

***Letecká  
meteorologie***



# ZEMSKÁ ATMOSFÉRA

1. Plynný obal okolo zeměkoule se nazývá atr

2. Složení

78% dusík

21% kyslík

1% argon, kysličník uhličitý, neon, helium

3. Vertikální rozdělení

a) Troposféra

nejmenší, ale nejaktivnější vrstva atmosféry, ve které probíhají veškeré procesy, vedoucí k povětrnostním jevům, jakými jsou oblaka, srážky, mlhy, bouřky, vítr a jiné..

*hranice* 0 - 6 až 8 km nad póly

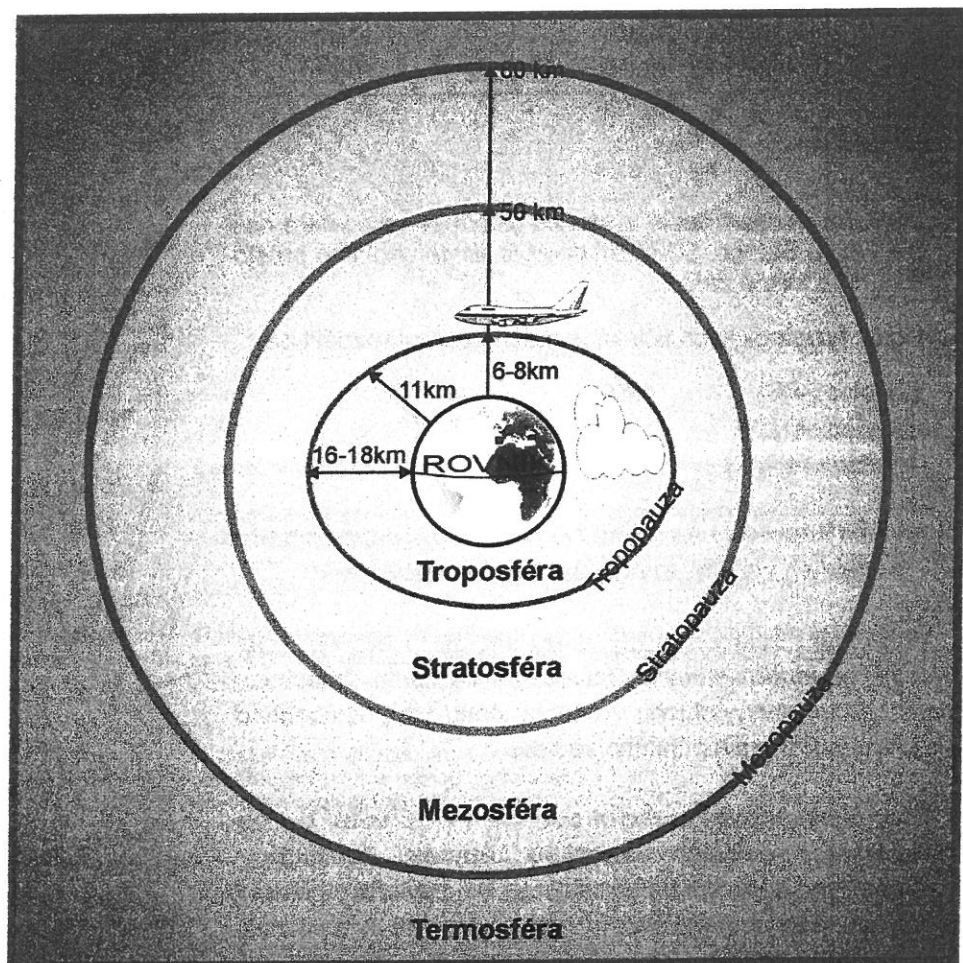
0 - 16 až 18 km nad rovníkem

*teplota* s výškou klesá (o 6,5°C/km) od 15°C do -56,5°C

*tlak vzduchu* klesá každých 18 000 ft(5500m) o polovinu

*hustota vzduchu* klesá podobně jako tlak

*vodní páry*, které jsou základní složkou vzniku oblačnosti, jsou obsaženy téměř jen v troposféře



b) Stratosféra

vzhledem k téměř naprosté absenci vodních par (při -56,5° není vzduch schopen přijmout žádnou vlhkost) nedochází k žádným procesům, které by vedly k povětrnostním jevům. Charakteristické pro ni je převážně horizontální proudění.

*hranice* 50 km

*teplota* s výškou neklesá (izotermie) a zůstává -56,5°C

*tlak vzduchu* klesá až na 1 hPa přibližně v 50 km

*vodní páry* nejsou obsaženy

- c) Mezoféra Charakteristické jsou silné větry a zvýšená turbulence.  
*hranice* 50 - 80 km  
*teplota* s výškou nejdříve stoupá (až na +50°C) poté klesá (-70°C)  
*tlak vzduchu* klesá až na 0,01 hPa
- d) Termosféra Charakteristické je velké množství elektricky nabitých částic (ionů) s velkou vodivostí  
*hranice* 80 - 800 km  
*teplota* s výškou stoupá až na 200-250°C  
*tlak vzduchu* klesá až na 0,001 mb přibližně v 100 km
- e) Exosféra nejedná se o vrstvu, protože vnější části pomalu a neznatelně přecházejí do meziplanetárního systému.  
*hranice* 800 - 1000 km  
*teplota* s výškou neklesá (izotermie) a zůstává -56,5°C  
*tlak vzduchu* téměř neměřitelný

K dosažení jednotných hodnot pro cejchování přístrojů a určení výkonů letadel zavedla ICAO **Mezinárodní Standardní Atmosféru (MSA)**:

Tlak vzduchu (MSL)	1013,25 hPa
Teplota vzduchu (MSL)	15°C
Relativní vlhkost	0 %
Hustota (MSL)	1,225 kg/m <sup>3</sup>
Teplotní gradient (úbytek teploty)	0,65°C na 100 m (2°C na 1000ft)
Výška tropopauzy	11 km (11000ft)
Teplota tropopauzy	-56,5°C

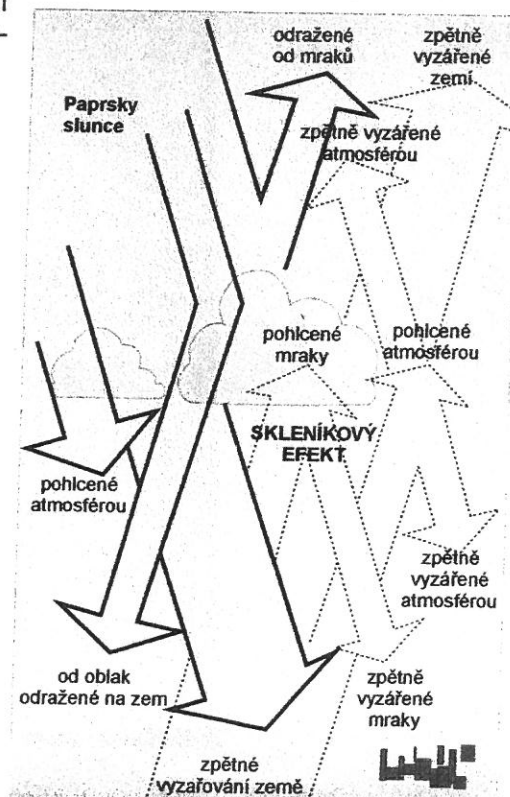
## TEPLOTA

- Jediným zdrojem tepla, s kterým disponuje atmosféra naší planety je Slunce. Sluneční energie se do okolního prostoru šíří ve formě záření.
- Podle fyziologických účinků je možné záření rozdělit na
 

viditelné (VIS)	48%
ultrafialové (UV)	7%
infračervené (IR)	45%.
- Vzduch troposféry se nezahřívá přímo slunečním zářením, ale zpětným vyzařováním tepla zemským povrchem.

Vyzařování znamená vždy ztrátu energie, která se projevuje opadnutím teploty. Ochlazení zemského povrchu a přízemní vrstvy vzduchu v noci je téměř vždy způsobeno vyzařováním tepla přijatého ve dne.

- Teplo vyzařované zemským povrchem se přenáší dál do troposféry především **termickou konvekcí** (termika) – vzduch nad více ohřátými místy se od povrchu ohřívá a rozpíná, jeho hustota klesá, takže se stává lehčím než chladnější vzduch v jeho okolí a začíná vystupovat do výšky.



- S přibývajícím výškou teplota v atmosféře

- obvykle klesá - kladný **teplotní gradient** (MSA 0,65°C /100 m nebo 2°C/1000 ft)
- pokud se nemění (nulový teplotní gradient) - **izotermie**
- pokud stoupá (záporný teplotní gradient) - **inverze**

v důsledku prochlazení přízemní vrstvy vzduchu (při vyjasnění v tlakové výši) se u povrchu země hromadí těžký studený vzduch a nad ním lehčí teplý. Inverzní vrstva brání výstupu teplejšího vzduchu, kouře, odpadních a výfukových plynů. Charakteristické pro inverzi jsou **advekční mlhy**. Toto zvrstvení je velmi stabilní.

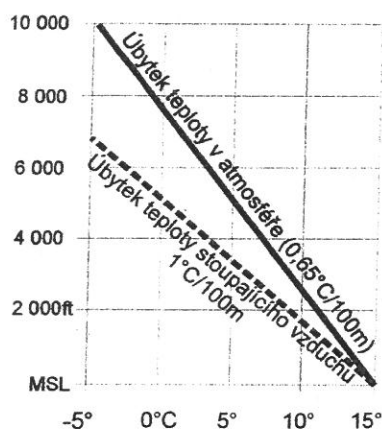
## 6. Adiabatické procesy

Je-li určitý objem vzduchu (např. balónek) z nějakého důvodu vytlačován do výšky, dostává se do vrstvy vzduchu s nižším tlakem. Začíná se rozpínat (expandovat) a tím ztrácí energii a ochlazuje se.

