

1. Meteorologie a klimatologie, definice, vývoj a členění. Význam při studiu geografie (příklady). Aplikovaná meteorologie a klimatologie. Agrometeorologie a fenologie.

Vývoj - 3 období:

1. do pol. 15. st – zahrnuje nesystematické poznatky a primitivní pozorování.

2. do pol. 17. st – soustavné pozorování a konstrukce prvních meteorologických přístrojů.

3. do současnosti – systematické pozorování a měření za použití stále lepších a novějších přístrojů.

Základy položil Aristoteles (kniha Meteórologik), Hippokratés (zakladatel lékařské bioklimatologie), Arabové (optické jevy v atmosféře – oběh vody). 15. – 18. stol. objevy a plavby – mapa monzunů a pasátů = první meteorologická mapa. 18. st. vysvětlení stáčení proudění vlivem rotace Země. Ferrel 19.st. atmosférická cirkulace. Základní meteorologické přístroje 16.-17. stol.

V 17. st. Jan Kepler působil v Praze. 1752 na hvězdárně Klementinum zahájena pravidelná meteorologická měření. Hanzlík 19.-20. stol. anticyklony a cyklony.

Meteorologie (logos; meteoros – vznášející se ve výši) – věda o zemské atmosféře, jejím složení, vlastnostech, jevech a dějích probíhajících v ní. Využívá především fyzikálních poznatků a metod řešení, označována jako fyzika atmosféry.

Hlavní úkoly studia:

Složení a stavba atmosféry, oběh tepla a tepelný režim atmosféry, oběh vody a její interakce se zemským povrchem, všeobecná cirkulace atmosféry, elektrické pole atmosféry, optické a akustické jevy v atmosféře.

Dělení podle zaměření:

Dynamická – formuluje a matematicky řeší vztahy a rovnice popisující statiku, dynamiku a termodynamiku atmosféry, cílem je objektivní, fyzikálně podložená předpověď počasí

Synoptická – analyzuje a studuje atmosférické jevy většího měřítka. Analýza a předpověď počasí.

Fyzikální – fyzika oblaků a srážek, nauka o záření v atmosféře, optických, elektrických a akustických jevech v atmosféře. Uplatňuje metody experimentální fyziky.

Družicová – získávání a zpracování dat z kosmického prostoru.

Radarová – využití radiofon v atmosféře k lokaci a posouzení meteorologických cílů

Aplikovaná meteorologie (odvětví)

biometeorologie – vzájemné vazby počasí a živých org. Součást bioklimatologie

agrometeorologie – vliv počasí na zemědělskou výrobu a její organizaci.

letecká a námořní meteorologie – řešení otázek souvisejících s námořní a leteckou dopravou.

Klimatologie (klima – sklon – nauka o podnebí) – klima zavedl Hipparchos, vyjádřil tak závislost klimatu na sklonu dopadajících paprsků slunce. „Věda o klatech Země, o podmínkách a příčinách jejich formování, věda o působení klimatu na člověka, objekty lidské činnosti člověka a naopak.“

Hlavní úkoly studia:

Utváření klimatu na Zemi a popis klimatických odlišností v jednotlivých regionech. Klasifikace podnebí a klimatických oblastí. Studium kolísání a změny klimatu a prognóza klimatu.

Dělení klimatologie:

Podle měřítka: Makro / mezo / topo / mikro

Podle studijních hledisek:

Obecná – obecné zákonitosti utváření podnebí a klimatických změn, vztahy mezi klimatickými faktory a jevy.

Regionální – studuje analyticky klimatické poměry vymezeného území, klimatická regionalizace

Teoretická

Aplikovaná – využití v praktických oborech

Podle metodického přístupu

Klasická – studuje prvky a jevy v jejich denním či ročním chodu podle kalendářních úseků (den, dekáda, měsíc). Používá se úhrn, průměr, četnost a z nich se stanovují normály. Poskytuje základní informace o podnebí místa.

Dynamická - pracuje s různě dlouhými obdobími, po která se na daném území vyskytuje urč. jev, podmínky. Zkoumá podnebí ve vztahu k radiační a tepelné bilanci. Zakladatel Švéd Bergeron

Synoptická – součást dynamické, vazby mezi cirkulačními typy počasí a tvorbou podnebí.

Komplexní – studuje klima na základě souborů vyjádřených na základě stanovených intervalů hodnot. Zpracování do tříd a typů počasí. Popis klimatu v tabelární podobě. Zakladatel Fedorov

Aplikovaná klimatologie:

Bioklimatologie – vztah podnebí a živé org.

Ekologická – přizpůsobivost rostlin a živočichů, závislost rozšíření na klimatických podmínkách, část bioklimatologie.

Historická – podnebí v historické době, na základě měření i nepřímých pozorování z doby předpřístrojové.

Klimatologie měst – problémy klima měst a aglomerací na úrovni mezo a mikroklimatu.

Lesnická – klimatické poměry lesa a vliv na pěstování dřeva, účinky lesa na okolí.

Agroklimatologie – vymezení efektivních oblastí pro chov zvířete a pěstování plodin.

Topoklimatologie – vliv georeliéfu a aktivního povrchu na místní klima.

Základní meteorologické prvky – sluneční záření, svit, teplota půdy, vzduchu, tlak a vlhkost vzduchu, výpar, oblačnost, atmosf. srážky, směr a rychlost větru.

Meteorologické jevy (**meteory**) – **hydrometeor** (z vody v pevném či kapalném skupenství – mlha, kouřmo, zvířený sníh, vodní tříšť), **litometeor** (částice pevné ne z vody – zákal, zvířený prach nebo písek, prachový nebo písečný vítr, kouř), **fotometeor** (světelný jev v atm. z odrazu, lomu, ohybu nebo interference světla – zrcadlení, chvění a soumrakové jevy – při radiačním, a v oblačích – halové jevy, korony, irizaci, glórie a dále duhy), **elektrometeor** (viditelný nebo slyšitelný projev atm. el. – bouřka, polární záře, oheň svatého Eliáše).

Agrometeorologie

Studium vlivu počasí a podnebí na zemědělství. Tvoří zemědělsko-meteorologické předpovědi, rozhodování o závlahových dávkách, ochraně před škůdci a nepříznivými meteorologickými jevy. Hodnotí klimatické poměry z hlediska vhodnosti užití pro zemědělství, vymezuje agroklimatické oblasti pro efektivní využívání, studuje mikroklima stájí, skleníků, skladů zemědělských produktů a jiných uzavřených prostor. Poskytuje podklady pro stavbu zemědělských objektů.

Agroklimatické podmínky území – teplotní podmínky vegetačního období ($t_d \geq 5,0^\circ\text{C}$), podmínky přezimování, vláhové podmínky a fenologické charakteristiky.

Agroklimatické členění ČR – používá se teplotní suma TS10, součet teplot za vegetační období kde $t_d \geq 10,0^\circ\text{C}$. Teplá makrooblast TS10 = 3100-2400 $^\circ\text{C}$, mírně teplá=2400-2000, chladná TS10=2000-1800.

Fenologie

Zkoumá časový průběh periodicky se opakujících životních projevů rostlin a živočichů a vazby fenologických fází k střídání povětrnostních a půdních podmínek ročních období.

Fáze rostlinné a živočišné:

Vzcházení - jsou vidět první nadzemní části rostlin. **Odnožování** – u většiny rostlin se objevuje v úžlabí spodního listu hlavního stébla vrcholk svinutého listu. **Metání** – vysunutí části klasu nebo laty, **žlutá zralost** (zrno zraje..), **plná zralost** (zrno vypadává), **všeobecné olistění**, **všeobecné kvetení**, **první zralé plody**.

První/hromadný výskyt škůdců, přílet/houfování/odlet ptactva, první zpěv.

Fenologické fáze nenastupují každý rok pravidelně, viz tabulky.

2. Úplný klimatický systém, jeho složky, vazby a jeho studium. Národní klimatický program.

Je tvořen 5 složkami: **Atmosféra, Hydrosféra, Kryosféra, Biosféra a povrch pevnin.** Složky 2-5 tvoří **aktivní povrch**. „**Aktivní povrch je ta část krajinné sféry, na které dochází k odrazu záření a kde současně probíhá přeměna radiační energie krátkovlnného slunečního záření na energii tepelnou.**“ Aktivní vrstva je trojrozměrný prostor, ovlivňuje tvorbu klimatu – významný klimatotvorný faktor. Prakticky nepřetržitě mezi nimi probíhají klimatotvorné procesy.

„**Počasí** označujeme jako okamžitý stav úplného klimatického systému“ a „**Klima** představuje statistický soubor všech stavů, jimiž prochází úplný klimatický systém během několika desetiletí.“

Změny v UKS – *podle rozměru* od topických až chorického po regionální a globální. *Podle časové proměnlivosti* – sezónní, meziroční a sekulární (10ti letí a století). Nejproměnlivější je atmosféra a nejdelší relaxační čas vykazuje kryosféra (až miliony let). Klima Země bylo, je a bude proměnlivé, záleží jen do jaké míry je to přirozený pohyb a kde už je to ovlivněné činností člověka. Rozhodující charakteristiky zemské atmosféry jsou obsah O_2 a plynů skleníkového efektu, chránících před UV, podíl škodlivých látek. V posledních desetiletích je narušovaný rovnovážný stav UKS. Za posledních 200 let se populace zvýšila 5x, roční přírůstek průmyslové výroby = celoevropské výrobě v 30. letech, za posledních 100 let bylo zkulturnováno více půdy než za celé předchozí období lidstva, spotřeba vody roste neúměrně, a spotřeba fosilních paliv je 100x větší než v roce 1900. Koncentrace je 5x větší než je přirozený stav. S tím souvisí nárůst plynů zesilujících skl.ef. (now $z >$ teploty o $33^\circ C$) – CH_4 , O_3 , N_2O , freony. Nárůst koncentrací toxických látek v ovzduší – těžké kovy, pesticidy, sírany, chlorované uhlovodíky.... kyselé deště.

Největší závislost UKS je na hydrologickém cyklu.

Rizikové faktory:

Zvyšování teploty povrchu vlivem skleníkových plynů, do konce 21. st. zvýšení hladiny oceánu o 1 m. Snižování koncentrace stratosférického ozónu. Kontaminace potravního řetězce – PCB (polychlorované bifenyly), pesticidy, těžké kovy a Pb. Zvyšování acidity vodních nádrží a lesních porostů. Kyselost půd v EU za posledních 50 let vzrostla do hloubky 1 m 10x.

Národní klimatický program

Světový klimatický program byl ustanoven roku 1979, v ČR 1990. V současné době je to sdružení 16 právnických osob se sídlem v ČR (Astronomický ústav AVČR, Centrum UK pro otázky ŽP, Česká bioklimatická společnost, Česká meteorologická společnost, ČHMÚ, Geofyzikální ústav AVČR, Katedra fyzické geografie PF UK, Katedra geografie MU, Nadace SEVEn, Národní lesnický komitét, ...)

NKP zajišťuje úkoly vyplývající z světového klimatického programu, koordinovaného WMO. Monitoring klimatického systému v ČR, zpracovávání klimatologických dat, nejen pro vědecké účely, ale také pro užití široké veřejnosti, hodnocení vlivu socioekonomických aktivit na klimatický systém se zaměřením na faktory klimatických změn, výzkum klimatického systému – lepší poznání fungování, analýza modelů globálních změn a kolísání klimatu, výzkum dopadů změn a kolísání klimatu a dopad na zemědělství, vodní hospodářství, energetiku a ŽP.

3. Světová meteorologická organizace. WWW, GAW, WCP. Organizace meteorologické služby ČR.

WMO – World Meteorological Organization je nevládní organizací členských států OSN. V červnu 1996 sdružovala 179 členských států a 6 teritorií. Nejvyšším orgánem je **kongres**, který se schází 1x za 4 roky, **výkonná rada** = 36 ředitelů národních meteorologických nebo hydrometeorologických ústavů – scházejí se 1x ročně. Administrativu, organizační a publikační činnost plní **sekretariát** v Ženevě. Československo patří mezi 22 zakládajících členů. V roce 1947 byla ve Washingtonu podepsána „**Dohoda o Světové meteorologické organizaci**“ a vstoupila v platnost **23.3.1953 = Světový meteorologický den.**

Členění: **6 regionálních organizací** – Afrika, Asie, J. Amerika, Stř. a S. Am., JZ Tichomoří, Evropa, **8 technických komisí** – letecká meteor., agrometeorologie, atmosférické vědy, základní systémy, klimatologie, hydrologie, pozorovací metody a přístroje, námořní meteor.)
Úkoly: podporovat spolupráci při výstavbě staničních sítí a zařizování center poskytujících meteorologické služby. Podporovat výstavbu a činnost center pro rychlou výměnu meteor. informací. Podněcovat standardizaci pozorování a jednotnou publicitu dat a informací. Podněcovat výzkum a výchovu. Podporovat aplikace a další aktivity.

Program a činnosti WMO:

WWW

World Weather Watch – hlavní vědecký a technický program, je páteří aktivit WMO. Umožňuje získávat informace o počasí prakticky v reálném čase z kteréhokoli místa na Zemi. 4 družice na polární dráze, 5 satelitů na geostacionární dráze, 10 000 pozemních stanic, 7000 stanic na lodích, 300 plovoucích automatických bójí.

Denně 15 mil. dat, 2000 povětrnostních map a šíří se 3 světovými, 35 regionálními a 183 národními meteor. centry. Projekt WWW zahrnuje systém globálního pozorování, systém pro zpracování dat globální povahy, globální telekomunikační systém, systém správy dat, systém podpory aktivit.

GAW – Global Atmosphere Watch – celosvětová služba sledování atmosféry – součást programu pro výzkum atmosféry a životního prostředí AREP (atm. research & envir. prgram).

WCP – World Climate Programme – Světový klimatický program. Tento program byl zahájen v roce 1979 a skládá se z několika částí: Světový program pro klimatická data a monitoring, Světový program pro klimatické aplikace a služby, Světový program pro hodnocení dopadů a strategie odezvy, Světový program pro výzkum klimatu. Dále podporuje Celosvětový program sledování klimatu GCOS.

WMO a UNEP (Program OSN pro ŽP) založili Mezivládní komisi pro změny klimatu IPCC – hodnotí globální klima, dopady a globální oteplování..

Hydrometeorologické služba v ČR – u nás zajišťuje **ČHMÚ** (Praha), účel je vykonávat fci ústředního státního ústavu ČR pro odbory čistota ovzduší, hydrologie, jakost vody, klimatologie a meteorologie. 1.1.1990 – statní ústav meteorologický, 1.1.1954 vznik Hydrometeorologického ústavu (1.1.1993 samostatný v ČR).

Předmět činnosti: integrovat výkon státní služby, zřizovat a provozovat státní monitorovací a pozorovací síť stavu atmosféry, zpracovávat výsledky pozorování, měření a monitoringu podle zásad EU, vytvářet a zpracovávat databázi o kvalitě a stavu ovzduší a o zdrojích znečištění, poskytovat informace, provádět vědeckou a výzkumnou činnost.

27.3.1973 bylo v Praze otevřeno Regionální telekomunikační centrum WWW WMO, má za úkol sběr údajů z monitorovací sítě a začlenění do systému MONTE, retranslace a distribuce zpráv.

ČHMÚ dále plní fci – národního radiačního střediska WMO, centrálního pracoviště Radiační monitorovací sítě ČR, řídicí středisko smogového regulačního systému, centra pro vymezení zón a aglomerací s překročenými imisními limity, funkci meteorologické kalibrační laboratoře, meteorologické zabezpečení jaderných elektráren, meteorologické zabezpečení civilního letectví, správce a provozovatele informačního systému kvality ovzduší ISKO, znaleckou činnost v oborech meteorologie, klimatologie a kvality ovzduší.

ČHMÚ je rozdělen na úseky: Meteorologie a klimatologie, hydrologie, ochrany čistoty ovzduší a ekonomicko-správní úsek.

