoka, Šolte, Hvar, Mljet, Unije
- **Ingresijske obale** su obale koje nastaju potapanjem nakon što je završilo posljednje ledeno doba (würmska ili wisconsinska glacijacija) – more se podiglo za 120 m i potopilo rubove kontinenata – primjer Dalmatinski tip obale – sinklinale su pretvorene u kanale, a antiklinale u otoke i poluotoke
- ingresijske obale se dijele na: fluvijalne, glacijalne, krške i eolske
- fluvijalne obale obilježavaju dvije osnovne vrste riječnih ušća – **delta i estuarij**
- **delta** – naplavna ravnica na niskim obalama kod koje se riječno ušće pri izljevanju u more račva u više rukavaca – akumulacija je izraženija od transporta – najveća delta Bengal (rijeka Ganges i Brahmaputra), Nil, Mississippi, Dunav i Volga
- delta nastaje na obalama sa slabim morskim mijenama i strujama
- **estuarij** – ljevkasto riječno ušće kod kojeg se riječna voda miješa sa morskom
- estuarij nastaje na obalama sa velikim amplitudama morskih mijena – pogodni za izgradnju luka – estuarij La Plate, sijeke St. Lawrence (Quebec), Labe (Hamburg), Temze (London) i Gironde (Bordeaux)
- **rijas** – posebna vrsta estuarija – strmih obala nastao potapanjem riječnog ušća i donjih dijelova riječne doline – Raški kanal, Raški kanal i Šibenski zaljev te Boka kotorska
- **fjordovi** – (glacijalna ingresija) – zaljevi nastali potapanjem ledenjačkih dolina – duboki, uski zaljevi strmih padina
- **krške ingresijske obale** javljaju se u krškim područjima koje je potopila morska voda (ponikve, uvale, polja u kršu, zavale)
- **eolske obale** – oblikuju se potapanjem udubina između pustinjskih uzvisina (dina) – vrlo rijedak oblik obale – jugoistočne obale Kaspijskog jezera i istočne obale Aralskog jezera
- **organogene obale** – nastaju djelovanjem biljaka (fitogene obale) ili životinja (zoogene obale) – koraljni tip obale i obale s mangrovama
- **kombinirane obale** nastaju djelovanjem više različitih čimbenika

1.4 Glacijalni reljef

- zauzima oko 10% površine planeta – 16 mil. km²
- **glacijali** – hladnija geološka razdoblja tijekom kojih je led oblikovao reljef
- kroz prošlost Zemlje postojalo je nekoliko glacijala, a neki su trajali i po desetak mil. godina
- posljednji glacijal – würmska / wisconsinska oledba – more je bilo niže za oko 120 m – prije 11 500 god. završava ledeno doba i nastupa razdoblje interglacijsala

Formiranje leda

- led nastaje iznad **snježne granice** – visina iznad koje je snijeg prisutan cijele godine
 - visina snježne granice ovisi o geo. širini – na ekvatoru – 6 000 m; Alpe – između 2 500 – 3 000 m; Aljaska – 600 m; južni Grenland – 90 m
- **zrnati led ili firn** – led koji se stvara u planinama prokapljivanjem vode u slojeve snijega – višegodišnji snijeg zrnate strukture koji nastaje u planinama i tvori ledenjake
- zrnati led se postupno pretvara u kompaktnu ledenu masu – **ledenjački led**
- razlikujemo dva tipa ledene mase:
 - dolinski ledenjaci
 - ledenjački pokrov (eng. *inland ice*)

- **ledenjaci** su ledeni tokovi koji se kreću, a **ledeni pokrovi** su akumulirane mase leda koje prekrivaju velike površine antarktičkih, arktičkih i subarktičkih krajeva
- nastanak ledenjaka vezan je uz postojanje riječne doline koja je nastala prije glacijalnog razdoblja – u gornjem toku se formira **firn**, koji onda svojom težinom formira polukružnu udubinu – **cirk (karnica)** – iz cinka se ledeni tok kreće i pri tome erodira podlogu i nosi rastrošni materijal – **til**
- **egzaracija** – trošenje i brazdanje podloge pod utjecajem ledenjaka – destrukcijsko djelovanje ledenjaka na podlogu
- brzina kretanja ledenjaka ovisi o nagnutosti terena, količini leda, izgledu doline i temperaturi – u Alpama – oko 0.5 m/dan; Grenland – do 30 m/dan
- spuštanjem ledenjaka u riječne doline nastaje **ledenjačka dolina**
- **morene** – nakupine materijala koji nosi ledenjak – veličine od čestica do gromada kamenja – površinske, rubne, podinske ili unutrašnje i čeone ili završne morene
- akumulativni oblici nastali akumulacijom tila:
 - ozar (ekser) – izdužene uzvisine
 - drumlini – eliptični brežuljci
 - komčići – zobljene uzvisine
 - kam – kupolasta nakupina tla
- **ledeni pokrovi** – velike i slabo pokretne mase leda koje svojom težinom pritišću podlogu i tako je postupno uravnuju
- **strije** – brazde koje je udubio led u stijeni

