

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta životního prostředí

**Katedra vodního hospodářství a environmentálního
modelování**



Bakalářská práce

**Situace s výraznými prostorovými rozdíly teploty
vzduchu na území ČR**

Marek Uhlíř

© 2019 ČZU v Praze

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Marek Uhlíř

Vodní hospodářství

Název práce

Situace s výraznými prostorovými rozdíly teploty vzduchu na území ČR

Název anglicky

Situations with large spatial differences in air temperature over the Czech Republic

Cíle práce

V souvislosti s přechody atmosférických front, výskytem nízké oblačnosti, teplotními inverzemi apod. často dochází k situacím, kdy se teplota vzduchu prostorově výrazně liší i na geograficky malém území velikosti ČR. V mnoha analýzách se přitom zjednodušeně předpokládá, že prostorové rozdíly denní teploty vzduchu na našem území jsou poměrně malé (s výjimkou vlivu nadmořské výšky) a lze je zanedbat. Cílem práce je zpracovat výskyt těchto situací v posledních desetiletích, charakterizovat je podle synoptických a dalších příčin, a diskutovat možný vliv chyb souvisejících s výše uvedeným zjednodušujícím předpokladem v jednotlivých ročních obdobích.

Metodika

S využitím interpolovaných teplotních dat do pravidelné sítě pokrývající území ČR budou analyzovány situace s výraznými prostorovými rozdíly teploty vzduchu. Teplotní pole budou pro vybrané případy vizualizovány pomocí GIS. K charakterizaci typů těchto událostí budou využity synoptické mapy.

Doporučený rozsah práce

40 s.

Klíčová slova

teplota vzduchu, synoptická situace, atmosférické fronty, vzduchové hmoty

Doporučené zdroje informací

BEDNÁŘ, J. *Meteorologie*. Praha: Portál, 2003. ISBN 80-7178-653-5.

BEDNÁŘ, J. – UNIVERZITA KARLOVA, – KOPÁČEK, J. *Jak vzniká počasí*. Praha: Karolinum, 2005. ISBN 80-246-1002-7.

Cornes, R., G. van der Schrier, E.J.M. van den Besselaar, and P.D. Jones (2018), An Ensemble Version of the E-OBS Temperature and Precipitation Datasets, *J. Geophys. Res. Atmos.*, 123. doi:10.1029/2017JD028200

Haylock, M.R., N. Hofstra, A.M.G. Klein Tank, E.J. Klok, P.D. Jones, and M. New (2008), A European daily high-resolution gridded dataset of surface temperature and precipitation, *J. Geophys. Res.*, 113, D20119, doi:10.1029/2008JD10201.

Předběžný termín obhajoby

2018/19 LS – FŽP

Vedoucí práce

doc. RNDr. Jan Kyselý, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování

Elektronicky schváleno dne 18. 3. 2019

doc. Ing. Martin Hanel, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 19. 3. 2019

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 25. 04. 2019

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Situace s výraznými prostorovými rozdíly teploty vzduchu na území ČR" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů 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 25.4.2019

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval doc. RNDr. Janu Kyselému, Ph.D. za vedení bakalářské práce a za cenné rady při jejím zpracovávání.

Situace s výraznými prostorovými rozdíly teploty vzduchu na území ČR

Abstrakt

Tato práce se zabývá problematikou velkých prostorových rozdílů teploty vzduchu na relativně malém území (České republiky). Práce je zaměřená na zpracování denních dat v pravidelné síti uzlových bodů, za období od 1. ledna 1950 do 31. prosince 2017. Data jsou zpracována v programu Microsoft Excel a Microsoft Access, po zpracování byla dále data vizualizována pomocí programu ArcMap, kde z jednotlivých denních situací byly vytvořeny mapy, které nám ukazují aktuální rozložení teplotních odchylek na sledovaném území. Tyto mapy nám ukazují i o jakou situaci se jedná, jestli je to jev spojený s přechodem fronty a vpádem vzduchové hmoty o výrazně jiné teplotě, nebo jestli se jedná o inverzi, to znamená, že vzduch má výrazně jinou teplotní odchylku v různých nadmořských výškách. Součástí práce je rešeršní část, kde popisují různé jevy, které jsou spojeny s teplotou vzduchu a s tím, co teplotu vzduchu ovlivňuje.

Klíčová slova:

teplota vzduchu, synoptická situace, atmosférické fronty, vzduchové hmoty, inverze, teplotní rozdíly, vizualizace dat, teplotní mapy

Situations with large spatial differences in air temperature over the Czech Republic

Abstract

This thesis deals with the issue of large spatial differences in air temperature in a relatively small area (the territory of the Czech Republic). The work is focused on processing of daily data in a regular grid, covering the period from January 1, 1950 to December 31, 2017. Data were processed in Microsoft Excel and Microsoft Access, and after data processing the results were visualized using the ArcMap program, in which maps have been created showing the temperature distribution in the studied area. These maps also reveal the type of situation, whether it is a phenomenon associated with the transition of the atmospheric front and the invasion of air mass of a significantly different temperature, or if it is an inversion, that is, the air has significantly different temperature anomalies at different altitudes. Part of the work is an overview section, in which I describe various phenomena that are connected with the air temperature and influence it.

Keywords: air temperature, synoptic situation, atmospheric fronts, air masses, inversions, temperature differences, data visualization, temperature maps

Obsah

1 Úvod.....	13
2 Cíl práce a metodika	14
2.1 Cíl práce	14
2.2 Metodika	14
3 Teoretická východiska	15
3.1 Teplota vzduchu	15
3.1.1 Teplota jako fyzikální veličina	15
3.1.2 Teplota vzduchu.....	15
3.1.3 Staniční měření	16
3.1.4 Přístroje na měření teploty	16
3.1.4.1 Kapalinové.....	16
3.1.4.2 Elektrické.....	16
3.1.4.3 Deformační	16
3.1.4.4 Teploměry na meteorologických stanicích.....	16
3.1.4.5 Termograf	18
3.1.5 Tepelná bilance zemského povrchu	18
3.1.6 Radiační bilance zemského povrchu.....	18
3.1.7 Sluneční záření.....	19
3.1.8 Insolace	19
3.1.9 Denní chod teplot v mírných zeměpisných šířkách	20
3.1.10 Roční chod	20
3.1.11 Faktory ovlivňující amplitudu teplot v mírných šířkách	20
3.1.12 Klimatické měření.....	21
3.1.13 Změna teploty vzduchu v troposféře s rostoucí nadmořskou výškou.....	21
3.1.14 Teplotní inverze	21
3.1.15 Přízemní inverze teploty vzduchu.....	22
3.1.16 Advekční inverze	22
3.1.17 Výšková inverze	22
3.1.18 Frontální teplotní inverze.....	23
3.1.19 Subsidenční inverze	23
3.1.20 Závislost teploty na atmosférické cirkulaci	23
3.1.21 Extrémní teploty vzduchu	23
3.1.22 Severoatlantická oscilace	23
3.1.23 Teplotní rekordy	24
3.1.24 Mezidenní rozdíly teplot	24

3.2	Vzduchové hmoty.....	24
3.2.1	Klasifikace vzduchových hmot.....	25
3.2.2	Termodynamická klasifikace vzduchových hmot.....	25
3.2.2.1	Teplá vzduchová hmota.....	25
3.2.2.2	Studená vzduchová hmota.....	25
3.2.2.3	Místní vzduchová hmota.....	25
3.2.2.4	Stabilní vzduchová hmota.....	25
3.2.2.5	Instabilní vzduchová hmota.....	26
3.2.2.6	Indiferentní vzduchová hmota.....	26
3.2.3	Geografické rozdělení vzduchových hmot.....	26
3.2.4	Advekce.....	26
3.2.5	Atmosférické fronty.....	27
3.2.6	Tvorba atmosférické fronty.....	28
3.2.6.1	Teplá fronta.....	29
3.2.6.2	Studená fronta.....	30
3.2.6.3	Okluzní fronta.....	30
3.2.6.4	Anafronta.....	32
3.2.6.5	Katafronta.....	32
3.2.7	Počasí spojené s přechodem fronty.....	32
3.2.8	Tlakové útvary.....	32
3.2.8.1	Cyklony.....	33
3.2.8.2	Anticyklony.....	36
3.2.9	Tlak vzduchu.....	38
3.2.9.1	Normální tlak.....	39
3.2.9.2	Změna tlaku s výškou.....	39
3.2.9.3	Změna hustoty vzduchu s výškou.....	39
3.2.10	Tlakové změny v průběhu času.....	40
3.2.11	Denní chod.....	40
3.2.12	Roční chod.....	40
4	Data.....	41
5	Vlastní práce.....	42
6	Výsledky.....	43
6.1	Inverzní situace.....	45
6.2	Situace ovlivněné advekcí studeného vzduchu na sledované území.....	49
6.3	Možné chyby v datech.....	54

7 Diskuze	55
7.1 Inverzní situace, synoptické mapy	56
7.2 Advekce studeného vzduchu a frontální přechody, synoptické mapy	59
7.3 Silvestr 1978.....	59
8 Závěr.....	61
9 Seznam použitých zdrojů	62

Seznam obrázků

Obrázek 1 - maximální teploměr (Kobzová, 1998)	17
Obrázek 2 - minimální teploměr (Kobzová, 1998).....	17
Obrázek 3 - termograf (Kobzová, 1998).....	18
Obrázek 4 - přízemní a výšková inverze (Kobzová, 1998)	22
Obrázek 5 - symboly atmosférických front (Bednář, 2003)	28
Obrázek 6 - řez teplou frontou (Bednář, 2003).....	29
Obrázek 7 - řez studenou frontou (Bednář, 2003)	30
Obrázek 8 - okluzní fronta a) (Bednář, 2003).....	31
Obrázek 9 - okluzní fronta c) (Bednář, 2003).....	31
Obrázek 10 - okluzní fronta c) (Bednář, 2003).....	31
Obrázek 11 - okluzní fronta d) (Bednář, 2003)	32
Obrázek 12 - schéma proudění v tlakové níži (Bednář, 2003)	33
Obrázek 13 - výchozí frontální rozhraní (Bednář, 2003).....	34
Obrázek 14 - stádium frontální vlny (Bednář, 2003).....	34
Obrázek 15 - stádium mladé cyklony (Bednář, 2003)	35
Obrázek 16 - stádium okludované cyklony (Bednář, 2003)	36
Obrázek 17 - schéma proudění v tlakové výši (Bednář, 2003).....	37
Obrázek 18 - anticyklonální vlna (Bednář, 2003).....	37
Obrázek 19 - situace dne 11. 1. 1971 – teplotní inverze.....	45
Obrázek 20 - situace dne 15. 1. 1982 - teplotní inverze	46
Obrázek 21 - situace dne 16. 1. 1982 – teplotní inverze.....	46
Obrázek 22 - situace dne 17. 1. 1982 – teplotní inverze.....	47
Obrázek 23 - situace dne 2. 2. 1993 – teplotní inverze.....	48
Obrázek 24 - situace dne 29. 2. 1966 - vpád studeného vzduchu.....	49
Obrázek 25 - situace dne 30. 12. 1978 – před vpádem studeného vzduchu	50

Obrázek 26 - situace dne 31. 12. 1978 - vpád studeného vzduchu	50
Obrázek 27 - situace dne 24.12.2002 - vpád studeného vzduchu	52
Obrázek 28 - situace dne 25. 12. 2002 - vpád studeného vzduchu	52
Obrázek 29 - situace dne 30. 1. 1950	54
Obrázek 30 - synoptická mapa dne 11. 1. 1971. Zdroj: wetterzentrale.de.....	55
Obrázek 31 - synoptická mapa dne 17. 1. 1982. Zdroj: wetterzentrale.de.....	55
Obrázek 32 - synoptická mapa dne 2. 2. 1993. Zdroj: wetterzentrale.de.....	56
Obrázek 33 - synoptická mapa dne 9. 2. 1966. Zdroj: wetterzentrale.de.....	57
Obrázek 34 - synoptická mapa zde 31. 12. 1978. Zdroj: wetterzentrale.de.....	58
Obrázek 35 - synoptická situace dne 25. 12. 2002. Zdroj: wetterzentrale.de	58

1 Úvod

V této bakalářské práci se zabývám situacemi, kdy na našem území jsou velké rozdíly teploty vzduchu. Tyto situace jsou velmi zajímavé a stojí za to zjistit, jak často se tento děj opakuje, a co ho způsobuje. Vycházím z události, která byla v minulosti velice výrazná, nastala 31. prosince 1978. V tento den během velmi krátké doby teplota klesla místy i o několik desítek stupňů. Tento jev je známý svou extrémností, ale také proto, že se stal právě na Silvestra, a proto se tak hluboce zapsal do paměti. Z dat, která mám k dispozici, vyhledávám dny, které mají velký prostorový rozdíl teploty na území ČR, a zjišťuji, čím byl tento jev způsobený. Výstupem jsou jednotlivé mapy, na kterých je zachycena teplotní situace daného dne. Součástí práce je i rešeršní část, kde přibližuji problematiku jevů, které ovlivňují teplotu vzduchu, jak teplotu měříme, čím teplotu měříme a další informace spojené s teplotou. Zpracovávání dat je výpočetně náročné, vzhledem k tomu, kolik hodnot mám k dispozici, a tak používám výpočetní programy Microsoft Excel a Microsoft Access. Jednotlivé situace nadále zpracovávám v programu ArcMap, ve kterém se data vizualizují do podoby map, které zachycují aktuální rozložení teplot na zájmovém území.

2 Cíl práce a metodika

2.1 Cíl práce

V souvislosti s přechody atmosférických front, výskytem nízké oblačnosti, teplotními inverzemi apod. často dochází k situacím, kdy se teplota vzduchu prostorově výrazně liší i na geograficky malém území velikosti ČR. V mnoha analýzách se přitom zjednodušeně předpokládá, že prostorové rozdíly denní teploty vzduchu na našem území jsou poměrně malé (s výjimkou vlivu nadmořské výšky) a lze je zanedbat. Cílem práce je zpracovat výskyt těchto situací v posledních desetiletích, charakterizovat je podle synoptických a dalších příčin, a diskutovat možný vliv chyb souvisejících s výše uvedeným zjednodušujícím předpokladem v jednotlivých ročních obdobích.

2.2 Metodika

S využitím interpolovaných teplotních dat do pravidelné sítě pokrývající území ČR budou analyzovány situace s výraznými prostorovými rozdíly teploty vzduchu. Teplotní pole budou pro vybrané případy vizualizována pomocí GIS. K charakterizaci typů těchto událostí budou využity synoptické mapy.

3 Teoretická východiska

3.1 Teplota vzduchu

3.1.1 Teplota jako fyzikální veličina

Teplota je základní fyzikální veličina, je to skalární veličina, která je vhodná k popisu stavu ustálených systémů. Teplota vyjadřuje kinetickou energii částic látky. Jednotky teploty vyjadřujeme podle několika stupnic. My se nejčastěji setkáváme s Celsiovou stupnicí, jako jednotku uvádíme stupeň Celsia $^{\circ}\text{C}$, Avšak v jednotkové soustavě SI se používá Kelvinova stupnice, jako jednotku uvádíme Kelvin K. Pro doplnění, můžeme zahrnout ještě stupnici Fahrenheitovu, jako jednotku uvádíme stupeň Fahrenheita $^{\circ}\text{F}$. Přepočítání mezi stupněm Celsia $^{\circ}\text{C}$ a Kelvinem je:

- $1\text{ }^{\circ}\text{C} = 1\text{ K}$

Přepočítání Stupňů Celsia na Kelviny je:

- $0\text{ }^{\circ}\text{C} = 273,16\text{ K}$

Přepočítání Stupňů Celsia na Stupně Fahrenheita je:

- $0\text{ }^{\circ}\text{C} = 32\text{ }^{\circ}\text{F}$
- $100\text{ }^{\circ}\text{C} = 212\text{ }^{\circ}\text{F}$

$0\text{ }^{\circ}\text{C}$ odpovídá $273,16\text{ K}$

3.1.2 Teplota vzduchu

Teplota vzduchu je základní prvek v meteorologii, který udává tepelný stav atmosféry. Patří mezi základní prvky, které měříme. Teplotu měříme zejména ve výšce 2 metrů nad povrchem země, je to z důvodů zmenšení ovlivnění teploty povrchem. Dále také měříme přízemní teplotu ve výšce 5 cm nad povrchem. Teplotu měříme pomocí teploměrů. Průměr z průměrných teplot na Zemi je 15°C . Průměr z průměrných ročních teplot v České republice je $7,8\text{ }^{\circ}\text{C}$. (Chomov, 1968)

Pokud bychom srovnali teplotu vzduchu s teplotou vody nebo půdy, bude teplota vzduchu mnohem složitější a proměnlivější jak z hlediska horizontálního tak i vertikálního. Má to za důsledek, že atmosféra má mnohem menší měrné teplo a malou tepelnou vodivost. Dalším aspektem je to, že se neustále vzduchové hmoty pohybují, to má za následek to, že se teplota vzduchu pořád mění. Měření teploty vzduchu patří mezi základní měření, které provádí meteorologické stanice. Slunce více než vzduch samotný ohřívá povrch země a od

něho se následně ohřívá vzduch. Povrch část slunečního záření odrazí zpět do atmosféry a část pohltí. (Klabzuba,2015)

3.1.3 Staniční měření

Při staničních měřeních se teplota vzduchu měří v několika místech, základně se měří ve dvou metrech nad zemí. Dále měříme přízemní teplotu v 0,05 m nad zemí. Rozlišujeme denní a roční chod teplot. Denní chod nám znázorňuje změny teploty za 24 hodin. Roční chod znázorňuje změnu teplot po celý rok.

