

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra agroekologie a biometeorologie



**Hodnocení povětrnostních podmínek
ovlivňujících bezpečnost silničního provozu**

Diplomová práce

Autor práce: Bc. Veronika Najbrtová

Obor studia: AMVKS Rozvoj venkovského prostoru

Vedoucí práce: Ing. Věra Kožnarová, CSc.

© 2017 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Hodnocení povětrnostních podmínek ovlivňujících bezpečnost silničního provozu" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucí diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 10. 4. 2017

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala Ing. Věře Kožnarové, CSc. za cenné rady, věcné připomínky a vstřícnost při konzultacích a vypracování mé diplomové práce.

Hodnocení povětrnostních podmínek ovlivňujících bezpečnost silničního provozu

Souhrn

Diplomová práce se zabývá analýzou dopravní nehodovosti na pozemních komunikacích, a to především na území hlavního města Prahy v letech 2006–2015. Pozornost je věnována zejména analýze dopravních nehod ovlivněných nebezpečnými meteorologickými jevy, jako je např. náledí, sníh, déšť, dohlednost nebo teplota vzduchu. Následkem dopravních nehod dochází každoročně na území České republiky ke značným socioekonomickým ztrátám, které zahrnují jednak vysoké hmotné škody, ale především vážné následky na životech a zdraví lidí.

V první části literární rešerše, která navazuje na bakalářskou práci, jsou definovány dopravní nehody, jejich vznik, vývoj a dopravní politika. Ve druhé části literární rešerše jsou zmíněny jednotlivé meteorologické prvky, které jsou klíčové pro dopravní nehody. Jsou zde popsány konkrétní jevy, jejich vznik a následné ovlivnění silniční dopravy.

Experimentální část je založena na analýze teplotních a srážkových charakteristik v dlouhé časové řadě. Samostatnou část tvoří rozbor dopravních nehod, které jsou rozděleny do jednotlivých měsíců. Pro hodnocení byly zjištěny průměry hodnot meteorologických prvků a následně porovnány s normálem. Použitá databáze byla podrobena statistickému šetření. Výsledky jsou prezentovány v tabelární a grafické podobě.

Klíčová slova: silniční doprava, počasí, nebezpečné jevy, dopravní nehody, popisná statistika

Evaluation of weather conditions with influence on road traffic safety

Summary

The thesis deals with the analysis of traffic accidents on the roads, especially in the capital city of Prague in 2006-2015. In particular, the analysis of traffic accidents affected dangerous meteorological phenomena such as e.g. ice, snow, rain, visibility or the air temperature. As a result of road accidents occur annually in the Czech Republic to considerable socio-economic losses, which include both high physical damage, but also serious consequences for the lives and health of people.

In the first part of the literature review, in which I refer to my bachelor thesis are defined traffic accidents, their ingress, and development and transport policy. In the second part of the literature review are discussed various meteorological elements, which are key to traffic accidents. There are described the specific phenomena, their formation and subsequent effect on road transport.

The experimental part is based on the analysis of temperature and precipitation characteristics in a long period of time. Work is also devoted to analysis of traffic accidents, which are divided into partial months. Every month is analysed separately. For the evaluation of the detected average values of the individual elements and then compared with the standard. Further, the evaluation used descriptive statistics. The results are presented in tabular and graphical form.

Keywords: road transport, weather, dangerous elements, traffic accident, descriptive statistics

Obsah

1 Úvod.....	1
2 Cíl práce	2
3 Literární rešerše	3
3.1 Doprava.....	3
3.1.1 Dopravní politika	3
3.1.2 Silniční doprava	4
3.2 Dopravní nehoda	5
3.2.1 Atributy dopravních nehod	5
3.2.2 Další dělení dopravních nehod	5
3.2.3 Silniční dopravní nehoda	6
3.2.3.1 Vybrané základní pojmy v oblasti dopravních nehod (silničních).....	6
3.2.4 Příčiny silničních nehod a faktory jejich ovlivnění	7
3.2.5 Vybrané meteorologické příčiny dopravních nehod.....	8
3.2.6 Vývoj nehodovosti v České republice	10
3.2.7 Dopravní nehody dle regionů	11
3.3 Integrovaný záchranný systém	13
3.3.1 Evidence dopravních nehod Policie ČR	14
3.4 Bezpečnost na pozemních komunikacích.....	14
3.4.1 Způsoby zvýšení bezpečnosti na komunikacích.....	14
3.5 Rizikové meteorologické prvky ovlivňující silniční dopravu.....	16
3.5.1 Nebezpečné meteorologické jevy	16
3.5.2 Atmosférické srážky	17
3.5.2.1 Déšť	18
3.5.2.2 Sníh.....	19
3.5.2.3 Sněhová bouře (bílá tma).....	20
3.5.2.4 Sněhové jazyky.....	20
3.5.2.5 Průmyslové sněžení	20
3.5.3 Námrazkové jevy	21
3.5.3.1 Ledovka	21
3.5.3.2 Námraza.....	22
3.5.3.3 Náledí	22
3.5.3.4 Jíní	23
3.5.3.5 Rosa	23
3.5.3.6 Zmrazky.....	23

3.5.4	Kluzkost vozovky	23
3.5.5	Teplota rosného bodu.....	24
3.5.6	Dohlednost	25
3.5.6.1	Mlha.....	25
3.5.6.2	Oslunění.....	26
3.5.6.3	Sky view faktor.....	27
3.5.7	Vítr	27
3.5.7.1	Húlava.....	29
3.5.8	Teplota povrchu	29
3.5.9	Teplota mrznutí.....	29
3.6	Vliv vozovky.....	30
3.6.1	Mikrocirkulace.....	30
3.6.2	Namrzavost podloží vozovek.....	31
3.6.3	Stav vozovky.....	32
4	Materiál a metody	33
4.1	Zdroj dat	33
4.1.1	Klimatické podmínky	33
4.1.2	Zpracování dat	34
5	Výsledky	37
5.1	Grafy dopravních nehod ovlivněné povětrnostní situací.....	37
5.1.1	Mlha	37
5.1.2	Děšť.....	39
5.1.3	Sněžení.....	41
5.1.4	Náledí - námraza	43
5.1.5	Rychlost větru	45
5.2	Průměry, normály, statistika	47
5.2.1	Maximální teplota vzduchu (tmax).....	47
5.2.2	Minimální teplota vzduchu (tmin)	50
5.2.3	Rychlost větru	54
5.2.4	Úhrn srážek	57
5.2.5	Výška sněhové pokrývky.....	60
5.2.6	Trvání slunečního svitu.....	63
5.3	Krabicové grafy.....	66
5.3.1	Maximální teplota vzduchu (tmax).....	66
5.3.2	Minimální teplota vzduchu (tmin)	67
5.3.3	Rychlost větru	68

5.3.4	Úhrn srážek	68
5.3.5	Výška sněhové pokrývky.....	69
5.3.6	Trvání slunečního svitu.....	69
6	Diskuze	70
7	Závěr.....	74
8	Seznam literatury	75
9	Seznam použitých zkratk a symbolů	81
10	Přílohy	82

1 Úvod

Počasi ve společnosti patří k jednomu z nejdiskutovanějších témat, protože ovlivňuje každodenní činnosti většiny populace, mezi které patří zejména doprava. Význam je patrný jak v souvislosti se zaměstnáním (např. doprava do zaměstnání a zpět, dále existuje přímé působení u některých profesí, jako je např. letectví, výškové nebo stavební práce), tak v průběhu trávení volného času. V současné době se během každého dne většina obyvatel potkává s nezbytností někde se dopravit, ať už s užitím nějakého dopravního prostředku či pěšky. Kdokoli se tak mnohdy dostává do bezprostředního kontaktu jak s dopravou, tak i s počasím. Pro účastníky silničního provozu, existuje zde určitá pravděpodobnost, že se stanou také účastníkem dopravních nehod, zejména v souvislosti s překvapivými změnami počasí během jízdy a její následné ovlivnění.

Doprava zaujímá podstatné místo v životě společnosti, zajišťuje pohodlné a rychlé cestování. Vedle ekonomických a společenských přínosů dopravy mají některé typy dopravy i nežádoucí účinky na zdraví obyvatelstva a životní prostředí. Také výstavba dopravních cest negativně ovlivňuje a mění krajinu. Silniční doprava má veliký podíl na produkci emisí a nadměrného hluku. Proto je nezbytné v tomto směru hledat rovnováhu.

V dnešní době je silniční doprava nepostradatelná. Hlavní úlohu hraje v přepravě nákladů a osob, především na krátké a střední vzdálenosti. Její výhodou je dostupnost a operativnost, nevýhodou pak zásahy do životního prostředí a nízká bezpečnost. Rozmach automobilismu znamená na jedné straně pro populaci velký pokrok, na druhé straně představuje neustálé ohrožování. Rizika dopravních nehod v sobě ukrývají zvyšující se počet motorových vozidel, rychlou jízdu, kvalitu a stavebně technický stav komunikace, řidičské dovednosti a schopnosti. Následky dopravních silničních nehod mají vliv na všechny účastníky. Ztráta na životě, nebo ublížení na zdraví patří mezi závažná ohrožení, mezi nezanedbatelné patří škody na majetku.

Dopravní nehodovost je celoplošným závažným problémem, což dosvědčují ukazatelé nehodovostí, o které se zajímá Policie ČR a ostatní instituce. Je sociálně žádoucí zamezovat dopravním nehodám a mnohem více se specializovat na prevenci. I přes veškerá opatření je silniční nehodovost na komunikacích v České republice stále značně vysoká.

2 Cíl práce

Cílem práce byla analýza vybraných synoptických situací, resp. počasí, které je s nimi spojené, ovlivňujících bezpečnost silniční dopravy na území České republiky prostřednictvím vybraných meteorologických prvků.

K tomuto účelu byly zpracovány databáze denních hodnot těchto meteorologických prvků, jevů a dějů: mlha, déšť, sněžení, náledí – námraza, rychlost větru, maximální teplota vzduchu, minimální teplota vzduchu, rychlost větru, úhrn srážek, výška sněhové pokrývky, trvání slunečního svitu.

Hypotézou, která měla být v práci potvrzena, nebo vyvrácena, bylo zjištění na základě statistického šetření, že synoptické situace, které jsou doprovázené nebezpečnými jevy a mají vliv na silniční dopravu (zejména teplota vzduchu a srážky), jsou v posledním období čtenější. Proto byla data podrobena statistickému šetření pomocí popisné statistiky, publikována ve formě histogramů a krabicových grafů, pro řešení problému.

3 Literární rešerše

3.1 Doprava

Doprava patří k jedné z nejstarších činností lidstva, která je velmi důležitá pro rozvoj společnosti. Lze ji charakterizovat jako vědomě vykonávanou a organizovanou činnost, která realizuje pohyby dopravních prostředků po dopravních cestách, je určena k přesunu osob či věcí, a to z určitého bodu do jiného.

Veškerá doprava neodmyslitelně patří k součásti fungující ekonomiky, avšak s jejím přínosem je zároveň spojen i negativní dopad na společnost a životní prostředí (Šucha, 2009). Mezi negativa, která můžeme s dopravou spojit, patří zejména znečišťování vod, ovzduší a hlučnost (Porada, 2000). I přesto je jedním ze základních pilířů, na kterých stojí naše současná ekonomika. Souvisí s ní většina hospodářských procesů od dojíždění do zaměstnání a škol, přes distribuci výrobků ke spotřebitelům, až po dodávky energií a surovin. V současnosti hraje silniční doprava hlavní roli v přepravě nákladů a osob, a to především na krátké a střední vzdálenosti (Adamec a kol., 2008).

V České republice je dopravní systém řízen dopravní politikou. Dopravní politika je charakterizována jako soubor aktivit státu, pomocí kterých je zajišťováno celkové fungování dopravy. Státní dopravní politika byla v České republice přijata hned několikrát, a to v letech 1977, 1990, 1993, 1995, 1998, 2005 (Kyncl a kol., 2006). Roku 2005 přijal stát novou dopravní politiku, která obsahovala návrh rozvoje dopravních sítí do roku 2010 v celé ČR (Příbyl a kol., 2008).

3.1.1 Dopravní politika

Cílem dopravní politiky je utvářet podmínky a soustavu pro rozvoj kvalitní dopravy postavené na využívání ekonomických, technologických a technických vlastností veškerých druhů dopravy, a snížit tak vlivy a dopady na veřejné zdraví a životní prostředí. Dopravní politika pro období 2014–2020 bezprostředně navazuje na Dopravní politiku pro léta 2005–2013 a je postavena na analýze jejího dosavadního plnění. Kromě toho ovlivňují proces i další přijaté strategické dokumenty celostátní a evropské úrovně.

Na tento zmíněný cíl navazují priority průřezového a sektorového charakteru. Priority se dělí na:

- uživatelé,
- provoz a bezpečnost dopravy,

- zdroje pro dopravu,
- dopravní infrastruktura,
- moderní technologie, inovace, výzkum, vývoj,
- snižování dopadu na zdraví a životní prostředí,
- sociální otázky, vzdělání, zaměstnanost,
- další dlouhodobé vize.

Silniční, železniční, vodní a letecká doprava je závislá na správném fungování dopravní infrastruktury. Bez fungování dopravní infrastruktury by nebyla zajištěna plynulost dopravy. Podle zákona, jsou ve vlastnictví státu dálnice a silnice I. třídy. Stát garantuje jejich sjízdnost pro potřeby všech řidičů a ostatních uživatelů. Vlastníkem silnic II. a III. třídy je příslušný kraj, ve kterém se komunikace nacházejí. Ve vlastnictví obcí jsou místní komunikace, jejímž územím komunikace vedou. Vlastníkem účelových komunikací jsou právnické nebo fyzické osoby.

Podle § 9 zákona č. 13/1997 Sb., o pozemních komunikacích v platném znění jsou stanoveny povinnosti a práva vlastníka v péči o pozemní komunikace. Prováděcí vyhláška Ministerstva dopravy ČR k zákonu pak vymezuje podrobnosti k péči vlastníka o dálnici, silnici a místní komunikaci a způsob jejich evidence.

V rámci zákonné garance dopravní infrastruktury je velmi důležité zabezpečení rozvoje sítě, ale také jejich kvalitní údržby a obnovy, což má za následek vysoké investice (MDCR, 2013).

3.1.2 Silniční doprava

Silniční doprava je jednou z nejdůležitějších složek dopravního systému. Při porovnání s ostatními druhy dopravy, však představuje silniční doprava nejvyšší stupeň nebezpečnosti. S rozvíjející se veškerou dopravou stoupá i počet agresivních řidičů. Ta má za následek vznik dopravních nehod, je zde ohroženo bezpečí a zdraví osob. Vznikají ztráty na životech i majetku. Dopady jsou jak materiální, tak i finanční. Agresivní jízdou se zvyšuje závažnost a počet nehod, přinášejí vysoké ekonomické ztráty pro společnost a dopadají také na státní rozpočet (Šucha, 2009).

Hlavním pramenem práva v oblasti provozu na pozemních komunikacích zákon č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích, ve znění pozdějších předpisů, který prošel několika novelizacemi a změn (Kočí a kol., 2009). Předmět úprav tohoto zákona je vymezen v ustanovení § 1, kde jsou upraveny povinnosti a práva účastníků, pravidla a řízení provozu na pozemních komunikacích, řidičské průkazy a oprávnění. Vymezuje pravomoc

a působnost orgánů státní správy a Policie České republiky ve věcech provozu na pozemních komunikacích (Zákon č. 361/2000 Sb.).

3.2 Dopravní nehoda

Dopravní nehoda je nepředvídaná, ale zpravidla předvídatelná událost, k níž došlo při provozu na dopravní cestě, a jejímž následkem je poškození života, zdraví či majetku nebo jiný zvlášť závažný důsledek (Chmelík a kol., 2009). Dopravní nehoda je také událost, při které vznikne zranění či smrt anebo škoda na předmětech v přímé souvislosti s dopravním provozem (Beran, 2006).

3.2.1 Atributy dopravních nehod

Dopravní nehody lze dělit do několika skupin, a to zejména pro statistické účely. Porada (2000) třídí dopravní nehody podle kritérií: hlavní příčiny zavinění, viník nehody, místo zavinění, věk účastníka, druh střetu, časové rozložení, zdravotní stav řidiče a následky dopravních nehod. Například nesprávný způsob jízdy se řadí do skupiny nehod dle hlavní příčiny zavinění. Tyto nehody patří k nejčastějším příčinám nehod na silnicích v ČR. Zejména zde převládají srážky způsobené nedodržením bezpečné vzdálenosti, nevěnování pozornosti řízení (telefonování, zapalování cigarety, hádka nebo ladění rádia), nesprávné couvání a otáčení. Do této skupiny patří také nepřiměřená rychlost. Nepřizpůsobená rychlost je důležitým faktorem u nehod označovaných jako nezvládnutí řízení vozidla. Tady je velmi důležité přizpůsobovat rychlost stavu vozovky, povětrnostním podmínkám, stavu pneumatik a maximální povolené rychlosti. Obvykle řidič nepřizpůsobí jízdu povrchu a stavu vozovky (sníh, náledí, námraza, mokro), viditelnosti (mlha, sněžení, déšť), dopravně – technickému stavu vozovky (křižovatka, zatáčka). Dle místa výskytu se dopravní nehody nejvíce stávají v uzavřené obci, a to až 75 % nehod. Do skupiny nehod podle viníka patří nejčastěji řidiči osobních automobilů, kteří tyto události způsobují. Ve statistikách tvoří velkou skupinu nezjištění viníci, tedy řidiči vozidel, kteří bez pomoci od nehody ujeli (Porada, 2000).