Periglacijski procesi i oblici

- **periglacijska područja** su rubna glacijalna područja gdje je srednja godišnja temperatura **niža od 0°C**
- najzastupljeniji reljefni oblik ovog područja je **stalno zamrznuto tlo** (eng. *permafrost*; rus. *merzlota*)
- **stalno smrznuta tla** raširena su uz sjevernu polarnicu i karakteristična su za tundre Sibira, Aljaske i sjeverne Kanade – debljina permafrosta i do nekoliko stotina metara
- ljeti se gornji sloj otopi, a ako je nagib terena veći od 20°, može doći do **gelisoliflukcije** – tečenja zemljišta
- **pingo** – uzvisina koja nastaje zbog pojave leda u tlu – ljeti se voda povuče u tlo, zimi se zaledi i izdiže tlo iznad sebe

1.5 Eolski procesi i oblici

- područja u kojima se najviše očituje utjecaj vjetra su pustinje
- **pustinje** – mjesta koja godišnje primaju manje od 250 mm padalina i imaju veću količinu isparavanja od količine padalina koju primaju
- **aridna** područja (do 250 mm padalina god.) i **semiaridna** područja (250 do 500 mm padalina god.)
- visoke dnevne temperaturne amplitude – više od 60 °C
- pustinje zauzimaju 1/3 površine Zemlje – najveće Sahara

Širenje pustinja (dezertifikacija)

- dezertifikacija – proces nestajanja obradivih površina i širenja pustinja
- najizraženija uz rubna područja pustinja – rubna područja Sahare (Sahel)
- širenje pustinje je moguće zaustaviti sadnjom biljaka (primjer u Kini – veliki zeleni kineski zid)
- čimbenici koji utječu na razmještaj pustinja:
 - **geografski položaj** – većina pustinja nastaje u subtropskim područjima oko obratnica – polja visokog tlaka zraka i područja puhanja pasata – Sahara, Kalahari, Velika pješčana pustinja, Viktorijina pustinja

- **kontinentalnost** – udaljenost od mora smanjuje dotok vlažnog zraka i povećava aridnost – Gobi, Takla Makan, Karakum, Kizlikum
- **reljefna izoliranost** – položaj u zavjetrini planina smanjuje prolaznost vlažnih zračnih masa – Kalahari, Mojave, Patagonija
- **hladne morske struje** – smanjuje intenzitet isparavanja morske vode i uzrokuje dotok suhog zraka s mora na kopno – Atacama i Namib

Vrste pustinja

- postoje 4 tipa pustinja (s obzirom na gore spomenute čimbenike):
 1. subtropske
 2. obalne
 3. pustinje u kišnoj sjeni
 4. unutarnje pustinje
- pustinje s obzirom na sastav: **pješčane, kamenite, šljunkovite i glinovite pustinje**
- **hamade** (kamenite pustinje) – nastale snažnim djelovanjem vjetra koji je ogolio stjenovitu podlogu
- pjeskovite pustinje – u Aziji se nazivaju **kum** (Karakum, Kazilkum), a u Africi **erg**
- **seriri** (šljunkovite pustinje) – karakteristične su za zatvorene zavale iz kojih je vjetar ispuhao pjesak
- **takiri** (glinovite pustinje) – rijetke, najčešće uz obale mora i jezera (Kaspjsko jezero)
- prema termičkom režimu, pustinje se mogu podijeliti na **tople** (sve srednje mjesecne temp. su iznad 6 °C - Sahara) i **hladne** (sve mjesecne temp. su niže od 6 °C - Gobi)

Deflacija i korazija

- razorno djelovanje vjetra (eolska erozija) očituje se procesima **deflaciјe i korazije**
- **deflacija** – proces ispuhivanja i raznošenja sitnih čestica u smjeru puhanja vjetra
- **korazija** – kada čestice nošene vjetrom stružu, nagrizaju i ruše stijenu ili površinu – najjača na visini od 1 m
- **gur** – gljivoliki ostjenak koji je u središnjem dijelu istanjen zbog korazivnog djelovanja vjetra - *gljivasti kameni reljefni oblik u pustinjama nastao korazijom nižih (przemnih) dijelova stijena. Takvi oblici se ruše kad im se osnovica jako suzi, te tada ponovo pri tlu bivaju izloženi koraziji*
- **dine** (sipine) – uzvisine nastale taloženjem pijeska, različitih oblika i dimenzija – mogu biti pokretne i učvršćene
- najčešće vrste dina su srpaste (barhane) – Sahara, Kazahstan, francuska atlantska obala, Kalifornija i dr.
- pustinje po veličini:
 1. Sahara – 9,1 mil. km²
 2. Arapska pustinja – 2,33 mil. km²
 3. Gobi – 1,3 mil. km²
 4. Kalahari – 0,9 mil. km²
 5. Velika Viktorijina pustinja – 0,65 mil. km²
 6. Sirijska pustinja – 0,52 mil. km²
 7. Pustinja velike zavale – 0,5 mil. km²
- **vadij** – suho riječno korito; u Australiji se zovu **creeks**