- suchý, nenasycený vzduch se ochlazuje o  $1^{\circ}\text{C}$  na 100m – **suchá adiabata**
- vzduch nasycený vodní párou se ochlazuje o  $0,6^{\circ}\text{C}$  na 100m – **vlhká adiabata**

K opačnému procesu, ovšem pouze sucho-adiabatickému tj.  $1^{\circ}\text{C}$  na 100m, dochází, když je vzduch tlačěn do nižších vrstev.

## 7. Stabilita vzduchových vrstev

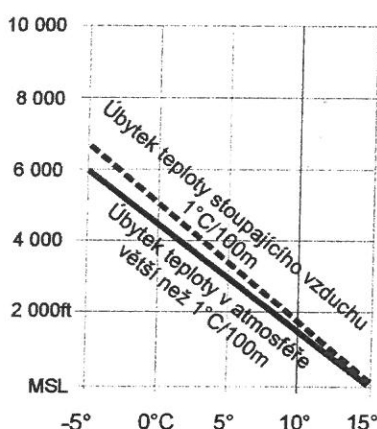


### Stabilní prostředí

Úbytek teploty atmosféry (vertikální gradient) je pomalejší než úbytek teploty stoupajícího vzduchu (sucho-adiabatický gradient).

Stoupající vzduch se rychleji ochladí, a protože studenější vzduch je těžší než okolní teplý, má tendenci se vrátit na původní místo.

Při stabilním zvrstvení jsou znemožňovány vertikální pohyby vzduchu.

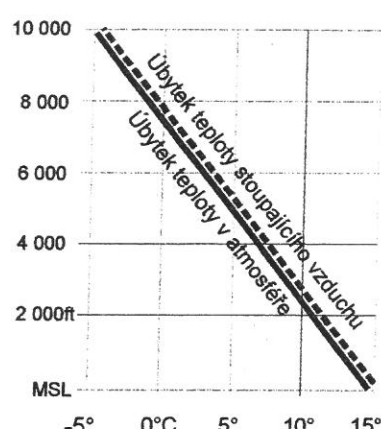


### Instabilní prostředí

Úbytek teploty atmosféry (vertikální gradient) je rychlejší než úbytek teploty stoupajícího vzduchu (sucho-adiabatický gradient).

Stoupající vzduch se pomaleji ochlazuje, a protože teplejší vzduch je lehčí než okolní studenější, má tendenci dále stoupat.

Instabilní zvrstvení podporuje vertikální pohyby vzduchu a je nutnou podmínkou pro vznik konvektivních oblaků.



### Indiferentní prostředí

Úbytek teploty atmosféry (vertikální gradient) je stejně rychlý jako úbytek teploty stoupajícího vzduchu (sucho-adiabatický gradient).

Stoupající vzduch se ochlazuje stejně rychle, a protože je stejně těžký jako okolní, zůstane tam, kam je vytlačen.

## VLHKOST

1. **Vlhkostí vzduchu** nazýváme obecně množství neviditelných vodních par v ovzduší
2. **Absolutní vlhkost** je množství vodních par v kubickém metru
3. **Relativní vlhkost** je poměr vodní páry obsažené ve vzduchu k množství páry, které je potřeba k nasycení vzduchu při dané teplotě. Vyjadřuje se v % a umožňuje posoudit stupeň nasycení.
4. **Rosný bod** je teplota, na kterou by se musel vzduch při daném tlaku ochladit, aby došlo ke stavu nasycení (kondenzaci). Rosný bod má velký význam pro leteckou předpověď počasí. Čím menší je rozdíl mezi rosným bodem a aktuální teplotou, tím větší je nebezpečí vzniku mlhy, která může let VFR znemožnit.

Příklady údajů v meteorologickém hlášení METAR:

10/01 = teplota 10°C, rosný bod 1°C (rozdíl 9°C; vzduch by se musel ochladit o 9°C aby došlo ke vzniku mlhy)

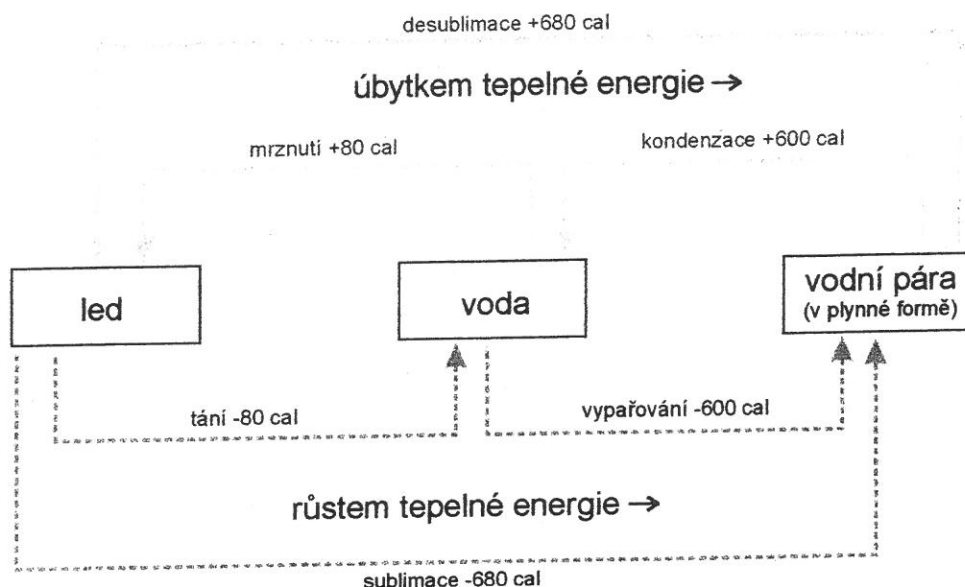
04/m03 = teplota 4°C, rosný bod -3°C (rozdíl 7°C)

02/02 = teplota 2°C, rosný bod 2°C (mlha)

5. Voda existuje v atmosféře ve třech formách skupenství

- pevné (sníh, kroupy, ledové krystalky)
- kapalné (oblaka, mlha, déšť)
- plynné (neviditelná pára, jako produkt vypařování)

5. Přidáním nebo naopak ubráním tepla lze formy skupenství měnit



## NÁMRAZA

- Jedním z nejnebezpečnějších meteorologických jevů pro letecký provoz je tvorba ledu, v různých formách, na letadle.
- Tvorba a druh námrazy závisí na teplotě a vlhkosti vzduchu, velikosti částic, rychlosti letu a aerodynamice letadla.
- Druhy námrazy
  - jinovatka** - vzniká na parkujících letadlech při hustém kouřmu nebo mlze. Námraza tohoto druhu vzniká i na letadle v průběhu letu v horní troposféře
  - zrnitá námraza** - vytváří se hlavně na náběžných hranách nosných ploch při letu v prostředí s drobnými přechlazenými kapkami a ledovými krystalky
  - ledovka** - vzniká na letadle v průběhu letu v prostředí s velkými kapkami (Cb), které nezamrzají hned po dotyku s náběžnou hranou, ale nejprve vytvoří tenkou vrstvu vody a až ta přechází do tuhé fáze

## TLAK A HUSTOTA VZDUCHU

1. Tlak vzduchu je síla, kterou působí ovzduší na jednotku plochy (atmosféra je přitahována k zemi gravitační silou). Je-li vzduch v klidu, je tlak ve všech směrech stejný = tlak statický.
2. S výškou tlak vzduchu klesá (v 5 500m má tlak polovinu hodnoty, kterou měl v počáteční úrovni)
3. V letecké meteorologii se k vyjádření tlaku používá jako jednotka hektopascal - **hPa** (1hPa = 1 mbar = 0,75 Torr = 0,75 mm Hg)
4. Nastavení tlakového (barometrického) výškoměru

**QFE** v okénku tlakové stupnice se nastaví tlak vzduchu na letišti

→ ručičky výškoměru ukazují výšku nad letišťem (po přistání 0)

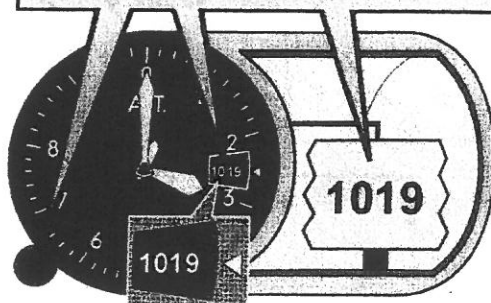
**QFE** v okénku tlakové stupnice se nastaví tlak vzduchu nad hladinou moře

→ ručičky výškoměru ukazují výšku nad mořem (po přistání nadmořskou výšku letiště)

**QNE** v okénku tlakové stupnice se nastaví standardní tlak 1013,25 hPa

→ ručičky výškoměru ukazují letovou hladinu (před přistáním je třeba v převodní hladině nastavit QNH nebo QFE)

Otáčením stavěcího knoflíku se mění hodnota tlaku v okénku tlakové stupnice (Kollsman window) a současně se tím přes převodové ústrojí nastavuje výchozí bod, od kterého výškoměr začíná měřit. Pro zjednodušení a lepší pochopení si můžeme představit, že tlak v tlakoměrné krabici odpovídá tlaku nastavenému na tlakové stupnici (nastavenému na aktuální tlak na zemi nebo na hladině moře), zatímco v pouzdře výškoměru je tentýž tlak, který panuje ve výšce letu.



