

KRAJSKÁ HVEZDÁREŇ A PLANETÁRIUM PREŠOV

M E T E O R O L Ó G I A

Metodický materiál pre astronomické a príro-
dovedné krúžky vo Východoslovenskom kraji

O B S A H

1. Čo je to meteorológia	3
2. Z histórie meteorológie	3
3. Niektoré meteorologické zaujímavosti	4
4. Atmosféra Zeme	4
5. Meteorologické prvky a ich meranie	8
Teplota vzduchu	8
Tlak vzduchu	9
Vlhkosť vzduchu	11
Zrážky	12
Oblačnosť	13
Vietor	14
Slniečny svit	17
Teplota pôdy a stav pôdy	17
6. Niektoré meteorologické symboly	18
7. Cyklóny, anticyklóny, fronty	20
8. Praktické merania a záznamy o priebehu počasia	21
9. Možnosti merania a pozorovania meteorologických prvkov v astronomických a prírodovedných krúžkoch	23
10. Význam meraní v meteorológii	24

1. Čo je to meteorológia?

Dôležitým faktorom ovplyvňujúcim náš život je počasie. Veda, ktorá sa počasím zaoberá sa nazýva meteorológia.

Slovo meteorológia je gréckeho pôvodu, je zložené z dvoch slov - meteóros, čo znamená vznášajúci sa vo výške a lógia čiže náuka, veda. Meteorológia sa teda zaoberá vzdušným obalom Zeme atmosférou. Všestranne študuje javy a procesy, ktoré v atmosfére prebiehajú. Okamžitý stav atmosféry na danom mieste určený celým súborom meteorologických prvkov a javov, ako je tlak a teplota vzduchu, vlhkosť vzduchu, vietor, oblačnosť a pod. nazývame počasím.

Významnou úlohou meteorológie je matematicko-fyzikálne skúmanie procesov atmosféry, prognóza atmosferických javov a v súčasnosti aj aktívne zásahy do atmosféry. Podľa zamerania sa meteorológia člení na viacero odvetví. Potrebnám poľnohospodárstva slúži agrometeorológia, vzťahom medzi meteorologickými prvkami a vodným režimom sa zaoberá hydrometeorológia, v technických odvetviach sa využíva technická meteorológia, úzko špecializovaná je aj letecká meteorológia, ktorá zvyšuje bezpečnosť leteckej dopravy. Synoptická meteorológia sa zaoberá analýzou okamžitého stavu počasia na väčších priestoroch a podľa jeho priebehu predpokladá ďalší vývoj počasia. Priamym alebo nepriamym vplyvom zemskej atmosféry na živé organizmy sa zaoberá biometeorológia.

2. Z histórie meteorológie

Ľudia si už od nepamäti všímali počasie a pozorovali ho, neskôr aj merali niektoré meteorologické prvky, ale len v prízemnej vrstve. Prvý kalendár s meteorologickými pozorovaniami pochádza z 5. stor. pred n. l. Prvú učebnicu meteorológie napísal Aristoteles okolo r. 350 n. l.

Vedecký rozvoj meteorológie sa urýchlil v 17. storočí, po zostrojení prvých meteorologických prístrojov, akými sú teplomer a barometer. Prvú mapu vzdušných prúdov Zeme vydal r. 1686 Edmund Halley. R. 1749 Benjamin Franklin dokázal elektrickú podstatu búrky, r. 1753 Lomonosov vydal učebnicu meteorológie.

V polovici 19. storočia bola vybudovaná svetová sieť meteo-

rologických staníc, vyšli synoptické mapy meteorologických prvkov a koncom 19. storočia sa na výskum spodných vrstiev atmosféry začali používať špeciálne upravené balóny. V r. 1945 v predpovednej službe prvýkrát použili radar a od r. 1960 slúžia na výskum atmosféry meteorologické družice. V súčasnosti si meteorologickú predpovednú službu už ani nevieme predstaviť bez využívania informácií zo sústavných meraní v atmosfére, ktoré sa robia nad celou zemegulou a prakticky v celej hrúbke atmosféry.

3. Niektoré meteorologické zaujímavosti

Najstaršie meteorologické merania na území Československa sú systematické pozorovania tlaku a teploty vzduchu, ktoré vykonával v Prešove od 1. júla 1717 do 30. júna 1720 trikrát denne lekár Ján Adam Raymann. K údajom prístrojov pripájal aj charakteristiku o priebehu počasia.

Najstaršia meteorologická stanica na území ČSSR je v areáli pražského Klementína. Prvé pravidelné merania tlaku a teploty vzduchu a atmosferických zrážok tu vykonával už v r. 1752 český astronóm Josef Stepling. Ako riaditeľ klementinského astronomického observatória v Prahe sa zaslúžil o zahájenie nepretržitého pozorovania počasia, ktoré sa v Prahe začalo v r. 1775.

Systematické pozorovania počasia od r. 1775 až po dnešok spracoval Dr. Václav Hlaváč, CSc. Tieto spracované údaje patria k svetovým unikátom a veľmi často ich využívajú zahraniční odborníci pri štúdiu kolísania podnebia.

Najvyššie položená meteorologická stanica v Československu je observatórium na Lomnickom štíte vo Vysokých Tatrách v nadmorskej výške 2632 m. Riadne pozorovania tu boli zahájené 1. októbra 1940. Priemerná ročná teplota na Lomnickom štíte je $-3,7^{\circ}\text{C}$ a je najnižšia na území ČSSR. Priemerný tlak vzduchu bez prepočtu na hladinu mora tu je 734 hPa, čo je len 72 % normálneho tlaku vzduchu na hladine mora.

4. Atmosféra Zeme

Atmosféra Zeme je vzdušný - alebo plynný obal Zeme, ktorý je k nej priťahovaný gravitačnou silou. Siahá od zemského povrchu

až do výšky 30-40 tisíc km a prechádza bez výraznej hornej hranice do medziplanetárneho priestoru.

Atmosféra sa skladá z troch základných zložiek, ktorými sú:

- a/ suchý čistý vzduch
- b/ vodná para
- c/ plynné a tuhé prímеси

a/ Suchý čistý vzduch je zmes plynov, ktorá obsahuje:

78% dusíka

21% kyslíka

zvyšok tvoria: argón, oxid uhličitý, neón, hélium, kryptón, xenón, vodík a ozón

Význam jednotlivých plynov nie je úmerný ich množstvu v zmesi. Kyslík okrem toho, že je nevyhnutný na dýchanie a je potrebný aj pri horení, má ešte jednu veľmi dôležitú funkciu. Pohlcovaním krátkovlnného ultrafialového a röntgenového žiarenia sa molekula kyslíka rozpadá na dva atómy. Osamotený atóm kyslíka sa zlučuje s celou molekulou a vytvára sa trojatómová molekula ozónu. Ozón sa vyskytuje vo výškach od 20 do 50 km. Jeho celkové množstvo je veľmi malé ale zato je veľmi významný. Biologicky je veľmi jedovatý, má však významnú úlohu v teplotnom režime atmosféry a predovšetkým redukuje množstvo ultrafialového žiarenia dopadajúceho na Zem. Ultrafialové žiarenie je pre biologické procesy potrebné, ale jeho nadmerné množstvo by malo pre prírodu smrtiace účinky.