Pobočky ČHMÚ: Praha, ČB, Plzeň, HK, Brno a Ostrava.

4. Klimatické kategorie a kritéria pro jejich definování.

UKS je systém planetárního (globálního) měřítka a výsledky jeho fungování se projevují v různorodém prostředí naší planety.

4 základní klimatické kategorie: Mikroklima, místní klima (topoklima), mezoklima a makroklima.

Mikroklima – podnebí velmi malých oblastí (klima louky, prašné větry, trvání v sekundách) cirkulační prvky s jakoukoliv polohou osy vzdušných vírů. Homogenní aktivní povrch (holá půda, les, vodní plocha,...). Aktivní povrch je hlavním klimatotvorným činitelem. Pro klima

uzavřených prostor se používá **endoklima**. Klima jeskyní je **kryptoklima**. Výšková hranice je obvykle 2 m. Z hlediska výměny a přenosu tepelné energie 3 formy – těsně u aktivního povrchu je *molekulární vedení*, následuje vrstva s *konvektivním přenosem* tepla a *turbulentní* přenos tepla. Mikroklima se nemusí vytvářet, závisí to na rázu makropočasí. Příznivé makropočasí pro vznik mikroklimatu je *radiační* – oblačnost do 2/10, vítr do 2 m/s. Naopak advekční počasí vlivy stírá.

Místní klima (topoklima – pokud je utvářeno vlivem georeliéfu a jeho akt. povrchu.) – klima výrazně formované morfografií georeliéfu, geologickým podložím, rostlinou pokrývkou a dominujícím typem aktivního povrchu. Např. klima svahu, místní tornádo, až 10^4 sec, výškově do 1 km, plošně do 10^4 m.

Mezoklima – klima kotliny, hurikán, 10^5 sec, výškově do 1 km (horní hranice mezní vrstvy atmosféry), plošně do 2×10^5 m, váže se na oblast, kde je pozorovatelný vliv tření na rychlost proudění, vertikální promíchávání vzduchu turbulencí je výraznější než u makroklimatu. Vytváří se místní cirkulace a vyskytují se místní bouřky. Charakterizuje klimatické poměry ucelených jednotek, je to výsledek vzájemné interakce georeliéfu, hydrologických, biologických a antropogenních složek krajiny. Důležitá je vegetační pokrývka a rozsáhlejší vodní plochy a antropogenní faktor.

Makroklima – globální měřítko, klima ČR, monzunové oblasti, cyklony, dlouhodobý režim počasí podmíněný energetickou bilancí, atmosférickou cirkulací, charakterem aktivního povrchu i lidskými zásahy. Vertikální omezení představuje tropopauza. Různí činitelé se neprojevují rovnoměrně a to způsobuje rozdíly v klimatech geografických oblastí Země.

Kategorie	Horiz. rozměr	Vertikální	Trvání atm.v.	Atm. vír	Klima
Mikroklima	0,01 – 100 m	0,1 – 10 m	0,1-10 s	Prašný vítr	Louky
Topoklima	100 m – 10 km	10–1000m	10s – 2,7 hod	Tornádo	Svahu
Mezoklima	1 – 200 km	1 –1000 m	2,7 – 27,7hod	Hurikán	Kotliny
makroklima	200 – 50 000 km	1m-100km	27,7h-11,5dnů	cyklona	ČR, monzun. obl.

5. Získávání meteorologických dat a informací. Dělení a typy stanic. Staniční síť.

Jedna ze základních činností ČHMÚ. Profesionální síť zahrnuje meteorologické stanice a observatoře. Staniční síť ČHMÚ měla v roce 2003 **18 profesionálních stanic** (Praha-Klementinum, Luká, Lysá hora, Cheb, Pec pod Sněžkou, Ústí nad Labem, Červená, Přimda, Churáňov...) a **2 observatoře** Dukovany a Temelín, ty plní kromě normálních úkolů také meteorologické zabezpečení provozu jaderné elektrárny. Doksany je součástí světové fenologické sítě. Činností stanic je měření a pozorování stanovených meteorologických i jiných prvků (jevů).

Měří se automatickými systémy a měří se nepřetržitě. Každou hodinu zpráva **SYNOP** do centrálního telekomunikačního systému. Mimořádné zprávy o náhlé změně počasí **BOUŘE** se předávají okamžitě. Klimatologická měření se provádí v 7,14,21 h místního středního slunečního času a předávají se v 7 hod ve zprávě **INTER**. Synoptická měření – hlavní v 0,6,12,18 UTC, vedlejší – 3,9,15,21 UTC, hodinové – 1,2,4,5,7... Zpráva o radioaktivitě okolního prostředí **RAD** zasílá se společně se **SYNOPem**.

Meteorologické stanice – synoptické, klimatologické (základní, doplňkové, srážkoměrné, speciální), letecké, speciální.

Měřené prvky – teplota, vlhkost, tlak vzduchu, směr a rychlost větru, úhrn srážek, výška sněhové pokrývky, doba trvání slunečního svitu, přízemní minimální teplota v 5 cm, příkon fotonového dávkového ekvivalentu.

Pozorované prvky – vodorovná dohlednost, pokrytí oblohy oblačností, charakteristiky oblačnosti (množství, druh, výška spodní základny), stav a průběh počasí, nebezpečné a zvláštní atmosférické jevy a náhlé změny počasí.

Nadstandardní činnosti – výpar vody z vodní hladiny, teplota půdy v hloubkách 5,10,20,50,100 cm, monitoring slunečního záření, monitoring čistoty ovzduší (SO_2 , NO_x , polévatý prach, přízemní ozón), fotografování bolidů (velmi jasný meteor) pro AVČR.

Stanice u Olomouce – klimatologická – Holice, srážkoměrná – Hradisko, Štěpánov, Vel. Újezd

6. Distanční metody v meteorologii (aerologie, meteorologický radar, meteorologický kosmický systém, družicová meteorologie a klimatologie (příklady).

Distanční měření a pozorování jsou v meteorologii nepostradatelným doplňkem pozemních. Řadíme mezi ně **radarová, aerologická a družicová** měření a pozorování.

Meteorologický radar – využívá se ke zjišťování rozložení okamžitých intenzit atmosférických srážek a výskytu jevů spojených s oblačností na území o rozloze až 100 000 km² a v okruhu do 260 km od radaru. Fce meteorologického radaru je založena na schopnosti vodních kapiček, sněhových vloček, ledových částí a zčásti též oblačných částic odrážet (zpětně rozptylovat) radiofony (mikrovlny) centimetrové délky. Radar generuje krátké pulsy EM záření s vysokým výkonem a vysílá je parabolickou anténou do atmosféry. Odrazivost Z je přímo úměrná sumě šestých mocnin průměru částic. Používá se jednotka dBZ, kde 0 dBZ = 1 mm⁶ m⁻³.

Analogové radary – kruhový obraz (PPI – kuželový řez prostorem při otáčení antény na stejném výškovém úhlu), vertikální řez (RHI – vertikální kývání antény). **Digitální radary** – zobrazení radioecha na počítačovém monitoru. Lepší zobrazení CAPPI – kruhový obzor s konstantní výškou. Interval měření 10-15 minut a horizontální rozlišení dat je 2x2 km, vertikální 1 km, maximální dosah radaru 250 km.

Odrazivost má přímý vztah k okamžité intenzitě srážek v daném místě. Intenzita srážek se měří co nejbližší zemskému povrchu (1 – 1,5 km). Použití radaru má několik výhod – velká plocha z jediného místa v téměř reálném čase, radar zachycuje 3D rozložení srážek včetně jejich pohybu. Nepřesnost odhadu intenzity se zvyšuje se vzdáleností od radaru.

Využití radaru v meteorologii – pohyb a struktura srážkových systému v reálném čase, umožňuje velmi krátkodobou předpověď (až několik hodin), vydávání varování před nebezpečnými meteorologickými jevy. Účinný dosah na srážky je 100-150 km, na bouřky až 300 km. Dosah se dá zvýšit propojením více radarů do sítě. Evropská radarová síť CERAD je v pokusném provozu. Měření v ČR – nyní v Brdech na kótě Praha, Skalky – Českomoravská vrchovina (každých 10 minut).

Barevná stupnice odrazivosti vod. částic má 15 stupňů s krokem 4 dBZ, 4dBZ '0,06 mm/ hod. srážek. Rozpoznání typ. tvarů pozorovaných objektů:

Meteor. cíle konvektivního charakteru – obsahují jádra s vyšší odrazivostí, často mají buněčnou strukturu a velkou časovou proměnlivost

Meteor. cíle vrstevnatého charakteru – mají jednotvárný plošný vzhled, nemají výraznější gradienty odrazivosti, vykazují pomalé časové změny.

Aerologická měření – aerologie je obor meteorologie zabývající se pozorováním a výzkumem především těch vrstev atmosféry, které jsou pozorováním ze zemského povrchu nedostupné. Využívají se balóny, letadla a radiosondy. Měří se teplota vzduchu, atmosférický tlak, vlhkost vzduchu, směr a rychlost větru. Aerologie se věnuje i výzkumu ozónu v atmosféře, sledováním radioaktivity a měřením některých složek dlouhodobého záření. Pokud je pozorování prováděné ze zemského povrchu hovoříme o nepřímé aerologii. (pozorování svítících nočních oblaků a meteorů a pol. září. Stavbou a vlastnostmi atmosféry nad tropopauzou se zabývá aeronomie. Stav a časové změny podmíněné převážně ději na povrchu Slunce a jím vysílaným zářením V ČR se měří v Praze-Libuši. Složení (pozemní zař., radiosonda, balony, větroměrný systém, antény, přijímací a vyhodnocovací poz. zař.). Pozemní zařízení přijímá informace z radiosond (mají křemíkové čipy, sondáž 90 minut nejméně, vynášeny balóny 30 km,). Měření jsou velice přesná. **Ozonosondážní systém** – ozónová sonda, antény a pozemní přijímací a vyhodnocovací zařízení.

Družice se dělí na 3 druhy: automatické (umělé), pilotované, orbitální kosmické stanice

Meteorologický kosmický systém – Automatické umělé družice Země pracují

v nepřetržitém režimu a vytvářejí tzv. světový meteorologický kosmický systém. Tvoří jej subsystém pozemní a subsystém kosmický.

V rámci projektu WWW je provozováno 5 meteorologických satelitů s polární dráhou (800-900 km – stejná z.š. vždy ve stejném čase) - NOAA a METEOR, a 5 meteorologických satelitů na geostacionární oběžné dráze (35 900 km) – GOES-E, GOES-W, METEOSAT, GMS, INSAT.

VANGUARD 2 první na zaznamenávání oblačnosti 1959, TIROS 1 první družice 1960 na oběžné dráze. Mají malou prostorovou rozlišovací schopnost.

NOAA – bylo vypuštěno již 16 satelitů, dnes se nejvíce používají satelity 6 a 16. Poskytují snímky 1x denně ve VIS spektru a 2x denně IR snímky. AVHRR – vysokorozlišovací radiometr, pás 2400 km, prost. rozlišení 1,1 km. Z toho snímky lokální LAC a z každého 4. pixelu globální GAC s rozliš. 4 km. Pro sledování atmosféry TOVS – informace o vertikálním profilu některých meteorologických prvků nebo veličin (teplota, vlhkost, celkové množství O_3).

DMSP – vojenské pořizující ve VIS i nočních hodinách antropogenní světla.

METEOSAT – patří evropské agentuře ESA – sídlo v Darmstadtu, každých 30 min. ve viditelném pásu, tepelném a absorpce vodních par. Rozlišení WV a IR 5 km, VIS 2,5 km. Frekvence snímání 48x za 24 hodin. Vývoj frontálních systémů a bouřkové oblačnosti. EUMETSAT začíná vypouštět MSG1-3 (Meteosat 2nd generation) - 12 spektrálních kanálů, 15' intervaly, VIS 1 km, přístroj GERB na měření radiační bilance.

Družicová meteorologie – data z DPZ jsou široce používána v základním výzkumu krajinné sféry.

Předpověď počasí a monitoring jeho aktuálního stavu – od roku 1960 mají meteorologové k dispozici trvale rostoucí množství informací z družic určených pro synoptickou analýzu a studium meteorologických jevů v malém měřítku. Používá se v oblastech, kde je málo nebo nedostatek konvenčních měření. Aktuálně jsou snímky zcela běžné a používané pro předpověď počasí.

Studium oblačnosti a určení změn teploty s výškou – odrazivost závisí na osvětlení Sluncem, tloušťce vzájemné relativní poloze oblaků.

Odhad rychlosti větru v tropopauze z pohybu oblaků –

Odhad rychlosti větru přízemního větru s využitím mikrovlnného radaru – přístroje na SEASATu (skaterometry na intenzitu rozptylu radiovln).

Výzkum tropických cyklón – s využitím satelitů je možné prakticky vždy identifikovat cyklonu již ve vývojové fázi. Předpovědi výskytu hurikánů a tajfunů mohou být předpovídány pomocí satelitů a tím se ušetří peníze i životy.

Družicová klimatologie – v době předsatelitní klimatologie byl nedostatek adekvátních dostupných dat. Nyní existuje databáze – mapy průměrných měsíčních oblačností (na teplotu a vlhkost THIR na satelitu NIMBUS-7), anomálie geofyzikálního pole, anomálie v toku dlouhovlnného záření, vytváření klimatických oblastí, mapy glob. povrchové teploty, mapy průměrných měsíčních teplot mezi dnem a nocí, mapy průměrných měsíčních hodnot vodních par v atmosféře. Největší přínos: obrovská homogenní databáze, data jsou prostorově rovnoměrné, v digitální podobě, jsou shromažďována objektivně, téměř nepřetržitý provoz. ČHMÚ má od roku 1995 přístup k datům z NOAA.

7. Zemská atmosféra, vývoj, složení, fyzikální a chemické vlastnosti, vertikální členění.

Atmosféra – plynný obal Země – plyn, který tvoří atmosféru, se nazývá vzduch a je to směs plynů, které navzájem chemicky nereagují. „atmos“ – pára, „sphaira“ – obal. Současná atmosféra je výsledkem evoluce trvající 3-4 mld. roků. Hmotnost atmosféry ($5,157 \times 10^{18}$ kg) je cca 1 miliontina hmotnosti Země. Ve vrstvě do 36 km je 99 % hmotnosti atmosféry. 50 % do 5,5 km a 75 % do 11 km a 90 % do 20 km.

Zemská atmosféra vznikla odplyňováním lávy, která vytvořila zemskou kůru. Láva za určitých podmínek obsahuje 7-8% vodních par, které se při vytékání lávy na povrch uvolňovaly do atmosféry. Vulkanické plyny obsahují také CO_2 , SO_2 , Cl_2 , CH_4 , NH_3 , H_2S , H_2 ,...

Prvotní atmosféra byla velice tenká a v důsledku toho teplota na zemském povrchu

byla ve stavu zářivé rovnováhy. Albedo bylo 0,28 a průměrná teplota byla -15°C . Kyselé páry (HCl , HF , HBr , NH_3), atd. se ale rozpouštěly ve vodě (kyselé deště), ale většinu atmosféry stejně tvořila vodní pára. Postupně docházelo ke změně chemického složení, původní atmosféra neobsahovala téměř žádný volný kyslík. Ten vznikl je fotodisociací vodní páry, dále stoupal do vyšších výšek. Nepřítomnost kyslíku byla důležitá pro vznik organických sloučenin z neorganických molekul. Jednobuněčné řasy fotosyntézou $6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \Rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2$ vytvářeli kyslík uvolňovaný do atmosféry. Dobré bylo, že CO_2 je pohlcován zelenými rostlinami při fotosyntéze.

