

11 Tlakové útvary

Cieľ štúdia témy:

Získať základné poznatky o tlakových útvaroch a typickom počasí v nich, získať prehľad o základných a vedľajších tlakových a ich typickom rozložení.

Na základe tejto témy študent:

- pochopí príčiny vzniku a zániku tlakových útvarov;
- získa znalosti o prevládajúcom počasí v rámci tlakových útvarov;
- získa znalosti o typickom umiestnení základných tlakových útvarov v rámci primárnej cirkulácie;
- získa vedomosti o vedľajších tlakových útvaroch.

Hlavné body – pojmy k zapamätaniu:

- poloha hlavných tlakových útvarov;
- anticyklóny, hrebene vyššieho tlaku vzduchu;
- cyklóny, brázdy nízkeho tlaku vzduchu, sekundárne a orografické tlakové níže.

Kľúčové slová:

- tlakový útvar, cyklóna, anticyklóna, tlaková výš, tlaková níž, divergencia, konvergencia, termické, dynamické.

Základná študijná literatúra:

- Petr Dvořák, Letecká meteorologie
- Sobota: Učební texty pro teoretickou přípravu dopravních pilotů ATPL(A), Akademické nakladatelství CERM, s.r.o., Brno 2002
- Kulčák a kol.: Učebnice pilota vrtulníku PPL(H) část II, akademické nakladatelství CERM s.r.o Brno, 2009
- ATPL Ground Training Series Meteorology, Book 9, EASA - First Edition Revised for NPA 29, CAE Oxford Aviation Academy (Oxford) Limited 2018
- Kol. autorů: Meteorologický slovník výkladový terminologický, Academia Praha, 1993

11.1 Rozloženie tlaku vzduchu pri zemi

V predchádzajúcich kapitolách už boli spomínané pojmy ako tlaková níz, alebo tlaková výš v súvislosti s dynamikou prúdenia v rôznych vrstvách atmosféry, prípadne s nerovnomerne rozloženým poľom teploty vzduchu a s ňou súvisiacej hustoty vzduchu. V meteorológii sú rôzne pojmy navzájom úzko previazané podobne ako sú previazané vzťahy medzi stavovými veličinami popisujúce fyzikálny stav atmosféry. Zmeny jednej stavovej veličiny majú za následok zmeny iných. Napríklad zmena teploty vzduchu spôsobí zmenu hustoty vzduchu, ktorej zmena súčasne spôsobí zmenu tlaku vzduchu a ovplyvní tak smer a rýchlosť prúdenia. Je preto veľmi obtiažne pojednávať o týchto charakteristikách izolovane. V tejto kapitole budú rozoberané tlakové útvary samostatne, pričom budú používané pojmy, ktoré už boli spomínané v predchádzajúcich statiach. V závislosti na spôsobe utvárania tlakových útvarov poznáme dynamické a termické príčiny ich tvorby.

Základné tlakové útvary sú:

- Cyklóny, alebo tlakové níše;
- Anticyklóny, alebo tlakové výše.

Medzi odvodené tlakové útvary radíme:

- Brázdy nízkeho tlaku;
- Hrebene vyššieho tlaku vzduchu.

Spomínané tlakové útvary sú spojené s charakteristickým počasím, ktoré súvisí s prevládajúcim horizontálnym i vertikálnym prúdením v rámci útvarov.

11.1.1 Tlakové útvary vzniknuté z dynamických príčin

Základné rozdelenie celoročných tlakových útvarov je spôsobené všeobecnou cirkuláciou atmosféry. Na ich tvorbe sa podieľajú konvergencie a divergencie v prúdení vzduchu v rôznych vrstvách atmosféry, ktoré boli spomínané pri primárnej cirkulácii vzduchu a v kapitole 3. v stati Buys-Ballotov zákon.

Sú to útvary ako:

- rovníková tlaková níz, známa i ako ITCZ (Inter Tropical Convergence Zone);
- subtropický pás vyššieho tlaku vzduchu;
 - Bermudsko-Azorská tlaková výš;
 - Pacifická tlaková výš.
- oblasť cyklón;
 - Islandská tlaková níz;
 - Aleutská tlaková níz.
- oblasť tlakových výší na póloch (Polar High);
 - Arktická tlaková výš;
 - Antarktická tlaková výš.

Tieto tlakové útvary nazývame i semipermanentné tlakové útvary, keďže v závislosti od ročnej doby sa ich poloha mierne mení tak ako sa mení dynamika atmosféry počas roka.