Z meteorologického hľadiska má významnú úlohu oxid uhličitý. Prepúšťa krátkovlnné ultrafialové a svetelné slnečné žiarenie a naopak vo veľkej miere pohlcuje dlhovlnné tepelné žiarenie Zeme, ktoré sa šíri do planetárneho priestoru. Týmto tzv. skleníkovým efektom sa znižuje ochladzovanie Zeme.

b/ Voda sa v atmosfére nachádza v plynnom skupenstve - ako vodná para. Voda sa však v atmosfére môže nachádzať aj v kvapalnom a tuhom stave. Sledovať kolobeh vody v prírode je jednou z hlavných úloh meteorológie.

c/ Plynné alebo tuhé prímеси sa do atmosféry dostávajú zo zemského povrchu prirodzenou cestou alebo pôsobením ľudskej činnosti. Tuhé prímеси majú tiež dôležitú meteorologickú funkciu, lebo ako kondenzačné jadrá sú nevyhnutné pri vzniku atmosferických zrážok.

Atmosféru Zeme môžeme rozdeliť podľa rôznych hľadísk na jednotlivé vrstvy - sféry. Najvýznamnejšie je delenie podľa prie-

behu teploty s výškou:

Vrstva - sféra	Stredná výška dolnej a hornej hranice	Priečhodná vrstva
Troposféra	0 - 11 km	tropopauza
Stratosféra	11 - 50 km	stratopauza
Mezosféra	50 - 80 km	mezopauza
Termosféra	80 - 800 km	termopauza
Exosféra	nad 800 km	

Troposféra je charakteristická zvislým premiešavaním vzduchu. Je dôležitá nielen preto, že v nej žijeme, ale aj preto, že v nej prebiehajú prakticky všetky poveternostné javy. Je tu sústredená skoro všetka vodná para atmosféry. Teplota vzduchu je tu najvyššia pri povrchu a s rastúcou výškou klesá. Pokles teploty s výškou je v priemere $0,65^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$, avšak v jednotlivých prípadoch sa môže od tejto hodnoty značne odlišovať.

Stratosféra je charakteristická najmä vodorovným prúdením vzduchu. Má vrstevnatú, čiže stratovitú štruktúru. V jej spodnej časti - do výšok 20 km sa teplota nemení, je tam okolo -50°C . Nad touto hranicou, najmä účinkom ozónu, teplota s pribúdajúcou výškou vzrastá a na hornej hranici stratosféry sú teploty okolo 0°C .

Mezosféra - nad výškou okolo 50 km teplota opäť klesá a na hornej hranici mezosféry dosahuje približne -90°C .

Termosféra - nad výškou 80 km začína nepretržitý rast teploty s výškou až do hodnôt $+1000^{\circ}\text{C}$. Termosféra obsahuje veľké množstvo elektricky nabitých častíc - iónov.

Exosféra - hustota plynov sa tu prakticky nedá merať, jej vlastnosti sú doposiaľ veľmi málo prebádané, informácie o nej poskytujú umelé družice Zeme.

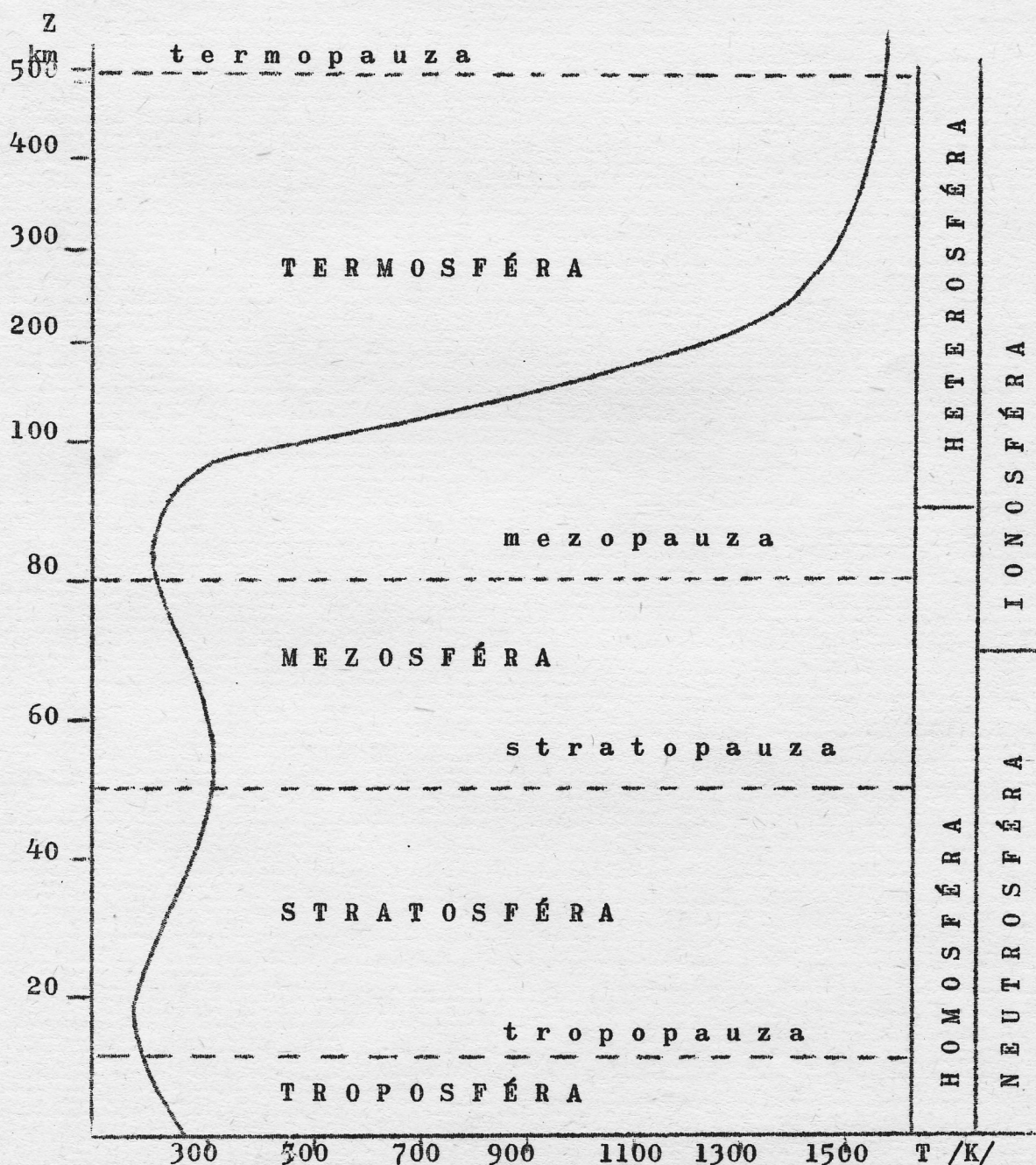
Podľa chemického zloženia sa atmosféra člení na dve časti, ktorými sú:

homosféra - v nej sa zloženie vzduchu málo mení s výnimkou CO_2 , O_3 a vodnej pary.

heterosféra - tu sa začína kvantitatívne meniť zloženie vzduchu. Obe vrstvy oddeľuje homopauza vo výške asi 100 km.

