

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: B4131 Zemědělství

Studijní obor: Agroekologie

Katedra: Katedra krajinného managementu

Vedoucí katedry: doc. Ing. Pavel Ondr, CSc.

Bakalářská práce

Zhodnocení výskytu přívalových dešťů ve vybrané lokalitě

Vedoucí bakalářské práce: doc. Ing. Pavel Ondr, CSc.

Autor bakalářské práce: Pavel Kulíšek, DiS.

České Budějovice, 2016

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Pavel KULÍŠEK**
Osobní číslo: **Z13268**
Studijní program: **B4131 Zemědělství**
Studijní obor: **Agroekologie**
Název tématu: **Zhodnocení výskytu přívalových dešťů ve vybrané lokalitě.**
Zadávající katedra: **Katedra krajinného managementu**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Cílem bakalářské práce je zpracování podrobné literární rešerše týkající se srážkové činnosti. Rešerše bude zaměřena především na krátkodobé intenzivní deště. Následně budou vyhodnoceny synoptické podmínky jejich vzniku, vývoje a důsledků na krajinu a zemědělskou výrobu.

1. Literární rešerše na dané téma.

a/ obecný popis srážek

b/ popis oblačnosti, podmínky jejich vzniku a předpokládaná srážková činnost

c/ přívalové srážky frontálního a konvekčního charakteru

d/ možnosti sledování srážkové činnosti

2. Popis a zpracování konkrétní lokality.

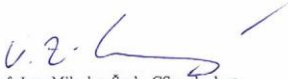
3. Aplikace teoretický poznatků v zájmovém území.

Rozsah grafických prací: **dle potřeby**
Rozsah pracovní zprávy: **40 stran textu**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**
Seznam odborné literatury:

Dykyjová, D. a kol. (1989): Metody studia ekosystémů. Academia, Praha.
Havlíček, V. a kol. 1986: Agrometeorologie. SZN n. p., Praha.
Řezáčová, D., a kol., 2007: Fyzika oblaků a srážek. Academia Praha
Rožnovský, J., a kol., 2014: Extrémy oběhu vody v krajině. Sborník mezinárodní konference.
Časopis Meteorologické zprávy.


Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Pavel Ondr, CSc.**
Katedra krajinného managementu

Datum zadání bakalářské práce: **16. března 2015**
Termín odevzdání bakalářské práce: **15. dubna 2016**


prof. Ing. Miloš Šoch, CSc., dr. h. c.
děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Studentská 13
370 05 České Budějovice

L.S.


doc. Ing. Pavel Ondr, CSc.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 23. března 2015

Prohlášení

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Zemědělskou fakultou - elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne 15. 4. 2016

.....

Pavel Kulíšek

Poděkování

Chtěl bych poděkovat panu doc. Ing. Pavlu Ondrovi, CSc. za odborné vedení práce a cenné rady, které mi pomohly tuto práci zkompletovat.

Abstrakt

Cílem této bakalářské práce je popis vzniku oblačnosti a srážek, především se zaměřením na intenzivní srážky vypadávající z konvekční oblačnosti. Zhodnocen byl výskyt přívalových dešťů společně se synoptickou situací v lokalitách Jenín a Vlkov. Data byla použita z meteorologické stanice Jenín a srážkoměru umístěném ve Vlkově.

Klíčová slova: oblačnost, srážky, meteorologie

Abstract

The goal of this thesis is a description of formation clouds and precipitation, mainly focusing on intense precipitation falling out of convective cloud. Evaluated the incidence of torrential rains along the synoptic situation in the areas of Jenin and Vlkov. Data was used from the weather station Jenin and the rain gauge, located in Vlkov.

Keywords: cloudiness, precipitation, meteorology

Obsah

1. Úvod.....	9
2. Literární přehled	10
2.1 Atmosférické srážky	10
2.1.1 Narůstání částic v oblacích.....	11
2.1.2 Vylučování srážek z oblaků	11
2.1.3 Hodnocení srážek	12
2.1.4 Měření dešťových srážek	12
2.2 Oblaky.....	13
2.2.1 Vznik oblaků	13
2.2.2 Klasifikace oblaků	15
2.2.3 Tvary konvekční oblačnosti	18
2.2.4 Odrůdy konvekční oblačnosti.....	19
2.2.5 Zvláštnosti konvekční oblačnosti	19
2.2.6 Průvodní oblaky.....	22
2.3 Atmosférické fronty.....	22
2.3.1 Teplá fronta	23
2.3.2 Studená fronta.....	24
2.3.3 Okluzní fronta.....	26
2.4 Oblačnost a srážky nefrontálního charakteru	27
2.5 Sledování srážkové oblačnosti	28
2.5.1 Meteorologické radary	28
2.5.2 Meteorologické družice	29
2.5.3 Detekce blesků	30
3. Cíl a metodika práce.....	31
4. Charakteristika lokality	32
4.1 Lokalita Jenín	32

4.2	Lokalita Vlkov	33
5.	Výsledky a diskuse	37
5.1	Lokalita Jenín	37
5.2	Lokalita Vlkov	38
5.3	Diskuse	42
6.	Závěr	44
7.	Seznam použité literatury	45
8.	Přílohy	47

1. Úvod

V současné době, kdy dochází ke změnám klimatu, jsou často řešeným problémem přívalové srážky. Obvykle trvají jen velmi krátkou dobu, řádově několik desítek minut. Jejich intenzita je však velmi vysoká. Mohou způsobit přívalové povodně, zaplavení níže položených míst nebo erozi na zemědělské půdě.

Změny klimatu a s nimi spojené častější přívalové srážky lze zmírnit šetrným hospodařením s vodou v krajině a zvyšováním její retenční schopnosti. Ekologicky stabilní krajina je schopna snižovat extrémní rozdíly v teplotách a také snižovat negativní dopady přívalových srážek. Zvyšování retence vody a ekologické stability krajiny lze dosáhnout různými způsoby, např. revitalizací vodních koryt, vhodným hospodařením na zemědělské půdě a s tím spojené dodržování principů GAEC nebo také obnovou a vytvářením nových remízků, mezí a malých vodních nádrží.

Minulý rok vznikla Adaptační strategie ČR, která se zabývá změny klimatu v jednotlivých sektorech, jako jsou lesní hospodářství, zemědělství, vodní režim v krajině aj. Dále navrhuje adaptační opatření, stanovuje jejich finanční náročnost a možnost realizace. Tato strategie je zavedena jako tzv. Národní akční plán adaptace na změnu klimatu.

2. Literární přehled

2.1 Atmosférické srážky

Atmosférické srážky jsou částice, které vznikají kondenzací vodních par v atmosféře a mohou být buď v pevném, nebo kapalném stavu. Atmosférické srážky se vyskytují ve formě padající, také vertikální a ve formě usazené, též horizontální. Ke srážkám vertikálním patří déšť, mrznoucí déšť, mrholení, mrznoucí mrholení, sníh, sněhové krupky, sněhová zrna, krupky, zmrzlý déšť, ledové jehličky a kroupy. K horizontálním srážkám patří rosa, jíní, námraza a ledovka (Kopáček, Bednář, 2005).

Vertikální srážky se podle průběhu srážkového jevu dělí na:

1) Mrholení

Při mrholení vypadávají srážky v podobě velmi malých kapiček, které mají rozměry mezi 0,05 až 0,5 mm. Tyto srážky dosahují malých úhrnů a vypadávají z oblaku stratus.

2) Srážky trvalé

Jedná se o dlouhodobé deště, které se vyskytují na rozlehlých územích. Vypadávají z oblaku Nimbostratus, který vzniká na teplých a okluzních frontách. Srážky trvalé jsou nižší intenzity, přesto při dlouhém trvání může napadnout několik desítek milimetrů (Havlíček a kol., 1986) a (Vondráček, 2000).

3) Přeháňky

Přeháňky na rozdíl od srážek trvalých mají silnou intenzitu, ale zasahují menší oblasti a jsou krátkého trvání. Avšak při vhodných podmínkách se mohou na jednom místě udržovat i po několik hodin. Vypadávají z kupovitých oblaků cumulus a cumulonimbus, vyskytujících se na studených frontách. Hlavně v teplejší části roku, mohou být doprovázeny silným nárazovým větrem a krupobitím. Mezi přeháňky nepatří občasný déšť vypadávající ze slohových oblaků (Kopáček, Bednář, 2005).

2.1.1 Narůstání částic v oblacích

Mezi základní příčiny narůstání částic v oblacích patří:

1) Difúzní přenos vodní páry

Uskutečňuje se ve smíšených oblacích, což jsou většinou vertikálně mohutnější druhy oblaků, ve kterých se vyskytují kapalné a ledové částice zároveň. Díky tomu, je mezi částicemi rozdílné napětí nasycené vodní páry. Vzhledem k tomu, že u ledových krystalků je menší napětí nasycení, se vodní pára přemísťuje z vodních kapiček na ledové krystalky. Díky tomu, ledové krystalky zvětšují svou velikost. Stejným principem narůstají chladnější kapičky prostřednictvím teplejších a větší pomocí menších.

2) Koagulace

Při koagulaci dochází ke srážení a následnému spojování kapalných částic. Probíhá při teplotách nad 0°C. Větší částice se lépe spojují než menší. Tento proces je pomalejší než difúzní přenos vodní páry (Havlíček a kol., 1986).

2.1.2 Vylučování srážek z oblaků

Srážky většinou nevyPadávají z oblaků stejného složení, ať už se jedná o oblak tvořený pouze ledovými krystalky nebo vodními kapičkami. Důležitým faktorem při vylučování srážek je, aby částice dosáhly takové hmotnosti, která je schopna překonat vzestupné proudění vzduchu.

Malé částice o rozměrech do 20 μm se ve vzduchu vznášejí, mohou ale být ovlivněny i slabým prouděním vzduchu a pohybovat se všemi směry. Čím těžší částice je, tím je nutná větší síla výstupných proudů k jejímu udržení v ovzduší. Největší dešťové kapky dosahují velikosti 7 mm, pokud dojde překonání této hranice, tak se kapky tříští na menší. Kapky o průměru 7 mm vyPadávají při výstupných proudech o rychlosti 8 $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$. Pokud výstupné proudy dosahují vyšší rychlosti než 8 $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$, srážky nevyPadávají, ale mohou padat kroupy (Havlíček a kol., 1986).