Autorem myšlenky dusíko-kyslíkové atmosféry je Francouz Lavoisier. Složení N – 78 %, O – 21 %, Ar – 0,9 %, zbytek vzácné plyny, vodní pára, ozón, prach, freony, CO_2 , He, Ne, Xe, H_2 , N_2O , CH_4 , O_3 ... Dále stopové (malé množství) prvky NH_3 , CO, páry J. Kyslík = vodní páry se rozkládají UV zářením na H_2 a O_2 (fotodisociace), těžší kyslík klesá. Rozhodující množství kyslíku se do atmosféry dostalo fotosyntézou. Suchý vzduch se v přírodě prakticky nevyskytuje, vlhký = směs suchého a vodní páry. Od 0,2 % polární oblasti po 2,5 % na rovníku, max 4 % vodních par ve vzduchu. Pohlcují dlouhovlnné a tepelné zář.

Atmosférické aerosoly – aerosoly – rozptýl tuhých látek nebo kapalin o velikosti částic 10^{-6} - 10^{-2} μm v plynech. Všechny kapalně a pevné částice v atmosféře jsou aerosoly. Působí jako kondenzační nebo krystalizační jádra. Cca 10 % aerosolů má antropogenní původ, zbytek přírodní. Malé aerosoly odrážejí cca 90 % slunečního záření a tím způsobují ochlazení zemského povrchu. MISR a MODIS poskytují monitoring atmosf. aerosolů.

Vertikální členění podle průběhu teplot s výškou

Troposféra – spodní část zemské atmosféry, bezprostředně přiléhající k zemskému povrchu. Do 42° 16-18 km, mírné šířky 11 km, polární oblasti 7-9 km. Dále se dělí na spodní, střední (2-7) a horní. Troposféra podléhá vlivům zemského povrchu. Teplota vzduchu klesá $0,65^{\circ}\text{C}/100$ m. Až 75 % hmotnosti atmosféry. Troposféru odděluje od vyšší vrstvy tropopauza, pod ní je tzv. pás tryskového proudění – až 300 km/h, důležité pro zabezpečení letectví. Bezprostředně přiléhající vrstva troposféry k zemskému povrchu – **přízemní vrstva**. Součást PMVA. Má 3 vrstvy – laminární, přízemní mezivrstva a vrstva (Prandltova), Ekmanova spirálová vrstva. **Laminární** – nad aerodynamickými hladkými předměty jako vodní hladina, sněhová pokrývka.. Transport molekulárním vedením. **Prandltova** – pohyb turbulencí.

Stratosféra – do výšky 55 km, ve spodní části (20-25 km), téměř izotermie, od 25 km teplota vzrůstá vlivem pohlcování UV záření. Maximální teplota je cca 0°C . Vodní páry ve stratosféře – perleťová oblaka. Končí stratopauzou.

Mezosféra – 50-85 km horní hranice, teplota od 0° do -90° (léto) a -50°C (zima), stříbřitá oblaka (kosmický a vulkanický prach a ledové krystalky), mezopauza.

Termosféra – od 80-90 do 450 km, rychlý vzestup teplot, 200km = 500°C , 600km = 1500°C , zde se také vytváří polární záře – vtahování korpuskulárního záření Slunce do magnetického pole Země.

Vertikální členění podle fyzikálně chemických procesů

Neutrosféra – do 60-70 km, koncentrace iontů je tak malá, že na ně nepůsobí odraz radiových vln, především nenabitě částice.

Ionosféra – od 60 do 500 km, plyny jsou díky vysoké koncentraci iontů velmi vodivé, občas ovlivňuje radiové spojení.

Chemosféra – realizují se zde fotochemické reakce molekul O_2 , O_3 , N_2 .

Vertikální členění podle charakteru kinetických procesů

Exosféra – vnější atmosféra, 500 – 700 km, nízká hustota vzduchu a vysoká kinetická energie, částice zde mohou opouštět atmosféru (**sféra rozptylu**). Kolem Z dále 2 **pásy záření** – radiační pásy.

Vertikální členění podle chemického složení

Homosféra – do 90 km, nemění se objemové zastoupení plynů směsí, vliv intenzivního turbulentního promíchávání vzduchu, tato vrstva ovlivňuje tepelnou bilanci Země.

Heterosféra – nad 90 km, promíchávání slabé, přirozeně ubývá těch plynů, které jsou těžší než vzduch. Ve výšce několik tisíc km převládá atomární vodík. Probíhá zde fotodisociace molekul plynů a díky pohlcování sluneční energie je teplota v heterosféře několik set $^{\circ}\text{C}$.

8. Ozón v atmosféře. Antropogenní ovlivňování atmosféry, současné změny atmosféry Země. Skleníkový efekt.

Ozón je velmi důležitou součástí atmosféry. O_3 se však v atmosféře vyskytuje jen 0,000 004 %. Kdyby se všechnen ozón stlačil při normální teplotě na jednu vrstvu, byla by 4 mm tenká. Z celkového množství ozónu v atmosféře je 10 % v troposféře, zbytek je v stratosféře. 1839 objevil C. F. Schönbeim ozón. Vznik **stratosférického ozónu** probíhá jako velice složitý proces. Jde o fotochemickou reakci vyvolanou působením UV záření. Rozpad O_2 na $O+O$ a to se váže s kyslíkem na O_3 . Množství ozónu v atmosféře se udává v Dobsonových jednotkách (DJ), 350 DJ, nebo DU, je při normálním tlaku a teplotě 10°C 3,5mm. Přízemní ozón vzniká mnohem složitější reakcí. **Troposférický (přízemní) ozón** je jedním z nejdůležitějších faktorů ekologického stresu. Vzniká elektrickými výboji. Ve vyšších koncentracích poškozuje lidský organismus a vegetaci. Odstraňuje se při interakci se zemským povrchem tzv. suchou depozicí.

Monitoring – 1957 založila WMO **GO₃OS** (Global O₃ Observing System), v ČR solární a ozónová laboratoř v HK.

Ozón v atmosféře nejvíce rozrušují freony CFCI společně s UV. Počátkem 80. let se nad Antarktidou poprvé objevila tzv. ozónová díra.

Skleníkový efekt – Skleníkový efekt je jev, který se projevuje oteplením nižších vrstev atmosféry. Je to důsledek vlastnosti atmosféry, kdy je atmosféra schopna propouštět krátkovlnné záření k zemskému povrchu a současně pohlcovat dlouhovlnné záření zemského povrchu. Atmosféra se chová podobně jako sklo ve skleníku – skleníkový efekt. Dlouhovlnné záření pohlcují tzv. skleníkové plyny = z 85 % vodní páry a CO_2 , dále pak freony, metan, N_2O a ozón. Zkoumán by GEDEX (Greenhouse Effect Detection Experiment) – data o povrchové teplotě, teplotě volné atmosféry, sluneční záření, radiační bilance, oblačnost, skleníkové plyny).

9. Přízemní vrstva atmosféry a její klima. Planetární mezní vrstva atmosféry. Formy přenosu energie v PVA a PMVA.

Přízemní a planetární vrstva atmosféry se vyznačují specifickým klimatem. Mezní a přízemní vrstva atmosféry vyplňují prostor mezi vlastním zemským povrchem a volnou atmosférou. Odehrávají se v nich důležité fyzikální a atmosférické procesy. Nejvíce se zde projevuje člověk, protože jde o jeho nejbližší prostředí.

Planetární mezní vrstva atmosféry PMVA – vrstva tření – část přízemní atmosféry sahající od aktivního povrchu do výšky, ve které lze vektor větru ztotožnit s vektorem gradientového (geostrofického) větru v dané hladině. Horní hranice mezní vrstvy atmosféry kolísá od několika set metrů až po 1500 m. Je v ní dobře patrný denní chod teplot vzduchu i jiných meteorologických charakteristik podmíněných turbulentní výměnou. Projevuje se vzájemné působení atmosféry a aktivního povrchu. Směr a rychlost větru je ovlivněno zeměpisnou šířkou a působením Coriolisovy síly. Horní hranice mezní vrstvy atmosféry je závislá na nerovnosti zemského povrchu.

Přízemní vrstva PVA je nejspodnější část mezní vrstvy atmosféry, také se zde nejsilněji projevují vlivy aktivního povrchu. Průběh meteorologických a klimatologických procesů se zcela liší od stejných procesů ve vyšší volné atmosféře. Mocnost je od 30-50 do 100 m, zřídka do 250-500m.

Klima PVA – povahu klimatu zásadně ovlivňuje nejen aktivní povrch, ale i charakter polohy místa. Nejrozšířenější typy: vodní plochy, sněhová pokrývka, vegetace, urbanizované plochy. Uvedené příklady se často kombinují s morfografickými typy georeliéfu (konkávní, konvexní, rovinný, svahy,...).

Energetická bilance soustavy aktivní povrch – atmosféra

Výměna probíhá nepřetržitě, **přes den**: příjem tepla (radiační bilance), *příjem*: tok tepla do aktivního povrchu (podloží), *výdej*: turbulentní tok tepla, latentní tok tepla (výpar). **V noci**: Výdej radiační bilance, *výdej* tepla z podloží, *příjem* turbulentního toku tepla. Latentní je vyrovnané. Přes den se více přijímá, přes noc a v zimě se více vydává.

10. Sluneční záření, jeho změny v atmosféře a na aktivním povrchu. Zákony záření. Základní klimatické charakteristiky záření, přístroje.

Sluneční záření (radiace) je EM záření. V současnosti je to jediný zdroj tepla a světla a také jediný zdroj energie pro planetární geosystém a pro UKS. Další zdroje jsou bezvýznamné. Zdrojem je H přeměněný na He při termionukleárních reakcích na Slunci. Slunce je zdrojem **EM záření**, to se šíří ve formě el. a magnet. vln ($3 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$). Vlnová délka $10^{-14} - 10^{-2} \text{ m}$.

Korpuskulární záření – proud elektricky nabitých částic hmoty (elektrony, protony, neutrony,...), příkladem je např. sluneční vítr (spojité vytékání plazmy z oblasti sluneční koróny). Velikost záření je ve W.m^{-2} . Intenzita je Wh, nebo kWh. $1 \text{ Wh} = 3,6 \cdot 10^3 \text{ J}$. Celkové množství slunečního záření, které dopadne v celém spektru na horní hranici atmosféry je tzv. **solární (sluneční) konstanta = $1373 \pm 20 \text{ W.m}^{-2}$** . Svazek slunečních paprsků, bereme vzhledem ke vzdálenosti S-Z jako rovnoběžný. Množství přímého slunečního záření dopadajícího na jednotkovou vodorovnou, nebo ukloněnou plochu za jednotku času označujeme jako **insolace**. Největší insolace je na kolmé ploše. Insolace na horní hranici atmosféry je extraterestriální insolace. Roční režim nepravidelné extraterestriální insolace je **solární klima**. Množství dopadajícího záření závisí na z.š.

Spektrum: UV, VIS, IR, MW. 99 % je v $0,1-4,0 \mu\text{m}$. Více než $4 \mu\text{m}$ je dlouhovlnné záření. **UV** oko nevnímá, je to méně než $0,400 \mu\text{m}$, před vstupem do atmosféry je to 6,7 %, je pohlcované ozónem a téměř nic se nedostane k povrchu.

VIS – $0,400-0,730 \mu\text{m}$, 46,8 %, od fialové po červenou. $0,4738 \mu\text{m}$ modrozelené světlo má největší intenzitu.

IR – $0,730 - 1000 \mu\text{m}$, 46,5 %.

Zákonů záření – jsou obecně definované pro tzv. černé těleso. **Černé těleso** je takové, které veškeré dopadající EM záření pohlcuje = žádné neodráží = jeví se jako černé. Je to fiktivní těleso, ale zemský povrch a objekty na něm se mu svými vlastnostmi často blíží.

Stefan-Boltzmanův zákon – celkové **množství vyzařené energie jednotkou plochy** za jednotku času **je přímo úměrné čtvrté mocnině teploty v Kelvinech**.

Wiennův zákon (zákon posunu) – vlnová délka odpovídající maximální energii AČT je nepřímo úměrná jeho absolutní teplotě. => **s rostoucí teplotou se vyzařovaná energie posouvá ke kratším vlnovým délkám**.

Kirchhoffův zákon – Podíl intenzity vyzařování a pohltivosti je jen fci jeho rovnovážné teploty. => **každá látka nejvíce pohlcuje to záření, které nejvíce vyzařuje**.

Planckův zákon – odvozen na základě kvantové teorie. Výměna energie se neděje spojitě, ale na základě nejmenších možných množství (kvanta energie), které je úměrné frekvenci.

Změny záření v atmosféře - Snelliův zákon – světelný paprsek se při přechodu z prostředí opticky **řidšího do prostředí opticky hustšího láme ke kolmici** (normále) na rozhraní obou prostředí.

Pohlcování – absorpce – cca 15 % z celkového záření je pohlceno atmosférou, pohlcování má selektivní charakter a podílejí se na něm především vodní páry, plynné složky vzduchu (N, O, ozon, CO₂). Kyslík a ozon pohlcuje především UV, IR pohlcuje především CO₂ a vodní páry – zesilování skleníkového efektu.

Rozptyl – difúze – je to změna, kdy se paprsky šíří původně jedním směrem a potom se šíří všemi směry. Dochází-li k rozptylu na molekulách a atomech plynů jedná se o molekulární rozptyl = **Rayleighův rozptyl**. Jeho hodnota je nepřímo úměrná čtvrté mocnině vlnové délky a přímo úměrná intenzitě přímého záření. U rozptýleného záření převažuje záření kratších vlnových délek (modré a fialové) = modrá obloha. Přímé záření je žluté – slunce. Dochází-li k interakci s částicemi **>1,2 μm** není to rozptyl, ale **difúzní odraz**. Záření se odráží do všech stran beze změny. Rozptyl v **největších kapkách a pevných částicích je rozptyl aerosolový**.

Zeslabení – extinkce – v důsledku pohlcení a rozptylu dochází k zeslabení slunečního záření. Závisí na vlnových délkách a největší je u krátkovlnných délek. Vyjadřuje to koeficient extinkce. **Zákalový faktor** – kolik ideálních atmosfér by bylo potřeba, aby bylo zeslabení

záření jako u reálné atmosféry.

Měří se **intenzita globálního slunečního záření, délka trvání slunečního svitu**. Intenzita globálního – určuje se poměr mezi množstvím záření při zatažených dnech a při jasných dnech. Délka trvání slunečního svitu se měří **heliografem**, je to interval mezi východem a západem Slunce, ve kterém sluneční záření dosáhlo povrchu. Čára spojující místa se stejnou hodnotou je **izohélie**.

Druhy záření – přímé slunečné (insolace), rozptýlené (difúzní), globální (přímé + difúzní), odražené (albedo), zpětné záření atmosféry a vyzařování Z (tepelné).

11. Radiační a energetická bilance a její složky v systému aktivní povrch Ů atmosféra.

Radiační bilance soustavy aktivní povrch – atmosféra

Vyjadřuje rozdíl mezi pohlceným globálním zářením zemského povrchu a jeho efektivním vyzařováním. Děje se nepřetržitě. Hodnota se mění od záporných hodnot v noci, po kladné při výšce Slunce nad obzorem větší než 10-15°, tedy v období intenzivní insolace. Hovoříme o období s kladnou a zápornou hodnotou radiační bilance.

Energetická bilance soustavy aktivní povrch – atmosféra

Výměna probíhá nepřetržitě. **Přes den:** příjem tepla: radiační bilance, tok tepla do aktivního povrchu (podloží), výdej: turbulentní tok tepla, latentní tok tepla (výpar). **V noci:** výdej: radiační bilance, výdej tepla z podloží, příjem: turbulentní tok tepla. Latentní je vyrovnané. Přes den se více přijímá, přes noc a v zimě se více vydává.

Složky – krátkovlnné záření, dlouhovlnné záření, neradiační výměna tepla. Působí na povrchu, v atmosféře a v horní hranici atmosféry.