Podľa koncentrácie iónov a voľných elektrónov sa rozlišuje: neutrosféra - s minimálnym výskytom voľných elektrónov a iónov ionosféra - s veľkou koncentráciou voľných elektrónov a iónov, začína vo výške okolo 70 km nad zemským povrchom. Ionosféra má schopnosť odrážať rádiové vlny a umožňuje tak rádiové spojenie v celosvetovom meradle.

Obr.: Vertikálne členenie zemskej atmosféry /T = teplota v °C, Z = výška v km/



5. Meteorologické prvky a ich meranie

Počasím nazývame momentálny stav atmosféry na danom mieste, ktorý je určený celým súborom meteorologických prvkov a javov ako je tlak a teplota vzduchu, vlhkosť vzduchu, slnečné žiarenie, oblačnosť, vietor, zrážky a pod.

Meteorologický prvok je teda fyzikálna veličina alebo jav, ktorý charakterizuje stav atmosféry. K meraniu meteorologických prvkov slúžia meteorologické prístroje. Prehľad základných prístrojov na meteorologických stanicich v ČSSR je uvedený v nasledujúcej tabuľke:

Meteorologický prvok	Prístroj	Registračný prístroj
tlak vzduchu	staničný ortuťový tlakomer	barograf
teplota vzduchu	staničný teplomer maximálny teplomer minimálny teplomer	termograf
vlhkosť vzduchu	Augustov psychrometer, vlasový vlhkomer	hygrograf
vietor /smer a rýchlosť/	veterná smerovka anemoindikátor anemometer	univerzálny anemograf
slnečný svit		slnkomer /heliograf/
atmosferické zrážky	zrážkomer	ombrograf
snehová pokrývka	snehomerná tyč zrážkomer váhový snehomer	

Teplota vzduchu

Pre meteorologické procesy sú mimoriadne dôležité zmeny teploty. Nerovnomerné ohrievanie Zeme nad pólmi a nad rovníkom, nerovnomerné ohrievanie mora a pevniny a striedanie dňa a noci spôsobujú nepretržité zmeny teploty. Medzi teplými a studenými oblasťami sa vytvorí tlakový spád, ktorý spôsobuje pohyb vzduchu, čím sa tieto nerovnosti vyrovnávajú.

Obrovský a nesmierne zložitý mechanizmus atmosferickej cir-

kulácie, čiže prúdenia so všetkými sprievodnými javmi počasia nie je nič iného ako neustále vyrovňovanie vznikajúcich teplotných a tlakových nerovností.

Teplota vzduchu je meteorologický prvok udávajúci tepelný stav ovzdušia. Na určenie hodnôt teploty sa používajú rôzne stupnice, najrozšírenejšia je Celziova stupnica. Aby sme mohli porovnávať teplotu nameranú na rôznych miestach, musí byť meraná jednotným spôsobom. Teplotu meráme na otvorenom priestranstve s trávnatým porastom vo výške 2 m nad terénom. Prístroje na meranie teploty - teplomery sa umiestňujú do žalúziových búdok, aby boli chránené pred priamymi účinkami slnečného žiarenia, ale zároveň, aby bola zabezpečená prirodzená výmena vzduchu. Do meteorologickej búdky sa umiestňuje aj termograf, ktorý automaticky zaznamenáva teplotu vzduchu a extrémne teplomery tzv. minimálny a maximálny teplomer, ktoré určujú najnižšiu a najvyššiu teplotu za jeden deň.

Tlak vzduchu

Atmosféra, čiže vzdušný obal Zeme je v gravitačnom poli Zeme, preto na jednotlivé molekuly vzduchu pôsobí Zem gravitačnou silou. Vplyvom gravitačného poľa Zeme pôsobí teda na rovinnú plochu na povrchu Zeme atmosferický vzduch tlakovou silou. Táto sila je priamo úmerná obsahu plochy a je na ňu kolmá. Podiel sily a plochy, na ktorú sila kolmo pôsobí, nazývame tlak. Keďže je tlak spôsobený atmosférou, hovoríme o atmosferickom tlaku alebo o tlaku vzduchu.

Tlak vzduchu určil E. Torricelli, ktorý r. 1644 zostrojil prvý ortuťový tlakomer. Tlak sa určoval podľa jednotky - a to tzv. milimetra ortuťového stĺpca. Táto jednotka sa postupne nahradzovala inými, až dnes používame ako základnú jednotku pre tlak jeden pascal.

$$1 \text{ Pa} = \frac{1 \text{ N}}{1 \text{ m}^2}$$

Takýto tlak vzniká, ak na plochu 1 m^2 pôsobí kolmo sila 1 newtona. Pascal je jednotkou sústavy SI, kde násobky sa odvodzujú od čísla tisíc. V meteorológii však bola zaužívaná jednotka 1 milibar. /1 mbar = 100 Pa = 1hPa = 0,75 torr/ Svetová meteorologická organizácia odporúča používať 100-násobok pascalu - teda hektopascal.

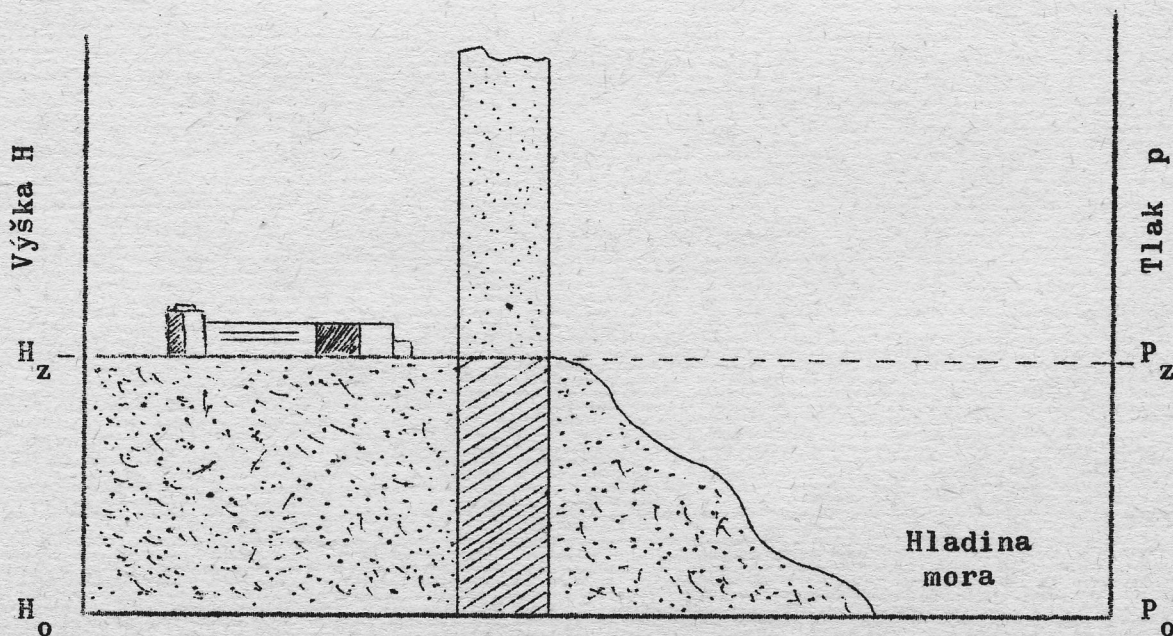
Na meranie tlaku vzduchu sa na meteorologických stanicich používa staničný ortuťový tlakomer. Je to v podstate Torricelliho trubica. Je veľmi presný, avšak pre bežnú prax je výhodnejšie používať tlakomer deformačný - čiže aneroid. Ak sa pohyb ručičky nahradí perom, ktoré zaznamenáva časový priebeh tlaku na otáčajúci sa valec - hovoríme o barografe.

