

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE**

**FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ**

**Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování**



**Katastrofy způsobené počasím - vítr**

**Bakalářská práce**

**Vedoucí práce: Ing. Jana Soukupová, PhD.**

**Autor práce: Václav Švec**

**2015**

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Katastrofy způsobené počasím - vítr vypracoval samostatně pod vedením Ing. Jany Soukupové, PhD. a použil jen pramenů, které cituji a uvádím v přiložené bibliografii.

V Praze dne 15.4. 2015

.....

## **Poděkování**

Tímto bych chtěl poděkovat Ing. Janě Soukupové, Ph.D. za odborné rady, trřlivost a pomoc při řešení bakalářské práce.

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování

Fakulta životního prostředí

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Václav Švec

Krajinářství

Název práce

**Katastrofy způsobené počasím – vítr**

Název anglicky

**Disasters caused by weather -wind**

---

### Cíle práce

Popsat meteorologické situace při nichž vzniká vítr, charakteristiky různé intenzity větru a další obecné informace k problematice.

V hlavní části práce vyhledat a popsat významné větrné události, které měly ničivý dopad.

### Metodika

Literární rešerše a průzkum dle osnovy:

1. Úvod – fyz. charakteristiky
2. Vlivy větru
3. Druhy větru
4. Metody a přístroje měřící vítr
5. Stupnice intenzity větrů
6. Využití větru
7. Mimořádné větrné události

**Doporučený rozsah práce**

40 stran

**Klíčová slova**

tlaková níže, studená fronta, vítr, klasifikace větru, bouřka

---

**Doporučené zdroje informací**

internetové zdroje – zprávy ČTK, ČHMÚ a jiné  
Kopáček, Bednář – Jak vzniká počasí  
Meteorologický slovník. ČHMÚ Praha, 1997  
Skripta "Atmosférické procesy", Soukupová, J. 2011  
vědecké články k tématu

---

**Předběžný termín obhajoby**

2015/06 (červen)

**Vedoucí práce**

Ing. Jana Soukupová, Ph.D.

---

Elektronicky schváleno dne 12. 12. 2014

**prof. Ing. Pavel Pech, CSc.**

Vedoucí katedry

---

Elektronicky schváleno dne 12. 12. 2014

**prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.**

Děkan

V Praze dne 01. 04. 2015

## **Abstrakt**

Tato práce shrnuje doposud zaznamenané informace o katastrofách způsobených větrem. Nejprve definuje, jak je vítr charakterizován, jakými způsoby a přístroji je měřen a jaké druhy nebezpečných větrů existují. V poslední části jsou vybrané úryvky datované od prvních zmínek v kronikách o větrných katastrofách až do událostí moderní doby a proveden jejich rozbor.

Klíčová slova: cyklona, anticyklona, silné větry, tornáda, bouře

## **Abstract**

This paper summarizes the previously recorded information about disasters caused by wind. First it defines how the wind is characterized, with which methods and apparatus is measured and what kinds of dangerous winds exist. In the last part are selected excerpts dating from the first mentioned in chronicles of wind disasters until the events of modern times and then are analyzed.

Keywords: cyclone, anticyclone, strong winds, tornadoes, storm

## Obsah

1. Úvod - charakteristiky .....	9
2. Vlivy větru .....	9
3. Druhy větru, vznik .....	10
3.1. Všeobecná cirkulace .....	10
3.1.1 Všeobecná cirkulace atmosféry.....	11
3.1.2 Charakter všeobecné cirkulace.....	11
3.2 Velkoprostorové cirkulační systémy.....	12
3.2.1 Tropické.....	12
3.2.2 Mimitropické.....	13
3.3 Místní větry.....	16
3.4 Proudění ve vysokých hladinách.....	17
3.4.1 Jet stream.....	17
3.5 Vítr související s bouřkami.....	18
3.5.1 Tornáda.....	18
3.5.2 Padavý vítr z bouřky, downburst.....	19
4. Metody a přístroje měřící vítr.....	20
4.1 Větrná korouhev.....	20
4.2 Meteorologické stanice.....	21
4.3 Stožáry.....	21
4.4 Anemometry.....	21
4.4.1 Miskový anemometr.....	21
4.4.2 Termoelektrický anemometr (hot-wire).....	22
4.4.3 Aerodynamický anemometr.....	23
4.4.4 Akustický anemometr.....	23
4.4.5 SODAR.....	24
5. Stupnice intenzity větrů.....	25
5.1 Beaufortova stupnice.....	25

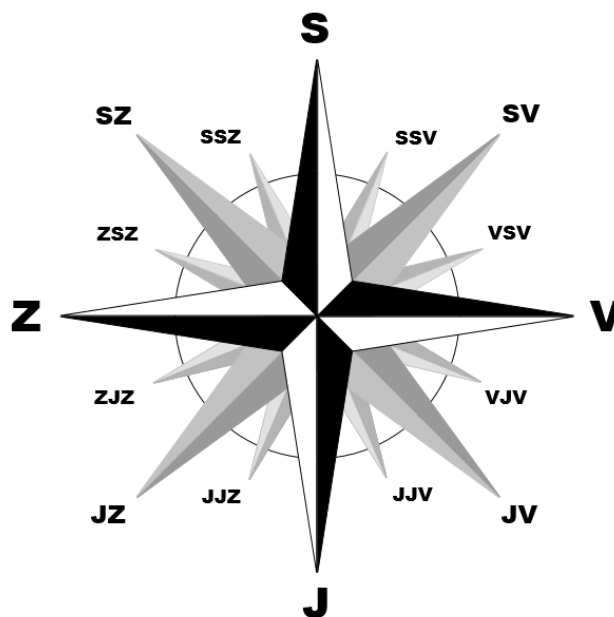
5.2 Fujitova stupnice.....	27
5.3 Mezinárodní stupnice intenzity tornád (TORRO).....	28
6. Využití větru.....	29
6.1 Vítr jako energie.....	30
7. Mimořádné větrné události.....	31
7.1 Mimořádné větrné události v historii českých zemí.....	32
7.1.1 Vichřice 3. prosince 1281.....	32
7.1.2 Vichřice ve Střední Evropě v únoru roku 1756.....	33
7.1.3 Tornádo 30. července 1119, Praha – Vyšehrad.....	34
7.1.4 Tornádo 14. května 1144 (místo neznámé).....	34
7.1.5 Tornádo 8. dubna 1255.....	35
7.1.6 Záznam J.A. Komenského.....	35
7.1.7 Tornádo roku 1870 v Brně.....	36
7.2 Mimořádné větrné události v současnosti.....	38
7.2.1 Kyrill a Emma .....	38
7.2.1.1 Vznik cyklony Kyrill.....	38
7.2.1.2 Vznik cyklony Emma.....	39
7.2.1.3 Změny cirkulace NAO v případě větru Kyrill a Emma.....	40
7.2.1.4 Dopad a následky bouří Kyrill a Emma.....	41
7.2.2 Tornádo u Mirošovic.....	44
7.2.3 Tornádo v Litovli.....	47
7.2.4 Orkán Niklas.....	47
8. Diskuze.....	50
9. Závěr.....	52
10. Seznam literatury.....	53
11. Přílohy.....	58



## 1. Úvod - charakteristiky

Sluneční paprsky ohřívají povrch naší planety nerovnoměrně a v důsledku toho vznikají rozdíly v tlaku vzduchu. Vítr, což je vlastně horizontální proudění vzduchu, vzniká vyrovnáváním těchto tlakových útvarů v atmosféře, tlakových výší a tlakových níží. Stejně jako voda teče z kopce, vzduch v tlakové výši má tendenci přebíhat do tlakové níže, ve směru síly horizontálního tlakového gradientu. Čím větší je rozdíl tlaků, tím rychleji vzduch proudí.

Vítr se dá charakterizovat jako vektorová veličina mající velikost i směr. Rychlost se měří v metrech za sekundu, přičemž  $1 \text{ m/s} = 3,6 \text{ km/h}$ . Někdy se rychlost větru popisuje i slovně na základě tzv. Beaufortovy stupnice (více v kap. 5). Směr větru se označuje tou světovou stranou, odkud vítr vane. Uváděn je názvy světových stran podle větrné růžice (obr. 1) nebo ve stupních jako azimut (HOŠEK, 2009).



Obr. 1 – větrná růžice (online: [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org))

## 2. Vlivy větru

Vítr je důležitým faktorem pro přenos vzdušných hmot. Bez pohybu vzdušných mas by na Zemi nemohl existovat život, bez něj by se řada oblastí s extrémními teplotami stala neobyvatelnou. Ať už jsou větry místní, regionální, nebo na globální úrovni, jsou

důležitou součástí atmosférické cirkulace a hrají důležitou roli v lidském životě na Zemi, protože jejich tok je určující pro počasí, ve větším měřítku pak pro klima. Díky větru dochází k výměně vzduchu, šíření vlhkosti a vodních par. Vítr je také schopen nést vzduchem částice prachu či jiné antropogenní emise znečišťující ovzduší a mající vliv na kvalitu života na Zemi. Při příznivých podmínkách pro šíření je vítr schopen šířit emise až na tisíce kilometrů daleko.

Nejenom pro člověka je taková cirkulace důležitá. Mnoho živočišných druhů, zejména ptáků, migruje na základě těchto procesů do jiných krajín. Z hlediska rostlinné populace hraje proudění větru významnou roli v procesu anemochorie, procesu, při kterém se genetická informace rostliny v podobě semen nebo plodů šíří pomocí větru až na vzdálenosti od několika metrů až kilometrů (podle druhu). Nejen pozitivně dokáže vítr ovlivňovat zdraví rostlin. Silný vítr s vysokými teplotami vede k nadměrné transpiraci, stálý vítr může kromě polomů způsobovat i tzv. vlajkové formy dřevin (koruna v závětrí je více vyvinutá než na straně návětrné). V neposlední řadě je důležité zmínit větrnou erozi, která je schopna páchat škody na rostlinách a zdraví hospodářských plodin a odnášet úrodné vrchní vrstvy půdy.

### **3. Druhy větru, vznik**

#### **3.1 Všeobecná cirkulace**

Na globální úrovni je základním principem způsobujícím vítr všeobecná cirkulace atmosféry. Vzniká v důsledku různého zahřívání povrchu velkých celků. V oblasti nejvíce dotovanou slunečním zářením dochází k mohutným výstupným proudům teplého vzduchu. Následkem toho je pokles tlaku na zemském povrchu a vznik tzv. intertropické zóny konvergence. V samotném středu se nachází pásmo s proměnlivými proudy, které znamenalo pro mořeplavce s plachetnicemi velkou překážku. Proudění směřující od subtropického pásu k této zóně je naopak velmi stálé a díky zemské rotaci je odchýleno na severní polokouli doprava a na jižní doleva. Španělští mořeplavci využívali toho, že směry těchto proudů směřují převážně od východu na západ a mohli se tak plavit k americkým břehům, tuto oblast podle toho nazvali – pasada (průjezd). Odtud plyne i název pro tyto větry – pasáty (HOŠEK, 2009).

### 3.1.1 Všeobecná cirkulace atmosféry

Všeobecná globální cirkulace má vliv na vznik všech jevů, které souhrnně tvoří počasí a podnebí.

Je ovlivněna především těmito činiteli:

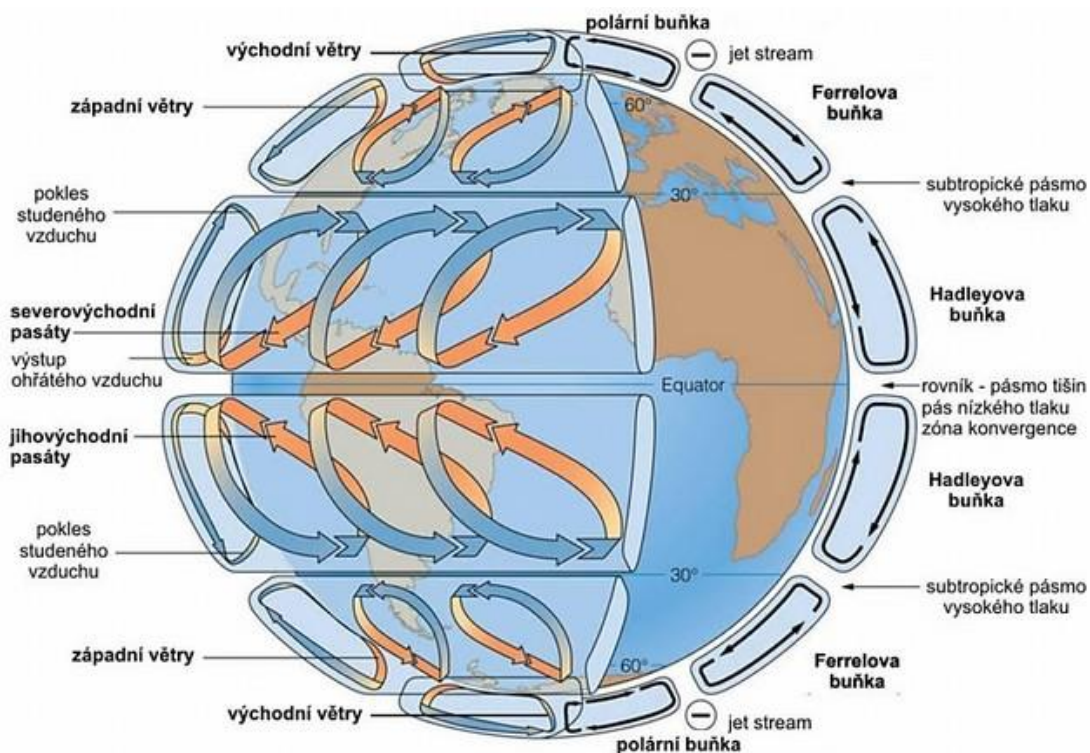
- rotační pohyb Země – změna pohybu vzduchových hmot díky Coriolisově síle
- vyzařující energie ze Slunce a její rozložení ve vysokých, středních a nízkých zeměpisných šířkách
- nepravidelnost rozložení oceánů a pevnin, což má vliv hlavně na teplotu vzduchu
- změny teplot s narůstající výškou, způsobuje pohyby vzduchových hmot ve vertikálním směru
- tření vzduchu o zemský povrch – má za následek pokles rychlosti větru a změny směru proudění (SOUKUPOVÁ, 2009)

### 3.1.2 Charakter všeobecné cirkulace

Mezi 10° severní a jižní šířky vzniká u rovníku oblast nízkého tlaku vzduchu, tato zóna se odborněji nazývá tropická zóna konvergence. Její poloha je ovlivněna i měnící se polohou Slunce v průběhu roku. Ohřátý vzduch v tomto páse stoupá a asi v 10 km výšky se roztéká na sever a na jih. Na severní polokouli proudí směrem na západ až jihozápad a na jižní polokouli má směr severozápadní. Kolem 30° severní a jižní zeměpisné šířky vzduch klesá směrem k povrchu za vytvoření tzv. pasátů. Popsaná cirkulace vytváří tzv. Hadleyovy buňky. Část vzduchu směřuje dále k pólům. Mezi 25° - 30° zeměpisné šířky se vyskytuje oblast vysokého tlaku vzduchu, nazývá se také jako subtropické maximum tlaku vzduchu nebo také Azorská tlaková výše. Vzduch, který směřoval dále k pólům se kolem 60° zeměpisné šířky střetává s chladným polárním vzduchem, zatímco teplý vzduch stoupá do výšky a utváří další cirkulační buňky, tzv. Ferrelovy. Jako poslední cirkulační buňky jsou polární Hadleyovy buňky. Vzduch, který vystoupal vysoko do atmosféry na úrovni 60° zeměpisné šířky se v blízkosti polárního pásma ochladí a klesá zpět k 60° severní a jižní zeměpisné šířky. V tropických a polárních buňkách je cirkulace poháněna

zejména nerovnoměrným ohříváním povrchu Země. Cirkulace probíhající v rámci Ferrelovy buňky je vyvolána nepřímo, a to prouděním sousedících buněk.