3.1.4 Přístroje na měření teploty

Nerozšířenějším přístrojem na měření teploty je teploměr. Typy teploměru:

3.1.4.1 Kapalinové

Fungují na principu tepelné roztažnosti. Jako kapaliny se nejčastěji používají rtuť a líh. Jsou v uzavřené, většinou skleněné baňce spojené s kapilárou, do které je kapalina tlačena díky tepelné roztažnosti. Díky stupnici, která je součástí teploměru, určíme teplotu odečtením z přístroje. (Kobzová, 1998)

3.1.4.2 Elektrické

Elektrické teploměry mají tepelná čidla, nejčastěji se používají odporové teploměry. Ty využívají změny odporu kovu při změně teploty. Čím je teplota kovu vyšší, tím větší je i odpor. (Kobzová, 1998)

3.1.4.3 Deformační

Využívají deformace materiálu při změně teploty. Většinou se používá pásek ze dvou různých kovů (bimetal) zatočený do spirály. (Kobzová, 1998)

3.1.4.4 Teploměry na meteorologických stanicích

Na všech meteorologických stanicích nalezneme většinou přesný rtuťový teploměr, který má rozsah stupnice od -35 °C do 45 °C. Stupnice je rozdělena po pětinach stupně, desetiny stupně se jen odhadují. Pokud chceme měřit maximální nebo minimální teplotu za určité období, například za den, použijeme takzvaný maximální teploměr. (Kobzová, 1998)

3.1.4.4.1 Maximální teploměr

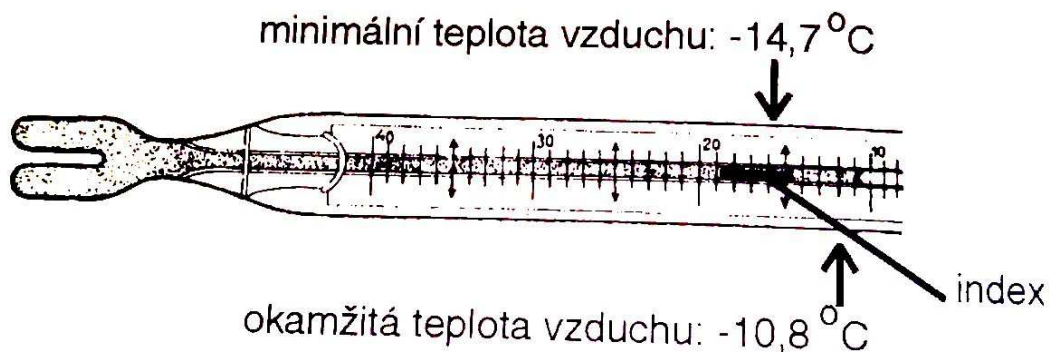
Funguje podobně jako teploměr lékařský a to tak, že na konci má baňku se rtuť. Z ní vede tenká kapilára, rtuť proudí jen jedním směrem, a kam rtuť vystoupá, tak taková byla nejvyšší teplota za dané období. Pokud chceme měřit znovu, musíme rtuť sklepat zase zpět do baňky. (Kobzová, 1998)



Obrázek 1 - maximální teploměr (Kobzová, 1998)

3.1.4.4.2 Minimální teploměr

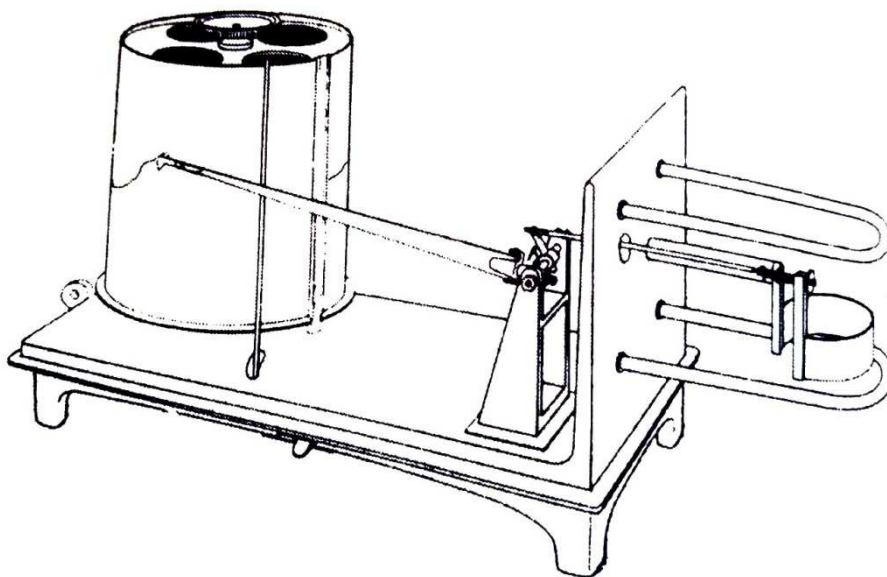
Pro měření nejnižší teploty používáme nejčastěji teploměr lihový. Doplněný o skleněnou barevnou tyčinku. Tyčinka je při poklesu teploty stahována povrchovým napětím směrem k nádobce, zpět líh obtéká tyčinku a tyčinka se nepohybuje. Při dalším měření musíme tyčinku posunout na konec tím, že teploměr nakloníme. (Kobzová, 1998)



Obrázek 2 - minimální teploměr (Kobzová, 1998)

3.1.4.5 Termograf

Pokud chceme měřit teplotu nepřetržitě, tak je nejvhodnější použít termograf. Ten funguje na principu deformačního čidla (bimetal). Tím, jak se mění teplota, se vychyluje ručička, která tento pohyb přenáší perem na papírovou pásku, která je namotána na válci, kterým otáčejí hodiny. (Kobzová, 1998)



Obrázek 3 - termograf (Kobzová, 1998)

3.1.5 Tepelná bilance zemského povrchu

Zde hraje hlavní roli, kolik tepla povrch přijme, nebo vydá za určitý čas na určitou jednotku plochy. Ve dne povrch Země teplo přijímá, v noci pak vyzařuje.

3.1.6 Radiační bilance zemského povrchu

Radiační bilanci můžeme vyjádřit jako

$$RB = S(1-A) - E^*$$

S = sluneční záření

A = albedo

E* = efektivní vyzařování

Během dne většinou převažuje sluneční záření a to znamená, že radiační bilance bude kladná, ale naopak v noci, když není přítomno sluneční záření, tak je radiační bilance většinou v záporných hodnotách. Může nastat také situace, kdy během dne radiační bilance zemského povrchu nabývá záporných hodnot, například ve večerních hodinách. Teplo získávané při kladné radiační bilanci můžeme rozdělit na tři druhy:

- Zjevné teplo: teplo přenášené turbulentním prouděním od zemského povrchu směrem vzhůru.
- Latentní teplo: teplo, které je spotřebované při vypařování vody (z vodní hladiny, půdy, vegetace)
- Akumulované teplo: teplo odváděné do větších hloubek země, nebo teplo, které je akumulované například v budovách. (Bednář, 2003)

3.1.7 Sluneční záření

Sluneční záření je primární a hlavní zdroj energie pro všechny atmosférické procesy. Slunce vyzařuje energii k zemi v různých vlnových délkách. Rozdělíme je na ultrafialové, viditelné a infračervené. Sluneční záření můžeme rozdělit na přímé záření, které má téměř rovnoběžné paprsky a na záření rozptýlené, které se rozptyluje na kapičkách vody, molekulách plynů a na ledových krystalcích. Také na částicích prachu a aerosolu, které se vyskytují v atmosféře. Rozptýlené sluneční záření nám způsobuje to, že vidíme oblohu. Kdyby se záření nerozptylovalo, byl by vidět jen sluneční disk a hvězdy a obloha by i přes den byla černá. (Bednář, 2003)

3.1.8 Insolace

Insolace je množství přímého slunečního záření dopadající za jednotku času na jednotku plochy zemského povrchu. Atmosféra země se nejvíce ohřívá odrazem tepla od povrchu Země. Zemský povrch je různorodý, a tak má různou odrazivost. Intenzita se dá definovat jako jednotka energie, která dopadne na jednotku plochy za jednotku času. Intenzita je téměř vždy větší než insolace, protože nejvíce energie dopadne na kolmou plochu. Situace, kdy je povrch kolmý ke Slunci nastává jen tehdy, pokud je Slunce v nadhlavníku, a to mezi obratníky Raka a Kozoroha. Tehdy je intenzita rovná insolaci. (Kopáček, a další, 2005)

3.1.9 Denní chod teplot v mírných zeměpisných šířkách

Minimum nastává těsně než vyjde Slunce, a to proto, že celou noc povrch země chladnul. Jakmile vyjde Slunce, tak se začne opět ohřívat povrch, proto minimum nastává těsně před východem Slunce. Maximum nastává kolem 14 hodiny, a to proto, že atmosféra se nejvíce ohřívá od povrchu, což chvíli trvá. Denní rozdíl teplot je menší než denní rozdíl teplot Země. Ohřívání nebo ochlazování vzduchu probíhá od spodu nahoru. Velikost denní amplitudy (rozdílu) je závislá na několika faktorech. Zaprvé, oblačnost ovlivňuje teplotu tak, že pokud je zataženo, je rozdíl teplot menší, než když je jasno. Roční období, nám ovlivňuje teplotu hlavně v mírných šířkách jako je Česká republika. Pro Evropu platí, že vzdálenost od pobřeží (kontinentalita) nám také výrazně ovlivňuje amplitudu. Většinou platí, čím větší vzdálenost od moře, tím větší teplotní rozdíly nastávají. Také tvar reliéfu ovlivňuje amplitudu, největší amplitudu mají vhloubené tvary reliéfu, naopak vypouklé mají menší amplitudu. Vegetace díky transpiraci ovlivňuje ohřev země, proto se holé povrchy více oteplují. Dále také s rostoucí výškou se snižuje rozdíl teplot. (Klabzuba, 2015)

3.1.10 Roční chod

Teploty hlavně závisí na režimu výměny vzduchových hmot, poloze (zeměpisné šířce) a kontinentalitě. Roční chod teplot se vyznačuje zejména jedním minimem a jedním maximem. Česká republika se nachází v mírném pásu. Maximum se projevuje v červenci a naopak minimum v lednu. Ve vyšších nadmořských výškách nastává maximum později, a to díky pomalejšímu ohřevu povrchu (maximum v srpnu, minimum v únoru). Amplitudy nad pevninou v přímořských oblastech kolísají mezi 10–15 °C, v centru kontinentu až o 60 °C (Reinhart, 1970)

3.1.11 Faktory ovlivňující amplitudu teplot v mírných šířkách

S rostoucí zeměpisnou šířkou se denní rozdíl zmenšuje.

Pokud se nám zvyšuje nadmořská výška, denní rozdíl teplot se zmenšuje.

Ve vrcholových částech země se denní rozdíl teplot se zmenšuje.

V údolních pasážích se rozdíl teplot zvětšuje.

Nad mořem a nad oceány se teploty vzduchové hmoty moc nemění, protože teplota vody se během dne mění jen málo díky velké tepelné kapacitě.

3.1.12 Klimatické měření

Teplota na meteorologických stanicích se měří třikrát denně v 7:00, 14:00, 21:00 místního pásmového času. Z těchto hodnot se pak určuje průměrná denní teplota vzduchu. Vzorec pro výpočet průměrné denní teploty:

- $(T_7+T_{14}+2T_{21})/4$

Minimální a maximální denní teplota se měří v časovém úseku od 21:00 do 21:00 následujícího dne, zároveň se určují hodnoty za časový úsek od 21:00 do 7:00.

(Jůza, 2011)

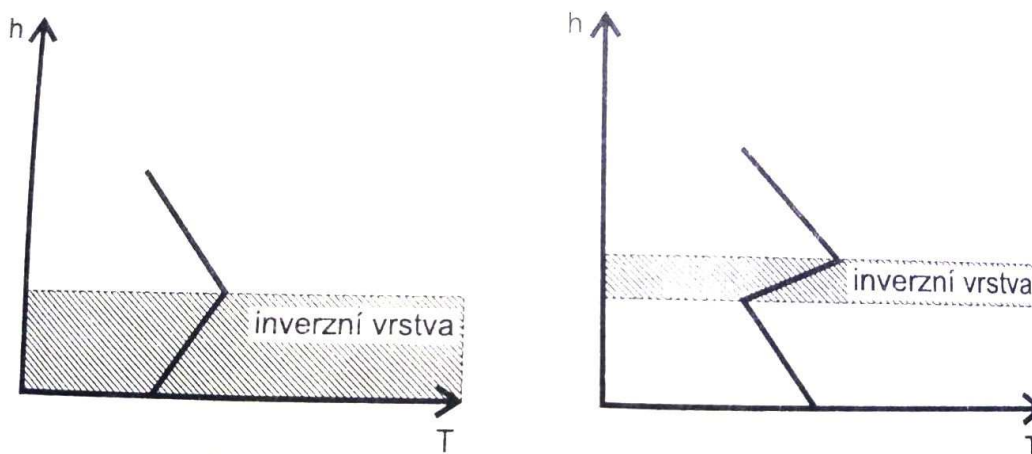
3.1.13 Změna teploty vzduchu v troposféře s rostoucí nadmořskou výškou

Znak, který je pro nejnižší vrstvu atmosféry (troposféru) charakteristický je, že s rostoucí nadmořskou výškou klesá teplota na 100 metrů přibližně o 0,65 °C. Avšak skutečná teplota se může lišit od této průměrné hodnoty, protože se zde velmi často atmosféra promíchává díky nerovnoměrnému zahřívání povrchu. Teplý vzduch stoupá vzhůru, studený klesá dolů a tím se vzduch promíchává. Vertikální teplotní gradient nám udává změnu teploty na 100 metrů výšky. Pokud teplota s výškou klesá, považujeme ho za kladný. Může ale také nastat situace, kdy se teplota s výškou nebude měnit, v tom případě bude vertikální teplotní gradient rovný nule a tento stav nazýváme Izotermie. Pokud teplota s výškou začne růst, hovoříme o takzvané inverzi.

Stabilní teplotní zvrstvení je jev, ve kterém jsou brzděny vzestupné a sestupné proudy vzduchu. Tím je utlumeno promíchávání atmosféry. Nejstabilnějším jevem zvrstvení je teplotní inverze. (Kobzová, 1998)

3.1.14 Teplotní inverze

Teplotní inverze je jev, který nastává většinou v zimním období. Je charakteristický jasným a teplejším počasím ve vyšších polohách. Je to stav, kdy teplota s výškou roste. Typické pro inverzi jsou pohledy z vyšších částí hor, kde je slunečno a jasno, do údolí, kam hledíme na oblačnost. V inverzní vrstvě se tvoří mlhy a je snížena viditelnost. Kolem velkých měst nastává takzvaná smogová situace, která je zdraví škodlivá. Rozlišujeme dva typy inverzí podle výšky inverzní vrstvy nad zemí. Je to inverze přízemní a výšková. (Braniš, a další, 2009)



Obrázek 4 - přízemní a výšková inverze (Kobzová, 1998)

3.1.15 Přízemní inverze teploty vzduchu

Vytváří se přímo od zemského povrchu a končí v místě, kde teplota už neroste. Tento typ inverze vzniká tak, že povrch vyzařuje elektromagnetickou radiaci, spotřebuje energii a začne se ochlazovat. To znamená, že vyzařováním zemského povrchu (radiací), zemský povrch chladne a ztrácí tepelnou energii. (Braniš, a další, 2009)

3.1.16 Advekční inverze

Vzniká, pokud nad chladnější území proučí teplý vzduch, který se od povrchu ochlazuje. Většinou se tento děj odehrává v zimním období, když proudí teplý vzduch od oceánu na prochladlou pevninu. Můžeme se také setkat s takzvanou sněhovou inverzí, ta nastává, pokud teplý vzduch se dostane nad sněhem pokryté území. (Braniš, a další, 2009)

3.1.17 Výšková inverze

Dolní hranice začíná výš nad povrchem a končí stejně, jako přízemní inverze v místě, kde už teplota neroste. Pokud je přítomna oblačnost nebo vodní pára, které vyzařují infračervené elektromagnetické záření, dochází k radiačnímu ochlazení části atmosféry a vzniká teplotní inverze. (Braniš, a další, 2009)

3.1.18 Frontální teplotní inverze

Tento typ inverze doprovází frontální rozhraní. Frontální inverze se nachází na atmosférické frontě, kde vytváří přechodní vrstvu mezi různými vzduchovými hmotami lišící se teplotou. Nejčastěji se vyskytují na teplých frontách, kdy teplejší vzduch stoupá po klínu chladnějšího vzduchu. Ale vyskytují se i se studenou frontou. (Braniš, a další, 2009)

3.1.19 Subsidenční inverze

Tento druh inverze vzniká sesedáním stabilní vzduchové hmoty v oblasti vyššího tlaku vzduchu. Většinou se jedná o výškovou inverzi, ale někdy klesají až k zemi, kde však nemají dlouhého trvání a zanikají velmi rychle. (Braniš, a další, 2009)

3.1.20 Závislost teploty na atmosférické cirkulaci

Horizontální přenos tepla se nazývá advekce. Máme dva typy advekce, advekci teplou, která nám způsobuje oteplování a advekci studenou, která nám způsobuje ochlazování. (Viz kapitola 3.2.4)

3.1.21 Extrémní teploty vzduchu

Pokud se v meteorologii budeme zabývat extrémními hodnotami, budeme řešit maximum, tedy nejvyšší naměřenou teplotu a minimum, nejnižší naměřenou teplotu. Rozdíl mezi těmito dvěma hodnotami se pak nazývá amplituda neboli rozdíl teplot vzduchu. Extrémní hodnoty zaznamenané jako nejvyšší nebo nejnižší za celou dobu měření pak nazýváme jako absolutní extrémy. Dále pak se pak můžeme setkat s pojmy jako průměrné maximum nebo průměrné minimum. Tyto hodnoty se pak vypočítávají jako průměr extrémů, například v každém měsíci po celý rok a podobně. (Kobzová, 1998)

3.1.22 Severoatlantická oscilace

Českou republiku ovlivňuje Severoatlantická oscilace (North Atlantic Oscillation). Vzniká změnami taku vzduchu v Atlantickém oceánu a má velký vliv na podnebí v Evropě. Severoatlantická oscilace je ovlivňována tlakovými útvary Islandskou tlakovou níží a Azorskou tlakovou výší.

3.1.23 Teplotní rekordy

Nejvyšší naměřená teplota vzduchu je 57,8 °C a to na meteorologické stanici San Louis Potosi v Novém Mexiku (ve výšce 1921 m. n. m.) 13. září 1922.