2.1.3 Hodnocení srážek

Srážkové charakteristiky:

Množství srážek – udává se v milimetrech a platí zde přepočet, že jeden spadlý milimetr je jeden litr na metr čtvereční.

Trvání srážek – udává se v minutách nebo hodinách.

Síla srážek – je množství srážek v milimetrech spadlých za jeden srážkový případ.

Intenzita srážek – je množství spadlých srážek za čas. V případě intenzivních dešťů se nejčastěji udává v milimetrech za jednu hodinu. Používá se také v agrometeorologii, protože intenzita srážek ovlivňuje vodní erozi, stav půdy, růst rostlin nebo průběh polních prací.

Klasifikace dešťových srážek podle intenzity – Tabulka č. 1

Druh srážek	Intenzita srážek (mm/h)
Slabý déšť	$\leq 1,0$
Mírný déšť	1,1-5,0
Silný déšť	5,1-10,0
Velmi silný déšť	10,1-15,0
Liják	15,1-23,0
Příval	23,1-58,0
Průtrž mračen	$\geq 58,1$

(Havlíček a kol., 1986)

2.1.4 Měření dešťových srážek

Provádí se srážkoměry, což je válcová nádoba s trychtýřovitým nástavcem a vymezenou záchytnou plochou. Záchytná plocha má standardně 500 cm², ale pro méně přesná měření se mohou používat srážkoměry se záchytnou plochou 200 cm² nebo 100 cm². Dále obsahují člunek, který se překlápí po 0,1 mm nebo po 0,2 mm.

Kromě standardního srážkoměru se používá srážkový totalizátor a ombrograf. Totalizátor je v podstatě klasický srážkoměr, který nemá člunek, ale nádobu na zachytávání vody. Ta je uzpůsobena pro uchování srážkové vody za delší období, většinou za měsíc nebo rok. Používá se na odlehlých místech, kde není možné měřit srážky každý den. Do nádoby se proti zamrznutí vody přidává chlorid vápenatý a proti výparu se přidává vaselinový olej. Kolem zachytné plochy se používá Nipherův prstenec, který brání přelévání srážek z trychtýře vlivem silného větru.

Ombrograf je samozapisovací plovákový srážkoměr, který kromě množství srážek zaznamenává i intenzitu a jejich časový průběh.

Umístění srážkoměru by mělo být na reprezentativním místě, kde není stíněn stromy, budovami nebo jinými překážkami. Horní konec srážkoměru by měl být umístěn ve výšce 1 m nad okolním terénem (Kešner, 1986).

2.2 Oblaky

Oblaky vznikají kondenzací a desublimací vodní páry v atmosféře. Skládají se z vodních kapiček, ledových částic nebo jsou smíšené. Rozlišujeme různé druhy, tvary, odrůdy a zvláštnosti oblaků.

Oblaky můžeme rozdělit na vysoké, vyskytující se ve výšce nad 6 km, střední ve 2 – 6 km, nízké do 2 km a vertikální, což jsou mohutné oblaky, jejichž základna se vyskytuje nízko a vrchol sahá do výšek nad 6 km (Kešner, 1986).

2.2.1 Vznik oblaků

Aby došlo ke kondenzaci vodní páry, musí být v ovzduší také přítomna kondenzační jádra, vzduch musí být nasycen vodní parou a teplota je rovna nebo nižší, než teplota rosného bodu.

Kondenzační jádra jsou malé hygroskopické částice různorodého složení. Vznikají přirozenou cestou a jsou to například sopečné či solné částice nebo jsou antropogenního původu a vznikají jako produkt spalování uhlí. Taková jádra přijímají vodní páru obsaženou v ovzduší a vznikají tzv. zárodečné kapky – viditelné jako oblaky, což jsou mikroskopické kapičky, které jsou tvořeny koncentrovanými roztoky solí a kyselin. Zárodečné kapky vznikají při relativní vlhkosti blízké 100 %, k dalšímu růstu je potřeba, aby byl vzduch vodní parou lehce přesycen. K přesycení vzduchu dochází v důsledku adiabatického ochlazování – vystupující nasycený vzduch se

s nižším tlakem rozpíná, čímž ztrácí vnitřní energii a ochlazuje se (Kešner, 1986) a (Treutwein, 2001).

Další podmínkou pro vznik oblaků jsou výstupné pohyby vzduchu. Při výstupných pohybech dochází k adiabatickému ochlazení vzduchu a následné kondenzaci. Výstupných pohybů je několik typů:

Termická konvekce – jedná se o výstup vzduchu způsobený zahřátím zemského povrchu. Vzduch se na různých místech prohřívá nerovnoměrně, studený vzduch se tlačí pod teplý a vznikají samovolné pohyby směrem vzhůru.

Mechanický výstup – je to nucený výstup vzduchu přes horskou překážku. Pokud vítr vane na horskou překážku a neobtéká jí, je vzduch nucen tuto překážku překonat.

Výstup na frontálním rozhraní – nastává, když teplejší vzduch proudí výkluzným pohybem vzhůru po vrstvě studeného vzduchu.

Uspořádané výstupné pohyby – probíhají uvnitř tlakové níže, do níž proudí vzduch z jejího okraje. Tyto výstupné pohyby jsou značně rozsáhlé ale pomalé v cm/s.

Vlnový pohyb proudění – probíhá při silném větru, který proudí přes horský hřeben. Vzduch pak v pravidelných intervalech stoupá a klesá. Při stoupání dochází k ochlazení vzduchu a vzniku oblaků, typicky vzniká altocumulus lenticularis (Dvořák, 2001).

Hlavně pro konvekční oblačnost je důležité, aby byla atmosféra teplotně instabilní. V nenasyceném vzduchu vodní parou klesá teplota o 1 °C na 100 m výšky, je to hodnota tzv. suchoadiabatického gradientu. V nasyceném vzduchu klesá teplota o 0,6 °C na 100 m, jedná se o nasyceně adiabatický gradient. Střední hodnota teplotního gradientu je 0,65 °C. (Havlíček a kol., 1986). Pokud teplota klesá rychleji než 1 °C, je atmosféra absolutně instabilní. V případě, že teplota klesá rychleji než 0,6 °C, ale klesá pomaleji než 1 °C, jedná se o podmíněnou instabilitu, kdy je atmosféra instabilní pro nasycený vzduch a stabilní pro suchý respektive nenasycený vzduch (Kopáček, Bednář, 2005). V případě podmíněné instability může konvekční oblačnost vznikat při mechanickém výstupu přes horskou překážku, kdy se vlivem adiabatického ochlazení, stane nenasycený vzduch nasyceným (Dvořák, 1998).

Ve výškách kolem 3000 – 4000 m se objevuje výšková zádržná vrstva, nebo také výšková inverze, která brání rozvoji kupovité oblačnosti. Pokud je tato vrstva slabá nebo zcela chybí, tak vzniká silná vertikální oblačnost (Dvořák, 2001).

2.2.2 Klasifikace oblaků

Podle světové meteorologické organizace (WMO) existuje na celé zemi deset základních druhů oblaků, ty se dále dělí na tvary, odrůdy a zvláštnosti. Jednotlivé druhy oblaků se vyskytují v určitých výškových vrstvách, pro ně typických.

Cirrus

Zkratka Ci, česky řasa. Jedná se o oblak vysokého patra, který se vyskytuje ve výškách 6 – 10 km, výjimečně i ve stratosféře. Má tvar bílých vláken nebo úzkých pruhů a je vždy průsvitný jak pro sluneční, tak pro měsíční svit. Skládá se výhradně z ledových krystalků. Nevypadávají z něj žádné srážky. Při větším pokrytí oblohy cirrovitou oblačností dochází k útlumu termických proudů. Většinou je příznakem blížící se teplé fronty.

Cirrocumulus

Zkratka Cc, česky řasokupa. Vyskytuje se ve výškách 6 – 10 km přesně jako cirrus. Je celkem vzácný, má tvar malých bílých kup a zrn, které bývají ve skupinách. Srážky z něj nevypadávají. Občas se objevuje na studené frontě.

Cirrostratus

Zkratka Cs, česky řasosloha. Objevuje se ve výšce 8 – 10 km. Může pokrývat značnou část oblohy. Má vzhled bílého závoje. Je průsvitný, avšak procházející světlo je utlumeno. Skládá se z ledových krystalků a srážky z něj nevypadávají. Světlo se při průchodu ledovými krystalky láme a vytváří halové jevy a jiné světelné efekty.

Alto cumulus

Zkracuje se Ac, česky se nazývá vysoká kupa. Vyskytuje se ve středních výškách 2 – 6 km nad zemí. Objevuje se ve skupinách, někdy i v několika patrech nad sebou, ale nepokrývá celou oblohu. Má mnoho tvarů a je bílé nebo šedé barvy. Oblak má vlastní stín. Často vzniká prouděním přes horskou překážku. Je složen z vodních kapiček, ale někdy je alto cumulus smíšený a objevují se v něm i ledové krystalky. Z vlnových Ac srážky nevypadávají.

Altostratus

Zkráceně As, český výraz je vysoká sloha. Vyskytuje se ve výškách 2 – 6 km, jedná se tedy o oblak středního patra. Většinou pokrývá celou oblohu. Je šedavé barvy, bez výraznější struktury. Pokud je oblak méně vertikálně vyvinutý, prosvítá jím slunce, u silnějších altostratů slunce neprosvítá, ale oblak účinně rozptyluje sluneční záření. Většinou se vyskytuje během přechodu teplé fronty, a pokud je dostatečně silný, vypadávají z něho slabé srážky. Jedná se o velmi vodnatý oblak.

Nimbostratus

Zkratka Ns, česky dešťová sloha. Jedná se o oblak se základnou v nízkém patře, tedy do 2 km. Jeho vrchol se ale na výrazných frontálních rozhraních může nacházet ve výšce až 10 km. Vypadávají z něj trvalé srážky na rozlehlých územích. Pokrývá vždy celou oblohu a má tmavou barvu. Slunce jím neprosvítá. Jedná se o oblak smíšený, pokud je málo vertikální, může být tvořen pouze z vodních kapiček. Protože je pod oblakem vysoká vlhkost z vypadávajících srážek, tvoří se často u jeho základny další druhy oblaků.