1.6 Krški reljefni oblici

- pojam **krš** uglavnom se veže za reljef i hidrografiju **vapnenačkih stijena** (CaCO_3), a na **dolomitnim stijenama** razvijen je tzv. **fluviokrš**
- u stranoj literaturi za krš se koristi termin **karst**
- **kako nastaje krš** → procesi koji oblikuju krš posljedica su pukotinske cirkulacije vode koja uz pomoć ugljikovog dioksida (CO_2) koji u sebi sadržava, otapa čvrsti vapnenac – kalcijev karbonat (CaCO_3) i pretvara u topljivi kalcijev hidrogen karbonat – time dolazi do otapanja karbonatnih stijena – „stijena polako nestaje“

Krš umjerenih širina i krš tropskih krajeva

- **krš tropskih krajeva** karakterističan je za prostore tropске vlažne klime jugoistočne Azije i Srednje Amerike
 - radi brze korozije vapnenac se brzo mijenja i nastaju krške zaravni – npr. poluotok Yukatan
 - **kupasti krš** – osamljene uzvisine strmih padina
- **krš umjerenih širina** – dinarski krš – karakterističan za Dinaride
 - građen od karbonatnih stijena vapnenca i dolomita
 - prisutan rasprostranjen i složen sustav podzemnih šupljina
- razlikujemo **podzemne i površinske krške oblike**

Podzemni krški oblici

- zbog poniranja vode dolazi do različitih podzemnih krških oblika
- **speleologija** – znanstvena disciplina koja se bavi proučavanjem fizičkih, geoloških i bioloških aspekata podzemnih oblika
- **najvažniji podzemni krško oblici:**
 - **jame**
 - **špilje**
 - **kaverne**
- jame i špilje sa više ulaza nazivaju se **špiljskim / jamskim sustavima**
- ulaz u špilju je horizontalan, a u jamu vertikalni
- **jame** – pretežno okomite udubine koje nastaju mehaničkim i korozivnim proširivanjem pukotina
- imaju nagib veći od 45° i dublje su od 5 metara
- rijetke su dublje od 1000 m, u Hrvatskoj imamo 3 dublje od 1000 m
- **najdublja jama (jamski sustav) u Hrvatskoj je Lukina jama – Trojama – 1431 m dubine**
- **špilje** (pećine) – udubljenja koja su se razvila vodoravno ili s nagibom manjim od 45°
- najduži špiljski sustav je sustav Mamutove špilje i špilje Flint Ridge u SAD-u – 527 km dug
- najpoznatiji špiljski sustav u Hrvatskoj su Cerovačke špilje; a najveći špiljski sustav Kita Gačešina – Draženova puhaljka – 23 km duga (oba blizu Gračaca)
- **kaverne** – zatvorene šupljine u krškom području
 - otkrij se tijekom bušenja tunela, kamenolomskih radova i sl. i tada prestaju biti kaverne
- špiljski ukrasi – različiti akumulacijski oblici kalcij karbonata
 - **stalagmiti** – stupovi koji se dižu s dna špilje
 - **stalaktiti** – oblici kristalnih stupova koji vise sa špiljskih svodova
 - **stalagnati** – nastaju spajanjem stalaktita i stalagmita – špiljski stupovi

Površinski krški oblici

- nastaju procesom korozije karbonatnih stijena, a to su:
 - škrape
 - kamenice
 - ponikve
 - uvale
 - zavale polja u kršu
 - zaravni
- **škrape** – uski žljebovi oštrih bridova koji su nastali otjecanjem vode niz kamene vapnenačke blokove
 - mogu biti u obliku žljebova (na strmim stijenama) i mreža (na blago nagnutim stijenama)
 - gusta premreženost škrapa na nekom području naziva se **škrapara** (ljuti krš)
- **kamenice** – mikroreljefni oblici na kompaktnim blokovima vapnenca – male rupe u velikim stijenama (manje od 1 m i pliće od 20 cm) – najčešće ispunjene vodom ili lišćem
- **ponikve** – ljevkasta udubljenja u kršu širine do nekoliko stotina metara
 - najčešći površinski oblik u kršu
 - prema nastanku dijele se na **normalne** (nastaju korozijom) i **urušne** (nastaju kada se uruši krovinski dio podzemne pukotine) – primjer Modro i Crveno jezero kod Imotskog
 - ponikve su agrarno važne radi nakupina crvenog tla na njihovom dnu
 - boginjavi (kozičavi) krš – ako je na nekom krškom području gustoća ponikvi veća od 40 – 60 ponikava/km²
- **uvale u kršu** – veće duguljaste udubine koje su nastale korozijom i mehaničkim djelovanjem vode
 - dimenzije: 500 – 1000 m duljine i oko 250 m širine
 - dno ispunjeno crvenicom i ponikvama
- **zavale polja u kršu** – najveće krške udoline koje su izdužene u smjeru pružanja slojeva ili se formiraju duž rasjeda
 - dimenzije: 2 do 50 km duljine i širine nekoliko stotina metara do petnaestak kilometara
 - nastale su tektonskim pomacima, a dna su zaravnjena radi taloženja materijala
 - sadrže stalne ili povremene tokove rijeka koje obično poniru
 - važna područja za agrarno iskorištavanje i naseljavanje – Lika i unutrašnjost Dalmacije
- **zaravni u kršu** – javljaju se u tropskim područjima ili u umjerenim širinama, a predstavljaju relikt koji podsjeća na nekadašnju tropsku klimu u tim krajevima
 - kineska pokrajina Yunnan, meksički poluotok Yucatan, u zapadnoj Istri i djelu sjeverne Dalmacije