Nejnižší naměřená teplota vzduchu je -89,2 °C a to na meteorologické stanici Vostok (ve výšce 3488 m.n.m.) 21. července 1983

Nejvyšší naměřená teplota v České republice je 40,4 °C a to v Dobřichovicích, (ve výšce 205 m.n.m.)(20. srpna 2012)

Nejnižší naměřená teplota v České republice je -42,2 °C a to v Litvínovicích, (ve výšce 391 m.n.m.) 11. února 1929

Absolutní Amplituda na zemi tvoří rozdíl teploty 147 °C

Absolutní Amplituda v České republice tvoří rozdíl teploty 82.6 °C

3.1.24 Mezdenní rozdíly teplot

„Mezdenní teplotní rozdíl, neboli interdiurní proměnlivost meteorologického prvku, která se počítá ode dne ke dni. Počítá se nejčastěji z denních průměrů meteorologického prvku nebo z jeho hodnot zjištěných v termínech pozorování.“ (Česká meteorologická společnost, 2017)

Mezdenní rozdíly teploty v České republice vznikají několika způsoby, nejčastěji pak přechodem fronty, a cyklonální činností, zejména při přítomnosti výškové frontální zóny.

„Změny počasí během dne v krátkých časových intervalech (minuty, hodiny), kdy se střídá velká oblačnost s přeháňkami, popř. bouřkami s vyjasňováním a slunečním svitem. V oblasti ČR se proměnlivost počasí vyskytuje zvláště v jarním období v týlu cyklon při převážně sz. proudění chladného vzduchu, kdy se hovoří o tzv. aprílovém počasí.“ (Česká meteorologická společnost, 2017)

3.2 Vzduchové hmoty

Když se na několika meteorologických stanicích v určité části země, naměří stejné nebo podobné vlastnosti vzduchu, oblačnost, teplota, tlak, dohlednost a vlhkost, hovoříme zde to takzvané vzduchové hmotě, to znamená, že zde vzduch má stejné fyzikální vlastnosti. (Kobzová, 1998)

„Vzduchové hmoty jsou rozsáhlé objemy vzduchu v troposféře, jejichž horizontální lineární rozměry činí řádově tisíce až desetitisíce kilometrů a vertikální rozměry alespoň několik kilometrů.“ (Kobzová, 1998)

Vzduchové hmoty se pohybují v souladu s cirkulací atmosféry, od sebe je oddělují atmosférické fronty. Vlastnosti vzduchu se mění právě při přechodu těchto atmosférických front a to výrazně, protože je to přechod mezi dvěma rozdílnými vzduchovými hmotami, které mají různé vlastnosti. Vzduchové hmoty se vytváří nad stejnorodým povrchem, zejména nad oceány, nebo nad stejnorodým povrchem, (pouště, ledové a sněhové pustiny). (Kobzová, 1998)

3.2.1 Klasifikace vzduchových hmot

Dělíme podle termodynamických vlastností, nebo podle polohy vzniku ohnisek vzduchových hmot. Termodynamická klasifikace vzduchových hmot nám dělí vzduchové hmoty na teplé, studené a místní. (Kobzová, 1998)

3.2.2 Termodynamická klasifikace vzduchových hmot

3.2.2.1 Teplá vzduchová hmota

Pokud se z ohniska vzniku přesouvá na chladnější povrch.

3.2.2.2 Studená vzduchová hmota

Pokud se z ohniska vzniku přesouvá na teplejší povrch.

3.2.2.3 Místní vzduchová hmota

Pokud se z ohniska vzniku nepřesouvá. Rozdělení vzduchové hmoty podle vertikálního teplotního zvrstvení, dělíme vzduchové hmoty na instabilní, stabilní a indiferentní. (Kobzová, 1998)

3.2.2.4 Stabilní vzduchová hmota

Stabilní vzduchová hmota je charakteristická svým stabilním zvrstvením, minimálně ve své spodní části, zde nevznikají často výstupné proudy vzduchu, (konvekce), ale naopak velmi často zde nacházíme inverze. Pokud je přítomna dostatečná vlhkost, vznikají mlhy. Vyskytují se zde jen slabé srážky nebo typické mrholení. Stabilní vzduchová hmota

vzniká, pokud se dostane nad chladnější povrch, nebo pokud vznikne tlaková výše a tím se začne vytvářet proces sesedání, neboli takzvaná (subsidence). (Hanzlík, 1947)

3.2.2.5 Instabilní vzduchová hmota

Instabilní vzduchová hmota je typická instabilním teplotním zvrstvením, minimálně ve spodní části vzduchové hmoty. Nastává zde opačná situace než v stabilních vzduchových hmotách, zde se často vytvářejí vzestupné vzduchové proudy (konvekce). Pokud je v létě příznivá vlhkost vzduchu, tak se zde často vytváří konvektivní oblačnost, oblaky typu cumulus a cumulonimbus a vznikají bouřky. Tyto podmínky vznikají, pokud se vzduchová hmota dostane nad teplejší povrch, než je teplota vzduchu. (Hanzlík, 1947)

3.2.2.6 Indiferentní vzduchová hmota

Indiferentní vzduchová hmota je přechodná vzduchová hmota mezi stabilní a instabilní vzduchovou hmotou. (Kobzová, 1998)

3.2.3 Geografické rozdělení vzduchových hmot

Většinou dělíme na čtyři druhy vzduchových hmot. A to na Arktickou, Polární, Tropickou, Rovníkovou. Jsou pojmenovány podle oblastí, kde se nachází. Dále nesmíme opomenout rozdělení podle toho, jestli vzduchová hmota vznikla nad oceánem nebo nad pevninou. Zde dělíme na kontinentální a na oceánské. Vzduchové hmoty se mohou měnit (transformovat) z jednoho typu vzduchové hmoty na jiný typ vzduchové hmoty, a to tak, že se vzduchová hmota přesune do jiné oblasti na delší časový úsek, a tím se jí změní vlastnosti. Pokud se vzduchová hmota přesune na jiné místo, ale zachová si svoje fyzikální vlastnosti, hovoříme o takzvané relativní vzduchové transformaci vzduchové hmoty. Pokud se změní teplota a vlhkost vzduchu ve vzduchové hmotě sesedáním (subsidence), mluvíme o dynamické vzduchové transformaci vzduchové hmoty. Tento děj většinou nastává ve volné atmosféře, jen málokdy se dostane až na zemský povrch. (Kobzová, 1998)

3.2.4 Advekce

V meteorologii se setkáváme se slovem advekce, pokud hovoříme o přesunu vzduchové hmoty v horizontálním (vodorovném směru). Rozlišujeme dva typy advekce, teplou advekci a studenou advekci. Teplá advekce nastává, když se do určité lokality přesune teplá vzduchová hmota a nastává oteplení. Typický příklad teplé advekce v zimě je

přechod od sněhových srážek k dešťovým srážkám. Studená advekce nastává, když se do lokality přesune studená vzduchová hmota. Tohoto jevu si můžeme všimnout, když dešťové srážky přejdou ve sněhové srážky a nastává ochlazení. Tyto jevy jsou velice často spojeny s přechodem fronty. (Munzar, 1989)

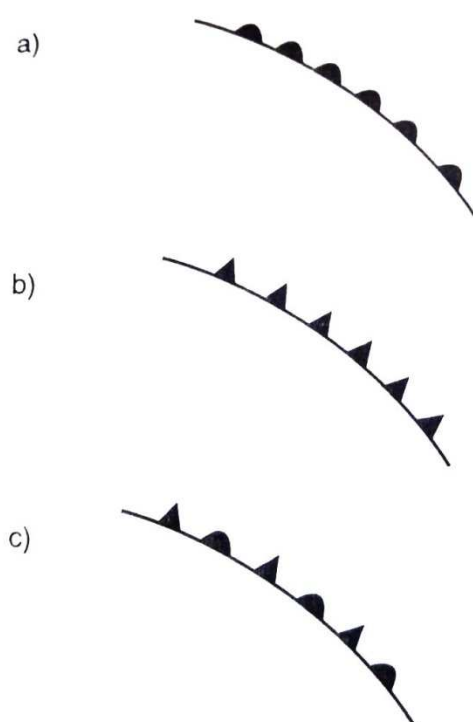
„Intenzivní příliv teplého vzduchu, podmiňující nad rozsáhlými oblastmi, rychlé a výrazné oteplení a vícedenní trvání nadnormálních teplot, se označuje jako vpád teplého vzduchu“ (Kobzová, 1998)

Pokud se budeme bavit o těchto přílivech teplého vzduchu do střední Evropy, typicky proniká teplý vzduch od jihovýchodu, jihu, ale také od jihozápadu. Když tato situace nastane v zimě, tak se utvoří vlhké sychravé počasí. V letní části roku ale nastává suché horké počasí. Tento jev je typický pro přední stranu hluboké brázd nízkého tlaku vzduchu a také pro cyklony nad západní Evropou a pro zadní stranu anticyklony nad jihovýchodní Evropou. Pokud jsou vpády teplého vzduchu od jihu, můžeme se někdy setkat dokonce s prachem z pouště (ze Sahary), který může srážky zbarvovat. Teplá vlna je termín, se kterým se můžeme setkat, pokud v určitém období jsou maximální a průměrné denní teploty delší dobu nad normálem. Horkou vlnou, nebo také obdobím vedra se označuje v mírných zeměpisných šířkách (u nás v České republice) stav, kdy maximální teploty překročí 30 °C. Naopak ochlazení nastává většinou po přechodu studené fronty a klesá teplota v určitém místě (advekční ochlazení). Toto je vyvoláno přemístěním studené vzduchové hmoty na dané místo. Přesun velmi studeného vzduchu během krátké doby nazýváme vpád studeného vzduchu. Je typický zadní stranou cyklony a brázdou nízkého tlaku. Také se s ní můžeme setkat na čelní straně Anticyklon. Tyto rychlé změny teploty způsobují často velké škody v zemědělství, můžou zničit i celou úrodu. Také ale komplikují například dopravu, těžbu a podobné činnosti. Vpády studeného vzduchu na naše území ze severnějších zeměpisných šířek, označujeme termínem studená vlna. Trvání je od několika dní až po několik týdnů. V zimě se jedná o suchý vzduch, který nám přináší mráz, nikoliv však srážky, ale v létě se jedná o vlhký vzduch. (Kobzová, 1998) (Munzar, 1989)

3.2.5 Atmosférické fronty

Oblast střetu vzduchových hmot o různých vlastnostech. Protože se tyto hmoty mezi sebou nepromíchávají, vytváří se mezi nimi takzvaná frontální plocha.

Atmosférická fronta je oblast, která se nachází mezi dvěma vzduchovými hmotami. Většinou je široká 200 až 500 kilometrů. Tuto oblast nazýváme frontální zónou. Označení fronta používáme tehdy, pokud je rozhraní mezi vzduchovými hmotami výrazné. Přejídná zóna mezi vzduchovými hmotami není čára, ale šikmá plocha, jejíž úhel sklonu je (0,5 až 1,0°). Atmosférické fronty vznikají výhradně v tlakových nížích. Délka a šířka fronty se liší řádově, většinou je několik tisíc kilometrů dlouhá a několik set kilometrů široká. Mocnost frontální vrstvy obvykle čítá několik set metrů. Rozlišujeme několik typů Atmosférických front (Roth, 1999)



Obrázek 5 - symboly atmosférických front (Bednář, 2003)

Na obrázku můžeme vidět grafické symboly atmosférických front a) teplá fronta, b) studená fronta c) okludovaná fronta (Bednář, 2003)

3.2.6 Tvorba atmosférické fronty

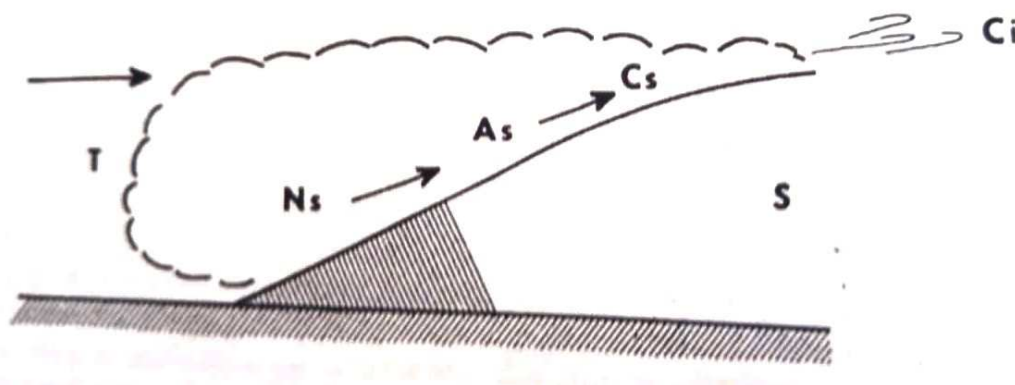
Nejprve se vytváří jemné řasy, poté se přidávají mohutné oblaky většinou od západu až severozápadu. Typické je bouřlivé proměnlivé větrné počasí. Jev je provázen poklesem teploty, ale nárůstem tlaku, následují přeháňky a nepříznivé počasí. V případě teplé fronty je vše mnohem mírnější. Oblaky se rychle mění na vrstevnatou oblačnost. Jen s malou přítomností větru nebo dokonce za bezvětří vznikají drobné srážky trvalého charakteru na

větší ploše. Tlak vzduchu klesá a vzrůstá teplota. Oblačnost pomalu mizí. Z fyzikálního hlediska se studený vzduch šíří při zemi, jelikož má při stejném tlaku menší objem a tím pádem je těžší. Teplý vzduch se drží výše, jelikož má při stejném tlaku nižší hustotu a větší objem. Co se týče původu teplého vzduchu, tak přichází od jihu, z oblasti středomoří. Zatímco studený vzduch k nám putuje ze severu, ze Sibíře. To že na naše území proudí vzduch z obou částí, zapříčiňuje velké střídání a promíchávání vzduchových hmot, střet teplého a studeného vzduchu se nazývá atmosférická fronta.

Rovnovážný stav nastane až po promíchání těchto hmot. Teplá i studená fronta jsou vázány na tlakové níže. (Roth, 1999)

3.2.6.1 Teplá fronta

Teplá fronta se nachází na rozhraní, mezi studenou a teplou vzduchovou hmotou. Pohybuje se k studenému vzduchu. Teplý vzduch vykluzuje vzhůru po klínu studeného vzduchu. Díky výstupu teplého vzduchu dochází ke kondenzaci vodní páry a vzniká oblačnost. Nejprve cirovitá oblačnost, která dále přechází k oblakům stratus a nimbostratus. Projevem blížící se teplé fronty je snížená dohlednost (kouřmo) a pokles tlaku vzduchu. Po přechodu se oblačnost se zvedá a otepluje se. (Roth, 1999)

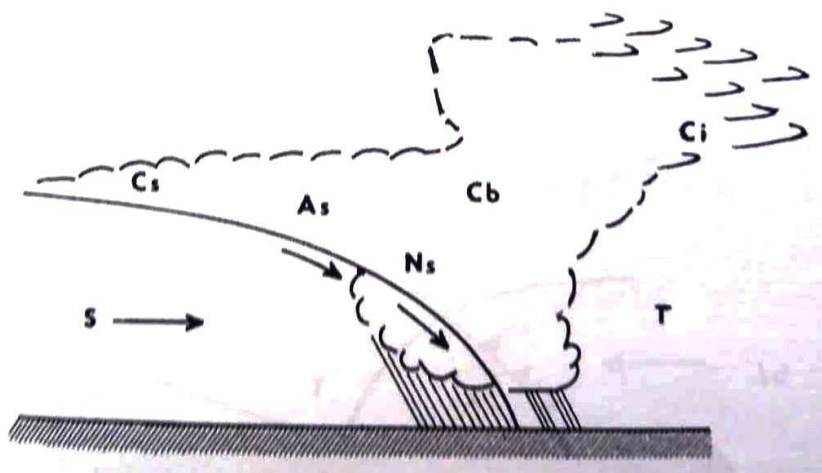


Obrázek 6 - řez teplou frontou (Bednář, 2003)

Na obrázku máme znázorněný řez teplou atmosférickou frontou. Jako první přichází oblačnost, která je nejvýše, jsou to oblaka typu cirrus (Ci) a cirrostratus (Cs) pak následují oblaka typu Altostratus (As), ty jsou pak následovány oblačností nimbostratus, které jsou typické trvalejšími srážkami. Šířka pásu teplé fronty má několik stovek kilometrů až kolem 1000 kilometrů. (Bednář, 2003)

3.2.6.2 Studená fronta

Studená fronta je pásmo mezi teplou a studenou vzduchovou hmotou. Vzniká, když se těžší studený vzduch podsouvá pod teplý a vytlačuje ho nahoru. Frontální plocha má velký sklon vůči zemi. Jsou zde daleko intenzivnější vertikální pohyby, než u teplé fronty. Fronta je doprovázená oblačností na přední straně fronty typu Cumulonimbus. Podle chování rozlišujeme 2 typy studené fronty. Studená fronta 1. typu – pomalejší a studená fronta 2. typu - rychlejší. (Roth, 1999)



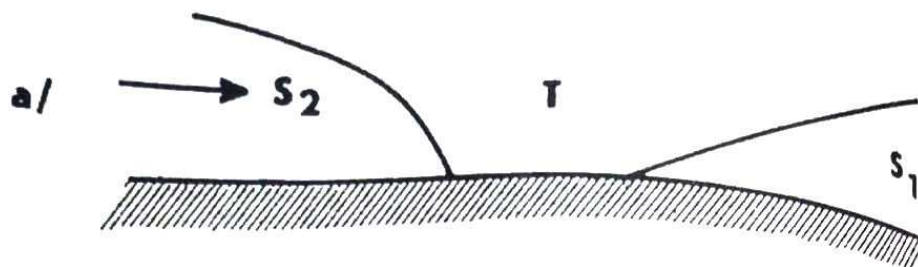
Obrázek 7 - řez studenou frontou (Bednář, 2003)

Na obrázku máme znázorněný řez studenou frontou. Díky vynuceným vzestupným pohybům se vytváří v přední části před frontou oblaka typu cirrus (Ci). Přímo oblačnost fronty obsahuje oblaka typu nimbostratus (Ni), altostratus (As) a cirrostratus (Cs). Tyto oblaka však přichází v opačném pořadí než u fronty teplé a na přední straně fronty se vytvářejí bouřkové mraky typu cumulonimbus (Cb). Studená fronta má spíš rychlejší a intenzivnější srážky, než teplá fronta, a má přeháňkový nebo bouřkový charakter.