3.2.2 Další dělení dopravních nehod

- Dopravní nehody dle prostředí, kde se nachází dopravní cesta:
 - vodní,
 - vzdušné,
 - pozemní (kolejové, bezkolejové),
 - podzemní.

- Dopravní nehody dle místa uskutečnění:
 - silniční,
 - letecká,
 - železniční,
 - podvodní,
 - plavební,
 - ostatní (cyklistická, pěší, multimodální).
- Dopravní nehody dle místa nebo vzdálenosti provádění:
 - místní,
 - městská,
 - dálková.
- Dopravní nehody dle druhu přepravy:
 - osobní,
 - nákladní.

3.2.3 Silniční dopravní nehoda

Termín silniční dopravní nehoda je definována v § 47 odst. 1 Zákona č. 361/2000 Sb., o silničním provozu na pozemních komunikacích, kde je uvedeno, že „dopravní nehoda je událost v provozu na pozemních komunikacích, například havárie nebo srážka, která se stala nebo byla započata na pozemní komunikaci, a při níž dojde k usmrcení nebo zranění osoby nebo ke škodě na majetku v přímé souvislosti s provozem vozidla v pohybu“ (Leitner, 2006).

3.2.3.1 Vybrané základní pojmy v oblasti dopravních nehod (silničních)

Bezpečnost dopravy – stav situací, které jsou bezkonfliktní, a při kterých nedochází k omezení plynulosti dopravního provozu.

Dopravní nehoda – dopravní nehodu můžeme obecně charakterizovat, jako událost v dopravním provozu na pozemních komunikacích. Konkrétně se jedná o srážku či havárii, při níž dojde ke zranění nebo usmrcení osoby, škodě na majetku, a to vše v přímé souvislosti s provozem vozidla v pohybu.

Dopravní nehodovost – jde o ukazatel, pomocí něhož se vyjadřuje počet nehod připadajících na určité časové období a počet vozidel.

Místo častých dopravních nehod – místo, kde dochází k velkému počtu nehod, než je stanoveno ve výběrovém kritériu.

Nehodové místo – místo, na kterém dochází k dopravním nehodám.

Nebezpečné místo – nehodovost nebezpečného místa leží pod stanovenými hraničními hodnotami, i přesto jsou zde vysoká rizika možného vzniku dopravních nehod (Andres, 2001).

3.2.4 Příčiny silničních nehod a faktory jejich ovlivnění

Při zkoumání zavinění a příčin silničních dopravních nehod je důležité vycházet z celého dopravního systému, tvořeného vozidlem, člověkem a pozemní komunikací. Právě člověk je nejvíce selhávající článek tohoto propojeného systému. Příčiny přestupků a dopravních nehod lze rozdělit do dvou základních skupin dle příčin, a to na objektivní a subjektivní (Kučerová, 2006).

Mezi objektivní příčiny řadíme především povahu a stav komunikací, zejména tedy závady ve sjízdnosti, konkrétně změny ve sjízdnosti. Řidič takovéto příčiny nemůže předvídat ani při jízdě, kterou přizpůsobí dopravně technickému a stavebnímu stavu komunikace. K významným objektivním příčinám dopravních nehod, především pak podél frekventovaných silnic a dálnic, patří billboardy, reklamní poutače a další podobné druhy reklamy. Tento druh reklamy umístěný podél komunikací pro motorová vozidla, a jejich ovlivňování bezpečnosti silničního provozu, je neustálým předmětem diskuze specialistů (Hýsek, 2008).

K rozmanitějším příčinám dopravních nehod patří příčiny subjektivní. Zejména k nim patří osobní charakter účastníka provozu (řidiče), jeho bezprostřední psychické a zdravotní dispozice včetně ovlivnění omamnou látkou. Určitý počet nehod je zaviněn osobami, které jsou zdravotně nezpůsobilé k řízení motorového vozidla, takovým nehodám by bylo možno předejít, ale i přesto k nim dochází. Psychické potíže, zdravotní potíže a onemocnění především u starších řidičů spojené s řízením dopravního prostředku jsou všeobecně podceňovány (Kučerová, 2006).

Riskantní jízda patří mezi časté příčiny vzniku dopravních nehod způsobené člověkem, především mladými lidmi ve věku 18–24 let. Někteří lidé jsou touto jízdou a jejím stylem uspokojováni, může zde platit vztah mezi riskantní jízdou a příjemným pocitem (Ludwig, 1999). Řidiči do věku 25 let mají větší počet dopravních nehod než řidiči ostatních věkových skupin (Štikar a kol., 1995). Kolem věku padesát pět let se zřetelně prodlužuje doba nutná k reakci na zvukový, nebo světelný podnět. Myšlenkové procesy (tzv. divergentní procesy) se zpomalují a vznikají problémy s rozhodováním. Havlík (2005) uvádí, že se v souvislosti se stářím zhoršují tyto konkrétní vlastnosti:

- periferní vidění, zraková ostrost,
- noční slepota, šeroslepost,

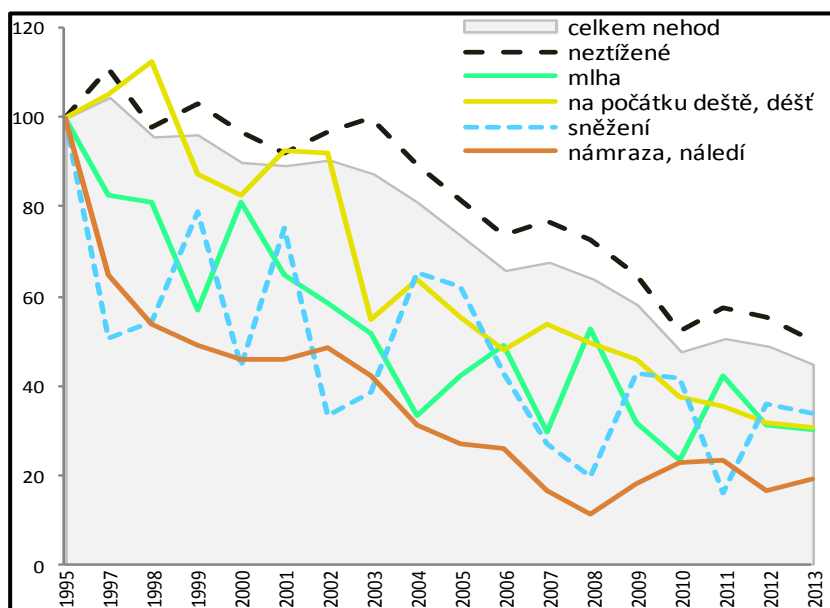
- pohotové reakce na komplikované a překvapivé reakce.

Dalším podstatným aspektem je, jak řidič reaguje na silnici, a jak ji vnímá. Malý rozhled, zatáčky o malém poloměru, úzká vozovka před vrcholem stoupání, zanedbané krajnice, tyto prvky také přispívají k nepřiměřeným reakcím účastníka provozu. Takovéto silniční prvky nejsou rizikové, jestliže jsou včas odhaleny (Štikar a kol, 1995).

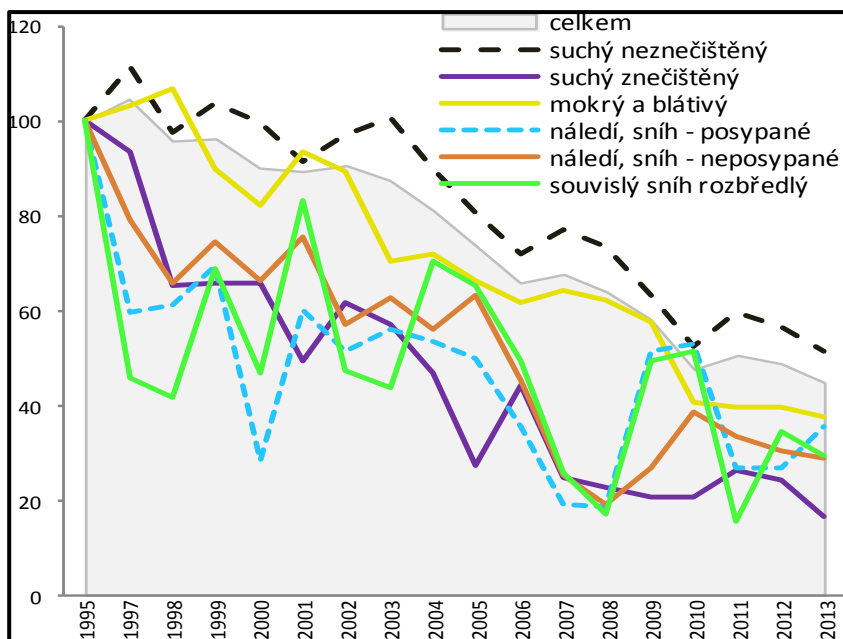
3.2.5 Vybrané meteorologické příčiny dopravních nehod

Při podrobnějším rozboru nejpodstatnějších příčin silničních nehod, je patrné, že nehody vzniklé následkem meteorologické situace nepatří mezi zanedbatelné. Ovšem za příčinou těchto nehod vždy stojí řidič, a to především nepřizpůsobením rychlosti vozidla povrchu a stavu komunikace (mokrý povrch, náledí), technickému stavu komunikace (křižovatka, zatáčka), viditelnosti (dešť, mlha, sněžení) (Chmelík a kol., 2009).

Dle Kamenického (2014) šla zhoršeným povětrnostním podmínkám v roce 2011 na vrub každá sedmá nehoda, na celkovém počtu usmrcených se podílely téměř 19 %. Mezi nejrizikovější patří nehody při mlze, které v letech 2009–2011 končily úmrtím dvakrát častěji (2 %) než všechny nehody. Tragičtější jsou také následky nehod za deště, zejména při dešti slabém či jeho počátcích, kdy mají řidiči často tendenci situace podceňovat. Na první pohled překvapivě „dobře“ končí nehody při sněžení či nárazovém větru (obr. 1; obr. 2), což lze vysvětlit mimo jiné i tím, že na takové podmínky řidiči lépe s předstihem reagují (např. zpomalením rychlosti či úplným odložením jízdy).



Obr. 1 Vývoj usmrcených a těžce zraněných osob v ČR dle druhu povětrnostních podmínek (Kamenický, 2014)



Obr. 2 Vývoj usmrcených a těžce zraněných osob v ČR dle vlastností povrchu (Kamenický, 2014)

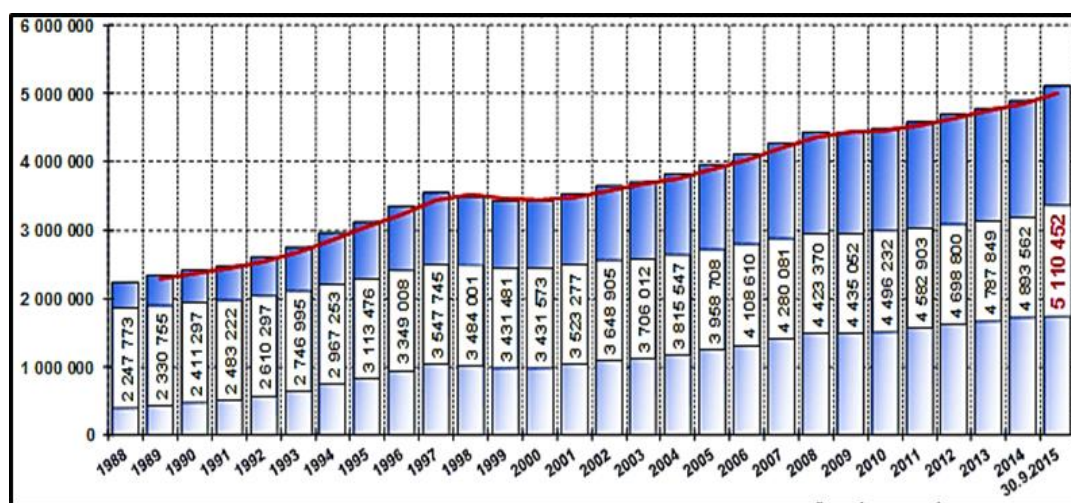
Meteorologické podmínky a jejich vliv lze rozčlenit podle různých hledisek (Chmelík a kol., 2009):

- Změna povahy a stavu komunikace způsobena srážkami:
 - zasněžený povrch,
 - mokrý povrch,
 - zmrzlý povrch (ledovka, náledí),
 - kombinace zmrzlého a mokrého povrchu (rozbředlý led, rozbředlý sníh),
 - kombinace výše uvedených.
- Vlivy čistě meteorologické:
 - zhoršení dohlednosti (atmosférické srážky, mlha, oslunění, kouřmo, bílá tma),
 - vítr (vysoká rychlost, nárazový, boční),
 - bouřky (sněhová bouře),
 - kombinace výše uvedených.
- Vliv na psychiku a fyziologii člověka:
 - nízká a vysoká teplota vzduchu,
 - náhlá změna atmosférického tlaku,
 - stres,
 - projevy bouřkové činnosti,
 - kombinace výše uvedených.

3.2.6 Vývoj nehodovosti v České republice

Dopravní nehodovost byla v Československu sledována už od počátku 50. let. Ovšem díky nízkému počtu motorových vozidel nebyla považována za závažný problém. Postupný nárůst motorizace byl zaznamenán v šedesátých letech, kdy začal stoupat počet nehod i počet usmrcených osob. Historicky nejvíce usmrcených osob (1 758) bylo v roce 1969 (Tecl, 2009).

Strmý nárůst nehodovosti pokračoval díky rychlému nárůstu úrovně motorizace (obr. 3), novým společenským a ekonomickým aktivitám.

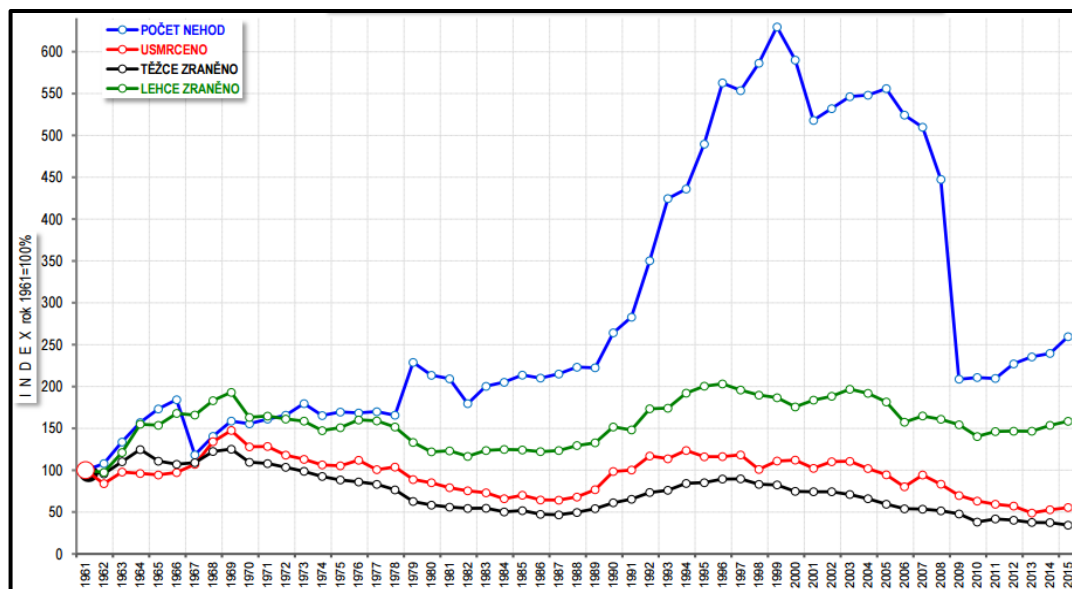


Obr. 3 Počty registrovaných osobních automobilů v ČR
(<http://www.autosap.cz/sfiles/a1-9.htm>)

Maxima dosáhla nehodovost v 90. letech, konkrétně v roce 1994, kdy bylo usmrceno 1 473 osob vlivem dopravních nehod. V této době se Česká republika, která byla v osmdesátých letech s úrovní bezpečnosti na vysoké úrovni, propadla mezi nejslabší státy Evropy, co se týče bezpečnosti na pozemních komunikacích. Po těchto problémech bylo usilováno o podporu z nejvyšších vládních míst a zlepšení tak nežádoucí situace (Tecl, 2009). Počet nehod a usmrcených osob byl na počátku vzniku samostatné ČR alarmující. Skácal (2007) uvádí několik faktorů, které byly příčinou takového množství nehod. Mezi negativní faktory můžeme řadit např. dovoz ojetých vozidel (velmi rychlých vozidel), restrikce a pokles policejního dohledu, růst dopravy, zhoršená kázeň a nekvalitní výchova řidičů (zejména těch mladých) a jiné. Určité krátkodobé zlepšení přineslo přijetí Národní strategie bezpečnosti provozu na pozemních komunikacích a bodového systému. Je zřejmé, že veškerá zavedená opatření mají za následek snížení počtu dopravních nehod, který ovšem není trvalý.