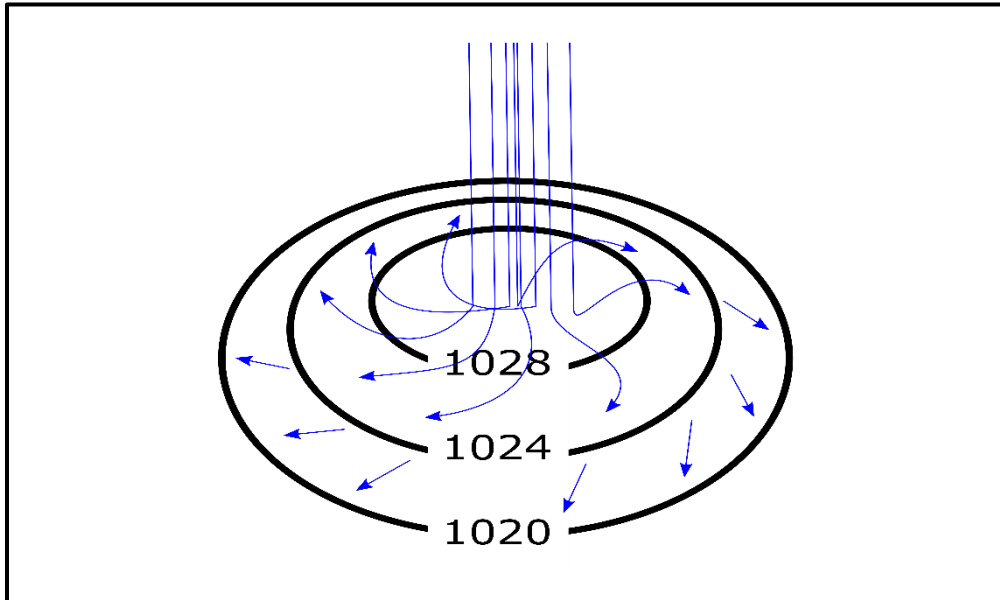
11.1.2 Tlakové útvary vzniknuté z termických príčin

Tlakové útvary však vznikajú i v dôsledku termických pomerov a to najmä vo vnútri kontinentov, kde vplyvom podchladenia mäs vzduchu vznikajú kontinentálne tlakové výše ako Sibírska a Kanadská tlaková výš. Plytké tlakové níše môžu vznikať v dôsledku nadmerného prehriatia ako je Iránska a Saharská tlaková níz, Mexická tlaková níz, pričom nad morskými oblasťami sa v lete, v relatívne chladnejšom vzduchu tvoria tlakové výše.

Vzájomná poloha týchto sezónnych tlakových útvarov vytvára sekundárnu cirkuláciu, ktorá má vplyv na sezónny charakter počasia. Napríklad rozdiel v polohe ITCZ medzi letným a zimným obdobím má vplyv na monzúny v ovplyvňovaných oblastiach a s nimi súvisiacim striedaním období sucha a období dažďov. Tento typ prúdenia je dobre známy v Ázii a Indii. V našej oblasti je istou paralelou výskyt tzv. „Európskeho monzúnu“ súvisiaceho s medardovským obdobím, ktoré však nie je pravidelné a nedosahuje intenzity tropických monzúnov.

11.1.3 Anticyklóny

Anticyklóny sú tlakové výše. Najvyšší tlak je teda v strede útvaru a smerom k okrajom tlak vzduchu klesá. Barický gradient smeruje von z tlakového útvaru. Stred tlakovej výše je na synoptických mapách označovaný symbolom „V“ (Výš) na mapách z krajín, kde sa používa angličtina alebo nemčina sa používa symbol „H“ (High, Hoch). Prúdenie okolo stredu je na severnej pologuli v smere hodinových ručičiek, dôsledku výslednice pôsobiacich síl na vzduchové častice (kapitola 3.). Prevládajú v nich zostupné prúdy, čo má za následok adiabatické otepľovanie „vysušanie“ vzduchu.



Obrázok 1 Schéma prúdenia v anticyklóne na severnej pologuli

Subsidiencia, teda klesavé prúdy vzduchu majú za následok prevažne bezoblačné počasie. Typický charakter počasia v anticyklónach je ale výrazne daný ročnou dobou a typom vzduchovej hmoty, ktorá ju tvorí.