Na veľkosť tlaku vzduchu má vplyv teplota vzduchu, obsah vodných pár, nadmorská výška i zemepisná šírka.

S rastúcou nadmorskou výškou tlak vzduchu klesá, pri povrchu Zeme rýchlo a postupne sa tento pokles spomaľuje. Napr. do výšky 700 m n. m. klesá tlak približne o 1 hPa pri zmene výšky o 8 m. Čím je vzduch chladnejší /ťažší/, tým rýchlejšie klesá tlak s výškou, čím je atmosféra teplejšia /ľahšia, tým je aj pokles tlaku vzduchu s výškou pomalší.

Skutočný tlak nameraný v nadmorskej výške danej meteorologickej stanice nazývame staničný tlak. Aby sa dali porovnať údaje tlaku vzduchu zo staníc, ktoré sú v rôznych nadmorských výškach, musíme ich zredukovať na jednu spoločnú hladinu. Za túto štandardnú hladinu sa zvolila hladina stredozemného mora. Redukcia tlaku vzduchu na hladinu mora spočíva v tom, že k staničnému tlaku sa pripočíta hodnota tlaku, ktorý by spôsobil stĺpec vzduchu siahajúci od hladiny danej stanice po hladinu mora.

Obr.: Redukcia staničného tlaku na hladinu mora



Vlhkosť vzduchu

Voda, ktorá sa nachádza v atmosfére v podobe pary, čiže vlhkosť vzduchu, patrí k základným meteorologickým prvkom. Aj keď sa vodná para nachádza v atmosfére v pomerne malom množstve, je jednou z najdôležitejších súčastí ovzdušia a má veľký význam pre počasie. Množstvo vodnej pary vo vzduchu podmieňuje vznik oblakov a zrážok, určuje vlhkosť alebo suchosť podnebia i podmienky rastu rastlín a života človeka. Vodná para sa dostáva do ovzdušia vyparovaním vody z morí, riek, z pôdy, rastlín i živočíchov.

Pri danej teplote sa obsah vodnej pary vo vzduchu nemôže zväčšovať neobmedzene, ale len po určitú maximálnu možnú hodnotu, pri ktorej sa dosiahne tzv. stav nasýtenia. Prípadný prebytok vodnej pary nad množstvo zodpovedajúce nasýtenému stavu prejde kondenzáciou na vodu alebo desublimáciou na ľad. Čím je vyššia teplota vzduchu, tým viac vodnej pary treba k jeho nasýteniu.

Vlhkosť vzduchu môžeme vyjadriť rôznym spôsobom. Absolútna vlhkosť vzduchu je skutočné množstvo vodnej pary vyjadrené v kg v jednom m³ vzduchu. Vlhkosť vzduchu za danej teploty, ktorou je vzduch nasýtený nazývame maximálnou absolútnou vlhkosťou vzduchu.

Pre praktické posúdenie vlhkosti vzduchu zavádzame relatívnu vlhkosť vzduchu, pre ktorú pri danej teplote platí:

$$\text{relatívna vlhkosť vzduchu} = \frac{\text{abs. vlhkosť vzduchu}}{\text{max. abs. vlhkosť vzduchu}} \quad \text{!%!$$

Dokonale suchý vzduch, ktorý neobsahuje vodné pary má relatívnu vlhkosť 0%, ak vzduch obsahuje práve polovicu množstva, ktorým by bol nasýtený, hovoríme o 50% relatívnej vlhkosti, nasýtený vzduch má relatívnu vlhkosť 100%.

V praxi sa okrem relatívnej vlhkosti používa ako jednotka na vyjadrenie vlhkosti vzduchu - rosný bod. Rosný bod je teplota, na ktorú musíme daný vzduch ochladiť pri stálom tlaku, aby sa dostatočne nasýtil vodnými parami.

V bežnej praxi sa vlhkosť meria dvoma spôsobmi:

hygrometer alebo hygrograf je prístroj na meranie vlhkosti vzduchu podľa rozťažnosti organických živočíšnych látok, vlasov alebo blán. Je to relatívny prístroj, ktorý je okaliborovaný v jednotkách

relatívnej vlhkosti. Ďalším prístrojom na určenie vlhkosti vzduchu je psychrometer. Je to dvojica ortuťových staničných teplomerov umiestnených v meteorologickej búde. Jeden teplomer udáva normálnu /suchú/ teplotu vzduchu. Druhý teplomer, ktorý nazývame vlhkým, má ortuťovú nádobku obalenú psychrometrickým obalom, tzv. pančuškou, ktorej koniec je ponorený do nádoby s vodou, upevnenej pod teplomerom, odkiaľ nasáva vodu ako knôt. Odparovaním vody na obale sa odoberá teplomeru teplo a údaj vlhkého teplomeru klesá. Podľa údajov suchého a vlhkého teplomeru možno pomocou psychrometrických tabuliek vypočítať relatívnu vlhkosť vzduchu.

Zrážky

Vzduch môže obsahovať pri určitej teplote iba určité množstvo vody vo forme vodnej pary. Keď sa do vzduchu dostane viac vodnej pary, alebo keď sa nasýtený vzduch ochladí, časť vodnej pary musí skondenzovať alebo desublimovať. Produkty kondenzácie a desublimácie všeobecne nazývame zrážkami.

Zrážky rozdeľujeme na:

usadzujúce sa: rosa, srieň, inovať, ľadovka, poľadovica, námraza
padajúce: mrholenie, dážď, sneženie, snehové ihličky, zrná, krúpy

Na meteorologických staniaciach sa množstvo zrážok /dážď a sneh/ meria zrážkomerom.

Zrážkomer je kovová nádoba valcovitého tvaru s definovanou veľkosťou. Množstvo /úhrn/ zrážok sa určí preliatím zrážkovej vody /v zime po rozpustení zrážok tuhého skupenstva/ do odmernej sklenenej nádoby. Na meteorologických staniaciach sa meria v zimnom období celková výška snehovej pokrývky -- k čomu slúži snehomerná tyč a výška nového snehu. Prístroj, ktorý zaznamenáva časový priebeh zrážok /dážďa/ sa nazýva ombrograf.

Úhrn /množstvo/ zrážok nám udáva výška vodného stĺpca v mm: 1 mm zrážok zodpovedá 1 l vody spadnutého na plochu 1 m².

Atmosferické zrážky sú dôležitým činiteľom ovplyvňujúcim počasie i podnebie a sú jednou zo základných zložiek obehu vody v prírode a vodnej bilancie zemského povrchu. Spolu s teplotou vzduchu zásadne určujú charakter krajiny, jej vegetačný kryt a vodohospodárske pomery.

Oblačnosť

Ďalším meteorologickým prvkom je oblačnosť, ktorá je charakterizovaná množstvom oblakov, ich druhom a výškou. Pod pojmom oblak rozumieme jav, ktorý vznikol nahromadením vodných kvapiek s veľmi malým rozmerom alebo ľadových kryštálikov, prípadne obidvoch zložiek súčasne. Za oblak možno považovať aj hmlu, ktorá je v podstate oblakom dotýkajúcim sa zemského povrchu. Kvapôčky vody a kryštáliky ľadu odrážajú, rozptyľujú a prepúšťajú svetlo, čím sa oblak stáva pozorovateľným. V noci sú oblaky pozorovateľné vtedy, ak svieti aspoň štvrtina mesačného kotúča.

