

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta životního prostředí

**Katedra vodního hospodářství a environmentálního
modelování**



Bakalářská práce

Oblaka, fyzikální podstata a druhy

**Vedoucí práce: Ing. Jana Soukupová, Ph.D.
Bakalant: Jan Michálek**

© 2015 ČZU v Praze

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jan Michálek

Vodní hospodářství

Název práce

Oblaka, fyzikální podstata a druhy

Název anglicky

Clouds, physical principles and types

Cíle práce

V přehledné literární rešerši popsat základní druhy oblaků a jejich vznik, fyzikální zákonitosti vzniku a vývoje oblaků, klasifikaci oblaků a její vývoj.

Metodika

práce dle osnovy:

1. Úvod, 2. Klasifikace oblaků a její vývoj, 3. Vznik oblaků, 4. Fyzikální zákonitosti vzniku a vývoje oblaků, 5. Druhy oblaků

Doporučená příloha:

fotografie

Doporučený rozsah práce

30 stran

Klíčová slova

oblaka, mikrofyzika oblaků, kondenzace, srážky, kondenzační jádra

Doporučené zdroje informací

Meteorologický slovník ČHMÚ, 1995

Podzimek, J.: Fyzika oblaků a srážek. 1959

Řezáčová, D. a kol.: Fyzika oblaků a srážek, Academia Praha, 2007
zahraniční články k danému tématu

Předběžný termín obhajoby

2015/06 (červen)

Vedoucí práce

Ing. Jana Soukupová, Ph.D.

Elektronicky schváleno dne 7. 1. 2014

prof. Ing. Pavel Pech, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 20. 1. 2014

prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.

Děkan

V Praze dne 13. 04. 2015

Prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Oblaka, fyzikální podstata a druhy" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucí bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 13.4.2015

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval vedoucí své bakalářské práce Ing. Janě Soukupové, Ph.D. za její odbornou pomoc, vstřícnost a především čas, který mi ochotně věnovala.

Abstrakt:

Cílem práce je pokusit se představit základní poznatky o oblačnosti a o klasifikaci oblaků. Z volně dostupných zdrojů porovnat úroveň poznatků starší a novější literatury. Dále se v bakalářské práci věnuji sledování a fotografování oblaků. Ve druhé části popisuji druhy, odrůdy a typy oblaků a ke každému druhu oblaků přikládám svou vlastní fotografickou dokumentaci.

Abstract:

The aim of the study is to introduce the basic knowledge about cloud and cloud classification. From publicly available sources to compare the level of knowledge the older and newer literature. Furthermore, the thesis about watching and photographing clouds. The second part describes the species, varieties and types of clouds, and all types of clouds attach their own photographic documentation.

Klíčová slova :

oblaka, mikrofyzika oblaků, kondenzace, srážky, kondenzační jádra

Keywords :

clouds, microphysics of clouds, condensation, precipitation, condensation nuclei

Obsah

1. Úvod	9
2. Cíle práce a metodika	10
3. Historie	11
4. Klasifikace oblaků a její vývoj	13
4.1 Historie	13
4.2 Klasifikace oblaků definice dle historických odborných textů	14
4.2.1 1854 - Studnička	14
4.2.2 1877 - Zeithammer	15
4.2.3 1923 - Kopecký	15
4.2.4 1947 – Hanzlík	17
4.2.5 1955 - Uhlíř	18
4.3 Mezinárodní klasifikace	22
5. Vznik oblaků	26
5.1 Vznik a tvorba oblaku	26
5.1.1 Oblaka vznikající konvekci	27
5.1.2 Oblaka vznikající na frontách	28
5.2 Druhy ochlazování	28
5.2.1 Adiabatické ochlazování	29
5.2.2 Vlnová oblaka	29
5.2.3 Vznik oblaků vlivem turbulence	30
5.2.4 Oblaka vznikající z vyzařování	30
5.2.5 Orografická oblačnost	30
5.2.6 Teplá fronta	31
5.2.7 Studená fronta	32
6. Fyzikální zákonitosti vzniku a vývoje oblaků	33
6.1 Odrazivost a propustnost oblačnosti	34

6.2	Kondenzační jádra	34
6.3	Porovnání vědění ze starších dob	35
6.3.1	1877 - Zeithammer	35
6.3.2	1923 - Kopecký	36
6.3.3	1947 - Hanzlík	37
7.	Druhy oblaků podle mezinárodní klasifikace	39
8.	Pozorování	58
8.1	Jak se fotografují oblaka	61
8.2	Vlastní fotografování, zkušenosti	62
9.	Diskuze	63
10.	Závěr	65
11.	Použitá literatura	66

1. Úvod

Střídání ročních období, klimatické jevy, počasí, či druhy oblaků, to vše zasahuje do života lidí. Oblaka, která mění svůj tvar a vzhled, ovlivňují náš život ať kladně nebo záporně. Člověka tyto atmosférické jevy zajímaly už od pradávna. Ani nyní se nevyhneme vlivu počasí.

Jako téma svojí bakalářské práce jsem si vybral „Oblaka, fyzikální podstatu a druhy“. V bakalářské práci popisuji vznik oblaků, fyzikální zákonitosti vývoje oblaků. Dále se věnuji popisu základních druhů, typů a odrůd jednotlivých oblaků.

Fyzika oblaků a srážek je poměrně novou meteorologickou disciplínou. Seznamuje nás s vývojem oblačnosti, prudkou dešťovou přehánkou, krupobitím, deštěm či sněhovou předpovědí. Tato vědecká disciplína se rozvíjela především od konce 40. let 20. století. Počáteční důraz se kladl na studium mikrofyziky oblačných procesů. Později se přišlo na to, že tyto mikrofyzikální děje jsou velkým způsobem ovlivňovány makrofyzikálními procesy v oblaku.

„Fysika oblaků a srážek“ (Podzimek, 1959), historické meteorologické učebnice či odborné texty nám podávají obšírný cenný souhrn tehdejších znalostí. Kniha od D. Řezáčové, zdůrazňuje razantní pokrok znalostí o oblacích a srážkách od 19.stol. Rozšiřuje naše poznatky v oblasti pozorovacích metod, ale zároveň zachovává vysokou odbornou úroveň. Kniha je rozdělena do čtrnácti kapitol a popisuje klasifikaci

meteorologických procesů a mezinárodní klasifikaci oblaků. Seznamuje nás s oblačností a nejrůznějšími typy atmosférických srážek.

2. Cíle práce a metodika

Cílem práce je srovnat úroveň poznání dříve a dnes. V první části popisuji historii pozorování oblaků, její klasifikaci a podávám informace o vlastnostech oblaků.

V druhé části se zaměřuji přímo na druhy oblaků a přikládám fotografickou dokumentaci. Tato fotografická dokumentace byla pořízena během posledních dvou let studia a navazuje na literární rešerši.

Bakalářská práce má rešeršní charakter, proto jsou hlavním zdrojem informací písemné prameny. Vycházel jsem z knižních zdrojů. Hodně informací a zkušeností jsem získal při fotografování oblaků v terénu.

Ve své práci jsem vycházel také z novodobé literatury, čili moderních poznatků, shrnutých především v knize Fyzika oblaků a srážek (Řezáčová, 2007) a pro srovnání jsem vyhledal na portálu Kramérius literaturu z 19. století a použil také odborné publikace z první poloviny minulého století.

3. Historie

Nejstarší poznatky o oblačnosti, meteorologii a počasí se dovídáme z dob Babylonu a starého Egypta. Ve 3. tisíciletí před Kristem, v Mezopotámii, dělili oblaka dle barev a tvarů. Z toho se snažili předpovídat počasí.

Již Hippokrates (4. stol. před Kristem) vysvětlil pojem podnebí a stal se tak zakladatelem všeobecné klimatologie, tzv. anthropoklimatologie, která se zabývá vlivem podnebí na člověka.

Také Aristoteles (384-322 před Kristem), jeho poznatky, učení a jeho kniha „Meteorologika“ se stala výchozí učebnicí, dá se říci až do konce 17. století.

Velmi rozšířeny byly lidové knížky, které shrnovaly veškeré lidské vědění o oblačnosti a povětrnosti, jako např. elucidáře či lucidáře ve 12. století a Kniha přírody od Konrada z Megenbergu.

Nejeden učenec přispěl k rozvoji tohoto vědění, ať to byl G. Galilei, Torricelli, Viviani či již významní přírodovědci Alex von Humboldt, Brandes, Lamont, Dove nebo Halley. Se znázorněním oblaků ve tvorbě člověka se setkáváme již ve starověku.

Obyvatelé Mezopotámie a Egypta v ničem za čínskou kulturou nezaostávali. Kultura Egyptanů využívala běžně západů a východů hvězd (hlavně Siria) k určování doby záplav na Nilu a následného sucha.

Stále to bylo jen pouhé pozorování a částečné předvídání dějů příštích. Můžeme zde začít mluvit o tzv. „astrometeorologii“. (Soukupová, 2012)

Dříve mohli znát pojem oblak buď z elektrických vlastností, nebo z pozorování jeho optických vlastností. Bylo myšleno, že se oblak vznáší v atmosféře a tím to vedlo k myšlence, že je vyplněn uvnitř parou, která se skládá z vodních bublinek. C. Ley a jeho pozorování cirů, vedlo k názoru, že oblaka z nejvyššího patra, obsahují ledové krystalky.

V polovině 19. století byl zamítnut názor o vodních bublinkách, k čemuž hlavně pomohl materiál o studiu oblakové mikrostudie a rozboru vzniku srážek. V první polovině 20. století vznikl nový obor meteorologie (mikrofyzika oblaků), k tomu hodně

dopomohlo studium o vzniku oblaků jako růst krystalků na ledových nebo kondenzačních jádrech. K těmto studiím pomohlo pozorování z letadel. Nově se také získávaly poznatky o vzdušných proudech v oblaku, vodním obsahu, poli teplot a rychlostí.

Oblak v atmosféře je oku patrný polydisperzní aerosol tvořený mikroskopickými částicemi jedné složky (voda) ve fázi buď kapalné (vodní oblak), nebo tuhé (ledový oblak), popř. částicemi obou fází (smíšený oblak). (*Podzimek, 1959*)

Na horním Eufratu se našla keramika z r. 3 700 – 3 500 př. Kristem s motivem oblaku, ze kterého padá déšť. Oblačnost v historických obdobích je zachycena v dobové krajinomalbě – k nejznámějším patří obrazy italského malíře Petra Bruegela (podle některých pramenů také Brueghel). H. Neuberger (1970) analyzoval víc než 12 000 obrazů ze 41 muzeí umění v USA a osmi evropských státech. Jeho hypotéza vycházela z předpokladu, že na základě analýzy uměleckých obrazů je možné zrekonstruovat počasí v této době. Jako referenční období vybral léta 1400-1967. Obrazy analyzoval na základě oblačnosti (druh mraků, stupeň pokrytí oblohy oblačností, převládající barevné odstíny). Podle jeho zjištění se na obrazech z let 1400-1549 nachází velké procento modré oblohy, z čehož usoudil, že v tom čase byla dobrá viditelnost a jen málo oblačnosti. Posledních 300 let byly zase obrazy všeobecně tmavší s menší dohledností a o hodně vyšším procentem oblačnosti (zejména jde o nízkou a konvektivní oblačnost). Oblaka byla už od starověku předmětem pozorování lidí a pak se vznikem potřeby výtvarného vyjádření začala být i znázorňována.

4. Klasifikace oblaků a její vývoj

4.1 Historie

První pokusy o klasifikaci oblaků, se uskutečnily na počátku 19. století. Jean-Baptiste Lamarck (1744-1829), francouzský přírodovědec, přispěl v roce 1801 k systematice oblaků, kterou vydal v ročence v roce 1802. Popsal 5 hlavních a několik dalších typů oblaků.

O dva roky později, v roce 1803 publikoval své dílo "On the Modifications of Clouds and on the Principles of their Production, Suspension and Destruction"

(O proměnách oblaků a zásadách jejich tvorby, rozptylu a zániku) britský meteorolog Luke Howard (1722–1864). Úspěšnější klasifikace oblaků je přisuzována Howardovi, z důvodu, že oblaka pojmenovával latinskými názvy. V jeho práci byly pojmenovány hlavní tři druhy oblaků: Cumulus - pro oblaky kupovité, Stratus - pro oblaky vrstevnaté a Cirrus - pro oblaky vláknité.

V roce 1855 francouzský meteorolog E. Renou vytvořil kombinace všech třech hlavních druhů oblaků a pojmenoval jeden nový oblak Nimbus.

Prvním československým průkopníkem v oblasti meteorologie byl Dr. Antonín Bečvář (1901-1965), který vydal obsáhlý „Atlas horských mraků“. V tomto svém díle popsal všech svých 160 fotografií oblaků, u kterých použil latinské názvy, které se dnes již nepoužívají. Mezi jeho díla patří také filmy, kde z rychle promítaných fotek, demonstroval dynamiku oblačných dějů. Dnes se touto problematikou zabývá RNDr. Martin Setvák, který provádí intervalové snímání (time-lapse) oblaků a dalších jevů v atmosféře.

V roce 1956 Hydrometeorologický ústav vydal „Mezinárodní atlas oblaků“, který je používán dodnes.

Obecně dochází v atmosféře ke vzniku kupovité oblačnosti následkem přechodu stabilního teplotního zvrstvení v labilní, což způsobuje vedle termického proudění, podmíněného zahřátou půdou, advekce nové vzdušné hmoty, zvýšená turbulence ve spodní vrstvě, vzařování i vyzařování oblačné vrstvy. (Podzimek, 1959)

Rozlišení oblaků je nejčastěji podle tvaru. Je zažité používání latinských názvů, současně s českým překladem.