Vývoj dopravních nehod v posledních letech je příznivý, neboť je zaznamenáváno výrazné snížení počtu nehod, zraněných a usmrcených osob (Tesařík et Straka, 2016). Dle grafu

na obr. 4 dochází od roku 2009 k výraznému poklesu počtu dopravních nehod. Ovšem v letech 1996–2008 byl počet nehod extrémně vysoký. Pozitivní je klesající počet usmrcených osob za posledních osm let.

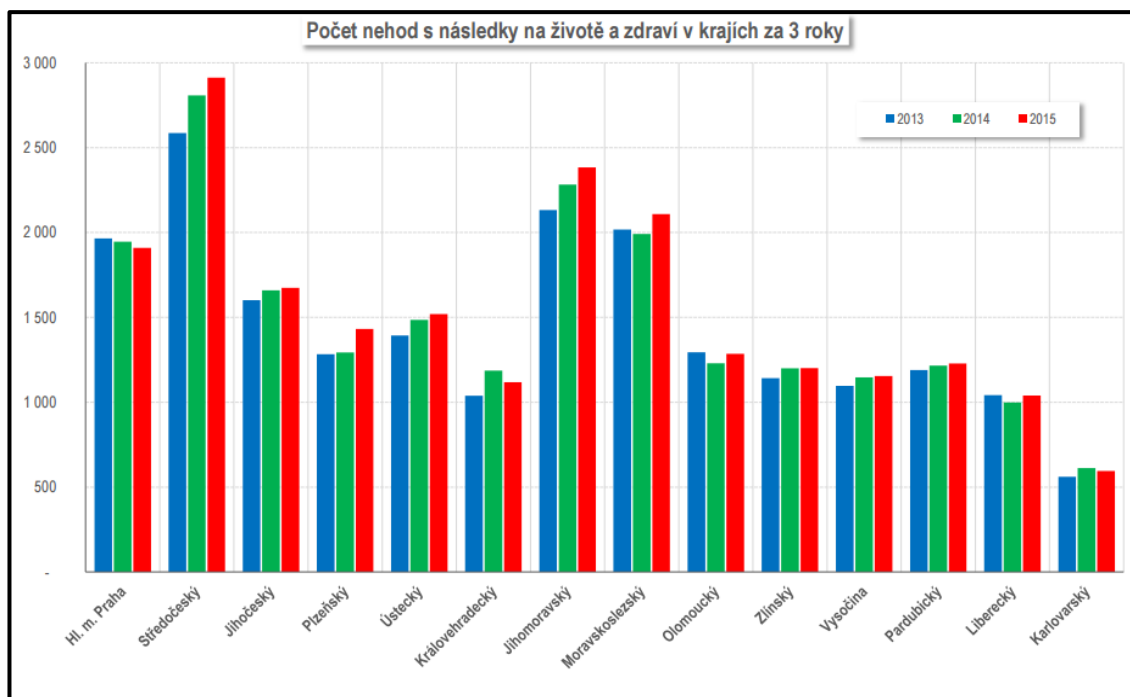


Obr. 4 Vývoj počtu nehod v silničním provozu a jejich následky v ČR v letech 1961–2015 (Tesařík et Straka, 2016)

3.2.7 Dopravní nehody dle regionů

Intenzita celkové nehodovosti na komunikacích vykazuje významné regionální rozdíly, projevují se jak na krajské, tak mikroregionální úrovni. Relativně nejvíce dopravních nehod vzniká na území Středočeského kraje a Prahy, dále pak na Plzeňsku a Liberecku.

U většiny krajů kopíroval vývoj nehodovosti výše uvedené celorepublikové tendence. Na konci devadesátých let ve všech regionech dopravní nehodovost kulminovala, na přelomu tisíciletí klesala, několik let stagnovala a v posledních letech se opět snížila (vyjma Olomouckého kraje a Prahy). Pomalejším tempem klesal počet nehod na severní Moravě a v Pardubickém kraji. Středočeský kraj drží dlouhodobě prvenství s největším počtem dopravních nehod s následky na životě a zdraví (obr. 5). Naopak nejnižší počet dopravních nehod je v kraji Karlovarském, a to z dlouhodobého hlediska (Kamenický, 2014, Tesařík a Straka, 2016).



Obr. 5 Počet nehod s následky na životě a zdraví v krajích v letech 2013–2015 (Tesařík a Straka, 2016)

Regionální rozdíly v intenzitě dopravní nehodovosti jsou ovlivněny několika faktory. Samozřejmě mezi ně patří hustota a hierarchie komunikační sítě, geograficko-fyzické faktory, klimatické a terénní charakteristiky, kvalita dopravního značení, preventivní regulační zásahy veřejných institucí a v neposlední řadě chování a dovednosti řidičů.

Hustota silniční dopravní sítě a úroveň automobilizace představují jedny z nejdůležitějších faktorů, které se ve výsledku promítají v intenzitě dopravních nehod. Množství nehod spojených s počtem bydlícího obyvatelstva je vedle Prahy vyšší v jihozápadní části České republiky. Důležitý je také negativní vliv hlavních dopravních tepen, a to především ve Středočeském kraji.

Regionální vývoj dopravní nehodovosti vypovídá o jejím zvýšení v největších městech, a to zejména Prahy, Olomouce a Brna (v hranici mezi 10-20 %), i ve většině okresů, jimž dominují ostatní krajská centra. Rostoucí dopravní nehodovost ve velkých městech souvisí s nárůstem počtu obyvatel bydlících na okrajích Prahy (Praha-východ a Praha-západ v období 1997-2007 až o jednu třetinu), počet dojíždějících za prací do Prahy z jiných krajů, než Středočeského vzrostl za poslední deset let o 60 %. Pozitivní tendenci během posledního desetiletí lze vysledovat především v jihozápadní části České republiky, ale i v příhraničních okresech s Rakouskem a Slovenskem. Počet dopravních nehod v těchto okresech klesl o více než jednu

desetinu (Kamenický, 2014). Detailnější přehled v počtu nehod s následky na životech a zdraví v krajích v letech 2005–2015 vyjadřuje tab. 1.

Tab. 1 Počet nehod s následky na životě a zdraví v krajích v letech 2005–2015 (Tesařík a Straka, 2016)

kraje; nehody	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Hl. m. Praha	33 349	34 689	33 484	30 251	15 583	18 190	16 572	17 795	18 593	19 306	21 462
Středo- český	27 047	24 613	24 254	22 053	11 183	9 870	9 889	10 595	11 266	11 604	12 463
Jihočeský	13 027	11 463	11 343	9 623	3 206	2 899	3 015	3 207	3 557	3 753	3 916
Plzeňský	11 800	10 538	10 151	8 968	3 217	2 813	3 107	3 453	3 121	2 905	3 205
Ústecký	14 579	13 755	13 650	12 294	8 033	7 217	7 126	7 551	8 230	8 372	9 707
Králové- hradecký	10 094	9 085	8 696	7 382	3 692	3 697	3 843	4 281	4 164	4 254	4 460
Jihomo- ravský	18 157	16 593	16 022	14 174	3 642	5 650	5 941	6 670	6 701	6 950	7 056
Moravsko- slezský	20 398	19 248	18 604	16 466	8 572	7 902	8 071	8 145	8 288	8 317	8 899
Olomouc- ký	9 962	9 658	9 545	8 386	4 407	4 156	4 274	4 406	4 432	4 450	4 738
Zlínský	8 453	7 904	7 481	5 596	1 798	1 780	2 014	3 025	3 314	3 484	3 680
Vysočina	8 688	8 132	8 086	6 623	1 843	2 390	2 594	3 295	3 696	3 709	4 114
Pardu- bický	8 233	7 788	7 747	6 814	3 501	3 357	3 582	3 726	3 622	3 451	3 482
Liberec- ký	9 018	8 564	7 993	7 088	4 366	3 864	3 620	3 859	3 788	3 572	3 889
Karlovar- ský	6 457	5 935	5 680	4 658	1 772	1 737	1 489	1 396	1 626	1 732	1 996

3.3 Integrovaný záchranný systém

Integrovaný záchranný systém je možné chápat jako koordinovaný postup složek (záchranných a bezpečnostních složek, orgánů státní správy a samosprávy, právnických a fyzických osob) při přípravě na mimořádné události a při provádění záchranných a likvidačních prací. Tento systém sám o sobě není organizací podobný instituci, ale jedná se pouze o spolupráci koordinovaných činitelů. Koordinované subjekty se kolektivně podílejí na mimořádných událostech a likvidačních pracích (dopravní nehody, požáry, povodně atd.), které ohrožují životy, zdraví nebo životní prostředí.

Integrovaný záchranný systém vznikl na počátku roku 1993. Hlavním důvodem vzniku byl neustále se zvyšující počet dopravních nehod a technických zásahů, ve kterých byla nutná spolupráce mnoha subjektů. Roku 2000 byl tento systém zařazen do českého právního systému, do zákona č. 147/2000 Sb., o okresních úřadech, kde byly stanoveny povinnosti organizovat

integrovaný záchranný systém prostřednictvím okresních komisí. Roku 1999 byly předloženy Parlamentu dva návrhy zákonů: první návrh zákonu - č. 238/2000 Sb., o Hasičském záchranném sboru ČR a druhý návrh zákonu - č. 239/2000 Sb., o Integrovaném záchranném sboru. Zákony nabyly platnosti k 1. 1. 2001.

Integrovaný záchranný systém je složen ze dvou primárních složek: základní složky a ostatní složky. Každá z těchto základních složek se skládá dále z konkrétních orgánů státní a veřejné správy (Vilášek a kol., 2014).

3.3.1 Evidence dopravních nehod Policie ČR

Evidence dopravních silničních nehod vedená policejním prezídiem ČR, představuje obsáhlý soubor statistických údajů. Kromě nejčastějších zavinění dopravních (silničních) nehod, a to řidičem vozidla, obsahuje tato statistická evidence i případy, které jsou zaviněny taktéž chodcem, řidičem nemotorového vozidla nebo technickou závadou na vozidle. Policie ČR na místě zjišťuje a zároveň zaznamenává počet zraněných a usmrcených osob, způsobenou škodu na motorových vozidlech a majetku. Součástí detailní evidence nehod jsou údaje a informace především o místě, hlavní příčině či charakteru vzniku silniční dopravní nehody. Dále se zjišťuje stav řidiče, druh pozemní komunikace, stav povrchu vozovky a povětrnostní situace (Tesařík a Straka, 2016).

3.4 Bezpečnost na pozemních komunikacích

Silniční dopravní nehody vedle ztrát na životě, zdraví i majetku způsobují společnosti mnoho dalších nevyčíslitelných ztrát a nákladů. Uživatelé silničního provozu mají na komunikacích pocit stálého nebezpečí a ohrožení. To si vyžádalo opatření ke zlepšení situace na komunikacích a postih vůči těm, kteří nechtějí pravidla silničního provozu respektovat a ohrožují jak sebe, tak ostatní účastníky silničního provozu.

3.4.1 Způsoby zvýšení bezpečnosti na komunikacích

Pro zlepšení bezpečnosti na komunikacích je nutné klást důraz na:

- řídičské schopnosti účastníků silničního provozu

Řidiči se účastní kurzů, kde získávají znalosti a učí se správnému stylu jízdy a zvládnání svého vozidla v kritických situacích.

- bezpečnostní systémy a technický vývoj vozů

Výrobci motorových vozů zařazují do svých produktů nové bezpečnostní systémy, které předcházejí vzniku dopravních nehod, například systémy udržující bezpečnou vzdálenost od jedoucího vozidla vpředu, nebo v případě nevyhnutelné srážky sníží riziko následků tím, že aktivují brzdové soustavy bez nutnosti zásahu řidiče.

- stavebně-technický stav vozovek

Provádí se výstavby nových vozovek, místo nebezpečných křižovatek jsou budovány kruhové objezdy a mimoúrovňová křížení, dále je zpřehledňováno značení komunikací (Čumpelík, 2008).

- preventivní a represivní opatření

Negativní dlouhodobý vývoj počtu a následků silničních nehod na rozhraní 80. a 90. let si vynutil přijmout opatření a změnit tak nežádoucí stav. Aktivita se zaměřila na oblast represe i prevence, včetně přijetí některých nutných změn v právní úpravě provozu na komunikacích. Na bezpečnost silnic se zaměřila také Evropská unie a v Bílé knize Evropská dopravní politika pro rok 2010 vymezila cíl. Úkolem bylo snížit do roku 2010 počet usmrcených osob na silnicích v rozmezí let 2000 až 2010 o jednu polovinu (Bílá kniha, 2010).

Stejný záměr si kladla i Národní strategie bezpečnosti silničního provozu v rozmezí letech 2004 až 2010, kterou odsouhlasila vláda České republiky svým usnesením č. 394 ze dne 28. dubna 2004. Zásadním cílem této strategie bylo snížit počet usmrcených osob v silniční dopravě do roku 2010 o 50 % úrovně z roku 2002. K získání tohoto cíle byly vytyčeny prostředky, které byly rozpracovány do nástrojů a opatření. Dosažené výsledky byly každý rok vyhodnocovány (Šimonovský, 2005).

Nástrojem pro zlepšení bezpečnosti silničního provozu pro další dekádu se stala Národní strategie bezpečnosti silničního provozu na období 2011–2020, schválená usnesením Vlády České republiky ze dne 10. srpna 2011 č. 599. Hlavním záměrem je snížit do roku 2020 počet usmrcených osob v silničním provozu na úroveň průměru evropských zemí a současně oproti roku 2009 snížit o 40 % počet těžce zraněných osob (BESIP, 2012).

Další opatření:

- častější měření stavu povrchu vozovky (trhliny, drsnost), opravy vozovek silnic a dálnic,
- zkvalitnění systému zimní údržby,
- vytváření více míst k odpočinku řidičů,
- odstranění nepovolených reklamních zařízení u dálnic a rychlostních silnic,

- identifikování a následné upravování nehodových lokalit,
- budování osvětlení na veřejných komunikacích, aby nedocházelo k nebezpečnému oslňování řidičů, apod. (Čumpelík, 2008).

3.5 Rizikové meteorologické prvky ovlivňující silniční dopravu

Každý den informují média, publikace a v neposlední řadě i internet o projevech počasí včetně těch mimořádných, které vedou jak k dopravním nehodám, značným škodám na majetku, tak i ke ztrátě toho nejcennějšího – lidských životů. V globálním měřítku se jedná například o tyto faktory: silný nárazový vítr, vysoká a nízká teplota, silné srážky apod.

Přesto existuje celá řada projevů počasí, které zatím nemají takovou publicitu, avšak objevují se prakticky každý den, a to zvláště v zimním období. Mezi tyto projevy lze zařadit jevy vznikající na komunikacích v závislosti na stavu vozovky za určitých meteorologických situací. Zde je nutno jmenovat zejména intenzivní sněžení doprovázené silným nárazovým větrem, které způsobuje vznik sněhových jazyků a závějí a tím i problémy s údržbou komunikací, mnohdy končící kalamitní situací (a to zvláště v polohách od 600 m n. m. výše). Mezi zvláště nebezpečné jevy patří namrzání vlhkých vozovek při přechodu teploty povrchu komunikace pod bod mrazu, a to je jev v České republice velmi častý.

Problematikou projevů počasí na komunikacích se zabývá v současnosti dynamicky se rozvíjející odvětví meteorologie, které je označováno jako silniční meteorologie. Její hlavní činností je meteorologické zabezpečení komunikací se zvláštním důrazem na varovnou službu. Z hlediska optimalizace a úspory posypových materiálů je nutno vyzdvihnout též ekologický faktor aplikování nejnovějších poznatků (Škuthan, 2002).

3.5.1 Nebezpečné meteorologické jevy

Atmosférické projevy, které představují nepříznivý vliv pro dopravu (silniční, železniční, leteckou) se označují jako nebezpečné meteorologické jevy (NMJ). Před těmito nebezpečnými jevy jsou obyvatelé a vybrané cílové skupiny varovány pomocí výstražné hydrometeorologické služby. I přesto se vyskytují situace, kdy za včasných upozornění a varování, lidé neuposlechnou a hazardují se svými životy. Nejčastěji se tyto problémy vyskytují při provozu na komunikacích. Dle období výskytu se nebezpečné meteorologické prvky dělí na:

- výskyt prvků po celý rok (např. nárazy větru, déšť),
- výskyt prvků v zimním období (např. mlhy, ledovka, námraza, sněhové jazyky, bílá tma),

- výskyt prvků v letním období (např. bouřky) (Sochacká, 2012).