### 5. Hustota vzduchu

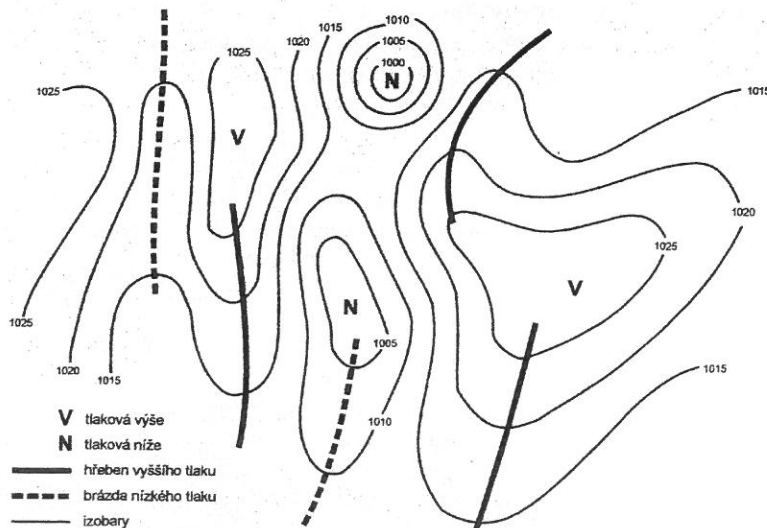
- Hustota vzduchu je poměr hmoty vzduchu k objemu, který zaujímá.
- Jednotka hustoty vzduchu je  $g/m^3$ .
- Hustota vzduchu roste se zvyšováním tlaku a snižováním teploty.
- Hustota vzduchu se s výškou zmenšuje

Hustotu vzduchu je třeba brát v úvahu nejen z meteorologického hlediska. Je důležitá i pro výkony letadla, protože určuje velikost výsledné aerodynamické síly, která působí na křídlo letadla. Zvýšení hustoty vzduchu vede ke zvětšení aerodynamické síly a naopak.

- Ideální podmínky pro výkon letadla jsou za chladného, zimního dne na letišti při hladině moře (vysoký tlak + nízká teplota = vysoká hodnota hustoty vzduchu). Letadlo lépe nese.
- Kritické podmínky pro výkon letadla jsou za parného letního dne na letišti vysoko v horách (nízký tlak + vysoká teplota = nízká hodnota hustoty vzduchu). Může se stát, že délka dráhy nebude pro vzlet stačit.

### 6. Tlakový systém

Tlak vzduchu není všude. Místa se stejným tlakem spojené čarou se nazývají **izobary**. Přenesením izobarů na mapu získáme přehled o aktuálním tlakovém systému.

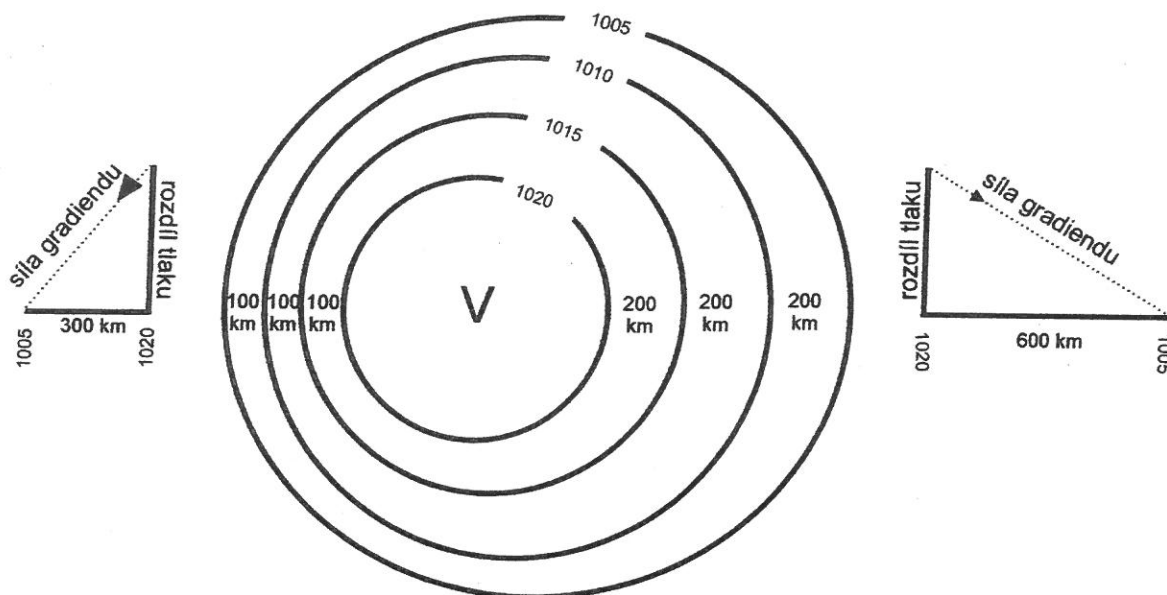




## 7. Tlakové útvary

- **tlaková níže** (cyklona) - tlakový útvar, ve kterém má tlak vzduchu ve středu nejnižší hodnotu a směrem na periferii útvaru tlak vzduchu stoupá. Pohyb v tlakové níži je proti směru hodinových ručiček (z vyššího tlaku do nižšího)
- **tlaková výše** (anticyklona) - také kruhovitě izobary, na rozdíl od níže má ve svém středu nejvyšší tlak a směrem ven z centra tlak vzduchu klesá. Pohyb v tlakové výši je ve směru hodinových ručiček (z vyššího tlaku do nižšího)
- **brázda nižšího tlaku** - váže se na tlakovou níži. Je to útvar, při kterém izobary vytvářejí lalokovitý útvar, kterým se obvykle táhne atmosférická fronta, která se shoduje s osou tlakové brázdy
- **hřeben vyššího tlaku** - je spojen s tlakovou výší. Hřeben má oproti brázdě větší šířku
- **tlakové sedlo** - je to místo mezi brázdami nízkého tlaku a hřebeny vysokého tlaku

8. **Tlakový gradient** – tlakový rozdíl (spád) na určitou vzdálenost. Čím větší je tlakový gradient (čím hustší jsou izobary na mapě) tím silnější je vítr.



## VÍTR

1. Vítr je horizontální pohyb vzduchu vůči zemskému povrchu
2. Vítr významně ovlivňuje letecký provoz ve všech jeho fázích a to jak z ekonomického tak i bezpečnostního hlediska
3. Vítr je vektorová veličina a má tedy velikost a směr.

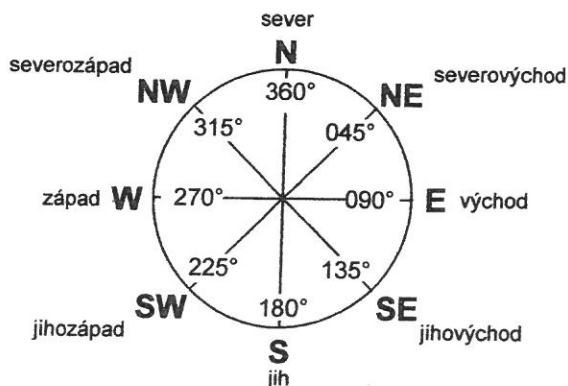
*Směr větru - směr odkud vítr vane*

- udává se v desítkách stupňů (09=90°- východní vítr, 36 = 360°- severní vítr) nebo zkratkami ICAO (E = east - východní vítr, N = north - severní vítr)

Síla větru – v letecké meteorologii se udává v m/s nebo uzlech(KT), 1 m/s ~ 2 KT = 3,6 km/h

4. Přístroje na indikování větru jsou **anemometry**. Pro časový záznam směru a rychlosti větru slouží **anemografy**.

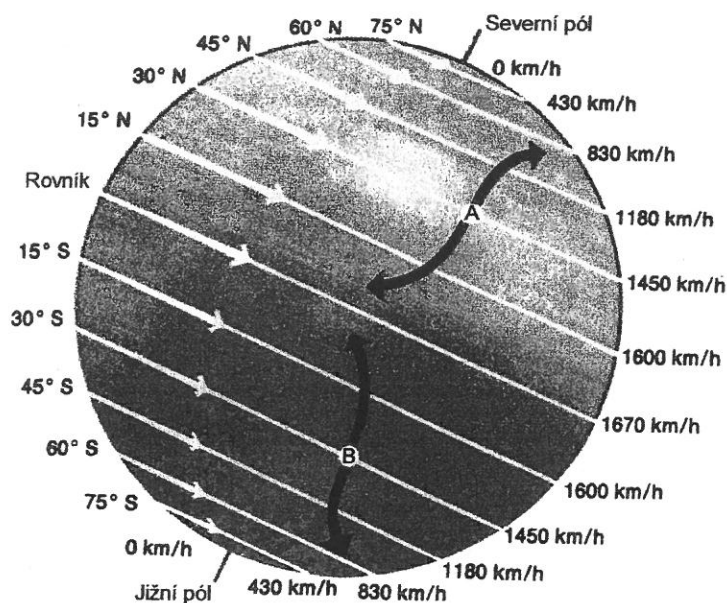
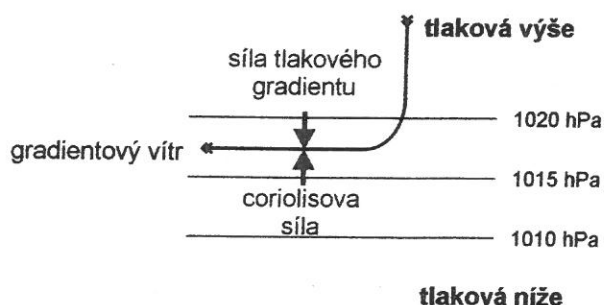
5. Síla a směr větru závisí na těchto faktorech:
  - a) spád tlaku vzduchu (velikost tlakového gradientu)
  - b) zeměpisná šířka (coriolisova síla)
  - c) tření u zemského povrchu



5. Základní silou, která vyvolává horizontální pohyb vzduchu je **síla tlakového gradientu**. Vzduch "teče" ze shora (tlakové výše) dolů (tlaková níže).  
Nebýt jiných sil v atmosféře (síla tření, síla zemské rotace a síla odstředivá) proudil by vzduch z tlakové výše přímo do tlakové níže.
6. Jestliže se těleso (vzdušné částice) pohybuje vzhledem k otáčejícímu se vztažnému tělesu (země), vzniká síla (**coriolisova síla**), která pohyblivě se těleso odchyluje od jeho dráhy.