Typické počasie v tlakovej výši

V našich zemepisných šírkach je mladá, rozvíjajúca sa tlaková výš je v chladnej polovici roka charakteristická bezoblačným počasím a silnými mrazmi, najmä blízko stredu anticyklóny. Je to spôsobené studenou advekciou v prednej časti anticyklóny, ktorá je charakteristická prúdením zo severu. Prílev takéhoto chladného, a teda ťažkého vzduchu spôsobuje výrazný nárast tlaku vzduchu a rozvoj anticyklóny. V nočných hodinách je pri jasnej oblohe efektívnejšie radiačné ochladzovanie čo má za následok ešte výraznejší pokles teplôt. Pri tomto type situácie je možné v nočných hodinách pozorovať extrémne mrazy, neraz s teplotami pod $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Tento charakter počasia zapríčiňuje podchladenie povrchu. Ak sa nad takýto podchladený povrch presunie anticyklóna svojou tylovou časťou, kde prevláda teplejšie južné prúdenie, vzniká rozsiahle územie s inverzným charakterom teplotného zvrstvenia. Toto územie je charakteristické výskytom dlhotrvajúcich advekčných hmiel, pričom nad inverznou vrstvou sa vyskytuje teplé bezoblačné počasie. Pri tomto type anticyklonálneho počasia sa v inverznej vrstve vyskytuje nízka oblačnosť typu Stratus alebo Stratocumulus, ktorá môže pretrvávajúť aj niekoľko dní. Pri dostatočnej vertikálnej mohutnosti tejto oblačnosti sa môžu vyskytovať zrážky vo forme mrholenia alebo mrznúceho mrholenia. Nad inverznou vrstvou v horských oblastiach je obloha bez oblačnosti, prípadne sa vyskytuje vysoká, neskôr stredná oblačnosť súvisiaca s prichádzajúcim teplým frontom.

V letnom období je pre prednú časť tlakovej výše charakteristická doznievajúca kopovitá oblačnosť po prechode studeného frontu, za ktorým sa tlaková výš začína v studenom vzduchu rozvíjať. V centrálnej časti anticyklóny prevláda bezoblačné počasie so slabým prúdením a veľkými rozdielmi medzi maximálnymi a minimálnymi teplotami počas dňa a v noci. V zadnej časti anticyklón je možné v letnom období pozorovať výskyt extrémnych teplôt nad $30\text{ }^{\circ}\text{C}$, prípadne výskyt búrok, ktoré sa môžu vyskytovať i v nočných hodinách.

Príčiny vzniku anticyklón

Anticyklóny môžu byť málo pohyblivé – barostatické alebo putujúce – baroklinické. Barostatické anticyklóny súvisia so všeobecnou cirkuláciou atmosféry. Sú teda takmer vždy nad jednou oblasťou, od nich sa občas môže časť výše oddeliť a putovať v smere výškového prúdenia. Medzi typické barostatické anticyklóny patria:

- Arktická tlaková výš – studená;
- Antartická tlaková výš – studená;
- Sibírska tlaková výš – studená;
- Bermudsko-Azorská tlaková výš – teplá;
- Svätohelenská tlaková výš – teplá.

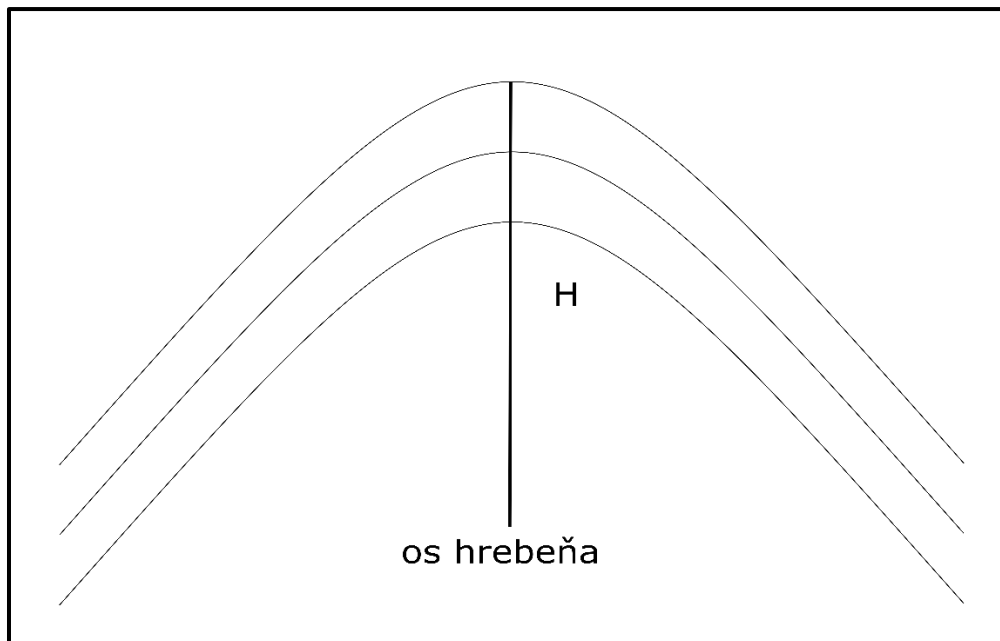
Studené anticyklóny majú iba malý vertikálny dosah, väčšinou do 2 km a v letnom období sa zvyčajne rozdeľujú a zoslabujú. Teplé anticyklóny zasahujú do celej tróposféry.