Turbulentní tok (z a k povrchu), latentní (turbulence – vypařování a kondenzace), dlouhovlnné vyzařování Z, tokem tepla (z a do podloží), molekulárním vedením (zanedbatelné).

12. Teplota půdy, Fourierovy zákony. Klimatologický význam a charakteristiky teploty půdy. Měření teploty půdy.

Teplotní poměry půdy a jejího podloží vykazují v denním i nočním chodu značné výkyvy, ale jen do hloubky cca 1m. Výkyvy souhlasí s režimem energetických bilancí během dne. Pro teplotu je důležitý charakter vegetačního krytu a v zimě sněhové poměry. Časové změny teploty půdy v závislosti na její hloubce řešil Francouzský matematik a fyzik J.B. Fourier.

1. zákon – časová perioda výkyvů teploty půdy se s rostoucí hloubkou nemění.

2. zákon – amplituda časových změn teploty půdy se s rostoucí hloubkou zmenšuje.

3. zákon – čas nástupu maxima a minima teploty se v denním chodu zpožďuje přímo úměrně s rostoucí hloubkou. (10 cm 2,5-3,5 hod)

4. zákon – hloubky stálé denní a roční teploty se mají k sobě jako druhé mocniny period jejich výkyvů. Hloubka stálé roční teploty je 19x větší než denní.

Na **měření** se používají rtuťové nebo elektrické půdní teploměry. Provádí se v hloubkách 5,10,20,50,100 cm. Pro hloubky do 20 cm se používají lomené půdní teploměry. Pro hloubky 50 a 100 cm se používají hloubkové půdní teploměry s rozsahem -25 do +35°C. Mají zvětšenou nádobku s teploměrnou kapalinou = větší setrvačnost. Také se používají elektrické a termoelektrické půdní teploměry. Také se zjišťuje hloubka promrznutí půdy, na to je půdní **mrazoměr** – gumová hadice s destilovanou vodou, zasune se do země vždy v 7 hod po přečtení půdních teploměrů.

Charakteristiky – **stav půdy** – stav se určuje podle klíče, který obsahuje charakteristiky půdy: suchý/vlhký povrch, mokrý/holý/zamrzlý, led a sníh na půdě, z poloviny/úplně.

13. Teplotní režim atmosféry. Adiabatické změny teploty. Konvekce. Klimatologický význam a charakteristiky teploty vzduchu a její měření.

Teplotní režim atmosféry rozumíme rozložení teploty vzduchu v atmosféře, její denní a roční chod, stejně jako její neustálé změny. Teplota se vyjadřuje v Kelvinech ($273,15\text{ K} = 0\text{ }^{\circ}\text{C}$), v meteorologii se používají stupně Celsia a Fahrenheita. $^{\circ}\text{F} = (^{\circ}\text{C} + 32) \cdot 1,8$.

Teplné (termické) vlastnosti látek – tepelná kapacita (schopnost tělesa pohlcovat teplo), tepelná vodivost (pohlcovat teplo), teplotní vodivost (zahřívání nebo ochlazování se).

Denní chod teploty vzduchu – vzduch se nejintenzivněji ohřívá od zemského povrchu, a proto teplota vzduchu úzce souvisí s chodem teploty aktivního povrchu. Je tomu ale s určitou časovou prodlevou. Čas denního maxima teploty vzduchu se s výškou zpožďuje proti maximu aktivního povrchu. Časy nástupu minima teploty se shodují. Při radiačním počasí je křivka denního chodu teplot vzduchu sinusoida, při **advekci** (zatažené počasí) je tvar nepravidelný. Rozdíl mezi max. a min. se označuje jako **amplituda teploty**. Hodnoty amplitudy mohou být vysoké a vliv na ně má: **typ počasí**, **roční období** (jaro větší než zima), **zeměpisná šířka** (n.m. výška), **vzdálenost od pobřeží** (kontinentálnost) a **charakter georeliéfu**. Závislost mezi georeliéfem a teplotní amplitudou vyjadřuje **Vojejkův zákon** – konvexní tvary georeliéfu mají vrchol denní amplitudy teploty vzduchu menší než rovinné polohy a ty menší než konkávní tvary (údolí největší rozpětí). Teplotní amplituda se snižuje s rostoucí výškou. Výkyvy jsou výraznější než výkyvy teploty vody, T_A se snižuje nad oceánem.

Roční chod teploty vzduchu – teplota přiléhající atmosféry se mění celkem pravidelně i během průběhu roku. Záleží na zeměpisné šířce a stupni kontinentality. Amplituda roste s kontinentalitou a zeměpisnou šířkou. Typy – **rovníkový** – $T_A = 5^{\circ}\text{C}$, **tropický** – od pobřeží 5°C k vnitrozemí $10\text{--}15^{\circ}\text{C}$, **mírný pás** – $10\text{--}15$ při pobřeží, kontinentální 60°C , podoblasti (soubtropická, vlastní mírná a subpolární), **polární** – min. konec polární noci a max. vyvrcholení pol. léta, 20 pobřeží, ostrovy $30\text{--}40^{\circ}\text{C}$.

Pravidelné výkyvy teplot od celkového trendu počasí, podmíněnou zvýšeným výskytem určitých povětrnostních situací v dané části roku v dané geografické oblasti se označují jako **singularity** – babí léto, vánoční obleva, ledoví muži,...

Změna teploty s výškou – běžně pozorovaný pokles je $0,65^{\circ}\text{C}/100\text{m} = \text{vertikální teplotní gradient}$. Způsobeno tím, že atmosféra se zahřívá od aktivního povrchu.

Při turbulentním promíchávání vzduchu dochází k jeho přemísťování ve vertikálním i horizontálním směru. Při těchto procesech se mění základní fyzikální vlastnosti (tlak, objem a teplota) bez výměny energie = **adiabatické procesy**. Suchoadiabatický teplotní gradient v suchém, nebo vodními parami nenasyceném vzduchu = $1^{\circ}\text{C}/100\text{m}$. **Konvekce** je možnost vertikálního promíchávání atmosféry. Konvekce je mezo či mikrometeorologický jev. Konvekce vyvolaná teplotní nehomogenitou je **termická konvekce**. Charakter konvekce závisí na teplotě okolní atmosféry a teplotě přemísťovaného vzduchu. Vzduch stoupá = kladná, vzduch klesá = záporná. Jestli teplota adiabaticky stoupajícího vzduchu klesá s výškou, jde o **teplotní inverzi**.

Teplota vzduchu – základní meteorologický prvek. Měří se ve 2 m nad Zemí a označuje se jako přízemní teplota. Přízemní minimální teplota se měří v 5 cm. Měří se s přesností na $0,1^{\circ}$, měří se teplota suchá, vlhká, max., min., přízemní min. Skleněné kapalinové teploměry – staniční, extrémní a aspirační. Deformační (bimetalické) teploměry – bimetalová destička (prstenec). Termograf – průběh teploty s časem. Elektrické teploměry – odporové a termoelektrické.

Měří se v 7,14,21 středního místního času, a vypočítává se průměrná teplota = $(7+14+21 \cdot 2)/4$.

Dny: tropický – denní max. nad 30°C , den s tropickou nocí – noční min. nad 20°C , letní – denní max. nad 25°C , mrazový – denní min. pod 0°C , ledový – denní max. pod 0°C , arktický – denní max. pod -10°C . Určuje se absolutní, průměrné, min. a max. dny s určitou char. Místa se stejnou teplotou – **izotermy**.

14. Inverze a mlhy, jejich klasifikace a klimatologický význam. Teplotní stratifikace atmosféry.

Inverze – termín označuje zvláštní nenormální vertikální rozložení teploty vzduchu.

V určité vrstvě „inverzní“ se teplota vzduchu s rostoucí výškou zvyšuje. Většinou zasahuje nepříliš mocné vrstvy troposféry. Jsou charakterizovány výškou (přízemní a výškové), ve které se vyskytují, mocností (horní a spodní hranice inverze), rozdílem teplot a teplotním gradientem. Pokud se inverze vyskytuje v několika vrstvách nad sebou – **smíšená inverze**. Podle příčiny vzniku dělíme: advekční, frontální, radiační, subsidenční, turbulentní a pasátové.

Přízemní radiační inverze – Vyskytují se v planetární mezní vrstvě a vážou se na pevninu, nebo zamrzlou vodní hladinu. Příčinou vzniku je ochlazování aktivního povrchu v noci. Je typické jasné = radiační počasí, bezvětří nebo mírný vánek. Na jaře a na podzim způsobují přízemní mrazy a přízemní mlhy. V létě je doprovází rosa. Tento typ zesiluje georeliéf – v konkávních typech vznikají jezera studeného vzduchu. Lze je považovat za **statické inverze**.

Advekční inverze – vzniká působením vertikálně nerovnoměrné teplé advekce, při které se přemísťuje relativně teplý vzduch nad studený. Studený vzduch se dostane k povrchu a tam se ještě více ochladí – typické nad sněhovou pokrývkou na jaře. V jarním období nad sněhovou pokrývkou je nazýváme **jarní sněhové inverze**. V případě že teplý vzduch proudí ve vyšších polohách vzniká výšková advekční inverze. Lze je považovat za **dynamické**.

Inverze ve volné atmosféře – Dolní hranice tohoto typu se nachází v různé výšce, vzniká v důsledku stlačování, nebo sesedání vzduchových hmot, při pasátové cirkulaci v oblasti tropopauzy, nebo při teplé advekci ve výšce.

Subsidenční inverze (inverze sesedáním) – Vzniká sesedáním vzduchu z vyšších vrstev do nižších, vyskytuje se nad plošně rozsáhlými oblastmi, kde je dobře vyvinutý mechanismus subsidenčních pohybů vzduchu. V mírných šířkách často v letních měsících. Spjatý s relativním poklesem vlhkosti vzduchu.

Pasátové inverze – vyskytují se v oblastech pasátových větrů, a jsou způsobené subsidencí vzduchu z vyšších vrstev atmosféry. Oddělují vlhký pasátový vzduch v nižších hladinách od teplého a velmi suchého vzduchu ležícího nad ním.

Turbulentní inverze – Jedná se o vertikálně nepříliš mohutné teplotní inverze, předpokladem je stabilní teplotní zvrstvení atmosféry. Při turbulenci se promíchá vzduch s různou teplotou – jde o výškovou inverzi.

Mlhy – řadíme je mezi **hydrometeory** – vznikají při kondenzaci vodních par nad zemským povrchem, je to v podstatě atmosférický aerosol tvořený velice malými kapičkami vody a drobnými ledovými krystalky rozptýlenými ve vzduchu. Mlha je stav atmosféry, kdy je dohlednost snížena na méně než 1000 m v jednom směru. Dohlednost ve dne – největší vzdálenost, kde lze spolehlivě rozeznat černý objekt na pozadí mlhy, nebo oblohy. V noci – vzdálenost, na kterou jsou spolehlivě rozeznatelná světla stálá a směrově málo proměnlivá.

4 stupně intenzity mlhy:

Slabá (dohlednost 500-1000 m), **mírná** (200-500 m), **silná** (50-200 m) a **velmi silná** (do 50 m). Mlhy se tvoří při poměrné vlhkosti 90-95 %, kdy teplota vzduchu ještě nedosahuje rosného bodu. To platí pro kladné i záporné hodnoty vzduchu.

Mlhy z vyzařování – radiační – Jsou vázané na radiační ochlazování, a proto doprovázejí radiační teplotní inverzi. Podle vertikální mocnosti je nízká, nebo vysoká.

Mlhy z vypařování – Vznikne při vypařování z teplejší vodní hladiny do chladnějšího vzduchu, nad pevninou na podzim a v zimě, kdy voda v jezerech a řekách je ještě teplejší než okolní vzduch. Vyskytují se i v arktických mořích a při okrajích ledovců.

Advekční mlhy – Vznikají při ochlazování relativně teplého a vlhkého vzduchu při jeho advekci nad chladnější povrch. Podle příčiny a místa vzniku se dělí na frontální, inverzní, městskou, orografickou, přízemní a údolní. Mlha tvořená směsí mlhy a kouře je **smog** – vznik zdravotních problémů.

15. Voda v atmosféře. Charakteristiky vlhkosti vzduchu. Výpar. Klimatologický význam a charakteristiky, meteorologické přístroje na jejich měření.

Voda je v atmosféře vždy přítomná nejméně v jednom ze tří možných skupenství,

v maximálním objemovém množství 4 %, Voda je nezbytná pro celou krajinou sféru, zvláště pro biosféru. 99 % vodních par je v troposféře. Zdrojem sladké vody jsou atmosférické srážky. Do 1,5 km je 50 %. Evapotranspirace (celkový výpar z rostlin a půdy), atm. hydr. pevnina velký oběh, atmo hydro nebo pevnina atmo malý.

Vlhkost vzduchu patří mezi základní meteorologické prvky a vyjadřuje množství vodních par ve vzduchu. Charakteristiky vlhkosti vzduchu se dají vyjádřit jako 2D (zeměpisné souřadnice) i 3D (zeměpisné souřadnice a zvolený vertikální řez). Pokud vlhkost vzduchu roste s výškou jde o **vlhkostní inverzi**.

Charakteristiky – napětí (tlak) vodních par – vyjadřuje parciální tlak vodní páry ve směsi se suchým vzduchem. Udává se v hPa (15-20), je-li vzduch nasycený nahrazuje tuto hodnotu napětí nasycení.

Poměrná (**relativní**) **vlhkost vzduchu** – poměr skutečného napětí vodních par k maximálně možnému napětí (nasycení), udává se v % objemu.

Sytostní doplněk – deficit vlhkosti – rozdíl mezi maximálním tlakem a skutečným napětím vodních par.

Absolutní vlhkost vzduchu – množství vodních par v jednotce objemu vzduchu. g.m^{-3}

Specifická (měrná) vlhkost vzduchu – poměr hmotnosti vodních par k celkové hmotnosti vlhkého vzduchu ve stejném objemu. **Bezrozměrná** veličina.

Poměr směsi – poměr hmotnosti vodních par k celkové hmotnosti vlhkého vzduchu, **bezrozměrná**.

Rosný bod – teploty, při které by vodní páry nacházející se ve vzduchu, se mohly nasýtit, může k tomu dojít také při adiabatickém ochlazování = bez dodání vodních par. Při poklesu pod rosný bod dochází ke kondenzaci – rosa, mlha. Při vlhkosti pod 100 % je vždy nižší než teplota vzduchu, udává se ve °C.

Měření – vlhkost vzduchu se měří psychrometrickou metodou a nebo vlasovými vlhkoměry. Nejpresnější neelektrický přístroj je psychrometr, taky se používá Augustův staniční vlhkoměr, skládající se ze dvou stejných psychrometrických teploměrů (vlhký a suchý). Rozdíl teplot na teplejším suchém a vlhkém teploměru je psychrometrická difference. Assmannův aspirační psychrometr – přenosný přístroj s umělou ventilací vzduchu k teploměrným nádobkám. Termočlánekový psychrometr – dvě samostatná termočláneková zařízení.

Vlasový vlhkoměr – **hygrometr** – změna délky odmaštěného lidského vlasu. Pro kontinuální zápis se používá **hygrograf**.

Měření výparu – je to množství vody v mm, které se vypaří z volné vodní hladiny za 24 hod. **Evaporimetr = výparoměr** – srážkoměr, odměrná nádoba, kalibrovaná nádoba a teploměr.

Charakteristiky vlhkosti vzduchu – důležitý je denní chod, dělí se podle kategorií normality – normální, pod/nad normálem. Denní nebo roční amplituda, **Izohumida**.

Výpar – roční chod měsíčních průměrů v mm, a v % ročního úhrnu, roční úhrn. Také měsíční max. a min. Měsíční průměry denních a ročních úhrnů od 7 do 21 a od 21 do 7. Dny s průměrným, výparem, max. a min. **Izoombra** – stejná intenzita výparu. **Izoatma** – stejná hodnota výparu.