1.7 Biogeni i antropogeni procesi i oblici

Biogeni procesi i oblici

- **koraljni grebeni** – ubrajaju se u organogene, tj. zoogene obale
 - nastaju rastom koraljnih kolonija u plitkim, čistim i toplim tropskim morima
 - sastoje se od izduženih koraljnih sprudova koji se uglavnom nalaze ispod površine mora
 - duljine su i do 2 000 km – Veliki koraljni greben uz obale Australije
- ako se koraljni greben veže uz vulkanske otoke koji se postupno snižavaju i tonu ispod mora, onda nastaju koraljni oblici – **atoli**
- **atoli** – koraljni greben prstenastog oblika koji zatvara plitku lagunu na mjestu nekadašnjeg vulkanskog otoka (najčešći su u Tihom oceanu)
- **fitogeni oblici obale** – nastaju rastom hidrofilne vegetacije – **mangrove šume** u priobalju Nove Gvineje, zapadne Afrike, Venezuele, Filipina...

Antropogeni procesi i oblici

- najveći utjecaj čovjeka na reljef događa se u posljednjih 200 godina
- sječa šuma – izaziva denudaciju, eroziju i spiranje tla
- industrijalizacija – skretanje tokova rijeka radi hidroelektrana, akumulacijska jezera, brana
- dovodi se voda do suhih i pustinjskih krajeva – mijenja se pustinja
- **polderi** – otimanje morskih područja i pretvaranje u kopno – Nizozemska
- betonizacija obale izgradnjom luka, marina

2. KLIMA NA ZEMLJI

2.1 Vrijeme i klima

- **vrijeme** – trenutačno stanje atmosfere nad nekim mjestom (područjem)
- **meteorologija** (grč. *meteoros* – visok, na nebu) – znanost koja se bavi proučavanjem i promjenama u atmosferi
- **sinoptička meteorologija** – dio meteorologije koji se bavi prognoziranjem vremena
- vrijeme se određuje prema dominantnom ili najvažnijem elementu – npr. sunčano (bez obzira na par oblaka) ili vjetrovito (bez obzira na snagu vjetra ili količinu sunca i oblaka)
- **klima** (grč. *klima* – područje, mjesti) – prosječno stanje atmosfere nad nekim područjem
 - potrebno je višegodišnje opažanje i mjerjenje, najčešće od 30 godina iz čega se onda izračunavaju prosječne vrijednosti koje određuju tip klime
- **klimatologija** – znanost koja se bavi određivanjem klime
- **klimatski elementi** – pokazatelji koji određuju klimu nekog prostora: **Sunčev zračenje, temperatura zraka, tlak zraka, vjetar, vlaga, naoblaka, padaline i snježni pokrivač**
- klimatski elementi se mijenjaju pod utjecajem **klimatskih čimbenika** (modifikatora), a to su: Zemljina rotacija i revolucija, geografska širina, atmosfera, nadmorska visina, raspored kopna i mora, udaljenost od mora, morske struje, tlo i vegetacija te utjecaj čovjeka

Sastav i struktura atmosfere

- **atmosfera** je Zemljin plinoviti omotač koji se zajedno s njom okreće oko Zemljine osi
- do 40 km nalazi se 99% mase atmosfere
- prema temperaturi atmosfera se može podijeliti na 4 sloja koja su međusobno odijeljena međuslojevima prijelaznih obilježja (pauze): troposfera, stratosfera, mezosfera i termosfera (
- **troposfera** – najniži i najgušći sloj atmosfere
 - gornja granica oko 9 km (na polovima) i 15 km (na ekvatoru)
 - sadržava gotovo svu vodu pa se u ovom sloju nalaze oblaci i nastaje glavnina padalina
 - s porastom visine temperatura opada do -60°C
 - u troposferi nastaje većina procesa koji oblikuju vrijeme
 - troposfera završava prijelaznim slojem – **tropopauzom**
- **stratosfera** – u ovom se sloju stvara veća količina ozona (O_3) pa se dio ovog sloja naziva **ozonosfera**
 - visina do 50 km
 - temperatura raste s porastom visine
 - završava **stratopauzom**
- **mezosfera** – najhladniji dio atmosfere (temp do -90°C)
 - s porastom visine temperatura opada (do -90°C)
 - visine od 50 do 80 km
 - završava **mezopauzom**
- **termosfera** – karakterizira je povećanje temperature i visok stupanj ionizacije pa se ovaj sloj naziva **ionosfera**
- **egzosfera** – nalazi se iznad 1000 km visine i čini vanjski dio atmosfere u kojem je zrak jako razrijeđen