Stratocumulus

Zkratka Sc, česky slohová kupa. Vyskytuje se v nízké vrstvě troposféry, se základnou do 2 km. Je rozprostřený do vrstvy a má tvar zploštělých kup, někdy také vln. Má šedavou barvu a může pokrývat celou oblohu nebo jen její část. Skládá se z vodních kapiček, někdy je také smíšený. Mohou z něj vypadávat srážky, většinou ve formě občasných dešťů. Někdy vzniká přeměnou z cumulu nebo stratu.

Stratus

Zkratka je St, česky sloha. Oblak je šedé barvy. Vyskytuje se v nízkém patře. Někdy se vyskytuje několik metrů nad zemským povrchem, jindy může být několik stovek metrů nad zemí jako inverze. Většinou vzniká z mlhy, která se zvedne nad zemský povrch. Má jednotvárný šedivý vzhled, podobně jako As a často pokrývá celou oblohu. Běžně vzniká na konci léta a na podzim, slunce má však ještě dostatek síly, aby stratus rozpustilo. V zimě se pak udržuje v nížinách po celý den, i když na horách může být jasno, jedná se o inverzní charakter počasí. Mohou z něho vypadávat slabé srážky v podobě mrholení, ledových jehliček nebo sněhových zrn.

Cumulus

Zkráceně Cu, v češtině kupa. Jedná se o oblak s vertikálním vývojem a často vzniká díky termické konvekci. Základna oblaku bývá tmavá a vyskytuje se ve výšce 1 – 3 km, na straně osvětlené sluncem je oblak bílý. Má tvar kup. Vždy se vykytuje osamoceně a je prostorově ohraničený. Nepokrývá celou oblohu. Mohou z něho vypadávat intenzivní srážky v podobě přeháněk, ale vždy na malém území a po krátkou dobu.

Cumulonimbus

Zkratka Cb, česky bouřková kupa. Je to konvekční oblak, tedy s vertikálním vývojem. Vzniká z cumulu a je mu také podobný, ovšem cumulonimbus je mnohem mohutnější jak vertikálně tak horizontálně. Vzniká díky dostatečné vlhkosti v atmosféře, silným výstupným pohybům a absenci výškové teplotní inverze. Základna oblaku se nachází v 1 – 2 km a vrchol může zasahovat až do tropopauzy a výjimečně do stratosféry. Oblak je na osvětlené straně bílý a jeho základna je velmi tmavá až černá, záleží na jeho vertikální mohutnosti. Jedná se o bouřkový oblak a většinou je provázen elektrickými výboji. Vypadávají z něj intenzivní srážky, často přívalové deště a v letním období kroupy. V zimě z něj může sněžit, popřípadě vypadávat srážky smíšené. Pod oblakem se může vyskytovat silný nárazový vítr. Je to smíšený oblak tvořený vodními kapičkami a ledovými krystalky. Výstupné pohyby vzduchu pod oblakem mohou dosahovat až 20 m/s a v oblaku dokonce až 60 m/s. Na zadní části cumulonimbu se vyskytují sestupné proudy, které mohou dosahovat rychlosti až 50 m/s. Při takto velkých hodnotách se vytvoří tzv. downbursts, což je propad studeného vzduchu. Při downburstu vznikají vysoké srážkové úhrny nad 58,1 mm/h, což odpovídá průtrži mračen. (Dvořák, 2001).

2.2.3 Tvary konvekční oblačnosti

Fractus

Je roztrhaný, cárovitý oblak. Užívá se ve spojení s Cu a St.

Humilis

Oblak je nízký a plochý, bez většího vertikálního vývoje. Objevuje se pouze u oblaku cumulus. Nevypadávají z něj srážky a je většinou znakem teplého letního počasí. Oblak se nemůže více vyvinout z důvodu nízké vlhkosti vzduchu. Vrchol bývá ve výšce 3 km a výstupné proudy vzduchu v Cu humilis dosahují rychlosti až 3 m/s.

Mediocris

Opět se používá ve spojení s oblakem cumulus. Cumulus mediocris je oblak středních vertikálních rozměrů s malými kupovitými výběžky. Oblak je zhruba stejně velký na délku i na šířku. Vrchol oblaku se nachází ve výšce kolem 4 km. Výstupné pohyby pod oblakem mají rychlost 2 – 5 m/s.

Congestus

Je to oblak věžovitěho tvaru a má vysoký vertikální rozměr. Znovu se s tímto tvarem potkáme pouze u oblaku cumulus. Mohou z něj vypadávat i intenzivní srážky v podobě tzv. cumulových přeháněk. Při vhodných atmosférických podmínkách se cumulus congestus dále vyvíjí, až postupně přeroste v cumulonimbus, je to tedy předstupeň vzniku bouřkového oblaku. Vrchol oblaku leží ve výškách 5 – 7 km a výstupné proudy pod oblakem dosahují 4 -8 m/s.

Calvus

Tvar calvus se používá u bouřkového oblaku cumulonimbus. Význam calvus znamená, že má oblak holý vrchol. V této fázi není bouřkový oblak ještě dostatečně vyvinutý.

Capillatus

Vyskytuje se u bouřkových oblaků, které mají horní část zakončeny řasnatou strukturou, která již připomíná kovádlinu. Vrcholová část je také žebrovaná a má cirrovitý charakter. Capillatus je nejvyšší stádium bouřkového oblaku, který je doprovázen přivalovými srážkami a silným větrem (Dvořák, 2001).

2.2.4 Odrůdy konvekční oblačnosti

Radiatus

Oblaky jsou uspořádány do pásů v jedné přímce. Může se objevit u oblaků Cu, Sc, As, Ac, Ci (Dvořák, 2001).

2.2.5 Zvláštnosti konvekční oblačnosti

Incus

Vzniká v horní části cumulonimbu, jenž se roztéká do tvaru kovadliny. Může být bez struktury nebo je žebrovitá či vláknitá. Vzniká výhradně u oblaku cumulonimbus.

Obrázek č. 1: incus



Vlastní fotografie

Mamma

Na základnách oblaků se vytváří tvar prsou nebo vemen. Je to důsledek silných sestuných proudů v těchto místech. Vyskytuje se u Cb, Sc, As, Ac, Cc.

Obrázek č. 2: mamma



Vlastní fotografie

Praecipitatio

Vypadávající srážky z oblaku, které jsou vidět jako šedavé pásy. Tyto srážky dosahují zemského povrchu. Vyskytují se u As, Ns, Sc, St, Cu, Cb.

Obrázek č. 3: praecipitatio



Vlastní fotografie

Virga

Jsou to srážkové pruhy, které vypadávají z oblaků směrem k zemi, avšak nedosahují zemského povrchu. Před dopadem se vypařují. Vyskytují se u Cc, Ac, As, Ns, Sc, Cu, Cb (Dvořák, 2001).

Arcus

Anglicky také známý jako shelf cloud nebo v češtině návějový oblak. Vzniká na přední straně rychle postupujícího cumulonimbu. Má válcovitý tvar, někdy i více vrstevnatý. Je doprovázen silným nárazovým větrem, krátkého trvání – húlava (Sobíšek, 1993).

Obrázek č. 4: arcus



Vlastní fotografie

Tuba

Jedná se o oblačný vír, vycházející ze základny oblaku. Je podobný tornádu, ale o tornádo se nejedná, protože nedosahuje zemského povrchu. Vyskytuje se pouze u oblaku Cb (Dvořák, 2001).

2.2.6 Průvodní oblaky

Pileus

Je to oblačná čepice malého rozměru, vyskytující se v malé vzdálenosti nad vrcholky kupovitých oblaků. Mohou být i v několika kusech nad sebou nebo jimi vrcholky cumulonimbu můžou prorůstat.

Velum

Jedná se o oblak ve tvaru závoje nad vrcholky oblaků Cu a Cb. Má velký horizontální rozměr. Vrcholky jím mohou prorůstat.

Pannus

Jsou to roztrhané oblaky, které doprovázejí základny jiných oblaků a mohou se s nimi spojovat. Vyskytuje se u As, Ns, Cu a Cb (Dvořák, 2001).

2.3 Atmosférické fronty

Atmosférické fronty jsou úzké přechodové vrstvy mezi rozdílnými vzduchovými hmotami, kde dochází k náhlým změnám meteorologických prvků. Přechodovou vrstvu si lze představit jako čáru, takto se fronty také zapisují do synoptických map. Ve vertikální rovině je přechodová vrstva nakloněná a má rozměr několika stovek metrů. Délka fronty může být až několik tisíc kilometrů (Kopáček, Bednář, 2005) a (Kožnarová, Klabzuba, 2005).

Mimo klasické atmosférické fronty se také mohou vyskytovat podružné fronty. Podružné fronty jsou kratší a méně výraznější. Oddělují od sebe různé části stejné vzduchové masy. Jejich životnost je zhruba jeden den.

Dalším útvarem podobnému frontám jsou čáry instability. Vznikají před studenými frontami, v teplém sektoru tlakových níží, ve vzdálenosti až 500 km. Jsou tvořeny kupovitou oblačností, kterou můžeme pozorovat jako pásy na satelitních snímcích. Vytváří se během dne, při intenzivním zahřívání zemského povrchu. Jejich životnost je jen několik hodin (Kopáček, Bednář, 2005).