Tento model o třech buňkách je velice obecný a nevystihuje přesně podstatu proudění vzduchu, jenž je jev daleko složitější. Vyobrazuje alespoň představu (obr. 2), jak se vzduch pohybuje v rámci globálního proudění (SOUKUPOVÁ, 2009).



Obr. 2 – Všeobecná cirkulace Země (RUDA, 2013)

## 3.2 Velkoprostorové cirkulační systémy

### 3.2.1 Tropické

V oblastech tropického pásu dochází k proudění sezónního charakteru vlivem nerovnoměrného ohřívání pevnin a oceánů. Nazývá se monzun a v zimě vane od pevniny k oceánu a v létě naopak z oceánu na pevninu. Největší rozvoj monzunů je zaznamenávám v oblasti jižní a jihovýchodní Asie, snáší velké množství srážek hlavně zejména do severní Indie. V tropickém pásmu se pravidelně vyskytují tropické cyklony, nazývané hurikány pro oblasti Ameriky a tajfuny ve východní Asii. Jejich vznik je podmíněný dostatečně teplým povrchem oceánu.

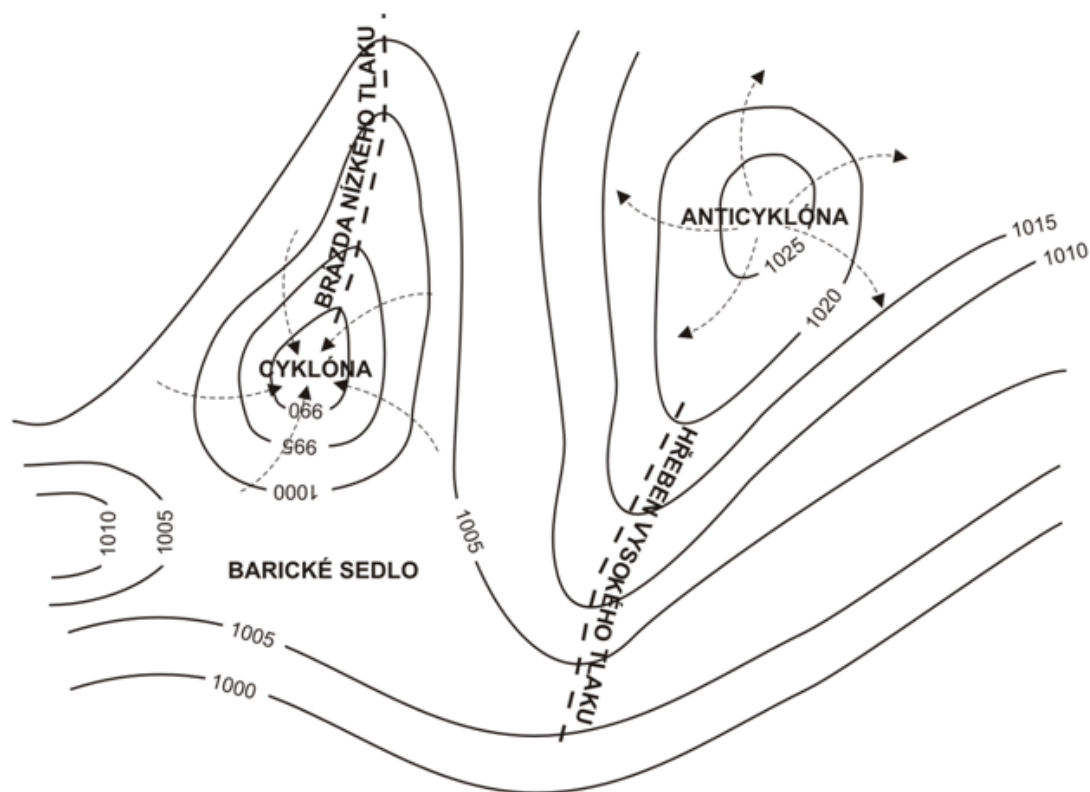
Při kondenzaci a stoupání vodní páry nad jeho povrchem se generuje velké množství tepla, které napomáhá výstupnému proudění a udržuje nízký tlak uvnitř cyklony (HOŠEK, 2009).

### **3.2.2 Mimetropické**

Kvůli uspořádání velkých tlakových útvarů a zemské rotaci je mírný pás charakterizován převažujícím západním prouděním. V oblastech vyšších zeměpisných šířek je zase typický směr opačný. V celé oblasti mimo tropy se vyskytují výrazné tlakové útvary v podobě cyklon, anticyklon a atmosférických front, které mají na proudění vzduchu zásadní dopad (HOŠEK, 2009).

Přirozeným mechanismem, který má velký vliv na změny proudění přes střední Evropu je NAO neboli Severoatlantická oscilace. Již podle názvu je pravděpodobné, že Severoatlantická oscilace, resp. její index popisuje změny tlaku vzduchu v oblastech Atlantského oceánu. Na tomto indexu se odráží chování dvou důležitých tlakových útvarů, kterými jsou Azorská tlaková výše a Islandská tlaková níže. Pokud jsou obě hodnoty značně vyvinuté, tzn. pokud je nad Azorskými ostrovy výrazná tlaková výše a nad Islandem převládá tlaková níže, je hodnota indexu kladná. Taková situace pak napomáhá v zimě proudění teplejšího větru na naše území. Záporná fáze, kdy oba tlakové útvary nejsou příliš vyvinuté, může mít za následek zamezení průniku teplejšího proudění ze západu a pronikání spíše chladného meridionálního proudění ve směru sever-jih, takový chladný vzduch může mít původ až v oblastech Arktidy (HURRELL, 2003).

Předpokladem proudění je tlak vzduchu resp. jeho rozdíly v atmosféře. Prostorové rozložení tlaku vzduchu, čili tlakové (barické) pole je charakterizováno tzv. izobarickými plochami. Průsečnice izobarických ploch se nazývají izobary a mají podobný význam jako vrstevnice pro nadmořskou výšku, čili spojují místa se stejnou hodnotou tlaku vzduchu. Na synoptických mapách jsou tlakové níže a tlakové výše vyobrazeny uzavřenými nebo neuzavřenými izobarami. Základními tlakovými útvary jsou (obr. 3): cyklóna (tlaková níže), anticyklóna (tlaková výše), brázda nízkého tlaku vzduchu, hřeben vysokého tlaku vzduchu a barické sedlo (SOUKUPOVÁ, 2009).



Obr. 3 – Základní tlakové útvary (RUDA, 2013).

Cyklony (tlakové níže) se dělí podle zeměpisných podmínek a podle způsobu tvoření.

Podle geografické oblasti dělíme cyklony na:

- tropické
- mimotropické.

Podle způsobu tvoření:

- místní
- frontální.

Obecně je cyklona tlakový útvar, u kterého směrem ke středu samotné cyklony tlak klesá, uprostřed je tedy nejnižší. Na povětrnostních mapách je takové místo značeno N, v angličtině pak L (low).

Cyklona může nabývat několik stovek až několik tisíc km v průměru. Vertikální rozměry se mění v průběhu vývoje cyklony. Zpočátku nabývá pouze oblastí spodní troposféry, dalším stadiem je dosažení vyšších částí troposféry. Zpravidla se cyklony přesouvají rychlostí mezi 40 a 50 km/h, mohou být ale také nepohyblivé. Proudění vzduchu v cykloně má směr dostředivý (směrem k tlakové níži), díky zemské rotaci se ale stáčí. Na severní polokouli se stáčí proti směru otáčení hodinových ručiček. Vzduch, který směřuje do středu, stoupá vzhůru a vede ke kondenzaci vodní páry. Cyklony jsou proto charakteristické pro svoje oblačné počasí s vyskytujícími se srážkami (BEDNÁŘ, KOPÁČEK, 2005).

Anticyklony (tlakové výše) se dělí podle geografické oblasti na:

- subtropické anticyklony (vyskytují se v subtropickém pásu, jsou málo pohyblivé)
- mimotropické anticyklony, které se dále dělí na:
  - stacionární
  - studené (pohyblivé oddělující jednotlivé cyklony jedné série cyklon)
  - uzavírající (pohyblivé, které uzavírají sérii cyklon).

Anticyklony bývají na povětrnostních mapách vyjádřeny alespoň jednou uzavřenou izobarou s vysokým tlakem vzduchu, střed je na mapě označen písmenem V, v angličtině pak H (high). Anticyklona se oproti cykloně pohybuje zpravidla pomaleji a zabírá větší oblasti. Tlak vzduchu ve středu anticyklony se pohybuje do 1020 do 1040 hPa. Charakteristická je i sestupná tendence vzduchu uvnitř anticyklony, při čemž se vzduch vysušuje a otepluje. Proudění vzduchu v anticykloně má směr odstředivý, na severní polokouli je pak stáčen po směru otáčení hodinových ručiček. Nad anticyklonou vzniká bezoblačné počasí díky proudům se sestupnou tendencí. Typická je i tvorba inverzí (BEDNÁŘ, KOPÁČEK, 2005).

### 3.3 Místní větry

Globální cirkulace je v některých oblastech doplňována místními cirkulačními systémy a místními větry. Místní cirkulace vzniká díky místním rozdílům v prohřevu zemského povrchu. Bríza, která je asi nejběžnějším příkladem takového větru, vzniká teplotními rozdíly mezi pevninou a vodními plochami nebo mezi městem a jeho okolím. Svahové a údolní větry jsou zase způsobeny nerovnoměrným ohřevem vrcholů hor a údolím. Jedná se o slabá, ale pravidelná proudění.

Místní větry se vyskytují jen v určitých situacích a místech se specifickým orografickým uspořádáním. Bývají zpravidla časově a prostorově omezené, mohou však dosahovat velké intenzity. Při přetékání horských překážek vlhkým vzduchem dochází k větrům typu fěnu. Při nuceném výstupu se vzduch ochlazuje a kondenzuje. Při tomto procesu se uvolňuje velké množství tepla a ochlazování je tak při dalším výstupu menší, než by bylo u vzduchu suchého. Na straně návětrné může přetékající vzduch ztratit část vlhkosti vypadajícími srážkami a ty pak chybí při sestupu na straně závětrné. Takový vzduch se pak nemůže ochlazovat a vzniká tak suchý a teplý vítr (HOŠEK, 2009). Na větry typu fěnu byla zpracována řada studií, některé dokonce dávají do souvislosti výskyt takovýchto větrů s úrovní kriminality nebo počtem sebevražd. Důvodem, proč by se lidé mohli takto chovat, je výskyt specifických nízkofrekvenčních elektromagnetických vln, které ovlivňují lidskou centrální nervovou soustavu (FLETCHER, 1988).

Jiným druhem místních větrů je bóra, vítr objevující se při přetékání horských překážek studeným vzduchem. Horské masivy slouží jako překážka, před kterou se hromadí těžký studený vítr. Když pak dosáhne nejnižších sedel, protéká na opačnou stranu hor v podobě prudkých padavých větrů (HOŠEK, 2009). I když tyto větry nebývají zpravidla nějak nebezpečnými, jednou z výjimek, která stojí za zmínku, je katastrofa, která se udála 19. listopadu 2004 ve slovenských Tatrách. Maximální zaznamenaný náraz větru byl 194 km/h (Skalnaté pleso), škoda byla vyčíslena na 8,7 miliard korun, 3 miliony m<sup>3</sup> dřevní hmoty padly, předpokládaná doba obnovy tatranských lesů zabere 60 – 100 let. Při kalamitě byl dokonce zmařen jeden lidský život a tři lidé byli zraněni (MOTYČKA, 2005).

Na úrovni lokálního charakteru způsobuje vítr také termická turbulence a konvekce. Vznikají tak, že se nižší vrstvy atmosféry spolu se zemským povrchem ohřívají více



než vyšší vrstvy atmosféry. Termická turbulence zvyšuje nárazovitost proudění a je jen malého rozměru. V kontrastu k tomu je konvekce naopak velkého rozsahu a může způsobovat náhlé krátkodobé zesílení větru.

Atmosférické proudění je v přítomnosti zemského povrchu výrazně ovlivňováno třením a jednotlivými překážkami. Tření o povrch Země závisí na drsnosti povrchu. Čím vyšší je drsnost povrchu, tím více je rychlost větru v nižších výškách u zemského povrchu tlumena. Krajina, kterou tvoří členitý povrch, vegetace či obydlí má drsnost povrchu velkou, krajina zemědělského charakteru nebo vodní plochy naopak malou. Překážky v podobě budov nebo větrolamů deformují proudění vzduchu v jejich okolí (HOŠEK, 2009).

### **3.4 Proudění ve vysokých hladinách**

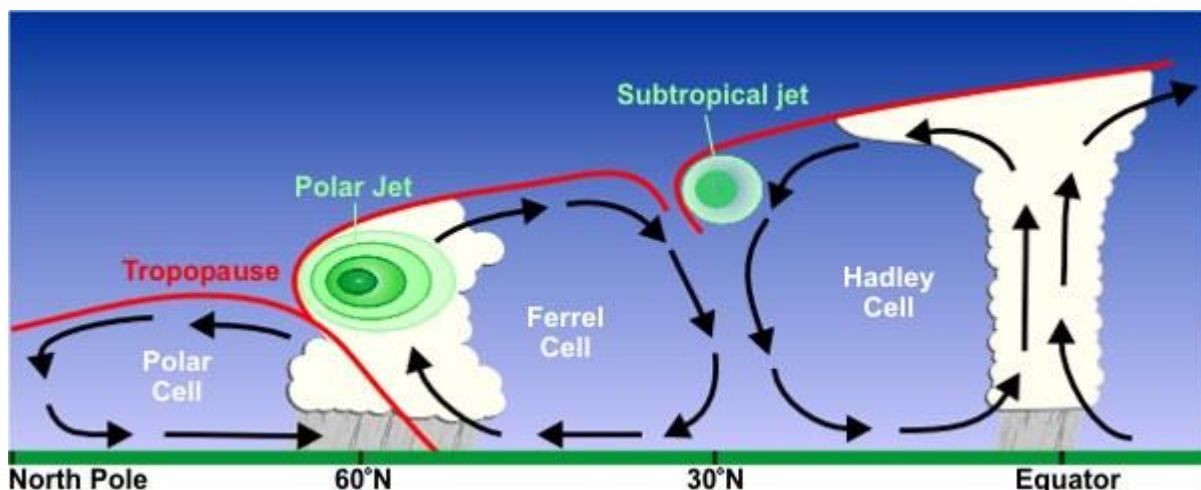
#### **3.4.1 Jet stream**

Jet streamy jsou relativně dlouhé pásy proudícího vzduchu ve vyšších vrstvách atmosféry, zpravidla 1 – 2 km pod tropopauzou (NOAA, 2015). Větry proudí zpravidla ze západu směrem na východ, to je způsobeno i rotací Země. Jet stream proudí mezi oblastmi teplého a studeného vzduchu. Tento druh proudění je charakteristický velice vysokými rychlostmi (v některých publikacích až 500 km/h), nad územím ČR byly naměřeny rychlosti kolem 300 km/h. Horizontální rozměry jet streamu jsou v tisících kilometrech, vertikální v několika jednotkách.

Tryskové proudění v troposféře se třídí podle oblasti výskytu na:

- rovníkové
- subtropické
- mimotropické, které se ještě dělí na proudění:
  - polární fronty
  - arktické.

Tryskové proudění probíhá také ve stratosféře s osou nad tropopauzou a je možné ho pozorovat také ve všech zeměpisných šířkách (CMES, 2015).



Obr. 4 – Jet stream (online: [www.noaa.gov](http://www.noaa.gov))

### 3.5 Vítr související s bouřkami

#### 3.5.1 Tornáda

Tornáda jsou rotující sloupce vzduchu, které vychází z bouřkového oblaku, cumulonimbu a dotýkají se zemského povrchu. Jelikož je samotný vzduch neviditelný, tornádo začíná být vidět ve chvíli, kdy s sebou začne odnášet vodu, prach či suť, podle toho je také zbarveno (NOAA, 2015).