4.2 Klasifikace oblaků definice dle historických odborných textů

4.2.1 1854 - Studnička

Dle podoby jejich dělíme oblaky na trojí hlavní tvar a čtvero podřízených. Hlavní tvary jsou: řasa, když se oblak skládá jako z útlých vláken mlhových, bělavým kadeřím nebo perutím podobných; kupa, když tvoří hmoty zakulacené, plynoucím kopcům podobné; sloha, když z dlouhých vrstev rovnoběžných sestává.

Spojením těchto tvarů po dvou povstávají podřízené a sice řasokupa, řasosloha a kuposloha, smíšením všech tří dohromady oblak deštivý neb tuče. Že v mnohých zvláštních případech nesnadno jest určit, jaký tvar právě před sebou máme, uznáme zajisté, rozvážíme-li nesmírnou rozmanitost a měnivost jejich.

I barva oblaků, povstávajíc buď odrazem neb zlomem světla slunečního v nich, jest velmi rozličnou; tenké vrstvy řasy nebo slohy buď se průsvitem bělejí neb červenají – červánky okolo slunce východu a západu, - husté kupy lesknou se stranou ke slunci obrácenou a černají se v rozličných odstínech na straně odvrácené, mračna bouřlivá vystupují jako tmavomodré neb tmavošedé a přihnědlé hory nad obzorem, barvou svou již napřed zkázu zvěstující. (Studnička, 1864)

Jak je vidět z poetického popisu Františka Studničky, základ je stejný u druhů oblaků, další rozlišení nepoužívá.

4.2.2 1877 - Zeithammer

Podoba oblaků jest velmi rozmanitá a rozeznáváme hlavně trojí tvar a sice:

1. *Řasu (cirrus), která se skládá jako z outlých vláken mlhových, podobajících se kadeřům a peří a objevují se při pěkném počasí nejdříve na nebi. Čím vlhčí jest vzduch tím více řasy splývají, vypadající jako závoj nebes nebo mlha. Ze všech jmenovaných oblaků jsou řasové nejvyšší, až do výšky 20.000 střeoviců dosahující a bezpochybně z ledových jehliček pozůstávající.*
2. *Kupu (cumulus), z velkých polokoulových hmot pozůstávající, která spočívá na vodorovném podkladu, nejvíce v létě se objevujíc a kolikráte v malebné skupiny se shluknouc, které ozářené slunečním svitem dalekým vrchům sněhovým podobné vypadají.*
3. *Slohu (stratus), z dlouhých rovnoběžných vrstev se skládající a tvořící po západu slunce začasto tzv. červánky. Tyto původní tvary všelijak spolu se smísí, čím pocházejí všelijaké tvary podřízené, jako řaso-kupa, malé to zakulacené obláčky pod jménem ovčice povědomé, řaso-sloha, skládající se z rozsáhlých vrstev řasy a začasto celé nebe jaksi závojem potáhnoucí. Shustnou-li kupy, přechází černé roucho zahalující, z nichž oblak či tuče (nimbus). (Zeithammer, 1877)*

4.2.3 1923 - Kopecký

Tvary mrakové rozděluje prof. Kopecký na 4 hlavní druhy:

Cirrus (Ci) popisuje jako řasy nebo mraky pernaté. Tvary pocházejí z jednoho místa. Jsou v podobě zahnutých bílých vláknitých řas nebo per, na konci roztřepeně zahnuty.

Cumulus (Cu) nazývá kupy, hrady či „báby“, tvoří se s rozlehlou patou asi ve výši 1400m.

Stratus (St) mrak sloha zvaný. Bývá horizontálně, vrstevnatě rozprostřený.

Nimbus (Ni) mrak dešťový. Mrak bývá souvislý, tmavošedý, zpravidla celou oblohu zakrývající. Kombinací těchto hlavních typů mrakových se dostáváme na jejich výškové položení.

A. Mraky vysoko stojící od 7000m do 10000m .

Cirrus (Ci), základní tvar řasy.

Cirrostratus (Ci-St) Řaso-sloha. Bělavý, jemný závoj na obloze tvořící mrak, kterým slunce jest viděti jako bělavě svítící terč.

B. Mraky střední výšky od 3000 do 7000m.

Cirrocumulus (Ci-Cu) Řaso-kupy neb „beránky“. Jsou to malé, vločkovité v řadách seskupené obláčky.

Alto cumulus (A-Cu). Vyvýšené kupy. Mraky kulovitých tvarů, balvanité oblaky se stinnými částmi, hrubší druh beránek.

Altostratus (A-St). Mrak závojovitý, šedý, hustý. Je vidět jasnější bělavé místo tam, kde jest Slunce.

C. Mraky nízko stojící pod 2000m.

Stratocumulus (St-Cu) Sloho-kupy. Mraky jsou ve tvaru podlouhlých tmavošedých balů neb pruhů.

Nimbus (Ni) Je to základní tvar mraku dešťového.

Fractonimbus. Je-li dešťový mrak tvořen ze skupin menších tmavošedých mraků, jest to fractonimbus.

A. Mraky tvořící se v létě působením kolmo vystupujících proudů vzdušných.

Cumulus (Cu). Základní tvar Kupy.

Fractocumulus. Jsou to tvary kupovitých mraků s roztrhanými, nepravidelnými okraji.

Cumulonimbus (Cu-Ni) Mrak bouřkový. Jest to rozlehlý tvar mraku hradového.

B. Mraky tvořící se ze vzedmutých mlh ve výši pod 1000m.

Stratus (St). Základní tvar slohy.

Fractostratus. Bělavě roztrhané shluky mlh, často po dešti z výparu se tvořící formace.

(Kopecký, 1923)

4.2.4 1947 – Hanzlík

V oblacích dávno člověk poznal hlasatele přicházející povětrnosti: je proto zvláštní, že oblaky neroztřídil s hlediska, jak oblaky vznikají a tedy jak souvisí s povětrností, tj. s hlediska genetického (genesis – zrození), nýbrž podle toho, v jakém tvaru se mu jeví na obloze, tj. s hlediska morfologického (morfé = tvar). První roztřídil oblaky franc. přírodovědec LAMARCK r. 1801, většího úspěchu docílil Angličan L. HOWARD r. 1803, jenž rozlišil základní tvary a označil je vhodnými latinskými názvy. Jeho rozřídění je i dnes základem naší klasifikace. Uvádí tři typy: Cirrus, česky řasa, lehký útvar oblačný jemných vláken ve značných výškách. Cumulus, česky kupa, hustší, temnější, ale bílý oblak, ležící níže v ovzduší, zaoblených tvarů s ostrou základnou, pravidelný oblak letní doby, a třetí typ stratus, česky sloha, rovnoměrný útvar, na podzim a v zimě často pokrývající celou oblohu. Leží-li nízko, označuje se jako mlha. K tomu přistupuje jako čtvrtý nimbus, tj. dešťový oblak, hustý, nízko ležící, beztvárný, z kterého prší nebo sněží. HOWARD ho uvádí jen jako vedlejší útvar. Brzy se poznalo, že nelze vystačit s těmito 4 útvary, proto bylo provedeno podrobnější třídění a rozlišeny další typy spojováním latinských označení jako cirrocumulus, cumulonimbus atd. tak vzniklo deset základních tvarů, které navrhovali ABERCROMBY a HILDEBRANDSON a přesně popsali. Pro potřebu pozorovatelů byl vydán r. 1896 atlas oblaků s tabulkami, i druhé jeho vydání r. 1910 podrželo 10 základních tvarů. R. 1932 byl vydán třetí atlas, sestavený z fotografií oblaků ze všech zemí. Má 174 tabulky, rozřídňující oblaky podle toho, jak je vidí pozorovatel se země, pak z letadel a konečně, jak souvisí oblaka s povětrností. I zde bylo zachováno 10 základních tvarů, které jsou rozvrženy podle výšky nad zemí ve 4 rodiny: Rodina A, vysoké oblaky z ledových krystalků, střední výška aspoň 6000m, tři druhy: cirrus (Ci), cirrocumulus (Cc), cirrostratus (Cs). Rodina B, oblaky středních výšek mezi 6000m až 2000m, druhy: altocumulus (Ac) a altostratus (As). Rodina C, oblaky nízké, střední výška 2000m, nejnižší u země. Druhy: stratocumulus (Sc), stratus (St) a nimbostratus (Ns). Rodina D, oblaky výstupného proudu, vybudované ve svislém směru, největší výška sahá do hladiny řasových oblaků, průměrná nejmenší výška základny 500m, druhy: cumulus (Cu) a cumulonimbus (Cb).

(Hanzlík, 1947)

Stručný popis oblaků dle prof. S. Hanzlíka:

1. *Cirrus, krátce Ci nebo C, řasa. Jednotlivé jemné oblaky, vláknité, bez vlastního stínu. Řasy jsou oblaky z ledových krystalků, jak to dokazuje lom světla v nich.*
2. *Cirrocumulus (Cc), řasokupa, lidově beránky, je vrstva řasovitých oblaků, ve skupinách, téměř bez stínů.*
3. *Cirrostratus (Cs), řasosloha, je bílý jemný závoj, kterým jsou patrné obrysy Slunce a Měsíce. Dává obloze mléčný vzhled, někdy prozrazuje vláknité složení.*
4. *Alto cumulus (Ac), vysoká kupa, je oblačná vrstva složená ze zploštělých oblačných koulí nebo válců.*
5. *Altostratus (As), vysoká sloha, je závoj vláknitých a pásových tvarů, šedé a zamodralé barvy. Podobá se hustému Cs, ale nejsou v něm patrna velká kola (halo).*
6. *Stratocumulus (St), slohová kupa, zakulacené husté oblaky, neostře omezené, šedé, s tmavými částmi, pokrývající často celé nebe.*
7. *Stratus (St), sloha, je rovnoměrná oblačná vrstva, podobná zvednuté mlze. Obloha zatažená slohou má jednotvárné mlhavé vzezření podobné nimbostratu (Ns).*
8. *Nimbostratus (Nb), dešťová sloha, rovnoměrný, nízko ležící jednotný dešťový oblak, šedého vzhledu, padává z něho vytrvalý déšť nebo sníh.*
9. *Cumulus (Cu), kupa, je hustý oblak svislého vývoje, ostře omezený šedivou základnou, horní část má tvar bání.*
10. *Cumulonimbus, (Cb), dešťová kupa, mohutné oblaky silného svislého vývoje, kde tvary Cu nabývají podobu hor a věží. (Hanzlík, 1947)*

4.2.5 1955 - Uhlíř

Doc. RNDr. Pavel Uhlíř v r. 1955 se dívá na klasifikaci oblaků následovně:

Oblaky se liší velkou rozmanitostí tvarů. Prvý pokus v klasifikaci tvarů oblaků pochází z r. 1802, kdy rozdělili oblaky v podstatě do tří skupin, a to řasové, slohové

a kupové.

Roku 1896 byl vydán první mezinárodní atlas oblaků, a v r. 1929 až 1932 Mezinárodní komise pro oblaky ustálila mezinárodní klasifikaci oblaků. Byl také vydán nový atlas oblak. Základem klasifikace je dělení oblaků podle tvaru a podle výšky. V každé výšce rozeznáváme tři základní tvary oblaků:

Tvar a). Samostatné oblaky, jednotlivé, vzájemně nespojené oblačné hmoty. Při vývoji rostou obvykle do výšky, při rozpadu se rozšiřují ve vodorovném směru. (Základní tvar zvaný kupa, mezinárodně cumulus)

Tvar b). Oblaky ležící v jedné horizontální vrstvě a tvořené skupinami nebo shluky (beránky) oblaků aneb dělené na řady, vlákna. (Základní tvary řasy – cirrus a kupa)

Tvar c). Oblaky tvořící souvislou nebo téměř souvislou příkrývku. (Základní tvar oblak vrstevnatý, sloh – stratus)

Podle výšky se oblaky rozdělují na čtyři skupiny:

1. vysoké (obvykle nad 6000 m.n.m.),
2. střední (obvykle 2000-6000 m.n.m.),
3. nízké (níže než 2000 m.n.m.) a

Oblaky vertikálního vývoje, jejichž základna leží na hladině nízkých oblaků a vrchol v hladině vysokých oblaků.

Na základě tohoto členění podle tvarů a výšky rozlišujeme deset základních tvarů oblaků:

1.skupina (vysoké)		
tvar b)	1. Řasa - Cirrus (Ci)	průměrná výška 7-10 km
tvar b)	2. Řasová kupa - Cirrocumulus (Cc)	výška 6 až 8 km
tvar c)	3. Řasová sloha - Cirrostratus (Cs)	výška 6 -8 km
2. skupina (střední)		
tvar b)	4. Vyvýšená kupa - Altocumulus (Ac)	výška 3 až 6 km
tvar c)	5. Vysoká sloha - Altostratus (As)	výška 2-5 km
3. skupina (nízké)		

tvar b)	6. Slohová kupa - Stratocumulus - (Sc)	výška 1 až 2 km
tvar c)	7. Sloha - Stratus (St)	výška 0,2-1,0 km
tvar c)	8. Dešťová sloha - Nimbostratus (Ns)	výška 1 až 2 km
4. skupina (výškového vývoje)		
tvar a)	9. Kupa - Cumulus (Cu)	základna ve výšce 0,5 až 1,5 km
tvar a)	10. Bouřkový mrak - Cumulonimbus (Cb)	základna ve výšce 1-2 km

Vzhled jednotlivých druhů oblaků bývá velmi rozmanitý, a proto se ještě podrobněji rozlišují na další odrůdy a tvary na přechodu mezi jednotlivými základními tvary.