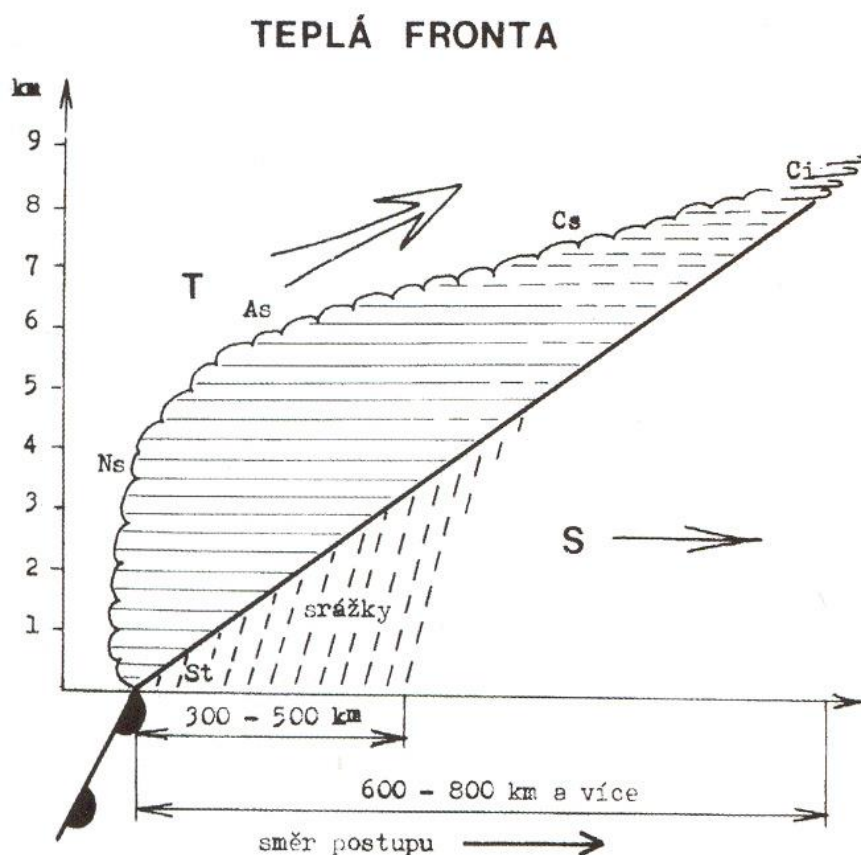
2.3.1 Teplá fronta

V případě teplé fronty se teplý vzduch nasouvá na klín studeného vzduchu. Podle Dvořáka (2001) má tento klín sklon $0,5 - 1,5^\circ$. Vzniká zde klouzavý výstupný pohyb a adiabatickým ochlazením se vytváří silná vrstevnatá oblačnost. Oblačnost se před čarou fronty vyskytuje až tisíc kilometrů dopředu, někdy i více. Srážkové pásmo je široké až tři sta kilometrů a vyskytuje se vždy před čarou fronty. (Havlíček a kol., 1986).

Před příchodem fronty, kde je klín studeného vzduchu nejvyšší, lze pozorovat oblaky cirrus, které následně houstnou a přechází v cirrostratus. Za cirrostratem následuje altostratus, kterým zpočátku ještě prosvítá slunce, ale jak dále houstne, stává se neprůsvitným a začínají z něj vypadávat srážky. Srážky z altostratu nejdříve nedosahují zemského povrchu a vypařují se, postupně ho však dosahují. Posledním a nejmohutnějším oblakem na teplé frontě je nimbostratus, ze kterého vypadávají trvalé srážky. Pod základnou nimbostratu vznikají doprovodná oblaka typu pannus. Za ustupující teplou frontou lze pozorovat oblaky typu Ac, As, případně Cu. Tlak před frontou mírně klesá a za frontou je setrvalý stav nebo slabý vzestup (Havlíček a kol., 1986) a (Podzimek, 1959). Teplá fronta je v našich podmínkách nejvýraznější v zimě. V létě je nevýrazná anebo se rozpadá ještě před naším územím, to je způsobeno malými rozdíly vzduchu před a za frontou (Dvořák, 2001).

Na teplé frontě se mohou za určitých podmínek vytvářet noční bouřky. V noci vyzařuje vrstevnatá oblačnost teplo, to způsobí, že horní část oblaku se ochlazuje. Naopak mezi základnou oblaku a zemským povrchem teplota mírně roste. Teplotní rozdíly se postupně zvětšují, až dosáhnou hranice $0,6^\circ\text{C}$ na 100m výšky, tedy podmíněné instability. Poté se v oblaku spustí konvekce a v původní vrstevnaté oblačnosti se začne vytvářet cumulonimbus. Tyto situace však nenastávají příliš často (Dvořák, 2001).

Obrázek č. 5: Schéma teplé fronty



http://www.holysa.cz/sites/default/files/images/001_11.jpg

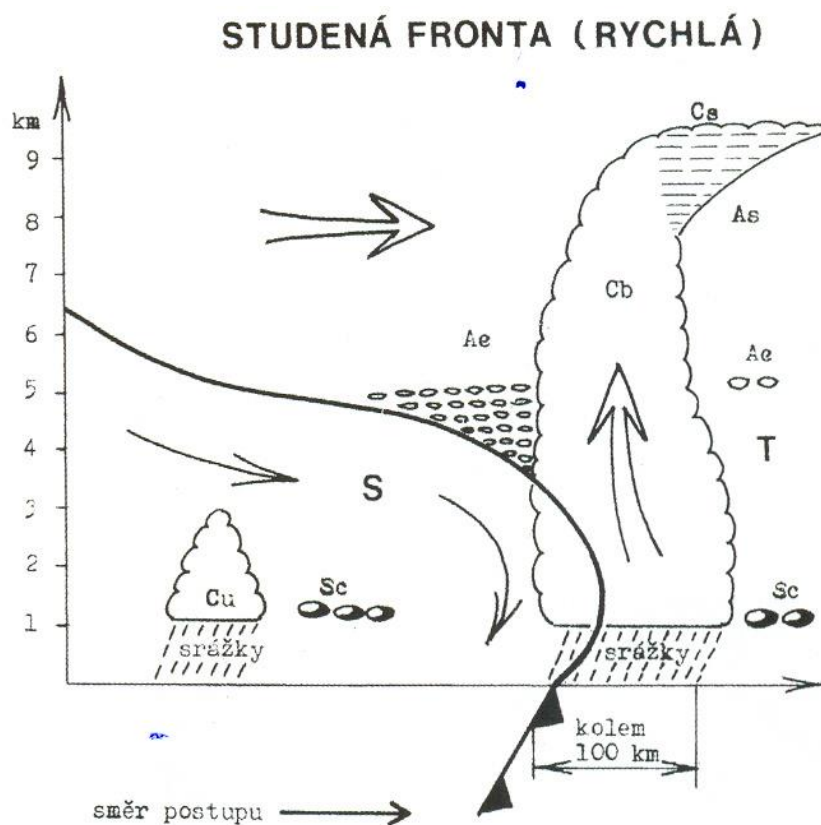
2.3.2 Studená fronta

Studená fronta je masa studeného vzduchu, která se klínovitě nasouvá pod vzduch teplý. Existují dva typy studených front.

Studená fronta prvního typu je pomaleji se pohybující typ studené fronty. Linie spodní části fronty je velmi příkrá, to způsobuje silné výstupné pohyby na frontě. Z toho důvodu se na čáře fronty může vyskytovat oblačnost typu cumulonimbus. Dále se na frontě vyskytuje oblačnost typu nimbostratus, která postupně přechází v altostratus. Srážky vypadávají za čarou fronty. Pásmo srážek je zde užší než u teplé fronty, je to způsobeno příkřejší frontální plochou (Havlíček a kol., 1986). Studená fronta prvního typu se vyskytuje hlavně v chladnější části roku a je méně častá než studená fronta druhého typu (Dvořák, 2001).

Studená fronta druhého typu má rychlejší pohyb, v průměru až 50 km/h. To způsobuje velmi silné výstupné pohyby vzduchu. Vytváří se zde vertikálně mohutná kupovitá oblačnost, která přechází v podobě frontálních bouřek s přívalovými srážkami a silným nárazovým větrem. Srážky vypadávají ve většině případů ještě před čarou fronty, dále mohou vypadávat na frontě nebo těsně za ní. Srážkové pásmo je úzké, kolem 50 km. Za frontou v přílivu studeného vzduchu nad stále teplejší zemský povrch, se tvoří kupovitá oblačnost typu stratocumulus nebo cumulus congestus s četnými přeháňkami. Dále se za frontou může vyskytnout oblak altocumulus. Tlak před frontou klesá a na frontě je pozorovatelný náhlý vzestup (Havlíček a kol., 1986) a (Karas, Zárybnická, Míková, 2007).

Obrázek č. 6: Schéma studené fronty druhého typu



http://www.holysa.cz/sites/default/files/images/003_11.jpg

2.3.3 Okluzní fronta

Okluzní nebo také okludovaná fronta, vzniká spojením studené a teplé fronty. Vzhledem k tomu, že studená fronta je rychlejší než fronta teplá, dohání ji a uzavírá tzv. teplý sektor. Při spojení obou front nastává proces zvaný okluze, kdy je teplý vzduch u zemského povrchu vytlačen vzhůru a teplý sektor je uzavřen. Okluze je z latinského *occludere*, což znamená uzavírat. Okluzní fronta je komplikovanější formace, než studená nebo teplá fronta a rozdělujeme ji na tři typy.

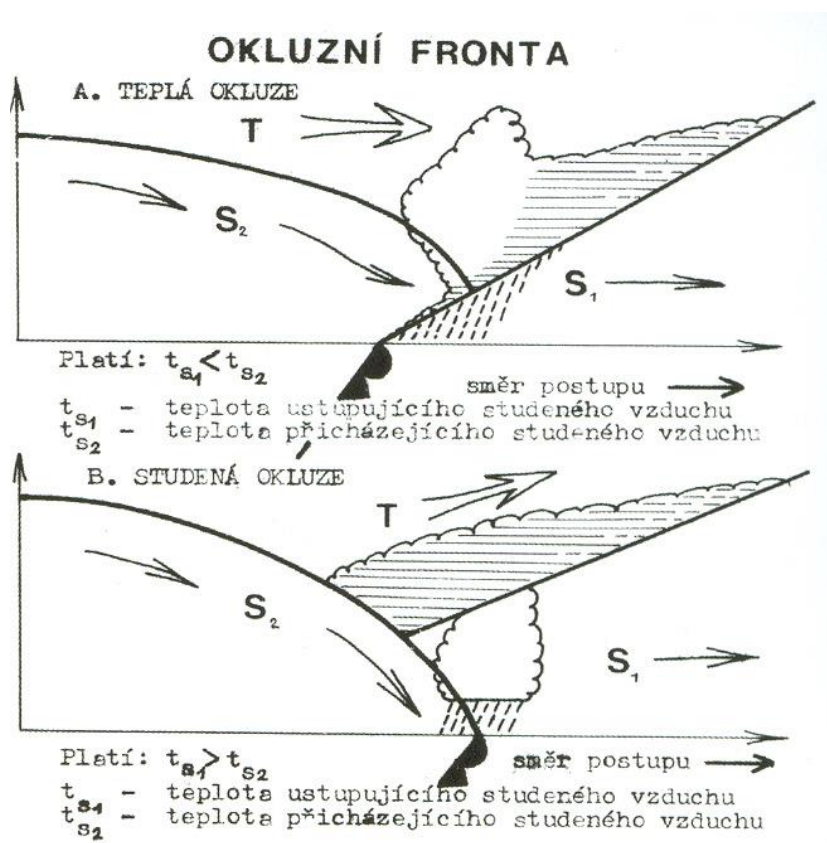
Neutrální okluzní fronta vznikne, pokud rozdíly teplot při zemi, před a za frontou jsou jen minimální. Taková situace vede k rozpadu fronty a následně i tlakové níže.