Tornáda vznikají z tzv. supercel, což jsou ničivé bouře. Jakmile ve vyšších hladinách bouře začne rychlost proudění gradovat, vyvolá to tendenci k rotaci celého systému. Otáčivý pohyb je pravděpodobně podpořen rotujícím sloupcem vzduchu uprostřed bouřky, tzv. mezocyklonou. Mezocyklona je utvářena vzájemným působením teplých a studených proudů uvnitř bouřky. Čím rychleji se útvar točí, tím více se rotující vír vytahuje směrem k zemskému povrchu. Jakmile se vír dotýká povrchu, jedná se o tornádo. Tornádo se společně s oblakem, ze kterého vzniklo, posouvá vodorovně rychlostmi kolem 50 km/h, v šířce může dosahovat více jak 800 m. Doba trvání tohoto jevu je od několika minut do hodiny, průměrně však 15 min (ŘEZÁČOVÁ et. al, 2007).

Nejvíce se tornáda vyskytují především ve Spojených státech a Austrálii. Asi největší katastrofou bylo tzv. “tornádo tří států”, které se přehnalo přes americké státy Missouri, Illinois a Indianu 18.3. 1925. Vyžádalo si na 695 lidských obětí, 2027

zraněných a napáchalo škody za asi 33,5 miliardy Kč (přepočteno na dnešní částky). Tornáda, resp. jejich rychlosti a ničivá síla, se klasifikují pomocí Fujitovy stupnice (více v kap. 5). Tornádo v roce 1925 dosáhlo nejvyššího stupně F5. U nás se tornáda vyskytují jen zřídka a sotva dosahují stupně F1 (SOUKUPOVÁ, 2009).



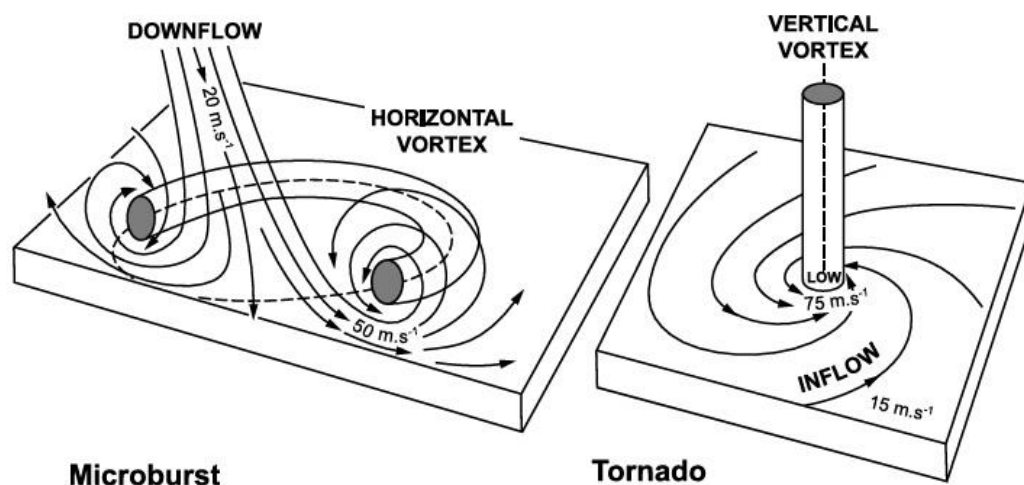
Obr. 5 – Plně vyvinuté tornádo (online: [www.whyfiles.org](http://www.whyfiles.org))

### **3.5.2 Padavý vítr z bouřky, downburst**

Padavý vítr, který vytéká z konvektivních bouří, se nazývá gust front. Sestupný proud je pak zdrojem studeného vzduchu. Po dosažení zemského povrchu se roztéká do stran a klesá pod vzduch teplejší. Hůlavou se pak nazývá krátkodobé zvýšení rychlosti větru při přechodu gust fronty přes místo pozorování (CMES, 2015).

Downburst je silný padavý vítr z bouřky. Bývá také označován jako silný vítr rovné linie. Takový padavý vítr může dosahovat obrovských rychlostí. Na letecké základně v Marylandu byl roku 1986 zaznamenán downburst o rychlosti 254 km/h. V případě downburstu se s postupným přechodem jeho ničivá stopa rozrůstá, zatímco u tornáda zůstává rozsah stopy zpravidla stejný. Pokud je taková stopa v šířce menší než 4 km, je tento jev nazýván microburst, v opačném případě jde o macroburst.

Silné downbursty mohou způsobovat zvuky podobné zvukům nákladního vlaku a lidé si je pak mohou spojovat s tornády i když tomu tak není. Downbursty však mohou mít stejně ničivé následky jako malá či středně silná tornáda. Tento jev je velice nebezpečný pro leteckou dopravu (NOAA, 2015).



Obr. 6 – Downburst (FUJITA, 1985)

#### 4. Metody a přístroje měřící vítr

Vítr je pohybující se vzduch, je charakterizován směrem a silou neboli rychlostí. U větru je nejčastěji měřena horizontální složka proudění, jsou však přístroje, které dokáží měřit i vertikální složku. Rychlost se měří zpravidla v m/s, případně také v km/h nebo uzlech.

Při klimatologickém vyhodnocování se četnost rychlosti zpracovává do histogramů a četnost směru větrů do větrných růžic (HOŠEK, 2015).

##### 4.1 Větrná korouhev

Tento přístroj, který musí být přesně seřízen dle světových stran, slouží k určení směru větru. Pravidlem je, aby směrovka byla volně usazená, jelikož jedině tak se dá registrovat i změna větru malé intenzity. Požadavkem je, aby korouhev dostatečně vyčnívala nad zemským povrchem. Standardní staniční meteorologická pozorování vyžadují výšku alespoň 3m nad terénem (SKŘEHOT, 2004).

## **4.2 Meteorologické stanice**

Standardní dlouhodobá měření ve výšce 10 m nad povrchem u nás systematicky zpracovává meteorologická služba (ČHMÚ) na svých meteorologických stanicích. Stanice profesionální s pravidelnou obsluhou bývají zpravidla lépe situovány než ostatní klimatologické stanice (HOŠEK, 2015).

## **4.3 Stožáry**

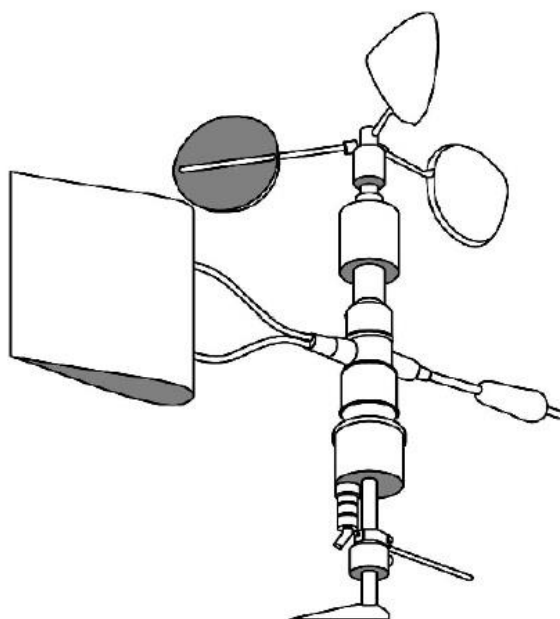
Tzv. stožárová měření poskytují data kvalitnější ve srovnání s meteorologickými stanicemi. Mohou být součástí specializovaných observatoří nebo jsou umístěny účelově v místech budoucího vybudování větrné elektrárny. Taková měření jsou zpravidla prováděna po dobu jednoho roku a následně přepočtena na dlouhodobý normál. Měření probíhají na stožárech vysokých 30 – 70 m v několika úrovních, vyšší stožáry a měření jsou jen výjimečné a vysoce nákladné.

Meteorologické stanice či stožáry jsou vybaveny jedním z několika typů anemometrů, přístrojů měřící rychlost popř. i směr větru (HOŠEK, 2015).

## **4.4 Anemometry**

### **4.4.1 Miskový anemometr**

Běžným typem anemometru, který měří pouze rychlost větru, je anemometr miskový, také nazývaný Robinsonův kříž (HOŠEK, 2015). Jde o přístroj, který má 3 popř. 4 misky upevněné na horizontálních ramenech, která jsou upevněna k vertikální tyči. Foukající vítr pohání misky, které se začnou otáčet společně s vertikální osou. Anemometr pak počítá počet otáček, z čehož je pak kalkulována rychlost. Vzhledem k tomu, že rychlost větru není konstantní, hodnota rychlosti větru bývá zprůměrována pro kratší časové úseky (DUNN, 1993). Významné chyby v měření u nich nastává při vertikálním proudění (např. svahové větry), jelikož přístroj na něj reaguje odlišně než na proudění horizontální.



Obr. 7 – Miskový anemometr (LIPINA, ŽÍDEK, 2003)

#### 4.4.2 Termoelektrický anemometr (hot-wire)

Tento přístroj využívá toho, že vítr má tendenci ochlazovat objekt, kolem kterého vane. V praxi se elektricky nahřívá kovový drát, který je vystaven vlivu větru. Z množství elektrické energie, které je nutné pro udržení konstantní teploty nažhaveného drátu, se poté počítá rychlost větru (DUNN, 1993).



Obr. 8 – Termoelektrický anemometr (online: [www.machinedesign.com](http://www.machinedesign.com))

#### 4.4.3 Aerodynamický anemometr

Rychlost větru může být určována také na základě tlaku vzduchu. Tzv. trubicový anemometr měří tlak vzduchu uvnitř skleněné trubice, která je na jednom konci uzavřená. Na základě porovnání tlaku uvnitř trubice a tlaku v jejím okolí je možno vypočítat rychlost proudění větru (DUNN, 1993).



Obr. 9 – Aerodynamický anemometr (online: [www.accuweather.com](http://www.accuweather.com))

#### 4.4.4 Akustický anemometr

Zvláštní kategorií jsou pak anemometry akustické, které pracují na principu šíření zvukových vln mezi rameny přístroje. Přístroj takto měří jak rychlost, tak i směr větru. Největším nepřítelem každého anemometru v zimním období je námraza (HOŠEK, 2015).



Obr. 10 – Akustický anemometr (online: [www3.nd.edu](http://www3.nd.edu))

#### 4.4.5 SODAR

Relativní novinkou v měření vertikálního šíření větru je tzv. SODAR (z anglického Sound Detection and Ranging). Přístroj je založen na principu využívání odrazu vysílaných zvukových vln od drobných poruch teploty atmosféry. Tento přístroj měří dobu, za kterou se signál vrátí zpět, a pomocí Dopplerova efektu je schopen vypočítat rychlost ve směru vyslaného signálu. Sodary vysílají více paprsků různými směry, takto měří profil rychlosti i směru větru až do výšek několika stovek metrů. Tato měření bývají často pouze krátkodobá a doplňujícího charakteru vzhledem k jejich nákladům (HOŠEK, 2015).



Obr. 11 – SODAR (online: [www.metek.de](http://www.metek.de))

Další metodou měření větru je Lidar (Light Detection and Ranging) využívající elektromagnetického záření.



## 5. Stupnice intenzity větrů

V podmínkách české meteorologie se měří tzv. přízemní vítr. Lipina a Židek (2003) uvádí, že jako přízemní vítr se bere proudění vzduchu, které proudí ve výšce asi 10 m nad zemí. Směr a rychlost jsou hlavní zjišťované hodnoty při měření.

Směr přízemního vzduchu vyjadřuje světovou stranu, odkud vítr vane. Pro klimatologické účely se udává v desítkách stupňů azimutu.

Rychlost přízemního vzduchu je definována jako dráha, kterou urazí částice vzduchu za jednotku času. Udává se v  $\text{m.s}^{-1}$ ,  $\text{km.h}^{-1}$  nebo uzlech ([kt];  $1 \text{ kt} \approx 0,54 \text{ m.s}^{-1}$  nebo  $1,85 \text{ km.h}^{-1}$ ).

### 5.1 Beaufortova stupnice

Beaufortova stupnice rychlosti větru, Beaufortova anemometrická stupnice nebo také stupnice intenzity větru byla v roce 1805 vyvinuta britským admirálem sirem Francisem Beaufortem. Její prvotní účel nebyl pouze pro posouzení rychlosti větru, ale měla odhadovat vhodnost plavby s určitým množstvím plachet v rámci 12 bodových škál. V roce 1850 byla upravena i pro využití mimo moře, kdy byla zároveň anemometrem přibližně odhadnuta rychlost větru pro jednotlivé bodové škály. Standardizována byla roku 1923. Od roku 1969 se vyskytuje s šestnácti takovými škálami, když byla nastavena o pětistupňovou Saffir-Simpsonovu stupnici hurikánů, kde 1. stupeň odpovídá 12. stupni Beauforta. Stupně jsou detailněji popsány v tabulce 1 (LIPINA, ŽÍDEK, 2003).

#### Beaufortova anemometrická stupnice

(pro standartní výšku 10 m ve volném terénu)

Beaufortův stupeň	Označení a rozpoznávací znaky	Rychlost v $\text{m.s}^{-1}$	
		rozpětí	průměr
0	Bezvětrí, kouř stoupá kolmo vzhůru.	0,0 – 0,2	0
1	Vánek, směr větru je poznatelný podle pohybu kouře, vítr však neúčinkuje na větrnou korouhev.	0,3 – 1,5	1
2	Slabý vítr, vítr je cítit ve tváři, listy stromů šelestí, obyčejná korouhev se začíná pohybovat.	1,6 – 3,3	2

3	Mírný vítr, listy stromů a větvičky v trvalém pohybu, vítr napíná praporky.	3,4 – 5,4	4
4	Dostí čerstvý vítr, vítr zdvihá prach a kousky papíru, pohybuje slabšími větvemi.	5,5 – 7,9	7
5	Čerstvý vítr, listnaté keře se začínají hýbat, na stojatých vodách se tvoří menší vlny se zpěněnými hřebeny.	8,0 – 10,7	9
6	Silný vítr, vítr pohybuje silnějšími větvemi, telegrafní dráty sviští, používání deštníku se stává nesnadným.	10,8 – 13,8	12
7	Prudký vítr, vítr pohybuje celými stromy, chůze proti větru je obtížná.	13,9 – 17,1	16
8	Bouřlivý vítr, vítr ulamuje větve, chůze proti větru je normálně nemožná.	17,2 – 20,7	19
9	Vichřice, vítr způsobuje menší škody na stavbách (strhává komíny, tašky a břidlice se střech).	20,8 – 24,4	23
10	Silná vichřice, vyskytuje se na pevnině zřídka, vyvrací stromy, přináší škody bydlištěm.	24,5 – 28,4	27
11	Mohutná vichřice, vyskytuje se velmi zřídka, působí rozsáhlá zpuštění.	28,5 – 32,6	30
12	Orkán, ničivé účinky.	32,7 a více	33

Tab. 1 – Beaufortova anemometrická stupnice (převzato z LIPINA, ŽÍDEK, 2003)

Empiricky odvozený vztah k této stupnici je:

$$v = 0,836 B^{3/2} \text{ m.s}^{-1},$$

kde  $v$  je rychlost větru v 10 m nad povrchem a  $B$  představuje Beaufortův stupeň (BEER, 1997).