16. Oblaka a jejich klasifikace. Oblačnost a její vliv na globální klima. Elektrické a optické jevy v atmosféře.

Při kondenzaci vodních par v ovzduší, vznikají z mikroskopických kondenzačních jader vodní kapky, tyto mikroskopické kapky se shlukují do větších oblačných kapek a ledových krystalků. Při nahromadění dochází ke vzniku oblaků. Vodní kapky se udržují v určité výšce, díky vzestupným proudům v atmosféře. Při teplotě do -4°C se tvoří oblaka jen s vodními kapkami, při teplotě pod -12°C – hladina ledových jader, výhradně ledová jádra. Vodní obsah oblak udává množství vody, které se v nich nachází. $1 \text{ m}^3 = 0,2-5,0 \text{ g}$.

Klasifikace – nikde nenajdeme dva stejné oblaky, nejvýraznější je **tvarová** (morfologická) **různorodost**. Mezinárodní klasifikace, latinské názvy, 3 hlavní skupiny. Cirrus

(řasa), Stratus (sloha) a Cumulus (kupa). Z nich bylo odvozeno 10 základních druhů. K přesnému určení se používá Mezinárodní atlas oblaků.

Cirrus (Ci) – řasa, z ledových krystalků, tenké nitky nebo vlákna, rovné, nepravidelně zkřivené a propojené,

Cirrocumulus (Cc) – řasová kupka, tenké velké skupiny bílých mraků, beránky, bez stínů,

Cirrostratus (Cs) – řasová sloha, průsvitný závoj oblaků, vláknitého nebo hladkého vzhledu, pokrytí úplné nebo jen částečné – halové jevy,

Alto cumulus (As) – vyvýšená kupka, bílé a šedé mraky se stíny, skupiny nebo vrstvy, představa vln a valounů,

Altostratus (As) – vysoká sloha, šedavá až modravá plocha, vláknitá až žebrovitá struktura, pokrytí plné nebo část, tenké, ale bez halových jevů,

Nimbostratus (Ns) – dešťová sloha, šedá až tmavá oblačnost, matný vzhled vlivem vypadávání dešťových a sněhových srážek, silná vrstva, Slunce neprojde,

Stratocumulus (Sc) – slohová kupka, šedé až bělavé skupiny mraků, mají tmavá místa,

Stratus (St) – sloha, šedé, jednotvárná základna, mrholení, ledové jehličky a zrna,

Cumulus (Cu) – kupka, osamocené oblaky, husté s dobře ohraničenými obrysy, vývoj nahoru do věží a kup, horní část květák,

Cumulonimbus (Cb) – bouřkový mrak, mohutný a hustý, horní část jako kovadlina zploštělá, vydatné srážky a tmavý.

Vysoká oblaka – Ci, Cc, Cs – základna $h = 5-13$ km, z ledových krystalků, bílé a průsvitné

Střední oblaka – As, Ac – $h = 2-7$ km

Nízká oblaka – Ns, St, Cu, Sc – šedé a srážky, do 2 km

Oblaka s vertikálním vývojem – Cu, Cb – bouřkové mraky, krupobytí.

Oblaka z konvekce – vznikají uvnitř vzduchových hmot, nebo na frontě. V silně nestabilních vzduchových hmotách.

Vlnová oblaka – Sc, Ac

Oblaka z výstupných pohybů, oblaka z vyzařování.

Zvláštní: perleťová oblaka (přechlazené kapičky), noční svítící oblaka (kosmický prach), kondenzační pruhy (letadla), oblaka z požárů, sopečná oblaka.

Obláčnost způsobuje ochlazení povrchu Země – nedostává se k povrchu tolik záření. Obláčnost výrazně ovlivňuje klima. Synoptická meteorologie – osminy, klimatologie desetiny.

Optické jevy v atmosféře – fotometeory:

Halové jevy – odraz a lom slunečního světla na ledových krystalcích rozptýlených ve vzduchu. Jsou to světlé, bělavé, slabě duhové pruhy, oblouky nebo kola na obloze. Rozlišuje se malé halo (velice časté) a velké halo (méně časté) středem je vždy Slunce. Velice řídkým je i vedlejší Slunce – 1/rok, dále pak halový sloup, cirkumzenitální oblouk, protislunce.

Gloriola a korona – v tenkých vodních oblacích pozorujeme před slunečním i měsíčním kotoučem tzv. malé kruhy (věnce) = **korona**. Korona je důsledkem ohybu světla na částicích oblaků Ac, Cc, Cs. Tyto kruhy bývají namodralé až načervenalé. Občas se jim říká **aureola**. Barevné kruhy kolem stínů předmětů na oblacích se nazývají **gloriola**.

Duha – asi nejznámější optický úkaz – lom světla při průchodu paprsku vrstvami vzduchu s větším množstvím kapiček vody. Vnitřní strana je fialová, vnější je červená.

17. Atmosférické srážky (vertikální a horizontální) a jejich měření. Klimatologický význam a základní charakteristiky. Sněhové charakteristiky a jejich měření.

Atmosférické srážky jsou částice, které vznikly v atmosféře kondenzací vodní páry a které se vyskytují v atmosféře, na zemském povrchu, nebo na předmětech v kapalném, nebo pevném skupenství.

Vertikální srážky jsou ty, které padají z oblaků. Nejznámější formy jsou déšť a sníh. Srážky trvalého rázu vypadávají nejčastěji z oblaků výstupného klouzání Ns, As. Bouřkové mraky Cb přinášejí obvykle jen srážky přeháňkové. Kromě trvalých srážek pozorujeme také mrholení – typické pro teplé a stabilní vzduchové hmoty a oblaka St, Sc.

Déšť – vodní srážky, v podobě kapek, průměr od 0,5 do 7,0 mm, o dešti hovoříme, i když kapky jsou menší než 0,5 mm, ale vypadávají hustě.

Mrholení – drobné kapky o průměru do 0,5 mm, ale nemají dostatečnou intenzitu, abychom je považovali za déšť.

Sníh – tuhé srážky skládající se z ledových krystalků, nebo jejich shluků rozličných tvarů. Základním tvarem je šesticípá destička – vločka. Při vyšších teplotách jsou to chomáče, při teplotách pod -5°C jsou to menší vločky.

Sněhové krupky – tuhé srážky, složené z bílých neprůhledných ledových částic, padají za přeháněk kolem bodu mrazu, průměr 2-5 mm, při dopadu se tříští.

Sněhová zrna – tuhé srážky, jsou z ledu a jsou menší než sněhové krupky, menší než 1 mm. Při dopadu se netříští. Při teplotách pod bodem mrazu a připomínají mrholení.

Námrazové krupky – sněhová zrna obalená vrstvou ledu, průměr cca 5 mm, při teplotě kolem bodu mrazu, doprovázejí déšť, odskakují a tříští se.

Zmrzlý déšť – padající průhledná, poloprůhledná ledová zrna o průměru 5 mm, vznikají zmrznutím dešťových kapek, někdy mají uvnitř vodu.

Kroupy – kuličky, kusy, nebo úlomky ledu 5-50 mm, o váze až 0,5 kg

Ledové jehličky – jednoduché ledové krystalky ve tvaru jehlic, vznášející se, nebo padající velice pomalu. Typické pro polární oblasti, u nás jen při silných mrazech.

Srážky usazené (horizontální) – pokud proces kondenzace proběhl na zemském povrchu, nebo na předmětech na něm (budovy, stromy, el. vedení,...)

Rosa – usazenina vody ve formě malých kapiček, na zemském povrchu, rostlinách, nebo různých předmětech. Vznik souvisí s radičním ochlazováním, kdy teplota klesne pod teplotu rosného bodu. Nejčastěji večer nebo v noci v teplém půlroce. V extrémech 10-30 mm ročně. U kontinentálního podnebí je to doplněk srážkového úhrnu.

Zmrzlá rosa – zmrzlé kapky rosy.

Jíní – krystalická usazení podobná rose, ale vždy pod bodem mrazu, ledové šupinky a jehličky s jemnou strukturou, na trávě a vodorovných plochách, ne však na stromech a drátech.

Jinovatka – jemné jehličky, trsy s jasnou krystalickou strukturou, usazuje se při silných mrazech na stromech a el. vedení.

Ovlhnutí – vodní kapky na návětrných polohách.

Námraza – bílá průhledná zrnitá usazenina složená ze sněhobílých trsů na návětrné straně předmětů. Vzniká za mlhy při teplotách od -2 do -10°C na zemi, předmětech, stromech, el. vedení, letadlech za letu.

Ledovka – souvislá průhledná usazenina ledu, zmrzlé kapičky při dešti, či mrholení.

Náledí a zmrazky – zmrznutí kapiček až po jejich dopadnutí na zem.

Množství srážek se měří v mm vodního sloupce, 1 mm je 1 litr/m^2 . Měří se dlouhodobé průměrné množství srážek za zvolený časový interval – **srážkový úhrn**.

Denní chod srážek – složitý a nepravidelný režim.

Roční chod srážek – rovníkový typ, tropický,...

Sněhové režimy – při záporných teplotách se může tvořit sněhová pokrývka, velký klimatický význam – vysoké albedo. Malá tepelná vodivost sněhu způsobuje, že tepelné ztráty jsou menší, než z půdy. Výška sněhové pokrývky určuje míru promrzání půdy. Sníh je důležitý zdroj vody a zlepšuje osvětlení krajiny.

Sněžná čára – hranice celoroční sněhové pokrývky.

Měření srážek – značná časoprostorová variabilita, ideální by bylo mít na 1 km^2 jeden měřič – nemožné. Měří se **srážkoměry** – kalibrovaná odměrka – **ombrograf** – samozapisování průběhu srážek. **Totalizátor** měří srážky za delší období v nepřístupných místech – horský terén.

Výška napadlého sněhu se měří od 7 do 7. Výška nového sněhu, celkově, vodní hodnotu celkové sněhové pokrývky. Nový sníh – **sněhové prkénko**, celkově – **sněhoměrnou latí**.

Vodní hodnota – **sněhoměrem**. **Rosoměr** – měří množství rosy.

18. Tlak vzduchu. Stavová rovnice plynů. Přístroje na měření tlaku

vzduchu. Základní charakteristiky a význam. Tlakové pole. Mapy absolutní a relativní barické topografie. Základní tlakové útvary.

Tlak vzduchu se projevuje na všech místech zemského povrchu, ve všech směrech stejně. Vzduch (atmosféra) má svoji hmotnost a tou působí na zemský povrch – tlak. Tlak je síla působící v daném místě atmosféry kolmo na libovolně orientovanou plochu. Průměrný tlak při hladině moře a teplotě 15°C je **1013,27 hPa** = 760 mm sloupce rtuti, o průřezu 1 cm². S výškou se mění tlak. 1hPa/8 m.

Stavová rovnice plynů - $p \times v = r \times T$, kde p=tlak, v=specifický objem, T=absolutní teplota, r=plynová konstanta a závisí na povaze plynu (287 m²s⁻²K⁻¹). Hustota vzduchu je přímo závislá na tlaku a nepřímo na jeho teplotě.

Tlakové pole – barické pole – horizontální rozložení tlaku vzduchu je důsledek variability slunečního záření dopadajícího na zemský povrch a určuje režim větru. Rozložení atmosférického tlaku se nazývá barické pole, oblasti stejného tlaku jsou spojeny **izobarami**.

Mapy izobarické topografie – zachycují neustále se měnící polohu izobarických ploch.

Mapa absolutní barické topografie – do mapy vynášíme výšky izobarických ploch nad hladinou moře. Pokud řadíme jen vyšší izobarické plochy nad nižší – **mapa relativní barické topografie**.

Základní tlakové útvary – tlakové pole je tvořeno oblastmi vysokého a nízkého tlaku vzduchu. **Cyklona** – TN – uzavřené izobary, ve středu je nejnižší tlak. **Anticyklona** – TV – uzavřené izobary, uprostřed je nejvyšší tlak. **Brázda nízkého tlaku** – tvar písmene V, osa je místem s nejnižším tlakem, mezi dvěma TV. **Hřeben vysokého tlaku** – tvar U, hřbet je nejvyšší tlak. **Barické sedlo** – oblast v atmosféře, mezi dvěma TV, nebo TN, neutrální bod.

Časové změny tlaku vzduchu – neperiodický charakter, pozvolné (max. 20-30 hPa /den). **Denní chod tlaku** – dvojitý chod – maximum před polednem a před půlnocí, min. brzy ráno a po poledni. Amplituda kolísá 3-4 hPa. Příčinami je denní chod teplot aktivního povrchu, denní kmity atmosféry a slapové pohyby atmosféry. Max. 1083,3 hPa na Sibiři, min. 870,0 hPa okolo tajfunu.

Roční chod tlaku vzduchu – souvisí se sezónním pohybem tlakových útvarů a s tlakovými změnami stacionárních tlakových útvarů. **Pevninský typ** – max. zima, min. léto. **Oceánský** – max. začátek léta, min. zima. **Monzunový** – zimní max., letní min.

Zonálnost v rozložení tlaku vzduchu – rovníkový pás NT, subtropy VT, subpolární NT, polární VT.

„Zákonitosti zonálního rozložení tlaku vzduchu jsou rozhodující pro charakter všeobecné cirkulace atmosféry.“

Měří se tlakoměry (barometry) nebo se registruje **barografy**. Barometry jsou rtuťové, kovové (aneroidy) a hypsometry (termobarometry). U rtuťových se musí měření upravit na teplotu vzduchu, nadmořskou výšku a tíhové zrychlení. Kovové tlakoměry používají jako čidlo **Vidino kovovou krabičku** – téměř vzduchoprázdňá. Změny se projevují prohýbáním její plochy. Aneroidy – velice přesné (Paulin-systém) se používají jako výškoměry.

19. Proudění vzduchu jako fyzikální jev. Základní typy proudění. Příčiny pohybu vzduchu, rovnice pohybu. Proudění v cykloně a v anticykloně. Fáze vzniku cyklony.

Jedním ze základních rysů zemské atmosféry je neustálý pohyb a přemísťování různě velkých objemů vzduchu. Atmosféra má tendenci tyto rozdíly vyrovnávat a projevem toho je proudění vzduchu. **Orientace směru proudění směřuje vždy z oblasti vyššího do oblasti nižšího tlaku vzduchu.** Probíhá přenos hmotných částic, ale i tepelné energie. Pod pojmem proudění chápeme neuspořádaný pohyb, i když v atmosféře se můžeme setkat i s prouděním uspořádaným.

Laminární proudění – forma proudění bez turbulentních vířivých pohybů vytvářející se nad aerodynamicky hladkým povrchem. Vzduchové částice se pohybují rovnoběžně se směrem proudění. Vyskytuje se jen v tenké vrstvě nad tzv. aerodynamicky hladkým povrchem. Je krajně ojedinělé, a nevzniká při proudění nad povrchem aerodynamicky

drsným (vegetace, zastavěná plocha,...).

Katabatické proudění – sestupný klouzavý pohyb chladného vzduchu, např. podél ukloněného georeliéfu.

Anabatické proudění – výstupné klouzavé proudění podél ukloněného georeliéfu. Anabatický charakter má i výstupné proudění teplého vzduchu na anafrontách.

Konvekce – výstupné proudění způsobené horizontální nehomogenitou atmosféry. Nezbytným předpokladem pro rozvoj je přehřátí aktivního povrchu spojené se vzrůstem barického stupně. Pokud se konvekce realizuje v uzavřeném prstenci jde o konvekční buňku. Ta charakterizuje uspořádanou konvekci. Rozlišuje se konvekce **termická** (termická turbulence využívaná ve sportovním letectví) a vynucená (**mechanická**) – s přispěním počátečního impulsu proudění orografickou překážkou.

Subsidence – pomalé sestupné, sesedavé pohyby uvnitř vzduchové hmoty. Způsobuje adiabatické oteplování vzduchu a rozpouštění vzniklou oblačnost.