Výhodnější je zabývat se jimi s atlasem oblaků v ruce, než pouhým slovním popisem. Popíšeme jen stručně základní tvary oblaků:

- **Řasy (Ci)** – jednotlivé jemné oblaky vláknité struktury, bez stínů, obyčejné bílé barvy, často s hedvábným leskem složené vždycky z ledových krystalků.
- **Řasové kupy (Cc)** – vrstvy nebo řady drobných bílých vloček bez stínů (drobné beránky). Někdy ve tvaru vrásek, vlnek. Složené jsou z ledových krystalků. (Obvykle pospolu s Ci nebo Cs)
- **Řasové slohy (Cs)** – tenká, světlá bělavá pokrývka, někdy přes celou oblohu. Složené z ledových krystalků. Vrstvou Cs je zřetelně vidět Slunce a Měsíc, jejichž obrysy zůstávají ostré, předměty na zemském povrchu vrhají stíny. Okolo Slunce a Měsíce často vznikají kruhy (tzv. halo) s poloměrem 22° nebo 46°.
- **Vyvýšené kupy (Ac)** – vrstvy nebo řady tvořené skupinami nebo shluky (velké beránky) bílé barvy se stíny i bez stínů. (Úhlový průměr nejmenších kupovitých složek okolo 5°). Složeny jsou z velmi drobných kapiček. Rozlišují se dva typy: Průsvitné (translucidus), tenké bílé, s modrými mezerami oblohy. Neprůsvitné (opacus- či opakus) temné. Tvořící téměř souvislou šedou pokrývku oblohy.
- **Vysoká sloha (As)** – vláknitá nebo vrstevnatá pokrývka šedé až modravé barvy. Slunce prosvítá jako matným sklem nebo jeho světlo vůbec neproniká.

Rozlišují se tři typy: *Průsvitné (translucidus)*, *neprůsvitné, husté (opacus)* a *se slabými srážkami (praecipitans)*.

- **Slohové oblaky (St)** – jednotlivá vrstva, šedá, bez zřetelných obrysů (totožné s mlhou vyvýšenou nad zemský povrch). Větrém se někdy roztrhávají na *Fractostratus (Fs)* – tj. roztrhané vrstevné oblaky.

Zde se oproti dnešku vyskytuje oblak *Fractostratus*. Dnes tyto oblaky označujeme jako *Stratus fractus* či *Pannus*.

- **Dešťové slohy (Ns)** – nízké vrstvy, beztvárné, šedé, vydávají srážky. Budí dojem, že jsou osvětleny zevnitř. Na spodu je někdy provázejí tmavošedé útržky nižších oblaků (*Fractonimbus (Fn)* – roztrhané dešťové oblaky). Prší však ze souvislé vrstvy *Ns*, nikoliv z *Fn*.

Zde dochází k podobnému rozdílu. Dnes nepoužíváme označení *Fractonimbus* ale popsaná oblaka označujeme *Pannus*.

- **Kupy (Cu)** – jednotlivé husté oblaky, obvykle ostře ohraničené, vyvinuté do výšky s vrcholem kopulovitým, vyrůstajícím nahoru a s téměř vodorovnou spodní základnou. Složené jsou z vodních kapek. Sluncem osvětlené části jsou oslnivě bílé, neosvětlené jsou tmavé. Kupy s roztrhanými střapatými okraji se jmenují rozčechrané kupy (*Fractocumulus (Fc)*).

V současnosti označujeme jako *Cu fractus*.

- **Bouřkové mraky (Cb)** – mohutné hmoty kupovitých oblaků, velmi rychle vzrůstajících do výšky několika kilometrů ve tvaru hor a věží. V horní části jsou tvořené ledovými krystalky a roztékají se daleko ve vodorovném směru ve tvaru kovadliny, jejíž struktura se podobá vláknitým řasám (nepravé řasy – *Cirrus nothus*). Kovadlinu dnes označujeme jako *incus*.

Tyto oblaky vydávají velké srážky v přeháňkách, často s bouřkami. Pod základnou *Cb* v pásmu deště jsou vždy roztrhané oblaky *Fn*, podobně jako pod *Ns*. (Uhlíř, 1955)

Fn označujeme, jak již bylo řečeno *St fractus* či *Pannus*.

Úroveň a rozdělení typů a tvarů oblaků v r. 1955 se liší v označení *Fn* (*Fractonimbus*) se označuje *Pannus* a *Fs* (*Fractostratus*) dnes označujeme *Stratus*

fractus či Pannus.

4.3 Mezinárodní klasifikace

Světová meteorologická organizace (SMO) definuje oblak jako:

„Viditelnou soustavu nepatrných částic vody nebo ledu, popřípadě obojího, v ovzduší. Tato soustava může obsahovat zároveň i větší částice vody nebo ledu a také jiné částice pocházející například z průmyslových exhalací, kouře nebo prachu.“

Tato tradiční definice, která je převzata z poslední české verze atlasu oblaků vydaného v roce 1965 (HMÚ, 1965), vychází především z vizuálního pozorování. Pojmem oblak dnes rozumíme také oblaka sice nepostižitelné lidským zrakem, ale detekovatelné jinými prostředky, například družicovým pozorováním v infračervené oblasti. (Řezáčová a kol., 2007)

Tabulka č. 1 - Oblačná patra podle mezinárodní klasifikace

Patro	Polární oblast	Oblaka mírného pásma	Tropické pásmo
vysoké	3 - 8 km	5 - 13 km	6 - 18 km
střední	2 - 4 km	2 - 7 km	2 - 8 km
nízké	zem. povrch až 2 km	zem. povrch až 2 km	zem. povrch až 2 km

Zdroj: (Podzimek, 1959)

Tabulka klasifikace oblaků

Pro vytvoření přehledného a jasného systému klasifikace, byla vypracována klasifikační tabulka, ve které jsou uvedeny všechny přípustné kombinace druh - tvar - odrůda - zvláštnosti a průvodní oblaky - mateřské oblaky.

Morfologická klasifikace oblaků (podle Z. Vašků, 1992, 2002)

Druhy oblaků	Tvary oblaků	Odrůdy oblaků	Zvláštnosti
Cirrus (zkratka Ci) Řasa (český název)	castellanus (oblak mající ve své horní části kupovité výrůstky – věžičky, cimbuří, hradby) fibratus (oblak s přímočarou nebo mírně zakřivenou vláknitou strukturou) flocus (s vločkovitou strukturou) spissatus (hustý, závojovitý, šedavý oblak) uncinus (vlákna až čárovité útvary oblaku jsou zakončeny háčky, které směřují vzhůru)	uplicatus (jednotlivé části oblaků nebo celé oblaky jsou zdvojené) intortus (oblačná vlákna jsou zakřivená, nepravidelně se proplétající) radiatus (oblaka se sbíhajícími se strukturálními pásy a liniemi) vertebratus (oblak připomínající svým tvarem rybí kostru, žebra, páteř apod.)	mamma (základna oblaku je tvarována do zaoblených výběžků v podobě prsů, vemen apod.)
Cirrocumulus (zkratka Cc) Řasokupa (český název)	flocus (viz popis u Ci) stratiformis (oblak je rozprostřen do rozsáhlé horizontální plochy)	lacunosus (oblaky nebo jejich části mají téměř pravidelně rozmístěné otvory, vytvářející někdy až tvar sítě) undulatus (vrstvy oblaků nebo části oblaku mají tvar vln)	mamma – viz popis u Ci virga – viz popis u Ac
Cirrostratus (zkratka Cs) Řasosloha (český název)	fibratus (viz popis u Ci) nebulosus (oblačný závoj nebo oblačná vrstva připomíná mlhu; je jednotvárná, bez jakéhokoliv dalšího strukturálního členění)	uplicatus (viz popis u Ci) undulatus (viz popis u Cc)	-
Alto cumulus (zkratka Ac) Vysoká kupa (český název)	castellanus (viz popis u Ci) flocus (viz popis u Ci) lenticularis (oblaka nebo jejich části s výrazným čočkovitým tvarem, s ostrými obrysy) stratiformis (viz popis u Cc)	uplicatus (viz popis u Ci) lacunosus (viz popis u Cc) opacus (viz popis u St) perlucidus (mezerami v oblaku je vidět slunce, měsíc nebo oblohu) radiatus (viz popis u Ci) translucidus (průsvitný oblak, přes který je vidět slunce, měsíc nebo oblohu)	mamma – viz Ci virga (srážkové pruhy, které vypadávají kolmo nebo šikmo z oblaku, ale nedosahující zemského povrchu)

		undulatus (viz popis u Cc)	
Altostratus (zkratka As) Vysoká sloha (český název)	-	uplicatus (viz popis u Ci) opacus (viz popis u St) radiatus (viz popis u Ci) translucidus (viz Ac) undulatus (viz popis u Cc)	mamma – viz popis u Ci virga – viz popis u Ac
Nimbostratus (zkratka Ns) Dešťová sloha (český název)	-	-	pannus (vrstva roztrhaných oblaků pod jiným oblakem) precipitatio (z oblaků vypadávají srážky dosahující zemský povrch) virga , viz Ac
Stratocumulus (zkratka Sc) Slohová kupa (český název)	castellanus (viz popis u Ci) lenticularis (viz popis u Ac) stratiformis (viz popis u Cc)	uplicatus (viz popis u Ci) lacunosus (viz popis u Cc) opacus (viz popis u St) perlucidus (viz popis u Ac) radiatus (viz popis u Ci) translucidus (viz Ac) undulatus (viz popis u Cc)	mamma – viz Ci precipitatio – viz Ns virga – viz popis u Ac
Cumulus (zkratka Cu) Kupa (český název)	congestus (kupovitý oblak vysokého věžovitého tvaru) fractus (necelistvý roztrhaný oblak, vzhledově připomínající cáry) humilis (nízký plochý oblak) mediocris (středně vysoký oblak, jehož vertikální rozměry nepřevyšují rozměry vertikální)	radiatus (viz popis u Ci)	arcus (hustý válcovitý oblak až hrozivého vzhledu) pileus (oblačná čepice, vytvářející se nad kupovitým oblakem) tuba (oblak, s

			oblačným sloupem nebo chobotem) velum (rozměrný závojovitý horizontální oblak na vrcholu kup) mamma, precipitatio, virga – viz výše
Stratus (zkratka St) Sloha (český název)	fractus (viz popis u Cu) nebulosus (viz popis u Cs)	opacus (husté oblaky, kterými neprosvítá ani měsíc, ani slunce) translucidus (viz Ac) undulatus (viz popis u Cc)	praecipitatio – viz popis u Ns)
Cumulonimbus (zkratka Cb) Bouřková kupa) (český název)	calvus (používá se u bouřkového oblaku, jehož vrcholová část není rozšířena do typické kovádky, ale je holá) capillatus (používá se u bouřkových oblaků, které mají vrcholovou část zakončenou řasnatou strukturou, připomínající kovádku)	-	arcus, mamma, pileus, praecipitatio, tuba, velum – viz výše incus (horní část oblaku Cb se rozšiřuje do chocholu ve tvaru kovádky)

Tabulka č. 2 – Morfologická klasifikace oblaků

Zdroj: (Vašků, 1992,2002)

5. Vznik oblaků

5.1 Vznik a tvorba oblaku

Hledíce k povstání oblaků rozeznáváme dva druhy, z nichž první přímým ochlazením, druhý pak smícháním nestejně teplých vzduchu vrstev se vyvinuje.

K prvním patří bělavé, mnohdy celým pohořím podobné kupy, které za pěkného počasí lze často viděti. Vystupujícím proudem povznesené vodní páry sráží se v chladných vyšších vrstvách, oblaky tvaru tohoto tím vyvozující, které za poledne nejvýše stojí, k večeru pak opět klesají a do teplejších vrstev přišedše se ztrácejí; výška jejich obnáší 1500-3000'. Prší-li z nich, děje se to za dne; k večeru ale se nebe vyjasní. Když však před západem slunce zčernají a v kuposlohu se promění, přinášejí déšť neb bouřku v noci; vzduch jest tu v horních vyšších vrstvách vlhký, skoro nasycený a tedy srážení vodních pár velmi snadné, ba nutné.

Když nočním vyzařováním tepla vzduch ponenáhle tak se ochladí, že kapalněji obsažené v něm páry, rozsáhlé slohy činíce, potahuje se obyčejně celá obloha po jasné půlnoci velmi rychle závojem oblakovým, který v zimě často i více dní se udržuje; když ale ráno deštěm se protrhne a slunce paprsky svými mocně s tj. působiti, unáší vystupující proud valně pár do výšky, kdež ochlazený byvše nové tvoří oblaky. Denní oblaky povstávají, noční ale se rozptylují působením slunečním.

Druhý oblaků druh se nejčastěji vyvinuje, když do teplého a vlhkého proudu vzdušného vnikne studený; okamžitě sráží se vodní páry v nižších vrstvách, jelikož zde nejprve se jeví studený proud. Povstávající takto nízké oblaky unáší sice studený vítr dále, výparem ale povstávají nové tak dlouho, až onen úplně zvítězil a co suchý severní neb severovýchodní vítr nebe vyjasnil.

Když ale teplý proud do studeného vnikne, sráží se též vodní jeho páry, však především ve výšce, čímž jemné, bělavé řasy se vyvinují; viděti je tu zřejmě na modré klenbě nebeské co četná roztřepená vlákna od jednoho bodu obzorního vycházející a často v naprotějším opět se sbíhající, při čemž mnohdy i příčnými pruhy jsou spojeny.