Pretože vzhľad oblakov vykazuje takmer nekonečnú rozmanitosť tvarov, je ich klasifikácia obtiažna. Názvy oblakov sú zložené z latinských slov, ktoré majú nasledovný význam: cirrus - závoj, riasa; stratus - vrstva; cumulus - kopa; alto - vyvýšený, vyzdvihnutý; nimbo - zrážkový.

V miernych zemepisných šírkach sa oblaky vyskytujú zhruba do výšky 13 km.

Oblaky delíme na desať základných druhov:

<u>Medzinárodný názov</u>	<u>Skratka</u>	<u>Slovenský názov</u>
Cirrus	Ci	Riasa
Cirrocumulus	Cc	Riasová kopa
Cirrostratus	Cs	Riasová vrstva
Alto cumulus	Ac	Vysoká kopa
Alto stratus	As	Vysoká vrstva
Nimbostratus	Ns	Dažďová vrstva
Stratocumulus	Sc	Vrstvová kopa
Stratus	St	Vrstva
Cumulus	Cu	Kopa
Cumulonimbus	Cb	Búrkový oblak

Uvedené druhy oblakov možno zjednodušene rozdeliť podľa výšky ich výskytu na:

vysoké /Ci, Cc, Cs/	5 - 13 km
stredné /Ac, As/	2 - 7 km
nízke /Ns, Sc, St, Cu, Cb/	do 2 km

Podľa štruktúry sa oblaky delia na:

vodné /Cu, St, Sc, Ac/

ľadové /Ci, Cc, Cs/

zmiešané /Ns, As, Cb/

Podľa tvaru rozdeľujeme oblaky na:

kopovité /Cu, Cb/

vrstevnaté /St, Ns, As, Cs/

Zmiešané /Sc, Ac, Cc/

Presný opis jednotlivých typov oblakov je uvedený v Medzinárodnom atlase oblakov, ktorý vydala Svetová meteorologická organizácia.

V praxi potrebujeme určiť množstvo oblačnosti /stupeň pokrytia oblohy oblakmi/ a hustotu oblačnosti. Množstvo oblačnosti určujeme odhadom tak, že si oblaky predstavíme zhrnuté do súvislej plochy bez medzier. Potom odhadujeme koľko desiatín plochy oblohy je pokrytých oblakmi, prípadne hmlou. Odhadnutý počet desiatín zapíšeme v celých číslach, a to od 0 do 10. Množstvo oblačnosti 0 znamená, že obloha je bez jediného mráčika. Číslo 10 v množstve oblačnosti znamená, že obloha je úplne zakrytá oblakmi a nevidíme ani kúsok modrej oblohy.

Hustotu oblačnosti posudzujeme podľa svitu Slnka, prípadne podľa toho, či cez oblačnosť presvitá modrá obloha. Vyjadruje sa číslami /exponentmi/ 0 až 2, ktoré sa pripisujú vpravo hore k zistenému množstvu oblačnosti. Na vyjadrenie hustoty používame túto stupnicu:

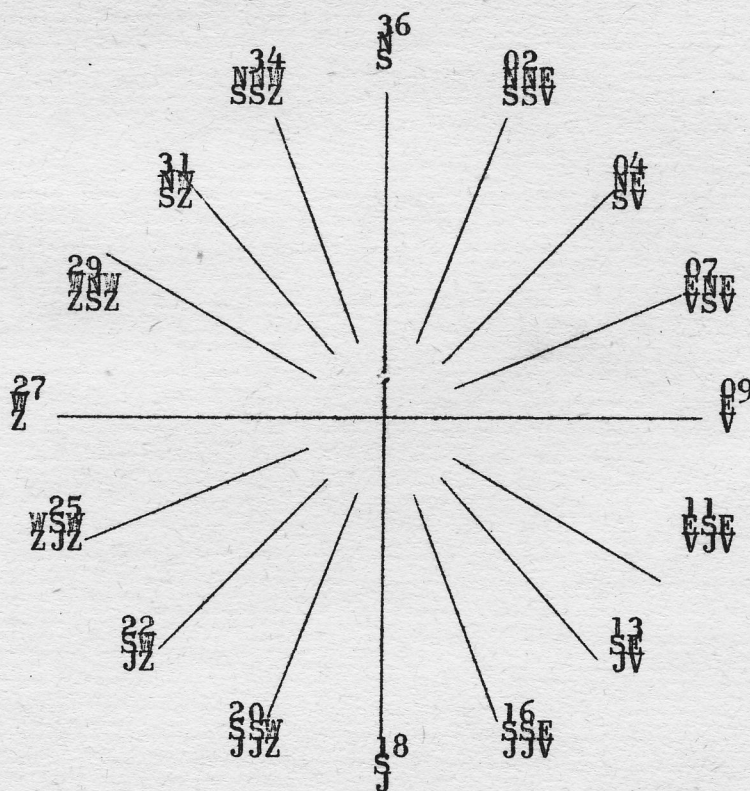
0 - riedka oblačnosť, 1 - mierne hustá oblačnosť, 2 - veľmi hustá oblačnosť, Napr. oblačnosť označená 10^2 znamená úplné pokrytie oblohy veľmi hustými oblakmi.

Viator

V atmosfére ustavične vznikajú tlakové a teplotné rozdiely. Nerovnomernosti tlakového a teplotného poľa uvádzajú vzduch do pohybu. Atmosféra sa prakticky nikdy nenachádza v pokojnom stave, hocikedy môžeme pozorovať rôzne druhy vyrovnávajúcich prúdov vzduchu. Pohyb vzduchu sa prejavuje ako viator. Jednoducho môžeme povedať, že viator vzniká prúdením vzduchu z miesta vyššieho tlaku na miesto nižšieho tlaku. Pri vetre určujeme smer a rýchlosť.

Smer sa určuje podľa svetových strán, odkiaľ vietor fúka. Východný vietor fúka od východu, južný z juhu atď. Smer vetra sa udáva buď skratkou smeru odkiaľ fúka alebo v desiatkach stupňov medzi severom a smerom k miestu odkiaľ vietor vane. Jednotlivé smery označujeme začiatočnými písmenami slovenských alebo anglických názvov smerov. Ako pomôcka na označenie smeru vetra nám môže slúžiť veterná ružica so slovenskými a medzinárodnými značkami smerov a s označením smerov v desiatkach stupňov.

Obr.: Veterná ružica šestnástdielna s medzinárodnými a slovenskými značkami smerov vetra



Stanovenie smerov vetra predpokladá presnú znalosť svetových strán z pozorovacieho miesta. Obyčajne sa orientujeme podľa severného smeru, od ktorého potom počítame uhly v smere pohybu hodinových ručičiek. Smer môžeme určiť podľa tahu dymu blízkych nízkych komínov, podľa nakláňania sa stromov, prípadne aj podľa zástavky na streche. Spoľahlivé určovanie smeru vetra umožňuje veterná smerovka /veterník/ umiestnená na stožiarí /6-10 m/.