Baroklinické výše majú výrazný pohyb a súvisia skôr so zmenami vo výškovom prúdení, s pohybom vln a prítomnosťou konvergencie vo výškach. Ďalším dôvodom môžu byť termické príčiny, kedy po prechode studeného frontu sa v chladnom vzduchu vytvára tlaková výš. V rannom štádiu rozvoja baroklinickej výše nastáva vplyvom ťažšieho chladného vzduchu a pokračujúcej studenej advekcie rozvoj a zosilňovanie anticyklóny, pričom narastá do výšok a jej os je mierne naklonená. Pri zostupe vzdušných prúdov, typických pre anticyklóny však dochádza k adiabatickému otepľovaniu, ktoré nazývame subsidencia. V rannom štádiu, keď je os tlakového útvaru naklonená a subsidenčné otepľovanie ju výrazne neovplyvňuje, pokračuje tlaková výš vo svojom rozvoji. Ako tlaková výš starne, jej os sa vyrovnáva so zostupnými prúdmi a v centre útvaru sa hromadí teplý vzduch ktorý znižuje tlak vzduchu. Tlaková výš sa tak oslabí až zaniká.

Dynamické príčiny teda súvisia s prítomnosťou konvergentného prúdenia v vyšších vrstvách atmosféry a tvorbou tzv. „damper“ efektu. Tento efekt už bol popísaný v kapitole 3. v stati Buys-Ballotov zákon. Naproti tomu termické príčiny vzniku anticyklón súvisia so studenou advekciou, väčšinou po prechode studeného frontu. Studený vzduch je ťažší ako teplý, vytvára preto väčší tlak.

Hrebene vyššieho tlaku vzduchu

Anticyklóna je charakteristická maximom tlaku vzduchu vo svojom strede, ktorý je uzavretý izobarou. Naproti tomu hrebene vyššieho tlaku nemajú jasne určený svoj stred. Sú popísané zakrivením izobár, pričom prúdenie zodpovedajúce ich zakriveniu má anticyklonálny charakter, teda v smere hodinových ručičiek. Takémuto zakriveniu izobár sa hovorí *anticyklonálne zakrivenie*.



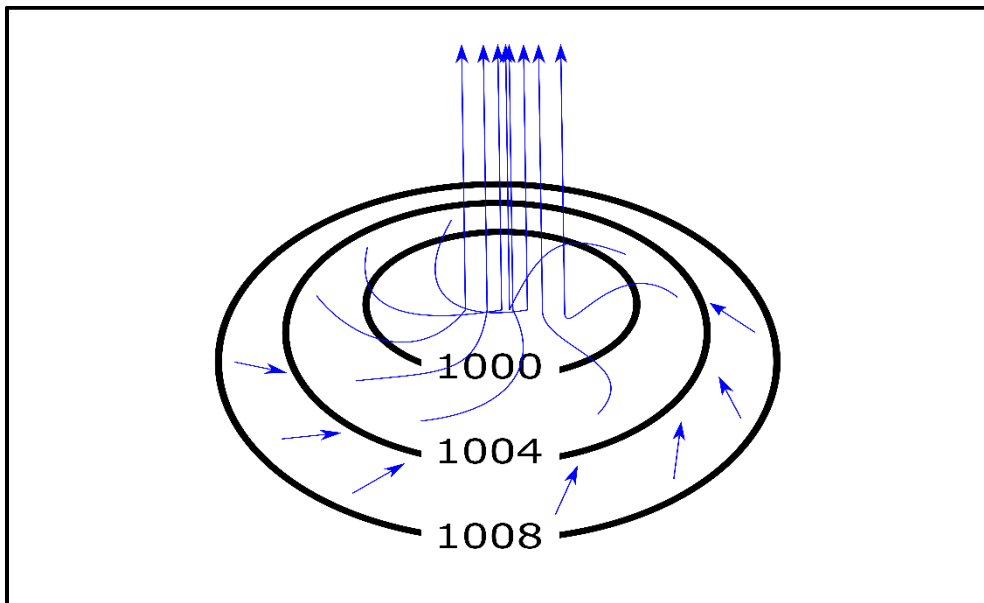
Obrázok 2

Hrebeň vyššieho tlaku vzduchu

Os hrebeňa vyššieho tlaku vzduchu prechádza maximami tlakov v danej oblasti tvorí os amplitúdy vlny. Hrebene sa vyskytujú v oblastiach medzi dvoma tlakovými nížami, prípadne môžu byť súčasťou anticyklóny. V tomto odvodenom tlakovom útvaru prevláda vertikálne prúdenie podobné v tlakovej výši. Jej výsledkom je rozpad oblačnosti, alebo bezoblačné počasie, prípadne majú hrebene vplyv na útlm intenzity prejavov počasia frontálnych systémov.