## 5.2 Fujitova stupnice

Fujitova stupnice je způsob kategorizace intenzity tornád, kterou roku 1971 představil Tetsuya Theodore Fujita. Zaměřuje se přednostně na škody, které tornáda páchají na budovách či na vegetaci. Jde o šestistupňovou stupnici vyjadřující intenzitu tornád. Stupnice je popsána v tabulce č. 2. Fujitova nebo popř. Fujitova-Pearsonova stupnice byla následně upravena na “Vylepšenou” Fujitovu stupnici (angl. Enhanced Fujita scale). Nová metodika bere v potaz i kvalitu konstrukcí. Odborníci se také shodli, že rychlost větru byla u staré verze stupnice nadhodnocená. Stará stupnice uváděla tornáda kategorie EF5 o rychlosti větru 420 - 512 km/h, zatímco nová stupnice uvádí EF5 jako tornádo s větry nad 322 km/h.

Stupeň	rychlost větru [km/h]	relativní frekvence výskytu	průměrná šířka ničivé stopy [m]
F0	64 - 116	29%	10 - 50
F1	117 - 180	40%	30 - 150
F2	181 - 253	24%	110 - 250
F3	254 - 332	6%	200 - 500
F4	333 - 418	2%	400 - 900
F5	419 - 512	< 0.1%	1000

Tab. 2 – Fujitova stupnice (převzato z [www.spc.noaa.gov](http://www.spc.noaa.gov))

### 5.3 Mezinárodní stupnice intenzity tornád (TORRO)

Mezinárodní stupnici tornád (angl. International Tornado Intensity Scale), která je občas také nazývána jako TORRO nebo T-scale, navrhl roku 1972 Dr. Terence Meaden jako rozšíření Beaufortovy stupnice, představena veřejnosti byla roku 1975. Stupnice je využívána pro kategorizaci tornád především ve Velké Británii, ale také ve střední Evropě společně s Fujitovou stupnicí. TORRO není založena na škodách způsobených tornády jako u Fujitovy stupnice, ale spíše na rychlosti větru. Nicméně i TORRO se odvolává na ničivé škody tornád, jelikož přesné měření rychlosti vzduchu v samotném tornádu je velice obtížné. Tabulka č. 3 vystihuje kategorizaci stupnice TORRO ([www.torro.org.uk](http://www.torro.org.uk)).

stupeň	rychlost větru [km/h]	Popis tornáda
T0	61 - 86	Slabé tornádo
T1	87 - 115	Mírné tornádo
T2	116 - 147	Středně silné tornádo
T3	148 - 184	Silné tornádo
T4	185 - 220	Prudké tornádo
T5	221 - 259	Intenzivní tornádo
T6	260 - 299	Mírně devastující tornádo
T7	300 - 342	Silně devastující tornádo
T8	343 - 385	Prudce devastující tornádo
T9	386 - 432	Intenzivně devastující tornádo
T10	433 - 482	Supertornádo

Tab. 3 – Stupnice TORRO (převzato z [www.torro.org.uk](http://www.torro.org.uk))

Většina zaznamenaných tornád v Británii byla stupně T6 nebo méně, s jednou výjimkou v podobě tornáda T8. Nejsilnější naměřené rychlosti větru v USA (1999, Oklahoma) by odpovídaly síle jedenáctého stupně TORRO dle následujícího odvození:

$$v = 8.511 (T+4)^{3/2},$$

kde  $v$  je rychlost větru a  $T$  je stupeň intenzity TORRO. Rychlost větru je definována jako poryv větru po dobu 3 sekund v 10 m nad povrchem země.

Případně se dá  $T$  odvodit z Beaufortovi stupnice následujícím vztahem:

$$T = (B/2 - 4),$$

kde  $B$  je stupeň síly Beauforta a  $T$  stupeň intenzity TORRO ([www.torro.org.uk](http://www.torro.org.uk)).

## 6. Využití větru

Využití větru jako větrné energie je lidstvu známo již několik století. První zmínky o větrném motoru s vodorovnou osou se datují k 3. stol. př. n. l. v Egyptě. V Evropě se začalo větrné energie využívat od 13. stol. v podobě větrných mlýnů. V této době byl v tomto odvětví zaznamenán velký rozmach a to především v Nizozemí, které se ve 14. stol. ujalo vedení ve využívání větrné energie. Větrná energie byla zpravidla využívána pro mletí obilí, zpracování dřeva nebo čerpání vody. Propojení rotoru s Archimédovým šroubem bylo typické právě pro oblasti Holandska, toho bylo využíváno pro zavlažování nebo odvodňování zemědělských pozemků (MASTNÝ et. al, 2011).



Obr. 12 – Větrné mlýny v Kinderdijku (online: [www.mundo.cz](http://www.mundo.cz))

Razantní rozvoj využívání větrné energie přišel v USA na začátku 19. stol., kde bylo vybudováno přes 6 milionů malých mnoholopátkových větrných motorů, které byly využívány především k čerpání vody. Začátkem 19. století se začaly objevovat

první pokusy o využití větrné energie pro výrobu elektrické energie (Poul la Cour 1891). Koncem 19. stol. došlo však k útlumu rozvoje využívání větrné energie z důvodu objevení a vynálezu parního stroje.

V současnosti je o větrnou energii opět veliký zájem a to především pro výrobu elektrické energie. To také souvisí se snahou omezit využívání energie z fosilních paliv a nepříznivých vlivů spojených s tímto procesem a snížení emisí skleníkových plynů v atmosféře (MASTNÝ et. al, 2011).

## 6.1 Vítr jako energie

Vítr je možné na rozdíl od biomasy nebo geotermální energie na elektřinu přeměnit relativně snadno. Větrné elektrárny nebudou hrát v ČR významnou roli v celkové energetice, ani pro to v naší republice nejsou příliš optimální podmínky, bylo by však škoda takových možností nevyužít. Jde také o cestu, jak by se mohly snížit emise CO<sub>2</sub>.

Nejdůležitějším parametrem pro výrobu elektřiny je rychlost větru. Energie větru roste s třetí mocninou rychlosti větru. Problémem mohou být ale také až příliš vysoké rychlosti větru. Při rychlostech nad 20 m/s je nutno elektrárnu vypnout, aby nedošlo k havárii. Plného výkonu dosahuje elektrárna (podle typu) někde v rozmezí 10 – 15 m/s. Rychlost větru roste logaritmicky s výškou nad terénem, proto se stavějí stále vyšší elektrárny s průměrem rotoru 40 – 100 m a výškou stožáru 80 – 110 m.



Obr. 13 – Větrné elektrárny (online: [www.energetickyporadce.cz](http://www.energetickyporadce.cz))

Výstavba takových elektráren má význam tam, kde je průměrná roční rychlost 100 m nad terénem minimálně 6 m/s. Jde zpravidla o oblasti vyšších nadmořských výšek, takové lokality bývají často středem zájmu ochrany přírody, jinde jde o střet s leteckou dopravou. U elektráren s výkonem nad 500 kW a stožárem vyšším jak 35 m se provádí šetření podle zákona o EIA. Hodnocen bývá vliv na krajinný ráz, hlučnost a ptactvo.

Nepopíratelným přínosem větrných elektráren je snížením emisí CO<sub>2</sub> a dalších emisí z výroby elektřiny, jakož i souvisejících tuhých a radioaktivních odpadů. Větrné elektrárny hrají i důležitou roli v omezování spalování fosilních paliv v mezinárodním měřítku.

Ačkoliv jsou větrné elektrárny symbolem ekologické výroby elektřiny, jsou jím vytýkány některé nedostatky, často bezdůvodně.

Hlučnost strojů je poměrně nízká a jsou zpravidla stavěny daleko od zástavby, výjimkou mohou být malé rychloběžné elektrárny. Stroboskopický efekt je již také minimalizován matnými nátěry a velké vzdálenosti od lidských obydlí. Zvěř si zpravidla zvykla na přítomnost těchto strojů (ovce, krávy). Je zde však výskyt kolizí s lopatkami rotujícího tělesa, nicméně to je však v porovnání s prosklenými plochami staveb a elektrickým vedením zanedbatelné. Asi největším problémem je charakter krajinného rázu. Mnoha lidem se elektrárny nelíbí, jiným ano. Často je však kladen důraz na viditelnost elektráren pro leteckou dopravu, proto se na stožáry instalují záblesková zařízení nebo se počet menších elektráren redukuje pro výstavbu větších a výkonnějších (BERANOVSKÝ, 2010).

## **7. Mimořádné větrné události**

Větrné události (klimatické obecně) se zpravidla zaznamenávají, pokud mají nějaký mimořádný charakter, např. způsobují větších škod nebo jde o nějaký mimořádný úkaz. Takovéto záznamy se dochovávají v rámci kronik, analů, vzpomínek, osobních deníků, korespondence, oficiálních ekonomických dokumentů či novinových vydání, všechny zmíněné záznamy mohou být důkazem o výskytu takového jevu. V historii území našeho státu však docházelo k výkyvům a nespojitostem v kontinuitě samotných záznamů. Důvodů může být několik, v případě historie vývoje našeho státu je nutné jmenovat období husitské (1420 – 1434) nebo třicetileté války (1618 –

1648), kdy obyvatelstvo tížily války a záznamům o meteorologických událostech tudíž nebyla věnována taková pozornost. Obecně by se dalo říci, že mezi 14. a 18. stol. je znatelný úpadek v záznamech, teprve až s obdobím Rudolfa II., který přesídlil do Prahy, se tyto záznamy opět "probouzí" pravděpodobně kvůli jeho vztahu k vědě. Ve 20. století to pak bylo období socialismu (1948 – 1989), kdy pojem jako "tornádo" bylo v podstatě zakázáno a nebylo mu přikládáno větší pozornosti. Podle režimu to bylo něco, co se děje pouze na území USA a v Evropě prakticky neexistuje (SETVÁK et. al, 2003). Ačkoliv nelze rozebírat všechny zaznamenané události jednu po druhé do detailu, v příloze na konci práce je vypracována tabulka čítající na 161 případů zaznamenaných na našem území od první zmínky o větrné katastrofě v roce 1119.

## **7.1 Mimořádné větrné události v historii českých zemí**

V historii naší země, ať už nedávné či minulé, bylo kromě katastrof spojených s tornády i několik dalších větrných pohrom. V této kapitole se pojednává nejprve o vybraných zmínkách z událostí, kdy udeřil silný vítr nebo vichřice a dále pak o zmínkách, které se týkají tornád.

### **7.1.1 Vichřice 3. prosince 1281**

V kronice Pokračovatelé Kosmovi (BLÁHOVÁ, FIALA, 1974) se o tomto jevu píše:

*"... A nesmíme ani přejíti mlčením zmínku o prudké vichřici, jež se snesla toho roku 3. prosince, tj. na den svaté Barbory, a svou silou a prudkým úderem strhla nejtěžší a nejpevnější stavby: na věži pražského hradu, která se nazývá "U větší brány", první budovu, druhé spadlo na zem stavení proti domu pana biskupa a dvoru, jenž se nazýval věží biskupskou, vystavěné v průčelí hradu velmi pevným a umělým dílem. Třetí stavení na věži konce mostu, díla výtečného a velmi silného, strženo smršť se sesulo na zem. "*

Pravděpodobně zde nešlo o tornádo, v českém překladu je použit výraz "smršť". Navíc vezmu-li v potaz roční období, příkláněl bych se osobně spíše k výskytu



prudkých větrů či vichřice. V pokračování jsou popsány škody, které vítr napáchal. Pražský hrad a jeho hradby byly zasaženy asi nejvíce, poničeno bylo 24 jeho věží. Venkov zaznamenal také rozsáhlých škod.

### 7.1.2 Vichřice ve Střední Evropě v únoru roku 1756

Za informace o této události mohou meteorologové děkovat prof. Josefu Steplingovi, synovi, který se narodil v Řeznu otci německé národnosti a matce Češce. Po smrti svého otce se přestěhoval s matkou do Prahy, kde byl poté roku 1748 jmenován profesorem matematiky a experimentální fyziky na pražské univerzitě, jejímž ředitelem byl také posléze zvolen. Zasloužil se o založení hvězdárny v pražském Klementinu. I přesto, že zaznamenal mnoho meteorologických měření a zpracoval plno studií, jen málo se jich dokázalo dodnes dochovat. Jednou z dochovaných prací je právě Steplingova studie o vichřici v únoru 1756 (STEPLING, 1763).



Obr. 14 – prof. Stepling (online: [wwwold.nkp.cz](http://wwwold.nkp.cz))

Steplingova měření v rámci jeho studie (STEPLING, 1763) začínají 9. hodinou ráno 15. února až do 4. hodiny ráno dne 19. února. Profesor Stepling komentoval svá měření těmito slovy: „Od 9. hodiny 15. února nestále klesal tlak až do 4. hodiny ráno 19. února. Celkový pokles byl 1 palec a půl čárky pařížské stupnice (= 37,5 hPa). Dne 18. února pak od 4 hodin ráno až do večera klesla rtuť téměř o 6 čárek (= 8 hPa). Takový pokles je předzvěstí příchodu silného větru. Ten nastal kolem půlnoci přibližně od jihozápadu, byl teplý a oblaky jím hnané byly unášeny velkou rychlostí; mezi nimi probleskoval úplněk. Proudění větru ve vyšších vrstvách atmosféry bylo ustálené a jeho rychlost a prudkost taková, že strhl mnohé komíny a celé je odnášel. Poté, co se zvedl vítr, pokračoval pokles rtuti v barometru (tlaku) až do 4. hodiny ráno 19. února, kdy síla větru a jeho nejhorší běsnění vrcholily. Poté začal tlak vzduchu opět stoupat a vítr se pomalu utišoval.“

V době minima poklesl tlak vzduchu přepočtený na dnešní ekvivalent na 955 hPa. Jelikož klementinská měření teploty nejsou pro tyto dny známa, je možné použít alespoň přibližný přepočet tlaku vzduchu na hladinu moře. Pokud byl rtuťový tlakoměr ve výšce 202 m n.m. a barický stupeň odpovídá asi 8 m. hPa<sup>-1</sup>, pak korekce na mořskou hladinu činí asi 25 hPa, to znamená, že tlakové minimum ráno 19. února nad Prahou bylo asi 980 hPa. Takto nízká hodnota tlaku by mohla predikovat výskyt hluboké cyklóny nad Evropou.

Z mnohých tvrzení také vyplývá, že se v některých zemích Evropy „třásla země“ (zemětřesení).

J. Stepling ve své studii přičítá z velké části vznik vichřice především vysoké elasticitě ovzduší. Jeho studii lze pokládat jako malý krok blíže k později vytvořené konstituci synoptické meteorologie.

### **7.1.3 Tornádo 30. července 1119, Praha – Vyšehrad**

Úplně první dochovanou zmínkou o větrné katastrofě na našem území je záznam o tornádu v Kosmově kronice z roku 1119 (BLÁHOVÁ, FIALA, 1972).

Kosmas líčí výskyt jevu takto: „*Dne 30. července ve středu, když se již den chýlil k večeru, prudký vichr, ba sám satan v podobě víru, udeřiv náhle od jižní strany na knížecí palác na hradě Vyšehradě, vyvrátil od základů starou a tedy velmi pevnou zeď, a tak - což jest ještě podivnější zjev - kdežto, obojí strana, přední i zadní, zůstala celá a neotřesená, střed paláce byl až k zemi vyvrácen a rychleji, než by člověk přelomil klas, náraz větru polámal hořejší a dolejší trámy i s domem samým na kousky a rozházel je. Tato vichřice byla tak silná, že kdekoliv zuřila, v této zemi svou prudkostí vyvrátila lesy, štěpy a vůbec vše co jí stálo v cestě.*“

### **7.1.4 Tornádo 14. května 1144 (místo neznámé)**

V letopisech Hradištsko-Opatovických (EMLER, 1875) se autor zmiňuje o úkazu následovně: „*L.p. 1144 dne 14. května, totiž v samý den letnic strašná a za našich časů neslýchaná věc stala se nedaleko ležení knížete Oty, kterýž sám jakož i mnoho jiných velmožů a nesčíslné množství lidu ji viděli. Nebo kolem poledne, když bylo velmi jasno, viděn jest od jmenovaných osob černý sloup, an vstupuje od země*“

*až nahoru k oblakům, a v jeho kruhu točil se prudký vír. A když měl přijíti k dotčenému místu, bylo mu viděti jíti naproti s vrcholu nebes znamení, na způsob třístranu velmi se skvoucího podivně špičatěné, které přemohši nevýslovnou obludu vrazilo ji až do vnitřku země. Po nějaké pak přestávce asi hodinu trvající viděti bylo jiný sloup temnější nežli tma a prudším ještě vírem na tentýž způsob od země se zdvihati...“*

Z pramenů se dá vyvodit, že se velice pravděpodobně jednalo o dokonce 2 tornáda. Popsán je i vývoj víru stoupajícího od země a proti němu se z bouře táhne vyvíjející se kondenzační chobot. V té době, jak je z úryvku možné vyvodit, byl takovýto úkaz něčím velice netradičním a vzhledem k neznalosti meteorologických jevů na dnešní úrovni byl lidem často vyhodnocen jako symbol zla či d'áblova dílo.