Rýchlosť sa určuje v m/s alebo v km/h alebo sa používa me-

dzinárodná dvanásťdielna stupnica, ktorú v roku 1805 zostavil anglický admirál Beaufort, tzv. Beaufortova stupnica.

Dvanásťdielna stupnica sily vetra

Beaufortov stupeň, °B	Označenie a rozpoznávacie znaky	Rýchlosť v m/s
0	<u>Bezvetrie</u> , dym vystupuje priamo hore	0
1	<u>Vánok</u> , smer vetra sa dá rozpoznať podľa pohybu dymu, vietor však neúčinkuje na veternú koruhvu	1
2	<u>Slabý vietor</u> , vietor cítiť na tvári, listy stromov šelestia, obyčajná koruhva sa začína pohybovať	2
3	<u>Mierny vietor</u> , listy stromov a vetvičky sú v trvalom pohybe, vietor napína práporky	4
4	<u>Dost' čerstvý vietor</u> , vietor zdvíha prach a kusky papierov, pohybuje slabšími konármi	6
5	<u>Čerstvý vietor</u> , listnaté kere sa začínajú hýbať, na stojatých vodách sa tvoria menšie vlnky so spenenými hrebeňmi	9
6	<u>Silný vietor</u> , vietor pohybuje silnejšími konármi, telegrafné drôty svišťa, dáždňiky je možno používať len s ťažkosťami	12
7	<u>Prudký vietor</u> , vietor pohybuje celými stromami, chôdza proti vetru je ťažká	15
8	<u>Búrlivý vietor</u> , vietor láme vetvy, chôdza proti vetru je normálne nemožná	19
9	<u>Víchrice</u> , vietor spôsobuje menšie škody na stavbách /strháva komíny, škriдлиce a bridlice zo striech/	23
10	<u>Silná víchrice</u> , vyskytuje sa na pevnine zriedka, vyvracia stromy, spôsobuje škody na budovách	27
11	<u>Mohutná víchrice</u> , vyskytuje sa veľmi zriedka, pôsobí rozsiahle spustošenie	31
12	<u>Orkán</u> , ničivé účinky	> 32

Na meteorologických stanicích sa vietor meria špeciálnymi prístrojmi anemometrami alebo anemografmi /po grécky anemos je vietor/. Anemometrami sa merajú okamžité hodnoty vetra, zatiaľ čo anemografmi sa získava trvalý záznam o prvkoch vetra.

Slnečný svit

Na meteorologických stanicích sa zaznamenáva čas a trvanie slnečného svitu pomocou prístroja nazývaného slnkomer - heliograf.

Princíp merania dĺžky slnečného svitu heliografom spočíva v tom, že sklenená guľa sústreďuje slnečné lúče podobne ako spojenná šošovka a prepaľuje stopu na papierovej páske umiestnenej v jej ohnisku.

Dĺžka a tvar pásky závisí od ročného obdobia. Dĺžka trvania slnečného svitu sa vyjadruje v hodinách a desatinách hodiny a závisí nielen na astronomickej dĺžke dňa, ale aj na výskyte oblačnosti alebo hmiel a na prekážkach v okolí miesta pozorovania.

Teplota pôdy a stav pôdy

K meteorologickým prvkom meraným na meteorologickej stanici patrí teplota pôdy. Podľa predpisanej stupnice sa určuje stav pôdy. Medzinárodne stanovené hĺbky na meranie pôdnych teplôt sú 5 cm, 10 cm, 20 cm, 50 cm a 100 cm. Teplota pôdy sa meria buď ortuťovými alebo elektrickými teplomermi. Stav pôdy môžeme určiť podľa nasledujúcej stupnice:

<u>Stav pôdy</u>	<u>Označenie</u>
povrch pôdy suchý	0
povrch pôdy vlhký	1
povrch pôdy rozmočený /voda stojí v menších alebo väčších kalužiach/	2
povrch pôdy holý a zmrznutý	3
pôda pokrytá ľadovicou alebo ľadom, avšak bez snehu alebo topiaceho sa snehu	4
sneh alebo topiaci sa sneh /s ľadom alebo bez ľadu/ pokrýva pôdu menej ako z polovice	5
sneh alebo topiaci sa sneh /s ľadom alebo bez ľadu/ pokrýva pôdu viac ako z polovice, avšak nie úplne	6

sneh alebo topiaci sa sneh /s ľadom alebo bez ľadu/ úplne pokrýva pôdu	7
suchý, sypký sneh, prach alebo piesok pokrýva pôdu viac ako z polovice, nie však úplne	8
suchý, sypký sneh, prach alebo piesok, úplne pokrý- va pôdu	9

6. Niektoré meteorologické symboly

Pre označenie meteorologických prvkov a javov sa používajú medzinárodné dohodnuté grafické označenia tzv. meteorologické symboly /poveternostné značky/.

Uvedieme niektoré meteorologické symboly:

☉ dážď	∨ inovät
☉ dažďová prehánka	∨ námraza
* sneh	~ ľadovica
*☉ snehová prehánka	☒ poľadovica
*☉ dážď so snehom	≡ hmla
☉ mrholenie	= dymno
▲ krúpy	☒ búrka
☒ súvislá snehová pokrývka	☉ blesk
☒ nesúvislá snehová pokrývka	T hrmenie
☒ rosa	∞ zákal
☉ zmrznutá rosa	☉ slnko svieti
☒ šedý mráz, osuhel', srieň	☾ mesiac svieti

Na označenie intenzity väčšiny atmosferických javov použí-
vame túto stupnicu:

- 00 - veľmi slabý jav
- 0 - slabý jav
- 1 - mierny jav
- 2 - silný jav
- 3 - veľmi silný jav

Označenie intenzity píšeme malými číslicami vpravo hore pri príslušnom symbole, napr. ≡² - silná hmla. Intenzitu atmo-
sferických javov určujeme odhadom.

Vysvetlíme si stručne niektoré spomínané meteorologické pojmy.

Krúpy - sú atmosferické zrážky v podobe kúskov ľadu guľovitého, vajcovitého alebo nepravidelného tvaru o priemere od 5 do 50 mm. Výnimočne sa vyskytujú aj krúpy o hmotnosti až niekoľko kilogramov.

Rosa - patrí k atmosferickým zrážkam, ktoré vznikajú kondenzáciou /skvapalnením/ vodnej pary v dôsledku nočného ochladenia zemského povrchu. Vytvára sa v teplom ročnom období pri slabom vetre za jasných nocí. Usadzuje sa na povrchu pôdy, na tráve, na listoch stromov a kríkov i na domoch. Ak rosa ďalším poklesom teploty zmrzne vzniká zmrznutá rosa.

Osuhel' /šedý mráz, srieň/ - vzniká v noci podobne ako rosa, ale pri teplote nižšej ako 0°C . Vytvára sa bezprostredným vylučovaním vodnej pary v pevnej forme, t.j. desublimáciou, a preto má dobre zreteľnú jemnú kryštalickú štruktúru. Šedý mráz na rozdiel od rosy sa usadzuje najmä na vodorovných povrchoch, napríklad na strechách, na pôde atď., a často i na tráve.