Turbulence – nejčastější, podstata v nepravidelných a neuspořádaných vírových pohybech. Dále vertikální výšková členitost a drsnost georeliéfu. Vyvíjí se z laminárního proudění při překročení kritické rychlosti. Míra turbulence je dána charakterem termického rozvrstvení atmosféry. Turbulence je v atmosféře spjata s nárazovitostí, větru, působí na promíchávání vzduchu a přenos tepla, vodních par a látek znečišťujících ovzduší. Víry vznikají mechanicky (drsnost reliéfu) = orografická turbulence nebo důsledek nestability teplotního zvrstvení atmosféry – termické = konvekční či bouřková turbulence.

Advekce – přenos určitého objemu vzduchu prouděním v atmosféře.

Příčiny pohybu – příčiny vyvolávající pohyb jsou síla horizontálního tlakového gradientu, Coriolisova síla (zemskou rotací, stáčení hmot na S doprav a na J doleva), síla tření (proti směru pohybu). „Vítez, který obsahuje převládající horizontální složku pohybu vzduchu lze vyjádřit vektorem $\underline{v}$ a charakterizuje se směrem a rychlostí“.

$$\frac{d\underline{v}}{dt} = \underline{G} + \underline{A} + \underline{C} + \underline{R}.$$

Geostrofický vítr – nejjednodušší pohyb vzduchu, ideální horizontální rovnoměrné přímočaré proudění bez tření. **Postavíme-li se zády proti větru, TN je nalevo vpředu, TV je napravo vzadu.**

Cyklony – fáze – fronta, vlna, mladá cyklóna, okluze, odumírající cyklóna

20. Vítr jako meteorologický prvek. Rychlost a směr větru, přístroje na jejich měření. Barický zákon větru. Klimatologický význam a charakteristiky.

Vítr je horizontální přemísťování vzduchu vzhledem k zemskému povrchu. Vyznačuje se rychlostí a směrem a kdykoliv jej můžeme vyjádřit vektorem. Horizontální složka vzniká působením horizontální složky síly tlakového gradientu a Coriolisovy síly. Vertikální složka vzniká jako důsledek pohybu vzduchu v cirkulačních a frontálních systémech. Vítr se uplatňuje při přenosu vody, energie a ovlivňuje i další procesy. Zvyšuje intenzitu výparu, ovlivňuje tvorbu sněhových závějů a tvorbu námrazy.

Rychlost větru – měří se v m.s^{-1} , max. Mt. Washington 416 km/h. Vítr o rychlosti více než 5 m/s je **nárazovitý**.

Směr větru – **severní vítr je ze severu**. Je-li změna větší než 45° je to vítr **proměnlivý**.

Beaufortova stupnice 13 stupňů – 0-bezvětří 1 km/h, 12-orkán >118 km/h. (1-vánek, od 2 slabý vítr až 8 bouřlivý vítr, 9 – vichřice až 11 mohutná)

Denní chod rychlosti – max. je kolem 14.hod, min. je v noci, nebo ráno. Směr pro severní polokouli – zvyšování rychlosti ráno a stáčení doprava, snižování po poledni a stáčení doleva.

Měření – za přízemní vítr považujeme proudění ve výšce 7-10 m. Určujeme směr a rychlost. Směr se určuje v desítkách stupňů a určuje se pomocí směrovky (Wildovy), dnes se používají elektrické větrné směrovky. Rychlost se měří **anemometrem** a čidlem (Robinsonův miskový kříž), ruční vířivý anemometr, ruční miskový anemometr, samopisný

elektrický anemograf.

21. Systémy cirkulace atmosféry. Všeobecná cirkulace atmosféry. Cirkulace tropických šířek. Tropické cyklony. El Niño.

Cirkulace atmosféry je vždy doprovázena přenosem energie, hybnosti a vody. Základní druhy: Tryskové proudění, cirkulace vzduchu v cyklonálních a anticyklonálních systémech, pasátová a monzunová cirkulace. Mezoprostorové cirkulace – vichřice, smršť, brízy, horské a údolní větry.

Všeobecná cirkulace atmosféry – zásadně ovlivňuje globální klima a klima velkých geografických oblastí, vyznačuje se pravidelností a stálostí. Ovlivňují ji následující činitelé:

Zářivá energie Slunce – nerovnoměrné rozložení zářivé energie je jedním z hlavních podnětů cirkulace.

Rotační pohyb Země – v důsledku vzniku Coriolisovy síly, na rovníku=0, na pólech nejvíce.

Nehomogenita zemského povrchu – ovlivňuje teplotu vzduchu a v důsledku turbulentního promíchávání se projevuje v celé troposféře.

Tření vzduchu o zemský povrch – jde o snižování rychlosti a změnu směru, pouze do výšek cca 1,5 km.

Změna teploty s výškou, Rozměr zemské atmosféry.

Kdyby se Země netočila a měla stejný povrch, bylo by to ideální – teplý vzduch z rovníků k pólům – ochlazení a zpět k rovníku.

Kolem rovníku se tvoří tropické **pásmo tišin** = tropická zóna konvergence = NT, **pasátové proudění** na severní polokouli SV, na jižní JV. **Tropické cyklony** představují poruchy v atmosféře v nízkých zem. šířkách. Od netropických se liší menší velikostí, nízkými hodnotami tlaku ve středech a vysokými rychlostmi. Vzdušné víry o průměru maximálně několik set km. Jejich pohyby kopírují směr pasátů. Vznikají vždy nad oceánem a v oblasti tišin. Zdrojem je povrchová voda tropických částí oceánů s teplotou více než 26°C. Tropické cyklony podle místa výskytu – **hurikán nebo uragán** – stř. Am., **tajfun** – Dálný V, **orkán** – J Indického oc., **cyklón** – Bengálský zál., **Willy-Willies** – mezi Austrálií a Kokosovými ový.

S polokoule - Islandská cyklóna, azorská A, aleutská C, asijská a severoamerická zimní A, J asijská letní C.

J polokoule – subantarktická zóna sníženého tlaku, J atlantická A, J indická A, J oceánská A.

Monzuny – nerovnoměrné zahřívání pevnin a oceánů, **LM** - období dešťů při nástupu a konci, nižší tlak nad pevninou. **ZM** – vyšší tlak nad pevninou, suchý, může se nasytit pokud jde přes moře a pak srážky. **Tropický (rovníkový) monzun** – na rovníku vlivem míchání vzduchu z obou polokoulí.

Tropické cyklóny – poruchy v atmosféře v oblasti tišin nad oceánem, mezi 5-10° s. a j.š. Zdrojem energie jsou povrchové vody oceánů o 26°C. Oko cyklony – nej<< tlak, 870 hPa v supertajfunu Tip.

El-Niño – tento jev je **nejznámějším projevem narušení všeobecné cirkulace atmosféry**. Překlad znamená „Jezulátko“ to podle toho, že se pravidelně vyskytuje v období Vánoc. Vzniká po období zesíleného působení pasátů, které vede v rovníkových oblastech k přemístění zvýšeného objemu mořské vody západním směrem. Tedy ve směru pravidelných proudů. Po zeslabení pasátového proudění dochází k proudění nahromaděné vody zpět. Projevuje se zánikem studeného Peruánského proudu podél západního pobřeží J Am. U pobřeží Peru, Ekvádoru a Kolumbie dochází k zvýšení teploty vody (1983 o 11°C)! a k zvýšení hladiny o několik cm. Důsledky: Přívalové deště, vliv na faunu i floru, úhyn ryb v nedostatku potravy – dopad na místní rybáře. **El-Niño** doprovází i změny tlaku – ENSO - **El-Niño Southern Oscillations**. Změna všeobecné cirkulace atmosféry. Je prokázáno, že tato anomálie má vliv i na jiné jevy – sucha v rovníkové Africe, záplavy v povodí Mississippi,... (obecně ohrožuje život ptáků, korálové rify, lesní požáry, život v moři, pobřežní eroze, sucha, záplavy a tropické bouře).

La Niña – systém proudění vzduchu, zesílené pasátové větry zintenzivňují výstup studené oceánské vody, zesílení studených moř. proudů. > přenos studené vody z V části

Pacifiku na Z, výraznější zvýšení povrchové teploty na Z Pacifiku. Jakoby opak El Nina.

22. Systémy cirkulace atmosféry. Mimotropická cirkulace. Místní cirkulační systémy.

Začátek viz. 21.

Mimotropická cirkulace – mimo tropy převládá západní proudění větru (Coriolisova síla), kromě polárních oblastí, kde převažuje východní proudění. Je zde typická intenzivní cyklonální činnost tj. vznik, vývoj a přemísťování atmosférických poruch velkých měřítek. Mimotropické cyklony dělíme na nefrontální a frontální cyklony.

Nefrontální – místní a termické – vznikají v důsledku nerovnoměrného zahřívání aktivního povrchu a proto je lze pozorovat v létě nad pevninou a v zimě nad relativně teplejšími vodními plochami. Jsou malé jak vertikálním tak i horizontálním rozsahem.

Frontální cyklony – vznikají na atmosférických frontách a podstatně méně často.

Fáze vzniku cyklony – první fáze – vznik cyklony = stádium vlny, pokud se vlna zvětšuje dojde k uzavření izobary, začne teplý vzduch pronikat do studeného, vytvoří se teplý sektor cyklony = stadium mladé cyklony. Teplý vzduch je vytlačen do vyšších vrstev a cyklona se vyplní studeným vzduchem – zaniká = odumírání cyklony.

Anticyklóny – dělí se podle charakteru přízemního tlakového pole na stacionární subtropické, stacionární studené a arktické a antarktické.

3 základní typy atmosférické cirkulace:

1. Zonální cirkulace – podél rovnoběžek, pro Z a stř. E příliv teplého a vlhkého vzduchu z Atlantiku v zimě a chladného vlhkého v létě. Určující pro velký oběh vody.

2. Meridionální – poledníků, studené C a teplé A, umožňuje vpád studeného vzduchu z Arktidy a teplého ze subtropů do E.

3. Smíšená – obě.

Místní cirkulační větry – pravidelná forma cirkulace vyvolaná nehomogenitou povrchu a vertikální členitostí.

Brízové větry – vznikají kvůli rozdílnému zahřívání vodních ploch a pevniny – mořské a pobřežní vánky. Je to systém uzavřené cirkulace. Přes den od moře k pevnině, v noci z pevniny k moři. Vertikální mocnost 2-4 km.

Údolní a horské větry – přes den se údolí zahřívá a vane vítr z údolí – **údolní vítr**. V noci je situace obrácená, proudění anabatické vystřídá sestupné katabatické proudění a hovoříme o **horském větru** – bývá velice studený. Vytváří se jezera studeného vzduchu.

Ledovcový vítr – vítr místní cirkulace má katabatický charakter, vane nad ledovcem, či ledovcovým polem směrem do údolí, je to celodenní proces, přináší opravdu studený vítr.

Fén – Jeden z nejznámějších větrů ve střední Evropě, dříve jen v Alpách, padavý, suchý, **teplý** a nárazovitý vítr na závětrné straně horských překážek, vane z hor do údolí. Na obou stranách masívu musí být rozdílné hodnoty tlaku vzduchu a rozdílné teploty vzduchu. Přesouvá se z míst s vyšším tlakem vzduchu do míst s nižším tlakem.

Bóra – silný padavý, **studený**, nárazovitý vítr na pobřeží Dalmácie. Typický pro pobřeží Istrie.

Maloprostorové vzdušné víry – **húlava** – náhlé zvýšení rychlosti větru, nárazovitý a měnící směr. **Tromby** (Karibik a SAm). Mezi Skalístými a Apalačemi se označují **tornáda** (silné rotující vítr).

Do kategorie místních větrů patří i **městský vítr**.

23. Vzduchové hmoty, jejich klasifikace. Vliv vzduchových hmot na charakter počasí. Atmosférické fronty (stacionární, pohyblivé) a jejich vliv na charakter počasí.

VH – objemy plošně souměřitelné s velkými plochami moří a pevnin. Přibližně stejné fyzikální vlastnosti a pohybují se podle zákonitostí všeobecné cirkulace atm. Typické vlastnosti - teplota a vlhkost.

Podle geografické klasifikace – **arktická (antarktická), polární, tropická, ekvatoriální VH**. Kromě ekv. jsou to mořské a kontinentální podle místa zrodu, nad kt.

vznikly. Přemísťují se a dochází k transformaci VH.

Teplá vzd. hmota – přem. se z obl. teplé do chlad., z J k S. (stabilní a nestab.)

Studená VH – opak, S k J (stabilní a nestab.)

Místní VH – setrvává déle v jedné oblasti a nemění se. (stabilní a nestab.)

VF – přechodná oblast mezi VH.

Arktická fronta a AAF – odděluje AVH od PVH. **Polární** odděluje PVH od TVH, dělí se na několik větví. **Tropická** odděluje TVH a EVH. Jsou **kvazistacionární**. Podílejí se na vývoji počasí.

Frontogeneze – vznik nebo zvýraznění fronty. Neustále vznikají a zanikají.

Anafronta – výstupné klouzání teplého vzduchu podél klínu studeného vzduchu. **Katafronta** – TV sestupuje podél klínu SV.

Dynamické fronty:

Teplá fr. – pohybuje se směrem ke studenému vzduchu (je na rozhraní mezi T a S vzduchem), anafronta, před TF je dobrá dohlednost, pokles tlaku vzduchu, oblačnost a mírné srážky, J a JV vítr. Během se otepluje, tlak se vyrovnává, minimum srážek a špatná viditelnost. Po ní srážky ustávají a oblačnost se zvedá, otepluje se. Tlak roste. Projevem jejího příchodu je snížená dohlednost, pokles tlaku a srážky.

Studená fr. – teplý ustupuje před SF, 2 typy SF: **Pomalu postupující** – anafronta, před jsou přeháňky, za jsou trvalejší srážky a nárazovitý vítr. **Rychle postupující** – ve spodní části anafronta, v horní katafronta, před ní silné přeháňky (ale užší území), bouřky, vysoké rychlosti větru, tlak klesá po ní stoupá a ochlazuje se.

Okluzní F – SF postupuje za TF až o 40 % rychleji ($50 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$). Spojení SF a TF = okluze. Rozhraní mezi dříve T a SF je okluzní fronta. **Teplá** (Byl-li studený vzduch, postupující za SF teplejší, než vzduch ustupující před TF) a **studená** (Byl-li studený vzduch, pronikající za SF chladnější). TOF – před chladno,, roste mírněji. SOF – před chladno, klesá, chladněji. U obou srážky, oblačno.

Pokud atm. F zasahují celou troposféru, nazýváme je frontami troposférickými nebo vysokými. Ty, kt. jsou jen po hraniční mezní vrstvu atmosféry – přízemní or nízké.

24. Základy synoptické meteorologie a předpovědi počasí. (definice a význam, základní pojmy, synoptické mapy, synoptická depeše, princip analýzy synoptické mapy, typy předpovědi počasí).

Předpověď počasí – nejsložitější předpověď. Synoptická meteor. je základní věd. disciplína meteorologie. **Studuje zákonitosti rozvoje atmosférických dějů za účelem předpovědi počasí.** Zaznamenáno do synopt. (povětrnostních) map, a jejich následná analýza a předpověď počasí. Sledování vzniku a vývoje, přemísťování tlakových útvarů (C a A), VH a atm. ploch jak 2D tak 3D.

Synoptická mapa – podklady vzniknou rozkódováním dat z pozemních pozorovacích stanic, aerologických výstupů, met. radarů a družic. (SYNOP, TEMP, INTER, AERO, SHIP) a jsou překreslovány do staničních kroužků. Syn. pozorování hlavní (0, 6, 12, 18:00 UTC) a vedlejší (3, 9, 15, 21:00 UTC). **Přízemní SMp** – údaje z příz. pozorování a měření. Popis příz. pole teploty vzduchu, tlak, proudění a určit polohu hlavních syn. objektů. **Výškové SMp** – v různých výškových hladinách na základě aerologických informací, mapy barické topografie.