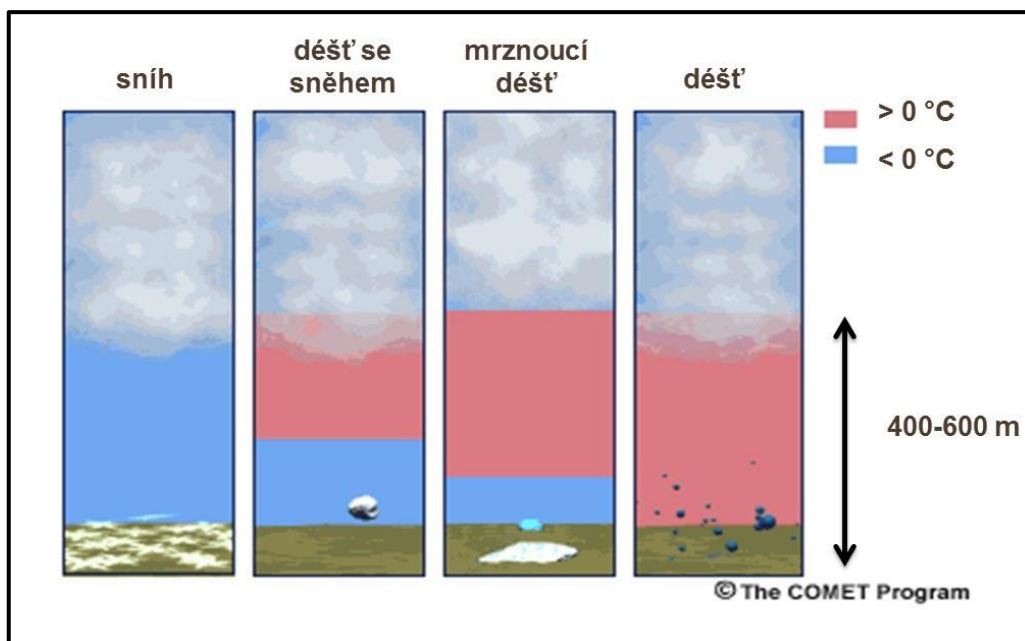
3.5.2 Atmosférické srážky

Mezi základní prvky patří atmosférické srážky, které jsou definovány jako částice vzniklé následkem kondenzace vodní páry. Vyskytují se v podobě pevného nebo kapalného skupenství. Dále se dělí na srážky usazené a padající (Sobíšek a kol., 1993). Největší zastoupení mají srážky padající, které zahrnují až dvanáct různých druhů srážkových elementů, a to déšť, mrholení, mžení, déšť se sněhem, zmrzlý déšť, námrazové krupky, kroupy, sněhové krupky, sněhové krupice, sníh, sníh s ledovými jehlicemi a ledové jehlice (Podzimek, 1959). Mezi usazené srážky patří rosa, jíní, námraza či ledovka (Sobíšek a kol., 1993, <http://slovník.cmes.cz/>).

Výzkumy naznačují, že řidiči obvykle přizpůsobují své chování na komunikacích během deště. Omezí rychlost jízdy vzhledem ke stavu povrchu vozovky, udržují větší vzdálenost mezi vozidly, a hlavně méně předjíždějí (Hogema, 1996). Ovšem stále existuje skutečnost, že riziko vzniku dopravních nehod je větší při výskytu atmosférických srážek, než za suchého počasí (Bijleveld et Churchill, 2009).

Problematické jsou padající srážky při teplotách kolem 0 °C, poněvadž zde hrozí riziko tvorby ledovky. Může nastat také situace (při přechodu studené fronty), kdy teplota vzduchu i povrch jsou nad 0 °C, a přesto se při padajícím dešti tvoří na vozovce vrstva ledu, (Sulan a Škuthan, 2005). Pro silniční dopravu je většina zmíněných srážek kritická a nebezpečná. Nepříjemně prodlužují brzdovou dráhu a zvyšují pravděpodobnost smyku.

Důležitým ukazatelem a rozhodujícím faktorem pro tvorbu srážek a druhu skupenství je teplotní profil pod základnou (obr. 6). Částečné tání a dopad srážek na zem ve skupenství smíšeném, jsou následkem vrstvy vzduchu silné 200 m s teplotou větší, než je 0 °C. Tloušťka 400–600 m vrstvy s teplotou > 0 °C zpřičiňuje změnu všech padajících vloček na déšť. Pokud dojde k propadu z teplejší vrstvy do vrstev, jejichž teploty dosahují teplot nižších 0 °C a vrstvy 200–300 m, způsobují namrzání kapek, padání zmrzlého deště a krupek. Kapky nestačí ztuhnout tehdy, pokud je vrstva slabší a zledovatí až po dopadu na vozovku. Na povrchu vzniká ledovka a způsobuje tak kluzkost silnice (Sulan, 2012).



Obr. 6 Teplotní profil pod základnou – tvorba srážek (www.meted.ucar.edu)

Srážky ve skupenství pevném se výhradně vyskytují v zimních měsících. Vyjma krup, které se nejčastěji objevují při bouřkách v letních měsících, patří do této skupiny déšť a sníh. Převážná část těchto srážek je pro účastníky provozu nebezpečná, a to především při absenci podpůrných systémů (např. ASR, ABS, ESP, DSR) a nevhodných pneumatik (Sochacká, 2012).

3.5.2.1 Déšť

Déšť je definován, jako vodní srážky padající z oblaků ve tvaru kapek o průměru větším než 0,5 mm (Sobíšek a kol., 1993, <http://slovník.cmes.cz/>). Déšť má různou intenzitu: mrholení (průměr kapek menší než 0,5 mm), přívalové deště, trvalé deště a lijáky. Srážky vznikají kondenzací vodní páry, při výstupných pohybu vzduchu a jejím následným ochlazením (Roth, 2000).

V zimním ročním období se vyskytuje tzv. mrznoucí déšť, který při dopadu na chladný povrch mrzne. Silný déšť a následné velké množství srážek na vozovce, způsobuje řidičům velké problémy např. aquaplaning. Aquaplaning je nebezpečná situace, při níž je kontakt mezi pneumatikou a vozovkou zcela "ztracen" (Tuononen et Matilainen, 2009). Při vysokých rychlostech, kdy vozidlo přijít do styku s mokrou vozovkou (na povrchu komunikace se nachází tenký vodní film), ztrácí kolo svou schopnost přilnavosti (adheze) s povrchem komunikace. Při brzdění v takto vysokých rychlostech se vozidlo dostane do skluzu. Prevencí proti aquaplaningu je přiměřená rychlost, kvalitní pneumatiky a zkušenosti řidiče (Abuelsamid, 1997).

Mrznoucí kapky, které po dopadu na zem nebo na povrch jiných předmětů zmrznou, se nazývají mrznoucí dešť. Výsledkem je tvorba ledovky, která je pro silniční dopravu velmi kritická (Medek, 2013). Za deště má řidič vozidla omezenou dohlednost způsobenou především odstříkávajícími proudy vody od nákladních vozů. Neméně příjemné bývá zamžení čelního skla vozu, díky většímu obsahu vodní páry ve vzduchu při dešti. Především v nočních, ale také odpoledních hodinách, dochází za deště k osleповání řidičů od protijedoucích vozidel. Tento problém ozářením z předních světel vozidel odrážejících se od povrchu komunikace (Bijleveld et Churchill, 2009).



Obr. 7 Ukázka intenzivních srážek a jejich vlivu na dohlednost (Saunders, 1993)

3.5.2.2 Sníh

Sníh je definován jako množství ledových krystalků vyskytujících se ve tvaru hvězdic (sněhové vločky). Tvar má obvykle šesterečnou strukturu, obrazce se tvoří v závislosti na vlhkosti a teplotě. Intenzivní sněžení několikanásobně zhoršuje viditelnost na rozdíl od dešťových kapek, protože vločka je složena z 5 % ledu a 95 % mezerami ve struktuře (Sochacká, 2012).

Extrémní sněžení patří v podmínkách České republiky k přírodním pohromám. Ovlivňuje provoz na pozemních komunikacích a může způsobovat i pády stromů. Komplikace představuje takové sněžení, kdy během krátké doby napadne větší množství sněhu. Tyto hodnoty popisuje gridová vrstva „výška nového sněhu“. Jedná se o průměry sezonních úhrnů výšek nového sněhu. Poskytovatelem informací o tomto je Český hydrometeorologický ústav.

Náhlá sněžení a velké množství sněhu v krátkém čase obvykle spolehlivě přerušují dopravu na silnicích. Naopak každoroční sněžení nízké intenzity a krátkého trvání sice způsobí

problémy v plynulosti dopravy, ale obvykle s velmi nízkými škodami na infrastruktuře. Údržba silnic v zimním období je ovšem náročná, a proto se pozemní komunikace s nízkou intenzitou dopravy a malého dopravního významu v zimním období neudržují (Bíl a kol., 2014).

3.5.2.3 Sněhová bouře (*bílá tma*)

Při sněhových bouřích je orientace velmi obtížná a může zcela ochromit veškerou dopravu, města i aglomerace. Tento meteorologický jev je velmi nebezpečný, protože se zde spojuje účinek sněhu a silného větru, který je vířen. Dochází zde ke zdánlivému splnutí povrchu a oblohy, a tím k výraznému snížení dohlednosti tzv. bílá tma (<http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/om/sivs/snih.html>). Mohou být doprovázeny sněžením, blesky i krupobitím. Největší účinky mají tyto sněhové bouře na severu USA, kde jsou jejich příčinou hluboké cyklóny. Při sněhových bouřích může napadnout za jeden den 1 m sněhu a závěje mohou dosahovat výšky až 12 m (Sobíšek a kol., 1993).

3.5.2.4 Sněhové jazyky

Kritériem je pro tvorbu sněhových jazyků teplota vzduchu, která v polovině celého dne nesmí překročit 0 °C, vítr vane o rychlosti 8 m/s a relativní vlhkost je pod 90 % (Sulan a Škuthan, 2005). Souhrnně lze říci, že míru zavátí určuje síla a rychlost větru, terén, sněhové srážky a stáří sněhové vrstvy. Největší nebezpečí hrozí, napadne-li nový sníh na slehlou vrstvu s ledovým povrchem. Navátý sníh je pro silniční dopravu mnohem závažnějším problémem díky své objemové váze a kompaktnosti než sníh volně napadlý. Pro omezení sněhových jazyků se ke komunikacím umísťují vhodné clony. Zabrání tak přesunu sněhu větrem na vozovky (Hrudička, 1937).

3.5.2.5 Průmyslové sněžení

V chladnější polovině roku se úplně nečistota stává, že bývá zaznamenána, především v centrech větších měst, slabá sněhová pokrývka v podobě nejčastěji 1–2 cm "jemného prachového sněhu", zatímco na předměstí či v širším okolí srážky nejsou. Tyto případy bývají typické tím, že se v podstatě žádná přehánka nevyskytla, nedaleko bylo po většinu noci jasno (Volný, 2011).

Podobně Sulan a Škuthan (2005) uvádějí, že průmyslové sněžení je drobné sněžení, které vytváří slabou souvislou pokrývku. Vyskytuje se za inverzní situace, kdy k vypadávání

sněhu nad částmi městských aglomerací dochází nejčastěji v ranních hodinách a z velmi nízké oblačnosti.

Tomuto jevu se věnoval SIRWEC (Standing International Road Weather Commission) na konferenci v roce 2004. Podle Liechtyho (2004) jsou pro výskyt průmyslového sněžení nejprůznivější následující podmínky: Stratus má vertikální mohutnost 200 m, jeho základna je 150 m nad povrchem a deficit teploty rosného bodu při zemi je do 1 °C.

Vlivem nočního ochlazení horní části stratu dochází k labializaci zvrstvení. Množství přechlazených kapiček s výškou roste. Tovární komín či chladicí věž je důležitým vnějším zdrojem vlhkosti. Dodatečný přísun vlhkosti způsobí v horních partiích oblačnosti přesycení. Podmínkou spontánního mrznutí přechlazených kapiček je teplota v horních partiích oblačné vrstvy, tedy pod spodní hranicí inverze, kolem -7 °C. Ve směru převládajícího proudění nad inverzí pak dochází k vypadávání srážek, obvykle trvá půl hodiny (Sulan a Škuthan, 2005).

3.5.3 Námrazkové jevy

S námrazkovými jevy se nejčastěji shledáváme v chladné části roku. Většinou se jedná o nebezpečné meteorologické jevy (NMJ), které se podílejí na vzniku dopravních nehod. Vše je způsobeno vlivem počasí a stavem komunikace.

Mezi námrazkové jevy patří hned několik druhů (námraza, náledí, jíní), podle laické veřejnosti se nejvíce hovoří o ledovce, která je chybně přiřazována i k ostatním námrazkovým jevům. Námrazky rozlišujeme dle tvaru, způsobu vzniku a složení. Některé druhy patří mezi méně nebezpečné, ale většina námrazků způsobuje rozsáhle škody v dopravě, v energetice nebo zemědělství (Sochacká, 2012).

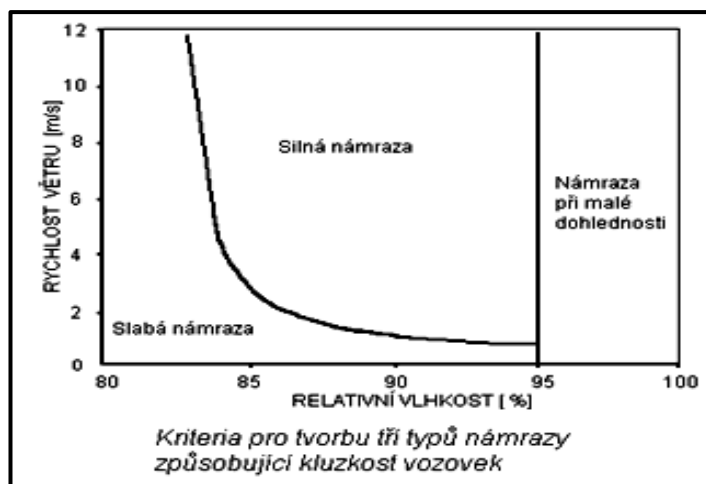
3.5.3.1 Ledovka

Ledovka je souvislá, zpravidla homogenní průhledná ledová vrstva, která vzniká při mrznoucím mrhnutí nebo mrznoucím dešti, buď zmrznutím přechlazených vodních kapek při dopadu na zemský povrch, nebo na předměty, jejichž teplota je záporná nebo slabě nad 0 °C, anebo zmrznutím nepřechlazených vodních kapek okamžitě při dopadu na zemský povrch, nebo na předměty, jejichž teplota je výrazně záporná. Ledovka se tvoří na vodorovných a svislých či šikmých plochách, na větvích i kmenech stromů, na drátech, tyčích, na povrchu země, na chodnících, vozovkách atd. Při déletrvajících podmínkách, vhodných pro její vytváření, může vrstva ledu dosáhnout tloušťky několika cm. Ledovka na zemi se nesmí

zaměňovat s náledím (<http://slovník.cmes.cz/>). Způsobuje kluzkost a znemožňuje tak jízdu a pohyb vozidel po kluzké vozovce, tím se automobil stává neovladatelným. Mezi kritické úseky patří zejména vyjeté lesní cesty a silniční mosty. Z hlediska dopravního provozu a bezpečnosti s ním spojené, se jedná o velmi nebezpečný druh námrazového jevu.

3.5.3.2 Námraza

Námraza je meteorologický jev, který vzniká při mlze, teplotní inverzi, větru a teplotě mírně pod 0 °C. Kritéria pro odlišení síly (slabé či silné) námrazy (obr. 8) jsou rychlost větru mezi 1 a 2 m/s a vlhkost 95–85 % (Sulan, 2012). Slabá, ne tak častá vrstva námrazy, vzniká při prudkém poklesu noční teploty a za předpokladu, že povrch má nižší teplotu než vzduch. Intenzivnější vrstva se tvoří v případě silné námrazy, kdy teplý vzduch s vysokým obsahem vodní páry proudí nad prochlazeným povrchem (Gustavsson, 1991).



Obr. 8 Graf vzniku námrazy silné a slabé (Sulan, 2012)

Na tvorbu námrazy má vliv drsnost vozovky, která snižuje vznik nebezpečného smyku (Sulan a Škuthan, 2005). Výskyt námrazy na sklech či karoserií automobilů je častější než namrzlá vozovka.

3.5.3.3 Náledí

Náledí je souvislá ledová vrstva pokrývající zemi, která vzniká, jestliže nepřechlazené dešťové kapky nebo kapky mrholení později na zemi zmrznou (Munzar a kol, 1989), nebo také jestliže při provozu vozidel na silnicích a cestách sníh zledovatí. Formy náledí bývají označovány termínem zmrazky. Na rozdíl od ledovky se na vzniku náledí nepodílejí přechlazené vodní kapičky (<http://slovník.cmes.cz/>).