Teplá okluzní fronta vznikne, pokud je vzduch za frontou teplejší než před ní. Při zemském povrchu má povahu teplé fronty. Část fronty ve výšce je studená. Před frontou lze pozorovat oblaky cirrus a na frontě se vyskytuje vrstevnatá oblačnost typu Ns a As.

Studená okluzní fronta vzniká, pokud se klín studeného vzduchu na frontě nasouvá pod méně studený vzduch před frontou. Při zemi má povahu studené fronty, výšková část je teplá. Na frontě vzniká kupovitá oblačnost typu cumulus congestus a cumulonimbus.

Frontální projevy okluzních front jsou slabšího rázu, než na studené či teplé frontě. Okluzní fronty jsou předzvěstí zániku tlakové níže. Občas nastane situace, kdy se část okluzní fronty regeneruje na teplou nebo studenou frontu (Havlíček a kol., 1986) a (Koldovský, Kopáček 1981). Vznik teplých okluzních front je častější v chladnější části roku a naopak studené okluzní fronty častěji vznikají v létě (Dvořák, 2001).

Obrázek č. 7: Schéma teplé a studené okluzní fronty



http://www.holysa.cz/sites/default/files/images/004_9.jpg

2.4 Oblačnost a srážky nefrontálního charakteru

Oblačnost a srážky se mimo atmosférických front mohou tvořit i v místní vzduchové hmotě, což je oblast, která je značně vzdálená od atmosférických front. Místní vzduchová hmota může být teplá nebo studená a s tím souvisí rozvoj oblačnosti.

Teplé vzduchové hmoty jsou stabilní a vznikají zde oblaky typu Ci, Cs, Ac, Sc a St. Srážky vypadávají z oblaků Sc nebo St, v podobě mrholení nebo slabého deště.

Studené vzduchové hmoty jsou instabilní, s tím souvisí rozvoj konvekční oblačnosti Cu a Cb. Tyto oblaky se však mohou transformovat na Sc, As nebo Ns. Srážky v tomto případě vypadávají ze všech zmíněných typů oblaků. Nejintenzivnější jsou z vertikální oblačnosti typu cumulus congestus a cumulonimbus (Kopáček, Bednář, 2005).

2.5 Sledování srážkové oblačnosti

Srážkovou oblačnost lze sledovat pomocí technických prostředků, meteorologických radarů, družic nebo nepřímo pomocí detektorů blesků, případně přímo pozorovatelem v místě přechodu oblačnosti.

2.5.1 Meteorologické radary

Meteorologické radary jsou zařízení, které vysílá elektromagnetický impuls s vysokou energií o určité vlnové délce. Záření se od oblaků a srážek částečně odrazí zpět a radar ho přijímá a vyhodnocuje. Na základě takovýchto dat se vypočítává odhadovaná intenzita srážek s horizontálním rozlišením 1 km x 1 km. Radary mají dosah 256 km, avšak nejnižší výška měření je ve vzdálenosti 180 km jen 3 km a ve vzdálenosti 250 km je nejnižší výška měření 5 km. V České republice jsou instalovány dva meteorologické radary, jeden byl nainstalován v lokalitě Skalky na Moravě v roce 1995 a druhý je v Čechách v Brdech, zřízen v roce 1999.

Nejpoužívanější vlnová délka je u radarů v Evropě v C pásmu, kdy se $\lambda = 5$ cm. Další vhodná vlnová délka pro mírné a vysoké zeměpisné šířky je X pásmo – $\lambda = 3$ cm. X pásmo se také používá pro meteorologické radary v letadlech. V tropických oblastech pro silnou vertikální oblačnost se používá S pásmo o vlnové délce $\lambda = 10$ cm.

Na portálu Českého hydrometeorologického ústavu si můžeme prohlédnout dva základní uživatelské produkty. První je MAX Z, což je pole maximální odrazivosti, ve vertikálním průmětu, přenesené na pole horizontální. Zde lze sledovat plošné rozložení srážek. Dalším důležitým produktem je MAX Z 3D, je to pole maximální odrazivosti v 3D projekci, kde jsou kromě produktu MAX Z navíc vypočteny boční vertikální průměty maximální odrazivosti ve směrech jih – sever a západ – východ. Zde sledujeme vertikální mohutnost oblačnosti (Řezáčová a kol., 2007).

2.5.2 Meteorologické družice

Existují dva typy meteorologických družic. Jedny obíhají zemi na nízké oběžné dráze ve výškách 600 – 1500 km. Jejich běžné dráhy jsou kolmé na rovinu rovníku, takže obíhají zemi přes polární oblasti, proto se také označují jako družice s polární drahou letu. Mezi tyto družice patří americká NOAA/POES nebo evropská METOP, obě družice mají nainstalovaný přístroj AVHRR.

Dalším typem družic jsou družice na geostacionární dráze, jejichž oběžná doba je stejná s rotací země. Jsou vyneseny ve výšce 35 790 km. Rovina dráhy takovýchto družic je kruhová a stejná s rovinou zemského rovníku. Ve vyšších zeměpisných šířkách tyto družice nelze použít kvůli špatnému úhlu snímání. Díky geostacionární dráze mohou družice pořizovat snímky oblačnosti v pravidelných intervalech oproti družicím na nízké oběžné dráze. Pro Evropu jsou nejvýznamnější evropské družice řady meteosat, nesoucí přístroj SEVIRI.

Radiometr AVHRR má šest kanálů pro sledování oblačnosti a rozlišení 1,1 km x 1,1 km na jednom pixelu, případně 2,5 km x 4,5 km na okraji snímaného obrazu (Mavi, Tupper, 2004), (Prodi, 1987) a (Řezáčová a kol., 2007).

Spektrální kanály radiometru AVHRR – Tabulka č. 2

Kanál	Vlnová délka (μm)	Druh záření
1	0,58 – 0,68	Viditelné červené
2	0,725 – 1,0	Blízké infračervené
3A	1,58 – 1,64	Blízké infračervené
3B	3,55 – 3,93	Střední infračervené (atmosférické okno)
4	10,3 – 11,3	Tepelné záření, atmosférické okno
5	11,5 – 12,5	Tepelné záření, atmosférické okno

(Řezáčová a kol., 2007)

Radiometr SEVIRI snímá oblačnost každých 15 minut. Má 12 spektrálních kanálů s rozlišením 3 km x 3 km, pro Evropu je to 2 km x 3 km.

Nízká oblačnost a mlhy jsou na družicových snímcích vidět jako jednotvárná plocha s neurčitou texturou. Vysoká cirrovitá oblačnost je ve viditelném spektru propustná a v infračerveném velmi studená. Vertikální oblačnost je zobrazena jako vysoká chladná a nepropustná. Frontální oblačnost může být někdy obtížněji pozorovatelná kvůli více druhům oblačnosti na stejném místě (Řezáčová a kol., 2007).

2.5.3 Detekce blesků

Blesk je silný elektrický výboj a vzniká mezi centry opačných elektrických nábojů. Vytváří se výhradně ve vertikálně mohutných oblacích typu cumulonimbus. Díky tomu lze odhadnout přibližnou polohu srážek. Centrum kladného náboje je v horní části oblaku, ve střední části je pak záporně nabitě centrum. Detektory blesků jsou postaveny tak, aby zachycovaly vlnové délky generované bleskovými výboji (Řezáčová a kol., 2007).

3. Cíl a metodika práce

Cílem práce je objasnění vzniku oblačnosti a srážek a následné pozorování intenzivní srážkové činnosti ve vybrané lokalitě – Jenín, který se nachází v podhůří Šumavy a v lokalitě Vlkov, který leží v Třeboňské pánvi. V práci bude zhodnocen výskyt intenzivních dešťů za roky 2012, 2014 a 2015 v lokalitě Jenín, které dosáhly úhrnu 10 mm a více. Dále bude vysvětlen vznik a popsán vývoj konvekční oblačnosti u každého srážkového případu nad 10 mm ve Vlkově v roce 2015.

V lokalitě Jenín jsou srážky měřeny pomocí stanice AMS 2, kterou vyrábí společnost METEOSERVIS v.o.s, se sídlem ve Vodňanech. Srážky ve Vlkově jsou měřeny srážkoměrem TFA 47.3003.

4. Charakteristika lokality

4.1 Lokalita Jenín

Jenín je část obce Dolní Dvořiště a nachází se v okrese Český Krumlov. Nadmořská výška obce je 670 m.

Geomorfologie

Samotný Jenín leží v Šumavské soustavě na rozhraní geomorfologických celků Šumavské podhůří a Novohradské podhůří a geomorfologických podcelků Českokrumlovská vrchovina a Kaplická brázda.

Šumavské podhůří se rozprostírá na rozloze 2 407 km². Skládá se ze zlomových vrchovin a pahorkatin, převládá zde vliv selektivní eroze a denudace. V jihovýchodní části je patrné působení tektonických pohybů, jsou zde příkré údolní svahy a také zde můžeme nalézt místa s výrazně rozdílnou odolností hornin. Šumavské podhůří má střední nadmořskou výšku 634,4 m a střední sklon 6° 42'.

Českokrumlovská vrchovina s rozlohou 519 km², zaujímá jihovýchodní část Šumavského podhůří. Nejvyšší vrchol je Velký Plešný s nadmořskou výškou 1 066 m. Nejnižší bod leží v 477 m. Střední výška je 719,3 m a střední sklon je 6° 45'.

Novohradské podhůří je tvořeno především členitými vrchovinami, místy pahorkatinami, dále sníženinou a kotlinou. Jeho rozloha je 719 km². Nejvyšší bod má výšku 870 m a střední výška je 555,8 m. Střední sklon je 3° 57'.