#### **7.1.5 Tornádo 8. dubna 1255**

V následujícím úryvku se jedná velice pravděpodobně o tornádo, jelikož se mluví o víru.

*„Když kníže vycházel z hradu pražského, strhla se veliká vichřice a vír a svrhla jednoho jezdce, jenž jel za knížetem, z mostu před hradem; jeho kůň zahynul při pádu, ale on sám vyvázl zdrav. Také dřevěná zvonice se zvony uvnitř zdí [kostela] svaté Marie se zřítily v tu hodinu silným nárazem větrů a mnoho jiných škod se stalo ve městě i ve vsích (BLÁHOVÁ, FIALA, 1974)“.*

#### **7.1.6 Záznam J.A. Komenského**

V druhé polovině 17. století je zaznamenán obrázek tornáda v knize *Orbis sensularium pictus*, jazykové knize pro děti vydané v několika jazycích, kterou napsal J.A. Komenský (1658 – 1685). Není však jasné, zda toto tornádo zpozoroval za svých časů v českých zemích či v exilu v Amsterdamu, kde svou knihu napsal (SETVÁK et. al, 2003).



Obr. 15 – obrázek z Komenského knihy Orbis sensularium pictus  
(online: listoffigures.files.wordpress.com)

### 7.1.7 Tornádo roku 1870 v Brně

Za zmínku o tornádu v roce 1870 je třeba poděkovat Gregoru Mendelovi, který v Brně strávil nemalou část svého života. I když proslul pro své zásluhy s křížením hrachu, byl také významným meteorologem, což bývá často opomíjeno.

V jeho zápiscích je více jak polovina věnována popisu jevu samotného, ať už z jeho pozorování nebo jiných svědků události. Zde je úryvek z jeho práce (MENDEL, 1871):

*"Tromba postupovala směrem od západu k východu... Podle škod, které vyznačovaly její dráhu, vznikla krátce před svým vstupem do města a brzy po jeho opuštění opět zanikla, když urazila asi 7,5 km. Obloha byla převážně - zvláště k západu - zatažena slabou světlešedou oblačnou pokrývkou. Na tomto světlém pozadí se ostře rýsoval obrovský sloup tromby. Skládal se ze dvou*



Obr. 16 – J. G. Mendel, nejenom  
výborný vědec v oblasti genetiky,  
ale i meteorologie (online:  
www.media-2.web.britannica.com)

*ohromných kuželů, z nichž hořejší byl obrácen špičkou dolů, přičemž se zdálo, že visí na izolovaném kupovitém oblaku nevelké rozlohy, na němž bylo možné pozorovat velký nepokoj, prudké vlnění sem a tam. Spodní kužel měl svoji základnu na zemi a zvedal se kolmo vzhůru tak, že tupé špičky obou byly spojeny. Horní kužel, stejně jako oblaky obklopující jeho základnu, byl velmi tmavé až černé barvy, podobný kouřové vlečce, jak ji někdy vidáme vystupovat z komínů našich továren při zcela klidném a vlhkém ovzduší, která se nahoru pravidelně rozšiřuje. Spodní kužel byl šedohnědého zbarvení, které směrem k zemi postupně nabývalo tmavšího odstínu. Bylo možno zřetelně pozorovat otáčení tohoto sloupu kolem vertikální osy.*

*Dále bylo možno vidět, jak oblak tvořící základnu horního kužele vždy v krátkých intervalech pravidelně vzplanul elektrickým světlem. Jeden gymnazista sděluje, že viděl, jak blesk sjel z horního do spodního kužele, přičemž uslyšel hřmění. Oba tyto úkazy mému pozorování unikly."*

Úryvek z Mendelovy práce velice přesně a barvitě popisuje průběh samotného jevu. Zpočátku popisuje vznik a spojení dvou nálevkovitých útvarů v podobě přesýpacích hodin, jejich zbarvení, které bylo pravděpodobně poznamenáno nasávaným prachem z okolí a silou, kterou dominovalo a nemilosrdně demolovalo budovy.

Mendel také uvádí šířku stopy samotného tornáda. Podle jeho pozorování se s postupem rozrůstala až na konečných 220 m. Rychlost postupu odhadl asi na 40 – 45 m/s a rychlost na vnější straně tornáda na 20 – 27 m/s.

Mendel v práci také jasně popisuje směr rotace po směru hodinových ručiček, což byla tou dobou výjimka oproti zaznamenaným charakteristikám tajfunů či hurikánů. Tento fakt pak podkládá i směrem, kterým do oken jeho bytu, vržené předměty létaly. V poslední části pak odhaduje rozměry tornáda (MENDEL, 1871).

Ačkoliv k dílu není přiložena žádná ilustrace úkazu, Mendel velice dobře kvalitativně i kvantitativně popisuje rozsah a vlastnosti jevu. Škoda však, že nebyla Mendelově reportu události věnována taková pozornost. Otištěn byl pouze v Brněnských novinách. Kdo ví, jak bychom G. Mendela znali dnes, pokud by byla jeho práce otištěna ve vídeňském specializovaném meteorologickém časopise? Jako významného biologa či meteorologa?

## **7.2 Mimořádné větrné události v současnosti**

### **7.2.1 Kyrill a Emma**

V lednu 2007 zasáhla území západní, střední, a severní Evropy mimořádně silná mimotropická bouře. Kyrill, jak se cykloně začalo říkat, působila extrémně silné proudění. O rok později, tentokrát v únoru, Evropu přepadla další ničivá bouře – Emma. Důvod vzniku bouře Kyrill bylo spojeno se zesílením kontrastu teplot nad Atlantikem a prohloubením tlakové níže postupující nad Evropou, kde bylo tou dobou značné teplo. Pomocí indexu Severoatlantické oscilace lze popsat změny cirkulace nad Atlantikem. Podle stanice Doksany byly srovnány hodnoty denního indexu NAO s výskytem větrných bouří v zimním období a poté vypočteny změny těchto indexů před maximálním nárazem větru. Na základě vypočtených změn v letech 1981 – 2002 byly představeny změny indexů pro Kyrilla a Emmu. Popsán byl i průběh přechodu těchto cyklón nad Českou republikou. Podle naměřených hodnot rychlostí z meteorologických stanic a synoptických map byly vypracovány střední rychlosti s nejvyššími nárazy větru a stanovena pravděpodobnost výskytu měřených maximálních hodnot, na základě těchto dat byly zpracovány také mapy nárazů těchto bouří (HOSTÝNEK et. al, 2008).

#### **7.2.1.1 Vznik cyklony Kyrill**

Obzvláště teplým měsícem pro Českou republiku byl leden roku 2007. V pražském Klementinu byla naměřena teplota vzduchu +6,3 °C, přičemž dlouhodobý průměr od roku 1775 do roku 2007 činí -0,9 °C. Takováto hodnota je zároveň o 6,0 °C vyšší než průměrná teplota za období 1961 až 2000. Šlo tak o rekordní hodnotu a zároveň nejteplejší leden od roku 1775. Typickým pro leden bylo větrné počasí a výrazná západní složka proudění, které trvalo celý měsíc, s výjimkou několika dnů. Rychlost větru v České republice tou dobou přesahovala v některých místech až 15 m/s v nárazech (více než 50 km/h) a vrcholila před koncem tohoto měsíce. V této době také přes Dánsko, baltské pobřeží Německa a Polska postupovala tlaková níže, kterou Meteorologický institut berlínské Svobodné univerzity pojmenoval jako “Kyrill”. Tento tlakový útvar se začal vytvářet ve Spojených státech jižně od Velkých kanadských jezer, tlak vzduchu ve středu tohoto útvaru byl naměřen 1015 hPa. Postupovala dále severovýchodním směrem až k britským ostrovům a postupně

se prohluboval i tlak v útvaru, při období přechodu studené fronty přes střední Evropu mezi 18.1. a 19.1. se střed tlakové níže vyskytoval u pobřeží Baltského moře a dosahoval hodnot 965 hPa. Zároveň se nad Pyrenejemi vyskytovala mohutná tlaková výše o hodnotách tlaku 1040 hPa. Takové rozložení tlakových útvarů způsobilo nezvykle velký tlakový gradient ve směru sever-jih na střední a západní Evropou, následkem bylo velmi silné jihozápadní až západní proudění vzduchu. V noci mezi 18.1. a 19.1. dosahovala rychlost větru nejvyšší intenzity, tomu předcházelo přenos teplé fronty a následně fronty studené, která ještě zesílila rychlost větru. Čelo studené fronty spojené s “Kyrillem” bylo spojováno nejen s intenzivními nárazy větru a srážkami, ale také bouřkami (HOSTÝNEK et. al, 2008).

### **7.2.1.2 Vznik cyklony Emma**

Konec února 2008 byl ve znamení silné cyklonální činnosti pro oblasti severního Atlantiku, přilehlé části Evropy až Ruska. Tou dobou nad jižní Evropou mezitím setrvávala oblast vysokého tlaku vzduchu. Jedním z následků byla teplá advekce a teplotně nadprůměrné hodnoty v oblastech střední Evropy. Díky tomuto silnému západnímu proudění se přesunula tlaková níže nazvaná jako “Emma” z oblasti severoamerického kontinentu nad severní Atlantik, odkud dále postupovala východně jako již okludovaná cyklona a 1. března se její střed nacházel nad oblastí Severního moře. Zároveň se začala tvořit i další tlaková níže jižně od Norska. Tato tlaková níže se začala posouvat, zatímco první centrum servalo nad Severním mořem. V České republice dne 1.3. bylo možné pocítit teplejší počasí z důvodu přesunu Emmy a jejího teplého sektoru do těchto oblastí, teploty vzduchu odpovídaly 6 - 10 °C. Nad Německem se vytvořila výrazná bouřková čára v souvislosti se studenou frontou, která postupně přecházela od severozápadu po jihovýchod České republiky. Projevem byly silné bouřky zasahující většinu území republiky. Bouři doprovázely další nebezpečné jevy, kromě nárazů větru přes 35 m/s se vyskytovaly v bouřkách i kroupy a silný déšť, který ale vzhledem ke krátkému trvání nepřinesly větší škody, jelikož studená fronta cyklony nad naším územím setrvala pouze 4 hodiny a pokračovala dále nad Slovensko. Největší škody byly tedy napáchány právě silnými nárazy větru.

Vznik četných a dlouhotrvajících intenzivních bouřek byl způsoben několika faktory:

1. Instabilitou pro nasycený vzduch ve spodní a střední troposféře, případně vysoko sahající labilitou.
2. Velkým horizontálním gradientem vlastností vzduchových hmot.
3. Velkým stříhem proudění ve všech hladinách.
4. Postupem fronty studené kolmo na směr teplé advekce před touto frontou.
5. Velkými rozdíly v advekci cyklonální vorticity na přední straně brázdy, která přispívala k vzestupným pohybům.

V případě Emmy byly všechny tyto body splněny, nedostatek oblačnosti navíc umožnil větší prohřátí vzduchu před studenou frontou, tím se zesílilo teplotně řízená cirkulace kolmo k této frontě. Silné nárazy na studené frontě tak byly zesíleny i touto činností, např. nárazy, které byly naměřeny v nižších polohách, byly rychlostí srovnatelné s nárazy v polohách vysokohorských. Nejvyšší úhrn srážek byl naměřen na Šumavě ve stanici Prášily, kde bylo za 48 h naměřeno 100 mm srážek. Kombinace těchto srážek a tajícího ledu se odrazila i na hladině řek pramenících na Šumavě, stejně tak se hladiny řek zvýšily i v řekách na severu Čech. V jistou chvíli bylo dosaženo nejvyššího, tedy 3. stupně povodňové aktivity v těchto oblastech (HOSTÝNEK et. al, 2008).

### **7.2.1.3 Změny cirkulace NAO v případě větru Kyrill a Emma**

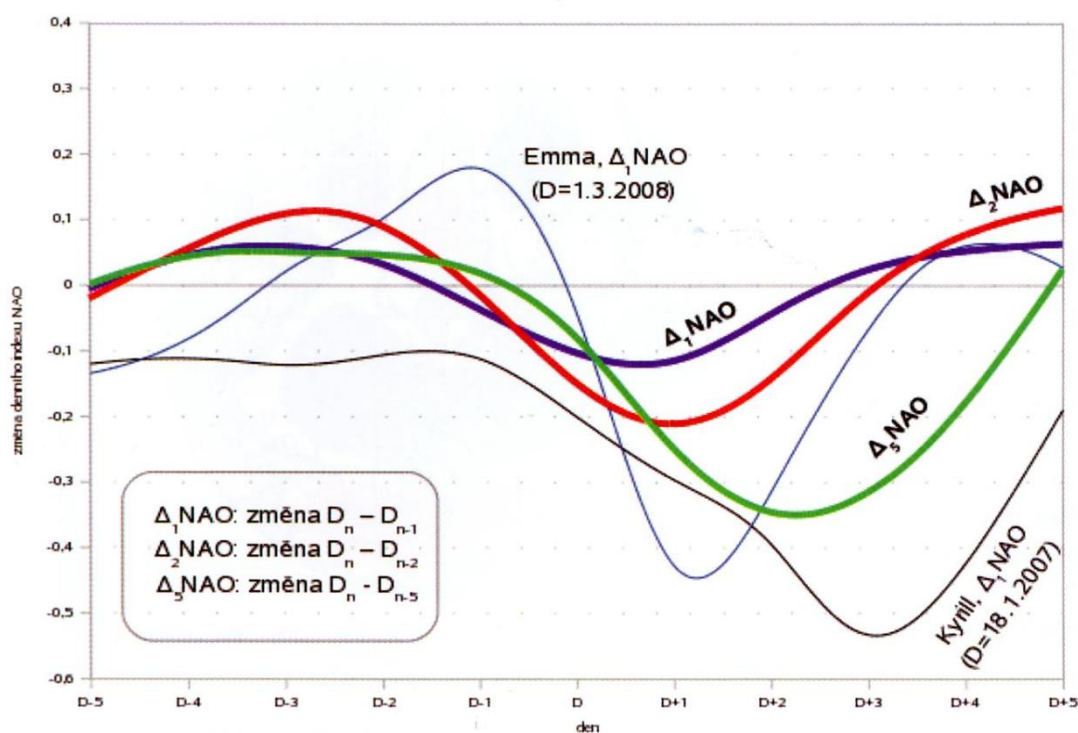
NAO (North Atlantic Oscillation) neboli Severoatlantická oscilace je ukazatelem cirkulace nad mimotropickými oblastmi Atlantského oceánu. Pro její popis jsou využívány indexy NAO, tvořené zpravidla na základě popisu tlakového pole nad Atlantikem. Indexy jsou rozdílem mezi aktuálním stavem a dlouhodobým normálem. V dnešní době jsou mimo měsíčních či ročních indexů založených na poli tlaku vzduchu přepočteného na hladinu moře počítány i operativní denní indexy NAO v CPC NWS (Climate Prediction Centre National Weather Service) v USA, stejně tak se předpovídají i hodnoty na následujících 14 dnů. Pokud je hodnota indexu NAO kladná, je tlakový gradient mezi Azorskou tlakovou výší a Islandskou cyklonou v porovnání s normálem větší, je tedy posilováno zonální proudění nad



Atlantikem. Při opačném znaménku je tlakový gradient menší a proudění nad Atlantikem slabne.