3.5.3.4 Jíní

Jíní je druh usazených tuhých srážek, který vzniká přímou depozicí vodní páry při záporných teplotách aktivního povrchu. Má dobře patrnou jemnou krystalickou strukturu, kterou zmrzlá rosa nemá (<http://slovník.cmes.cz/>).

Podmínky pro výskyt se určují na základě dvou vztahů působících naráz:

$$T_{voz} < T_d \text{ a } T_{voz} < 0 \text{ } ^\circ\text{C, kde}$$

t_{voz} = teplota zemského povrchu,

t_d = teplota rosného bodu.

K určení slouží silniční čidla a stanice (Sulan a Škuthan, 2005). Dle výzkumu srovnání lokalit se potvrdilo, že častější výskyt jíní je v polohách nad 600 m n. m., v okolí vodních zdrojů a na mostech. Mezi další podmínky ovlivňující tvorbu jíní patří intenzita provozu a povrch vozovky. Vlivem jíní se zvyšuje riziko smyku na komunikacích. Pod tíhou vozidel a tlakem pneumatik se tvoří led, a tím se prodlouží brzdná dráha (Sulan, 2006a; 2012b). Lidově se jíní nazývá mráz šedý, šedivák či šedivec.

3.5.3.5 Rosa

Rosa se vytváří stejným principem jako jíní, liší se tím, že se vyskytuje za kladných hodnot teploty vzduchu a povrchu. Její výskyt dokonce jíní často předchází a vedle krystalků lze nalézt kapičky zmrzlé rosy (Sulan, 2006). Chladné předměty při styku s teplejším vzduchem s větším obsahem vodní páry se mohou snadno orosit se všemi negativními důsledky (Kožnarová a Klabzuba, 2009).

3.5.3.6 Zmrazky

Zmrazky jsou charakterizovány jako opětovné zmrznutí roztátého sněhu, a tím vznikají na komunikacích zledovatělé hrboly. Zmrazky se vytváří nejčastěji přes noc či časně z rána (Sobíšek a kol., 1993). Vlivem dopravního provozu na vozovce dochází k rozježdění a následnému rozbřednutí sněhu, který zmrzne nebo zledovatí. V souvislosti s dopravou jde o velmi nebezpečný jev.

3.5.4 Kluzkost vozovky

Kluzkost se dělí na primární a sekundární. Všechny výše uvedené meteorologické jevy se podílejí na primární kluzkosti. Sekundární kluzkost je ovlivněna dopravou a údržbou silnic.

Celkový počet kluzkosti je 16, liší se vznikem a formou srážek. Většina typů kluzkosti a meteorologických podmínek jejich vzniku je uvedena v tab. 2 (Norrman, 2000).

Tab. 2 Typy kluzkosti vozovek a podmínek jejich vzniku (Sulan, 2012, upraveno)

	Typ	srážky	teplota vzduchu	teplota vozovky	teplota rosného bodu	relativní vlhkost	vítr
1.	Děšť, nebo smíšené srážky na zmrzlý povrch	ano	$T > 0^\circ$	$T_{voz} \leq 0^\circ$	-	-	-
2.	Sněžení na zmrzlý povrch	ano	$T \leq 0^\circ$	$T_{voz} \leq 0^\circ$	-	-	-
3.	Sněžení na nezmrzlý povrch	ano	$T \leq 0^\circ$	$T_{voz} > 0^\circ$	-	-	-
4.	Sněžení a námraza	ano	$T \leq 0^\circ$	$T_{voz} \leq 0^\circ$	$T_b > T_{voz}$	-	-
5.	Námraza a snížená dohlednost	ne	-	$T_{voz} \leq 0^\circ$	$T_b > T_{voz}$	$RV > 94\%$	-
6.	Námraza po zmrzlé rose	ne	-	$T_{voz(-0,5)} > 0^\circ$ $T_{voz} \leq 0^\circ$	$T_b(-0,5) > T_{voz(-0,5)}$ $T_b > T_{voz}$	-	-
7.	Silná námraza	ne	-	$T_{voz} \leq 0^\circ$	$T_b > T_{voz}$	$RV < 95\%$	$V \geq V_c$
8.	Slabá námraza	ne	-	$T_{voz} \leq 0^\circ$	$T_b > T_{voz}$	$RV < 95\%$	$V < V_c$
9.	Sněhové jazyky	ano(-12)	$T_{max(-12)} < 0^\circ$	-	-	$RV_{max}(-12) < 90\%$	$V > 8m/s$
10.	Náledí	ano(-3)	-	$T_{voz(-0,5)} > 0^\circ$ $T_{voz} \leq 0^\circ$	$T_b(-3) > T_{voz}(-3)$	$RV_{max}(-3) > 80\%$	-

Na kluzkém povrchu bylo testovacími vozy provedeno i několik zkušebních jízd. Za hlavní důvody testování, lze uvést pochopení a fungování aktivace bezpečnostních systémů. Při zjištění kritické hodnoty, se ve vozidle aktivuje jeden z bezpečnostních systémů, jako je protiblokovací systém ABS (Anti – Blocking System) nebo protiskluzový systém ASR (Anti Skid Regulation) (Bogren et al., 2008). Díky těmto systémům nedojde k zablokování kol a vozidlo dosáhne standardního brzdného výkonu (Yu et Ozguner, 2002).

3.5.5 Teplota rosného bodu

Teplota rosného bodu je definována jako teplota, na kterou se musí izobaricky ochladit vzduch (tzn. za stálého tlaku), aby byl právě nasycen v něm obsaženou vodní párou. Teplota

vzduchu nižší, než je teplota rosného bodu vede k tvorbě rosy, jinovatky, ovlhnutí povrchů např. vozovky a jiných předmětů (Kožnarová a Klabzuba, 2009). To je hlavní příčinou výskytu jíní a námrazy na vozovkách, a proto je důležitou součástí všech silničních systémů. Získává se měřením v meteorologické budce. V ČR se měří ve výšce 2 m, v Německu kvůli velkému znečištění vzduchu zimním smogem až ve 4 m (Sulan, 2012).

Deficit teploty rosného bodu definujeme jako rozdíl mezi teplotou vzduchu a teplotou rosného bodu, je tím větší, čím menší je poměrná vlhkost (Sobíšek a kol., 1993).

3.5.6 Dohlednost

Dohlednost v meteorologii je charakterizována jako největší vzdálenost za denního světla, na kterou lze spolehlivě rozeznat černý předmět o úhlové velikosti mezi 0,5 až 5°, umístěný blízko země na pozadí mlhy nebo oblohy. Tato definice je samozřejmě ovlivněna vlastnostmi lidského oka (Sobíšek a kol., 1993).

Dohlednost může být snížena vlivem kapalných nebo pevných částic ve vzduchu. Zejména se jedná o mlhu, zákal, kouřmo, prach, či kouř v nejnižší vrstvě atmosféry. Riziko dopravních nehod je zvýšeno především intenzivním sněžením a deštěm, např. v důsledku nadměrného sněžení (zhoršené viditelnosti) se v prosinci roku 2010 stal extrémní počet dopravních nehod.

Uspokojivá dohlednost značně přispívá k plynulosti a bezpečnosti provozu na našich silnicích. Naopak při zhoršené viditelnosti není ve schopnostech řidiče zavčas zareagovat na vzniklou komplikaci. Tímto je zvýšena pravděpodobnost vzniku silničních nehod. Všeobecně platí, že čím je rychlost vozidla vyšší a dohlednost nižší, stoupá tím i riziko nehody (Sochacká, 2012).

3.5.6.1 Mlha

Mlha je jedním z faktorů, který ovlivňuje dohlednost. Stává se z malých vodních kapek, které se vznášejí ve vzduchu v blízkosti zemského povrchu a snižují horizontální dohlednost alespoň v jednom směru pod hodnotu 1 km (Řezáčová a kol., 2007). Vzniká při vlhkém povrchu, při tání a výparu z jíní. Intenzita mlhy je určena rychlostí větru 3–5 m/s. Slabé sluneční záření je vhodné pro udržení mlhy. Před dosažením 100 % relativní vlhkosti může mlhu způsobit i znečištění vzduchu (Sulan, 2012).

Pozorování a výzkum dohlednosti vlivem přemrzlé mlhy, oblačnosti a srážek ve městě Edmonton (Kanada), byl prováděn v ranních hodinách při teplotách v rozmezí -15 až -40 °C. Bylo zjištěno, že mlha neovlivňuje viditelnost při -25 °C a nedochází tak k plošnému omezení

dohlednosti. Naopak pokles teplot pod $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$ způsobí silný mlhový zákal a viditelnost maximálně do 80 m. Na dohlednosti se podílejí také ostatní povětrnostní podmínky jako například nízká rychlost větru či sněžení (Charlton et Park, 1984).

Dle několika hledisek se mlhy dělí do různých skupin.

- mlhy podle způsobu vzniku a podmínek:
 - frontální,
 - advekční, radiační, orografické, z vypařování.
- mlhy podle složení:
 - smogové,
 - přechlazené,
 - zmrzlé.
- mlhy podle výskytu:
 - inverzní,
 - přízemní.
- mlhy podle intenzity:
 - mírné,
 - slabé,
 - silné,
 - velmi silné.
- mlhy podle místa původu:
 - údolní,
 - mořská, jezerní,
 - svahová,
 - monzunová,
 - městská (Krejčí, 1986).

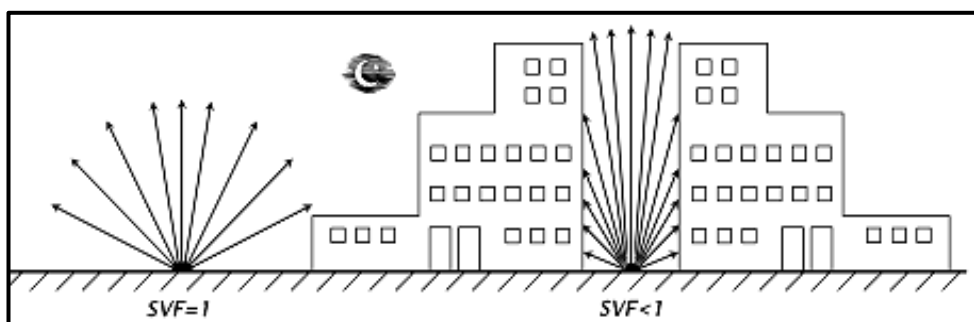
3.5.6.2 Oslunění

Mezi nebezpečný faktor ovlivňující viditelnost řidičů na silnici patří oslunění. Nejvíce tento rizikový jev pociťují řidiči během zimních měsíců, kdy je elevace, neboli výška Slunce nad obzorem, velmi nízká. Dochází tak k odrazu slunečních paprsků od povrchu komunikace a následnému oslepení řidiče (Edwards, 1999).

3.5.6.3 Sky view faktor

Sky view faktor (SVF) se vyjadřuje jako poměr mezi zářením přijatým povrchem Země a následným zářením, který povrch vyzáří zpět (Holmer et al., 2001).

Hodnota SVF je definována v rozmezí od 0 do 1 a udává velikost omezení dlouhovlnného vyzařování do okolního prostoru, které je zapříčiněno překážkami, jako jsou zástavby, zalesnění, terén (obr. 9).



Obr. 9 Vliv terénu na vyzařování vyjádřený pomocí sky view faktoru (SVF)

(<http://www.knmi.nl/klimatologie/weeramateurs/UHI/>)

Místa s nízkou hodnotou SVF dostávají přes den málo záření, a tedy vozovka neabsorbuje tolik tepla, jako na otevřeném prostranství. V takovýchto místech hůře uniká dlouhovlnné záření, může se dokonce částečně vracet zpět. Vysoká hodnota sky view faktoru má za následek namrzání skel a karoserií, tyto části vozidel se více ochladí. Pod nadjezdy a přejezdy přes dálnice se proto dopoledne vyskytuje vlhký povrch nebo led. Příčinou je, že konstrukce vozovky brání přísunu záření a vozovka zůstává chladnější. Stínění (screening) souvisí přímo se sky view faktorem. Zastíněná vozovka přijme přes den mnohem méně tepla, a proto zde např. náledí či jíní přetrvává déle než na jiném místě v okolí. Jedná se především o lesní cesty nebo silnice vedoucí hlubokými lesy (Sulan, 2012).

Množství, a intenzitu slunečního záření (tedy i sky view faktor) ovlivňuje několik dalších okolností. Mezi nejdůležitější patří nadmořská výška, roční období, poloha Slunce a oblačnost. Dalšími faktory, ovlivňujícími intenzitu slunečního záření, jsou část dne, zeměpisná šířka a zeměpisná délka (Bogren, 1991).

3.5.7 Vítr

V České republice se nebezpečné rychlosti větru vyskytují v zimní polovině roku nejčastěji při postupu hlubokých tlakových níží přes střední Evropu k východu. Rychlost větru

se vyjadřuje v m/s nebo v km/h a na meteorologických stanicích se měří ve výšce 10 m nad zemí. V prognózách se používá terminologie, která vyjadřuje stupeň nebezpečí.

- silný vítr – vítr s nárazy o rychlosti větší než 70 km/h, v polohách nad 600 m n.m. až o velikosti 110 km/h. jde o nízký stupeň nebezpečí.
- velmi silný vítr – vítr s nárazy o rychlosti 90 km/h, v polohách nad 600 m n.m. až 125 km/h. jde o vysoký stupeň nebezpečí.
- extrémně silný vítr – vítr s nárazy o rychlosti 110 km/h, v polohách nad 600 m n.m. až 145 km/h. Jde o extrémní stupeň nebezpečí (<http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/om/sivs/vitr.html>).

Silný boční vítr je pro automobily velmi nebezpečný, zvláště pro vysoká vozidla, jako jsou nákladní vozy, nadměrné náklady a dodávky. Tato vozidla jsou náchylná k překlopení. Nečekaný boční náraz větru může vozidlo učinit neovladatelným, případně jej vytlačit ze silnice (Setvák a kol., 2002). Díky větru se na komunikacích mohou vyskytovat různé překážky, které řidičům znesnadňují plynulou jízdu. Jedná se o pády stromů, větve či jiné poletující předměty.

Silniční dopravu může komplikovat i silný vítr společně s prachovým sněhem. Přestože skutečná výška sněhu může být vysoká jen několik málo centimetrů, silnice mohou být zasypané sněhovými závějemi během velmi krátké doby. Kombinace čerstvého prachového sněhu a silného větru způsobuje v silniční dopravě značné komplikace, a také velké množství dopravních nehod (Edwards, 1999).

Vítr ovlivňuje také teplotu povrchu. Ochlazující účinek proudícího vzduchu je dobře patrný na silničních náspech (pomalý krajní pruh bývá chladnější než rychlý vnitřní, jinak je tomu naopak) a mostech nebo estakádách. V noci však zesílené proudění obecně přináší oteplení, proto se chladící účinek samotného proudění může překrývat např. oblačností, nebo též advekcí (Sulan, 2012). Rychlost proudění vzduchu byla zkoumána ve studii například ve švédském Göteborgu, kde bylo potvrzeno významné ovlivnění teploty povrchu tímto jevem. V roce 1999 byl test prováděn na pobřeží, kde byly pozorovány hlavně tyto faktory: oblačnost, rychlost větru, teplota (Postgård et Lindqvist, 2001).

Rychlost a směr větru se určuje pomocí "větrného pytle" či "větrného rukávu" spolu se směrovkou (WMO, 2008). Umísťují se podél dálnic a komunikací, kde upozorňují na boční vítr. Větrný pytel je složen z otevřeného kužele vyrobeného z tkaniny, který je upevněn na širším konci ke kovovému volně otočnému kruhu. Působením větru dochází k otáčení (Sobišek a kol., 1993). Umístění větrného pytle je důležité, protože měření by mohlo být ovlivněno pohybem vzduchu od projíždějících vozidel (WMO, 2008). Vítr se měří také anemometrem,

který se umísťuje 10 m nad zemí v otevřeném terénu (Gill et al., 1967). Dle studie Pettifera et Terpstra (1997) však není stanovena přesná výška umístění měřicího přístroje nad silnicí. Rozsah výšky se pohybuje v rozmezí od 2 do 10 m.

3.5.7.1 Húlava

Húlava je charakterizována jako náhlé a prudké zvýšení rychlosti větru, který je značně nárazový a často mění směr. Jev trvá několik minut a náhle ustává. Húlava je projevem přechodu gust fronty přes místo pozorování (<http://slovník.cmes.cz/>).

3.5.8 Teplota povrchu

Dle několika studií je potvrzeno, že teplota povrchu je ovlivňována několika meteorologickými i nemeteorologickými faktory. Dochází zde k oteplování či naopak k ochlazení vozovky. Díky těmto změnám může dojít k nehodám i vzniku náledí (Sulan a Škuthan, 2005), i přesto že povrch komunikací patří mezi dobře vodivý a chladne pomaleji. Vozovka čerpá naakumulované teplo ze spodních vrstev.