Kaplická brázda zaujímá západní část Novohradského podhůří s celkovou rozlohou 259 km². Nachází se přibližně mezi řekou Malší a Českokrumlovskou vrchovinou. Šířka kaplické brázdy se pohybuje mezi 5 – 12 km a délka dosahuje 30 km. Nejvyšší bod je Věncová hora s 651 metry. Střední výška je 568,5 m a střední sklon je 3° 37' (Chábera, 1998).

Klima

V podhůří Šumavy je běžné vlhčí léto, kratší přechodná období a častější srážky. Srážkové úhrny se zde pohybují kolem 700 mm za rok (Mištera a kol., 1984). Průměrná roční teplota se pohybuje okolo 6 °C (Chábera a kol., 1985).

Klimatické oblasti podle Quitta

Zájmová oblast spadá do Chladné oblasti CH7. Quitt (1971) charakterizuje CH7 jako oblast s velmi krátkým až krátkým, mírně chladným a vlhkým létem, dlouhým přechodným obdobím s mírně chladným jarem a mírným podzimem, dlouhou mírnou až mírně vlhkou zimou s dlouhým trváním sněhové pokrývky.

CH7 – klimatické charakteristiky – Tabulka č. 3

Počet letních dní	10 – 30
Počet dní s průměrnou teplotou 10°C a více	120 – 140
Počet dní s mrazem	140 – 160
Počet ledových dní	50 – 60
Průměrná lednová teplota	-3 – -4
Průměrná červencová teplota	15 – 16
Průměrná dubnová teplota	4 – 6
Průměrná říjnová teplota	6 – 7
Průměrný počet dní se srážkami 1 mm a více	120 – 130
Suma srážek ve vegetačním období	500 – 600
Suma srážek v zimním období	350 – 400
Počet dní se sněhovou pokrývkou	100 – 120
Počet zatažených dní	150 – 160
Počet jasných dní	40 – 50

(Tolasz a kol., 2007)

4.2 Lokalita Vlkov

Vlastní srážkoměr je umístěn v obci Vlkov, v okrese Tábor, nalézající se přibližně 4 km jihovýchodně od Veselí nad Lužnicí. Nadmořská výška v místě srážkoměru je 419 m. GPS souřadnice srážkoměru jsou 49.1552064N, 14.7270697E.

Vlkov se nachází v severní části Třeboňské pánve a lze ji vymezit obcemi Lomnice nad Lužnicí na jihu, přes Veselí nad Lužnicí, až po obec Soběslav na severu zájmové oblasti, dále obcí Kardašova Řečice na východě a Dolním Bukovskem na západě území.

Geomorfologie

Geomorfologický celek Třeboňská pánev má rozlohu 1 360 km², je asi 60 km dlouhá a široká až 26 km. Jedná se o tektonicky podmíněnou sníženinu, se střední nadmořskou výškou 457 m. Třeboňská pánev se skládá ze tří podcelků – Lišovský práh, Lomnická pánev a Kardašorečická pahorkatina (Chábera, 1998). Zájmové území se skládá ze severní části Lomnické pánve a větší části Kardašorečické pahorkatiny.

Lomnická pánev má rozlohu 807 km². Nejnižší bod má nadmořskou výšku 405 m a nejvyšší bod má 525 m. Střední sklon je 0° 45', což je velmi nízká hodnota a odpovídá plochému až mírně zvlněnému reliéfu pánve. Výšková členitost je v rozmezí mezi 10 až 75 metry. Severní část tvoří okrasek Borkovická pánev a severozápadně od Borkovic se vyskytují Borkovická blata.

Kardašorečická pahorkatina zaujímá plochu 341 km², s výškovou členitostí 30 – 70 m. Nejnižší bod je v nadmořské výšce 400 m a nejvyšší v 514 m. Střední sklon je vyšší než v případě Lomnické pánve a má hodnotu 1° 22' (Chábera a kol., 1985).

Klima

Pro zájmovou oblast je typické přechodné klima střeoevropského typu, s výskytem četných inverzních situací, během chladné části roku. Nejteplejší měsíc je červenec s průměrnou teplotou 17 – 18 °C. Naopak nejchladnější měsíc leden má průměrnou teplotu -1 °C (Mištera a kol., 1984). Průměrná roční teplota v nejnižších místech Třeboňské pánve dosahuje hodnoty 7,5°C, v okrajových částech klesá k 7°C. Nejvíce srážek spadne v červenci a nejméně v lednu a v únoru. Průměrné roční srážky se pohybují kolem 600 mm. Lehce pod 600 mm se průměrné roční srážky vyskytují v severozápadní části zájmového území počínaje přibližně Veselím nad Lužnicí, ve zbylé části zájmového území srážek spíše přibývá a dosahují hodnot nad 600 mm (Chábera a kol., 1985).

Klimatické oblasti podle Quitta

Zájmové území spadá do mírně teplých oblastí MT10 a MT9. Lomnická pánev je teplejší a patří do klimatické oblasti MT10. Kardašorečická pahorkatina je naopak o něco chladnější a vlhčí, a téměř celá se nachází v MT9, jen nejnižší místa v západní části patří do MT10.

Podle Quitta (1971), lze MT10 charakterizovat dlouhým létem, které je teplé a mírně suché, má krátké přechodné období s mírně teplým jarem a mírně teplým podzimem, zima je krátká, mírně teplá a velmi suchá, s krátkým trváním sněhové pokrývky.

MT10 – klimatické charakteristiky – Tabulka č. 4

Počet letních dní	40 – 50
Počet dní s průměrnou teplotou 10°C a více	140 – 160
Počet dní s mrazem	110 – 130
Počet ledových dní	30 – 40
Průměrná lednová teplota	-2 – -3
Průměrná červencová teplota	17 – 18
Průměrná dubnová teplota	7 – 8
Průměrná říjnová teplota	7 – 8
Průměrný počet dní se srážkami 1 mm a více	100 – 120
Suma srážek ve vegetačním období	400 – 450
Suma srážek v zimním období	200 – 250
Počet dní se sněhovou pokrývkou	50 – 60
Počet zatažených dní	120 – 150
Počet jasných dní	40 – 50

(Tolasz a kol., 2007)

Quitt (1971) uvádí, že MT9 má dlouhé a teplé léto, suché až mírně suché, přechodné období je krátké s mírným až mírně teplým jarem a mírně teplým podzimem, zima je krátká, mírná, suchá, s krátkým trváním sněhové pokrývky.

MT9 – klimatické charakteristiky – Tabulka č. 5

Počet letních dní	40 – 50
Počet dní s průměrnou teplotou 10°C a více	140 – 160
Počet dní s mrazem	110 – 130
Počet ledových dní	30 – 40
Průměrná lednová teplota	-3 – -4
Průměrná červencová teplota	17 – 18
Průměrná dubnová teplota	6 – 7
Průměrná říjnová teplota	7 – 8
Průměrný počet dní se srážkami 1 mm a více	100 – 120
Suma srážek ve vegetačním období	400 – 450
Suma srážek v zimním období	250 – 300
Počet dní se sněhovou pokrývkou	60 – 80
Počet zatažených dní	120 – 150
Počet jasných dní	40 – 50

(Tolasz a kol., 2007)

5. Výsledky a diskuse

5.1 Lokalita Jenín

Vyhodnocení intenzivních dešťů z let 2012, 2014 a 2015 v lokalitě Jenín. Pokud v tabulce není uveden typ fronty, směr a intenzita, jedná se o srážkové případy vzniklé v místní vzduchové hmotě. Intenzitu fronty stanovují meteorologové z ČHMÚ subjektivním způsobem. Při stanovení intenzity se přihlíží hlavně ke gradientu teploty v 850 hPa a dále k projevům počasí na frontě např. velikost změny vektoru větru, změna teploty a srážky.

Rok 2012

Zhodnocení srážkových případů v roce 2012 – Tabulka č. 6

Datum	Typ fronty	Směr	Intenzita	Úhrn
23. 05. 2012	studená	SV	střední	25,4
21. 06. 2012	studená	Z	slabá	21,2
04. 07. 2012	studená	Z	střední	18,6
06. 08. 2012	studená	JZ	střední	28
07. 08. 2012	studená	JZ	střední	22,8
13. 09. 2012	studená	SZ	střední	11,5

V roce 2012 se všechny intenzivní deště vyskytovaly na studených frontách. Srážkový úhrn často překračoval hranici 20 mm. Nejvíce front přišlo ze západního a jihozápadního směru. Celkem bylo zaznamenáno 6 srážkových případů s úhrnem vyšším než 10 mm.

Rok 2014

Zhodnocení srážkových případů v roce 2012 – Tabulka č. 7

Datum	Typ fronty	Směr	Intenzita	Úhrn
11. 07. 2014	studená	SV	střední	11
14. 07. 2014	-	-	-	11,8
21. 07. 2014	-	-	-	14,3
31. 07. 2014	studená	Z	slabá	20,8
04. 08. 2014	-	-	-	10,6
07. 08. 2014	okluzní	Z	slabá	13,2
11. 09. 2014	okluzní	V	silná	29

V roce 2014 tři srážkové případy spadly v místní vzduchové hmotě, dále dva na studených frontách a dva na okluzních frontách, celkem tedy bylo 7 případů. Pouze dva případy překročily 20 mm. Nejčastější přechod front byl ze západního směru.

Rok 2015

Zhodnocení srážkových případů v roce 2012 – Tabulka č. 8

Datum	Typ fronty	Směr	Intenzita	Úhrn
09. 06. 2015	-	-	-	24,3

Rok 2015 byl poznamenán významnou epizodou sucha (Daňhelka a kol., 2015). Proto je zde zaznamenán pouze jediný případ intenzivního deště nad 10 mm, který se vyskytl v místní vzduchové hmotě.

5.2 Lokalita Vlkov

Ve Vlkově byly intenzivní deště zaznamenávány v roce 2015.