(Bednář, 2003)

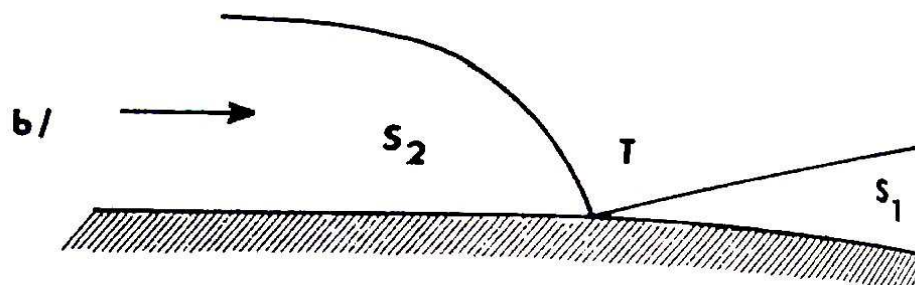
3.2.6.3 Okluzní fronta

Studená fronta postupuje mnohem rychleji než fronta teplá. Až o 40% rychleji, rychlostí někdy až 50 kilometrů za hodinu. Když teplou frontu dožene studená fronta, spojí se studený vzduch před frontou se studeným za frontou a teplý vzduch je vytlačen nahoru. Tomuto spojení říkáme okluze, a tak nazýváme tento jev okluzní fronta. (Roth, 1999)



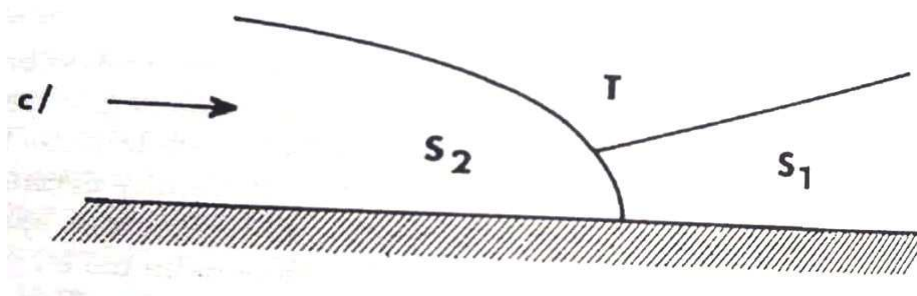
Obrázek 8 - okluzní fronta a) (Bednář, 2003)

Obrázek a) nám znázorňuje moment, kdy jsou fronty oddělené, S1 nám označuje studenou vzduchovou hmotu, která je vytlačována teplou hmotou T a S2 nám představuje další studenou hmotu, která se podsouvá pod teplou vzduchovou hmotu. (Bednář, 2003)



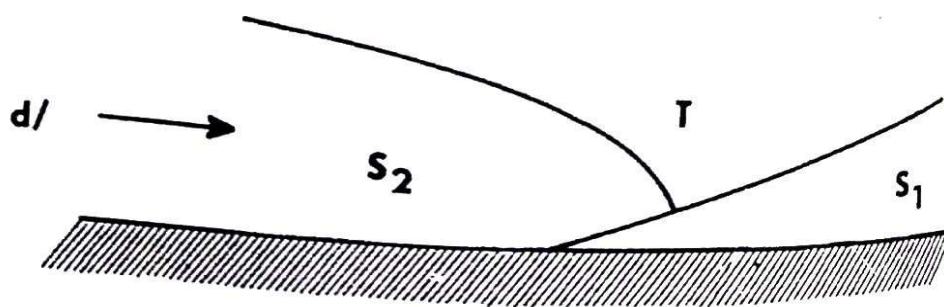
Obrázek 9 - okluzní fronta c) (Bednář, 2003)

Obrázek b) vystihuje moment kdy studená, rychlejší fronta dostihla frontu teplou, teplý vzduch se přestává dotýkat země. (Bednář, 2003)



Obrázek 10 - okluzní fronta c) (Bednář, 2003)

Obrázek c) nám ukazuje již vytvořenou okluzní frontu charakteru studené fronty. (Bednář, 2003)



Obrázek 11 - okluzní fronta d) (Bednář, 2003)

Obrázek d) nám ukazuje vytvořenou okluzní frontu charakteru teplé fronty, to se stane tehdy, pokud S2 je relativně teplejší vzduch než S1. (Bednář, 2003)

3.2.6.4 Anafronta

„Anafronty jsou atmosférické fronty s výstupným pohybem teplého vzduchu nad frontální plochou: patří k nim teplé fronty a studené fronty prvního druhu“ (Kobzová, 1998)

3.2.6.5 Katafronta

„Atmosférické fronty se sestupnými pohyby teplého vzduchu nad frontální plochou: patří horní části studených front druhého druhu“. (Kobzová, 1998)

3.2.7 Počasí spojené s přechodem fronty

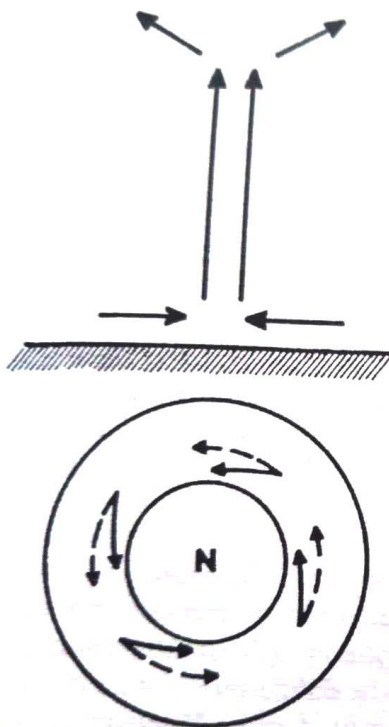
Při přechodu front, jak už teplé, či studené, dochází ke změně vlhkosti vzduchu, tlaku, teploty rychlosti větru, srážek a podobně. Jak moc velký rozdíl hodnot bude, závisí na několika faktorech, zejména na rozdílu vzduchových hmot na typu fronty. Frontální přechod je téměř vždy spojený s frontálními srážkami. V letním období je často doprovázen boufkami. Fronta je vždy doprovázena oblačností. Studená fronta oblaky typu Cumulonimbus. Teplá fronta oblaky typu cirus, která dále přechází k oblakům stratus a nimbostratus. (Roth, 1999)

3.2.8 Tlakové útvary

Tlaková níže (Cyklona), tlaková výše (anticyklona)

3.2.8.1 Cyklony

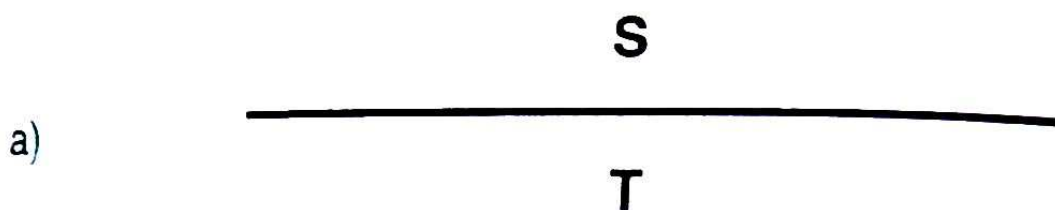
Všechny cyklony prochází několika fázemi, které jdou za sebou, díky tomu můžeme určit postupný vývoj cyklony. Většinou mají tři stádia vývoje, a to stádium frontální vlny, stádium mladé cyklony, stádium cyklony okludované. Při přechodu z jednoho stádia do druhého, se mění vertikální stavba cyklony a také se změní počasí, které je ovlivněné touto cyklonou. (Roth, 1999)



Obrázek 12 - schéma proudění v tlakové níži (Bednář, 2003)

Na obrázku v horní části vidíme schematicky znázorněné vzestupné proudy v tlakové níži, dole máme znázorněný pohled shora, na tlakovou níži. Plné šipky nám ukazují směr přízemního proudění, oproti šipkám čárkovaným, který nám ukazují proudění ve volné atmosféře. (Bednář, 2003)

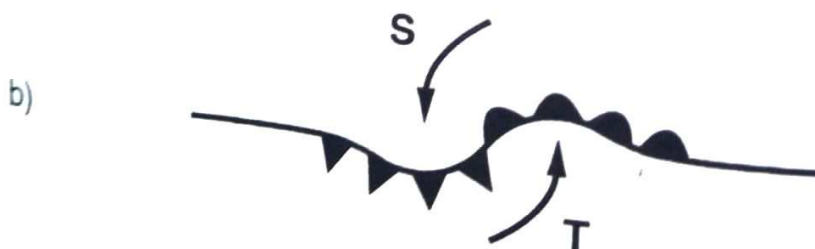
3.2.8.1.1 Výchozí frontální rozhraní



Obrázek 13 - výchozí frontální rozhraní (Bednář, 2003)

3.2.8.1.2 Stádium Frontální vlny

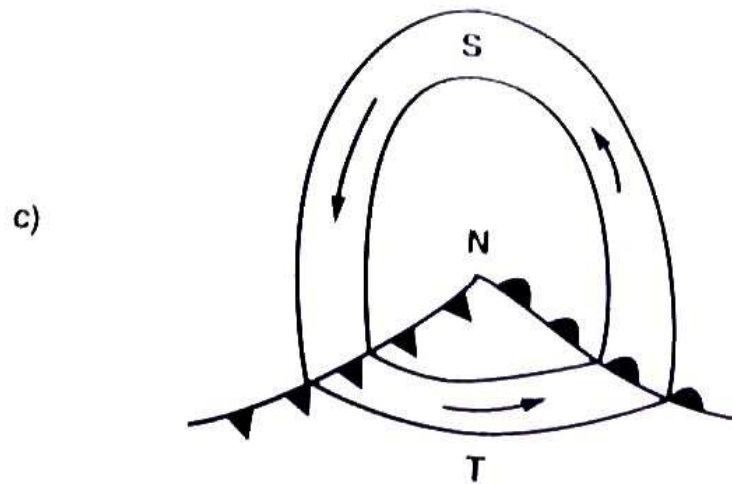
Vzniká zvlněním kvazistacionární fronty, která je přímočará, ale vytlačováním jedné vzduchové hmoty do druhé vzniká frontální vlna. Ta je oddělená teplou a studenou frontou podle toho, která kam putuje. Pokud teplá hmota se tlačí do studené hmoty, nazýváme toto rozhraní teplá fronta, pokud je tomu naopak, nazýváme jí frontou studenou. (Roth, 1999)



Obrázek 14 - stádium frontální vlny (Bednář, 2003)

3.2.8.1.3 Stádium mladé cyklony

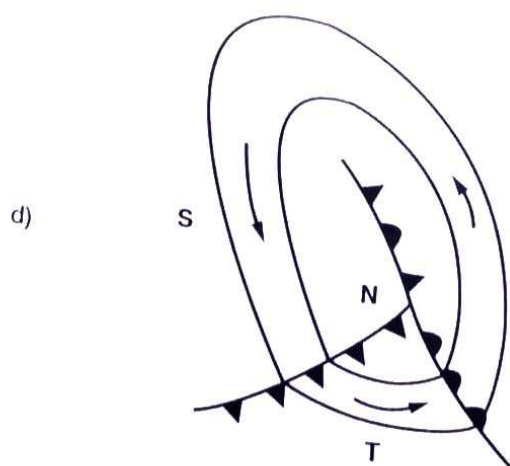
Mladá cyklona má na přední straně vázanou teplou frontu. Studená fronta se pak nachází na straně zadní. Fronty rozdělují cyklonu na dva sektory, na sektor teplý, a na sektor studený. Pokud se budeme bavit o cykloně na severní části polokoule, tak teplý sektor pravděpodobně bude zasahovat z jižní části cyklony směrem do středu a bude na přední straně navázána teplá fronta, na zadní části cyklony pak najdeme studenou frontu. Tyto dvě fronty se střetávají ve středu cyklony. Pokud se budeme bavit o tlaku v cykloně, tak ve středu bude tlak klesat a cyklona se bude prohlubovat. (Roth, 1999)



Obrázek 15 - stádium mladé cyklony (Bednář, 2003)

3.2.8.1.4 Stádium cyklony okludované

Postupem času, jelikož je studená fronta rychlejší než fronta teplá, dožene studená fronta frontu teplou. Tím se vytvoří fronta okludovaná, ta začíná od středu cyklony a postupem času se teplá vzduchová hmota zmenšuje a je vytlačována nahoru. Na začátku je uprostřed cyklony nižší tlak, ale postupem začne stoupat a rozdíly se vyrovnávají. Teplý vzduch potom nad vzduchem studeným a fronta zaniká. Někdy může dojít k takzvané regeneraci cyklony a děj se znovu opakuje. (Roth, 1999)



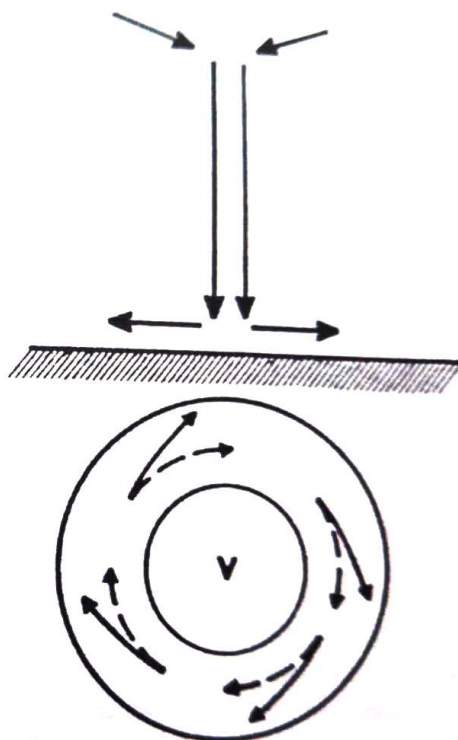
Obrázek 16 - stádium okludované cyklony (Bednář, 2003)

3.2.8.1.5 Cyklony nefrontální

Cyklony, které se nevytváří na frontálním rozhraní, nazýváme cyklony nefrontálními. Vznikají nad rozpáleným povrchem za přítomnosti lehčího teplejšího vzduchu. Většinou nejsou moc hluboké, často jsou přítomny jen ve dne a příliš mnoho neovlivňují počasí. Jiný typ je však topická cyklona, která je na rozdíl velmi hluboká, ale horizontálně ne příliš rozvinutá. Je doprovázena extrémním počasím, často s katastrofálními škodami na majetku a podobně. Vznikají nad oceány za pomoci pasátového proudění. (Roth, 1999)

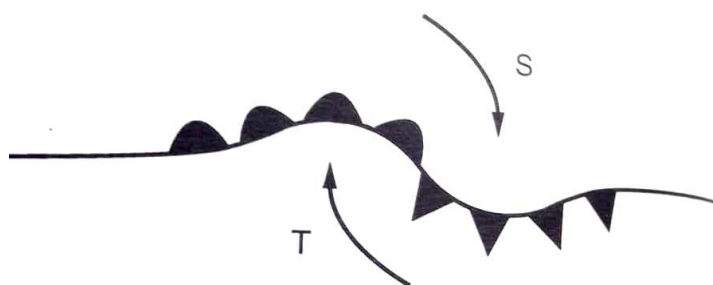
3.2.8.2 Anticyklony

V porovnání s cyklony (tlakovými nížemi), tvoří oblasti rozpadajících se atmosférických front. Mají několik vývojových stádií, vznik tlakové výše (Anticyklony), stádium mohutnění, stádium slábnutí, rozpad tlakové výše (Anticyklony). (Roth, 1999)



Obrázek 17 - schéma proudění v tlakové výši (Bednář, 2003)

Na obrázku v horní části vidíme schematicky znázorněné sestupné proudy v tlakové výši, dole máme znázorněný pohled shora, na tlakovou výši. Plné šipky nám ukazují směr přízemního proudění, oproti šipkám čárkovaným, který nám ukazují proudění ve volné atmosféře. (Bednář, 2003)



Obrázek 18 - anticyklonální vlna (Bednář, 2003)

3.2.8.2.1 Pohyby anticyklon

Tlakové výše, které vznikají mezi jednotlivými tlakovými nížemi, ale také ty, které vznikají mezi tlakovými nížemi z polární fronty. Většinou mívají směr na jih, kde se oteplí, sílí a přeměňují se z nízkých tlakových výší na vysoké. Mohou zasahovat až do nejvyšších částí troposféry, někdy dokonce až k tropopauze. Tyto tlakové výše se postupem času zpomalují a stávají se kvazistacionárními. Takovéto tlakové výše se mohou někdy stát překážkou pro pohyb frontálních tlakových níží, které se pohybují západovýchodním směrem. Těmto tlakovým výším říkáme, blokující anticyklony. (Kobzová, 1998)

3.2.8.2.2 Vznik Tlakové výše

Začátek tlakové výše je nápadný růstem tlaku na hřebenu tlaku vzduchu, toto stádium končí, když se vytvoří uzavřená izobara.