11.1.4 Cyklóny

Cyklóny sú tlakové níše. V ich strede je tlak vzduchu najnižší a narastá smerom k okraju tlakového útvaru. Barický gradient má smer do stredu tlakového útvaru. Na synoptických mapách sa označuje ich stred symbolom „N“ (Níž), v krajinách s jazykom anglickým sú cyklóny označované symbolom „L“ (Low), v nemecky hovoriacich krajinách sa používa symbol „T“ (Tief). V dôsledku spolupôsobenia síl barického gradientu a Coriolisovej sily je prúdenie okolo stredu cyklóny na severnej pologuli proti smeru hodinových ručičiek.



Obrázok 3 Schéma prúdenia v cyklóne na severnej pologuli

V cyklónoch dominujú výstupné prúdy, sú teda charakteristické oblačným počasím, v prípade prítomnosti frontálnych systémov, je počasie v cyklónoch značne premenlivé a má svoj denný i ročný chod. Cyklóny, teda tlakové níše delíme do nasledujúcich skupín:

- semipermanentné tlakové níše;
- frontálne tlakové níše;
- nefrontálne tlakové níše;
 - termické tlakové níše, orografické tlakové níše;
- tropické tlakové níše;
- izolované tlakové níše (Cut-off).

Semipermanentné tlakové níše vznikajú ako dôsledok všeobecnej cirkulácie atmosféry. Sezónne menia svoju polohu, v zimnom období sa ich stred presúva viac na západ, v letnom období na východ. Najznámejšie sú Islandská a Aleutská tlaková níž.

Frontálne tlakové níše sú cyklóny spojené s frontálnym systémom. Je v nich vyjadrený teplý sektor v priestore medzi teplým a studeným frontom. Vznikajú na stacionárnych frontoch vplyvom divergentného prúdenia vo vyšších vrstvách atmosféry a nasledne sa presúvajú v smere výškového prúdenia.

Nefrontálne tlakové níše sa vytvárajú obvykle v nevýraznom tlakovom poli. Môžu byť výsledkom termického prehriatia vertikálne nízkej vrstvy nad zemským povrchom, vtedy sa jedná o termálnu cyklónu ako sú Saharská alebo Iránska tlaková níž. Ďalším typom nefrontálnej cyklóny je orografická tlaková níž, ktorá sa tvorí v dôsledku ohrevu vzduchu na záveterných stranách hôr Föhnovým efektom.

Sekundárna cyklóna vzniká na zvlínenom studenom fronte na južnom okraji centrálnej tlakovej níše.

Tropická cyklóna, známa skôr ako hurikán, vzniká medzi 5° a 20° severnej a južnej zemepisnej šírky. Je typická silným vetrom, vysokými úhrnmi zrážok, dvihnutím hladiny mora (storm surge) ktorý spôsobuje najviac škôd a obetí na životoch. V Atlantiku a Južnom Pacifiku ich nazývajú Hurikány, v Severnom Pacifiku a Indickom oceáne ich sú známe ako Tajfúny. Vznikajú zásadne nad morom, pri postupe nad pevninu sa rýchlo rozpadávajú a menia sa na klasické cyklóny. Sú to najmohutnejšie búrkové systémy na Zemi.

Typické počasie v tlakových nížach

Počasie vo frontálnych tlakových nížach je určené polohou frontálnych systémov a štádiom rozvoja frontálnej cyklóny, ktorý bol podrobne popísaný v kapitole o frontálnych systémoch. Počasie na frontoch v rámci tlakovej níše je určujúcim faktorom. Všeobecne však možno tvrdiť, že v našich podmienkach sa v zimnom období pred teplým frontom vyskytujú pomerne výdatné snehové alebo kvapalnú zrážky, ktoré môžu prechádzať do mrznúceho dažďa. V teplom sektore sa v zime vyskytuje nízka oblačnosť s advekčnými hmlami, prípadne s mrhnením, ktoré môže byť mrznúce. Následne sa na studenom fronte len výnimočne vyskytujú búrky, zvyčajne sa jedná o studený front I. druhu.

V letnom období sa v čele frontálnej tlakovej níše vyskytuje oblačnosť spojená s teplým frontom, ktorý býva menej výrazný ako v zime a zrážky sa vôbec nemusia vyskytovať. Teplý sektor v letnom období býva málo oblačný, pred studeným frontom sa môže vyskytovať pásmo húlav so silnými búrkami s prípadným krupobitím. Studený front II. druhu je typický pre letné obdobie a prejavuje sa búrkami a prehánkami, po prechode ktorého sa oblačnosť rozpadáva a prevláda nevýrazná kopovitá oblačnosť. Po prehriati chladnejšieho vzduchu od teplejšieho podložja dochádza k labilizácii atmosféry a k rozvoju prehánok a búrok v tylovej časti cyklóny. Vplyvom studenej advekcie za studeným frontom sa tlaková níz začína vypĺňať chladnejším vzduchom čo má za následok nárast tlaku vzduchu a zánik cyklóny.