Byly porovnávány hodnoty denních indexů NAO za období pěti dnů před a pěti dnů po zaznamenání nárazu větru přesahujícího 20 m/s ve stanici Doksany v letech 1981 – 2002, z ledna 2007 (Kyrill) a přelomu února a března roku 2008 (Emma). Nebyla však nalezena žádná výrazná korelace s hodnotou denního indexu NAO.

Zajímavější je však porovnání mezi změnou denního indexu NAO a situací s nárazy větru u nás. V GRAFU je jasně vidět, že 2 až 3 dny před maximálními nárazy větru v Doksanech se změnil průběh hodnoty denního indexu NAO, jeho hodnota systematicky klesá. Z hodnot dvoudenní až pětidenní změny indexu NAO je vyvoditelné, že se jedná o déletrvajícím pokles, nikoliv jednorázový. Posun lokálního minima křivky průměrné pětidenní změny až ke dni D+2 vypovídá o systematickém poklesu docházejícím až někdy mezi dny D-3 a D-2 (HOSTÝNEK et. al, 2008).



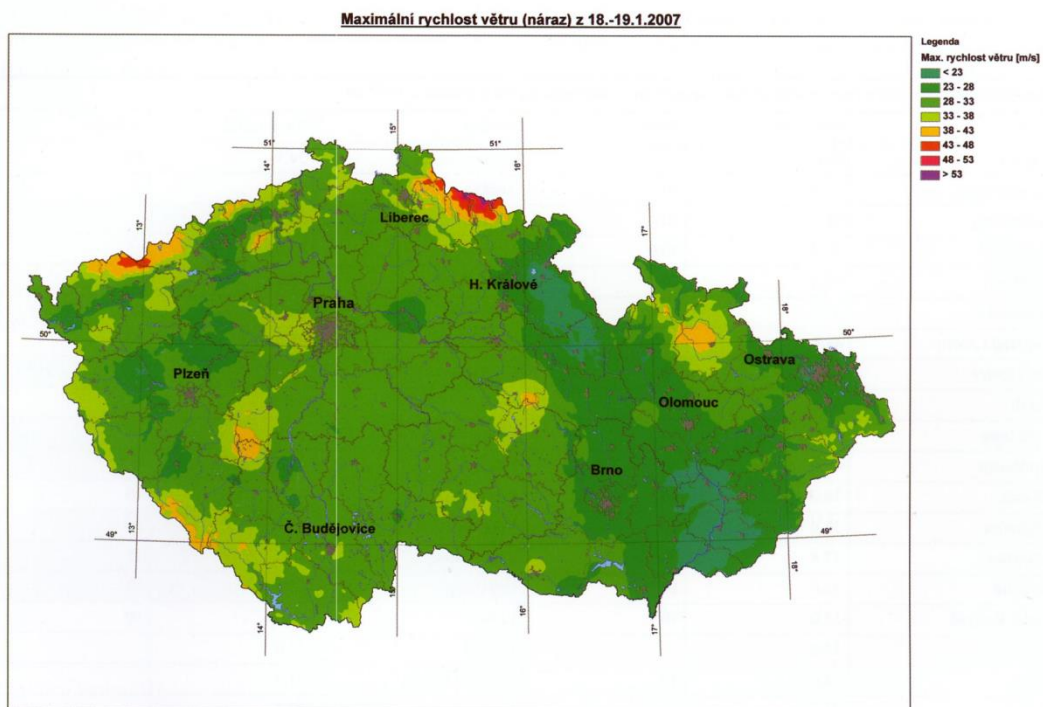
Obr. 17 – Změny NAO v případě Kyrilla a Emmy (převzato z HOSTÝNEK et. al, 2008)

#### 7.2.1.4 Dopad a následky bouří Kyrill a Emma

Takto silná větrná bouře jako byl Kyrill je zcela ojedinělá. Naměřené nárazy větru o trvání 1 sekundy na většině stanic přesahovaly hranici 30 m/s, v horských oblastech

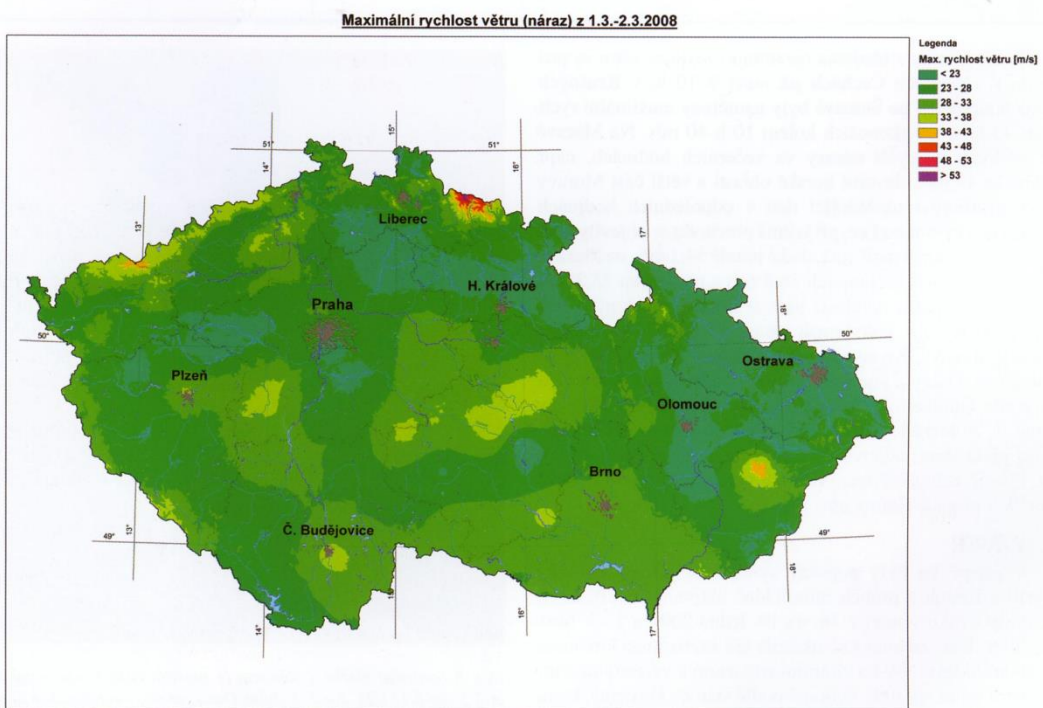
až přes 40 m/s. Střední 15min. rychlosti se pohybovali mezi 15 – 25 m/s, ve vyšších polohách Krušných hor až 36 m/s. Rekordní hodnota byla naměřena na Labské boudě 19. ledna v 15 hodin a to hodnota 57,8 m/s. Jde o nejvyšší zaznamenanou rychlost v Čechách od dob přístrojového měření.

Při bouři Emma byly naměřeny maximální rychlosti v nárazech 43 m/s (na Šumavě), na Moravě se pak vyskytly nárazy ve večerních hodinách se stejnou rychlostí, kdežto v Čechách bouře udeřila již mezi 9. a 10. hodinou. Na Labské boudě byla zaznamenána hodnota 54,1 m/s (HOSTÝNEK et. al, 2008).



Ob. 9 Maximální rychlost větru (náraz) při přechodu bouře Kyrill 18.-19. 1. 2007

Fig. 9. Maximum wind speed (gust) during the passage of the storm Kyrill on 18-19 January 2007.



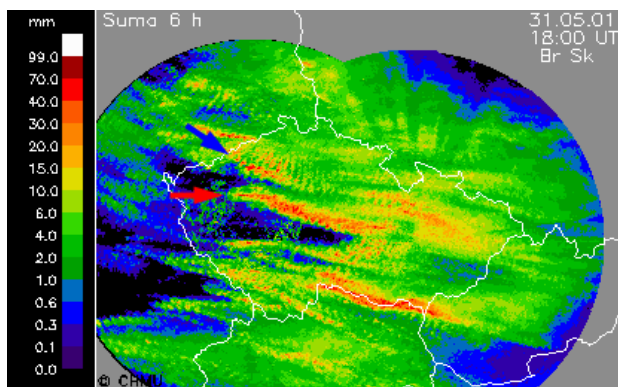
Obr. 10 Maximální rychlost větru (náraz) při přechodu bouře Emma 1.-2. 3. 2008.

Fig. 10. Maximum wind speed (gust) during the passage of the storm Emma on 1-2 March 2008.

Obr. 18 – Maximální nárazy větru při přechodu bouře Kyrill (nahore) a Emma (dole)  
v rámci České Republiky (převzato z HOSTÝNEK et. al, 2008)

## 7.2.2 Tornádo u Mirošovic

Roku 2001 dne 31. května přešly přes území ČR dvě konvektivní bouře, které byly doprovázené tornády. Bouřkové trajektorie na našem území mezi 12. až 18. hodinou světového času jsou vyobrazeny na obrázku níže. Červenou a modrou šipkou jsou pak vyobrazeny trajektorie bouří (obr. 19).



Obr. 19 – Trajektorie bouří (online: <http://www.tornada-cz.cz>)

Nad benešovským okresem započala bouře svou tornádickou etapou asi kolem 11:50, tornáda udeřila především mezi oblastmi Zručí nad Sázavou a Světlé nad Sázavou, bouře pak ustala u Havlíčkova Brodu kolem 16. hodiny. Toto tornádo je významné především plošným rozsahem jeho škod a také zaznamenanou dokumentací jevu (obr. 20).



Obr. 20 – Fotodokumentace tornáda u Mirošovic (autor: Blanka Kykalová; online: [www.tornada-cz.cz](http://www.tornada-cz.cz))

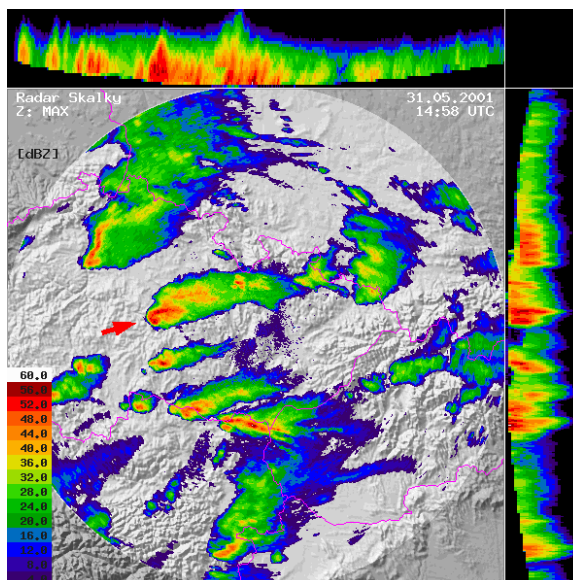
Svědci jevu popisují vznik mohutného trychtýře, který se následně spustil k zemskému povrchu. Následně se zformovalo do podoby širokého válce, který se směrem k povrchu zužoval. V něm vznikaly i druhotné savé víry, které byly menšího rozsahu, avšak větších sil, které obíhaly kolem středu tornáda. Rozpad tornáda je popisován svědky jako “rozpad tornáda na dvě části”, pravděpodobně zmiňující kondenzační část tornáda, po kterém přežívaly akorát jednotlivé savé víry. Z obce Chřenovice bylo tornádo fotograficky zdokumentováno. V těchto místech také vytvořilo stopu škod o šířce 400 – 500 m a dlouhou asi 4,5 km. V oblasti se nachází dva polomy, ve kterých byly stromy polámány či vyvráceny různými směry, což by vypovídalo o přítomnosti savých vírů (obr. 21).



Obr. 21 – Výsledek zkázy mirošovického tornáda (online: [www.tornada-cz.cz](http://www.tornada-cz.cz))

Většina obytných domů ve stopě tornáda přišla o střešní krytinu, v některých případech dokonce i o krovy.

Na obrázku (obr. 22) jsou data radarové odrazivosti (Skalky) poukazující na radarové echo ve tvaru háku, které je typické právě pro supercely (www.tornada-cz.cz).



Obr. 22 – Radarový snímek naznačující výskyt supercely (online: [www.tornada-cz.cz](http://www.tornada-cz.cz))

### 7.2.3 Tornádo v Litovli

9. června roku 2004 se nad Litovlí v Olomouckém kraji začala v dopoledních hodinách zatahovat obloha, kolem 16:30 se pak strhla prudká bouře s vydatným deštěm a kroupami. V následujících několika minutách se bouře změnila v ničivé tornádo o síle F3 s rychlostí větru přes 200 km/h. Největší škody byly napáchány v brázdě od Vísky podél řeky Moravy směrem k Chořelícím a až k Březovému. Tato událost neměla trvání delší než hodinu. Živel si naštěstí nevyžádal žádnou lidskou oběť, tornádo s takovou silou však bylo schopno vylamovat okna a dveře, odnášet střechy lidských obydlí, zanechalo také následky na kostele sv. Marka, z jehož věže strhlo kříž. Stromy a parky byly zdevastovány, právě na veřejné zeleni zanechalo tornádo škody za asi 15 mil. Kč. Odhad škod na majetku města činil 9 mil. Kč ([www.litovel.eu](http://www.litovel.eu)).



Obr. 23 – Následky po řádění tornáda v Litovli (online: [www.litovel.eu](http://www.litovel.eu))

### 7.2.4 Orkán Niklas

Orkán Niklas, jak se jevu začalo říkat, je bouře, která se vyvinula poblíž Islandu dne 29. března a 30. března až 1. dubna se přesouvala nad Evropu. Zpočátku bouře udeřila v oblastech Nizozemí, kde na letišti v Amsterdamu muselo být kvůli silnému větru zrušeno několik letů. V Rotterdamu, největším evropském přístavu, bylo nutno

uzavřít dva kontejnerové terminály a lodě musely na moři čekat, než se počasí uklidní (DPA, [www.spiegel.de](http://www.spiegel.de)). Bouře si vyžádala celkem 11 lidských životů, nejhorší byla situace v Německu, kde bylo nejvíce obětí. Příčinami byly spadlé stromy na projíždějící auta, pád částí budov na lidi pod nimi. Některé nehody však souvisejí s bouří nepřímo. Například 2 muži zahynuli na zasněžené silnici v Bádensku-Württembersku, další muž pak v Bavorsku zemřel na dálnici kvůli silnému krupobití (ČTK, [www.eurozpravy.cz](http://www.eurozpravy.cz)). V Německu se poryvy větru v maximech vyšplhaly až na rychlost 192 km/h (v místě Zugspitze, Německo). Německá meteorologická služba (DWD) vydala varování pro velkou část země (Reuters, [www.handelsblatt.com](http://www.handelsblatt.com)). Třetí nejvytíženější evropské letiště ve Frankfurtu nad Mohanem muselo kvůli silnému větru zrušit přes 180 letů. Podobně na tom byly i německé železnice, které dočasně, avšak kompletně zastavily svůj provoz. Mnichovské hlavní nádraží bylo uzavřeno kvůli padajícím sklu ze střechy budovy. Silniční dopravu omezovaly spadlé stromy přes komunikace, v některých případech vítr obracel nákladní auta nebo i kamiony (obr.24).