S. analýza – porovnávání met. charakteristik ze SMp na různých místech, výškách, časových okamžicích (a následujících po sobě). Prostředky analýzy – **aerologické diagramy** – (termodynamické), analýza fyz. stavu atm. a aerologických měření, izobary, izoterm, adiabaty, izolinie vlhkosti. **Prostorové a časové vertikální řezy atm.** – analýzy časového (prost.) stavu atm. na jednom či více místech. Zákl. principy – **komplexnost** (vzájemná spojitost a podmíněnost char. počasí), **trojrozměrnost** (anal. v různých výškách – tropo a spodní strato), **časová následnost** (porovnání se situacemi předchozích analýz).

Pojmy – Synoptické objekty (tlakové útvary, AF, VH). **Barické útvary** – oblasti N a VT. Spojeno s větrem a prouděním, tvoří barické mapy pomocí izobar, Cyk. a Antic., brázdy a hřebeny. **AF** – úzké přechodné vrstvy mezi sousedícími T a S VH. T, S a stacionární nebo

vysoké a nízké. **VH** – objemy vzduchu obr. rozměrů, přemísťováním se mění počasí.

Postup analýzy Smpy – určení stabilních a instab. VH, lokalizace oblastí frontálních poruch, zakreslením izobar (hodinové tendence $<$ a $>$ tlaku), stanovení polohy front (T, S, Okl.), zakreslení izobar, určení typu fronty.

Předpověď počasí – slovně nebo graficky budoucí stav povětrnostních podmínek v urč. geogr. oblasti. Vychází z analýzy teplotního, tlakového a vlhkostního pole atm. a fyzikálního stavu zem. povrchu.

Podle času: **velmi krátkodobá (nowcasting)** na několik hodin, **krátkodobá** (1-3 dny), **střednědobá** (4-10), **dlouhodobá** ($>$ 10 dnů).

Podle prostoru: **místní, oblastní**

Podle určení koncového uživatele: **obecné a speciální** (pro občany v TV a tisku x zemědělci, doprava, energetika..)

25. Klima Země a jeho vývoj, klimatotvorní činitelé. Kolísání klimatu a klimatické změny. Klimatické modely. Paleoklimatologie.

Charakter klimatu je výsledek spolupůsobení klimatotvorných faktorů:

Astronomické faktory

Patří sem i terestrické, vycházejí z vlastností zemského tělesa - ze sklonu zemské osy k rovině ekliptiky, z rotačního pohybu Země kolem osy, tvaru Z... To určuje tok zářivé sluneční energie dopadající na Z povrch a podmiňují šířkové rozdělení na Z (solární klima). Důsledky jsou šířková pásmovitost a rozdělení planetárního geosystému do geomů (regionálních geosystémů).

Cirkulační faktory

Vliv cirkulačních procesů všech měřítek v atmosféře při utváření klimatu v různých geogr. oblastech. Ovlivňuje podnebí velkých oblastí, mezo- a mikrocirkulační faktory se projevují v klimatických poměrech menších oblastí.

Radiační

Toky záření v atm, aktivním povrchu a hydrosféře. Slun. zář. dopadající na horní hranici atmosféry. Ostatní toky zář. jsou ovlivněny utvářením georeliéfu a jeho fyzikálními vlastnostmi.

Geografické

Původ a přímá vazba v charakteru KS. Vliv makroreliefu – vertikální geomy (výšková klimatická stupňovitost). Důkazem je vertikálně stupňovaná vegetace.

-*Zeměpisná šířka* – ovlivňuje intenzitu dopadajícího záření, ta se mění podle z. šířky a výšky S v čase horní kulminace. Značný stupeň zonálnosti, na intenzitě záření závisí teplotní poměry.

-*Nadmořská výška* – ovliv. průběh, hodnoty a vertikální rozložení prakticky všech met. prvků a klimatol. faktorů. Změny klimatických prvků a jejich charakteristik jsou ve vertikálním směru výraznější, vznik výškové klimatické zonálnosti.

-*Rozložení pevnin a moří* – důležitý KLMč, závisí na něm dělení klimatických typů VH. Vliv na rozložení činných vrstev atmosféry.

-*Orografie*

Př. – horské klima, závislé na nadm. výšce, orientaci horských masívů, orientaci svahů ke světovým stranám, šířce údolí a sklonu svahů.

-*Mořské proudy*

Vyvolávají výrazné rozdíly v teplotním režimu povrchu oceánů a hodnotách jejich povrchové teploty. Vliv na rozložení teploty vzduchu nad oceány a charakter atm. cirkulace.

-*Rostlinná a sněhová pokrývka*

Vliv na teplotní režim půdy včetně její amplitudy.

Antropogenní faktory

Vliv prostřednictvím SE aktivit. Neřízené a nekontrolované – globální problémy. Zvyšování výroby energie, růst koncentrace CO₂ a atm. aerosolu. Změny v mikro-, mezo- a místním klimatu.

Klima je souhrn a postupné střídání všech stavů atmosféry možných v daném místě.

Je důsledkem různých nepřetržitě probíhajících KLMtv procesů.

26. Klimatické klasifikace (konvenční, genetické). Klasická, dynamická a komplexní klimatologie – viz ot.č.1. Typizace povětrnostních situací. Požaduje se znalost členění na jednotlivé typy u Köppenovy a Alisovovy klasifikace!

Stanovení klim. typů a vymezení klim. oblastí v globále i geografických oblastech. V rozložení hodnot jednotlivých KLIM prvků jako jsou teplota vzduchu a půdy, atm. srážky, výpar – geografické zákonitosti. Zonálnost rozložení typů klimatu (vliv kulatosti Z a chodu radiační bilance).

Klimatická pásma fyzická (skutečná) – odpovídají rozložení v realitě

Klimatická pásma solární (matematická) – na homogenní Z

Základní: **tropický, S a J mírný, polární A a AA**, přechodné – **subtropický a subpolární**.

Typy klimatu podle polohy a georeliéfu: **oceánské, kontinentální a horské**

W. Köppen – konvenční klasifikace, podle teplot a srážek ke vztahu k vegetaci

1. Pásmo vlhkého tropického klimatu A (klima vlhkých trop. dešť. pralesů Af, klima savan včetně oblasti trop. monzunů Aw)

2. Suchého klimatu B (obě 1/2 koule) (klima stepi BS a pouští BW)

3. S mírně teplým klimatem C (1/2) (se suchou zimou Cw, se suchým létem Cs, s rovnoměrným rozložením srážek během celého roku Cf)

4. Mírně studené klima na pevninách S polokoule (lesů) D (se suchou zimou Dw a rovnoměrným rozložením srážek Df)

5. Polárního klimatu E (tundry nebo výškové podnebí nad 3000 m ET, trvalého mrazu EF)

B. P. Alisov – genetická klasifikace

Rovníkový, 2 tropické, 2 mírné a 2 polární – hlavní.

Mezi nimi přechodné oblasti – 2 tropických monzunů s vlivem ekvatoriální VH v létě a tropické v zimě, 2 subtrop., kde v létě převládá tropický a v zimě polární vzduch, oblast subantarktickou, subarktickou v létě polární a v zimě arktický vzduch.

Dále v každém pásmu vyděluje – kontinentální, oceánské, klima Z a V pobřeží.

1. klima rovníkové oblasti
2. tropické
3. tropických monzunů
4. monzunové klima tropických náhorních plošin
5. pasátů
6. tropických pouští
7. subtropické
8. kontinentální subtropické
9. vysokohorských náhorních plošin
10. středomořské
11. subtropické monzunové
12. subtropické klima oceánů
13. mírných a subpolárních šířek
14. kontinentální mírných a subpolárních šířek
15. horských oblastí mírných šířek
16. Z pobřeží mírných š.
17. V pobřeží mírných š.
18. oceánů mírných š.
19. Arktidy
20. Antarktidy

Celková povětrnostní situace (cps) = rozložení vzduchových hmot,
atmosférických frontálních cyklon a anticyklon (tj. synoptických objektů, které určují ráz počasí nad určitou *velkou geografickou oblastí* a mají vliv na *dlouhodobý režim* vybraných meteorologických prvků)

- cps vyčteme ze synoptických map

Tvorba katalogů synoptických situací

- hlavní zásada: zachování delších přirozených cirkulačních celků (každé období (situace) je charakterizováno určitým směrem proudění, rozložením tlakových útvarů, způsobem přechodu front, nebo přílivem vzduchových hmot určitého původu)
- povětrnostní situace se dělí na cyklonální a anticyklonální
- značení synoptických situací:

NWa . . . „severozápadní anticyklonální situace“

NWc . . . „severozápadní cyklonální situace“

Wc . . . „západní cyklonální situace“ (častá nad územím ČR)

27. Zpracování základních klimatických charakteristik. Klimatografie oblasti. Meteorologické a klimatické mapy. Základní klimatografická díla ČR a literatura.

Zpracování poměrů slunečního záření

Intenzita globálního slunečního záření

Jeho měření se provádí jen na malém počtu stanic. Zpracování se věnuje velká pozornost. Zpracovávají se údaje o přímém, globálním, difúzním, odraženém záření a efektivním vyzařování.

Délka trvání slunečního svitu

Časový interval mezi východem a západem slunce. Na základě vyhodnocení údajů z heliografu, v hodinách nebo desetínách hodin za den, měsíc nebo rok. Čára spojující místa se stejnou délkou trvání slunečního svitu za určité období se nazývá izohélie.

Základní klimatické charakteristiky půd a jejich zpracování

Stav půdy

Půda ovlivňuje řadu jevů, odehrávajících se v přízemních vrstvách atmosféry. Stav půdy může být suchý (vlhký) povrch, mokrá, holý, zamrzlý. Důležité jsou charakteristiky četnosti změn stavu půdy s měnící se nadmořskou výškou a roční dobou.

Teplota půdy

Je nejsledovanější půdní charakteristika. Slouží ke studiu půdotvorných procesů, oběhu vody a řady biologických procesů. Důležitá je znalost hladiny podzemních vod. Mezi nejběžnější charakteristiky patří měsíční průměry termínových pozorování, denní průměr, minimum a maximum.

Základní teplotní klimatické charakteristiky a jejich zpracování

Teplota vzduchu je nejzákladnější a nejdůležitější klimatologickou charakteristikou místa. Základ je průměrná denní teplota. (7,14,21,21/4)

Další důležitý údaj je výskyt charakteristických průměrných teplot a **teplotní sumy**, což jsou součty průměrných denních teplot $T_{\text{prům}} > 10^{\circ}\text{C}$. Teploty nižší než požadovaný průměr se do sumy nepočítají (používá se v zemědělství). Místa o stejné teplotě můžeme spojit izotermami. viz ot. č. 1.

Srážkové charakteristiky a jejich zpracování

Nejčastěji bývají zpracovávány měsíční srážkové úhrny. Z nich potom průměrné dlouhodobé měsíční úhrny. Dále nejvyšší denní úhrny, četnosti výskytu srážkových úhrnů, počet dní se srážkami, srážková pravděpodobnost, počet dní s kroupami, charakteristiky sněhových poměrů jako je počet dní se sněžením atd. Izonifa se používá v souvislosti se sněhem, izochiona taky, ale přímo na vyjádření plošných jevů se sněhem.

Charakteristiky vlhkosti vzduchu

Nejčastěji se zpracovávají charakteristiky poměrné vlhkosti vzduchu, denní chod a zpracování hodnot do kategorií normality, roční amplituda. Izohumida spojuje místa se stejnou poměrnou vlhkostí.

Charakteristiky tlaku vzduchu

Mají spíše meteorologický význam, v klimatologii spíše doplněk. Denní průměr se spočítá jako:

$$\frac{p_7 + p_{14} + p_{21}}{3}$$

Uvádějí se také nejvyšší a nejnižší měsíční průměry, a největší a nejmenší odchylky od průměru. Čára se nazývá izobara.

Zpracování větrných poměrů

V případě směru jde o vektorové veličiny a vyjadřují 8 nebo 16 hlavních směrů. V grafickém zpracování je to větrná růžice. Je možné stanovit výsledný směr nebo převládající směr. Důležitá je také síla větru, podle Beaufortovy stupnice. Čára je Izotacha nebo Izanemona.

Zpracování údajů oblačnosti

V praxi společně se slunečním svitem, je mezi nimi vztah, který jde vyjádřit jako $O+S=100\%$. Průměr zdaleka nevystihuje skutečné poměry. Proto se vedle ročního chodu oblačnosti používají měsíční chody, a nejvyšší a nejnižší měsíční oblačnosti. Dny se mohou dělit na jasné, oblačné a zatažené. Čára je izonefa.

Charakteristiky výparu

Jsou důležité pro studium oběhu vody v přírodě. Klasicky se zpracovává roční chod, minima, maxima.... Čára u intenzity je izoombra a u hodnoty je izoatma.

Grafické zpracování v klimatologii

Tabulky, grafy, mapy

Statistické tabulky

Obsahují nejčastěji statistické řady, ať už časové, místní nebo věcné, a jejich kombinace. Žádné políčko tabulky nesmí zůstat prázdné, vysvětlit, proč tam údaj není.

Graf

Soustava souřadnic, stupnice, grafické sítě, jednotky, vysvětlivky, musí mít nadpis, který je věcný, časový a místní.

Nomogram

Je grafická tabulka, která vyjadřuje vztah mezi proměnnými tak, že pro nezávislé proměnné můžeme snadno odvodit odpovídající hodnoty proměnných. Jejich tvorbu ulehčila výpočetní technika.

Trojrozměrné grafy, bloková schémata, stereogramy

Tento typ lze využít pro závislost třech proměnných.

Izoplety

Plošné zobrazení hodnot se provádí pomocí izolinií. Jsou to v podstatě grafy, kde tři proměnné jsou z. šířka, délka a hodnota. U izopleť jsou proměnné měsíce, hodiny a hodnoty klimatického jevu.

Historie meteorologie v českých zemích

Do roku 1918

· 1752 – zahájena pravidelná meteorologická měření na pražské hvězdárně Klementinum. Pravidelně měřili tlak, teplotu vzduchu a atmosférické srážky

1918 - 1938

- 1919 – 1920 – vzniká Státní ústav meteorologický se sídlem v Praze (nahradil instituce řízené z Vídně a Budapešti)
- vybudování nové staniční sítě
- začala rozvíjet činnost letecká meteorologická služba (stanice podél hlavních letových tras)
- vznik prvního souboru klimatických map Československé republiky (součást Atlasu republiky Československé z roku 1935)

od roku 1945

- tři hlavní úkoly české meteorologie: zajistit potřeby národního hospodářství, zajistit nezbytný výzkum, výchova odborníků
- **1958 – Atlas podnebí ČSR**
- **1961 - Podnebí Československé socialistické republiky** – Tabulky
- **1969 - Podnebí ČSSR** – Souborná studie
- **1970 – Klimatologická regionalizace Československa v měřítku 1: 500 000 (E. Quitt)**
- **1969 – Český hydrometeorologický ústav (Praha), Slovenský hydrometeorologický ústav (Bratislava)**

28. Topoklima jako klimatická kategorie. Definice a význam topoklimatu. Vliv georeliéfu na režim základních meteorologických prvků. Klima PVA. Klima měst.

Topoklimatologie studuje vlivy georeliéfu a jeho AP na klima PVA na úrovni místního měřítka (něco mezi mezo- a mikroklimatem).

Definice topoklimatu a historie jeho studie

Topoklima je typ klimatu, které se utváří pod vlivem georeliéfu, jeho aktivního povrchu a spolupůsobení antropogenních vlivů.