Izolovaná tlaková níz, alebo „Cut-off low“ je špeciálny typ tlakovej níše, ktorá vzniká z dynamických príčin. Patrí medzi studené tlakové níše a jej prejavy sú citelné aj pri zemi. Vzniká vplyvom odtrhnutia sa cyklonálne prúdiaceho vetra od výškového tryskového prúdenia, ktoré ostro preniklo od pólu smerom k rovníku. Takto izolovaná oblasť so silným cyklonálnym prúdením a studeným jadrom v porovnaní s okolitým vzduchom je málo pohyblivá, môže teda ovplyvňovať počasie nad istou oblasťou po dlhšie obdobie, rádovo dni. Je charakteristická ochladením, zvýšením sily vetra a dlhotrvajúcimi zrážkami. V zime prináša do našej oblasti kalamitné situácie, v letnom období spôsobuje záplavy.

Vo všeobecnosti možno tvrdiť, že cyklóny svojim charakterom vertikálnych prúdov prispievajú ku konvekcii a k tvorbe oblačnosti so zrážkami, v letnom období sa s intenzívnymi búrkami.

Príčiny vzniku cyklón

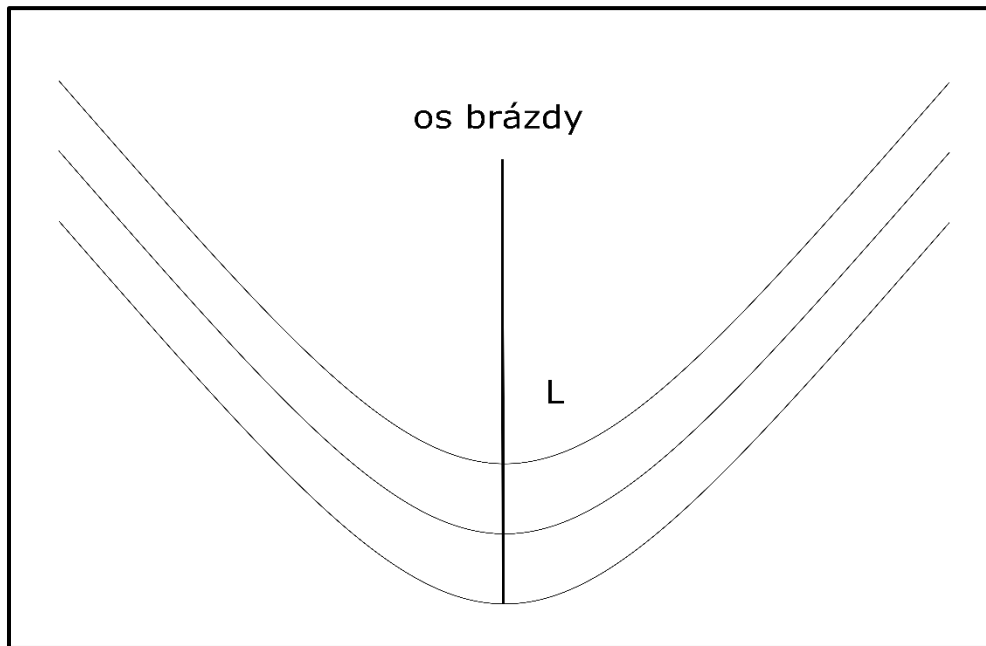
Podobne ako pri anticyklónach majú aj cyklóny dynamické a termické príčiny vzniku. Dynamické príčiny súvisia s prítomnosťou divergentného prúdenia vo vyšších vrstvách atmosféry. Úbytok vzduchových objemov vzduchu vplyvom rozbiehavého prúdenia vo výškach je kompenzovaný výstupom objemov vzduchu s nižších vrstiev pod divergenciou. To je impulzom pre tvorbu tzv. „komínového“ efektu, ktorý bol popísaný v kapitole 3. Stúpavé masy vzduchu sú podnetom na zbiehavé, teda konvergentné prúdenie pri zemskom povrchu ako je znázornené na obrázku vyššie.

Termické príčiny vzniku oblastí s tlakovými nížami súvisia s intenzívnym prehrievaním od zemského povrchu vo vnútri kontinetov. Dobrým príkladom je Saharská tlaková níz, ktorá sa tvorí počas denných hodín. Jedná sa o pomerne plytký tlakový útvar siahajúci iba do výška prehriatia atmosféry. V nočných hodinách sa vplyvom ochladenia prízemnej vrstvy vzduchu termická tlaková níz vyplní. V lokálnom merítku sa miestne termálne tlakové níše tvoria nad oblasťami s rôznym povrchom, napríklad na pobreží, kedy sa pevnina prehrieva efektívnejšie ako vodná hladina. Nastáva tak teplotný kontrast medzi teplotou vzduchu nad pevninou a nad morom a vzniká tak lokálna tlaková níz, určujúca miestne cirkulačné pomery.