Mezi meteorologické faktory patří např. změna teploty vzduchu, oblačnost, mlha, vítr, sky view faktor. Mezi nemeteorologické faktory můžeme zařadit intenzitu provozu, nadmořskou výšku, sklon i orientaci svahu. V úvahu bereme i lesní cesty a tepelný ostrov města. Vlivem tepla z antropogenních zdrojů, zadržují městské stavby zejména v zimě, záření a dochází k omezení pohybu vzduchu. Množství zachyceného záření je zpravidla ovlivňováno velikostí danou aglomerací, urbanistickou morfologií a hustotou osídlení (Sulan, 2012).

Městský tepelný ostrov má výrazný vliv na ovzduší a teplotu povrchu vozovky. Maximální intenzita tepelného ostrova byla zjištěna (ve švédském Stockholmu) pro teplotu vzduchu na 7 °C a 4 °C pro teplotu povrchu. Největší rozdíly jsou před východem Slunce, u teploty vozovek zvýrazněné zvýšenou intenzitou provozu v centru města v časných ranních hodinách (Gustavsson a kol., 2001). Vozovky s intenzivnějším provozem jsou teplejší než málo frekventované komunikace. Mezi hlavní příčiny patří např. omezené vyzařování povrchu vlivem stínění karoseriemi vozidel, promíchávání vzduchu znemožňující stagnaci, působení tření pneumatik a tepelné vyzařování motorů (Sulan a Škuthan, 2005).

3.5.9 Teplota mrznutí

Teplota mrznutí je zásadní údaj pro dispečery silnic a dálnic. Nejedná se však o konkrétní hodnotu, ale pouze o nestabilní interval teploty, a to proto, že na povrch vozovky je aplikována vlhčená sůl. Chemické vlastnosti soli (chlorid sodný) zapříčiňují, že dochází ke

snížení teploty a následnému tání. Při ochlazení solného roztoku vznikne tzv. liquidis. Liquidis je stav, kdy sůl je rozpuštěna ve vodní fázi společně s ledovými krystalky, vznikne směs: voda – sůl – krystalky ledu. Při dostatečném množství krystalků ledu a při částečně zmrzlé směsi je vozovka kluzká. Tyto chemické reakce jsou ovlivňovány několika faktory: výparem, srážkami a kondenzací (Sulan a Škuthan, 2005). Teplota mrznutí způsobuje nejen kluzkost vozovky, ale také zamrzání provozních kapalin v automobilech (Skolil, 2012). Za extrémně nízké hodnoty považujeme teplotu kolem $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, avšak výmoly, praskliny nebo díry se na našich silnicích obvykle vyskytují už při teplotách blíže k bodu mrazu. Při otevřeném povrchu vozovky v zimních obdobích vniká voda do trhlin v obrusné vrstvě komunikace. Při teplotách pod bodem mrazu dochází k rychlému poškození, degradaci poškozeného místa, kde se vytvoří výtluk či výmol, a to nejen v obrusných vrstvách, ale následně v ložných a konstrukčních vrstvách. Stav poškozeného místa se zhoršuje v souvislosti s dopravní zátěží, která způsobuje drolení hrany výmolu a tím jeho další rozšiřování. Výmoly se zhoršují nejen na silnicích zatížených nákladní dopravou, ale i tam, kde jezdí často jen osobní auta (izdoprava.cz, 2011).

3.6 Vliv vozovky

3.6.1 Mikrocirkulace

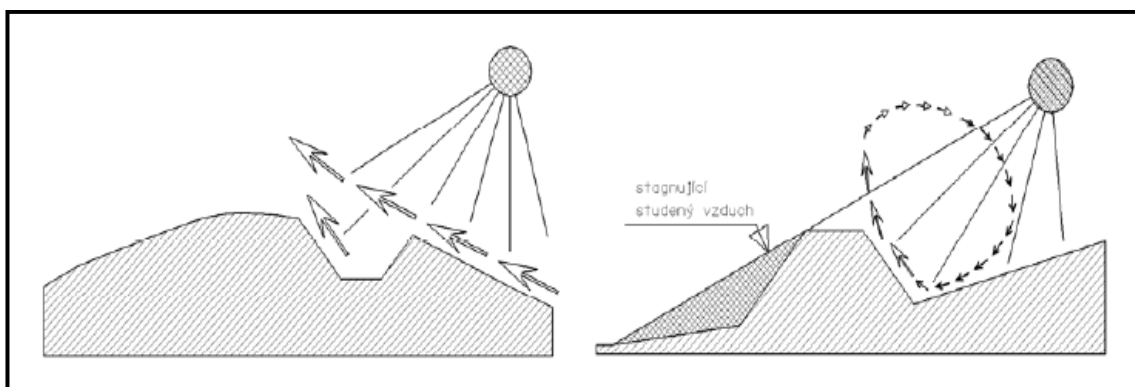
Stavba komunikace má výrazný vliv na mikrocirkulační poměry jejího blízkého okolí, a to jak změnou charakteru aktivního povrchu (např. betonové a asfaltové plochy v krajině), tak svým tvarovým řešením (náspy, zářezy). Vyšší přízemní teplota vzduchu nad vozovkou vede zpravidla ke konvektivnímu přenosu vzduchu do vyšších pater mezní vrstvy atmosféry. Naopak v přízemní vrstvě je tento vystupující vzduch zaměňován chladnějším, obvykle nekontaminovaným vzduchem z přilehlých zatravněných, nebo křovinami a kulturními plodinami porostlých ploch. Vzhledem k obecně nízké tepelné kapacitě tělesa komunikace, směřují při záporné energetické bilanci chladné mikrocirkulační proudy (často kontaminované produkty z dopravy) naopak do okolního prostředí "čisté krajiny".

Silniční náspy se chovají vzhledem ke stávajícím vzdušným proudům jako bariéra (zadržující chladný a znečištěný vzduch), nebo jako překážky, které zvyšují drsnost aktivního povrchu, a naopak podporují přenos exhalací z dopravy vírovým prouděním do atmosféry.

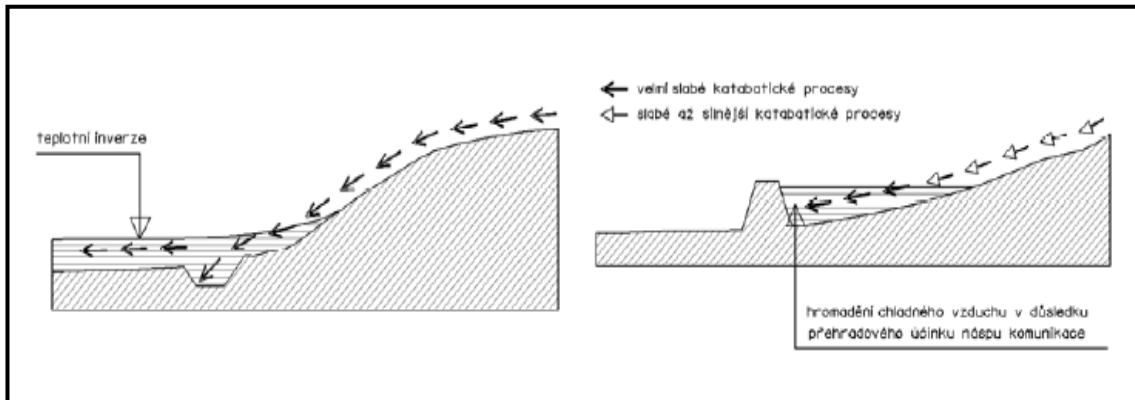
Silniční zářezy naopak výrazně mění směr přízemních vzdušných proudů, a jako mostní objekty bývají místem výrazného zvýšení rychlosti proudění, tzv. úžinový efekt.

Mikrocirkulace může za příhodných podmínek ovlivňovat vzdušnou vlhkost, teplotu vzduchu, přízemní koncentraci plynného a prašného znečištění vznikajícího dopravou. Má kladný vliv na rozrušování inverzí v brzkých ranních hodinách v chladné části roku.

Svahy tělesa komunikační stavby (zářezy, náspy) bývají při vhodné expozici velmi dobře osluněné a vzniká tak anabatická mikrocirkulace (obr. 10). Dochází zde k pohybu znečištěného silničního vzduchu do vyšších hladin spodní části atmosféry, kde jsou rozptylovány větrným prouděním. Naopak v noci dochází ke katabatickému jevu (obr. 11), stékáním chladnějšího vzduchu do míst s nižší nadmořskou výškou (Plánka, 2005).



Obr. 10 Anabatický děj (Plánka, 2005)



Obr. 11 Znárodnění katabatického děje (Plánka, 2005)

Jev, který také patří mezi důležité činitele ke sledování, je vliv povětrnostních podmínek a ovzduší na provoz komunikace. Jsou to např. nebezpečné úseky s bočním větrem, častější tvorbou sněhových závějů, oslněním nebo náledím (Plánka, 2005).

3.6.2 Namrzavost podloží vozovek

Cyklické střídání období zmrazování a tání vede k deformaci vozovky, a tím se snižuje kvalita celkové dopravy a pohybu vozidel po vozovce. Vznikne tzv. mrazový zdvih, jedná se

o vertikální změnu stavu povrchu, která je způsobena průsakem podpovrchové vody a jejím následným zmrznutím.

Míra namrzavosti je hodnota vyjádřená poměrem přírůstku zdvihu zkoušeného vzorku a přírůstku odmocniny indexu mrazu při podmínkách zkoušky. Určuje se jen pro zeminy, které obsahují více než 5 % částic menších než 0,125 mm. Ostatní zeminy se považují za nenamrzavé.

Míra namrzavosti zemin se stanovuje hodnotou β , která je dána vztahem:

$$\beta = \frac{\Delta h}{\sqrt[3]{Im}} \quad , \text{ kde}$$

Δh = naměřený zdvih zkoušeného vzorku (mm),

Im = index mrazu ($^{\circ}\text{C}$) (ČSN 72 1191, 2013).

3.6.3 Stav vozovky

Rozeznáváme několik stavů povrchu vozovky: vlhký, mokrý, suchý, zledovatělý nebo pokrytý sněhem. Sníh, jíní či led ležící na vozovce snižuje tření mezi povrchem vozovky a pneumatikou. Materiál, který je použit při výrobě komunikace, má za následek ovlivnění přilnavosti pneumatik. V místech, kde jsou tyto jevy četné a problém zde přetrvává, je důležitá a nutná kombinace několika opatření (např. zimní pneumatiky s minimální hloubkou dezénu, pravidelné odklizení sněhu, ošetření silnic proti tvorbě námraz). Místa, kde je provoz v zimním období největší, jsou zahrnuty značnou péčí (velké množství pracovních sil, strojů, použitého materiálu). Komunikace musejí být udržované v takovém stavu, který je bezpečný pro účastníky silničního provozu. V těchto případech se jedná o souhru silničních dispečerů a meteorologů. Z výše zmíněných stavů povrchu jsou všechny nebezpečné a rizikové a zhoršují sjízdnost komunikace. Do kritických stavů povrchu nepatří pouze stav suchý (Perry et Symons, 2003).

4 Materiál a metody

4.1 Zdroj dat

Pro analýzu zimního období byla vybrána meteorologická data ze stanice Praha Ruzyně. Jejím správcem je Český hydrometeorologický ústav v Praze (ČHMÚ). Praha – Ruzyně je stanice na okraji Prahy a je dobrou referenční stanicí pro stanice v Praze. Data ze stanice Praha - Ruzyně, která jsou zveřejněna na portálu Ogimet, jsou přístupna pouze po zadání kódu stanice – 11518.

Tab. 3 Základní geografické údaje klimatologické stanice (Květoň a Žák, 2004)

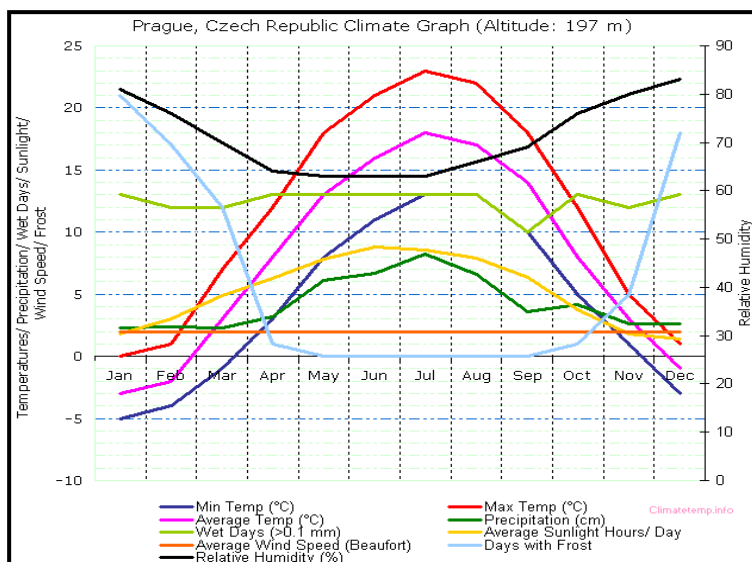
Stanice	Zeměpisná délka	Zeměpisná šířka	Nadmořská výška
Ruzyně	14° 15' v. d.	50° 06' s. š.	364 m

Meteorologická stanice Praha - Ruzyně je v této oblasti Prahy již 80 let. Roku 1937 bylo přemístěno oddělení letecké povětrnostní služby a oddělení všeobecné předpovědní služby SÚM, společně s oddělením povětrnostní služby SÚM z prostorů v Praze – Vinohradech do nových prostor na letišti Ruzyně (Flajšman a Štekl, 2009). V současné době ČHMÚ provozuje Meteorologickou služebnu Praha, zahrnující tři provozní pracoviště: pracoviště Prognózní a výstražné služby, dislokované v centru ČHMÚ, Praha 4 - Komořany, pracoviště METEOBRIEFING, dislokované na letišti Praha - Ruzyně, a pracoviště Letecké meteorologické stanice Praha - Ruzyně dislokované v prostoru dráhového systému letiště Praha - Ruzyně. Zmíněná meteorologická stanice je hlavní meteorologickou služebnou v ČR a zabezpečuje předpovědní a výstražnou službu (<http://www.avimet.cz/>, 2017).

4.1.1 Klimatické podmínky

Dle klasifikace podle B. P. Alisova (1954), se stanice Ruzyně nachází v mírném pásu. Charakteristická je pro tento pás velká proměnlivost počasí. Klimatické podmínky jsou zde stanoveny převládáním vzduchu mírných šířek neboli polárními vzduchovými hmotami. Výrazný cyklonální chod dovoluje vmísení arktického a tropického vzduchu. V mírném páse má rozhodující význam advekce vzduchu. V zimním období na pevninách bilance záření nabývá již záporných hodnot, i přes vysoké letní hodnoty je výpar (srážky), podstatně nižší než v tropických oblastech.

Roční chod jednotlivých meteorologických prvků je uveden v grafu na obr. 12.



Obr. 12 Variabilita teploty vzduchu, srážek, vlhkosti a slunečního svitu (<http://www.climatetemp.info/czech/>)

Vysvětlivky:

Min Temp – průměrné měsíční minimum teploty vzduchu,

Max Temp – průměrné měsíční maximum teploty vzduchu,

Average Temp – průměrná měsíční teplota vzduchu,

Precipitation – měsíční úhrn srážek,

Wet Days – počet dnů se srážkovým úhrnem > 0,1 mm,

Average Sunlight Hours/Day – průměrný počet hodin slunečního svitu za den,

Average Wind Speed – průměrná rychlost větru v stupnici Beauforta (°B),

Days with Frost – počet dnů mrazových (minimum teploty $\leq 0,1$ °C),

Relative Humidity – průměrná měsíční relativní vlhkost vzduchu.

4.1.2 Zpracování dat

Meteorologická data byla získána z portálu www.Ogimet.com. Jedná se o informační webový portál, který poskytuje meteorologická data. Pro zpracování byla použita denní data zimního období - prosinec, leden, únor a březen, z let 2006–2015. Z tabulek, uvedených na portálu Ogimet, byla vytvořena databáze (příklad tab. 4) z informací vhodných k analýze vzhledem k tomu, že jsou klíčové ke vzniku dopravních silničních nehod např. rychlost větru, maximální teplota, minimální teplota, výška sněhu, sluneční svit. Veškerá potřebná denní data byla sepsána do Microsoft Excel pro přehlednější následnou práci s nimi.

Z jednotlivých denních hodnot, byly zjištěny měsíční průměry a následně porovnány se standardním klimatologickým normálem 1961–1990 (Křivancová a Vavruška, 1997). Ze zjištěných hodnot byly vytvořeny grafy.

Souběžně byly prováděny základní statistické operace pomocí analýzy dat v programu MS Excel (průměry, chyba střední hodnoty, medián, modus, směrodatná odchylka, rozptyl výběru, rozdíl maxim a minim, minimum, maximum, součet, hladinu spolehlivosti 95 %). Popisná statistika byla zpracována pro jednotlivé meteorologické prvky a vybrané roky.

vzniklých za nepříznivých povětrnostních podmínek. Byly porovnány vybrané měsíce a roky. Sloupcové grafy byly tvořeny také v programu MS Excel.