- **kemijski sastav atmosfere** – dušik 78%; kisik 21% i ostali plinovi 1% (najvažniji ugljik dioksid - CO₂)
- ostale primjese: vodena para, brojne plinovite, krute i tekuće čestice
- **aeropolutanti** – tvari koje onečišćuju atmosferu – najvažniji su sumporov dioksid (SO₂) i ugljikov dioksid - CO₂) koji izazivaju **kisele kiše** (kisele padaline)
- **smog** – mješavina magle i dima, posebno prisutan u velikim gradovima gdje ima industrije i gustog prometa tijekom zimskih mjeseci
- **kloroflouroglici (CFC) – freoni** – posebno opasna vrsta aeropolutanata – uništavaju ozon i stvaraju **ozonske rupe**

2.2 Temperatura zraka

- **temperatura zraka** je toplinsko stanje atmosfere izmjereno termometrom
- glavni izvor topline je **Sunčeva zračenje ili radijacija** – ukupna količina energije koju zrači Sunce
- **insolacija** – trajanje sijanja Sunca
- do Zemljine površine dođe 47% Sunčeve radijacije, a zagrijavanje ovisi o geo. širini (kutu upada Sunčevih zraka), trajanju dana, nagibu i insolaciji
- atmosfera se više zagrijava **dugovalnom (terestričkom) radijacijom** nego izravnom – dugovalno zračenje se uglavnom zadržava u troposferi, pa su slojevi bliži površini ujedno i topliji
- **efekt staklenika** – proces zadržavanja topline u atmosferi – za zadržavanje topline važni su CO₂ i vodena para

Mjerenje temperatura

- temperatura zraka mjeri **se u sjenovitom mjestu i na visini od 2 m** (meteorološka kućica)
- sinoptički termini su univerzalni za cijeli svijet, propisuje ih WMO (Svjetska meteorološka organizacija) i vrše se svaka tri sata, a glavni termini su: u ponoć, 6, 12 i 18 sati prema UTC-u
 - hrvatski termini mjerenja: 1, 7, 13 i 19 sati
- **klimatološki termini** za mjerenje vremena su 7, 14 i 21 sat
- **srednja dnevna temperatura** izračuna se zbrajanjem vrijednosti u 7, 14 i dva puta u 21 sat te dijeljenjem zbroja sa 4 – izražava se u Celzijevim stupnjevima (°C)
- promjene temperature koje nastaju tijekom dana pokazuju **dnevni hod temperatura**
- **dnevna amplituda temperature** – razlika između najviše i najniže temperature dana
- **srednja mjesecačna temperatura** – dobiva se zbrajanjem svih srednjih dnevnih temperatura i dijeljenjem zbroja sa brojem dana u mjesecu
- **srednja godišnja temperatura** – dobiva se zbrajanjem svih srednjih mjesecnih temp. i njihovim dijeljenjem sa 12
- **klimadijagram** – dijagram koji pokazuje godišnji hod temperatura i padalina
- **godišnja amplituda temperature** – razlika između srednje mjesecne temperature najtoplijeg i najhladnjeg mjeseca u godini

Utjecaj nadmorske visine i geo. širine na temperaturu

- s porastom visine (u troposferi) zrak se hlađe za 0,5 °C do 0,6 °C svakih 100 m – **vertikalni gradijent temperature**
- **temperaturna inverzija** (temperaturni obrat) – pojava kod koje temperatura raste s porastom nadmorske visine (povezano je s onečišćenjem atmosfere)
 - javlja se u konkavnim reljefnim oblicima (udubljenjima) i to uglavnom zimi – brzo noćno hlađenje podloge koje zagrije zrak iznad sebe – u Gospiću i na Zavižanu temp. inverzija zna biti i do 10 °C
- absolutno najniža temp. ikad izmjerena na Zemlji – postaja Vostok na Antarktici (-91,5 °C); a najviša izmjerena u Death Valley u Kaliforniji (56,7 °C) – absolutna temp. amplituda na Zemlji 148,2 °C
- **izoterme** – linije koje spajaju mjesta na kartama s jednakom temperaturom
- **termički ekvator** – crta koja spaja mjesta na karti sa najvišim vrijednostima temperature

2.3 Tlak zraka

- zrak nad nekim mjestom ima težinu, a ta težina je **tlak zraka** (atmosferski tlak)
- tlak zraka nad nekim mjestom odgovara trenutačnoj težini stupca zraka iznad te površine
- **hektopaskal** (hPa) – mjerna jedinica za mjerjenje tlaka – često se koristi i milibar (mbar)
- granica između niskog i visokog tlaka je **1013 hPa – normalan (srednji) tlak** – tlak zraka izmјeren na 45° s.g.š. na morskoj obali pri temp. 0 °C
- čimbenici koji utječu na promjenu tlaka zraka:
 1. **nadmorska visina**
 - tlak je najviši na površini Zemlje
 - svakih 10,5 m tlak zraka opada za 1 hPa – **barometrijska stopa**
 2. **temperatura zraka** – zagrijavanjem tlak zraka postaje lakši i rjeđi, a hlađenjem teži i gušći
 3. **vlažnost** – vlažan zrak je lakši od suhog (vodena para je lakša od zraka)
 - topli zrak ima viši tlak
- **barometar** – instrument za mjerjenje tlaka zraka – živin barometar i aneroid
- **barograf** – bilježi hod tlaka zraka kroz dan
- **izobare** – linije koje povezuju mesta na karti sa istom vrijednošću tlaka zraka