Brázdy nízkeho tlaku vzduchu.

Brázdy sú oblasti nižšieho tlaku vzduchu bez uzavretej izobary pri zemi. Majú svoju os, ktorá pomyslene spája najnižšie tlaky daného poľa (vo výške bez uzavretej izohypsy). Sú typickou oblasťou umiestnenia frontov. Môžu sa tvoriť i na záveterných stranách dlhých hrebeňov vplyvom Föhnového efektu alebo rozvlnením hladín v atmosfére. Predná časť brázdy býva charakteristický výstupnými vertikálnymi pohybmi, čo podporuje vznik oblačnosti. Os brázdy tvorí spojnica najnižších tlakov v rámci tohto odvodeného tlakového útvaru. Za osou

brázdy prevládajú zostupné prúdy vplyvom chladnej advekcie v tejto oblasti, oblačnosť sa rozpadáva. Často dochádza k nepresnej analýze máp počasia, keďže prejavy brázdy sú podobné prejavom frontov.



Obrázok 4 Brázda nízkého tlaku vzduchu

Z obrázka vyplýva, že prúdenie pozdĺž izobár má pomyselnú rotáciu proti smeru hodinových ručičiek, čo je typické pre cyklóny. Takéto zakrivenie izobár sa nazýva i cyklonálne zakrivenie.

Tropické cyklóny

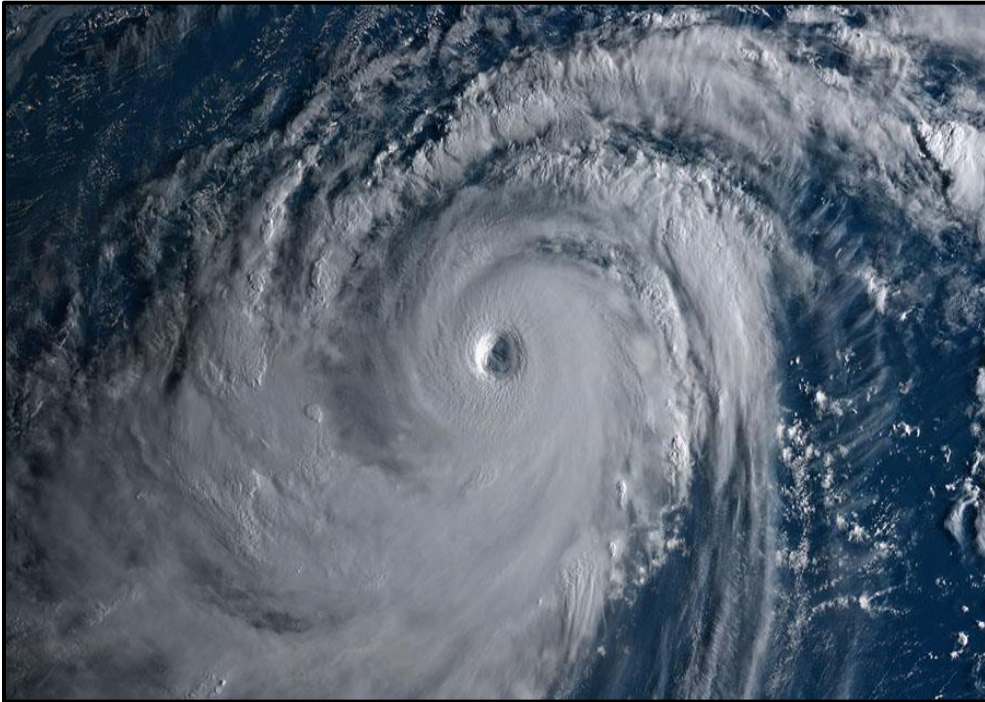
Tlakové útvary vznikajúce nad oceánmi v oblastiach medzi 5° a 20° severnej a južnej zemepisnej šírky patria medzi najmohutnejšie búrkové komplexy na Zemi. V severnej časti Atlantického oceánu a pri pobreží Mexika a v Austrálii sa sú známe pod pojmom hurikán, vo východnom Tichomorí a v Indickom oceáne je ich názov tajfún. Nevznikajú v oblasti južnej časti Atlantického oceánu. Tropické cyklóny sa vyskytujú v závislosti od miesta ich typického výskytu, pre Atlantickú oblasť platí, že hurikánová sezóna je od 1. júna do 30. novembra, toto obdobie je však iba orientačné. Podľa doterajších záverov výskumov sú potrebné na ich vznik nasledujúce podmienky:

- Masa teplej vody nad 26°C do hĺbky 60 m;
- Slabý vertikálny strih vetra, menej ako 20 kt;
- Viac ako 5 ° od rovníka;
- Divergencia vo výške a konvergencia pri zemi.