Obr. 24 – “Niklas” dokázal převrátit i nákladní auta (zdroj: DPA; online: [www.tagesschau.de](http://www.tagesschau.de))

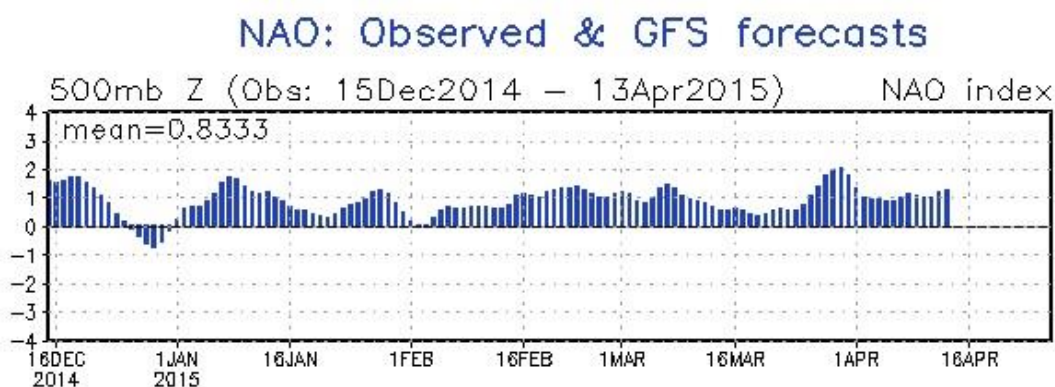
V Polsku připravila bouře několik desítek tisíc lidí o elektřinu kvůli spadlým stromům, které poničily elektrické vedení. Na západě země bouře poničila až 400 domů, příčinou byly jak popadané stromy, tak v některých případech vítr strhával i samotné střechy (ČT24, ČTK).



Podle expertů ze společnosti AIR Worldwide, kteří se zabývají kalkulacemi škod pro účely pojištění, se celková škoda odhaduje na 1 – 1,9 miliardy Euro (Reuters, [www.handelsblatt.com](http://www.handelsblatt.com)).

Česká republika byla však bouří také postižena nemalou měrou. Kromě silného větru zachvátilo Českou republiku na několika místech husté sněžení a ledovka. Silničáři museli kvůli kalamitě několik hodin čistit komunikace a vyprošťovat kamiony. Srážky ze sněhu a deště zvedly hladiny několika řek na našem území, naštěstí situace nebyla tak vážná, aby hrozily nějaké záplavy. Nejvýrazněji byla omezena především doprava. Kvůli ledovce byli policisté nuceni řešit řadu dopravních nehod, vznikl doslova dopravní kolaps a to především v Ústeckém kraji. Při nehodách bylo zraněno několik lidí, naštěstí nikdo nepřišel o život (ČTK, [www.eurozpravy.cz](http://www.eurozpravy.cz)).

Možným důvodem pro tak extrémní počasí může být do jisté míry vliv Severoatlantické oscilace (NAO), která má vliv na vývoj počasí v Evropě. Z přiloženého obrázku (obr. 25) je patrná výrazně kladná fáze indexu NAO v období výskytu bouře.



Obr. 25 – index NAO (online: [www.noaa.gov](http://www.noaa.gov))

## 8. Diskuze

Ačkoliv jevy jako mohutné vichřice či dokonce tornáda nejsou přírodní úkazy, které by ohrožovaly území České republiky ve větším měřítku, jako tomu může být v USA, rozhodně není možné dělat, že se nás to netýká. Větrní činitelé a s nimi spojené katastrofy se řadí po zemětřeseních a záplavách jako třetí nejničivější živel (Munich Re, 1999). Tyto jevy mohou na našem území způsobit škody nejen na lesních porostech, ale ničit i oblasti obývané lidmi, jak je uvedeno v předchozí kapitole.

Při pohledu na záznamy větrných událostí na našem území od 12. století po současnost by se mohlo zdát, že jejich intenzita stále stoupá. Není to ale způsobeno spíše nedostatkem záznamů z dob minulých? V historii byly tyto jevy chápány jako “dělova díla” nebo označovány jinými přídomky pro nedostatek informací v oblastech meteorologie, které jsou veřejnosti dostupné dnes. Jedním z dalších faktorů by mohl být i fakt, že pokud živel zachvátil a zdevastoval např. něčí obydlí, majitel se s tím musel vyrovnat sám, v lepším případě mu byly zmírněny výše daní, které odváděl, jako tomu bylo za vlády Marie Terezie. Dnes je však vše pojištěno a pečlivě dokumentováno, i to je jeden z důvodů, proč v dnešní době výskyt silné vichřice nebo tornáda společnosti téměř neunikne, v neposlední řadě k tomu přispívá vývoj internetu jako zdroje rychlého šíření informací. Propady v historických záznamech o silných větrech jsou pak pravděpodobně zapříčiněny obdobími válek, změnami politického režimu či jenom nedostatkem zájmu některých kronikářů jak se o tom zmiňuje SETVÁK et. al (2003).

Další možností by bylo stále častěji zmiňované globální oteplování, které by mohlo ovlivnit NAO (Severoatlantickou oscilaci), jakožto jeden z určujících prvků vývoje počasí nad Evropou. Na toto téma už vzniklo několik studií. Jednou z nich je studie paleoklimatologů, kteří na základě výzkumu korálů, které vyzvedli z Atlantského oceánu, zjistili, že globální oteplování by mohlo mít jistý vliv na výkyvy NAO indexu (WHOI, 2009). Tomu naopak odporuje studie COHENA a BARLOWA (2005), která tvrdí, že mezi globálním oteplováním a indexem NAO není žádná korelace.

Ačkoliv je pravděpodobné, že se této otázce nedostane jednoznačné odpovědi, katastrofy způsobené větrem na našem území jsou a v budoucnu nás jistě neminou, tak je podnětné, že se tento obor neustále rozvíjí a zdokonaluje.

## 9. Závěr

Práce definuje zákonitosti proudění větru, jakými způsoby a přístroji je možno ho měřit a jak se vítr podle své síly dá kategorizovat. Blíže se pak práce zaměřuje na více extrémní jevy spojené se silnými větry na území České republiky, jako jsou vichřice či tornáda, kterým je věnována větší pozornost v kapitole 7, kde jsou vybrány některé záznamy od prvních zmínek o větrných živlech až po současnost.

I když pro detekci těchto extrémních jevů mají meteorologové oproti minulým stoletím daleko modernější technologie a rozsáhlejší znalosti, předpověď takových jevů je doposud dosti obtížná, ne-li nemožná. Ani v některých oblastech USA, kde jsou tornáda jevem víceméně běžným, nejsou vědci schopni předpovědět jejich výskyt. Hodnoty CAPE (Convective Available Potential Energy), družicové či radarové snímky, dokonce i samotný výskyt supercely může být pouze prekurzorem pro výskyt takového jevu, nelze ho však s určitostí předpovědět, zároveň však ani v podezření nelze šířit mezi veřejnost poplašnou zprávu.

Samozřejmě nejsme dnes úplně bezmocní, alespoň samotné bouře, ze kterých se pak mohou “vylévat” silné větry, či z nich vznikat tornáda, můžeme dnes předpovědět moderními technologiemi. Jakmile jsme o jejich nebezpečí upozorněni, jsme do jisté míry schopni ochránit svůj život. Také jsme však nuceni nechat na pospas živlu svá obydlí jako tomu bylo i dříve, v případě zemědělských plodin je tomu podobně.

Důležité je zmínit projekt ČHMÚ a Amatérské meteorologické společnosti, která se v rámci webových stránek [www.tornada-cz.cz](http://www.tornada-cz.cz) snaží veřejnost informovat a vzdělávat o takových jevech.

## 10. Seznam použité literatury

### Knihy:

- BEER T., 1997: Environmental Oceanography. CRC Press, 400 str.
- BEDNÁŘ J., KOPÁČEK J., 2005: Jak vzniká počasí, Karolinum. Praha: 268 s.
- BERANOVSKÝ J., KAŠPAROVÁ M., MACHOLDA F., SRDEČNÝ K., TRUXA J., 2010: Energie větru, EkoWATT, Centrum pro obnovitelné zdroje a energie, MAC. 2010.
- BLÁHOVÁ M., FIALA Z., 1972: Kosmova kronika česká. Překl. HRDINA K. Svoboda, Praha 1972. Kniha 3., kap. XLV, str. 190-191.
- BLÁHOVÁ M., FIALA Z., 1974: Pokračovatelé Kosmovi. Překl. TOMEK V. V., HRDINA K. Svoboda, Praha. 1974. Str. 115, 157-159.
- DUNN M. G., 1993: Exploring Your World: The Adventure of Geography. Washington, D.C.: National Geographic Society.
- EMLER J., 1875: Letopisy Hradištsko-Opatovické, Prameny dějin českých, FRB II.,2, Praha 1875, str. 398.
- FUJITA T.T., 1985. The Downburst, Microburst and Macrobust. Reports of Projects NIMROD and JAWS. University of Chicago.
- LIPINA P., ŽÍDEK D., 2003: Návod pro pozorovatele meteorologických stanic, ČHMÚ. Ostrava, 2003.
- MASTNÝ, P.; DRÁPELA, J.; MACHÁČEK, J.; PTÁČEK, M.; RADIL, L.; BARTOŠÍK, T.; PAVELKA, T.; MIŠÁK, S. Obnovitelné zdroje elektrické energie. EFEKT. Praha, České vysoké učení technické v Praze. 2011. 256 s.
- MENDEL G., 1871: Die Windhose vom 13. October 1870. Verh. naturf. Ver. 9 (1870), Brünn 1871, str. 229.
- MOTYČKA V., 2005: Vietor v Tatrách, Epos. Ružomberok: 126 s.
- Munich Re, 1999. Topics 2000. Natural Catastrophes—the Current Position. Münchener Rück, München.
- ŘEZÁČOVÁ D., NOVÁK P., KAŠPAR M., SETVÁK M., 2007: Fyzika oblaků a srážek. 1. vyd. Praha. Academia, 2007.
- SKŘEHOT P., 2004: Úvod do studia meteorologie, M.O.R., Praha, 2004.

- SOUKUPOVÁ J., 2009: Skripta k předmětu Atmosférické procesy, 4. vydání, ČZU, Praha, 201 s.
- STEPLING J., 1763: Observationes meteorologicae a die 15. Februarii Anni 1756. Ad 19. Ejusdem, quo ventus insolitus desaevit, factae barometro simplici et thermometro mercuriali Reaumuriano una cum adnotatione. In: Miscellaneorum Philosophicorum continuatio ad annum 1763, str. 14 – 20. Praha.

### **Články v časopise:**

- COHEN J., BARLOW M., 2005: The NAO, the AO, and Global Warming: How closely related?, Journal of Climate vol. 18, Atmospheric and Environmental research, Inc., Lexington, Massachusetts, str. 4498 – 4513.
- DOBROVOLNÝ P., BRÁZDIL R., 2003: Documentary evidence on strong winds related to convective storms in the Czech Republic since AD 1500, Atmospheric Research, Vol. 67–68, Str. 95-116.
- FLETCHER R. J., 1988: Föhn illness and human biometeorology in the Chinook area of Canada. International J. Biometeorology, 32(3), 168-175.
- HOSTÝNEK J., NOVÁK M., ŽÁK M., 2008: Kyrill a Emma v Česku – meteorologické příčiny, průběh bouří s hodnocením větrných extrémů, Meteorologické zprávy, ročník 61 – 2008 – číslo 3, str. 65 - 71.
- HOŠEK J., 2009: Vítř – jeho vznik a měření. Geografické rozhledy, 18, 2, str. 2–3.
- HURELL J. W., KUSHNIR Y., OTTERSEN G., VISBECK M., 2003: An Overview of the North Atlantic Oscillation, in The North Atlantic Oscillation: Climatic Significance and Environmental Impact , American Geophysical Union, Washington, D. C.
- SETVÁK M., ŠÁLEK M., MUNZAR J., 2003: Tornadoes within the Czech Republic: from early medieval chronicles to the “internet society”, Atmospheric Research vol. 67 - 68, Elsevier, str. 589 – 605.

## Internetové zdroje:

- Accuweather, americký web pro meteorologickou předpověď (Online) [Citace: 30.3. 2015]. Dostupné z: <<http://www.accuweather.com/en/weather-blogs/clarkb/instrumentation/14828>>
- Britannica, encyklopedie (Online) [Citace: 19.3. 2015]. Dostupné z:<<http://media-2.web.britannica.com/eb-media/96/118096-004-547374A3.jpg>>
- ČT24, ČTK, informace o orkánu Niklas (Online) [Citace: 11.4. 2015]. Dostupné z: <<http://www.ceskatelevize.cz/ct24/svet/306628-orkan-niklas-uderil-ve-stredni-evrope-mrtvych-je-uz-deset/>>
- Energetický poradce PRE (Online) [Citace: 28.3. 2015]. Dostupné z: <http://www.energetickyporadce.cz/cs/uspory-energie/obnovitelne-zdroje/>
- Eurozprávy, ČTK, informace o orkánu Niklas (Online) [Citace: 13.4. 2015]. Dostupné z:  
<<http://pocasi.eurozpravy.cz/pocasi-v-cr/116889-ve-stredni-evrope-radi-orkan-niklas-vyzadal-si-prvni-obeti/>>  
<<http://pocasi.eurozpravy.cz/pocasi-v-evrope/116992-boure-niklas-si-v-nemecku-vyzadala-dalsi-mrtve/>>
- Handelsblatt, Reuters, informace o orkánu Niklas (Online) [Citace: 11.4. 2015]. Dostupné z: <<http://www.handelsblatt.com/unternehmen/banken-versicherungen/versicherungen-milliardenschaden-durch-sturm-niklas/11603890.html>>
- RUDA A., 2013: Fyzická geografie, multimediální elektronický výukový materiál, 1. vydání, Masarykova univerzita, Brno (Online) [Citace: 8.3. 2015]. Dostupné z: <[http://is.muni.cz/do/rect/el/estud/pedf/ps14/fyz\\_geogr/web/index.html](http://is.muni.cz/do/rect/el/estud/pedf/ps14/fyz_geogr/web/index.html)>.
- Machine design (Online) [Citace: 30.3. 2015]. Dostupné z: <<http://machinedesign.com/news/hot-wire-anemometer-handles-clean-room-use>>
- METEK GmbH Germany, vývoj a prodej meteorologických přístrojů (Online) [Citace: 30.3. 2015]. Dostupné z: <<http://metek.de/product-group/rass/>>

- Meteorologický slovník výkladový a terminologický (eMS), ČMeS (Online) [Citace: 17.3. 2015]. Dostupné z: <<http://slovník.cmes.cz>>.
- Mezinárodní stupnice intenzity tornád (Online) [Citace: 5.1. 2015]. Dostupné z: <<http://www.torro.org.uk/site/tscale.php>>
- Mundo cestovní kancelář (Online) [Citace: 18.3. 2015]. Dostupné z: <<http://www.mundo.cz/holandsko/vetrne-mlyny-kinderdijk>>
- Národní knihovna České Republiky, Steplingův portrét (Online) [Citace: 2.4. 2015]. Dostupné z: <<http://wwwold.nkp.cz/images/stepling.jpg>>
- NOAA Climate Prediction Centre, NAO Index. (Online) 2015. [Citace: 13.4. 2015]. Dostupné z: <[http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/precip/CWlink/pna/nao\\_index\\_mrf.shtml](http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/precip/CWlink/pna/nao_index_mrf.shtml)>
- NOAA Eastern Region Headquarters, Downburst. (Online) 2015. [Citace: 2.3. 2015]. Dostupné z: <<http://www.erh.noaa.gov/box/downburst.html>>
- NOAA National Climatic Data Centre, North Atlantic Oscillation. (Online) 2015. [Citace: 17.3. 2015]. Dostupné z: <<http://www.ncdc.noaa.gov/teleconnections/nao/>>
- NOAA National Severe Storms Laboratory, Tornado. (Online) 2015. [Citace: 2.3. 2015]. Dostupné z: <<https://www.nssl.noaa.gov/education/svrwx101/tornadoes/>>
- NOAA Southern Region Headquarters, Jet stream. (Online) 2015. [Citace: 11.3. 2015]. Dostupné z: <<http://www.srh.noaa.gov/jetstream/global/jet.htm>>
- NOAA Storm prediction centre, Fujitova stupnice (Online) 2015 [Citace: 2.1. 2015]. Dostupné z: <<http://www.spc.noaa.gov/faq/tornado/f-scale.html>>
- List of figures, malby tornád (Online) [Citace: 2.4. 2015]. Dostupné z: <<https://listoffigures.files.wordpress.com/2011/03/tornado-orbis-pictus-1685-levoca-binary.jpg>>
- Spiegel, Deutsche Presse Agentur (Online) [Citace: 11.4. 2015]. Dostupné z: <<http://www.spiegel.de/reise/deutschland/orkan-niklas-sturm-legt-bahnverkehr-in-nrw-lahm-a-1026452.html>>
- Tagesschau.de, německý zpravodajský deník, fotogalerie orkánu Niklas (Online) [Citace: 5.4. 2015]. Dostupné



z:<[http://www.tagesschau.de/multimedia/bilder/unwetter-niklas-101~\\_origin-685bcc9f-eea3-457c-b989-0d31a7bbadd0.html](http://www.tagesschau.de/multimedia/bilder/unwetter-niklas-101~_origin-685bcc9f-eea3-457c-b989-0d31a7bbadd0.html)>