Coriolisova síla otáčí všechny pohybující se částice (např. vzdušný proud z tlakové výše do tlakové níže) na severní polokouli do prava a na jižní do leva. Tato síla se nejvíce projevuje nad rovníkem, kde je úhlová rychlost zeměkoule největší a nejméně nad póly, kde je úhlová rychlost nulová.



## Turbulence

1. Síly působící na letadlo v různých směrech a udělující tomuto letadlu různá přídavná zrychlení
2. Turbulence může být
  - termická
  - mechanická
  - dynamická
3. Termická turbulence vzniká vlivem nestejnomyerného zahřívání zemského povrchu a tím i nestejnomyerného ohřívání přilehlých vzduchových vrstev



4. Základní příčinou vzniku mechanické turbulence je uspořádání terénu a rychlost větru. Dělíme ji na
  - vírové proudění
  - vínové proudění,
  - rotorové proudění
5. Dynamická turbulence má svoji příčinu ve vhodném ztvárnění výškového tlakového pole.

## MÍSTNÍ CHARAKTERISTICKÉ VĚTRY

1. Místními větry nazýváme taková vzdušná proudění, která vznikají vlivem fyzikálně geografických podmínek v úzce ohraničené oblasti.
  - **Bríza** (pobřežní vánek) - vzniká vlivem rozdílné teploty nad pevninou a nad mořem. Ve dne se vzduch nad pevninou ohřívá více než nad mořem. Chladnější vzduch proudí z moře nad pevninu, kde se ohřívá, stoupá a v určité výšce se jako protiproud vrací nad moře a klesá. V noci, když jsou teplotní poměry opačné, proudí vzduch při zemi z pevniny nad moře a ve výšce z moře na pevninu.
  - **Horské a údolní větry** - Ve dne se vzduch na sluncem ozářených svazích ohřívá více než v údolí. Podél horských úbočí tak vznikají výstupné proudy teplého vzduchu. V noci dochází k opačnému procesu.
  - **Föhn** – teplý, suchý vítr vanoucí často se značnou silou s hor do údolí. Příčinou vzniku föhnu je přetékání vzduchu přes horskou překážku. Vzduch nucený proudit vzhůru se ochlazuje suchodiabaticky ( $1^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ ) až do hladiny kondenzace, kde se vytvoří oblačnost, z níž vypadávají srážky a zmenšuje se tak absolutní vlhkost. Od hladiny kondenzace až po vrchol se vzduch ochlazuje vlhkoadiabaticky ( $0,6^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ ). Při sestupu na druhé straně se vzduch otepluje ihned od vrcholu suchodiabaticky ( $1^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ ), takže na závětrné straně má teplotu podstatně vyšší než na návětrné.

## MLHA

1. Mlha je atmosférický aerosol sestávající z velmi malých kapičky vody, případně drobné krystalky ledu. Koncentrace uvedených složek je při mlze taková, že hodnota dohlednosti při zemském povrchu klesá pod 1 km.
2. Mlha vzniká, když teplota přízemní vrstvy vzduchu poklesne pod rosný bod. V oblastech s vysokou koncentrací kondenzačních jader (průmyslové oblasti) se může mlha vytvořit i při relativní vlhkosti pod 100%.
3. Mlhy rozdělujeme podle příčiny vzniku na
  - a) **Radiační** - vznikají ochlazením země a přízemní vrstvy vzduchu při intenzivním nočním vyzařování (radiaci) za jasné oblohy. Zesílením přízemního větru se tato forma mlhy lehce likviduje.
  - b) **Advekční** - vznikají přítokem (advekcí) teplého a vlhkého vzduchu nad vychlazený zemský povrch, jehož teplota je nižší než teplota rosného bodu teplého vzduchu. Advekční mlhy jsou plošně rozsáhlé a dlouhotrvající. Ve většině případů je pro vytvoření její vytvoření třeba tvoření inverze u zemského povrchu.
  - c) **Frontální** - vznikají především vlivem zvýšení vlhkosti v oblasti vypadávajících frontálních srážek nebo vlivem snížení frontální oblačnosti až na zem. Tvoří se především před teplými frontami.

## DOHLEDNOST

1. Dohlednost je schopnost vidět a rozeznávat význačné neosvětlené předměty ve dne a světla v noci (určená atmosférickými podmínkami a vyjádřená jednotkami vzdálenosti)
2. Meteorologickou dohlednost (horizontální) se v praxi určuje odhadem podle plánku orientačních bodů
3. Dráhová dohlednost (**Runway Visual Range-RVR**) je maximální vzdálenost ve směru vzletu nebo přistání, na kterou je vidět dráha nebo určená světla a značky dráhu vyznačující. RVR se objektivně měří speciálními přístroji

# OBLAČNOST

1. Všechny druhy oblačnosti jsou produktem kondenzace nebo sublimace vodních par v ovzduší.

Podmínky pro počátek kondenzace

- a) dosažení stavu nasycení (relativní vlhkost=100%), k čemuž dochází buď
  - dodáváním vodních par, čímž se zvyšuje vlhkost
  - nebo
  - poklesem teploty vzduchu
- b) přítomnost takzvaných kondenzačních jader v ovzduší, což jsou pouze pevné částice. Koncentrace těchto kondenzačních jader je největší v blízkosti velkých městských aglomerací (průmyslové oblasti).

2. Oblaka dělíme podle

- výšky

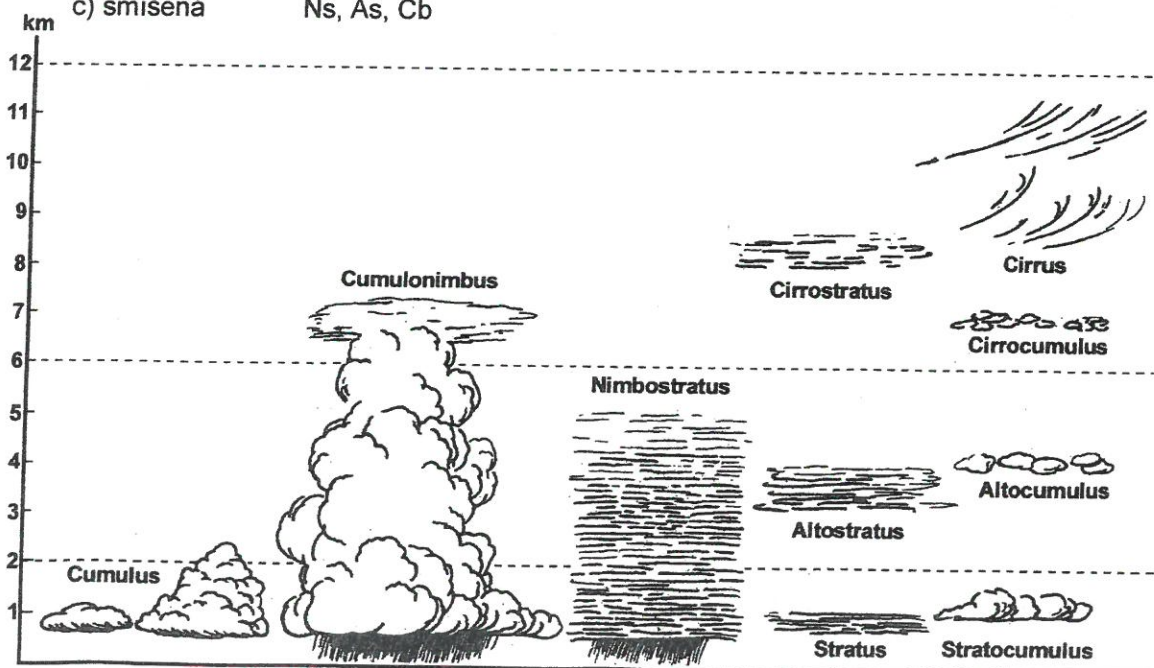
- a) vysoká 6 000 m - 12.000 m
- b) střední 2 000 m - 6 000 m
- c) nízká 300 m - 2 000 m

- tvaru

- a) kupovitá **Cumulus (Cu), Cumulonimbus (Cb)**
  - vzniká vlivem intenzivních ale lokálně omezených, stoupavých proudů, charakteristických pro termickou konvekci.
  - kromě termické konvekce vyvolává vývoj mohutné kupovité oblačnosti (Cb) prudký výstup teplého vzduchu podél frontální plochy na čele studené fronty  
 → silné přeháňky, déšť a kroupy, tvorba námrazy (Cb)
- b) vrstevnatá **Stratus (St) Nimbostratus (Ns), Altostratus (As), Cirrus (Ci), Cirrostratus (Cs)**
  - vzniká vlivem slabých uspořádaných, ale rozsáhlých výstupných pohybů, které jsou typické pro výkluzný pohyb podél frontálního rozhraní. Při tomto výstupu se tvoří celý systém vrstevnaté oblačnosti Ci-Cs-As-Ns  
 → St,Ns -mrholení, déletrvajcí déšť
- c) smíšená **Stratocumulus (Sc), Altocumulus (Ac), Cirrocumulus (Cc)**  
 pro vznik této oblačnosti je nutná existence jedné nebo více téměř horizontálních vrstev inverze