Ak nie je splnená ktorákoľvek uvedená podmienka, tropická cyklóna nevznikne, prípadne ak niektorá z podmienok zanikne, rozpadáva sa i tropická cyklóna. Ich kategória sa určuje podľa Saffir-Simpsonovej škály, ktorá kategorizuje silu tropickej cyklóny podľa sily vetra a ničivých účinkov. Hlavným zdrojom energie pre je teplo vo forme latentného tepla odparovania. Až 90% latentného tepla sa pri kondenzácii uvoľní na ohrev okolitého vzduchu a spôsobí ďalší pokles tlaku, čo má za následok nasávanie ďalšieho vlhkeho teplého morského vzduchu. V tomto štádiu rozvoja je hurikán energeticky sebestačný a znamená to lavínovité narastanie tropického cyklónu. Mimoriadne dôležitá je dostatočná teplota mora do dostatočnej hĺbky, tak aby nedochádzalo k ochladzovaniu tohto systému. Pri postupe nad pevninu sa systém „odtrhne“ od zdroja vlhkosti a rýchle sa rozpadáva, pričom sa mení na klasickú nefrontálnu cyklónu. Tropická cyklóna prechádza rôznymi štádiami vývoja a od ktorých závisí i stupeň jeho sledovania a pomenovania :

- Tropická porucha – sleduje sa;
- Tropická tlaková níz – dostáva svoje poradové číslo v roku;
 - vietor do 20-33 KT (13,5 m/s, 48 km/h);
- Tropická búrka – dostáva svoje meno;
 - vietor nad 34-63 KT (18,3 m/s, 66 km/h);
- Tropická cyklóna (hurikán, tajfún, cyklón);

- Vietor nad 64 KT (32 m/s, 119 km/h);
- V strede vyjadrené oko v priemere 5-20 NM a slabým vetrom.



Obrázok 5 Super tajfún Mangkhut 17. 09. 2018

Platí zásada , že pri vetre nad 130 kt sa tropická cyklóna klasifikuje ako super hurikán, super tajfún a meno sa tohto útvaru sa už nikdy neopakuje.

V tesnej blízkosti okolo oka hurikánu sa nachádza oblasť s vertikálne najmohutnejšou oblačnosťou s najčastejším výskytom tornád a s najsilnejším vetrom. Samotný tropický cyklón ako celok sa však pohybuje pomerne pomaly 10 – 20 km/h, čo dáva možnosť predpovedným centráм vydávať pomerne spoľahlivé predpovede ich postupu i stupňa kategórie s dostatočným predstihom na varovanie dotknutých pobrežných oblastí, ktoré sú zvyčajne husto osídlené. Najničivejším efektom pritom paradoxne nie je samotný silný vietor, no vzdutie hladiny mora, ktoré spôsobuje rozsiahle záplavy a vyžaduje si najviac obetí na ľudských životoch. V prípade legendárneho hurikánu Katrina v auguste 2005 dosiahlo vzdutie hladiny mora výšku 9 až 12 metrov. Odhadované škody dosiahli 125 miliárd dolárov a odhaduje sa, že na následky hurikánu Katrina zomrelo 1245 až 1836 ľudí. Navyše boli slanou vodou zatopené zdroje pitnej vody a do oceánu sa dostalo množstvo ropných produktov.

Kontrolné otázky a úlohy overujúce pochopenie témy:

- Aké základné tlakové útvary poznáme?
- Definujte pojem tlaková výš.
- Vysvetlite typické vertikálne prúdenie v rámci tlakovej výše.
- Aké sú rozdiely v typickom počasí v anticyklónach medzi letným a zimným obdobím?
- Aké sú hlavné príčiny vzniku anticyklón?
- Definujte pojem cyklóna.
- Vysvetlite charakter vertikálnych pohybov vzduchu v rámci tlakovej níše.
- Aké sú rozdiely v typickom počasí vo frontálnej cyklóne medzi letným a zimným obdobím?
- Kde sa najviac uplatňujú termické príčiny vzniku tlakových níží?
- Ktoré semipermanentné tlakové níše sa vyskytujú na severnej pologuli?
- Čo je to oklúzia a aký typ oklúzných frontov je najčastejší?
- Vysvetlite rozdiel medzi tlakovou nížou a brázdou nízkeho tlaku vzduchu
- Voľne charakterizujte tropické cyklóny.