3.2.8.2.3 Stádium mohutnění

V centru anticyklony se vytváří vyšší tlak a zvětšuje se cirkulace tlakové výše. Na severní polokouli se anticyklona otáčí po směru hodinových ručiček, ale na druhé straně (na jižní polokouli) se otáčí opačně. Toto stádium končí, jakmile tlaková výše dosáhne svého maximálního tlaku uprostřed Anticyklony. (Kobzová, 1998)

3.2.8.2.4 Stádium slábnutí

Tlaková výše začíná slábnout a začíná se snižovat tlak, celý děj se zpomaluje, a tlaková výše se pomalu přestává přemísťovat. (Kobzová, 1998)

3.2.8.2.5 Stádium rozpadu

Ustává cirkulace v tlakové níži a celý tlakový útvar zaniká. (Kobzová, 1998)

3.2.9 Tlak vzduchu

„Tlak vzduchu neboli atmosférický tlak je síla, kterou působí hmotnost vzduchového sloupce nad místem pozorování v tíhovém poli zemské gravitace na zemský povrch“. (Klabzuba, 2015)

Jako jednotku tlaku používáme Pascal (Pa), který je v jednotkové soustavě SI.

$$1(\text{Pa}) = (1\text{N}\cdot\text{m}^{-2})$$

3.2.9.1 Normální tlak

Pojem normální tlak si definujeme jako průměrnou hodnotu tlaku v následujících podmínkách: na hladině moře, při teplotě 0 (°C), v suchém vzduchu na zeměpisné šířce 45°. Tato hodnota je 1013,25 hPa. Tento tlak odpovídá výšce rtuti ve sloupci 760 mm.

Tlak vzduchu je prvek, který se velice často mění, je velice závislý na nadmořské výšce a také na poloze, teplotě vlhkosti a dalších faktorech. Tlak vzduchu na zemi je nerovnoměrně rozmístěn. Má určitá místa, kde je tlak permanentně vyšší, také místa, kde je permanentně nižší, ale i místa kde se sezónně mění. Příklad permanentní tlakové výše je Azorská tlaková výše nebo Havajská tlaková výše. Příklad permanentní tlakové níže je Islandská tlaková níže a Aleutská tlaková níže. Pokud se budeme bavit o sezónních tlakových útvarech, musíme zmínit Sibiřskou tlakovou výši (v zimě), tlakovou níži Iránskou (v létě). (Kobzová, 1998)

3.2.9.2 Změna tlaku s výškou

Tlak s rostoucí výškou zpravidla klesá, v závislosti na tom, jaké zrovna panují podmínky. Pokud je vzduch suchý, tlak klesá rychleji než ve vzduchu vlhkém, a zároveň pokud je vzduch studený, tlak klesá rychleji než ve vzduchu teplém. V nadmořské výšce 5000 m.n.m je tlak přibližně poloviční než na hladině moře.

3.2.9.3 Změna hustoty vzduchu s výškou

Hustota vzduchu se dá vyjádřit pomocí stavové rovnice

$$\rho = \frac{p}{R_d T_v}$$

„Atmosférický tlak p při výstupu klesá, takže se čítec zlomku na pravé straně s výškou zmenšuje. Obvykle však s výškou ubývá také teplota T a tudíž i virtuální teplota T_v a tedy i jmenovatel zlomku se zpravidla zmenšuje s výškou. Podle toho zda se jmenovatel zmenšuje s výškou pomaleji či stejně rychle nebo rychleji než čítec, klesá či zůstává stejná nebo roste s výškou hodnota celého zlomku, tj. hustota vzduchu ρ “. (Kopáček, a další, 2005)

3.2.10 Tlakové změny v průběhu času

Tlak se mění buď to pravidelně, (roční či denní chod), anebo nepravidelně (v důsledku cirkulace atmosféry, střídání počasí). (Klabzuba, 2015)

3.2.11 Denní chod

Denní tlakový chod je závislý na Měsíci, podobně jako příliv a odliv, přesněji na slapovém jevu. Ve střední Evropě je amplituda přibližně 0,5 hPa. (Klabzuba, 2015)

3.2.12 Roční chod

Roční chod je ovlivněn rotací Země kolem Slunce a střídání ročního období v důsledku naklonění Země. (Klabzuba, 2015)

4 Data

V praktické části byla použita evropská databáze E-OBS s rozlišením $0,25^\circ \times 0,25^\circ$ obsahující informace o denních teplotních maximech, minimech, průměrné denní teplotě a denních úhrnech srážek v období 1950–2017 (Haylock, a další, 2008). Tento soubor dat, pokrývající evropskou pevninu, byl vytvořen na základě dat ze staničních měření, pomocí několika úroňové interpolace. (van der Schrier, a další, 2018) publikovali aktualizovanou a modifikovanou ansámblovou verzi produktu.

Gridové sady dat mají často nepřesnosti a chyby související s interpolací dat. Chyby mohou být zavedeny buď šířením chyb v datových stanicích, nebo omezením schopnosti interpolační metody odhadnout hodnoty. Důležitým zjištěním je to, že v oblastech, kde bylo pro interpolaci použito poměrně málo stanic, je teplota nadměrně vyhlazena. Toto má za důsledek snížení interpolovaných hodnot v poměru k "pravdivým" průměrným hodnotám, hlavně u extrémů. (ECAD.eu, 2018)

5 Vlastní práce

Data, obsahující informaci o průměrné denní teplotě za každý den ve sledovaném období (1950–2017) v 640 gridových bodech ve střední Evropě, byla převedena z původní textové verze do tabulkového formátu. Za použití softwaru ArcMap byly z původních 640 bodů vybrány pro další zpracování body nacházející se na území České republiky, kterých je celkem 161. Data z těchto 161 bodů byla následně v programu Microsoft Access zpracována. Pro každý kalendářní den v roce byla vypočtena průměrná teplota za celé sledované období v každém z bodů. Následně byla vypočtena v každém bodě pro každý den ve sledovaném období odchylka od průměrné teploty příslušného kalendářního dne v daném bodě.

Použitím funkce Podmíněné formátování v programu Microsoft Excel byla pro každý den ve sledovaných 67 letech zjištěna maximální a minimální odchylka od dlouhodobé průměrné teploty v rámci 161 zkoumaných bodů pokrývajících území České republiky. Z těchto hodnot byly k dalšímu zpracování vybrány ty dny, kdy rozdíl mezi maximální a minimální odchylkou činil více než 15 °C, tedy situace s výraznými rozdíly teplot na území České republiky. Takovýchto dnů bylo za sledované období 11 v rámci 7 jednotlivých událostí.

V programu ArcMap byly pro výše zjištěné dny následně vytvořeny jednotlivé mapy zobrazující pole teplotních odchylek na území ČR. K jejich vytvoření byla využita interpolace vycházející ze 161 bodů gridové databáze nalézajících se na území České republiky a hodnot teplotní odchylky (viz výše) v daném bodě v daném dni. Interpolace proběhla využitím nástroje Spline, kde vstupními daty byla bodová vrstva jednotlivých uzlů gridu, jako Z hodnota pak teplotní odchylka (viz výše) v daném bodě v daném dni. Výsledná rastrová vrstva o velikosti buňky 0,009 km byla pro finální verzi mapy ořezána nástrojem Extract by mask tak, aby nepokrývala území mimo Českou republiku.

6 Výsledky

Výstupní hodnoty byly vizualizovány pomocí programu ArcMap. Barevná škála, od modré (nejchladnější) až po červenou (nejteplejší) rozděluje teplotní odchylky do intervalů po 2,5 °C. Legenda je ve stupních Celsia a představuje interpolované teplotní odchylky (viz kapitola 5 Vlastní práce). Pro oblasti, kde se nachází šrafy, nejsou data, jelikož se nacházejí v okrajových částech České republiky a neleží tedy mezi jednotlivými body gridu, neboť tyto byly omezeny jen na ty, které leží přímo na území České republiky.

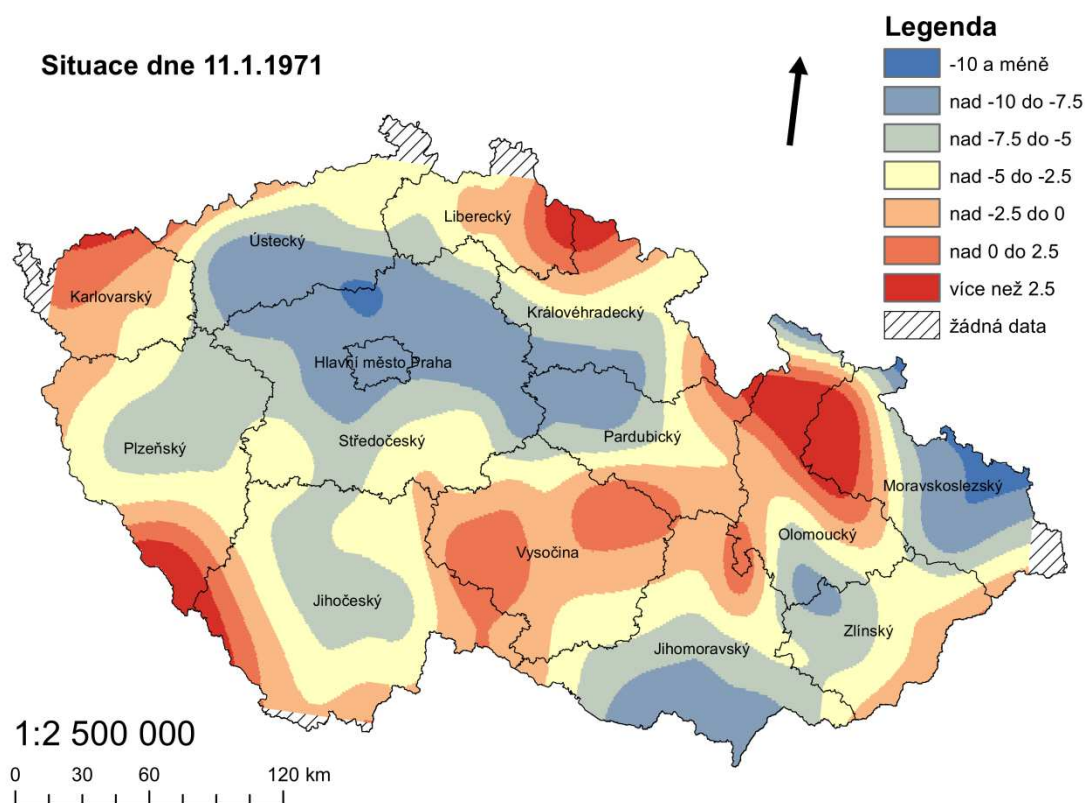
Za sledované období bylo zaznamenáno celkem 11 dnů, kdy rozdíl mezi maximální a minimální odchylkou byl větší než 15 °C (tabulka 1). Jednalo se o 7 různých situací, z nichž některé měly delšího trvání, takže obsáhly více po sobě jdoucích dní. U těchto vícedenních situací je tedy možné názorně sledovat vývoj den po dni. Z těchto sedmi situací byla situace třikrát způsobena vpádem studeného vzduchu, ve třech situacích se na sledovaném území nacházela inverze a jedna situace vznikla pravděpodobně chybou dat. Veškeré situace nastaly v zimním období (prosinec-únor). Za účelem identifikace situací i v jiných obdobích byl tedy pokusně snížen práh o 1 °C, tj. aby byly zahrnuty dny, kdy rozdíl mezi maximální a minimální odchylkou činil více než 14 °C (viz kapitola 5 Vlastní práce). Takto bylo vyselektováno dalších devět situací, z čehož však 7 nastalo opět v zimním období (tabulka 1). Dvě situace spadaly do jarního období, konkrétně měsíce dubna. Vzhledem ke skutečnosti, že i s těmito kritérii došlo k identifikaci velmi nízkého počtu situací v nezimním období, byla pro samotné mapování ponechána původní prahová hodnota 15 °C.

Tabulka 1 - přehled jednotlivých situací, kdy rozdíl teplotních odchylek na území ČR přesahoval 14 °C (v období 1950-2017)

datum	amplituda [°C]	roční období
1.12.1950	14.1	zima
30.1.1950	15.2	zima
2.9.1966	16.1	zima
11.1.1971	16.0	zima
6.4.1975	14.8	jaro
30.12.1978	16.1	zima
31.12.1978	25.6	zima
14.1.1982	15.0	zima
15.1.1982	17.3	zima
16.1.1982	15.6	zima
17.1.1982	16.9	zima
19.1.1982	15.0	zima
9.4.1986	14.0	jaro
14.1.1987	14.1	zima
8.12.1991	15.0	zima
2.2.1993	16.4	zima
5.1.2002	14.9	zima
24.12.2002	15.3	zima
25.12.2002	16.3	zima
6.1.2009	14.6	zima

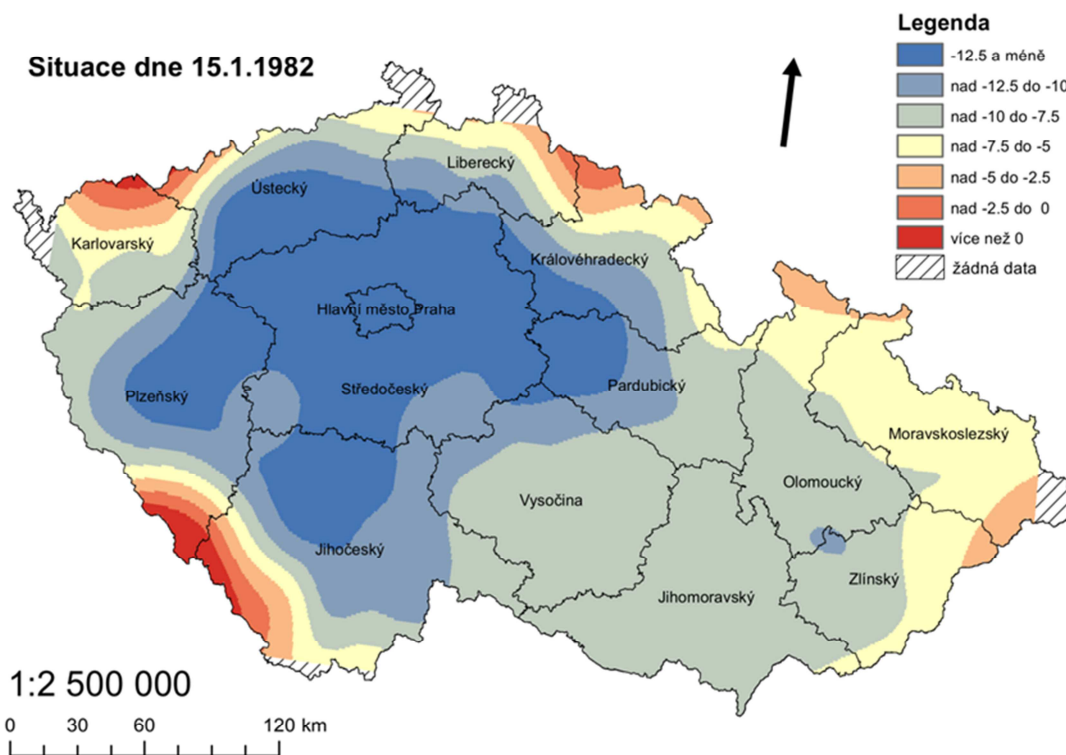
V tabulce jsou znázorněny jednotlivé dny. Žlutě podbarvené dny nám ukazují takové dny, kdy odchylka byla vyšší než 15 °C.

6.1 Inverzní situace

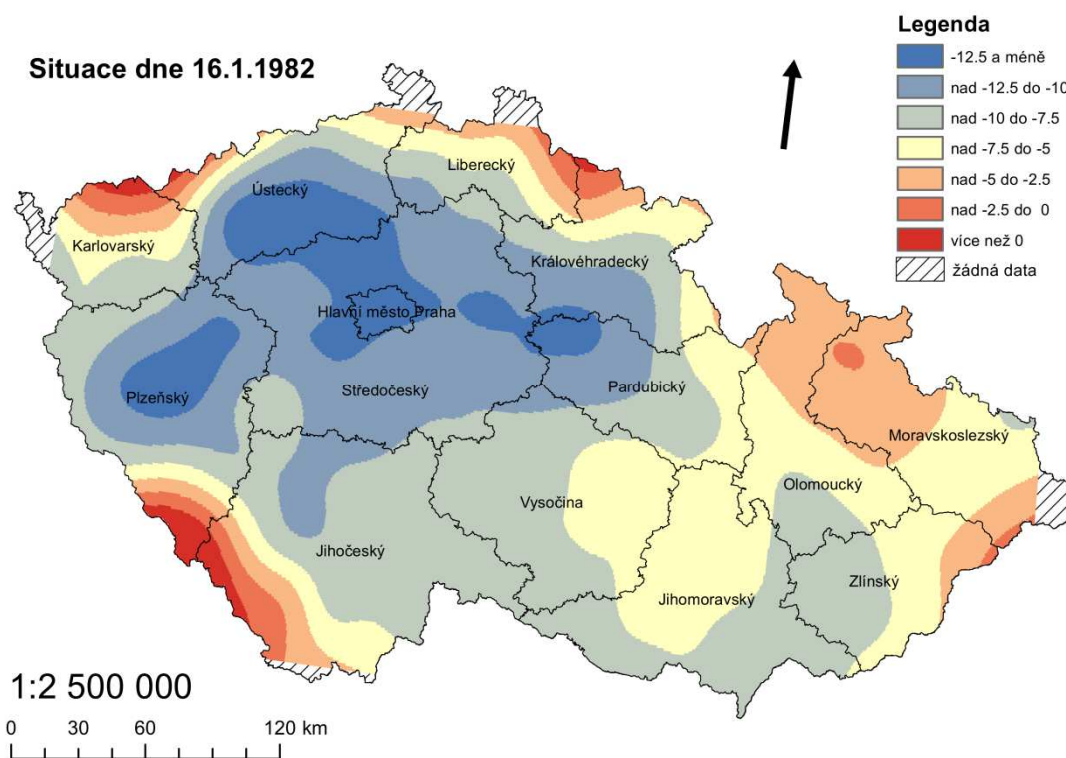


Obrázek 19 - situace dne 11. 1. 1971 – teplotní inverze

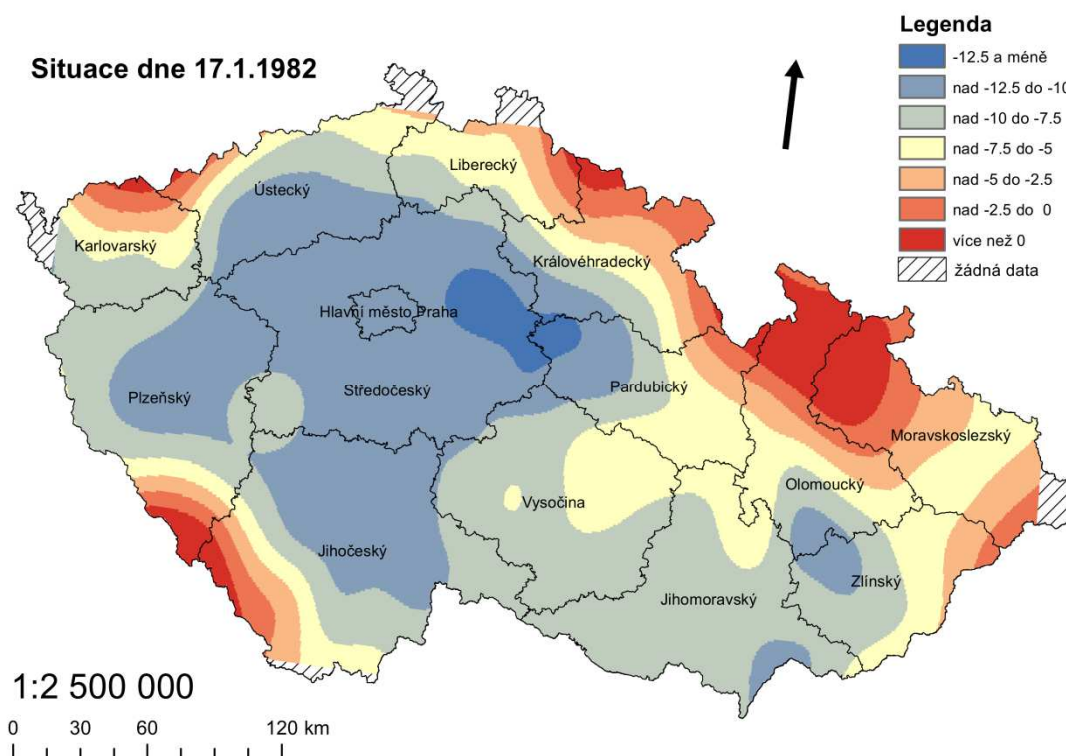
Pole teplotních odchylek dne 11. 1. 1971 (obrázek 19) jednoznačně na území České republiky vykazuje znaky inverze. V nižších nadmořských výškách jsou patrné negativní teplotní odchylky, zatímco v horských oblastech je tomu naopak. Nejvyšší hodnoty odchylek v horských oblastech dosahovaly hodnot vyšších než 2,5 °C. Nejnižší hodnoty, zejména ve středu Čech, na jižní Moravě a v okolí větších toků, dosahovaly i hodnot pod -10 °C.