(Studnička, 1864)

Oblak vzniká kondenzací nebo sublimací. Je to soustava malých vodních kapiček či krystalů ledu, o průměru cca 0,01 mm. Pokud je tvořen obojím najednou, jsou to smíšená oblaka. Mnohá oblaka jsou tvořena pomocí tzv. adiabatického ochlazování – u výstupních pohybů, vzduch zvyšuje svůj objem. Jelikož tento děj se děje bez jakékoliv změny energie s okolím, ztrácí tím svou energii a dochází k ochlazování. Ochlazování vzduchu přichází o možnost obsahovat vodní páru. Může se také stát, že vzduch obsahuje tolik vodní páry, kolik je možné maximálně pojmout, to se nazývá nasycení vodní parou. U nadcházejícího ochlazení vznikne jeho přesycení a dojde ke kondenzaci vodní páry z čehož vznikají kondenzační jádra. Tyto jádra jsou obsažena ve vzduchu téměř pokaždé a tak je vytvářen oblak.

Struktura oblaku, jeho vertikální mohutnost a výška jeho spodní základny závisí na výšce kondenzační hladiny, hladiny nulové izotermy a na výšce horní hladiny konvekce. Rozmanitost tvarů a druhů oblaků je důsledkem různých podmínek jejich vzniku. Obecně oblaky vznikají ochlazením vzduchu při izobarickém ději pod teplotu rosného bodu, nebo častěji ochlazením nenasyceného vzduchu na teplotu kondenzace při jeho adiabatickém výstupu. *(Soukupová, 2012)*

Oblaka mohou vznikat:

- v jedné vzduchové hmotě konvekcí jako orografická oblaka, z vyzařování a turbulentním promícháním
- na rozhraní vzduchových hmot na frontách

5.1.1 Oblaka vznikající konvekcí

Vznikající konvekce je podmíněna vodorovnou nehomogenitou prohřátého vzduchu. Při dobrých podmínkách se vzduchové vrstvy mohutně prohřívají. „Bubliny“ teplého vzduchu vznikají nad konkrétními místy, většinou nad tmavšími povrchy.

Oblaka vznikají s vertikálním vývojem (Cu, Cb). Mohou vznikat, pokud výrazně klesá teplota vzduchu s výškou, čím vyšší je míra i stability.

5.1.2 Oblaka vznikající na frontách

Při stoupání vzduchu, při zrodu front vzniká mohutná horizontální a vertikální oblačnost.

Vznik oblačnosti, srážky a jiné povětrnostní jevy, na frontách se v závislosti na velkém sklonu frontálních ploch vyskytují buď před, nebo za čarou fronty. Atmosférickou frontu chápeme jako čáru, předěl, kde se setkávají dvě vzduchové hmoty jiných vlastností, a to teplé a studené.

5.2 Druhy ochlazování

K ochlazení vzduchu dochází vyzářením energie v podobě dlouhovlnného záření, při zvětšení objemu vzduchu, nebo přenosem tepla do okolního prostředí prostřednictvím promíchávání vzduchu se vzduchem studenějším. Poslední zmíněný postup se uplatňuje více méně jen v okrajových případech, jako například při vzniku kondenzačních pruhů za letadly. Ochlazování vyzařováním se odehrává při vzniku přízemních (radiačních) mlh, vrstevnaté inverzní oblačnosti nebo poměrně vzácně se vyskytujících oblaků tvaru castellanus. Dominantním procesem při vzniku oblaků tak je ochlazování vzduchu při jeho výstupu a rozpínání. K výstupu může docházet nejrůznějšími pochody – termicky podmíněným výstupem (termika), výstupem podél frontální plochy nebo nuceným výstupem podél terénních překážek (orografický efekt). Při zvyšování se snižuje teplota vzduchu a začíná kondenzovat pára uvnitř obsažena. Pokud se teplota vzduchu sníží pod 0 °C, je možné vytváření ledových krystalků. Tímto způsobem vzniknou malé oblačné elementy. Nevytvoří-li se ve velikostech dešťových kapek, pak se tyto kapky neudrží v oblacích. Tímto způsobem vytvořené krystalky nebo kapičky se lépe vypařují – sublimují. Nastane-li opačná situace podmínek vnějších, objem vody ve formě plynném a objem vody ledových krystalků či kapek se udrží

ve stejných mezích.

Vznik oblaků v atmosféře nevzniká kondenzací vodní páry, což znamená, že se molekuly vody vzájemně spojují, protože při tomto ději je průběh o mnoho energeticky více náročný nežli na kondenzačních jádrech. U povrchu jader se utváří lokální nasycení vodní páry, čímž nastává tvorba koncentračního gradientu a tím dojde k zlepšení akumulace molekul vody na povrch, ke koalescenci. Kondenzační jádra většinou mají různé velikosti, ale neoptimálnější jsou v rozmezí 10^{-7} až 10^{-9} m.

Výskyt v cm^3 vzduchu těchto jader může existovat až desítky tisíc, v oblastech jako jsou města či továrny jich je ještě víc, přibližně 10x až 100x. Naopak nad moři nebo oceány jich je o desítky tisíc méně.

5.2.1 Adiabatické ochlazování

Tyto částičky jsou tak lehké, že je vzestupné vzdušné proudy udrží ve vrstvě, ve které vznikly, pokud se nespojí do větších kapek, krup či vloček. Oblaky z těchto částíček se pohybují v různých výškách působením větru. Z oblaků, které jsou tvořeny pouze kapičkami vody, či pouze krystalky ledu, vypadávají srážky zřídka. Naopak v oblacích, které obsahují jak vodní kapičky, tak krystalky ledu, působí ledové krystalky jako kondenzační či krystalizační jádra, postupně na sebe nabalují okolní vodní kapky, zvětšují se, až jsou tak velké, že je stoupavé vzdušné proudy neudrží a padají působením gravitační síly k zemi ve formě deště, krup, či sněhu. (*Skřehot, 2008*)

5.2.2 Vlnová oblaka

Tento oblak vzniká na vodorovné ploše rozhraní, uprostřed dvou vzduchových hmot s odlišnou rychlostí proudění a hustotou. Na spodní straně vlny vzduch klesá, otepluje se adiabaticky. Na horní straně stoupá a ochlazuje se také adiabaticky. Snížení teploty na vrcholu vlny je svázáno s kondenzací vodní páry a vytvářením oblačných rovnoběžných pásů.

5.2.3 Vznik oblaků vlivem turbulence

Vlivem turbulence se mohou tvořit oblaky při stabilním teplotním zvrstvení. V důsledku turbulentní výměny se horní části této vrstvy ochlazují. Přitom může dojít ke kondenzaci vodní páry a ke vzniku poměrně souvislé oblačné vrstvy s velkým horizontálním rozsahem (St, Sc, Ac). Pokud se nasycený vzduch turbulentně promíchává pod oblačnou vrstvou, vytvoří se také oblaky ve tvaru roztrhaných cárů – fractus. Jsou to oblaka špatného počasí, projevující se pod oblaky Ns nebo Cb. (J.Soukupová., 2012)

5.2.4 Oblaka vznikající z vyzařování

Díky působení dlouhovlnné radiace, je možné klesnutí teploty pod teplotu rosného bodu. Je-li v ovzduší dostatečné množství vodní páry, čímž dochází ke kondenzaci což vede k vzniku ucelené vrstvy St. Oblačnost je možné spatřit v podzimních nebo zimních měsících, v noci či k ránu.

5.2.5 Orografická oblačnost

Také vyvýšeniny zemské, jmenovitě jednotlivé kopce a pohoří způsobí utvoření oblaků, které se na jih temeně kolikrát již dávno objevují, než se povětrnost na rovině změní, a proto prozrazují obyčejně teplé a vlhké větry proudící a začasto déšť sebou přivádící. (Zeithammer, 1877)

Překážkovými oblaky rozumíme široký komplex druhů, tvarů a odrůd oblaků vyskytujících se hlavně v horských oblastech. Stejně druhy oblaků vznikají i mimo horská pásma tam, kde atmosférické teplotní zvrstvení napodobí horskou překážku. „Překážkovými oblaky“ se vyznačuje např. prudký vpád studeného vzduchu. (Podzimek, 1959)

Ve vzestupných vzdušných proudech se vytváří oblačnost orografická, která

často překonává horské hřebeny či jednotlivou přírodní překážku (oblaka Cu, Sc, Ac). Na návětrné straně roste intenzita srážek právě tehdy, jestliže sněží nebo prší. Orografická oblaka často vytvářejí oblačnou „čapku“, tzv. vlajková oblaka. Oblaka ve tvaru rotoru se objevují v turbulentním proudění.

Oblak má nekonečné množství tvarů nebo podob. Už dlouhá léta upoutávala oblaka člověka, svou pestrostí. V této době nejsou oblaka jenom zájmem vědců nebo přírodovědců, ale také ostatních lidí.

Jedním z nejdůležitějších faktorů, podle čeho se odvíjí vzhled oblaku je nepochybně vnitřní struktura. Tato struktura se mění po celou dobu trvání oblaku, od vzniku až po rozpad. Částice tvořící oblak se dělí na dvě části, a to pevné - ledové krystalky a kapalné – vodní kapičky. Tyto části, se nevytváří pokaždé, ale pouze za určitých podmínek, kdy dovolují kondenzovat vodní páru v ovzduší, dochází k desublimaci. K snížení teploty dochází tehdy, pokud se sníží latentní teplo, které má v sobě. Pokud se tak stane, musí dojít k přenosu energie z páry do vnitřního prostředí. Pára je donucena spolu s procesy spojenými s dynamikou proudění a dalšími faktory jako je například nečistoty přítomné v ovzduší, které mají vliv na kondenzační či ledovcová jádra.

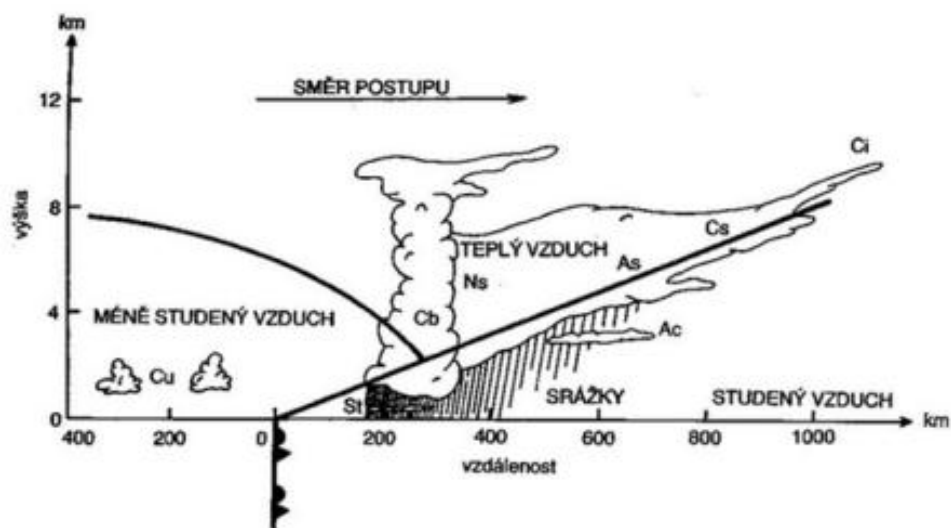
Jas oblaků je závislý na tom, jaké množství světla propouštějí a odrážejí částice v oblaku. Světlo jdoucí z oblohy je rozptýlené, neboť pochází ze Slunce nebo Měsíce (světelný zdroj). Toto světlo se může také odrážet od zemského povrchu (sníh a led).

Barva oblaku se odvíjí od vlnové délky. V závislosti na poloze Slunce jsou oblaka žluté nebo oranžové barvy.

5.2.6 Teplá fronta

U teplé fronty je charakteristický rychlejší postup teplé vzduchové hmoty než před ní ležící studené. Lehčí, teplý vzduch se dostává nad masu studeného vzduchu a stoupá vzhůru. Adiabaticky se ochlazuje a rozpíná, dochází ke kondenzaci vodní páry, a tudíž vzniká oblačnost teplé fronty.

Obrázek č. 1 – Teplá fronta

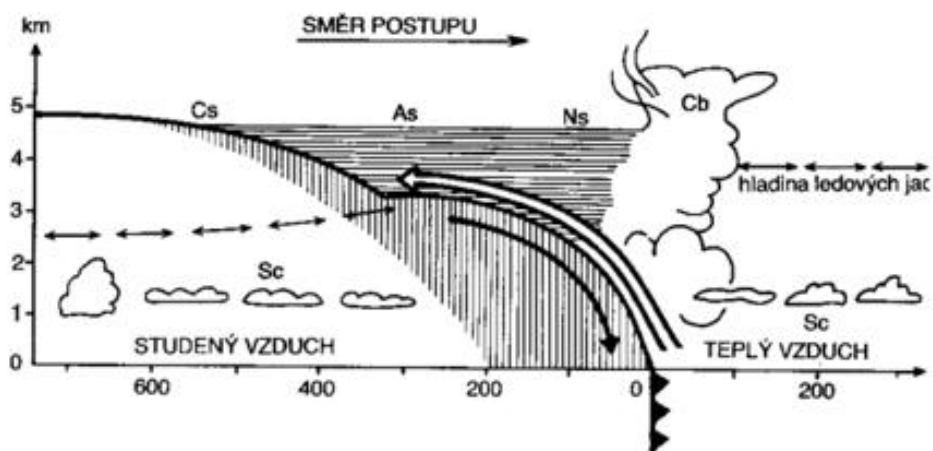


Zdroj : www.dalmacia.org

5.2.7 Studená fronta

U studené fronty dochází k nasouvání studeného vzduchu. Menší hustotu má teplý vzduch, proto se studený vzduch nasouvá pod teplý. Teplý vzduch je vytlačován nahoru. Vznikají mraky, oblačnost, prší krátce, ale vydatně. Při přechodu studené fronty se ochlazuje.