- The Why Files, vědecký web pod záštitou University of Wisconsin (Online) [Citace: 7.1. 2015]. Dostupné z: <[http://whyfiles.org/wp-content/uploads/2014/05/f5\\_2007canada.jpg](http://whyfiles.org/wp-content/uploads/2014/05/f5_2007canada.jpg)>
- Tornada-cz.cz, web ČHMÚ věnovaný problematice tornád (Online) [Citace: 6.4. 2015]. Dostupné z:  
<<http://www.tornada-cz.cz/files/galleries/g195-radtrack.gif>>  
<<http://www.tornada-cz.cz/files/galleries/g195-Foto-Kykalova.jpg>>  
<<http://www.tornada-cz.cz/files/galleries/g195-Image14.jpg>>
- University of Notre Dame (Online) [Citace: 30.3. 2015]. Dostupné z: <[http://www3.nd.edu/~dynamics/efd/Ultrasonic\\_Anemometer.html](http://www3.nd.edu/~dynamics/efd/Ultrasonic_Anemometer.html)>
- Web obce Litovel, fotogalerie následků tornáda (Online) [Citace: 5.4. 2015]. Dostupné z:<<http://www.litovel.eu/cs/fotogalerie/tornado-9-cervna-2004-v-litovli.html>>
- Wikipedia, otevřená encyklopedie (Online) [Citace: 4.3. 2015]. Dostupné z: [http://cs.wikipedia.org/wiki/Větrná\\_růžice](http://cs.wikipedia.org/wiki/Větrná_růžice)
- Woods Hole Oceanographic Institution, 2009: Swings In North Atlantic Oscillation Variability Linked To Climate Warming, *ScienceDaily* (Online) [Citace: 14.4. 2015]. Dostupné z: <[www.sciencedaily.com/releases/2009/01/090113101200.htm](http://www.sciencedaily.com/releases/2009/01/090113101200.htm)>

## 11. Přílohy

Číslo	Rok	Měsíc	Den	Místo výskytu	Typ	Rozsah škod	Charakter škod	Intenzita
1	1119	8	5	Praha	2	2 BFT		F3
2	1144	5	20	Čechy	2	0 –		–
3	1250	7	9	Praha	22	2 BFCT		–
4	1255	4	15	Praha	22	1 B		F2
5	1516	7	5	Vilémov	22	1 –		–
6	1528	5	7	Litoměřice	2	1 VO		F1
7	1538	4	27	Turnov	2	1 OT		F1
8	1543	7	20	Jihlava	22	1 BC		–
9	1573	–	–	Kurdějov	22	1 B		–
10	1576	3	14	Čestín	2	1 B		F1
11	1582	6	3	Kestřany	2	2 BFO		F3
12	1582	7	3	Jihlava	2	1 B		F1
13	1585	7	6	Neznašov, Temelín, Týn nad Vltavou	2	2 FTB		F2 - F3
14	1585	8	14	Kocléřov	2	1 FB		F3
15	1586	5	1	Benátky	22	2 BFT		F2 - F3
16	1586	–	–	Orlík	2	1 –		(F0)
17	1590	9	9	Cheb	2	0 –		F0
18	1592	8	5	Fulnek	22	1 B		F2
19	1597	6	19	Píšťany, Prosmuky, Lovosice	2	1 C		F0
20	1598	7	14	Březno	2	1 –		(F0)
21	1607	7	27	Ročov, Peruc	22	2 B		(F2)
22	1611	6	11	Třeboň	22	0 –		–
23	1616	–	–	Brno	22	1 –		–
24	1628	5	30	Nyklovice	22	1 B		F0 - F1
25	1629	4	15	Holešov	2	0 –		–
26	1664	6	5	Žatec	22	1 RT		F0
27	1687	7	1	Litoměřice	22	1 O		F0
28	1694	8	10	Stařeč	22	1 BC		F0
29	1701	8	13	Praskolesy	22	2 BFC		F1 - F2
30	1735	7	18	Domašín	2	2 BF		F1 - F2
31	1739	6	26	Jindřichův Hradec	22	1 B		F1
32	1740	6	29	Fulnek	2	1 T		F1
33	1753	7	9	Dobruška	22	1 B		F2
34	1761	6	23	Nová ves u Mladé Vožice	2	1 –		(F0)
35	1774	6	20	Telč	22	1 TB		F1
36	1780	4	27	Milčice	22	1 B		F1
37	1787	7	31	Růžová	22	1 BV		F1
38	1790	6	30	Pelhřimov	22	1 B		F1
39	1795	8	6	Rožnov pod Radhoštěm	22	1 TB		F1
40	1796	7	31	Olešnice v Orlických horách	22	2 BF		F2
41	1798	6	27	Poděbrady	22	1 B		F1
42	1808	–	–	Vrchlabí	22	2 BT		F1 - F2
43	1811	6	2	Litoměřice	2	2 BT		F2
44	1811	7	6	Lomnice	2	1 –		(F0)
45	1812	6	14	Nová ves u Rýmařova	2	1 T		F0 - F1
46	1818	5	10	Jistebnice	2	1 RT		F0
47	1822	3	11	Drahotuše	22	1 B		F0 - F1
48	1822	6	15	Hranice na Moravě	2	2 BT		F1

49	1822	7	26	Roseč, Polínko, Žďár, Malíkov nad Nežárkou, Pěnná	2	2 BFV	F2
50	1824	7	27	Liberec	2	1 –	F1
51	1830	5	24	Brno	2	1 B	F2
52	1830	5	26	Černá hora	22	1 BT	F1 - F2
53	1843	5	25	Fleky, Nýrsko	2	1 BTV	F2
54	1843	9	8	Lhotka, Jiřkovice	2	1 BF	F1
55	1845	6	15	Varnsdorf	22	0 –	F1
56	1847	8	26	Kunvald	2	2 RF	F2
57	1849	5	5	Jindřichův Hradec	2	1 B	F1
58	1849	5	6	Litomyšl	2	1 –	(F0)
59	1849	6	17	Krnov	22	2 F	F1 - F2
60	1859	7	24	Plotiště nad Labem	22	1 BC	F1
61	1866	–	–	Kunvald	22	2 BF	F1
62	1870	10	13	Brno	2	1 BT	F1
63	1879	6	29	Krumvíř	22	1 BT	F1
64	1881	8	21	Voděrady	22	1 RT	F0
65	1885	6	12	Litoměřice	22	1 B	F2
66	1886	4	7	Křimov	22	2 BF	F2
67	1887	5	16	Teplice	2	1 –	F0
68	1890	6	9	Plotiště nad Labem	22	1 BTC	F1
69	1890	8	14	Ždánice	2	1 RC	F1
70	1892	9	24	Encovany	22	1 TO	F1
71	1893	8	14	Jilemnice	22	2 BT	F1
72	1893	8	24	Bludov	22	1 RTO	F1
73	1897	9	3	Bohušovice, Počaply	22	2 BT	F2
74	1898	–	–	Kochánov, Vídeň	22	2 FC	F1
75	1900	3	1	Kojetín, Lobodice	2	1 –	F0
76	1900	10	1	Rašovice, Stružnice, Horní a Dolní Libchava, Nové Zákupy, Noviny pod	2	1 BT	F2
77	1903	6	15	Bystřice pod Hostýnem	2	0 –	(F0)
78	1904	4	23	Dubičná, Blíževedly	2	1 O	F2
79	1904	4	23	Biskupice	2	1 BT	F1 - F2
80	1904	7	26	Loučany	2	1 BTC	F1 - F2
81	1904	8	7	Hlavno	22	2 BF	F1
82	1905	8	5	Ladná	2	2 BFTO	F1
83	1905	9	30	Nejdek	2	1 –	–
84	1907	8	6	Chroustovice, Miletín	2	1 RFTO	F1
85	1907	10	17	Raspenava	22	2 BFTO	F1 - F2
86	1908	4	1	Krkonoše	2	0 –	–
87	1908	5	20	Prostřední Lánov	2	1 RTO	F1
88	1909	4	17	Hrušov	2	1 T	(F0)
89	1909	8	6	Trocnov	2	2 BCO	F1 - F2
90	1910	4	3	Horušice, Bílé Podolí, Třemošnice, Skalka, Vestec, Lovčice, Dolní Bučice	22	2 RC	F0
91	1910	4	20	Kadaň	22	1 RTC	F0 - F1
92	1910	5	11	Merklín, Bečov nad Teplou, Karlovy V	2	2 FT	F1
93	1910	6	7	Morkovice	22	1 VCO	F1
94	1910	6	26	Napajedla	22	1 RT	F0 - F1
95	1910	6	30	Příbor	22	2 RFTCO	F1 - F2
96	1911	7	27	Morkůvky, Hustopeče	22	1 C	F0
97	1911	8	23	Moravské Budějovice	22	1 BT	F0 - F1
98	1915	6	7	České Budějovice	2	1 O	F0
99	1915	8	–	Český Těšín	22	2 BT	F1

100	1916	7	5	Brno	2	1	BFTC	F1
101	1916	8	21	Varnsdorf	2	1	C	(F0)
102	1922	8	16	Dobruška	22	2	BFTO	F2 - F3
103	1923	5	9	Aš	22	2	BT	F2 - F3
104	1923	10	11	Kolín	22	1	O	F1
105	1925	5	27	Znojmo	2	1	–	F0
106	1925	6	2	Bohumín	22	1	B	F1
107	1925	7	24	Česká Lípa	2	1	T	F1
108	1927	7	1	Cvikov, Litoměřice	2	2	F	F1 - F2
109	1927	7	22	Kostomlaty pod Řípem, Ctiněves, Cítce	2	1	RC	F1
110	1928	6	26	Ostrava	22	2	BFT	F1
111	1928	8	1	Sázavsko	2	0	–	(F0)
112	1930	7	–	Úsov	22	1	BT	F1
113	1930	8	22	Boskovice, Valchov, Ludíkov	2	1	TC	F0 - F1
114	1931	4	13	Oplocany	2	1	B	F1
115	1931	6	10	Lhánice, Mohelno, Senorady, Kladeru	22	2	BFT	F2
116	1931	6	10	Chabařovice, Ústí nad Labem	22	2	BT	F1
117	1931	6	18	Třebíč	22	2	BRFT	F2
118	1932	6	21	Milostovice	22	2	BFT	F2
119	1932	–	–	Karlovy Vary	2	1	–	–
120	1933	8	20	Stará Boleslav, Nový Vestec, Káraný	22	1	BT	F1
121	1934	6	16	Blatnice	2	1	B	F0
122	1935	4	8	Bezděkov pod Třemšínem	2	2	FV	F2 - F3
123	1935	6	15	Točnick u Klatov	22	2	BFTO	F2
124	1935	9	6	Polichno	2	2	BTV	F2 - F3
125	1936	7	19	Nový Jičín	22	1	BT	F1 - F2
126	1939	6	26	Hodonín, Kostice	22	1	TC	F1
127	1946	6	13	Čejkovice	22	2	BFTO	F2
128	1946	8	6	Pravy, Pardubice	22	1	BT	F1 - F2
129	1950	4	20	Bohnice, Čimice, Dolní Chabry, Zdíby, Sedlec, Bašť, Kojetice	22	1	BT	F2
130	1957	8	14	Ostrava	2	2	BF	–
131	1958	8	4	Březnice	2	0	–	(F0)
132	1962	6	19	Libáň	22	1	BT	F1
133	1963	6	22	Čejkovice	22	1	B	F1
134	1964	6	2	Skalka	22	1	BTO	F1
135	1965	6	22	Luhačovice	22	1	FVO	F1
136	1965	6	26	Ústí nad Labem	22	1	RTO	F1
137	1966	7	18	Srubby, Pláně, Hyršov, Hájek, Studánky, Běláhrad	2	1	BF	F2
138	1968	7	11	Kunovice	2	2	BFTO	F2
139	1968	8	8	Trstěnice	2	1	–	(F0)
140	1977	8	17	Praha - Ruzyne	22	1	–	–
141	1981	8	9	Dobkov	22	1	O	F1
142	1981	10	11	Rájec - Jestřebí	2	1	B	F2
143	1983	9	25	Doln.	2	1	RT	F0
144	1985	7	21	Hlubočec	2	1	BFTO	F2
145	1986	8	4	Ústí nad Orlicí	22	1	CO	F0
146	1987	8	9	Plzeň	2	1	BTO	F1
147	1987	–	–	Karlovy Vary	2	1	–	–
148	1989	8	23	Olomouc	22	1	T	F0
149	1990	5	24	Kupařovice	22	1	BO	F1
150	1992	9	4	Trstěnice	22	1	–	F0

151	1993	7	16	Spálené Poříčí	2	2 BFTO	F2
152	1994	5	26	Lanžhot	2	2 BT	F0 - F1
153	1996	7	8	Hostýnské vrchy	2	1 FT	F1
154	1997	6	27	Starý Plzenec, Tymákov, Rokycany, Díly, Volduchy	2	1 BT	F2 - F3
155	1997	7	25	Holičky	2	1 BT	F1
156	1997	8	2	Jičín	2	0 –	–
157	1998	7	21	Pěkovice, Ovčí Dvůr, Heřmanov	2	1 BF	F2
158	1998	7	27	Trhové Sviny	22	1 RTO	F1
159	1999	4	24	Pohořelice, Moravský Krumlov,	2	0 –	–
160	1999	7	20	Drahanská vrchovina	2	0 –	–
161	1999	7	21	Liptál	2	1 F	–

Příloha 1 – Seznam větrných událostí zaznamenaný na našem území od roku 1119  
(převzato od DOBROVOLNÝ, BRÁZDIL, 2003)

Typ	
<b>1</b>	Nárazový vítr během bouřky
<b>2</b>	tornádo - ověřené
<b>22</b>	tornádo -pravděpodobné
<b>3</b>	silný vítr a vánice
<b>4</b>	bouřlivý vítr, vichřice
<b>5</b>	prudká bouře
Rozsah škod	
<b>0</b>	škody nezaznamenaný
<b>1</b>	škody menšího rozsahu, poškozené střechy, polámané větve
<b>2</b>	plošně rozsáhlé škody, zničené domy, polomy lesních dřevin
Charakter škod	
<b>V</b>	ztráty na životech
<b>F</b>	polomy lesních dřevin
<b>R</b>	poškozené střechy a části budov
<b>B</b>	roztrhané střechy či zničené celé budovy
<b>T</b>	vykořeněné ovocné stromy, škody na chmelnicích a vinnicích
<b>C</b>	škody na polních plodinách a zahradách
<b>O</b>	převrácené kočáry, zraněné osoby, malé škody na majetku

Příloha 2 – Vysvětlivky k příloze 1 (převzato od DOBROVOLNÝ, BRÁZDIL, 2003)