Tab. 5 Vzniklé nehody v měsíci leden/2006 a jejich detailní hodnocení (Autorska, 2017)

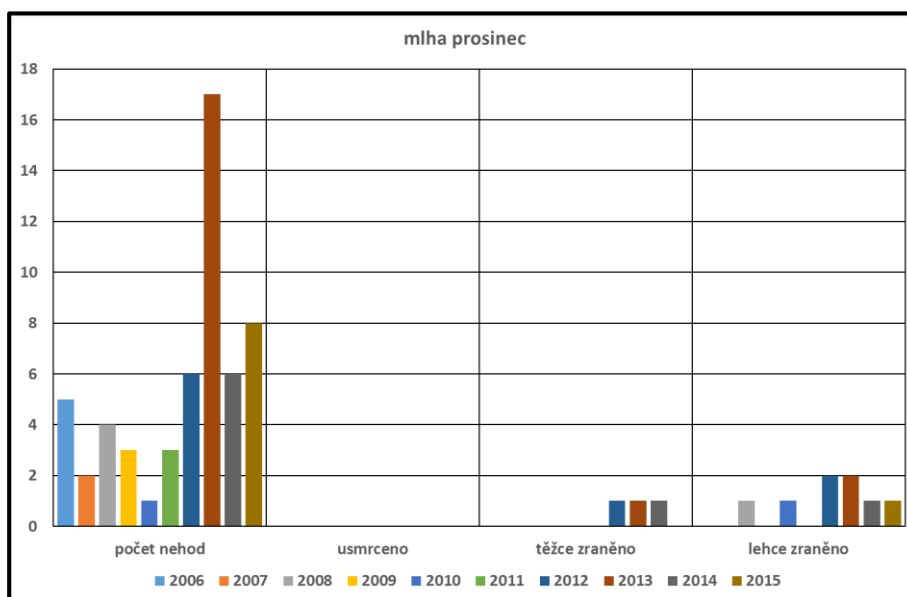
rok	měsíc	p18 - povětrnostní podmínky PRAHA	počet nehod	usmrceno	těžce zraněno	lehce zraněno	hmotná škoda
2006	1	jiné ztížené	1	0	0	1	0
2006	1	neztížené	2 649	13	31	156	139 259 300
2006	1	mlha	7	0	0	0	263 000
2006	1	na počátku deště	55	0	2	2	2 285 000
2006	1	děšť	36	0	1	2	2 070 000
2006	1	sněžení	113	0	0	11	5 723 000
2006	1	náledí, námraza	85	1	1	6	5 279 000

5 Výsledky

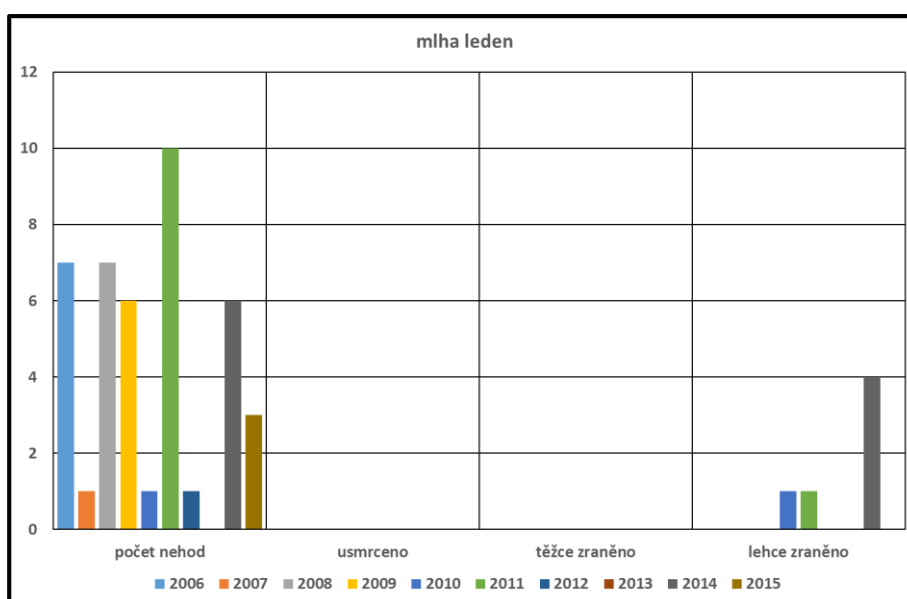
5.1 Grafy dopravních nehod ovlivněné povětrnostní situací

Uvedené grafy popisují závažnost dopravních nehod (v měsících – prosinec, leden, únor, březen, v období od roku 2006–2015, pro město Praha) v závislosti na povětrnostních podmínkách – mlha, déšť, sněžení, námraza (náledí) a vítr. Vybrané meteorologické prvky jsou pro vznik dopravních nehod klíčové.

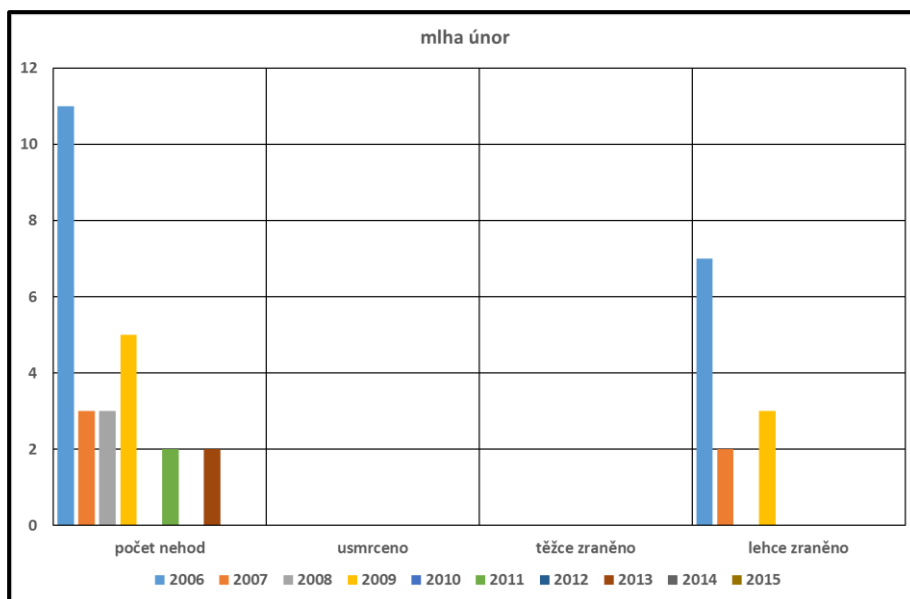
5.1.1 Mlha



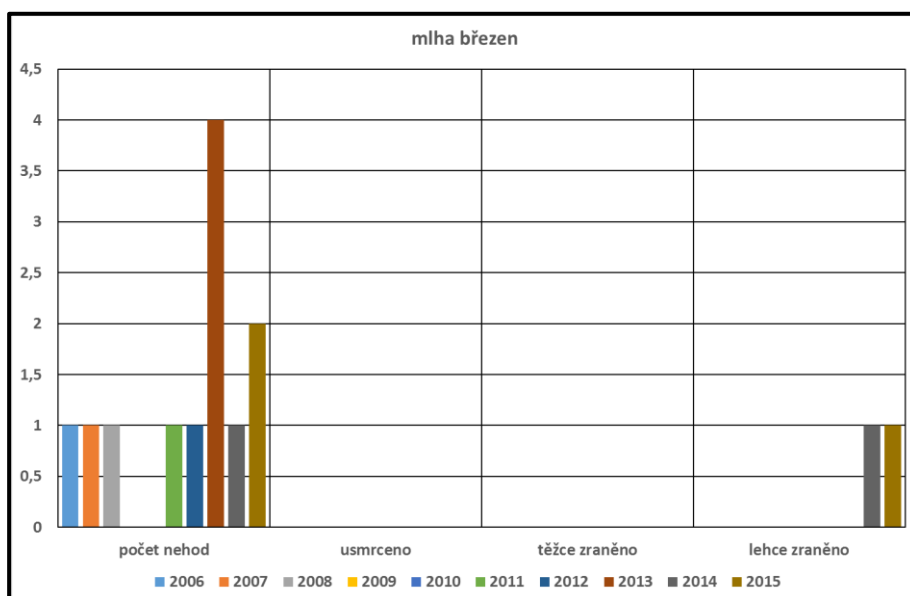
Obr. 13 Závažnost dopravních nehod ovlivněná mlhou – prosinec



Obr. 14 Závažnost dopravních nehod ovlivněná mlhou – leden



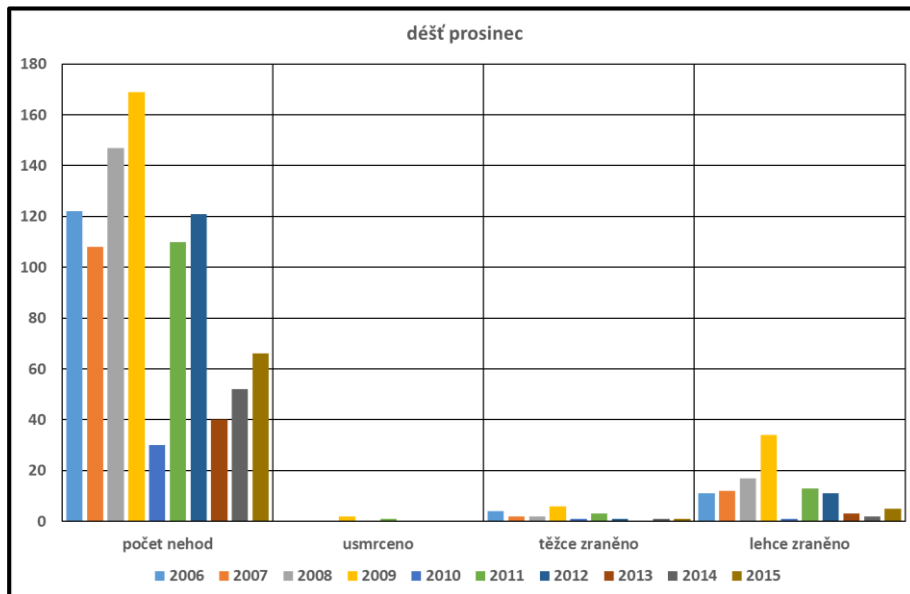
Obr. 15 Závažnost dopravních nehod ovlivněná mlhou – únor



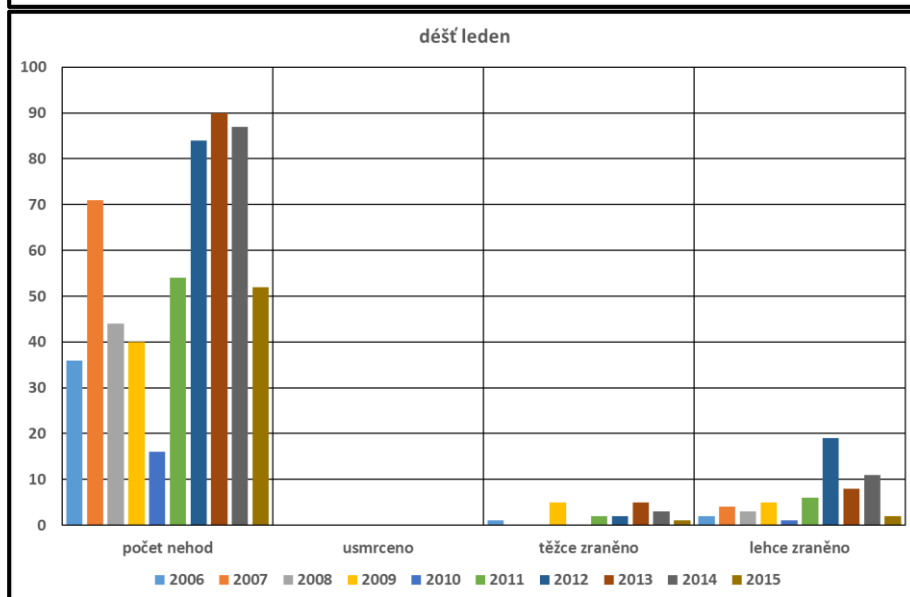
Obr. 16 Závažnost dopravních nehod ovlivněná mlhou – březen

Z grafů je patrné, že největší počet dopravních nehod v důsledku mlhy se stal v měsících prosinec a leden. V souvislosti s mlhou nebyla usmrcena v tomto období při vzniklých dopravních nehodách žádná osoba. Minimum osob bylo těžce zraněno v měsíci prosinec, konkrétně při nehodách v letech 2012, 2013 a 2014. V každém z uvedených měsíců se lehce zranilo několik osob.

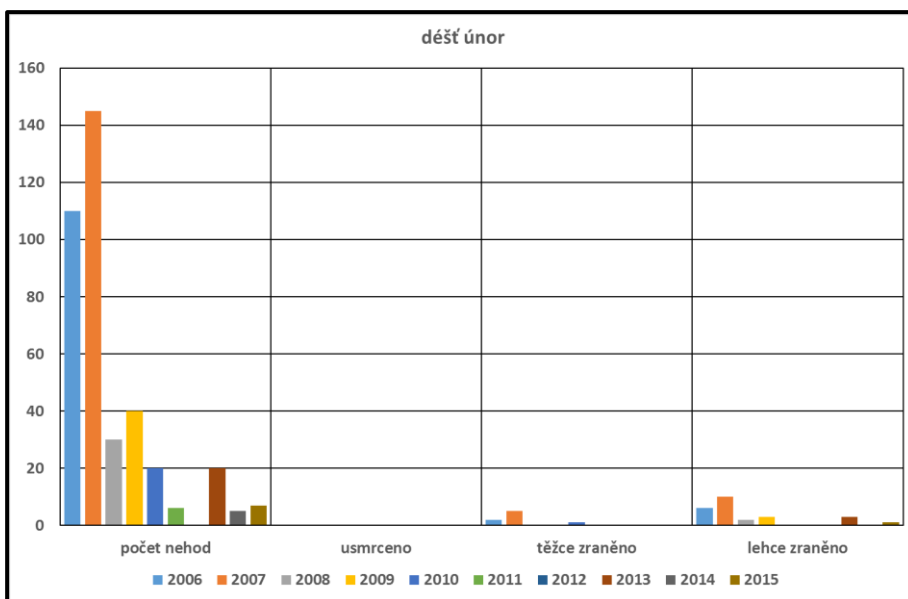
5.1.2 Déšť



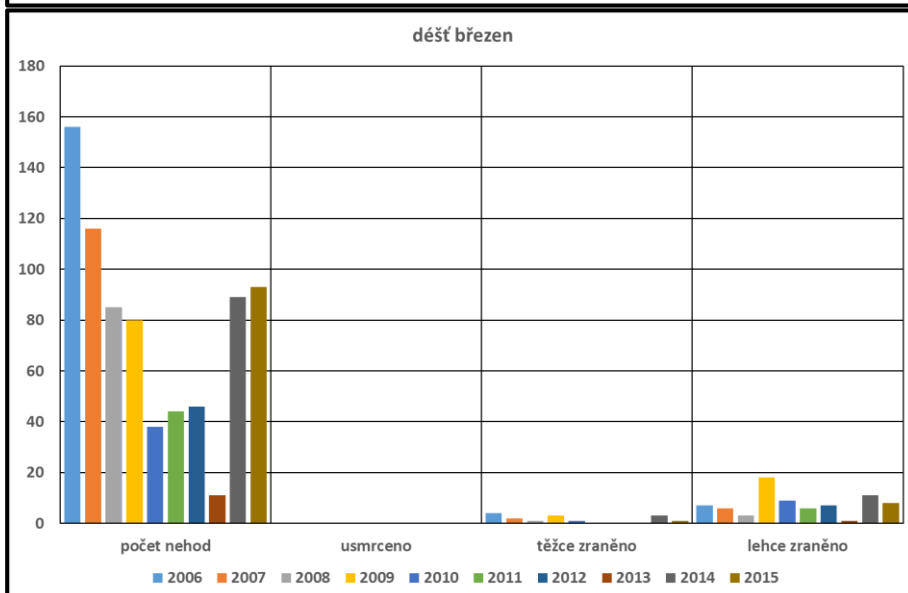
Obr. 17 Závažnost dopravních nehod ovlivněná deštěm – prosinec