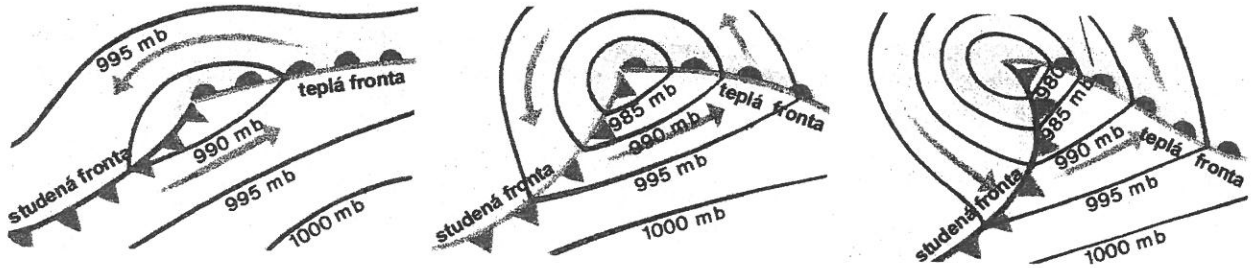
- struktury

- a) krystalická Ci, Cc, Cs
- b) vodní Sc, Cu, Ac
- c) smíšená Ns, As, Cb

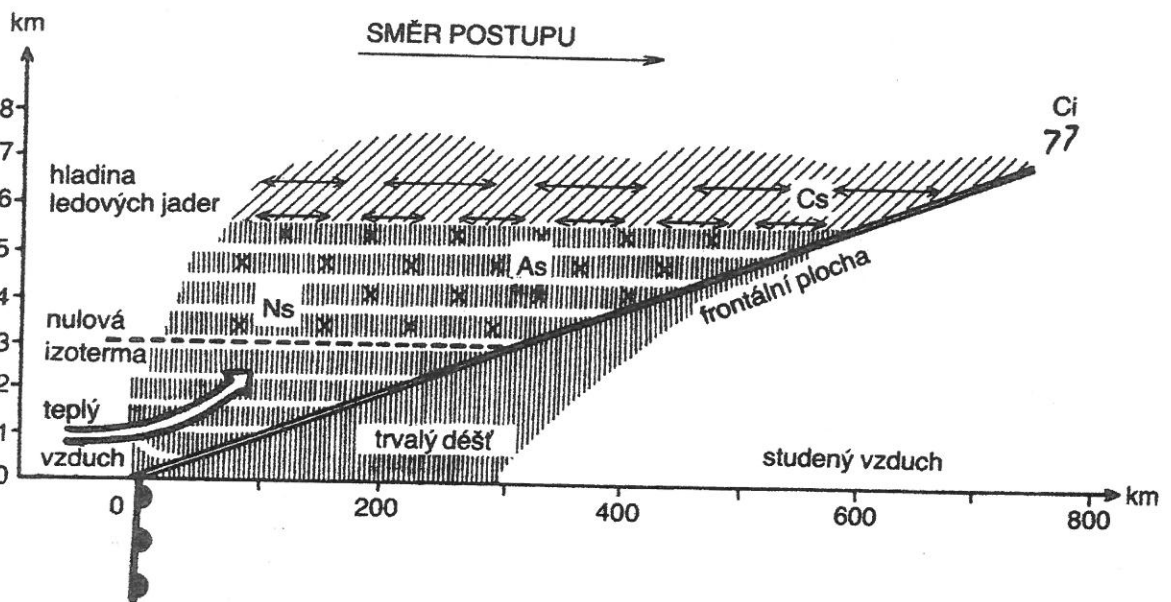


## FRONTY

1. Atmosférická fronta je rozhraní, které od sebe odděluje vzduchové hmoty různých fyzikálních vlastností. Při zemi mívá tloušťku je několik set metrů; je však dlouhá řádově stovky kilometrů. Podmínky pro jejich vznik existují stálo, a to v důsledku existence různých vzduchových hmot a jejich přesunu z jedné oblasti do druhé.
2. Fronty jsou spjaté s tlakovými nížemi (cyklony). Na přední stranu tlakové níže se váže teplá fronta a na její zadní (týlovou) studená fronta. Studená fronta, která je rychlejší, postupně dohání frontu teplou až vznikne fronta okluzní.

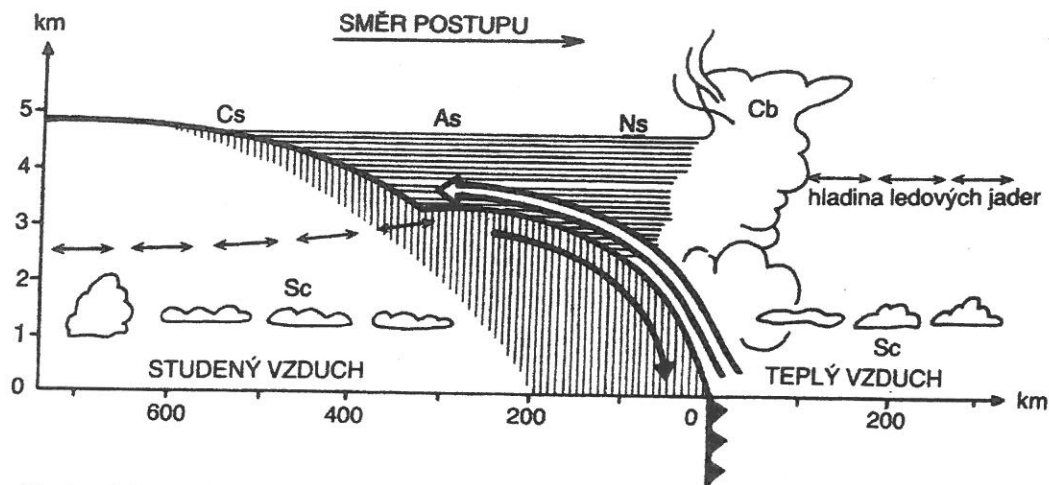


3. **Teplá fronta** je úzké rozhraní mezi studeným a teplým vzduchem, které se pohybuje směrem ke studenému vzduchu. V souvislosti s výstupnými pohyby vzduchu dochází ke kondenzaci vodní páry, takže se teplé frontě vytváří mohutný systém typické vrstevnaté oblačnosti.  
 ➔ dlouhotrvající srážky před frontou, námraza, nízká oblačnost, zhoršená dohlednost, Ns, As, Cs

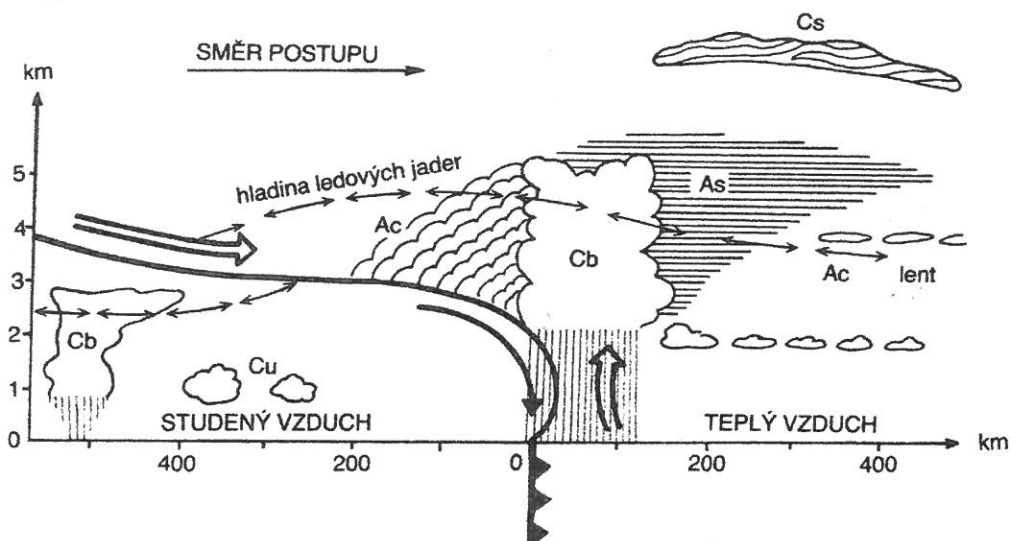


4. **Studená fronta** je úzké rozhraní mezi teplým a studeným vzduchem, které se pohybuje směrem k teplému vzduchu. Pohybuje se v průměru o 40% rychleji než teplá fronta. Výstupné pohyby vzduchu jsou mnohem většího rozsahu než na teplých frontách a vzniká kupovitá oblačnost.  
 ➔ přeháňky, bouřky za čarou fronty, turbulence, nízká dohlednost