Obrázek č. 2 – Studená fronta 1. druhu podle K. Pejmala, 1971



Zdroj : Skřehot, Úvod do studia meteorologie.

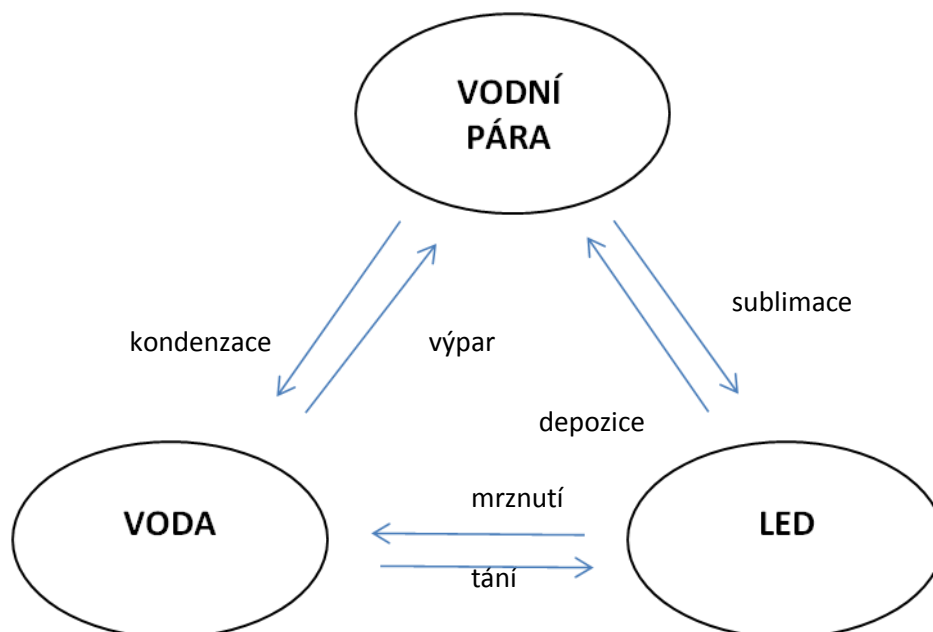
6. Fyzikální zákonitosti vzniku a vývoje oblaků

Fyzikální veličiny, jako jsou tlak, teplota a hustota, které popisují stav atmosféry, mají jednoznačnou hodnotu v každém bodě kontinua a jejich derivace jsou spojitými funkcemi v prostoru a čase.

Pohyby vzduchu v atmosféře se řídí třemi základními fyzikálními principy: zachování hybnosti, zachování hmotnosti a zachování energie. Princip zachování energie je vyjádřen I. větou termodynamickou. (Řezáčová a kol., 2007)

Voda je jediná látka, která se za běžných meteorologických podmínek vyskytuje ve všech třech skupenstvích. Fázové přechody vody hrají při vývoji oblaků a srážek důležitou roli. Klíčem pro pochopení termodynamiky vody je porozumění podmínkám rovnováhy mezi plynným, kapalným a pevným skupenstvím vody, tzn. vodní parou, kapalnou vodou a ledem. (Řezáčová a kol., 2007)

Obrázek č. 3 – Fázové přechody vody v atmosféře podle Curry a Webstera, 1999



Zdroj: Vlastní zpracování.

Z družicových snímků můžeme usuzovat o vzhledu oblačnosti, o mikrofyzikálním složení oblačnosti, o fázi oblačných částic, jejich koncentraci, efektivním průměru, v případě ledových částic i jejich tvaru a orientaci. Také můžeme posuzovat výšku a celkovou tloušťku oblačné vrstvy. Oblačnost může být transparentní, na vzhled má tedy vliv charakter zemského povrchu, nad nímž se nachází oblačnost.

6.1 Odrazivost a propustnost oblačnosti

Odrazivost se někdy zaměňuje s pojmem „albedo v určité vlnové délce“, ale to není přesné, neboť albedo vyjadřuje celkovou odrazivost daného povrchu ve všech vlnových délkách.

Doplňkovou veličinou odrazivosti je absorpance, míra absorpce při průchodu určitým prostředím. (*Řezáčová, 2007*)

6.2 Kondenzační jádra

Vznik kapek homogenní nukleací vyžaduje vysoká přesycení, která se v atmosféře nevyskytují. Atmosféra však obsahuje množství aerosolových částic mikronové a submikronové velikosti, které mohou sloužit jako centra koncentrace – kondenzační jádra. Proces, při němž kapky vody vznikají na kondenzačních jádrech, nazýváme heterogenní nukleací vody. Vznik zárodečných kapek heterogenní nukleací na kondenzačních jádrech znamená začátek řetězce procesů, jejichž výsledkem může být vývoj kapek srážkových. (*Řezáčová a kol., 2007*)

Kondenzace vodní páry je základním dějem pro vytvoření oblaků. Z laboratorních a termodynamických výsledků lze usuzovat, že v prostředí homogenním plynném je vznik kapiček vody vytvářen jednotlivým spojováním molekul vody. Je to proces velmi energeticky náročný. V reálné atmosféře prakticky ve všech případech dochází ke kondenzaci tam, kde je nasycení vodní páry úplné, takřka stoprocentní. Z toho můžeme

usuzovat v přítomnost aerosolových částic, které jsou obsaženy v ovzduší. Tyto aerosolové částice díky svým příznivým fyzikálně-chemickým vlastnostem působí jako středy kondenzace a usnadňují tak vznik vodních kapiček. Tyto kapičky nazýváme kondenzační jádra, jejich poloměry mají velikost řádově hodnot 10^{-8} až 10^{-5} m.

6.3 Porovnání vědění ze starších dob

6.3.1 1877 - Zeithammer

Zeithammer ve svém pojednání „O povětrnosti, jejích činitelech a vlivu na rostlinstvo, jakož i pranostika povětrná se dívá na oblaka takto:

Oblaky nejsou nic jiného než mlhy ve vzduchu ve větší nebo menší výši se vznášející, svou podobu všelijak měnící se proudem větrným buď kvapně, buď zvolna po nebi hnané anebo také při tiché povětrnosti jak nepohybné nad krajinou stojící. Ještě přes 1 míli výše se oblaky nadcházejí a jejich výška závisí na teplotě vzduchu a jich hustotě. V pásmu horkém vystupují ovšem výše než v mírném, v létě výše než v zimě, v krajinách točnových pokrývají oblaky pouze povrch země i moře jako mlhy.

Za tichého počasí ovšem kapinky vodní, z nichž oblak pozůstává, spadávají dolů, aniž by až k zemi sklesly, nebo spadávajíce do dolejších a teplejších vrstev vzduchu promění se v páru vodní, která opět vzhůru vstoupá a tam ztuhne. Kdež z jedné strany dolejší oblak se ztrácí, z druhé totiž od svrchu opět přirůstá.

Proudy větrné unáší oblaky zvláště ve větší výši směrem tím, jimž samy táhnou a tak se stává, že oblaky také jestli proud vzdušní jest rychlejší než rychlost a oblaky více méně husté, do vrstev rozličných skupené se pohybují směrem opačným.

Z rána a pak odpoledne as 10 hodin po východu slunce bývá nejvíce oblakem potažené nebe, kdežto se obvykle v 2-3 hodiny po východu slunce a k večeru opět vyjasní, kdež oblaky k zemi se spouštějí.

V první polovici prosince a v druhé měsíce června bývá nebe nejvíce zašmouřené, v srpnu a květnu opět nejjasnější.

Není pro posuzování povětrnosti jistého kraje nedůležité, mnoho-li dní do roka panuje mlhavých, mnoho-li s nebem zastřeným aneb vyjasněným. Ve dni jasné bývá proměna teploty denní mnohem značnější než pošmourný čas. V Praze pozorováno bylo do roku 81. 1dní mlhavých. Z nichž 60 připadá na měsíce říjen, listopad, prosinec, leden, únor a březen.

Jakým způsobem směr větru účinkuje na oblaky, závisí hlavně na tom, odkud a přes které kraje, jestli mořem neb zemí větry proudí. Nápadná bývá jasnost nebe v zimní dobu při západním větru, kdežto při tomtéž větru z jara vanoucí se kalívá a jižní aneb východní větry je vyjasňují.

Polární proudy vzdušní obyčejně vyjasňují, rovníkové opět zastírají nebe oblaky. Průměrem celého roku severozápadní větry přivádějí oblaky, kdežto jižní je opět rozhání.

Že by měli mít proměny měsíce zvláštního vlivu na oblaky, že by za nového měsíce zvláště bývalo nebe jasné, nedá se pozorováním tolikerym dosvědčit, a např. právě za poslední čtvrti v Augsburgu pozorováno nejvíce jasných dnů (77%).

Mlhy a oblaky na všelijaký způsob blahodějně účinkují na zdar rostlinstva, ani světlo odrážejíce zamezují jeho intensivní účinek, výstřednosti vzdušní vyrovnávají, noční mrazy a jiní překazí a svou vlhkostí přispívají k lepšímu vzrůstu.

Naopak mohou tím, že značně ochlazují a vypařování zamezují, též uškodit. (Zeithammer, 1877)

6.3.2 1923 - Kopecký

Prof. Josef Kopecký r. 1923 popisuje pozorování mraků:

- a) *Když ve dne tvořící se mraky k večeru se rozplývají, možno očekávati pěkné počasí, nerozplynou-li se, dostavuje se počasí špatné.*
- b) *Povstávají-li mraky k večeru, když byl den jasný, lze očekávati změnu počasí.*
- c) *Pozorujeme-li ve dne beránky a k večeru se počnou objevovati hromadné mraky, můžeme v noci očekávati bouřku.*
- d) *Dvojitě mraky nad sebou věští brzké špatné počasí.*

- e) *Mraky pernaté (řasy, cirrus) značí blížení se minima a zhoršení počasí, když jdou ze strany jihozápadní neb západní.*
- f) *Neshoduje-li se pohyb mraků se směrem větru a mraky ve směru pravé ruky utíkají, postavíme-li se do směru větru, jest to zmatením, že nacházíme se v počátku deprese a v brzkou se počasí zhorší.*
- g) *Když byla obloha ráno čirá a teprve k 10. hod. mraky se počínají tvořiti a když z toho k polednímu se tvoří kupy (cumuly) jednotlivě a řídce na obloze a k večeru opět mizí, značí pěkné počasí na druhý den.*
- h) *Hromadí-li se však v teplých dobách ročních již před polednem četné kupy a okraje jich se řasnatě rozčechrává, dostavuje se odpoledne bouřka.*
(Kopecký, 1923)

Prof. Ing. Josef Kopecký, v r. 1923 popisuje vznik a druhy mraků:
Ochladí-li se větší vrstva vzduchu na bod rosný, srážejí se páry přímo v ovzduší, a tu ve vrstvě poblíž země vznikající formace nazýváme mlhou., kdežto když vznik nastává vysoko v ovzduší, nazýváme tento tvar mrakem.

Tvoření mraků způsobováno jest srážením se dvou nestejně teplých proudů vzdušných, což nastává, když zavane proud vzdušný teplejší do větších zeměpisných šířek, anebo do větších nadmořských výšek při stoupajících prouděch vzdušných.

Také působením různých útvarů územních zvyšuje se možnost srážek a tvoření mraků.

Ve všech případech usnadňuje se kondensace par vzdušných ve tvary mrakové zmenšováním teploty, kdy pak tolik par v ovzduší ve stavu plynném nemůže se udržeti.
(Kopecký, 1923)

6.3.3 1947 - Hanzlík

Prof. Dr. Stanislav Hanzlík v r. 1947 popisuje oblaka:

Ochladí-li se vzduch pod teplotu rosného bodu, vyloučí se dosud neviditelná vodní pára ve tvaru viditelném jako mikroskopické kapičky nebo ledové krystalky, jež

vytvoří oblak či mlhu. Složení mlhy a oblaku je totéž: mlha je oblak při zemi a oblak je mlha ve výši. Pozorovatel dívající se z nížiny na hory praví, že jsou zahaleny oblaky, horal v tomto oblaku mluví o mlze, která ho obklopuje. Od mlh, vznikajících z vody a ledu vyličeným způsobem, třeba rozlišovat suché „mlhy“, zákaly, způsobené prachem a kouřem, jenž vniká do vzduchu. Tento zákal suchou mlhou je obvyklým zjevem přízemních vrstev. V městech, zvláště průmyslových, se na tento prach a kouř váže sražená pára a tvoří tak pověstné městské mlhy, barvy žluté až hnědé, jež se nápadně liší svou houževnatostí od lehkého se rozpouštějících bílých mlh na venkově.

7. Druhy oblaků podle mezinárodní klasifikace

Základní druhy oblaků

Do této doby můžeme oblaka rozlišit do 10 druhů, které dále rozdělujeme do 14 tvarů. Rovněž můžeme oblaka dělit dle odrůd a zvláštností.

Oblaka také dělíme podle výšky výskytu daného oblaku a to vysoká oblaka (5 - 13 km), střední oblaka (2 - 7 km) a nízká oblaka (0 - 2 km). Jediná výjimka je u oblaku cumulonimbus, neboť ho můžeme najít v jakékoliv libovolné výšce (0 - 13 km).

Do oblaků vysokého patra můžeme přiřadit cirrus, cirrocumulus, cirrostratus.