Polja tlaka i njihova raspodjela

- **polja tlaka** – područja s visokim ili niskim tlakom zraka
- **barometrijski maksimum** – sustav sa visokim tlakom zraka – na sinoptičkoj karti se označava slovom **V** i nad tim područjem se često pojavljuju **anticiklone**
- **anticiklona** – polje visokog tlaka zraka koje opada od središta prema rubovima uz istodobno spuštanje hladnog zraka u središtu – donosi stabilno i uglavnom vedro vrijeme
- **barometrijski minimum** – sustav sa niskim tlakom zraka – na sinoptičkoj karti se označava slovom **N** i nad tim područjem se često javljaju **ciklone**
- **ciklona** – polje niskog tlaka zraka – tlak zraka je najviši na rubovima, dok je u središtu najniži i uzdiže se – donosi nestabilno i kišovito vrijeme
- nad određenim područjima u određeno doba godine prevladavaju određena polja tlaka zraka – nad Euroazijom zimi je polje visokog tlaka zraka (tlo rashladi zrak iznad sebe), a ljeti polje niskog tlaka zraka (tlo zagrije zrak iznad sebe)
- na određenim dijelovima Zemlje tlak ostaje nepromijenjen – barometrijski minimum oko ekvatora i barometrijski maksimumi oko obratnica i polova

Strujanje zraka

- tlak uvijek teži izjednačenju
- **vjetar** – strujanje zraka iz područja višeg u područje nižeg tlaka zraka
- na smjer puhanja vjetra utječe Corioliusova sila – vjetrovi skreću prema zapadu od polova prema ekuatoru, a suprotno ako se kreće od ekvatora prema polovima
- ciklona i anticiklona se kreću prema istim zakonitostima kao i planetarni vjetrovi

2.4 Cirkulacija zraka

Vjetar

- **Vjetar** – horizontalno strujanje zraka iz područja višeg u područje nižeg tlaka zraka
- odrednice vjetra su: **brzina, smjer i jačina**
- **smjer** vjetra određuje se onom stranom svijeta iz koje vjetar puše (npr. bura puše iz SI)
- **anemometar** – sprava kojom se određuje brzina i smjer puhanja vjetra
- brzina se izražava u m/s a rjeđe u km/h – u izvješćima za pomorce se koristi **čvor** – nm/h (nautička milja na sat)
- brzina vjetra je veća što je veća razlika u tlakovima zraka te vrsta podloge (što manje trenje, vjetar je brži)

- **ruža vjetrova** – grafički pokazuje učestalost i brzinu (smjer) vjetra
- utjecaj vjetra na okoliš izražava se u **boforima** (Bf) – Beaufortova ljestvica
- prema veličini prostora nad kojim se događa, razlikujemo **primarnu, sekundarnu i tercijarnu cirkulaciju**

Primarna cirkulacija zraka - planetarna

- primarnu (planetarnu) cirkulaciju čine **stalni (planetarni) vjetrovi**
- smjer planetarnih vjetrova određen je globalnom raspodjelom tlaka zraka – pravilnije je nad oceanima
- planetarni vjetrovi su:
 1. **polarni istočni vjetrovi**
 2. **glavni zapadni vjetrovi**
 3. **pasati**
 4. **zimski monsuni**
 5. **ljetni monsuni**

polarni istočni vjetrovi

- pušu iz polarnih područja visokog tlaka prema polarnicama oko kojih je područje niskog tlaka zraka
- na sjevernoj polutci pušu kao sjeveroistočni, a na južnoj kao jugoistočni vjetrovi (radi rotacije Zemlje – Coriolisova sila)

glavni zapadni vjetrovi

- pušu iz područja subtropskih maksimuma prema područjima niskog tlaka zraka oko polarnica
- zbog rotacije Zemlje skreću i pušu iz smjera zapada
- topli su i pušu sa mora na kopno zimi – između 40° i 60° s.g.š i 35° i 65° j.g.š.

pasati

- pušu od obratnica (subtropski maksimumi) prema ekuatoru (ekvatorski minimum)
- na sj. hemisferi skreću udesno, a na južnoj ulijevo
- približavajući se ekuatoru, slabe, pa dolaze u područje **ekvatorskih tišina** (kalme) – jako uzlazno strujanje zraka

monsuni

- nastanak monsuna vezan je uz nejednako zagrijavanje kopna i oceana
- javljaju se u tropskim krajevima južne, jugoistočne i istočne Azije – **monsunska Azija**
- **zimski monsuni** – nastaju zimi kada se iznad rashlađenog kopna stvara polje visokog tlaka zraka, a iznad oceana polje niskog tlaka zraka (Tih i Indijski ocean) što uzrokuje strujanje zraka sa kopna na more
 - zimski monsun ne donosi kišu – zrak je suh
 - jače se osjeti u istočnoj nego u južnoj Aziji radi Himalaje koja ga blokira
- **ljetni monsuni** – pušu ljeti sa relativno hladnog mora (Indijski i Tih ocean) prema toploj kopnici
 - donosi padaline (obilne) jer se zrak nakupi vlage prelaskom preko oceana
 - monsuni su važni za život u područjima koja zahvaćaju (poljoprivreda, poplave...)