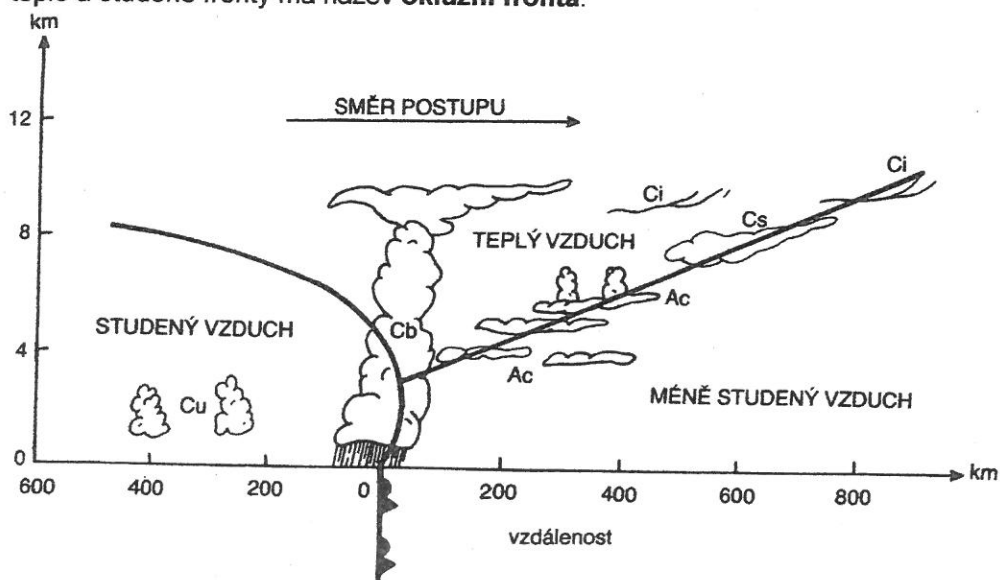
Studená fronta 1. druhu – pomaleji postupující studená fronta oblaka. Nebezpečná jsou Cb na čele fronty ukrytá ve vrstevnaté oblačnosti, turbulence a námraza a nízká oblačnost vrstevnatého charakteru



Studená fronta 2.druhu – rychleji postupující studená fronta. Nebezpečné jsou silné turbulence, silná námraza, aktivní bouřková činnost se silnými přeháňkami a silným větrem. Zvláště nebezpečná pro nízko letící letadla je hůlava - silná turbulence omezená na úzký prostor horizontálního víru s osou přibližně v úrovni základny Cb. Pokud pilot nízko letícího letadla před sebou zjistí bouřkový oblač s hůlavou, je povinen změnit trať letu a vyhnout se oblasti ovlivněné Cb v bezpečné vzdálenosti



5. Když studená fronta dostihne teplou frontu postupující před ní, spojí se u zemského povrchu studený vzduch za studenou frontou se studeným vzduchem před teplou frontou a teplý vzduch je vytlačen do výšky. Proces uzavírání teplého sektoru tlakové níže se nazývá **okluze** a oblast dotyku dřívější teplé a studené fronty má název **okluzní fronta**.



## BOUŘKY

1. Bouřka je přírodní jev doprovázený intenzivními srážkami a elektrickými výboji. Tento jev je spojený s mohutným oblakem Cb s výraznými vertikálními pohyby vzduchu.
2. Bouřky rozdělujeme na
  - a) místní (bouřky z tepla) - tvoří se nejčastěji odpoledne a večer, v hodinách nejvyšších přízemních teplot. Jsou izolované a dají se lehce obletět.
  - b) Frontální – tvoří se v důsledku procesů na atmosférických frontách. Bývají velmi rozsáhlé a nelze je obletět.
3. Nebezpečí bouřky
  - silné výstupné proudy s maximem v horní polovině Cb – silná turbulence, sestupné proudy s maximem blízko základny, silná námraza, elektrické vlastnosti Cb
  - húlava na čele bouřky, existence silného vzestupného proudu před húlavou, silný sestupný proud za húlavou v oblasti vypadávajících srážek, silné nárazy větru

## METEOROLOGICKÉ SLUŽBY

1. Základní úkoly letecké meteorologické služby
  - pozorování počasí
  - předpovídání počasí
  - provádění výstražné služby
2. METAR (Meteorological Aerodrom Routin Report)
  - pravidelné hlášení o meteorologické situaci na letišti

dobu pozorování 12:50 UTC	ICAO Code Praha	větr 020° 17 kt, v nárazech 28	dohlednost 2400m	současné počasí děšť (rain)	oblačnost 8/8, Stratus, základna 800ft	teplota/rosný bod 4°/2°	tlak vzduchu (QNH) 1010 hPa	trend žádné zásadní změny
METAR 1250	LKPR	02017/28	2400	ra	8St008	04/02	1010	NOSIG

3. TAF (Terminal Aerodrom Forcast)
  - letištní předpověď počasí



## I. Atmosféra, teplota, vlhkost

- 1 Jak nazýváme nejspodnější vrstvu atmosféry?
  - a) Mezosféra
  - b) Troposféra
  - c) Stratosféra
- 2 Která z uvedených vrstev zemské atmosféry je charakteristická vertikálními pohyby?
  - a) Stratosféra
  - b) Troposféra
  - c) Tropopauza
- 3 Vertikální mohutnost troposféry je největší
  - a) nad póly
  - b) v mírném pásu
  - c) nad rovníkovými oblastmi
- 4 Vertikální mohutnost troposféry je nejmenší
  - a) nad póly
  - b) nad oblastmi rovníku
  - c) v mírném pásu
- 5 Která vlastnost je typická pro troposféru:
  - a) pokles teploty s výškou
  - b) nárůst tlaku s výškou
  - c) isotermie
- 6 Která ze složek troposféry je základní složkou tvoření oblačnosti?
  - a) kyslík
  - b) dusík
  - c) vodní pára
- 7 V jaké výšce dosahuje barometrický tlak přibližně poloviční hodnoty tlaku na střední hladině moře
  - a) 3000 m MSL
  - b) 7000 m MSL
  - c) 5500 m MSL
- 8 Která z uvedených jednotek se v současnosti používá jako jednotka tlaku
  - a) hpa
  - b) mb
  - c) dyn/cm<sup>2</sup>
- 9 V definici standardní atmosféry jsou hodnoty tlaku a teploty na střední hladině moře
  - a) 1015 hpa, +10°C
  - b) 1013,25 hpa, +15°C
  - c) 1013,25 hpa, 0°C
- 10 Úbytek teploty s výškou v definici standardní atmosféry – vertikální teplotní gradient má hodnotu
  - a) 0,6° C/100 m
  - b) 1,0° C/100 m
  - c) 0,65° C/100 m
- 11 Teplotní inverzí rozumíme
  - a) pokles teploty s výškou
  - b) vzrůst teploty s výškou
  - c) teplota se s výškou nemění
- 12 Zvrstvení vzduchu ve vrstvě inverze je
  - a) indiferentní
  - b) stabilní
  - c) instabilní
- 13 Suchá adiabata je stavová křivka znázorňující změnu teploty s výškou o hodnotu
  - a) 0,65 °C/100 m výšky
  - b) 1,00 °C/100 m výšky
  - c) 0,60 °C/100 m výšky
- 14 Vlhká adiabata je stavová křivka znázorňující změnu teploty s výškou o hodnotu
  - a) 1,00 °C/100 m výšky
  - b) 0,65 °C/100 m výšky
  - c) 0,60 °C/100 m výšky
- 15 Pro vznik vertikálních pohybů v troposféře je příznivé zvrstvení
  - a) stabilní
  - b) indiferentní
  - c) instabilní



- 16** Instabilním zvrstvením při nenasyčeném vzduchu nazýváme zvrstvení, kdy
- nenasyčená vzduchová částice při svém výstupu z rovnovážné polohy dále stoupá i když přestane působit vnější síla
  - nenasyčená částice se zastaví v hladině, ve které přestala vnější síla působit
  - nenasyčená částice se po ukončení působení vnější síly vrací do své původní polohy
- 17** O stabilní vzduchové hmotě mluvíme tehdy, platí-li
- jsou-li v ní příznivé podmínky pro vznik výstupných pohybů
  - jsou-li v ní nepříznivé podmínky pro vznik výstupných proudů
  - dochází v ní ke vzniku konvekce
- 18** Vlhkostí vzduchu nazýváme obecně
- množství vodních par v ovzduší
  - vypádávání srážek
  - sněžení
- 19** Teplotou rosného bodu nazýváme
- teplotu, kterou by vzduch měl v okamžiku stavu nasycení
  - teplotu vzduchu se stanovenou relativní vlhkostí
  - teplotu vzduchu v určité výšce
- 20** Změna fáze voda – vodní pára se nazývá
- kondenzace
  - vypařování
  - sublimace
- 21** Změna fáze vodní pára – voda se nazývá
- krystalizace
  - tuhnutí
  - kondenzace
- 22** Změna fáze led – vodní pára se nazývá
- sublimace
  - kondenzace
  - vypařování
- 23** Námrazou, kterou řadíme mezi nebezpečné meteorologické jevy rozumíme
- kondenzaci vodních par na letadle
  - tvorbu ledu, v různých formách, na letadle
  - let inverzní vrstvou
- 24** Na jakých faktorech je závislá tvorba a druh námrazy
- rychlosti letadla, relativní rychlosti, rychlosti větru
  - směru letu letadla, výšce letu, tlaku a vlhkosti
  - teplotě a vlhkosti vzduchu, velikosti částic, rychlosti letu, aerodynamice letadla
- 25** Letadlo letí prostorem, kde převažují drobné přechlazené vodní kapky a ledové krystalky, který druh námrazy se může vytvořit?
- ledovka
  - jinovatka
  - zrnitá námraza