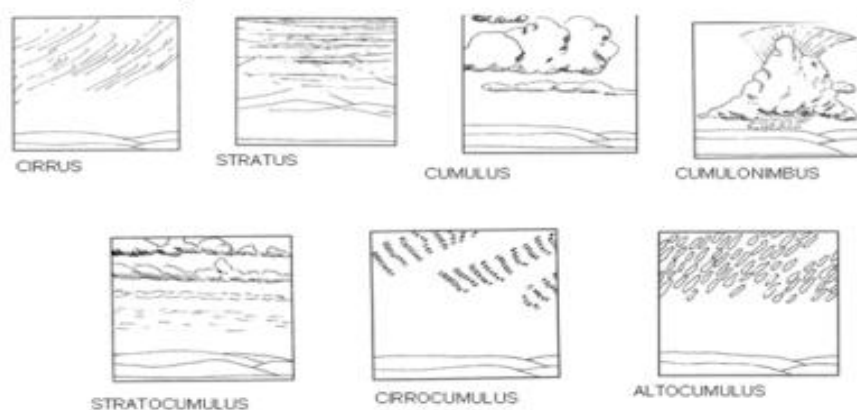
Ve středním patře můžeme spatřit oblaka, jejichž jméno začíná na alto. altocumulus a altostratus.

Názvy oblaků nízkého patra jsou cumulus, stratocumulus a stratus.

K daným skupinám můžeme přiřadit ještě čtvrtou skupinu, a to oblaka přesahující hranice pater. Jsou to oblaka s mohutným vertikálním vývojem cumulonimbus a nimbostratus.

Další kritérium podle kterého klasifikujeme oblaka je typ oblačnosti a tím stanovení oblačných druhů.

Obrázek č. 4 – Druhy oblaků



Zdroj : NAHORU.CZ. [online]. <<http://www.nahoru.com/meteo?id=14>>.

Oblaka:

- kupovitá
- vrstevnatá
- vláknitá

Kupovitá oblaka

Tyto oblaka poznáme dle toho, že mají ve svém názvu slovo „cumulus“ (kupa) : cumulus, stratocumulus, altocumulus, cirrocumulus.

Jediný nimbo cumulus, neboli cumulonimbus, přesahuje hranice pater.

Vrstevnatá oblaka

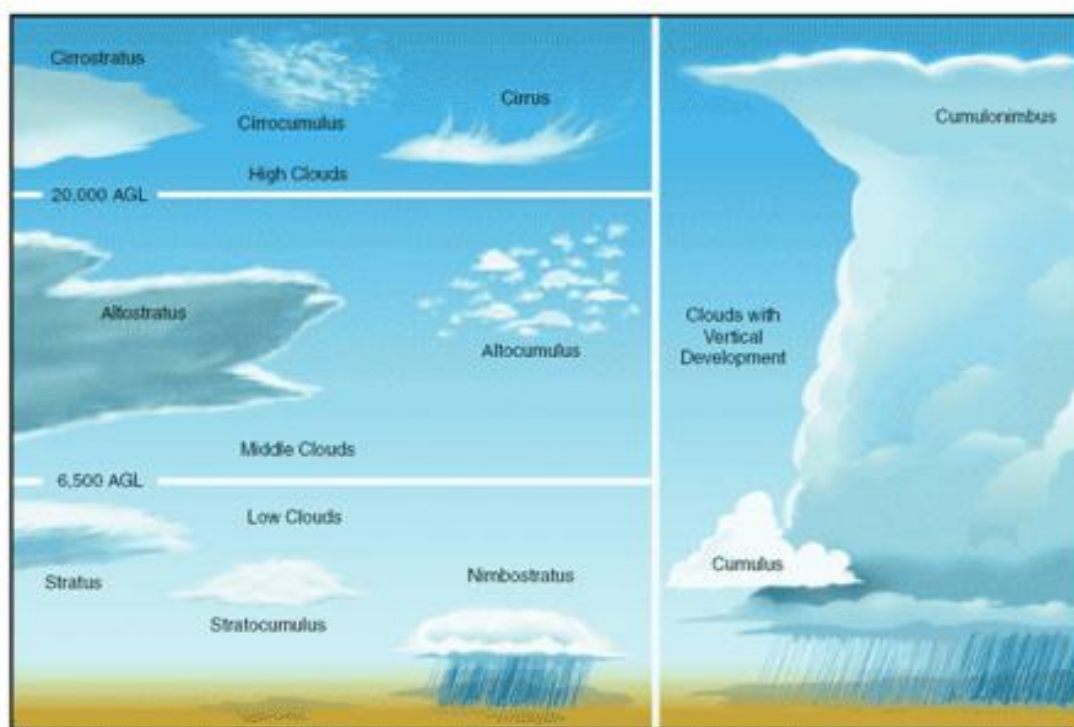
Tato oblaka mají ve svém názvu slovo „stratus“ : altostratus, cirrostratus, stratus, nimbostratus.

Vrstevnatá oblaka jsou oblaky s více nebo méně viditelnou strukturou vrstvy (Sc, Ac, Cc). Vznikají zvedáním vzduchových hmot na frontálních plochách (St, Ns, As), turbulentní výměnou a vyzařováním.

Vláknitá oblaka

Tato oblaka se vyskytují jen v nejvyšším patře, není zde nutnost rozlišovat názvosloví.

Obrázek č. 5 – Základní druhy oblaků



Zdroj: OBLACNOST.JEX.CZ. [online]. <<http://oblacnost.jex.cz/menu/zakladni-druhy-oblaku>>.

Cirrus (řasa)

Oblaka cirrus jsou definována jako: „Vzájemně oddělené obláčky v podobě bílých jemných vláken nebo bílých, popř. převážně bílých, plošek nebo úzkých pruhů. Tyto oblaka mají vláknitý vzhled a hedvábný lesk, popř. obojí“. (Řezáčová a kol., 2007)

Oblaka cirrus se nacházejí ve výši 6 – 12 km, jsou to oblaka vysokého patra. Skládají se z ledových krystalků, neboť v jejich okolí převládají teploty pod - 40°C. U tohoto druhu se často vyskytují halové jevy.

Oblaka cirrus vznikají z altocumulů, cirrocumulů nebo kovadliny cumulonimbu, která se tvoří v nejvyšším patře. Na obloze bez oblak mohou vznikat cirry v chomáčcích nebo v podobě čar s háčky.

Žlutavé zabarvení mají cirry blízko obzoru.

Přikládám vlastní fotografii uvedeného oblaku.

Obrázek č. 6 – Cirrus fibratus



Zdroj: Vlastní fotografie.

Cirrocumulus (lidově beránky, řasová kupa)

Jsou to obláčky tvořené malými bílými vločkami nebo skvrnami. Tvoří se z miniaturních žebrovitých a zrnitých částeček oblačna, které mohou být uspořádány pravidelně. Tvoří je malé ledové krystalky. Jednotlivé části mohou spolu souviset nebo jsou oddělené. Oblaka nevrhají vlastní stín a lidově se jim říká „malé beránky“. Tento oblak se vyskytuje v podobě čočky nebo mandle, tvar je vidět často velmi protáhlý. Vzniká na bezoblačné obloze. Cirrocumulus může vzniknout z oblaků druhu cirrus nebo cirrostratus.

Obrázek č. 7 – Cirrocumulus stratiformis



Zdroj: Vlastní fotografie.

Cirrostratus

Poznáme jej podle jemně bělavého vláknitého závoje, kterým je mrak tvořen. Může pokrývat celou oblohu, ale také nemusí. Obvykle tvoří halové jevy. Skládá se z krystalků ledu.

Cirrostratus vzniká při zvednutí vrstev vzduchu do velké výšky. Může vzniknout z oblaku cirrocumulus nebo z oblaku altostratus.

Obrázek č. 8 – Cirrostratus fibratus



Zdroj: Vlastní fotografie.

Alto cumulus

Oblaka bílo-šedá, někdy válcovitého tvaru. Tento druh oblaku můžeme zařadit do skupiny smíšených oblaků, obsahující vodní kapičky nebo ledové krystalky. Alto cumulus můžeme spatřit jako vekou plochu tvořenou menšími oblačnými plochami, které jsou uspořádány pravidelně. Alto cumulus se často vyskytuje v podobě mandlí nebo čoček. V závěrečné fázi může tento oblak vrhat stín, který je větší než on sám. Alto cumulus se objevuje ve středním výškovém patře. Může se vytvořit z cirro cumulu nebo stratocumulu.

Obrázek č. 9 - Alto cumulus stratiformis (translucidus, perlucidus-v několika místech je vidět modrá obloha)



Zdroj: Vlastní fotografie.

Cumulonimbus (bouřkový mrak)

Obrovský mrak, vertikálního rozsahu, vypadající jako „hradba hradu“, může přesahovat s kovaninou až 15 až 17 km. Často má žebrovitý nebo hladký vrchol, který je zploštělý.

Tento vrchol má velmi často tvar kovaniny nebo chocholu. Ze spoda bývá tmavý a někdy se mohou objevit kousky oblaků, které ne vždy musí patřit k tomuto oblaku.

Cumulonimbus vzniká ve velmi mnohých případech z oblaků cumulus. Na obloze můžeme cumulonimbus spatřit buď v souvislé řadě, nebo osamoceně, ale velmi často tvoří jakoby mohutnou zeď. Jeho přítomnost často provází silný déšť, hřmění, blesky a má často tvar, dá se říci, strach nahánějící. Bývá provázen jevy mamma nebo tuba.

Cumulonimbus se vyvíjí z altocumulu nebo stratocumulu.

Obrázek č. 10 – Cumulonimbus



Zdroj : P.Skřehot, atlas oblaků, mraky.astronomie.cz

Stratus (sloha)

Oblak se spojitě šedou vrstvou s monotóním tvarem, z něhož mrholí, padají ledové krupičky nebo malé vločky sněhu. Jeho konzistence je velmi hustá. Někdy je možné vidět, jak prosvítá slunce na konci oblaku, a tím jsou viditelné obrysy oblaku.

Oblak se tvoří v nejnižší části atmosféry. Stratus ve tvaru fractus je krátkodobé stádium, někdy můžeme vidět stratus ve formě „chuchvalců“. Status může vyvolat halové jevy. Vytváří se ochlazením nejnižších vrstev atmosféry.

Obrázek č. 11 – Stratus nebulosus translucidus



Zdroj: Vlastní fotografie.

Stratocumulus (slohová kupa)

Poznáme je podle stínů, které jsou jejich charakteristikou. Mívají bělavou či šedou barvu. Vyznačují se tvarem podobným ke kostkám, šestiúhelníkům nebo malým kamenům, valounům, v žádném případě stratocumulus nespátříme ve tvarech vláken. Části oblaku spolu souvisí nebo jsou oddělené. Stratocumulus se může tvořit z altocumulu nebo altostratu.

Obrázek č. 12 – Stratocumulus



Zdroj : P.Skřehot, atlas oblaků, mraky.astronomie.cz

Altostratus (vysoká sloha)

Altostratus je tvořen často ledovými krystaly a vodními kapičkami. Má vzhled modré či šedé plochy, vrstva má žebrovitou nebo vláknitou strukturu. Tento oblak může oblohu pokrývat částečně nebo zcela. Slunce je vidět přes něj jako rozmazané kruhové světlo. Halové jevy se u altostratu nenacházejí. Altostratus nemusí být srážkový oblak. Pokud už srážkový je, objevují se virga (srážky nedosahující zemi), nebo drobně prší či sněží ve studené části roku. Altostratus jsou někdy vidět jako roztrhané čáry (pannus).

Obrázek č. 13 – Altostratus



Zdroj: Vlastní fotografie.

Nimbostratus (dešťová sloha)

Některé kapičky v různých oblacích mohou narůstat do velikostí kapek, které jsou velikostně až několik milimetrů, ale většina kapiček mívá průměrný tzn. střední průměr. Související hodnota je závislá s fyzikálními podmínkami, které jsou v daném oblaku a napodobuje danou rovnováhu. V každém oblaku jsou jiné druhy, velikosti a složení kapiček. U oblaků například se svislým vývojem např. cumulonimbus, nimbostratus (dešťový oblak), se může vyskytovat v průměru větší kapičky. Bylo naměřeno na spodu

nimbostratu, kapičky o velikosti 9 - 42 μm a na vrcholu dokonce 100 μm . Naopak menší kapičky byly objeveny ve vrstvách oblaků (stratus), a to kolem 6 – 40 μm a ty nejmenší byly zjištěny v stratocumulech a altostratich.

Obrázek č. 14 – Tvorba kapiček



Zdroj: SKŘEHOT, P. vtlak.net. [online].

Ledové krystalky vznikají dvěma způsoby a to zmrznutím vodních kapek, a nebo desublimací (narůstáním ledových částecek), ledových jader. Děj, při kterém mrznou oblačné kapičky je v reálu více než náročný na energii, proto raději kapičky netransformují do jiné fáze a zůstávají hluboko pod teplotou tání (bylo zjištěno, že kapičky v oblacích sahají hluboko až k teplotě $-42\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Stejnak jak u kondenzace, tak je potřeba i na zmrznutí, existenci či vytvoření jádra, které by působilo na střed krystalizace. Kapičky obsahují výše uvedené krystalizační jádro, tak ke zmrznutí dochází hned, jak teplota klesne na $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$. Pokud se jádro nevyskytuje, musí působit k vytvoření krystalku určitý podnět. Čím rychleji se snižuje teplota, tím rychleji narůstá jejich množství. Vše se děje nad 9 km nad zemí, vyskytují se nižší teploty a tím tady nalezneme jenom ledové krystalky.

Velký tmavý oblak, ze kterého sněží nebo prší. Mrak je tak tmavý, Slunce neprosvítá. Pod danou dešťovou slohou se někdy vyskytují roztrhaná oblaka. Oblaka podobného vzhledu jsou altostratus, altocumulus, stratocumulus, stratus nebo cumulonimbus.