Zhodnocení srážkových případů v roce 2015 – Vlkov – Tabulka č. 9

Datum	Typ fronty	Směr	Intenzita	Úhrn
07. 06. 2015	studená	Z	střední	22
09. 08. 2015	studená	SZ	střední	10,8

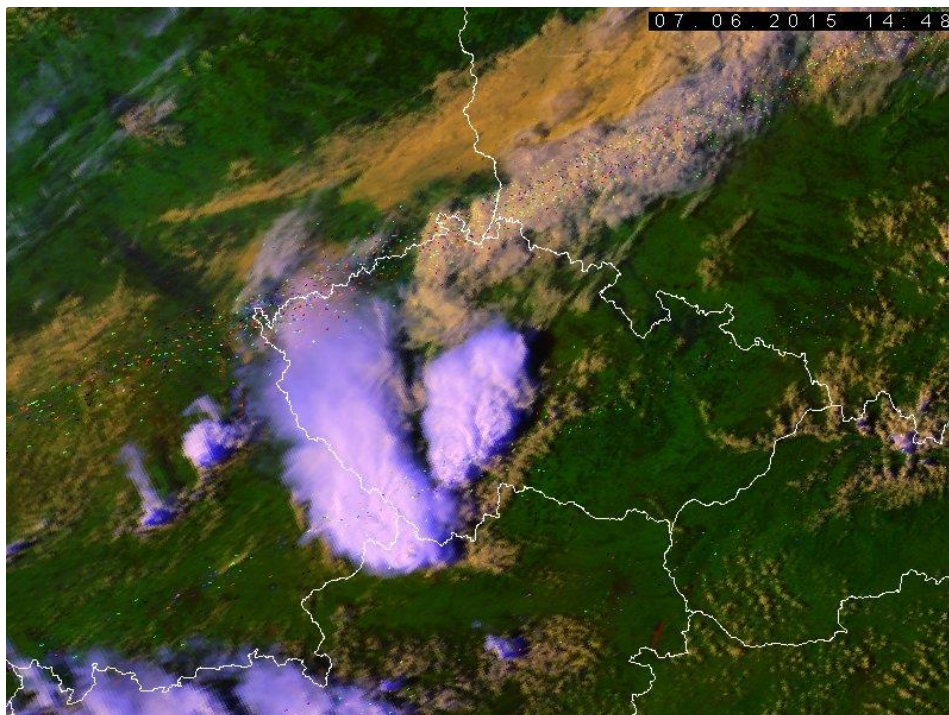
Ve Vlkově se během roku vyskytly dva srážkové případy s úhrnem vyšším než 10 mm. Vyskytly se na studených frontách, které přecházely ze západního a severozápadního směru.

Situace 07. 06. 2015

Během dne pokračoval příliv velmi teplého vzduchu od jihu. Nejvyšší teploty dosahovaly 30 °C. Odpoledne se na studené frontě začala tvořit kupovitá oblačnost typu Cu congestus, která dále přerůstala v bouřkové oblaky typu Cb. Pás bouřkové oblačnosti se rozprostíral od jihu Třeboňské pánve až po západní část Českomoravské vrchoviny. Další bouřky se tvořily na Šumavě. Pršet začalo v 15:58 h a přestalo v 16:45 hod. Srážkový úhrn byl 22 mm. Po přechodu fronty se vítr změnil na severní. Vzhledem k tomu, že se studená fronta vlnila, byl postup bouřkové oblačnosti velmi pomalý, oblačnost se pohybovala pouze tím způsobem, že sestupný proud ze zanikající bouřkové buňky vytlačil teplý vzduch o pár kilometrů dále a zde vznikla nová

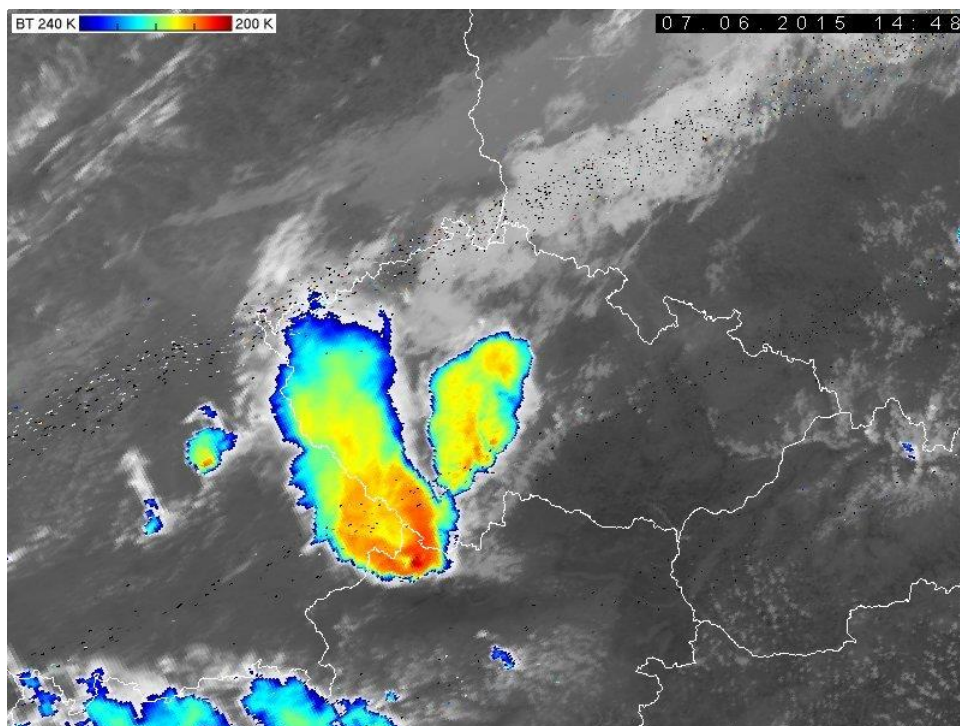
bouřková buňka. Bouřky rychle slábly a na obloze zůstávala kovadlina incus. V 19:00 h se vyskytovala bouřka pouze v Novohradských horách, která se po chvíli také rozpadla.

Obrázek č. 8: Satelitní snímek družice NOAA, RGB syntéza AVHRR kanálů 1, 2 a 4



http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/sat/data_jsavhrrview.html

Obrázek č. 9: Satelitní snímek družice NOAA, kanál 4 s barevně zvýrazněným teplotním intervalem 200-240 K



http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/sat/data_jsavhrrview.html

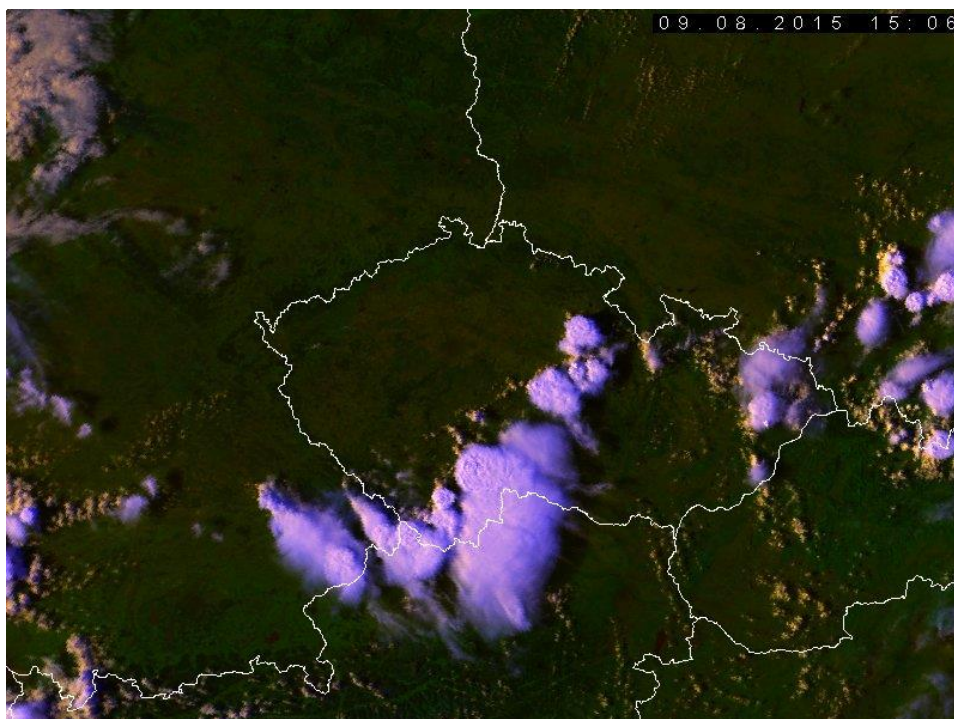
Na satelitním snímku z obrázku č. 9, je patrná mohutná vertikální oblačnost, která je nejvíce zřetelná v severozápadní části Rakouska. Teplota horní části oblaku cumulonimbus je zde až 200 K, tedy $-73,15\text{ }^{\circ}\text{C}$. Oblak je velmi chladný, protože dosahuje horní hranice troposféry (nad 10 km).

Situace 09. 08. 2015

Nad územím ČR se rozpadala zvlněná studená fronta. Teploty dosahovaly 33°C a převládal slabý východní vítr. Studená fronta se nad ČR dostala ze severozápadního směru. Odpoledne začala narůstat kupovitá oblačnost Cu congestus východně od Vlkova. Oblačnost se dále vyvíjela a přerůstala na cumulonimbus. Neuspořádaný pás bouřkové oblačnosti se táhnul od Orlických hor, přes západní část Českomoravské vrchoviny, Třeboňskou pánev, Novohradské hory, až po Šumavu. Studená fronta měla velmi pomalý postup. Jako celek postupovala směrem na jihovýchod, ačkoliv se bouřky pohybovaly v severozápadním směru. Jednalo se o zvlněnou studenou frontu a nad ČR se vyskytovala část fronty, která uhýbala zpět směrem na severozápad. Ve Vlkově začalo pršet v 17:05 h a přestalo v 17:35 h. Během přívalového deště napršelo 10,8 mm. Bouřky se pohybovaly stejným způsobem jako

při srážkovém případě 07. 06. 2015, tedy rozpadající bouřková buňka vytlačila teplý vzduch dál a ve výstupném proudění vznikla buňka nová. Tento způsob pohybu bouřek je typický pro bouřky v místní vzduchové hmotě. V tomto případě se však zvlněná studená fronta rozpadala a tudíž neměla téměř žádný pohyb. Bouřková oblačnost dále pomalu postupovala na severozápad a v 19:00 h se vyskytovaly poslední bouřkové buňky, hlavně ve Středočeském kraji, které brzy zanikly.