- při tvorbě topoklimatu se uplatňuje radiační typ počasí

- klimatotvorné faktory: **mezoreliéf, vegetační kryt, činnost člověka**

- pojem: místní klima = orografické mikroklima (R. Geiger) = mikro-, topo-, mezoklima

topoklimatologie (C. W. Thornthwait, 1953) – topoklima = klima velmi malých oblastí

- u nás se topoklimatem od 50. let zabývá **Geografický ústav ČSAV v Brně** v souvislosti s projektováním velkých staveb, kde působil představitel české topoklimatologie **E. Quitt**.

Teoretické základy studia topoklimatu

Topoklimatický výzkum

musí zahrnovat:

- studium vybraných geografických klimatotvorných faktorů topoklimatu,
- studium dynamických procesů v PVA, zejména proudění.

Cirkulační faktory utvářející topoklima:

makrocirkulace, místní cirkulace, rozlišují se převládající směry větru, důležitá je i lokalizace sběrných oblastí chladného vzduchu (př. vznik horských větrů)

Přehledná (1 : 50 000) topoklimatická mapa

Okruhy poznatků obsahu topoklimatických map:

- míra oslunění libovolné plochy ve zvolené části roku,
- vymezení poloh s předpokládaným častějším výskytem teplotních inverzí a kondenzačních jevů.
- vymezení poloh s možností vzniku katabatických (sestupných) procesů,
- lokalizace oblastí s možností zvýšeného (sníženého) provětrávání,
- vymezení ploch se specifickým charakterem topoklimatu vzhledem k povaze aktivního povrchu.

podrobné klimatické mapy (1 : 25 000, 1 : 10 000)

Legenda topoklimatické mapy: obecné kategorie topoklimatu:

- topoklima **rovinných ploch**
- topoklima **pahorkatin**
- topoklima **vrchovin**
- topoklima **hornatin**
- topoklima **utvářené působením předpokládaných projevů atmosferické cirkulace**
- topoklima **formované pod možným vlivem katabatického stékání.**

Současné možnosti topoklimatického mapování (využití GIS)

Tab. 22.2.1: Geografické faktory ovlivňující formování topoklimatu

Faktor	Mapovaná položka
Typ aktivního povrchu	
pisčité, kamenitý a skalnatý povrch	typ, barva*, teplotní (tepelná) vodivost
půda	typ, textura*, barva*, obsah vody*, teplotní (tepelná) vodivost
vodní a zamokřené plochy	velikost a typ plochy, hloubka*
vegetace	typ, výška*, hustota, barva* sezónní změny vegetačního krytu
zemědělská půda	(ne)využívané plochy, druh (výška) plodiny, sezónní změny, odlesněné plochy a průseky
urbanizované plochy	tepelná (teplotní) vodivost* a druh materiálu*, zdroje antropogenního a tepelného znečištění
Vlastnosti aktivního povrchu	
morfografický typ	rovinu, svah, konvexní/konkávní tvary atd.
morfografická charakteristika	sklonitost, orientace, relativní výšková členitost; resp. převýšení, hloubka, šířka příp. profil údolí*, plocha rozsáhlejších konkávních tvarů*
možnosti získávání zářivé (tepelné) energie	sklon a expozice ke světovým stranám, nadm. výška*, míra zastínění*
expozice vzhledem k meteorologickým jevům	návětrná (závětrná) poloha, anemoorografický efekt (terénní překážky ovlivňující rychlost proudění), tepla svahová zóna, tvary georeliéfu, sběrná oblast chladného vzduchu
drsnost georeliéfu	zemědělské plochy: bez vegetace, s vegetací, porostná plocha urbanizované plochy: stupeň a charakter urbanizace
hodnota albeda	typ aktivního povrchu*
schopnost vyzařovat	povrchová teplota* (maximální, minimální), míra ochlazování v období negativní energetické bilance

* Tyto položky se obvykle sledují jen ve speciálních případech, příp. podle požadavků koncového odběratele, neboť vyžadují speciální znalosti, resp. metody měření

- využití **geoinformačních technologií** při geografickém výzkumu: sledování časoprostorových změn, konstrukce 3D-DMR (míra oslunění ...), využití digitálních rastrových a vektorových dat, jejich zpracování a integrace v prostředí GIS, využití digitálních dat DPZ pro analýzy pokrytí země; počítačové zpracování – sběr dat, tvorba databází, analýza, kartografické zpracování, prezentace výsledků ...

Topoklimatické informace jako součást GIS

TOPIS – topoklimatický informační systém, **KLIS** – klimatický informační systém

Příklady možných databází (vrstev) makroklimatických informací:

- rozložení vybraných klimatických charakteristik, změny makroklimatických charakteristik

Příklady možných databází (vrstev) prostorových topoklimatických informací:

- míra oslunění, polohy s předpokladem výskytu teplotních inverzí, koridory s předpokladem projevů katabatických procesů, polohy s předpokladem zvýšeného výskytu kondenzačních jevů, polohy dobře provětrané, polohy s předpokladem dobrého provětrání, plochy se specifickým charakterem topoklimatu vzhledem k povaze aktivního povrchu

Využití topoklimatické mapy v praxi

- Územní plánování a územní rozvoj
- Lidské aktivity v krajině
- Lokalizace oblastí výskytu možných místních klimatických efektů podmíněných utvářením georeliéfu povahou aktivního povrchu (ve spojení s nepříznivými meteorologickými situacemi) v krajině a jejich případný vliv na kvalitu životního prostředí, zejména ovzduší

Enviromentální aplikace

EIA – Environmental Impact Assessment

- topoklimatické mapování jako důležitý prostředek při studiu životního prostředí, či popisu městského klimatu; uplatnění v enviromentální geografii, geoekologii, krajinné ekologii, botanice
- míra ohrožení populace při průmyslové havárii, výběr lokalit pro efektivní využití ekologicky příznivých zdrojů, lokalizace míst se zvýšeným nebezpečím výskytu geomorfologických procesů (katastrof) ...

Vliv sklonu georeliéfu a jeho orientace ke světovým stranám na míru ozáření

Orientace ke světovým stranám je určena podle **polohy protilehlé strany** (svah obrácený k severu má **severní expozici**).

Sklon svahu určuje úhel dopadu slunečních paprsků.

Rozdíly v expozici a sklonu $\Rightarrow$ nerovnoměrné rozložení dopadajícího záření $\Rightarrow$ rozdílné množství tepla na jednotku plochy

Svahy s jižní orientací – maximum 12:00 bez ohledu na sklon, nejvyšší teploty i teplotní amplitudy

Svahy severní orientace - maximum 12:00, s rostoucím sklonem klesá intenzita ozáření

Svahy s východní orientací - ozáření po celý rok prakticky stejné, začátek insolace ve stejný čas, s menším sklonem svahu se zpožďuje konec.

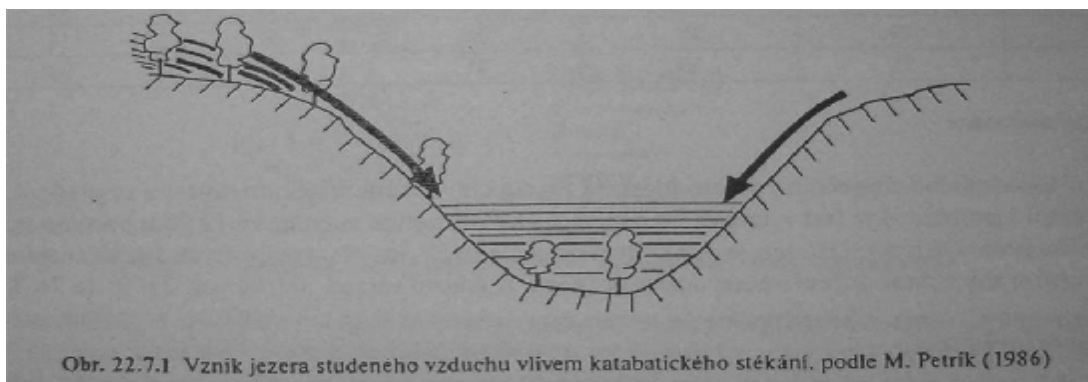
Svahy západní orientace - opačný k východní

Vliv georeliéfu na proudění vzduchu

- směr a rychlost větru ovlivňují teplotu vzduchu, intenzitu výparu, mlhy ...
- členitý georeliéf výrazně modifikuje rychlost, směr a strukturu proudění větru
- překážky až 20x zvyšují účinky větru, sníženiny usměřují vzdušné proudění

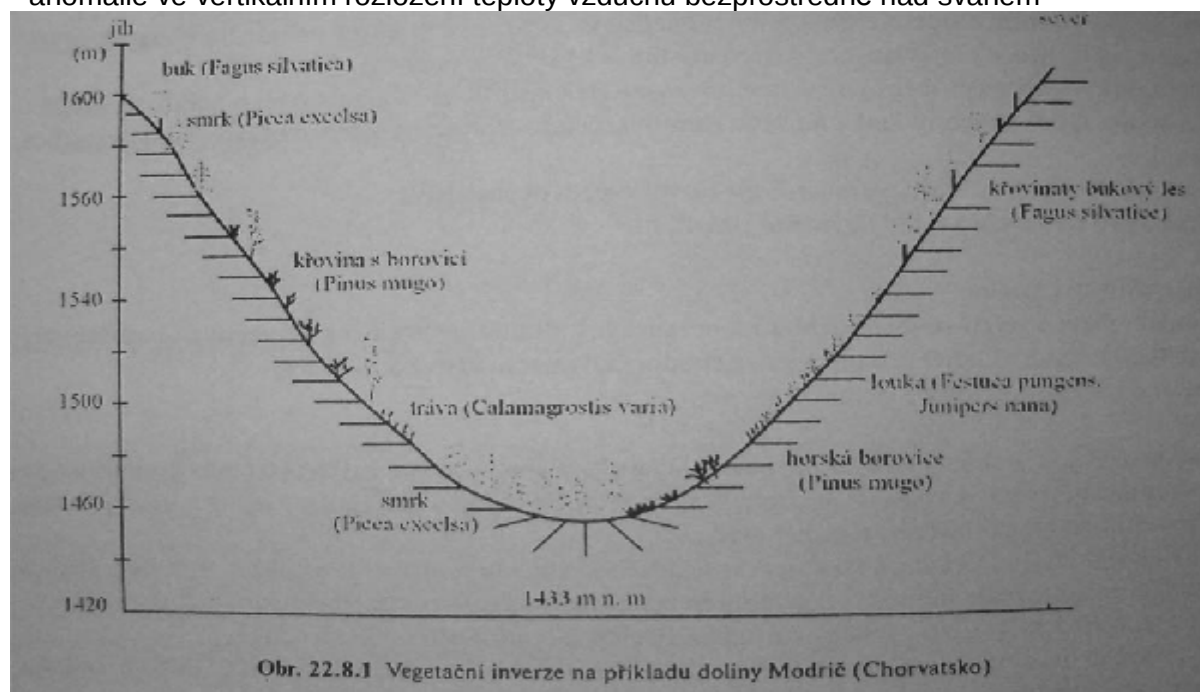
Vliv georeliéfu na tvorbu jezer studeného vzduchu

Stabilní zvrstvení vzduchu, nízká rychlost větru (neumožňuje turbulentní promíchání), radiační počasí (zataženo, vyzařování ze zemského povrchu), aktivní povrchy s menší tepelnou vodivostí, uzavřené sníženiny se sklonem svahu od 2°- 4°. **Kontinuální katabatické stékání** – velké objemy studeného vzduchu, **lavině studený vzduch** – nárazovité stékání. **Katabatické** – sestupné proudění způsobené termickými vlivy a charakterem georeliéfu



Vliv georeliéfu na vznik teplé svahové zóny

- anomálie ve vertikálním rozložení teploty vzduchu bezprostředně nad svahem



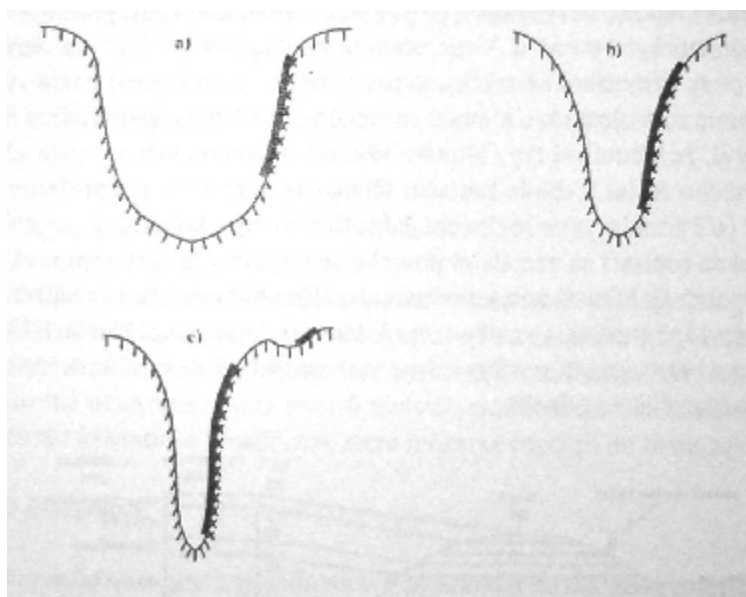
Na tvorbě teplé svahové zóny se podílí:

- rozdíly v příjmu slunečního záření ve dne v závislosti na sklonu a orientaci svahů,
- rozdíl teploty vzduchu mezi stékajícím vzduchem a vzduchem nad sníženinou,
- častá tvorba teplotních inverzí v dolní části svahů ve večerních a nočních hodinách,
- začátek večerního a nočního stékání ochlazeného vzduchu po svazích,
- vyšší rychlost větru ve vrcholových partiích kopců a hor atd.

Na délce jejího trvání se podílí **expozice svahu a přítomnost či nepřítomnost nárazovitého katabatického proudění** velkých objemů.

Princip:

Na více ukloněných svazích nebo jejich částech dochází v porovnání s okolím ke (katabatickému) stékání dříve. Tak je stékající vzduch teplejší (nestačil se ochladit) než ten, který stéká z méně ukloněných částí svahu nebo vrcholových plošin. Nejvíce ukloněná část svahu je proto místo s relativně teplejší přízemní



atmosférou. Tato část svahu je **teplá svahová zóna** (využití v zemědělské výrobě, či při územním plánování).

Klima měst

= urbanistická klimatologie

Je to část mezo- a mikroklimatologie zaměřená na zvláštnosti klimatu velkých měst.

Charakteristické pro klima měst (na rozdíl od vesnic a volné krajiny):

Nižší průměrná rychlost větru, vyšší denní i roční průměrné teploty vzduchu, nižší poměrná vlhkost, snížená dohlednost, vyšší hodnota znečištění vzduchu (> emisí), snížená hodnota slunečního záření, vyšší hodnota oblačnosti, vyšší hodnota srážkových úhrnů.

Londýnský smog – směs mlhy a kouře z černého uhlí, SO₂. **LA smog** – z aut, fotochemický, troposferický O₃ a peroxidy organických sloučenin. Vzniká fotochemicky (s UV) mezi NO_x a organickými látkami (benzín, zplodiny nedokonalého spalování).

Centrální části měst – **tepelný ostrov města** – velikost a intenzita závisí na velikosti města (počtu obyvatel), geografické poloze, regionálních klimatických poměrech a čase měření. Rozdíl dosahuje až 5-10°C. Vyšší srážky (specifické Cumulus Industrialis), nejvíce jich je mimo město po směru proudění větru. Až 100x vyšší frekvence mlh. Zvýšená úmrtnost z tepelného syndromu (narušení regulačního termosystému populace).

29. Atmosféra jako složka životního prostředí (znečišťování atmosféry, zdroje, přenos emisí meteorologické podmínky rozptylu, hygienické normy, právní ochrana péče o ovzduší). Antropogenní ovlivnění klimatu. Klima a zdraví.

Kapitola 26 – 29 bez aerologie a fenologie.. z důvodů obrázků a dalších vedlejších věcí jako PPGI2 už nemám náladu to dodělat.