Inovať - vzniká obyčajne v hmlistom mrazivom počasí, desublimáciou z podchladenej hmly. Z vodnej pary sa vytvorí na vetvách stromoch, na stípoch, na hranách a rohoch budov a iných predmetov ľadové šupiny, ihličky, vejáriky a pod. Inovať sa dá ľahko odstrániť poklepom, prípadne po zosilnení vetra aj sama po častiach odpadáva.

Námraza - vzniká z podchladených kvapôčok vody a namrznutím vlhkého snehu. Má zrnitú štruktúru. Tvorí sa na stavbách, stromoch, stípoch a drôtoch najmä na strane, ktorá je vystavená vetru. Námraza sa považuje za nebezpečný poveternostný jav.

Poľadovica - je súvislá ľadová vrstva vznikajúca zmrznutím vody na zemskom povrchu /keď kvapôčky mrholenia alebo dažďa zmrznú, alebo voda z roztopeného snehu opäť zmrzne/.

Ľadovica sa tvorí pomalým zmrznutím podchladenej vody. Ľadovica sa vyskytuje na zemi alebo na predmetoch umiestnených na zemskom povrchu alebo v jeho blízkosti a je sprievodným javom mrznúceho mrholenia alebo mrznúceho dažďa. Ľadová vrstva je číra, bez viditeľnej vnútornej štruktúry a pokrýva celé teleso.

Hmla - vzniká kondenzáciou vodnej pary, tvoria ju nepatrné vodné kvapôčky alebo ľadové kryštáliky rozptýlené v ovzduší, ktoré znižujú vodorovnú dohľadnosť na menej ako 1 km.

Dymno - vzniká podobne ako hmla a zhoršuje vodorovnú dohľadnosť na 1 - 10 km.

Zákal - je tvorený pevnými časticami rozptýlenými vo vzduchu, ktoré omedzujú vodorovnú dohľadnosť do 10 km.

7. Cyklóny, anticyklóny, fronty

V atmosfére sa vyskytuje niekoľko typov prúdenia vzduchu. Okrem globálneho prúdenia vzduchu okolo Zeme ako planéty a pozdĺžneho prúdenia vzduchu, ktoré sa prejavuje pri miestnych veterných systémoch, poznáme prúdenie vírové - v cyklónach a anticyklónach. Mohutné víry o priemere niekoľko tisíc kilometrov vznikajú na miestach kde sa stykajú rôzne teplé vzduchové hmoty, teda na frontálnom rozhraní. Ak je v strede takéhoto víru teplejšie, a preto nižší tlak, okolitý studený vzduch prúdi špirálovite do stredu. Vzniká tlaková níz alebo cyklóna. Na severnej pologuli vane v cyklóne vzduch proti smeru pohybu hodinových ručičiek. V oblasti tlakovej výše alebo v anticyklóne prúdi vzduch zo stredu na okraj víru v smere pohybu hodinových ručičiek.

Cyklóny a anticyklóny patria medzi základné tlakové útvary v atmosfére a ich rozmiestnenie rozhoduje pri utváraní počasia. Cyklóny a anticyklóny sú akési generátory pohybov v atmosfére našej planéty. Cyklóny - teda oblasti nízkeho tlaku prichádzajú na naše územie najviac zo západu a prinášajú zhoršenie počasia. V anticyklóne sa naopak počasie zlepšuje. Pre Európu majú mimoriadne veľký význam dve anticyklóny /azorská a sibírska/ a jedna cyklóna /islandská/.

Atmosferický front je rozhranie, ktoré od seba oddeľuje vzduchové hmoty rôznych fyzikálnych vlastností. Vzduchová hmota - vzduch, ktorý dlhší čas zotrúva nad nejakým územím, nadobudne postupne vlastnosti, ktoré sú charakteristické pre dané územie v danom ročnom období. Vzduchové hmoty podľa zemepisnej polohy delíme na: tropický vzduch, vzduch miernych zemepisných šírok /polárny/, arktický vzduch a rovníkový vzduch. Podľa druhotnej klasifikácie rozoznávame ešte kontinentálny a oceánsky vzduch.

Atmosferické fronty sú spojené s tlakovými nížami /cyklónami/. Na prednú stranu tlakovej níše sa viaže teplý front a na jej zadnú stranu studený front. Pri prechode frontov nad daným územím sa náhle menia hodnoty jednotlivých meteorologických

prvkov, čo súvisí s tým, že do danej oblasti preniká iná vzduchová hmota.

Teplý front tvorí časť rozhrania medzi teplým a studeným vzduchom, na ktorom sa v dôsledku väčšej rýchlosti pohybu nasúva teplý vzduch nad studený.

Studený front je rozhranie medzi studeným a teplým vzduchom, na ktorom má väčšiu rýchlosť pohybu studený vzduch, a tak sa vsúva pod ľahší teplý.

Príznakom blížiaceho sa teplého frontu sú vysoké oblaky, samotný prechod teplého frontu spôsobuje vznik širokého pásma zrážok.

Studený front sa prejavuje kopovitou oblačnosťou s prehánkami, v lete aj s búrkami.

Na dlhých studených, zriedkavo i teplých frontoch sa na niektorých úsekoch mení charakter frontu na opačný - potom hovoríme o zvlnených frontoch.

Okluzný front vzniká spojením studeného a teplého frontu.

8. Praktické merania a záznamy o priebehu počasia

Napriek veľkému technickému pokroku v meteorológii sú klasické prízemné pozorovania a merania naďalej základom poveternostnej situácie. Bez bielych búdok rozmiestnených po celej zemeguli si svetovú meteorologickú službu nevieme ani predstaviť.

V meteorologických búdkach sa merajú základné parametre ovzdušia - teplota a vlhkosť. Umiestnenie meteorologických búdok podlieha prísny predpisom.

V búdke sú umiestnené dva teplomery vo zvislej polohe /tzv. suchý a vlhký/, jeden teplomer vo vodorovnej polohe /minimálny/ a jeden teplomer v polohe trochu šikmej /maximálny/.

Suchý teplomer slúži k základnému meraniu teploty. Podľa údajov suchého a vlhkého teplomeru sa z psychrometrických tabuliek určí vlhkosť vzduchu /viď vlhkosť vzduchu/. Tzv. maximálny teplomer sa ukladá zámerne do šikmej polohy a má podobnú konštrukciu ako teplomer lekársky, slúži k zisteniu maximálnej teploty počas dňa.

Pri tzv. minimálnom teplomeri slúži k získaniu informácie o najnižšej teplote malá sklenená tyčinka voľne plávajúca v teplomernej tekutine napr. v alkohole. Rovnaký minimálny teplomer sa umiestňuje vo vodorovnej polohe mimo búdku vo výške 5 cm nad ze-

mou a slúži k meraniu prízemnej minimálnej teploty.

V meteorologickej búde sú umiestnené ešte registračné prístroje - termograf a hygrogaf. Okamžitú relatívnu vlhkosť vzduchu ukazuje vlasový vlhkomer.

Mimo meteorologickej budy sa umiestňuje heliograf, anemograf, zrážkomer, ombrograf a pôdne teploměry.

V budove - v miestnosti môže byť umiestnený aneroid a barograf. /viď meteorologické prvky a ich meranie/.