Zračne mase i fronte

- **zračne mase** – veliki volumeni troposferskog zraka koji poprime karakteristike (temperaturu i tlak zraka) podloge iznad koje se nalaze – npr. iznad pustinja, oceana ili hladnih područja
- horizontalne dimenzije su od 500 do 5000 km, a vertikalne 1 do 20 km
- polagano se premještaju preko nekog područja i donose dulja razdoblja nepromijenjenog vremena
- razlikujemo kontinentske (suhe) i maritimne (vlažne) zračne mase te hladne i tople
- osnovni tipovi zračnih masa:
 1. arktička i antarktička – između polova i polarnica
 2. polarne zračne mase – između polarnica i 35° g.š.
 3. tropske zračne mase – oko obratnica (15° - 35° g.š.)
 4. ekvatorske – oko ekvatora do 15° g.š.
- **frontalna ploha** – mjesto gdje dođu u doticaj zračne mase različitih svojstava – pojas širok oko 100 km
- **fronta** – mjesto presjeka frontalne plohe za Zemljinom površinom

Sekundarna cirkulacija

- sekundarnu cirkulaciju čine strujanja u ciklonama, anticiklonama i tropskim ciklonima
- **ciklone** – sustavi niskog tlaka zraka koji nastaju na mjestu doticaja zračnih masa različitih temperatura
- na vrijeme u Hrvatskoj utječu **Genovska** i **Islandska** ciklona
- **anticiklone** – suprotnost od ciklona – mogu nastati na svim dijelovima svijeta osim oko ekvatora
- formiraju se unutar jedne zračne mase i **nemaju fronti**
- nema naoblake a padaline su rijetke
- iz središta anticiklone zrak se spušta prema rubovima, pa on utječe na ciklone – pritječe u ciklone
- na vrijeme u Hrvatskoj utječu **Azorska** (ljeti) i **Sibirska** (zimi) anticiklona
- **tropski cikloni** – razvijaju se iz tropskih oluja nad toplim tropskim morima, češće na sjevernoj hemisferi
- u središtu je **oko ciklona** – vrijeme je mirno, dok prema njemu zrak vrtložno struji
- ciklon se premješta brzinom 16 do 24 km/h i promjer mu je do 2000 km
- naziv ciklon uobičajen je za Tih ocean, u zapadnom Pacifiku se zove **tajfun**, u zapadnoj polutci **hurricane** a u Australiji **willy-willy**
- **föhn** – topni vjetar u Alpama koji se spuštajući zagrijava i uzrokuje otapanje snijega i lavine – javlja se i u Stjenjaku (chinook) i Andama (zonda)
- **nepogode** – povremene i kratkotrajne promjene vremena velikih jakosti koje su ograničene na manja područja
 - uzrokuje ga uzlazno strujanje zraka izazvano zagrijavanjem
 - česti su u tropima
 - javljaju se oblaci kumulinimbusi koji izazivaju kišu, tuču, snijeg, jak vjetar, munje i grmljavinu – izražena vertikalna dimenzija oblaka (visina preko 5 km)
- između baze kumulinimbusa i podloge može se formirati **tornado** – spiralni vrtlog ispunjen vodenom parom i prašinom promjera do nekoliko stotina metara i za oko 100 hPa manjim tlakom u sredini
- brzina vrtnje tornada može biti i do 400 km/h, pa tornado usisava sve oko sebe i bacu u zrak
- pojava tornada najčešća je u Velikim ravnjacima SAD-a – aleja tornada (preko 700 tornada godišnje)

Tercijarna cirkulacija

- tercijarna cirkulacija obuhvaća lokalne vjetrove koji nastaju na doticaju kopna i mora te padinsku cirkulaciju
- **zmorac** – vjetar koji puše s mora na kopno jer se more preko dana sporije zagrijava
- **kopnenjak** – vjetar koji puše sa kopna na more jer se kopno preko noći brže ohladi od mora
- padinska cirkulacija – danik (dolinski vjetar) – puše iz doline u viša područja jer se prisojna strana brže ugrije
- noćnik (gorski vjetar) – puše noću kad se padine jako ohlade

2.5 Vlaga u zraku i padaline

Vlaga zraka

- vodena para u atmosferi je vlaga zraka – nastaje isparavanjem iz oceana i površine Zemlje
- absolutna vlažnost – broj grama vodene pare u kubičnom metru zraka
- relativna vlažnost – postotak zasićenosti zraka vodenom parom, odnosno odnos vlage u zraku i maksimalne vlage koju bi zrak pri određenoj temperaturi mogao primiti
- najveću relativnu vlažnost imaju polarni krajevi (80% i više) zbog niske temperature i ekvatorsko područje zbog velikog isparavanja i pritjecanja vlažnog zraka nošenog pasatima
- najmanje vlage imaju subtropska područja od 30 do 50%
- **zrak je zasićen** vodenom parom kad se u zraku nalazi maksimalna količina vodene pare koju može primiti
- **rosište** – temperatura na kojoj zrak postaje zasićen vodenom parom
 - ako je rosište iznad 0 °C, onda dolazi do kondenzacije – vlaga prelazi u kapljice
 - ako je rosište ispod 0°C, onda dolazi do sublimacije – vlaga prelazi u pothlađene kapljice, a ako je još niža temperatura (-12 °C) u kristaliće leda