Obrázek č. 15 – Nimbostratus



Zdroj: www.astronom.cz

Cumulus (kupy)

Tento oblak můžeme pozorovat hlavně v letních měsících. Hustý oblak, který má ostře ohraničené konce. Konce nebo části oblaku ozářené sluncem, vypadají světle až zářivě bílé. Spodek oblaku bývá tmavý a někdy tyto druhy oblaků bývají roztřepené. Mohou mít tvar kup nebo věží, se shora vypadají jako „květák“. Oblak cumulus může vzniknout z altocumulů nebo stratocumulů.

Nejčastěji je vyjádřen termickým proudem stoupajícím nad určitým teplejším místem povrchu zemského. Cumulus mívá ostré horní obrysy a zaoblené tvary. (Podzimek, 1959)

Obrázek č. 16 – Cumulus mediocris



Zdroj: Vlastní fotografie.

Zvláštní oblaka

Asperatus undulatus (rozrušená vlna) – ještě nezařazený oblak

V České republice, ale i v dalších částech světa, mohl být viděn, druh oblaku, který ještě nebyl podrobně zdokumentován. Oblak můžeme spatřit jen na severní polokouli. Asperatus, celým jménem undulatus asperatus (rozrušená vlna), jak byl nazván svými objeviteli.

Není to moc dlouho, co bylo známo pouze deset druhů oblaků, které jsme mohli pozorovat. Toto desatero oblaků, bylo nezměněno přibližně od roku 1953, kdy byl vytvořen seznam. Oblaka byla pojmenována latinskými názvy a my je můžeme znát jako stratus, stratocumulus, nimbostratus, cirrus, cirrostratus, cirrocumulus, altocumulus, altostratus, cumulus a cumulonimbus. Před pár lety byl spatřen oblak, kterého si dříve nikdo nevšiml, anebo se neobjevoval. O tento nový oblak se začali zajímat světoví meteorologové. Dali mu název dle jeho výstižného vzhledu asperatus (hrubý). Tento objev změnil stávající počet oblaků v seznamu, který se od doby vytvoření neměnil. Seznam se rozrostl o jedno jméno a tím se zvýšil na jedenáct jmen. Asperatus poznáme podle zvlněné spodní části oblaku, která vypadá jak vlny na moři. Tvoří se v oblastech s velkými vlhkostmi vzduchu, proto je možné ho spatřit u přímoří spolu s bouřkami, kde jsou vhodné podmínky pro jeho tvorbu. Prvně byl viděn ve Skotsku.

Za posledních pár let co byl oblak objeven, se zvyšuje jeho výskyt. Ze zpráv můžeme zjistit, že asperatus byl párkrát viděn i v České republice. Když se podíváme na fotografii, vloženou pod článkem, vidíme, že potřebná energie v atmosféře na vznik takového obrovského oblaku je veliká. Říká to jediné – v atmosféře je takové množství energie, že normální bouřkový mrak nemá schopnosti na jeho vypotřebení. Vytváří se tak mohutnější a hrozivěji vypadající oblak, který je schopnější spotřebovat takovou energii v atmosféře.

Většina vědců si myslí, že tento ojedinělý exemplář by měl mít svoji klasifikaci. Odborníci na Royal Meteorological Society bojují o zavedení jména oblaku „asperatus“ (hrubý), jako oficiální název.

„Je to trochu jako dívat se na povrch moře mírně trhaný,' řekl Gavin Pretor-Pinney, zakladatel Cloud ocenění společnosti, který poznal oblak z fotografií.

'Snažíme se identifikovat a klasifikovat všechny snímky mraků, některé se nevejdou do žádné z ostatních kategorií, a tak jsem začal přemýšlet, že by to mohl být jedinečný druh mraku.'“

Obrázek č. 17 – *Asperatus undulatus*



Zdroj: <http://www.national-geographic.cz>, cit. 2.10.2012

Antropogenně vzniklá oblaka

Kondenzační pruhy

Kondenzační pruhy můžeme pozorovat přesně ve stopě letadla. Záleží především, zda vzduch je suchý a chladný ve stopě letu letadla. Tyto kondenzační pruhy mají tvar bílých čar, které se po určité době mění jakoby v chomáčky.

Obrázek č. 18 – Kondenzační pruhy



Zdroj : Vlastní fotografie.

Tvary oblaků

Rozeznáváme tyto tvary oblaků:

- Fibratus

Oblaka jsou oddělená, mají vláknité složení. Vlákná nekončí chomáčky ani háčky. Tento tvar se vyskytuje u oblaků cirrus nebo cirrostratus.

- Uncinus

Tento tvar oblaků je vidán v podobě čar směřujících vzhůru háčky. Bývá u oblaků cirrus.

- Spissatus

Tento tvar oblaků je strukturou velmi hustý oblak. Je vidán u oblaku cirrus.

- Castellanus

Oblaka tohoto typu jsou kupovitá, podobají se cimbuří. Bývají u druhů cirrus, cirrocumulus, altocumulus a stratocumulus.

- Floccus

Tento tvar oblaků můžeme vidět ve formě vloček, chomáčků. Bývá u těchto druhů oblaků: cirrus, cirrocumulus a altocumulus.

- Stratiformis

Tento tvar oblaků můžeme spatřit ve velkých vrstvách a vytváří velké horizontální plochy. Je často viděn u altocumulu, stratocumulu a cirrocumulu.

- Nebulosus

Tento tvar má jednotvárný vzhled, jakoby závoj z oblak. Bývá u cirrostratu a stratu.

- Lenticularis

Tento typ oblaků je orografického původu. Má tvar mandlí a čoček. Bývá u druhů cirrocumulus, altocumulus a stratocumulus.

- Fractus

Oblak má tvar rozervaných cárů. Bývá u stratu a cumulu.

- Humilis

Tvar tohoto oblaku je ve formě kupy, jejíž základna je širší než výška oblaku. Užívá se u cumulu.

- Mediocris

Tvar je v podobě kup s malými jakoby výběžky, základna je stejná jako výška. Můžeme ho vidět u cumulu.

- Congestus

Tento tvar vytváří mohutné plochy, tvarově podobné kvěťáku nebo hradbám. Bývá vyšší a užší, často je spatřen u cumulu.

R. S. Scorer a F. H. Ludlam vypracovali hypotézu („teorie bublin“), podle níž vzduch ohřátý nad zemí nestoupá plynule, ale ve tvaru bublin. K vlastnímu stoupání bublin může dát podnět nestejnoměrné rozložení teplot na zemském povrchu, kde se zejména uplatní nerovnosti povrchu. (Podzimek, 1959)

- Calvus

Tento tvar se vyskytuje u bouřkových oblaků, bývá viděn u cumulonimbu.

- Capillatus

Tvar je viděn u cumulonimbu a bývá to bouřkový oblak, s vláknitou strukturou zakončenou kovádkou. (Podzimek, 1959)

Odrůdy oblaků

- Intortus

Tato odrůda je ve formě oblačných vláken, nepravidelně se proplétají a shlukují.

Můžeme pozorovat u druhu Ci.

- Vertebratus

Oblak připomíná rybí kostru, je pravidelně seskupen. Viděn u druhu Ci.

- Undulatus

Tyto oblaka jsou uskupena do vln. Jsou patrné je druhů Ci, Ac, Cu, Sc, As.

- Radiatus

Oblaka se jakoby setkávají v jediném bodě na obzoru. Je to způsobeno perspektivou. Paprsky se sbíhají někdy do dvou bodů na horizontu. Vyskytují se druhu Cu, Ac, As, Ci, Sc.

- Lacunosus

Tato odrůda oblaku dosti často vypadá jako síť nebo včelí plástev. Otvory jsou pravidelně rozložené, obvykle kruhového tvaru. Jsou to skupiny oblak v tenké vrstvě, okraje mají třásnitě. Vyskytují se u Sc, Ac, Cc.

- Duplicatus

Odrůda je tvořena vrstvou hustě nad sebou položených skupin oblaků, někdy spojenou. Vyskytuje se u Sc, As, Ci, Cs, Ac.

- Translucidus

Seskupení oblaků, rozsáhlé plochy a vrstvy oblaků, kterými je dobře patrná pozice, poloha Slunce nebo Měsíce. Vyskytuje se u As, Ac, St, Sc.

- Perlucidus

Vrstvy oblaků, jimiž prosvítá obloha, mohou být spatřeny oblaky ve vyšších patrech. Lze vidět polohu Slunce nebo Měsíce. Vyskytuje se u druhů Sc, Ac.

- Opacus

Oblačnost, kterou nelze vidět polohu Slunce nebo Měsíce. Vyskytuje se u St, Sc, As, Ac. (*Podzimek, 1959*)

Zvláštnosti oblaků

- Incus

V horní části oblaku se roztahuje do tvaru kovadliny. Bývá u cumulonimbu.

- Mamma

Tento oblak mívá tvary podobné ženským prsům. Můžeme ho vidět u cirru, cirrocumulu, altocumulu, altostratu a stratocumulu.

- Virga

Srážkové pruhy směřující kolmo nebo šikmo pod základnu oblaků a nedosahující zemského povrchu. Vyskytuje se u druhů: Cc, Ac, As, Ns, Sc, Cu, Cb (Skřehot, P., 2004: Klasifikace oblaků)

- Praecipitacio

U tohoto oblaku se objevují srážky, které dopadávají až k povrchu země. Bývá u altostratu, nimbostratu, cumulu a cumulonimbu.

- Arcus

Horizontální válcový oblak s „roztřepanými“ okraji je umístěn v čele základny oblaků a má vzhled při větší rozloze tmavého, hrozivého oblouku. (Podzimek, 1959)

Tento tvar je podobný oblouku, je to velmi hustý oblak. Můžeme ho spatřit u cumulonimbu a někdy i cumulu.

- Tuba

Tvar má podobu oblačného sloupu a vyskytuje se cumulonimbu. Je tvořen vzdušným vírem.

Průvodní oblaka

Můžeme se setkat s průvodním oblakem *pannus*, který je ve tvaru roztrhaných cárů. Můžeme ho pozorovat u altostratu, nimbostratu, cumulu nebo cumulonimbu.

Také na obloze můžeme spatřit závojový oblak *velum*, který se vyskytuje u cumulu a cumulonimbu.

Pileus je oblak v podobě čepice. Bývá u oblaků cumulonimbus a cumulus.

8. Pozorování

Metody dálkové detekce atmosféry zahrnuje měření systémů pro detekci blesků, měření meteorologických družic a radiolokátorů. Tato měření udávají informace o aktuálním stavu počasí. Díky tomu, je možno provádět velmi krátké předpovědi počasí.

Mezi nejznámější meteorologické družice patří družice na nízkých polárních drahách a geostacionární družice. Mezi geostacionární družice patří Meteosat 1 – 7. Je to družice, která obíhá Zemi ve výšce asi 36 tisíc km jednou za 24 hodin. Zabírá a zobrazuje Evropu, Afriku, západní Asii, Atlantský oceán a část Jižní Ameriky.

Dále byly vyvinuty družice Meteosat druhé generace – MSG a brzy by tyto družice měly být nahrazeny Meteosaty třetí generace.

Název další družice je dle americké vládní agentury, National Oceanic and Atmospheric Administration, tedy NOAA. Základním přístrojem této družice je skenující radiometr.

Chtěl bych se také zmínit o ceilometru. Je to přístroj k měření výšky spodní základny oblaků, využívající trigonometrické výpočty.

Vaisala Ceilometr CL31 je kompaktní a lehký přístroj pro měření vertikální viditelnosti a výšky základny oblačnosti. Je schopen detekovat tři oblaka vrstev současně. Tento typ ceilometru je ideální pro letectví, stejně jako meteorologické aplikace, kde spolehlivá detekce mraků je zásadní. Tento ceilometr používá pulzní diodový laser LIDAR (detekce světla a rozsahu). Technologie, kde krátké, silné laserové impulsy jsou odesílány ve svislém nebo téměř vertikálním směru. Odraz světla, způsobený mraky, srážky nebo jiné zastínění jsou analyzovány a slouží k určení

základny oblačnosti.

Meteosat 1-7

Meteosat je družice, kterou řadíme do skupiny družic geostacionárních. Slovo geostacionární znamená, daná družice obíhá Zemi jednou za 24 hodin, ve výšce přibližně 36 tisíc kilometrů v rovině zemského rovníku. Ze Země to vypadá, jako by družice stála na místě. Touto schopností družice snímá stejný díl povrchu Země při neměnných geometrických podmínkách. Družice Meteosat „visí“ nad Guinejským zálivem, odkud může snímat celou Afriku a Evropu, část jižní Ameriky, západní Asie a poměrnou část Atlantského oceánu. Každodenní korekce dráhy družice, která je mimochodem nutná, pomalu spotřebovává palivo.

Družice Meteosat má hmotnost přibližně 320kg, včetně 40kg paliva při startu. Má tvar válce o průměru 2 metry a výšce 3 metry. Její orientace v prostoru je zajištěna rotací o rychlosti 100 otáček za minutu.

Družice meteosat první generace snímala celý disk každých 30 minut (začátky snímání byly vždy ve 30. a 60. minutě, snímání trvalo 25 minut, dalších 5 minut měla družice na návrat do výchozí pozice). Družice snímaly zemský disk postupně od jihu k severu, což znamená, že oblast České republiky byla snímána vždy v 22. a 52. minutě, snímku byl pak přiřazen čas nejbližší následující 30., resp. 60. minuty (to znamená, že ČR byla vždy nasnímána o osm minut dříve, než je čas uvedený v hlavičce snímku). *(Soukupová, 2012)*

NOAA

Zkratka družice je podle National Oceanic and Atmospheric Administration, je to americká agentura provozující tento typ družic. Je možné, že tyto družice mají označení „TIROS-N“. Tiros-N byla první generace těchto družic, další generace už měli

název NOAA. NOAA bývá také nazývána jako „družice na polární dráze“ nebo „družice polární“.