## II. Tlak, hustota, systémy, vítr

- 26** Výškoměr nastavený na hodnotu QFE letiště ukazuje po přistání na letišti
- nadmořskou výšku vztažného bodu letiště
  - nulovou výšku
  - nadmořskou výšku prahu VPD tohoto letiště
- 27** Výškoměr nastavený na QNH letiště ukazuje po přistání
- výšku použitou pro přepočet na hodnotu 1013,25 hpa
  - nadmořskou výšku VPD
  - nulovou výšku
- 28** Isobary jsou čáry na přízemních meteorologických mapách, které spojují místa
- se stejnou teplotou
  - se stejným tlakem
  - se stejnou vlhkostí
- 29** Zvětšující se vzdálenost mezi izobarami znamená, že v dané oblasti bude rychlost proudění vzduchu:
- menší
  - větší
  - vzdálenost mezi izobarami nevyovídá nic o rychlosti proudění

- 30 Tlaková níže – cyklona – je oblastí**
- a) nízkého tlaku s nejnižší hodnotou ve svém středu
  - b) se snižující se hodnotou tlaku směrem od středu
  - c) nízkého tlaku s nejnižší hodnotou po okrajích oblasti
- 31 Tlaková výše – anticyklona – je oblastí**
- a) s nejvyšší hodnotou tlaku po okrajích oblasti
  - b) s nejvyšší hodnotou tlaku ve svém středu
  - c) s nejvyšší hodnotou tlaku rostoucím v určitém směru
- 32 Hustota vzduchu v zemské atmosféře s výškou**
- a) se nemění
  - b) vzrůstá
  - c) klesá
- 33 Hustota vzduchu je závislá na teplotě vzduchu**
- a) roste s rostoucí teplotou
  - b) roste s klesající teplotou
  - c) snižuje se sklesající teplotou
- 34 Kde je správně vyznačen směr větru „severozápad“ ve zkratkách ICAO**
- a) SE
  - b) NW
  - c) SW
- 35 Větr je**
- a) promíchávání vzduchových částic
  - b) horizontální proudění (přemísťování) vzduchu
  - c) vertikální pohyb vzduchu
- 36 Coriolisova síla, která působí při vzniku větru je**
- a) uchylující síla zemské rotace
  - b) odstředivá síla
  - c) síla tření
- 37 Větr významně ovlivňuje letecký provoz.**
- a) ovlivňuje přistání a vzlet, nikoli však let v letové hladině
  - b) ovlivní pouze let v letové hladině
  - c) ovlivní let ve všech jeho fázích
- 38 V oblasti tlakové níže na severní polokouli vane vítr při zemi:**
- a) rovně do středu níže v celé její oblasti
  - b) proti směru pohybu hodinových ručiček
  - c) ve směru pohybu hodinových ručiček
- 39 Větr je určen:**
- a) směrem ze kterého vane a rychlostí
  - b) směrem kam vane a rychlostí
  - c) rychlostí
- 40 Větr je:**
- a) vertikální pohyb vzduchu
  - b) horizontální proudění (přemísťování) vzduchu
  - c) promíchávání vzduchových částic
- 41 Vliv větru na let v letové hladině**
- a) ovlivňuje ekonomickou a bezpečnostní stránku letu
  - b) nemá žádný podstatný vliv
  - c) ovlivňuje ekonomickou stránku letu, nemá vliv na bezpečnost letu
- 42 Správný převod rychlosti větru z m/s na KT je vyjádřen vztahem**
- a) 1 m/s ~ 1 KT
  - b) 1 m/s ~ 2 KT
  - c) 1 m/s ~ 3 KT
- 43 V oblasti tlakové níže vane vítr při zemi**
- a) ve směru pohybu hodinových ručiček
  - b) proti směru pohybu hodinových ručiček
  - c) rovně do středu níže v celé její oblasti
- 44 V oblasti tlakové výše vane vítr při zemi**
- a) proti směru pohybu hodinových ručiček
  - b) rovně ze středu výše v celé její oblasti
  - c) ve směru pohybu hodinových ručiček
- 45 Jev nazývaný turbulence je definován jako**
- a) síly působící na letadlo v různých směrech a udělující tomuto letadlu různá přídavná zrychlení
  - b) síly, které působí na letadlo ve vertikálním směru
  - c) síly, které zvyšují rychlost letícího letadla

## Kontrolní otázky

- 46 Nejčastější směr větru v údolí způsobený termickými efekty je směrem:
- a) Během dne z kopce
  - ← b) Během noci z kopce
  - ↳ c) Během dne ke kopci
- 47 Konvekční aktivita ve středních zeměpisných šířkách je největší:
- a) V poledne
  - b) v zimě v poledne
  - ↳ c) v létě odpoledne
- 48 Termická turbulence vzniká vlivem:
- a) kopcovitého terénu
  - b) nestejnoměrného zahřívání zemského povrchu
  - ↳ c) ohřevu vzduchu o zemský povrch při instabilním zvrstvení
- 49 Podle příčin vzniku známe turbulenci termickou, která vzniká
- a) v prostředí, které je charakteristické isotermií
  - ↳ b) vlivem nestejnoměrného zahřívání zemského povrchu a tím i nestejnoměrného ohřívání přilehlých vzduchových vrstev
  - c) vlivem kopcovitého terénu
- 50 Co je základní příčinou vzniku mechanické turbulence
- ↳ a) uspořádání terénu a rychlost větru
  - b) zvrstvení vzduchu
  - c) vlhkost a teplota vzduchu
- 51 Při analýze mechanické turbulence zjišťujeme, že pokud kolmé proudění ve směru na překážku dostatečně zesílí ve vrstvě vzduchu několikanásobně převyšující svou mohutností výšku překážky, objeví se za překážkou proudění, které nazýváme
- a) vírové
  - ↳ b) rotorové
  - ↳ c) vlnové
- 52 Pokud je vertikální mohutnost proudící vrstvy poměrně malá – srovnatelná s výškou překážky, pak na závětrné straně překážky vzniká proudění (při dostatečné rychlosti větru), které nazýváme
- ↳ a) vlnové
  - ↳ b) rotorové
  - c) laminární
- 53 Co rozumíme pojmem „čistá termika“
- a) silný nárazovitý vítr v bezoblačném prostředí
  - b) turbulenci ve spojení se stříhem větru
  - ↳ c) termický vzestupný proud který není provázen kupovitou oblačností
- 54 Pokud je dohlednost menší než 1 km a je tento jev způsoben nahromaděním kondenzačních produktů v sledovaném prostoru, pak tento meteorologický jev nazýváme
- ↳ a) mlhou
  - b) zákalem
  - c) kouřmem
- 55 Frontální mlhy se tvoří hlavně při přechodu front
- ↳ a) teplých
  - b) studených II. Typu
  - c) stacionárních
- 56 Která z druhů uvedených mlh se nejčastěji likviduje zesílením rychlosti přízemního větru
- a) frontální
  - ↳ b) radiační
  - c) advekční
- 57 Jaké teplotní zvrstvení ve vertikálním směru je charakteristické pro advekční mlhy
- a) isotermie
  - ↳ b) inverze
  - c) pokles s výškou
- 58 Meteorologickou dohlednost (horizontální) v praxi určujeme
- a) subjektivním odhadem
  - ↳ b) odhadem dle plánu orientačních bodů
  - c) objektivním měřením
- 59 Dráhovou dohledností (RVR) nazýváme
- a) subjektivně určenou dohlednost na vzletové a přistávací dráze
  - ↳ b) jakoukoliv horizontální dohlednost změřenou v oblasti systému vzletových a přistávacích drah letiště
  - ↳ c) objektivně změřenou horizontální dohlednost podél osy příslušné vzletové a přistávací dráhy

60 Mezi místní charakteristické větry patří vítr nazývaný „FÖHN“

- a) vane po rozsáhlých zejména suchých rovinách v podzimních měsících
- b) vane z hor do údolí
- c) vane z údolí do hor

### III. Vzduchové hmoty, oblaka

61 Víme, že kondenzace v troposféře je podmíněna ochlazením vodních par. Dalším nezbytným předpokladem je přítomnost tak zvaných kondenzačních jader v ovzduší, což jsou

- a) pouze pevné částice
- b) pouze kapalně částice
- c) kapalně i pevně částice v ovzduší

62 Koncentrace kondenzačních jader je největší

- a) nad pohořími
- b) nad oceány
- c) v blízkosti velkých městských aglomerací (průmyslové oblasti)

63 Které základní parametry a jevy určují počasí uvnitř vzduchové hmoty

- a) srážky, dohlednost
- b) tlak, oblačnost, hustota vzduchu
- c) teplota, vlhkost, vertikální teplotní gradient

64 Instabilní vzduchovou hmotou nazýváme vzduchovou hmotu, ve které dochází ke vzniku

- a) inverzí
- b) konvektivních vertikálních pohybů
- c) k tvorbě vrstevnaté oblačnosti

65 Hlavní příčinou atmosférické konvekce jsou

- a) rozdílné teploty vzduchu způsobené rozdílem teplot mezi dnem a nocí
- b) horizontální teplotní rozdíly vznikající vlivem nestejnoměrného zahřívání zemského povrchu
- c) rozdílné teploty vyměňujících se vzduchových hmot

66 Základní příčinou vzniku oblačnosti v atmosféře je

- a) pokles teploty vzduchu s výškou
- b) dosažení stavu nasycení
- c) dosažení stavu nasycení s následnou kondenzací vodních par

67 Mezi vysoká oblaka patří

- a) St – stratus, Sc – stratokumulus
- b) Cc – cirrocumulus, Cs – cirrostratus
- c) Cu – cumulus, Ac – altocumulus