Magla i oblaci

- **magla** nastaje kondenzacijom i sublimacijom vodene pare pri tlu
- magla se sastoji od vodenih kapljica i kristalića leda koji lebde u zraku
- **gusta magla** – ako je vidljivost manja od 200 m; **sumaglica** – ako je vidljivost 1 do 2 km
- **oblaci** nastaju kondenzacijom i sublimacijom vodene pare u atmosferi – građeni od sitnih kapljica vode i čestica leda
- **prema obliku** oblaci se dijele na 10 rodova:
 - cirrus (vlaknasti)
 - cumulus (grudasti)
 - stratus (slojeviti)
 - altus (visoki)
 - nimbus (kišni)
- **prema visini nastanka** rodovi oblaka pripadaju: **visokom, srednjem i niskom katu**
- **oblaci visokog kata** – sastoje se od ledenih kristala i nastaju na visinama iznad 6 km – uvijek su bijeli – **cirusi, cirokumulusi i cirostratusi**
- **oblaci srednjeg kata** – formiraju se na visinama od 2 do 6 km – sastoje se od ledenih kristala, pothlađenih kristala ili njihove kombinacije – **altokumulusi i altostratusi**
- **oblaci niskog kata** – imaju bazu na oko 2 km i sastoje se uglavnom od vodenih kapljica – **stratusi, nimbostratusi i stratokumulusi**
- **oblaci vertikalnog razvjeta** – posebna skupina oblaka – **kumulusi i kumulinimbusi**
- **naoblaka** – prekrivenost neba oblacima – mjeri se prema tome koliko je neba prekriveno oblacima
- naoblaka je veća nad morem pa je južna polutka oblačnija od sjeverne

Padaline

- **padaline** su oblici kondenzirane ili sublimirane vodene pare u zraku koji padaju na Zemljinu površinu
- kiša, snijeg i tuča padaju iz oblaka, doku inje, poledica, mraz i rosa nastaju pri tlu
- **rosa** – sitne kapljice koje nastaje kondenzacijom zbog brzog hlađenja tla i zraka pri tlu (rosište mora biti iznad 0°C) – ako je rosište niže od 0°C , onda nastaje **mraz**
- **inje** – vjetar nosi pothlađene kapljice vode koje se hvataju po predmetima i zaleduju (zalede se kad dodirnu čvrsti predmet ili jedna drugu)
- **poledica** – kada pothlađene kapljice vode padnu na tlo čija je temperatura niža od 0°C i odmah se zalede – nastaje tanak sloj leda
- **kiša** – nastaje u oblacima gdje se sitnije kapljice stapaju u krupnije i pod djelovanjem gravitacije padaju na Zemljinu površinu – može nastati i otapanjem kristalića leda u oblacima koji onda padaju na Zemlju
- **snijeg** – nastaje sporom sublimacijom vodene pare čija je temperatura niža od ledišta – pri tome se stvaraju ledeni kristali koji se sljepljuju u pahulje
- **tuča** – nastaje u oblacima velikih vertikalnih dimenzija (kumulinimbusi) – pothlađene kapljice vode se dižu i sljepljuju sa zrncima leda te brzo zalede – zrnca tuče nastaju od jezgre oko koje se nakupe slojevi leda uzastopnim spuštanjem i izdizanjem unutar oblaka – promjer zrnaca tuče od 5 mm do 5 cm
- prema načinu postanka razlikujemo **frontalne, orografske i konvekcijske padaline**
- **frontalne padaline** – topli zrak se izdiže duž fronti u ciklonama iznad hladnog zraka, hlađi se i kondenzira te tako nastaju padaline – slabijeg intenziteta ali zahvaćaju veća područja
- **orografske padaline** – uzrokovane reljefom – kada zračna masa najde na reljefnu prepreku, izdiže se, hlađi i kondenzira te nastaju padaline na privjetrinskoj strani – na zavjetrinskoj strani se zrak spuštanjem zagrijava svakih 100 m po 1°C te se naoblaka razbija – primjer Velebita i bure
- **konvekcijske padaline** – nastaju iznad jako zagrijane podloge od koje se zagrijava zrak i postaje lakši te se izdiže i hlađi za 1°C svakih 100 m – kada dođe to točke rosišta, kondenzira se i pada u obliku kiše
- **kišomjer** – mjeri količinu padalina a izražava se u **milimetrima padalina** – 1 mm padalina je količina vode od 1 l na površini od 1 m^2
- **godišnji hod padalina** – raspored i intenzitet padalina kroz godinu dana
- raspored padalina na svijetu je neravnomjeran – najveći dijelovi Zemlje imaju oko 500 mm padalina (suho i polusuho područje) – najviše padalina primaju tropi (Južna Amerika i Afrika) i monsunska Azija
- veću količinu padalina imaju područja uz more i reljefne uzvisine
- **izohijete** – crte koje na karti spajaju mjesta sa jednakom količinom padalina