Práca na meteorologických stanicích spočíva v sústavnom sledovaní počasia. V určených termínoch sa vykonávajú meteorologické merania a súčasne pozorovania predpísaných prvkov a javov. Pozorovacie termíny sú určené podľa potrieb, ktorým meteorologické pozorovania predovšetkým slúžia. Pre účely synoptickej meteorológie /predpoveď počasia/ sa pozoruje pravidelne každé tri hodiny, a to od 00 h svetového času. Pre účely leteckej meteorológie sa počasie pozoruje každú celú hodinu, prípadne i polhodinu. Pre klimatologické účely sa pozorovania konajú v tzv. klimatických termínoch, a to o 7.00, 14.00, 21.00 h miestneho času. /Pre KHaP Prešov je miestny čas 6.35, 13.35, 20.35 h SEČ/.

Základnou teplotnou charakteristikou daného dňa je priemerná denná teplota vzduchu. Vypočítame ju zo vzorca

$$t = \frac{t_7 + t_{14} + 2t_{21}}{4}$$

kde t je priemerná denná teplota vzduchu

t_7 teplota vzduchu nameraná o 7 h

t_{14} teplota vzduchu nameraná o 14 h

t_{21} teplota vzduchu nameraná o 21 h

/pri ostatných meteorologických prvkoch vypočítame priemery podľa vzorca

$$\frac{a_7 + a_{14} + a_{21}}{3}$$

kde a je nameraná hodnota/.

Na vyjadrenie teplotných pomerov daného mesiaca sa používa prie-

merná mesačná teplota vzduchu. Môžeme vypočítať aj priemernú ročnú teplotu vzduchu /spočítať priemerné teploty jednotlivých mesiacov a deliť dvanástimi/.

Zrážkové pomery charakterizuje denný úhrn zrážok, mesačný úhrn zrážok a ročný úhrn zrážok. Denný úhrn zrážok sa meria vždy ráno o 7 h a údaje sa zapíšu k predošlému dňu. Mesačný úhrn zrážok zistíme spočítaním denných úhrnov a ročný úhrn spočítaním mesačných úhrnov zrážok. Ku zrážkam poznačíme tvar zrážok a časový údaj zrážok /odkedy dokedy pršalo, resp. snežilo/.

Trikrát denne meriame teplotu vzduchu, vlhkosť vzduchu, tlak vzduchu, teplotu pôdy, určujeme rýchlosť a smer vetra, oblačnosť, stav pôdy.

Minimálna a maximálna teplota sa meria len ráno a večer. Minimálna prízemná teplota len ráno. V zimnom období sa pri rannom meraní určuje celková výška snehu a výška nového snehu. Páska na slnečný svit sa vymieňa vždy večer po západe slnka.

Na meteorologických stanicích sa údaje o stave počasia zaznamenávajú do Denného záznamníka meteorologických pozorovaní. Do záznamníka zaznamenávame aj meteorologické symboly pozorovaných atmosferických javov pri jednotlivých meraniach alebo v priebehu dňa.

9. Možnosti merania a pozorovania meteorologických prvkov v astronomických a prírodovedných krúžkoch

V jednotlivých astronomických a prírodovedných krúžkoch môžeme podľa svojich možností merať a pozorovať aspoň niektoré meteorologické prvky a údaje o nich zapisovať do vlastného záznamníka /ktorý si môžeme zhotoviť/.

Ak nemáme meteorologickú búdku, môžeme si umiestniť teplomer na okno do tieňa a merať trikrát denne teplotu vzduchu. Z jednotlivých údajov môžeme vypočítať priemernú dennú teplotu resp. priemernú mesačnú teplotu vzduchu, ak by sme poctivo merali každý deň.

Odhadom môžeme určovať oblačnosť a stav pôdy. Rýchlosť vetra môžeme určiť odhadom podľa tzv. Beaufortovej stupnice /⁰B/. Ak by sme mali k dispozícii veternú smerovku, môžeme určovať aj smer vetra.

Ak by na škole bol zrážkomer môžeme každý deň - ráno merať

denný úhrn zrážok a počas dňa zaznamenávať do záznamníka tvar a časový priebeh zrážok. Pozorovať môžeme atmosferické javy a zaznamenať pomocou meteorologických symbolov.

V prípade, že máme k dispozícii registračné prístroje - termograf, barograf, hygrogaf, môžeme údaje raz týždenne odčítať z registračných záznamov, zapísať do záznamníka a vypočítať priemerné hodnoty.

Meteorologický záznamník - denník si môžeme zhotoviť podľa vlastného uváženia a podľa toho, ktoré meteorologické prvky budeme merať a pozorovať.

Napríklad:

Dátum:

Pozoroval:

Čas merania	Teplota vzduchu °C	Vlhkosť vzduchu %	Tlak vzduchu hPa	Vietor		Stav pôdy
				smer	rýchlosť m/s, B	
7 ⁰⁰						
14 ⁰⁰						
21 ⁰⁰						
Priemer						
Zrážky: úhrn v mm: /merané iba o 7 ⁰⁰ h a zapísané do predošlého dňa/ Výška nového snehu /cm/: Celková výška snehu /cm/: Tvar a časový údaj zrážok:				Zvláštne záznamy:		

Vlastné namerané a vypočítané údaje môžeme porovnať s údajmi niektorej blízkej meteorologickej stanice.

10. Význam meraní v meteorológii

Účelom práce meteorologických staníc v ČSSR je získavanie meteorologických údajov, ktoré slúžia ako podklady pre vedecké spracovanie klimatických pomerov ČSSR, pre rôzne práce vo výsku-

me, najmä prírodovedeckého smeru a ďalej pre najrôznejšie odbory hospodárskeho života ako je napr. poľnohospodárstvo, lesníctvo, technické odbory, pozemná a letecká doprava, energetika, plánovanie, výstavba, súdnictvo, poisťovníctvo /škody spôsobené poveternostnými vplyvmi, a

Výsledky dlhodobých pozorovaní jednej meteorologickej stanice sú veľmi zaujímavé z hľadiska vývoja podnebia daného miesta, nestačia však k pochopeniu vzájomných súvislostí atmosferických procesov ani nevysvetľujú príčiny extrémnych výkyvov teplôt alebo zrážok. Na to treba študovať atmosféru ako celok. Dnes už tieto možnosti vďaka technickému rozvoju máme.

Zoznam použitej literatúry:

1. Natálie Slabá: Návod pre pozorovateľov meteorologických staníc ČSSR, HMÚ Bratislava 1976
2. M. Schmidt: Meteorológia pre každého, Bratislava, Alfa 1980
3. Vladimír Seifert: Rozumíme počasí, Praha, Artia 1987
4. Eugen Lexmann: Meteorológia pre športového pilota, Bratislava, Alfa 1986
5. Jan Munzar a kol.: Malý průvodce meteorologií, Praha, Mladá fronta 1989
6. Milan Nedelka: Meteorológ - odznak odbornosti, SÚV SZM Smena, Bratislava 1989

Odporúčaná literatúra:

- Milan Nedelka: Meteorológ - odznak odbornosti, SÚV SZM, Smena, Bratislava 1989

Vydala: Krajská hvězdárna a planetárium v Prešove ako metodický materiál pre astronomické a prírodovedné krúžky vo Vsl. kraji, v roku 1989

Autor: RNDr. Danica Jančušková

Odborný posudok: RNDr. Pavol Nejedlík, Slovenský hydrometeorologický ústav pobočka Košice

Náklad: 1000 kusov

Nepredajné!

Č. bl.: 127-155/1989 PL