Obrázek 20 - situace dne 15. 1. 1982 - teplotní inverze

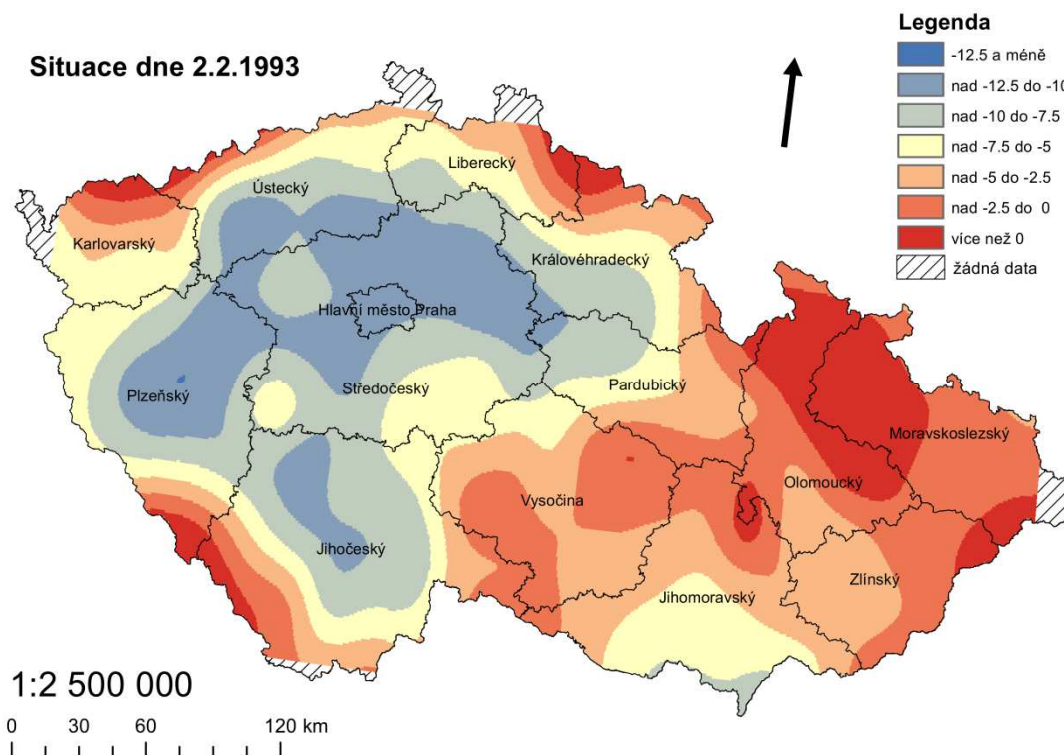


Obrázek 21 - situace dne 16. 1. 1982 – teplotní inverze



Obrázek 22 - situace dne 17. 1. 1982 – teplotní inverze

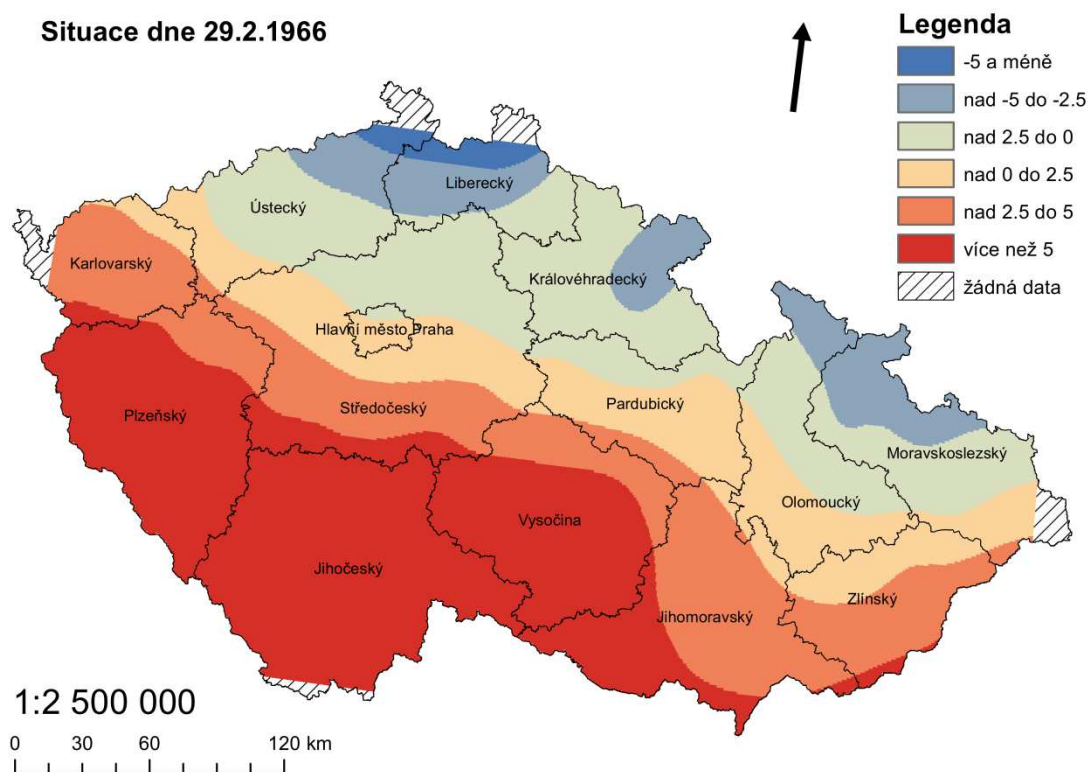
Ve dnech 15. - 17. 1. 1982 (obrázek 20, 21 a 22) se nad územím České republiky nacházela masivní několikadenní inverze. Z map můžeme vyčíst, že tato situace měla jiné teplotní rozložení, než situace dne 25. 12. 1993. Nejvyšší hodnoty odchylek v horských oblastech dosahovaly více než 0 °C, zatímco v níže položených oblastech byly hodnoty odchylek i pod -12.5 °C, jednalo se tedy celkově o chladnější situaci.



Obrázek 23 - situace dne 2. 2. 1993 – teplotní inverze

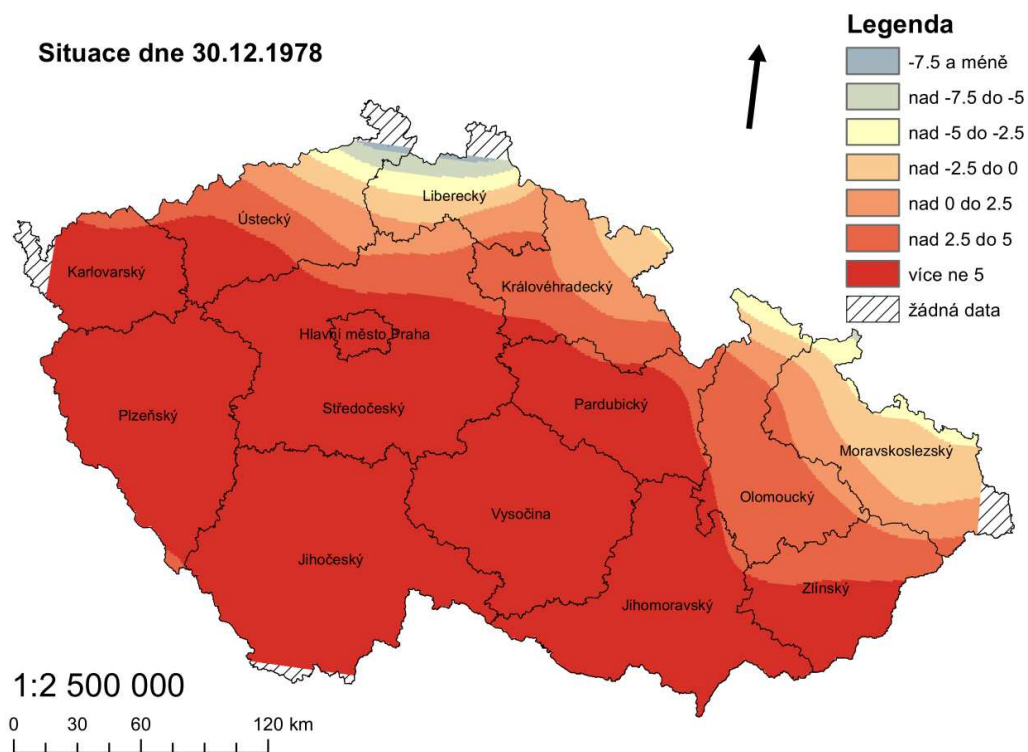
Situace dne 2. 2. 1993 (obrázek 23) také vykazuje znaky inverze. Ve vyšších polohách, jako je např. Šumava, Krušné hory, Krkonoše, Jeseníky, případně Českomoravská vrchovina a další, nabývají odchylky vyšších hodnot než v oblastech níže položených (centrální oblast Čech). V případě této konkrétní situace je však pravděpodobné, že nehrála roli jen inverze. Oblast Moravy vykazuje vyšší hodnoty než Čechy, tudíž zde byl zřejmě i rozdíl v horizontálním rozložení vzduchových hmot.

6.2 Situace ovlivněné advekcí studeného vzduchu na sledované území

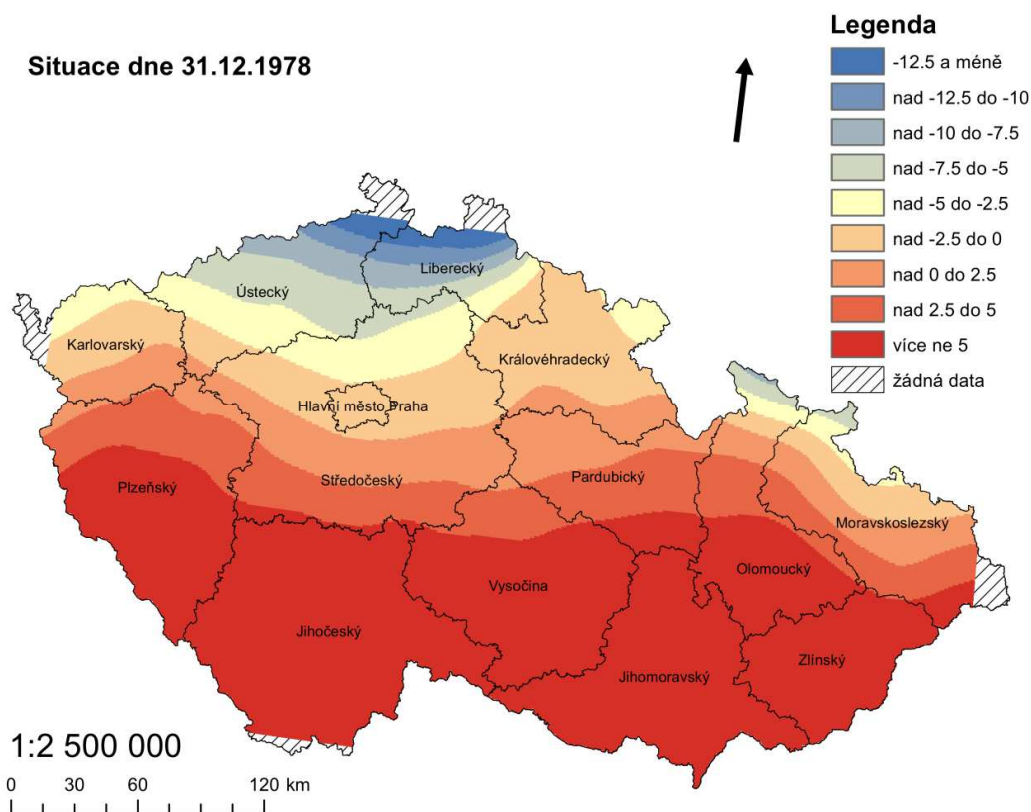


Obrázek 24 - situace dne 29. 2. 1966 - vpád studeného vzduchu

Dne 29. 2. 1966 (obrázek 24) byla podobná situace jako 31. 12. 1978 (viz níže), tj. vpád studené vzduchové hmoty na sledované území od severu. V tomto případě nebyl rozdíl teplotních odchylek tak velký, a celý průběh příchodu studeného vzduchu nebyl tak rychlý. Nejnižší hodnoty odchylek se nacházely v severní části Libereckého a Ústeckého kraje. Jejich hodnoty byly nižší než $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$, naopak nejvyšší hodnoty odchylek se nacházely v jižní části Čech, kde přesahovaly $5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