68 Mezi oblačnost s mohutným vertikálním vývojem řadíme

- a) Cu – cumulus
- b) Ac – altokumulus
- c) Cb – cumulonimbus

69 Nízkou oblačnost tvoří

- a) Ac – altokumulus
- b) St – stratus
- c) Ci – cirrus

70 Mezi oblačnost kupovitou patří

- a) Sc
- b) Cu
- c) Ac

71 Mezi vrstevnatou oblačnost patří

- a) Ns, As
- b) Cu, Cb
- c) Ac, Cb

72 Které z uvedených druhů oblačnosti řadíme složením mezi oblačnost krystalickou

- a) Cb, Ac
- b) Cc, Cs
- c) Ns, As

73 Srážky vypadávající z oblačnosti typu Cb jsou charakteru

- a) trvalých srážek
- b) silných přeháněk
- c) mrholení

74 Z vrstvy oblačnosti typu St převážně

- a) vypadávají prudké přivalové deště
- b) mrholí
- c) vypadávají kroupy

75 Z vertikálně vyvinutých oblaků typu Cb vypadávají převážně srážky ve formě

- a) slabý déšť
- b) déšť a kroupy
- c) mrholení

76 Který z druhů oblačnosti je vzhledem k tvoření námrazy nejnebezpečnější

- a) St
- b) Cu
- c) Cb

#### IV. Fronty, bouřky, meteorologická hlášení

77 Při přeletu z jedné vzduchové hmoty do druhé, se na jejich rozhraní setkáváme s počasím výrazně se lišícím od počasí v jedné i druhé vzduchové hmotě. Jak toto rozhraní nazýváme?

- a) rozhraní vzduchových hmot
- b) atmosférická fronta
- c) čára fronty

78 Provedeme-li na přízemní meteorologické mapě frontální analýzu, získáme tím

- a) rozložení oblastí stejného počasí
- b) rozložení oblastí bouřek
- c) polohy jednotlivých front, frontálního počasí a rozdělení vzduchových hmot

79 Srážky vypadávající z oblačných soustav výrazných teplých front jsou převážně

- a) srážky občasné
- b) přeháňky
- c) srážky trvalé

80 Stacionární frontou nazýváme frontu, která

- a) postupuje jen ve směru hodinových ručiček
- b) se nepohybuje, nebo se pohybuje jen velmi zvolna
- c) rychle postupuje

81 Pokud se jedná o teplou frontu, pak

- a) srážkové pásmo je převážně těsně za čarou fronty a jedná se o srážky občasné
- b) srážkové pásmo je před čarou fronty a jde o srážky trvalé
- c) srážkové pásmo je na čáře fronty a jde o srážky krátkodobého charakteru

82 Nebezpečné jevy pro letový provoz spojené s teplou frontou jsou

- a) námraza, nízká oblačnost, zhoršená dohlednost
- b) turbulence, bouřky, kroupy
- c) silný vítr, stříh větru, turbulence

83 Které druhy oblaků jsou typické pro oblačný systém teplé fronty

- a) Cu, Ac, Cb
- b) Ns, As, Cs
- c) Sc, Ac, Cc

84 Který z oblaků tvořící se na čele studené fronty je pro letový provoz nejnebezpečnější

- a) Ns
- b) As
- c) Cb

85 Pokud se jedná o studenou frontu I. druhu, které nebezpečné jevy jsou s ní obvykle spojeny?

- a) oblaka Cb na čele fronty ukrytá ve vrstevnaté oblačnosti, turbulence a námraza a nízká oblačnost vrstevnatého charakteru
- b) pouze nízká oblačnost vrstevnatého charakteru
- c) silný přízemní vítr a jeho nárazovitost

86 Při pozorování přechodu studené fronty I. druhu je srážkové pásmo

- a) před čarou fronty
- b) za čarou fronty
- c) na čáře fronty

87 Může se po přechodu studené fronty vytvořit mlha a ve které její oblasti?

- a) ano, před čarou fronty v oblasti vypadávajících srážek
- b) ne
- c) ano, za čarou fronty – mlha zafrontální

88 Při přechodu aktivní studené fronty II. druhu se setkáváme s typickými nebezpečnými jevy

- a) námrazou, trvalými srážkami, zhoršenou dohledností
- b) silnou turbulencí, silnou námrazou, aktivní bouřkovou činností, silnými přeháňkami, silným větrem
- c) nízkou oblačností, mohutnou vrstevnatou oblačností, silným trvalým deštěm



89 Přechod studené fronty s aktivními bouřkovými projevy se v poli teploty, tlaku, přízemního větru projevuje

- a) poklesem teploty, silným poklesem tlaku a jeho následným vzestupem, silným zesílením větru a jeho nárazovitostí
- b) teplota se nemění, tlak slabě klesá, vítr mírně zesílí bez nárazů
- c) teplota klesá a později stoupá, tlak se nemění, vítr slábne

90 Do jakých výšek zasahuje vertikálně vyvinutá oblačnost typu Cb v našich zeměpisných šířkách a jaké srážky z této oblačnosti mohou vypadávat při přechodu studené fronty II. druhu v letním období?

- a) až 15, ojediněle i více km, kroupy v silných přeháňkách
- b) 4 km, silný déšť
- c) 1 km, silný déšť s ledovými krupkami

91 Který z jevů vznikající na studené frontě II. druhu je zvláště nebezpečný pro nízko letící letadla?

- a) snížení základny oblačnosti, někdy až k zemi
- b) silný pokles tlaku a teploty
- c) silná turbulence omezená na úzký prostor horizontálního víru – húlavy, s osou přibližně v úrovni základny Cb

92 Pokud pilot nízko letícího malého letadla před sebou zjistí bouřkový oblak s húlavou, je povinen

- a) oblast bouřkového oblaku podletět
- b) vrátit se na letiště vzletu
- c) změnit trať letu a vyhnout se oblasti ovlivněné Cb v bezpečné vzdálenosti

93 Vzhledem ke skutečnosti, že studená fronta postupuje vždy rychleji než teplá, postupně se při zemi zužuje teplý sektor a teplý vzduch z této oblasti je vytlačován do vyšších vrstev. Jak se nazývá tento proces?

- a) zánik cyklony
- b) proces okluze
- c) vyplňování cyklony

94 V oblasti fronty se tvoří mohutná a výrazná Cb oblačnost. Je to typický případ

- a) studené fronty II. Druhu
- b) studené okludované fronty
- c) teplé okludované fronty

95 Co rozumíme v meteorologii pojmem bouřka

- a) přírodní jev doprovázený intenzivními srážkami a elektrickými výboji
- b) nejvýraznější projev konvekce ve volné atmosféře
- c) jev totožný s pojmem „studená fronta“

96 Nebezpečné jevy spojené s bouřkou

- a) výstupné proudy a růst Cb oblaku
- b) silné výstupné proudy s maximem v horní polovině Cb – silná turbulence, sestupné proudy s maximem blízko základny, silná námraza, elektrické vlastnosti Cb
- c) hustota oblaku, který je složen z kapalné i pevné fáze vody

97 Přízemní projevy aktivní bouřky nebezpečné pro letecký provoz

- a) vypadávání trvalých srážek
- b) snížení základny oblačnosti, snižování dohlednosti
- c) húlava na čele bouřky, existence silného vzestupného proudu před húlavou, silný sestupný proud za húlavou v oblasti vypadávajících srážek, silné nárazy větru

98 Bouřky z tepla se tvoří

- a) kdykoli
- b) nejčastěji odpoledne a večer, v hodinách nejvyšších přízemních teplot
- c) nejčastěji během noci

99 Které znáte základní úkoly letecké meteorologické služby

- a) pozorování počasí, vysílání „ATIS“, vysílání „VOLMET“
- b) analýzy meteorologických map, kódování meteorologických zpráv
- c) pozorování počasí, předpovídání počasí, provádění výstražné služby

100 Zpráva METAR je

- a) pravidelné hlášení o meteorologické situaci na letišti
- b) pravidelná předpověď pro přistání
- c) pravidelná letecká meteorologická zpráva



Správné odpovědi

*I. Atmosféra, teplota, vlhkost*

- 1 b
- 2 b
- 3 c
- 4 a
- 5 a
- 6 c
- 7 c
- 8 a
- 9 b
- 10 c
- 11 b
- 12 b
- 13 b
- 14 c
- 15 c
- 16 a
- 17 b
- 18 a
- 19 a
- 20 b
- 21 c
- 22 a
- 23 b
- 24 c
- 25 c

*II. Tlak, hustota, systémy, vítr*

- 26 b
- 27 b
- 28 b
- 29 a
- 30 a
- 31 b
- 32 c
- 33 b
- 34 b
- 35 b
- 36 a
- 37 c
- 38 b
- 39 a
- 40 b
- 41 a
- 42 b
- 43 b
- 44 c
- 45 a
- 46 c
- 47 c
- 48 c
- 49 b
- 50 a
- 51 c

- 52 b
- 53 c
- 54 a
- 55 a
- 56 b
- 57 b
- 58 b
- 59 c
- 60 b

*III. Vzduchové hmoty, oblaka*

- 61 a
- 62 c
- 63 c
- 64 b
- 65 b
- 66 c
- 67 b
- 68 c
- 69 b
- 70 b
- 71 a
- 72 b
- 73 b
- 74 b
- 75 b
- 76 c

*IV. Fronty, bouřky, meteorologická hlášení*

- 77 b
- 78 c
- 79 c
- 80 b
- 81 b
- 82 a
- 83 b
- 84 c
- 85 a
- 86 b
- 87 c
- 88 b
- 89 a
- 90 a
- 91 c
- 92 c
- 93 b
- 94 a
- 95 a
- 96 b
- 97 c
- 98 b
- 99 c
- 100 a