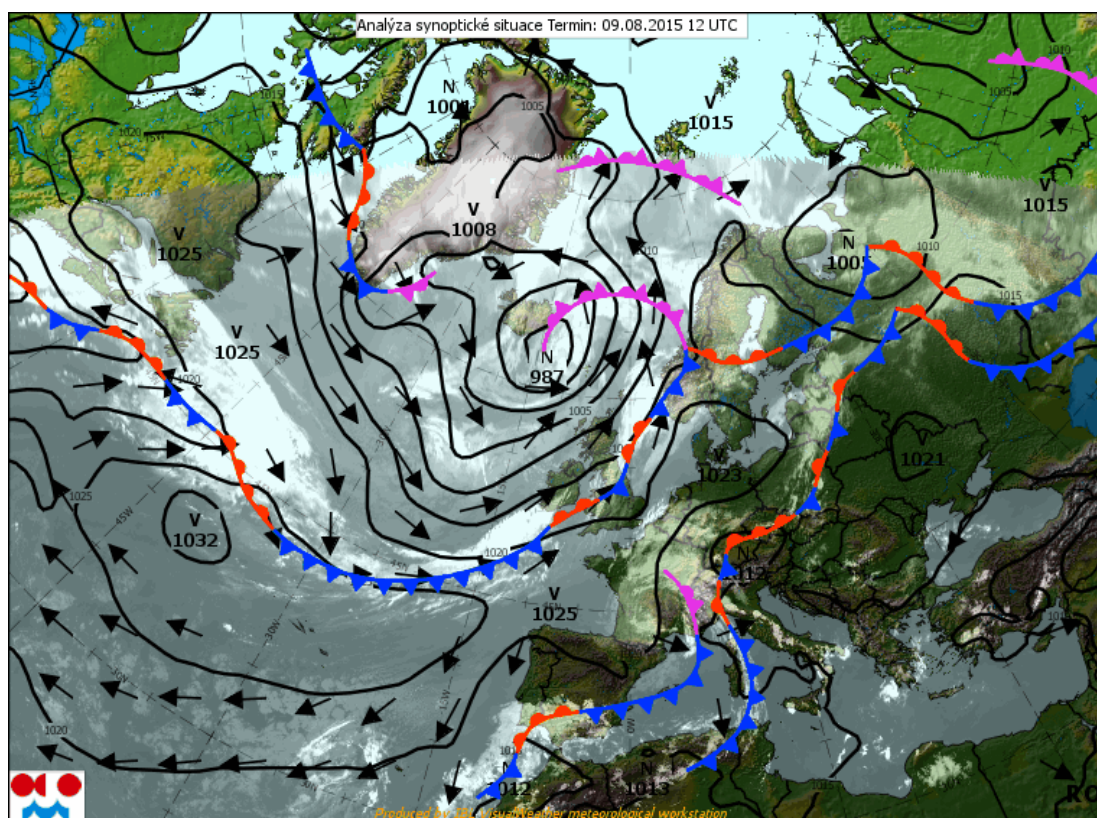
Obrázek č. 10: Satelitní snímek družice NOAA, RGB syntéza AVHRR kanálů 1, 2 a 4



http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/sat/data_jsavhrrview.html

Na satelitním snímku z 17:06 SELČ je vidět velká kovadlina incus bouřkového oblaku cumulonimbus, který má buňku nad Třeboňskou pánví. Kovadlina svoji délkou dosahuje v Rakousku až k severní části Alp. Je to způsobeno silným severozápadním prouděním vzduchu ve větší výšce.

Obrázek č. 11: Analýza synoptické situace



<http://portal.chmi.cz/aktualni-situace/aktualni-stav-pocasi/evropa/synopticka-situace>

Na obrázku č. 11 lze vidět nevýraznou tlakovou níži nad střední Evropou s hodnotou 1012 hPa a s ní spojenou rozpadající se zvlněnou studenou frontou.

5.3 Diskuse

Nejčastější výskyt intenzivních dešťů byl na studených frontách. Tyto studené fronty ve většině případů přicházely ze západního, jihozápadního a severozápadního směru. Všechny intenzivní deště byly zaznamenány během letních měsíců, pouze dva srážkové případy nastaly mimo letní období a to v květnu a v září. Proto souhlasím s (Tolasz a kol., 2007), že srážky s větší intenzitou a kratším trváním se vyskytují v měsících letního půlroku, tedy v dubnu až v září. Je to způsobeno silnými výstupnými proudy, ze kterých pak vzniká konvekční oblačnost.

(Havlíček a kol., 1986), (Karas, Zárybnická, Míková, 2007) a (Dvořák, 2001) uvádějí, že rychle postupující studené fronty druhého typu mají úzké pásmo srážek, které má šířku jen několik desítek km. To potvrzují satelitní snímky studených front z obrázků č. 8 a 10, kde je dobře vidět úzké pásmo oblačnosti. Přechod těchto front byl však velmi pomalý, bylo to zřejmě způsobeno jejich vlnícím se charakterem a nevyhovující synoptickou situací, jako v případě přechodu studené fronty 09. 08. 2015, kdy se studená fronta spolu s tlakovou níží rozpadala.

Souhlasím s tvrzením (Řezáčová a kol., 2007), že vertikální oblačnost na satelitních snímcích je opticky značně hustá (Obrázek č. 8 a 10), vysoká a tudíž velmi chladná (Obrázek č. 9).

6. Závěr

V bakalářské práci na téma zhodnocení výskytu přívalových dešťů ve vybrané lokalitě byl v literární rešerši vysvětlen vznik a vývoj oblačnosti a srážek, především konvekčního charakteru. Dále zde byly popsány tvary, odrůdy a zvláštnosti konvekční oblačnosti a možnosti sledování této oblačnosti i srážek, pomocí meteorologických radiolokátorů nebo satelitních snímků.

Cílem bylo zhodnocení intenzivních dešťů nad 10 mm v lokalitách Jenín a Vlkov. Lokality byly charakterizovány z geomorfologického a klimatického hlediska. K měření dešťových srážek byly použity data ze stanice AMS 2 v Jeníně a srážkoměru TFA 47.3003 ve Vlkově.

V práci se podařilo zhodnotit výskyt všech intenzivních dešťů za vytyčené období. Tyto deště se většinou vyskytovaly na studených frontách, které často přicházely ze západu, obvykle v letním období. V případě pozorování v lokalitě Vlkov byla podrobně popsána synoptická situace a průběh počasí ve dnech, kdy se intenzivní srážkové případy vyskytly.

7. Seznam použité literatury

1. Dvořák, P.: Ilustrovaný atlas oblaků. 1. vyd. Cheb: Svět křídel, 2001, 122 s. ISBN 80-85280-79-5
2. Dvořák, P.: Meteorologie pro plachtaře. 1. vyd. Praha: Grada, 1998, 165 s. ISBN 80-7169-687-0
3. Havlíček, V. a kol.: Agrometeorologie. 1. vyd. Praha: SZN, 1986, 260 s.
4. Chábera, S.: Fyzický zeměpis jižních Čech. 1. vyd. České Budějovice: Jihočeská univerzita, 1998, 139 s. ISBN 80-7040-218-0
5. Chábera, S. a kol.: Jihočeská vlastivěda, neživá příroda. 1. vyd. Vimperk: Jihočeské nakladatelství, 1985, 269 s.
6. Karas, P., Zárybnická, A., Míková, T.: Skoro Jasno. 1. vyd. Praha: Česká televize, 2007, 206 s. ISBN 978-80-85005-78-3
7. Kešner, B.: Agrometeorologie. Vysoká škola zemědělská Praha ve Videopress MON, Praha, 1986, 272 s.
8. Koldovský, M., Kopáček, J.: Meteorologie pro piloty závěsných kluzáků. 1. vyd. Praha: Svazarm, 1981. 62 s.
9. Kopáček, J., Bednář, J.: Jak vzniká počasí. 1. vyd. Praha: Karolinum, 2005, 226 s. ISBN 978-80-246-1002-3
10. Kožnarová, V., Klabzuba J.: Aplikovaná meteorologie a klimatologie. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2005, 39 s. ISBN 80-213-1280-7
11. Mavi, H., Tupper, J. G.: Agrometeorology: principles and applications of climate studies in agriculture. New York: Food Products Press, 2004, 364 s. ISBN 1560229721
12. Mištera, L.: Geografie krajů ČSSR. 1. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1984, 339 s.
13. Podzimek, J.: Fyzika oblaků a srážek. 1. vyd. Praha: ČSAV, 1959, 476 s.
14. Prodi, F.: Agrometeorology: 2nd International Cesena agricultura conference, Cesena, 8 - 9 October 1987. 1. vyd. Bologna: Compositori, 1987, 498 s.
15. Quitt, E.: Klimatické oblasti Československa. 1. vyd. Brno: Geografický ústav ČSAV, 1971, 73 s.
16. Řezáčová, D. a kol.: Fyzika oblaků a srážek. 1. vyd. Praha: Academia, 2007, 574 s. ISBN 978-80-200-1505-1

17. Sobíšek, B. a kol.: Meteorologický slovník výkladový & terminologický. 1. vyd. Praha: Ministerstvo životního prostředí České republiky, 1993, 594 s. ISBN 80-85368-45-5
18. Tolasz, R.: Atlas podnebí Česka: Climate atlas of Czechia. 1. vyd. Praha: Český hydrometeorologický ústav, 2007, 255 s. ISBN 978-80-86690-26-1
19. Treutwein, N.: Jak vyžrát na počasí. 1. vyd. Praha: Ikar, 2001, 213 s. ISBN 80-7202-933-9
20. Vondráček, V.: Minimum o počasí. 1. vyd. Praha: Olympia, 2000, 72 s. ISBN 80-7033-685-4

Internetové zdroje

Daňhelka, J. a kol.: Vyhodnocení sucha na území české republiky v roce 2015. http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ok/SUCHO/zpravy/Sucho_2015-predbezna_zprava_CHMU.pdf (25. 3. 2015)

8. Přílohy

Příloha č. 1: Srážkoměr ve Vlkově



Zdroj: Vlastní fotografie

Příloha č. 2: Meteorologická stanice Jenín



Zdroj: Ing. Jana Moravcová, Ph.D.