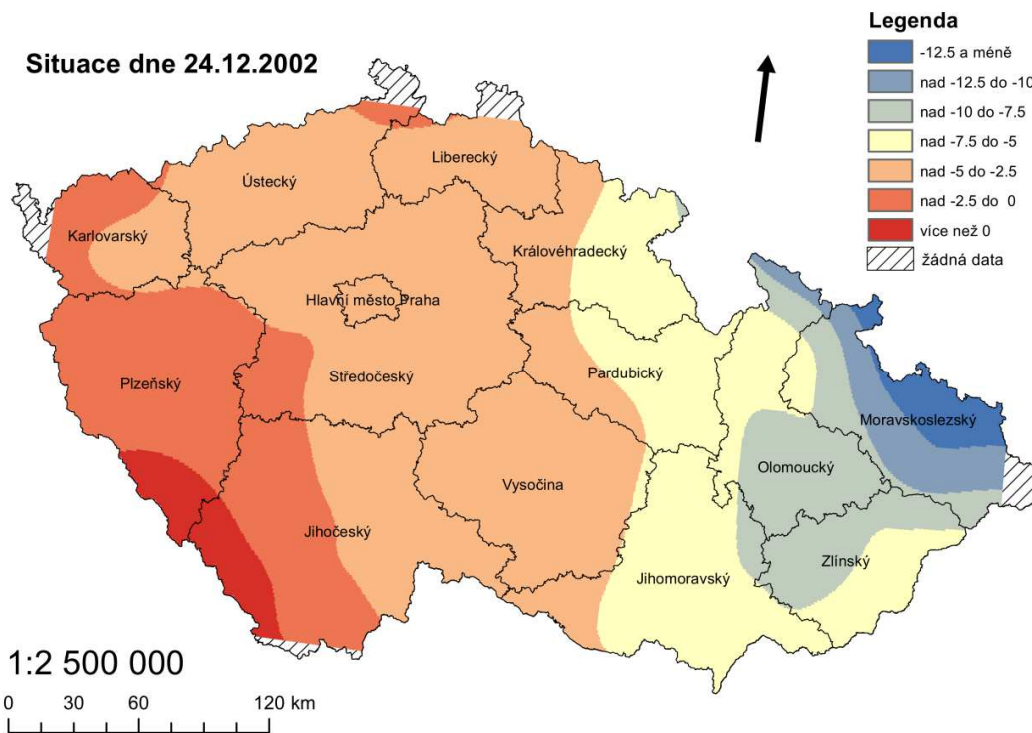


Obrázek 25 - situace dne 30. 12. 1978 – před vpádem studeného vzduchu

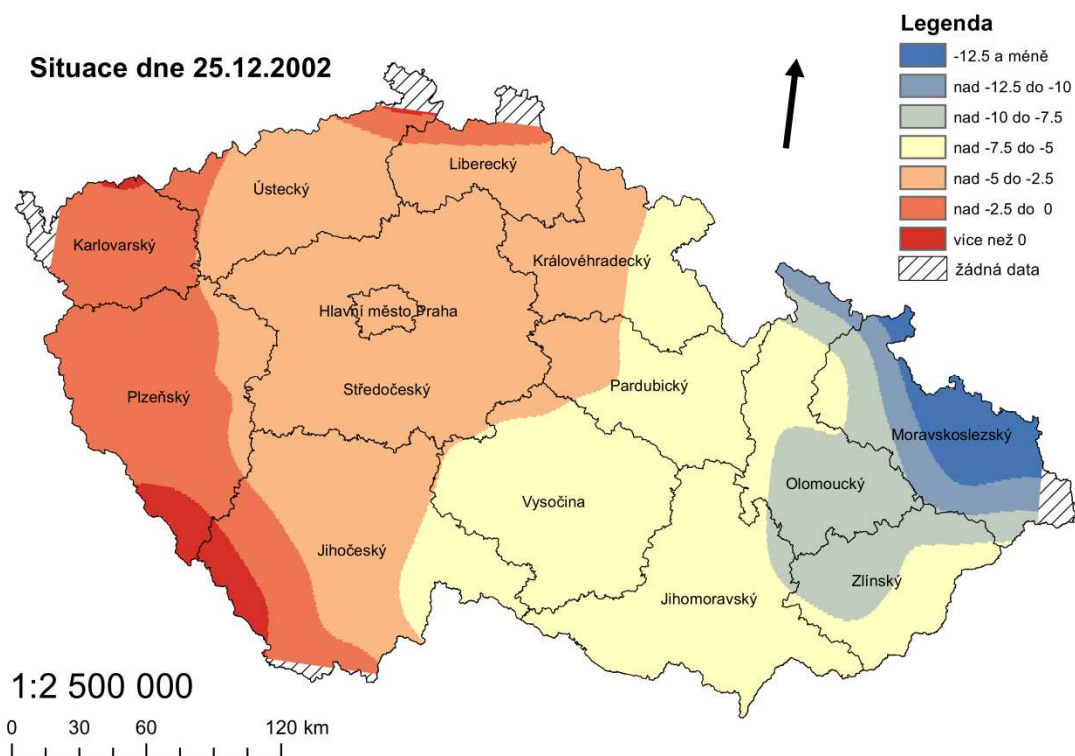


Obrázek 26 - situace dne 31. 12. 1978 - vpád studeného vzduchu

Dne 31. 12. 1978 (obrázek 25 a 26) zasáhla naše území mimořádně intenzivní studená fronta spojená s vpádem studeného (arktického) vzduchu od severu, ze sledovaného období to je zdaleka největší teplotní rozdíl (Tabulka 1) a takto extrémně rychlá změna teplot již nepřišla. Rozdíl teplot se projevoval už v předchozím dni před příchodem fronty (30. 12. 1978). Mohutné ochlazení přišlo 31. 12. 1978 od severu, nejprve zasáhlo oblast Libereckého kraje, další den (nezobrazeno) se ochlazení projevilo na celém území. Nejnižší hodnoty odchylek teploty 31. 12. 1978 klesaly pod $-12.5\text{ }^{\circ}\text{C}$, zatímco v jižní části České republiky byly ještě nejvyšší hodnoty odchylek nad $5\text{ }^{\circ}\text{C}$.



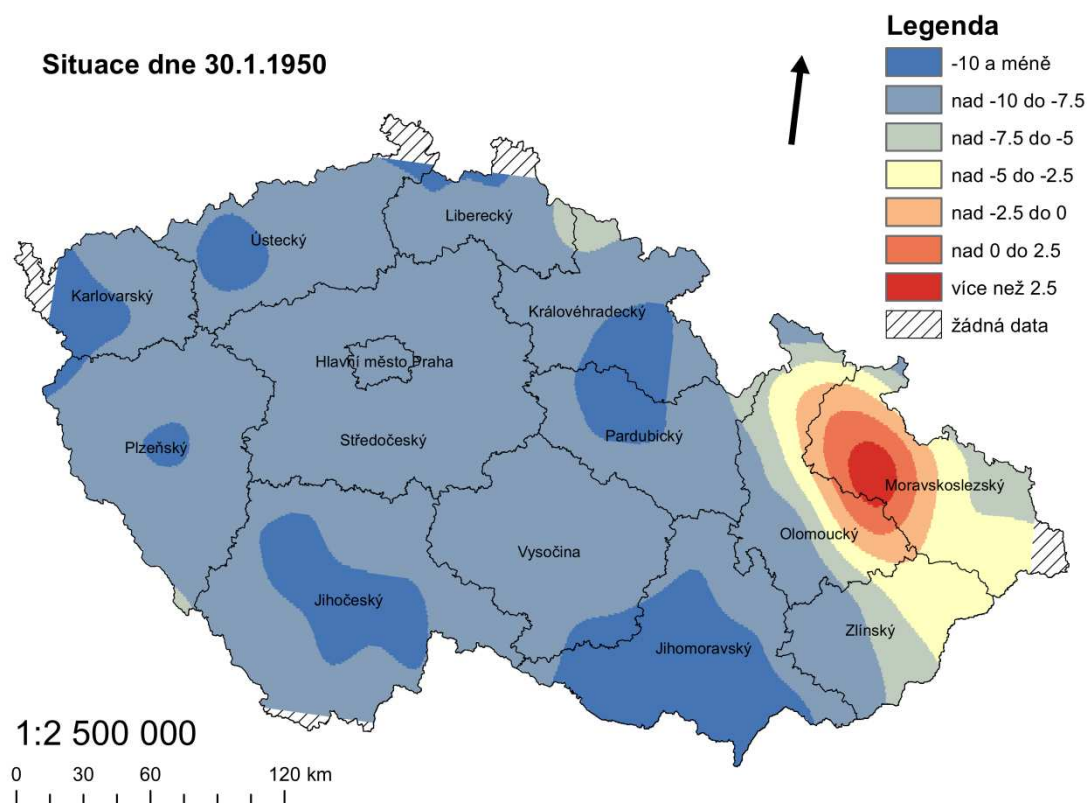
Obrázek 27 - situace dne 24.12.2002 - vpád studeného vzduchu



Obrázek 28 - situace dne 25. 12. 2002 - vpád studeného vzduchu

Ve dnech 24. - 25. 12. 2002 (obrázek 27 a 28) se jednalo o advekci studeného vzduchu na území České republiky od severovýchodu. Nejnižší odchylky teploty se projevovaly v Moravskoslezském kraji, nejvyšší pak v oblasti Šumavy. Území Čech mohlo být tedy zároveň ovlivněno teplotní inverzí. Výrazné teplotní rozhraní nemuselo v tomto případě souviset s přechodem fronty.

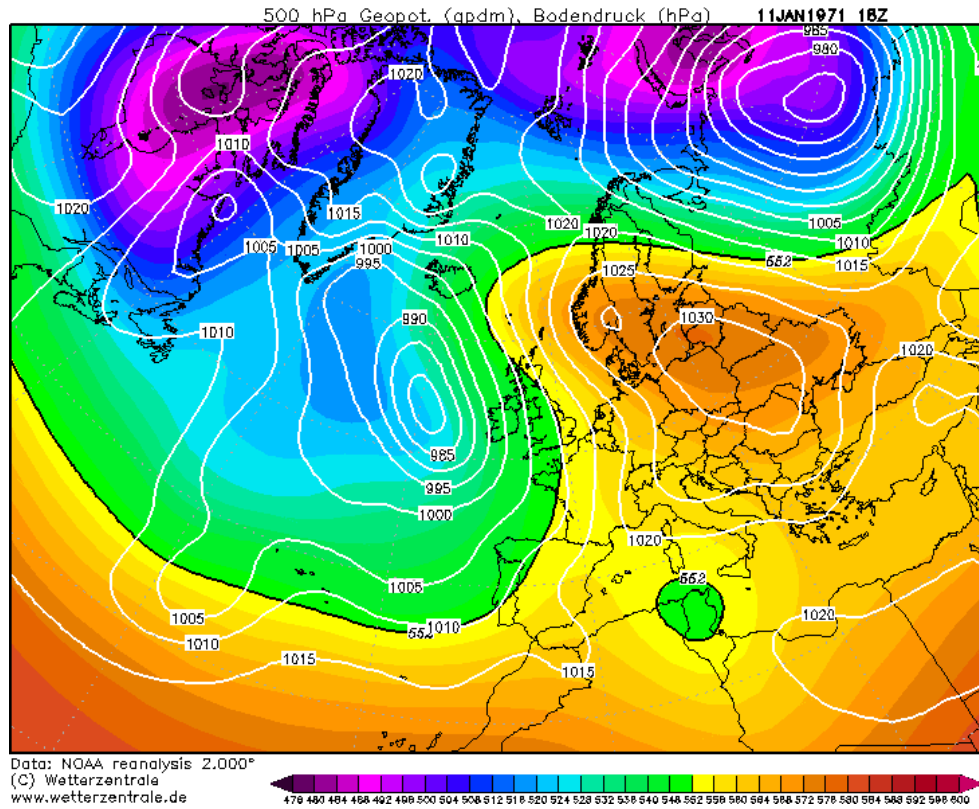
6.3 Možné chyby v datech



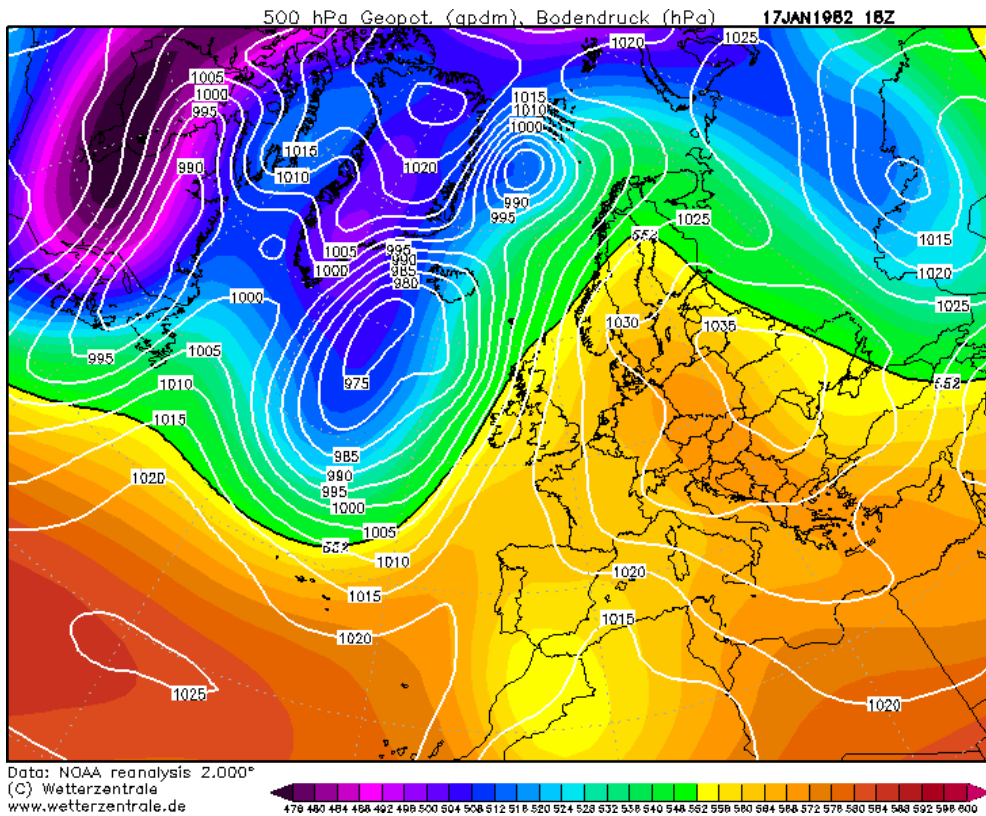
Obrázek 29 - situace dne 30. 1. 1950

Situace dne 30. 1. 1950 (obrázek 29) jako jediná výrazně vybočuje z ostatních zkoumaných situací, které lze meteorologicky interpretovat, a mohla být způsobena chybou v datech. Projevila se hned v prvním roce období, kdy je tento druh interpolovaných dat dostupný. Chyba mohla pocházet z dat jedné konkrétní stanice a v důsledku malého počtu stanic v tomto období, ze kterých byla data interpolována, se projevila jako výrazná kladná odchylka v poli převládajících záporných odchylek teploty. Pokud se podíváme na obrázek 29, zjistíme, že takovýto jev by pravděpodobně nemohl reálně nastat.

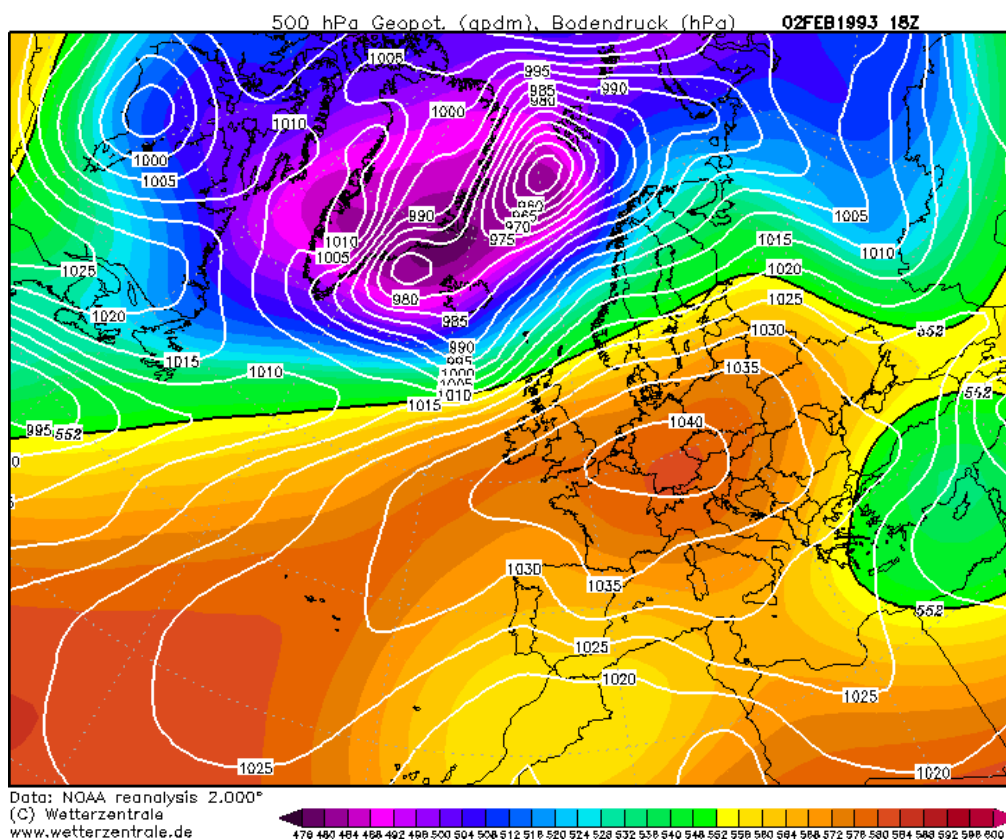
7 Diskuze



Obrázek 30 - synoptická mapa dne 11. 1. 1971. Zdroj: wetterzentrale.de



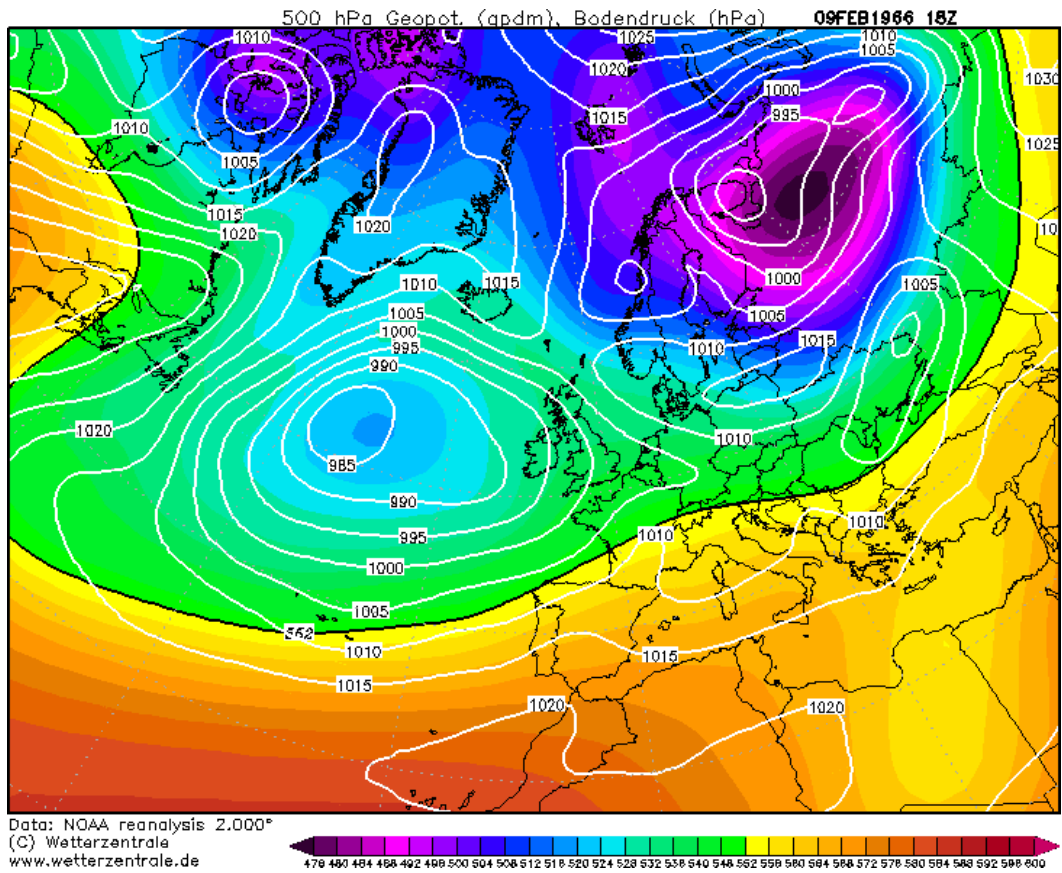
Obrázek 31 - synoptická mapa dne 17. 1. 1982. Zdroj: wetterzentrale.de