Oběžná dráha, podle které je označeno, má sklon $98^{\circ} - 99^{\circ}$, k rovině zemského rovníku, výška dráhy je přibližně 810 – 870 km a doba oběhu je cca 100 minut. Dráha při posunu u dvou sousedních obletů odpovídá přibližně 25,5 stupňů. Héliosynchronní dráha to je přelet nad danou zeměpisnou šířkou ve stejném čase. Jedním z hlavních přístrojů družice je skenující radiometr – AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer). Nyní se používá verze přístroje AVHRR/3, který je šestikanálový, pokrývající dané spektrální rozsahy:

Tabulka č. 3 – Druhy záření

kanál 1	0,58 - 0,68 μm	červená oblast spektra
kanál 2	0,725 - 1,0 μm	blízké infračervené záření
kanál 3A	1,58 - 1,64 μm	infračervené záření
kanál 3B	3,55 - 3,93 μm	infračervené záření, resp. teplé záření
kanál 4	10,3 - 11,3 μm	teplé záření
kanál 5	11,5 - 12,5 μm	teplé záření

Zdroj: Vlastní zpracován, dle ČHMÚ.

První tři kanály pracují výlučně v odraženém slunečním záření, poslední dva jsou čistě tepelné a pouze kanál 3B je smíšeným (v denních hodinách, v noci je rovněž čistě tepelným). Všechny šest kanálů předává naměřené údaje v desetibitovém tvaru (tj. v každém kanálu AVHRR je možné rozlišit 1024 úrovní signálu). Protože přenosová kapacita družice neumožňuje přenést současně více než 5 kanálů, je standardním přenosovým schématem střídání kanálu 3B (v nočních hodinách) a kanálu 3A (v denních hodinách). Data z prvních tří kanálů je možné při zpracování převést např. na albedo daného kanálu, jejich kombinací je možné získat tzv. vegetační index, charakterizující množství zelené hmoty na sledovaném území. Kanály 3B až 5 je možné nakalibrovat buď na jednotky intenzity záření, nebo následně na tzv. jasovou teplotu (s přesností lepší než 1 kelvin). (J.Soukupová., 2012)

8.1 Jak se fotografují oblaka

Fotografování oblaků, oblačnosti není vůbec jednoduché, jak se na první pohled zdá.

Je daleko složitější než fotografování objektů na zemi. Jde o zachycení přírodní scenérie, nejde o umělecký výkon. Každá fotografie je vlastně originálem.

Nejdůležitější při fotografování oblaků je technika a také představa, přístup k fotografování. Primárně musíme sledovat situaci na obloze. Při fotografování oblaků je důležité vytvořit více expozic s různou clonou, nebo jiným časem a poté vyhledat nejzdařilejší snímek. U digitálních fotoaparátů to není problém. Pro kvalitní snímky je třeba více přiclouzet. Není dobré spoléhat na nastavení expozice na automatiku. Člověk si s fotoaparátem musí „pohrát“, aby měl jistotu, že vytvoří co možná nejlepší fotografii.

Při fotografování bychom měli zabírat i část horizontu, přibližně asi 1/5 snímku, dále zabrat také blízký objekt, jako dům, stromy a květiny apod. Můžeme si pak dodatečně udělat představu o úhlové velikosti oblaku a jeho výšce nad zemí. Dle toho pak můžeme oblak určit dle atlasu. Před samotným fotografováním si musíme všechno trochu prostudovat, promyslet.

V současnosti se velmi využívá intervalové snímání, nebo-li časosběrné snímání (time-lapse) oblačnosti a dalších zajímavých úkazů na obloze. Touto činností se zabývá RNDr. Martin Setvák, CSc. Je to metoda, při které snímající přístroj pořizuje sérii fotografií v pravidelném intervalu po určitou stanovenou dobu.

Tuto činnost (kameru) lze realizovat buď pomocí externího zařízení nebo toto intervalové snímání, fotografování provádět přímo digitálním fotoaparátem na stativu s dálk. spouští.

Polarizační filtr

Na ztmavení velmi světlé oblohy lze použít polarizační filtr. Světlo, které je

odražené od mraků není totiž polarizováno a tak tedy dojde k zvýšení kontrastu mezi mraky a oblohou.

Při černobílém fotografování se nejvíce používají žluté filtry. Dochází k ztmavení oblohy a na fotografiích vidíme jas modré oblohy přesně tak, jak oblohu vnímáme očima. Nejvíce se používá také tmavě modrý odstín filtru.

8.2 Vlastní fotografování, zkušenosti

Z vlastních zkušeností při fotografování oblaků bych mohl říci, že fotografování bylo naprosto skvělé. Hlavně poté, když jsem získal potřebné a nezbytné zkušenosti a zručnost. U některých záběrů jsem nemohl dlouho čekat, úkaz na obloze trval pouze kratičký okamžik.

Také jsem předem musel nastudovat základní principy fotografování, druhy oblaků, atp.

Zjistil jsem, že k zachycení určité scenerie byl opravdu pouze zlomek minuty. Mnohdy jsem nestihl kvalitně vyfotografovat oblačnost takovou, která právě v daném okamžiku byla. Proto jsem také volil tu alternativu, že kterákoliv fotka je lepší než žádná, i když nebude v požadované kvalitě.

Na závěr mohu říci, že pohled na oblohu je pro mě nyní daleko bohatší a radostnější, protože si mohu nějaké úkazy vysvětlit, nebo oblohu pozoruji také proto, že bych chtěl ještě v tomto fotografování pokračovat a spatřit další úkazy, které se mi zatím za dobu mého fotografování nepodařilo zachytit. Velmi si přeji a těším se, až vyfotografuji halové jevy.

9. Diskuze

Během své práce jsem se seznámil s mnoha názory vědců. Vzhledem k tomu, že ve výše uvedeném textu jsem pracoval pouze s doloženými fakty, dbal jsem na přesná vyjádření a snažil jsem se o maximální možnou objektivitu a pochopení názoru různých odborníků.

Přikládám souhrnná fakta jednotlivých autorů:

- Studnička, 1864 – oblačnost odhadoval podle tvaru a pohybu oblaku.
- Zeithammer, 1877 – byly známy jenom 3 druhy oblaků (cumulus, cirrus, stratus).
- Kopecký, 1923 – tvary mrakové rozděluje prof. Kopecký na 4 hlavní druhy. Přidává nový druh oblaku, nimbus.
- Hanzlík, 1947 – velký pokrok pozorování od prostého měření k měření fotografickou cestou.
- Uhlíř, 1955 – oproti dnešku se vyskytuje oblak fractostratus. Dnes tyto oblaka označujeme jako stratus fractus či pannus. Fractonimbus dnes nepoužíváme, označujeme pannus. Kovadlinu dnes označujeme jako incus.
- Podzimek, 1959 – prováděla se měření ve volné atmosféře, laboratořích, měření v horských observatořích a v letadlech.
- Řezáčová, 2007 – k měření se využívají družice, radary, ceilometry a letadla. Byl zaznamenán velký pokrok v klasifikaci oblaků, byl popsán nový druh oblaku asperatus undulatus. Tím byl zvýšen počet základních druhů oblaků z deseti na jedenáct.

V rámci diskuze bych rád vyjádřil vlastní úsudek. V současnosti je klasifikováno více druhů oblaků než v minulosti. V dané době se ke sledování tvaru a pohybu oblaků využívá nejnovější disciplína, a to družicová meteorologie.

Jinými slovy, nedá se jednoznačně tvrdit, že počet druhů oblaků je již konečný. Dá se předpokládat, že nadále budou objeveny další zajímavé druhy oblaků.

10. Závěr

V této bakalářské práci jsem popsal základní druhy oblaků, jejich odrůdy a zvláštnosti. Dále jsem se zabýval vznikem oblaků, jejich fyzikálními vlastnostmi vzniku a vývoje.

Velmi mě zaujala kapitola klasifikace oblaků a porovnávání poznatků vědění v této oblasti v průřezu minulosti a současnosti.

Tento vědní obor mě zaujal do té míry, že v něm díky jeho obsáhlosti a „kráse oblohy“ neustále pokračuji a hodlám nadále pokračovat a předávat mé zkušenosti ostatním. Čtu a studuji další nejen tuzemskou, ale i zahraniční literaturu, která je v současné době dobře dostupná.

11. Použitá literatura

- Literární zdroje:

BEDNÁŘ, J. a kol., 1993: *Meteorologický slovník výkladový a terminologický*, Ministerstvo životního prostředí ČR., Academia Praha, 594 s.

HANZLÍK, S., 1947: *Základy meteorologie a klimatologie*, Nákladem České grafické unie a.s., 253 s.

HÄCKEL, H., 2009: *Atlas oblaků*. Academia, 190 s.

KOPECKÝ, J., 1923: *Základy meteorologie a bioklimatologie*, Ministerstvo zemědělství, 126s.

MATEJOVIČ, P., 2011: *Zima a.d. 1500-2010*, VEDA, vydavateľstvo Slovenskej akadémie vied, Bratislava, 28.

National Geographic. USA: National Geographic Society, 2009. 123 s.

NOVÝ DRUH OBLAKU. 2009, 21, s. 9-9.

PODZIMEK, J., 1959: *Fysika oblaků a srážek*, Nakladatelství československé akademie věd Praha, 476s.

ŘEZÁČOVÁ, D., a kol., 2007: *Fyzika oblaků a srážek*, Academia, 574s.

SKŘEHOT, P., 2004: *Klasifikace oblaků*, Meteorologická Operativní Rada(M.O.R.), sekce odborných studií a popularizace meteorologie (SOSPM), Praha, 44 s.

SKŘEHOT, P.,2004: *Úvod do studia meteorologie*, Meteorologická Operativní Rada, Praha, 24s.

SKŘEHOT, P.,2008: *Velký atlas oblaků*. [s.l.]: Computer Press, 365 s.

SOUKUPOVÁ, J.,2012: *Atmosférické procesy*, ČZU Praha, 189s.

SOUKUPOVÁ, J.,2013: *Vesmír 2013/92, číslo 6*, 343s.

STUDNIČKA, F.,J.,1864: *Meteorologie, čili popis a výklad všech úkazů povětrných*, Monografie, 89s.

UHLÍŘ, P.,1955: *Meteorologie I.*, Státní pedagogické nakladatelství Praha, 168s.

VÁŠKŮ, Z.,1992-2002: *Morfologická klasifikace oblaků*, laskavě poskytl Doc. Z.Vášků, CSc.

ZEITHAMMER, L.,1877: *O povětrnosti, jejích činitelech a vlivu na rostlinstvo, jakož i pranostika povětrná*, 128s.

- Internetové zdroje:

www.astronom.cz

ASPERATUS CLOUD,: *Asperatus cloud*, Iowa. 03.06.2009, 6, s. 12-12.

FENOMEN 2012 [online],. 2010 [cit. 2010-12-14]. Fenomen2012. Dostupné z [www](http://www.fenomen2012.ic.cz): <http://fenomen2012.ic.cz/esej/klimaticke-zmeny-i.htm>, cit.

DALMACIA: online <http://www.dalmacia.org/ucebnitext/meteorologie.htm>.

<http://www.guardian.co.uk/> [online]. 2.6.2009 [cit. 2010-12-14]. Guardian.co.uk. Dostupné z www: <<http://www.guardian.co.uk/environment/gallery/2009/jun/01/2>>.

NAHORU.CZ. [online]. <<http://www.nahoru.com/meteo?id=14>>.

<http://www.national-geographic.cz>

NOVINKY.cz [online]. 2009 [cit. 2010-12-14].: Dostupné z WWW: <<http://www.novinky.cz/domaci/170543-asperatus-novy-druh-mraku-se-objevuje-i-v-cesku.html>>.

OBLACNOST.JEX.CZ. [online]. <<http://oblacnost.jex.cz/menu/zakladni-druhy-oblaku>>.

SKŘEHOT, P. vtlak.net. [online].

- Seznam obrázků

Obr.č.1: str.32: Teplá fronta

DALMACIA: online <http://www.dalmacia.org/ucebnitext/meteorologie.htm>.

Obr.č.2: str.32: Studená fronta

DALMACIA: online <http://www.dalmacia.org/ucebnitext/meteorologie.htm>.

Obr.č.3: str.33 Fázové přechody vody v atmosféře podle Curry a Webstera, 1999

Obr.č.4: str.40 Druhy oblaků

NAHORU.CZ. [online]. <<http://www.nahoru.com/meteo?id=14>>

Obr.č.5: str.41 Základní druhy oblaků

OBLACNOST.JEX.CZ. [online]. <<http://oblacnost.jex.cz/menu/zakladni-druhy-oblaku>>.

Obr.č.6: str.42 Cirrus fibratus

Obr.č.7: str.43 Cirrocumulus stratiformis

Obr.č.8: str.43 Cirrostratus fibratus

Obr.č.9: str.44 Altocumulus stratiformis

Obr.č.10: str.45 Cumulonimbus

Obr.č.11: str.46 Stratus nebulosus translucidus

Obr.č.12: str.46 Stratocumulus

Obr.č.13: str.47 Altostratus

Obr.č.14: str.48 Tvorba kapiček SKŘEHOT, P. vtlak.net. [online].

Obr.č.15: str.49 Nimbostratus www.astronom.cz

Obr.č.16: str.49 Cumulus mediocris

Obr.č.17: str.51 Asperatus undulatus <http://www.national-geographic.cz>

Obr.č.18: str.51 Kondenzační pruhy

- Seznam tabulek

Tab.č.1: str.22: Oblačná patra podle mezinárodní klasifikace (Podzimek, 1959)

Tab.č.2: str.23-25: Morfologická klasifikace oblaků (Vašků, 1992,2002)

Tab.č.3: str.60: Druhy záření