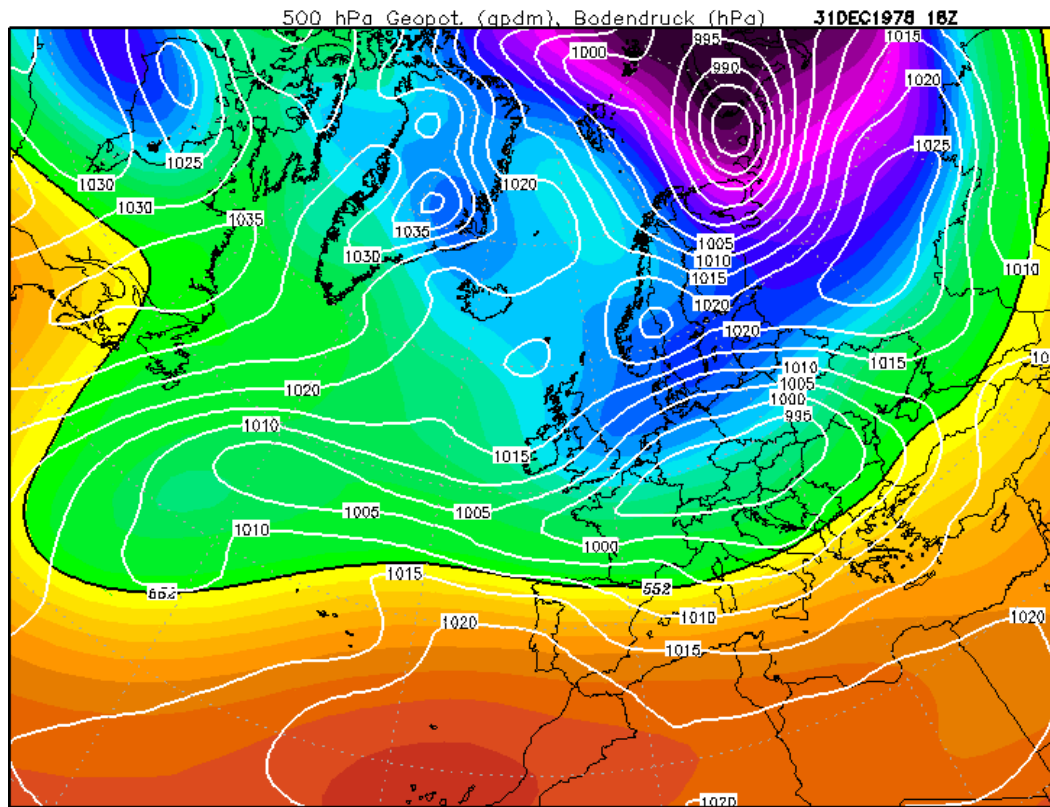
Obrázek 32 - synoptická mapa dne 2. 2. 1993. Zdroj: wetterzentrale.de

7.1 Inverzní situace, synoptické mapy

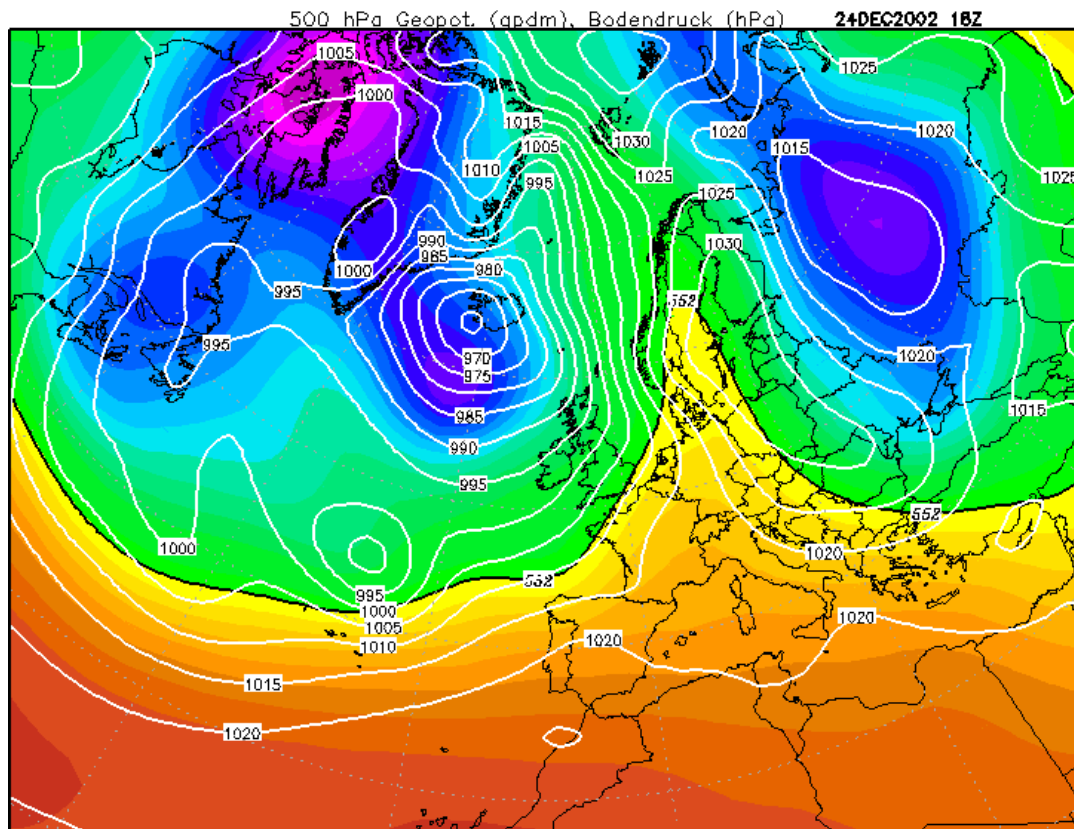
U všech identifikovaných inverzních situací (11. 1. 1971, 17. 1. 1982 a 2. 2. 1993) bylo analýzou synoptických map zjištěno, že se nad územím České republiky nacházela výrazná tlaková výše (obr. 30, 31 a 32). V zimním období, do kterého všechny sledované situace spadají, je právě z důvodu radičního ochlazování v nížinách častý výskyt radiční inverze a následně pak i nízké inverzní oblačnosti (Kolektiv autorů horské služby). Inverzní situaci navíc může podporovat teplá advekce na zadní straně tlakové výše (obr. 30 a 31), v důsledku které ovlivňuje horské oblasti teplejší proudění od jihu až jihovýchodu, zatímco níže položená místa zůstávají pod horním okrajem inverzní vrstvy.



Obrázek 33 - synoptická mapa dne 9. 2. 1966. Zdroj: wetterzentrale.de



Obrázek 34 - synoptická mapa zde 31. 12. 1978. Zdroj: wetterzentrale.de



Obrázek 35 - synoptická situace dne 25. 12. 2002. Zdroj: wetterzentrale.de

7.2 Advekce studeného vzduchu a frontální přechody, synoptické mapy

V případě situací s přechodem front a vpádem studeného vzduchu rovněž existuje určitá podobnost. Na obrázku (33 a 34) vidíme rozhraní dvou rozdílných vzduchových hmot, které pravděpodobně ovlivnilo teplotní odchylky na sledovaném území. Jedná se o situace 9. 2. 1966 a 31. 12. 1978, kdy přes sledované území přešla fronta a nastalo výrazné ochlazení. Situace 25. 12. 2002 je pravděpodobně odlišná. Jasně teplotní rozhraní se projevuje ve směru západ – východ. Zatímco západní část území České republiky se ještě nachází v oblasti teplého vzduchu (kladné teplotní odchylky jsou vidět i na obr. 28), od severovýchodu k nám zasahuje velmi chladný kontinentální vzduch, což se projevilo velkým rozdílem teplotních odchylek v západovýchodním směru, který s přechodem fronty zřejmě nesouvisel.

7.3 Silvestr 1978

Nejzajímavější situací ze sledovaného období byl silvestr 1978, který se dostal do podvědomí i široké veřejnosti díky extrémní teplotní změně. Z dat, která jsem zpracovával, se potvrdilo, že to byla opravdu ojedinělá situace, co se týče rozdílů teplotních odchylek na území České republiky (Tabulka 1). Avšak podobné situace, samozřejmě ne tak extrémní, ve sledovaném období nastaly. Důkazem toho jsou zpracované mapy v kapitole výsledky, a přiložené synoptické mapy v kapitole diskuze.

Vzhledem k zajímavosti situace níže uvádím převzatý popis charakteru počasí v okolních dnech v oblasti Evropy:

„Teplé a čilé jihozápadní proudění bylo provázeno postupem tlakové níže přímo do střední Evropy. Na severu Německa a severněji se začalo tři dny před koncem roku tvořit výrazné frontální rozhraní. Ve střední troposféře byla velmi dobře patrná polární fronta, která procházela středem Evropy od západu k východu. Ze severního Atlantiku se začal vsouvat směrem k Baltskému moři a dále na východ významný hřeben vyššího tlaku vzduchu, který poté dokonce vytvořil samostatnou a nestabilní tlakovou výši. Nad Grónskem a severozápadní částí Evropy se už pár dní vyskytovala při zemi oblast vysokého tlaku vzduchu. Zejména nad Grónskem šlo o velmi mohutnou výši. Tento pás vyššího tlaku vzduchu vtahoval chladný vzduch z vyšších zeměpisných šířek a přinášel prochlazený arktický vzduch. Aktivita hřebenu vysokého tlaku přinášejícího mořský arktický vzduch

spolu s hlubokou tlakovou níží ležící poněkud východněji a přinášející do jižnějších oblastí vzduch spíše kontinentálního původu způsobily příliv opravdu mrazivého počasí do střední Evropy.

29. prosince se rozhraní přiblížilo do míst, vzdálených necelých 300 km severně od ČR. Rozdíly mezi teplotami v ČR a teplotou např. v Postupimi dosáhly více jak 20°C. Odpoledne toho dne se fronta nalézala v ose Berlín - Brémy. Jižně od této linie vládlo jarní počasí s teplotami mezi 5 až 10°C a občasným slabým deštěm. Severně od ní ale zuřily sněhové a ledové bouře s teplotami mezi -10 až -15°C. Den před Silvestrem bylo rozhraní jen o nějakých 150 km jižněji než předešlý den. Fronta se tedy k jihu posunovala rychlostí pouhých 5 km/h. Oproti rychle postupujícím studeným frontám v zimním období, které dosahují při postupu nezřídka i rychlosti 100 km/h, je to tedy podstatný rozdíl. Během nočních hodin na Silvestra se začala fronta pohybovat k jihu daleko rychleji. Příčinou byla změna cirkulace, proudění se začalo měnit až na severní a později dokonce severozápadní. To vedlo postupně k částečnému zmírnění mrazů. Již v noci těsně před půlnocí se studený vzduch začal přelévat přes Krušné hory do Čech. Tento přeliv musel být velmi rychlý, neboť došlo k ochlazení o více jak 3°C za hodinu. Zatímco před půlnocí vládly teploty v severních Čechách okolo 8°C nad nulou, v brzkých ranních hodinách se již propadaly až k -15°C.“ (MeteoFórum, 2008)

8 Závěr

Cílem práce bylo zpracovat výskyt situací s velkými prostorovými rozdíly teploty vzduchu na území ČR a charakterizovat je pomocí synoptických map a v závislosti na ročním období. K analýze jsem využil interpolovaná denní teplotní data do pravidelné sítě uzlových bodů (databáze E-OBS). Zpracováním dat jsem ukázal, že za sledované období od 1. ledna 1950 do 31. prosince 2017 se vyskytlo 11 dnů s rozdíly odchylek teploty od průměru (pro daný kalendářní den a uzlový bod) většími než 15 °C. Jednalo se o 7 různých situací, některé měly delší trvání, takže obsáhly několik dnů po sobě. Všechny situace s takto velkými prostorovými rozdíly teploty vzduchu nastaly v zimním období. Hlavní příčinou vzniku těchto situací byla buď teplotní inverze, nebo vpád vzduchu o výrazně rozdílné teplotě, většinou spojený s přechodem atmosférické fronty. V jednom případě jsem pole teplotních odchylek interpretoval jako pravděpodobnou chybu v datech.

Zejména mezi inverzními situacemi existuje velká podobnost z hlediska jejich synoptických příčin (tlaková výše, příliv teplejšího vzduchu na její zadní straně). U situací s advekcí studeného vzduchu jsou rozdíly mezi synoptickými situacemi větší, velmi studený vzduch se do střední Evropy může v zimním období dostávat od severu i východu a jeho příliv nemusí souviset s přechodem fronty. Zdaleka největší prostorové rozdíly teplotních odchylek byly spojeny s extrémní studenou frontou a vpádem arktického vzduchu 31. 12. 1978. I v případě snížení hranice pro rozdíl odchylek teploty na 14 °C zůstávají případy v zimním období zcela dominantní. Zjednodušený předpoklad některých prací, že rozdíly mezi teplotními odchylkami na území České republiky jsou obvykle malé, je proto porušován především v zimě.

9 Seznam použitých zdrojů

- Andrews, D.G. 2000.** *Introduction to Atmospheric Physics*. London : Cabridge University Press, 2000.
- Bednář, Jan. 2003.** *Meteorologie: úvod do studia dějů v zemské atmosféře*. Praha : Portál, s.r.o., 2003. 80-7178-653-5.
- **1989.** *Pozoruhodné jevy v atmosféře. Atmosférická optika, akustika a elektřina*. Praha : Academia, 1989. 80-200-0054-2 .
- Bluestein, H.B. 1993.** *Synoptic - Dynamic Meteorology in Midlatitudes*. Oxford : Oxford University Press, 1993.
- Brádka, J., a další. 1961.** *Počasí na území Čech a Moravy v typických povetnostních situacích*. Praha : HMÚ, 1961.
- Braníš, Martin a Hůnová, Iva. 2009.** *Atmosféra a klima aktuální otázky ochrany ovzduší*. Praha : Karolinum, 2009. 978-80-246-1598-1.
- Brázdil, Rudolf. 1988.** *Úvod do studia planety Země*. Praha : SPN, 1988.
- Česká meteorologická společnost. 2017.** *Proměnlivost počasí. Elektronický meteorologický slovník*. [Online] 2017. [Citace: 10. 2 2019.] <http://slovník.cmes.cz/heslo/2909>.
- ECAD.eu. 2018.** *European Climate Assessment Dataset. ECAD.eu*. [Online] 2018. [Citace: 12. 1 2019.] <https://www.ecad.eu/download/ensembles/download.php>.
- Hanzlík, Stanislav. 1947.** *Základy meteorologie a klimatologie*. Praha : Česká grafická Unie, 1947.
- Hartmann, D.L. 1994.** *Global Physical Climatology*. New York : Academic Press, 1994.
- Haylock, M.R., a další. 2008.** *A European daily high-resolution gridded dataset of surface temperature and precipitation*. : J. Geophys. Res., 113, D20119, 2008. doi:10.1029/2008JD10201.
- Chomov, S. P. 1968.** *Meteorológia a klimatológia*. Bratislava : Vydavateľstvo Slovenskej akadémie vied, 1968. 71-056-68.
- Johnson, J.C. New York.** *Physical Meteorology*. 1954 : Wiley and Sons, New York.
- Jůza, Pavel. 2011.** *Infomet*. [Online] 17. 4 2011. [Citace: 5. 2 2019.] <http://www.infomet.cz/index.php?id=read&idd=1303000400>.
- Klabzuba, Jiří. 2015.** *Tlak vzduchu a tlakové útvary*. Praha : Česká zemědělská univerzita v Praze, 2015. 978-80-213-0704-9.
- **2015.** *Záření Slunce, Země a atmosféry*. Praha : Česká zemědělská univerzita v Praze, 2015. 978-80-213-0726-1.
- Kobzová, Eva. 1998.** *Počasí*. Olomouc : Rubico, 1998. 80-85839-26-1.
- Kolektiv autorů horské služby.** *Tlakové výše - anticyklóny. Online učebnice horské služby ČR*. [Online] [Citace:] http://ucebnice.horskasluzba.cz/cz/odborna-cast/zaklady-meteorologie/zakladni-pojmy-predpovedi-pocasi/tlakove-vyse-anticyklony?fbclid=IwAR0CAB7PuesAJS6lrgj2Dzi91By_x5_eeUuB0fpMFv7egmgxUF7EAE9-rGU.
- Kopáček, Jaroslav a Jan, Bednář. 2005.** *Jak vzniká počasí*. Praha : Karolinum 2005, 2005. 80-246-1002-7.
- Kurz, M. 1998.** *Synoptic Meteorology*. Offenbach : Deutscher Wetterdienst, 1998.
- MeteoFórum. 2008.** *Masivní ochlazení na Silvestra 1978. MeteoFórum*. [Online] 22. 4 2008. [Citace:] <http://meteoforum.e-pocasi.cz/historicke-pocasi/masivni-ochlazení-na-silvestra-1978-t685.html>.
- Munzar, Jan. 1989.** *Malý průvodce Meteorologií*. Praha : Mladá fronta, 1989. 23-011-89.

- Pechala, F. a Bednář, J. 1991.** *Příručka dynamické meteorologie*. Praha : Academia, 1991.
- Pierce, R. 2001.** *Meteorology at the Millennium*. Londýn : Academic press, 2001.
- Reinhart, Miroslav. 1970.** *Všeobecná meteorologie*. Praha : hydrometeorologický ústav, 1970. 301-03-10.
- Roth, Günter D. 1999.** *Malá encyklopedie počasí*. Praha : Euromedia Group k.s., 1999. 80-242-0228-X.
- Spinoni, J., a další. 2015.** Climate of the Carpathian Region in the period 1961–2010. *Royal Meteorological Society*. [Online] 2015. [Citace: 26. 03 2019.] <https://doi.org/10.1002/joc.4059>.
- van der Schrier, Gerard, a další. 2018.** *An Ensemble Version of the E-OBS Temperature and Precipitation Datasets*. : J. Geophys. Res. Atmos., 123, 2018. doi:10.1029/2017JD028200.
- wetterzentrale.de.** Reanalysis archive. *wetterzentrale.de*. [Online] [Citace: 24. 04 2019.] <http://www.wetterzentrale.de/reanalysis.php?jaar=2002&maand=12&dag=24&uur=1800&var=1&map=1&model=noaa>.