Obr. 18 Závažnost dopravních nehod ovlivněná deštěm – leden



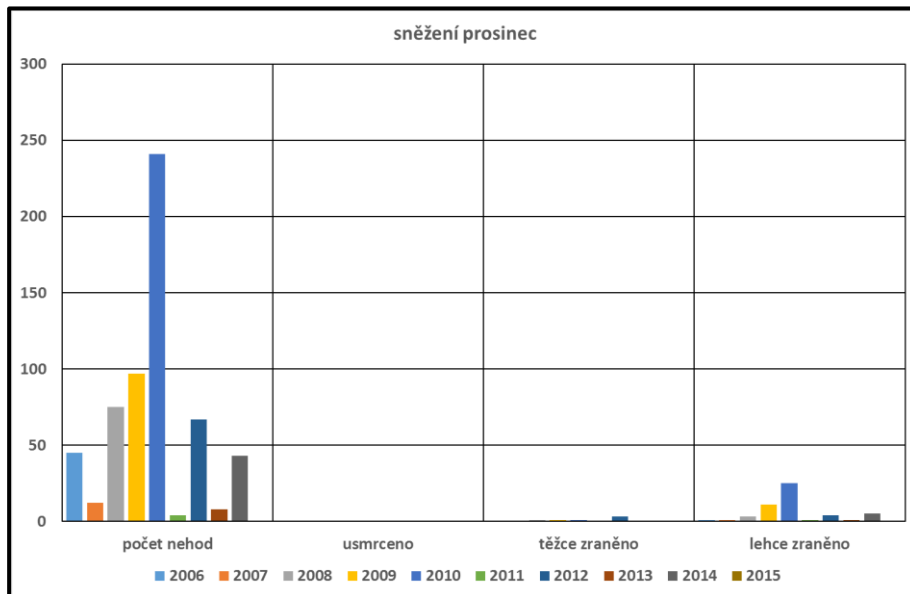
Obr. 19 Závažnost dopravních nehod ovlivněná deštěm – únor



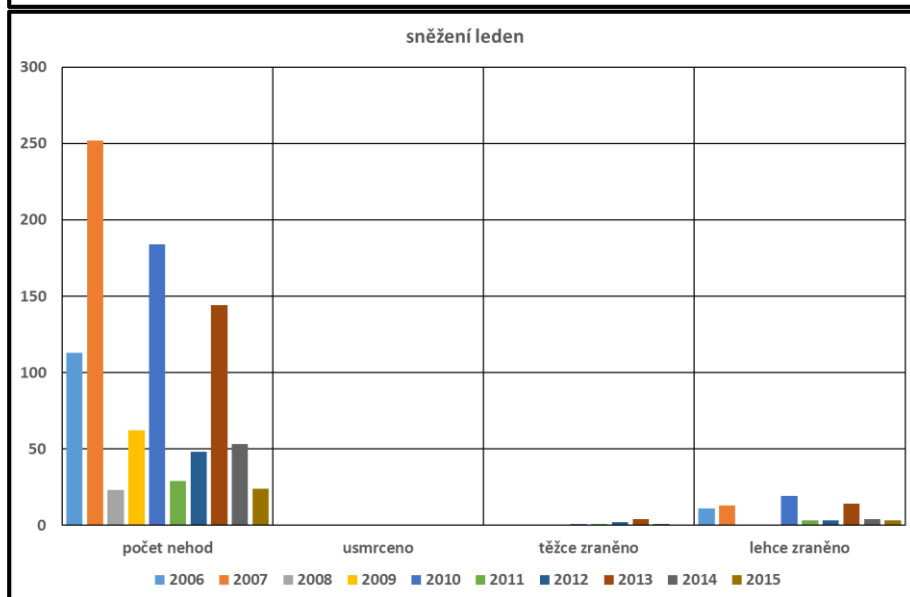
Obr. 20 Závažnost dopravních nehod ovlivněná deštěm – březen

Vysoký počet dopravních nehod (v důsledku deště) je ve všech vybraných měsících. Nejzávažnější situace byla v prosinci 2009, lednu 2013, 2014, 2015, únoru 2007 a v březnu 2006. Při dešti přišlo o život několik osob. Z grafu lze vyčíst, že byly usmrceny 3 osoby v měsíci prosinec, roku 2009 a 2011. Několik desítek osob bylo těžce a lehce zraněno.

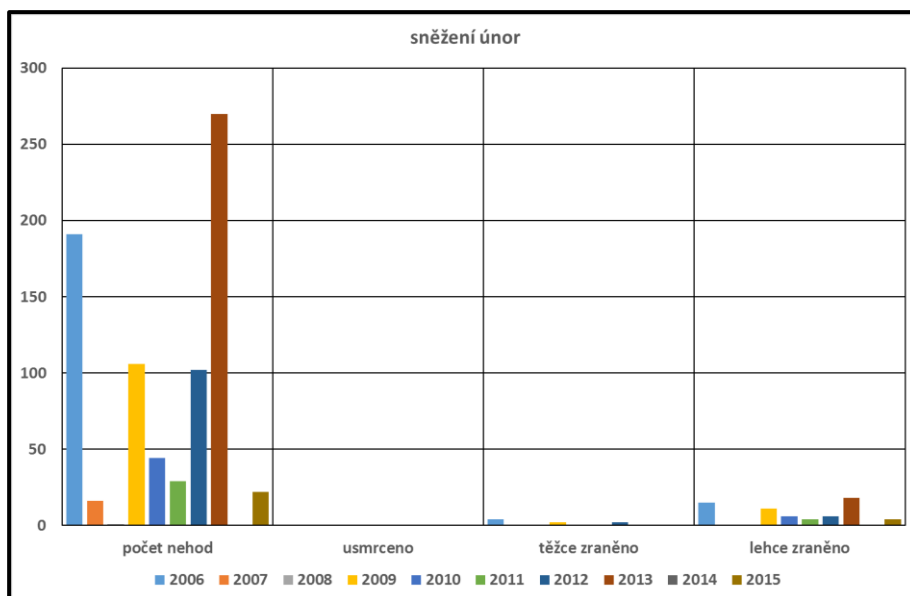
5.1.3 Sněžení



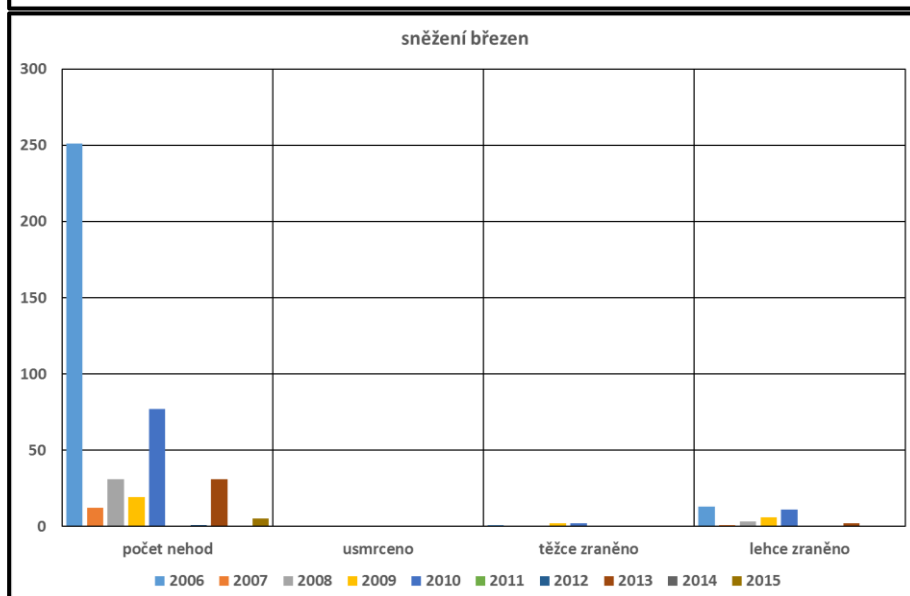
Obr. 21 Závažnost dopravních nehod ovlivněná sněžením – prosinec



Obr. 22 Závažnost dopravních nehod ovlivněná sněžením – leden



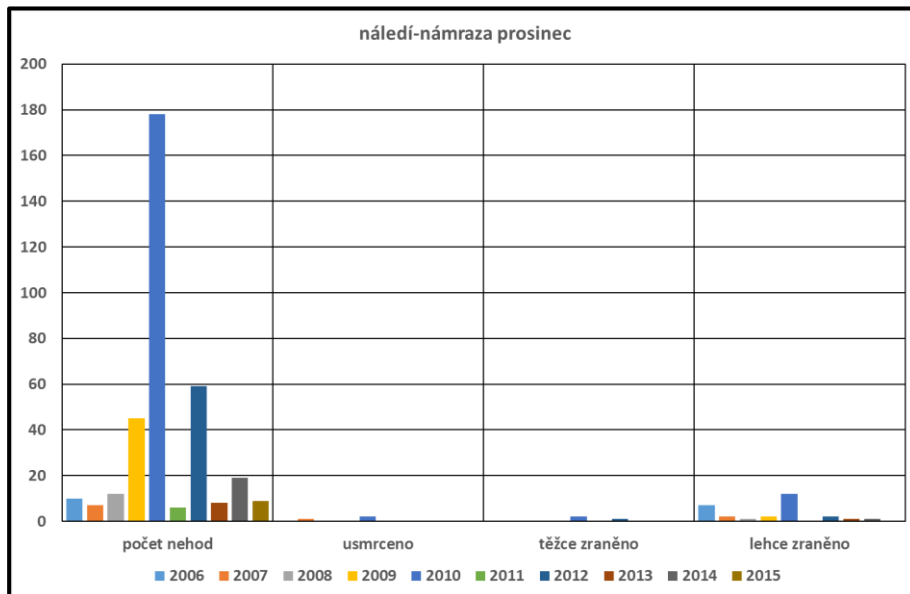
Obr. 23 Závažnost dopravních nehod ovlivněná sněžením – únor



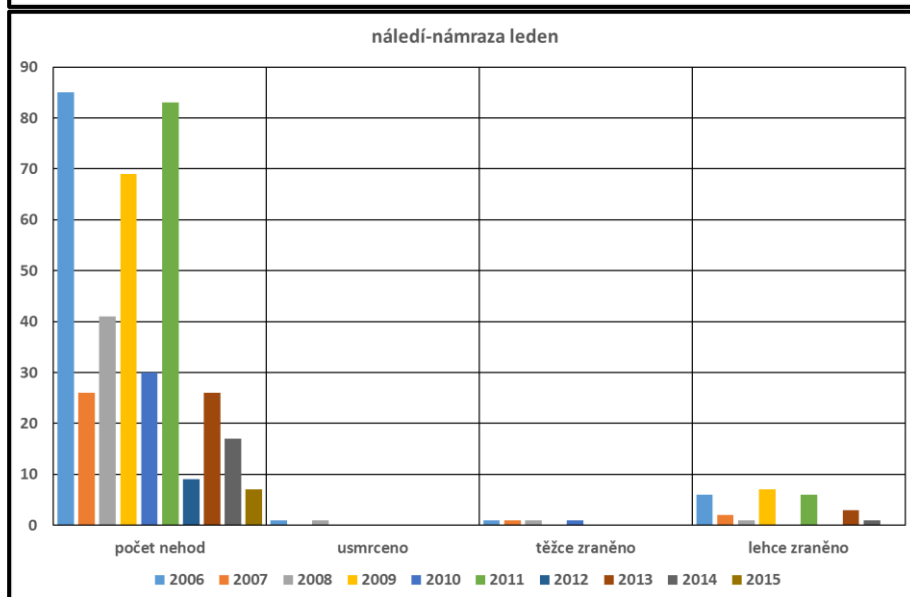
Obr. 24 Závažnost dopravních nehod ovlivněná sněžením – březen

Vysoký počet dopravních nehod je ve všech uvedených měsících. V souvislosti s intenzivním sněžením byly rizikové roky 2006, 2007, 2010 a 2013, a však nebyla usmrcena žádná osoba. Minimum osob bylo zraněno těžce. Největší počet lehce zraněných osob (61 osob) bylo v roce 2010.

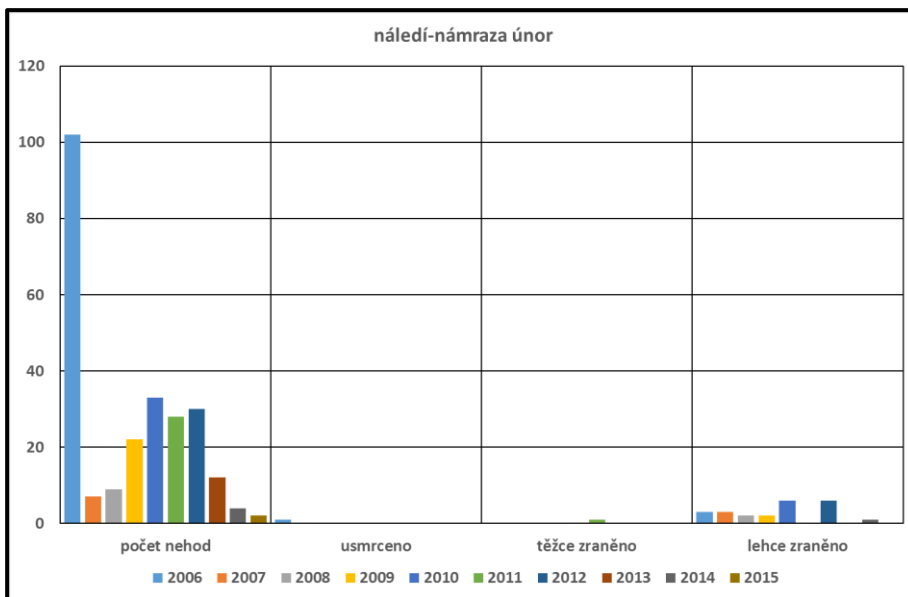
5.1.4 Náledí - námraza



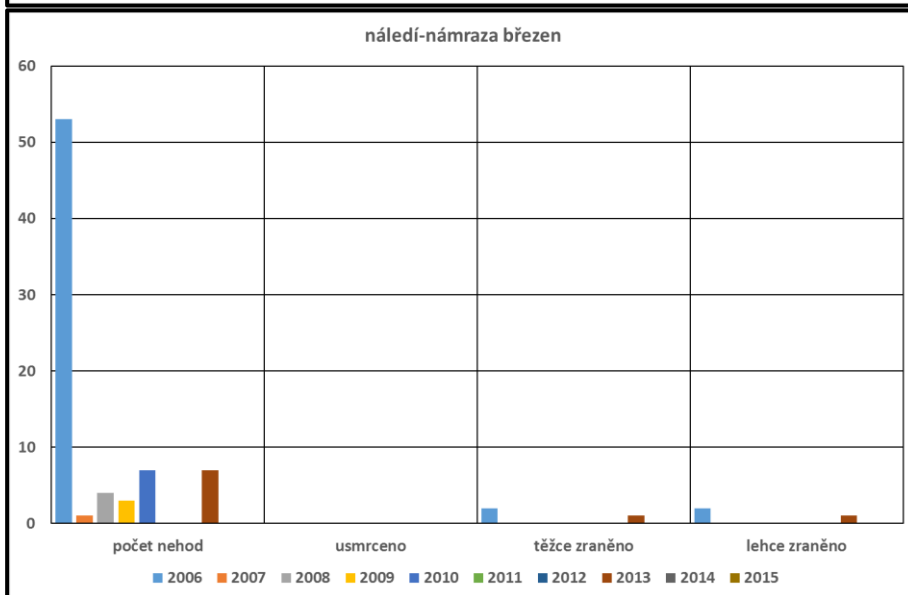
Obr. 25 Závažnost dopravních nehod ovlivněná náledím – prosinec



Obr. 26 Závažnost dopravních nehod ovlivněná náledím – leden



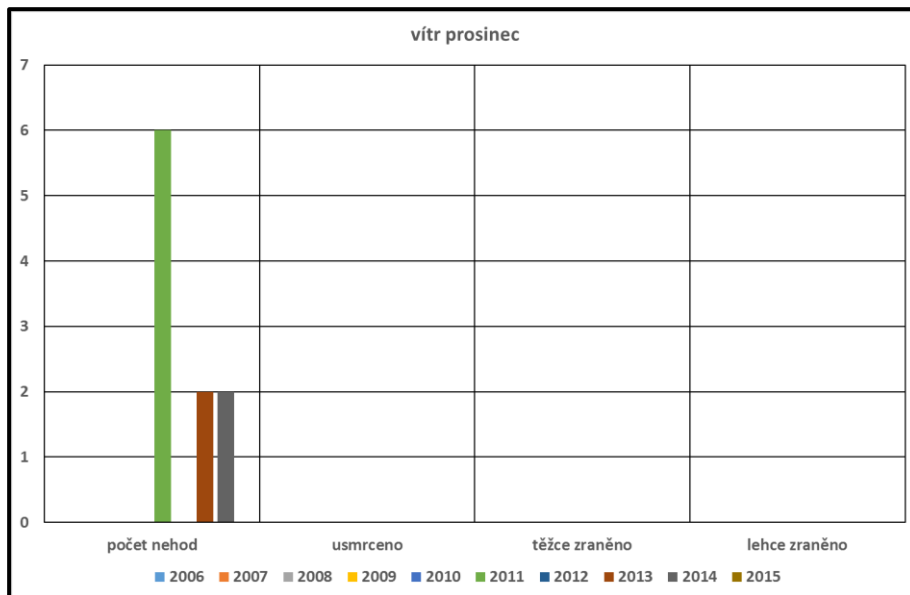
Obr. 27 Závažnost dopravních nehod ovlivněná náledím – únor



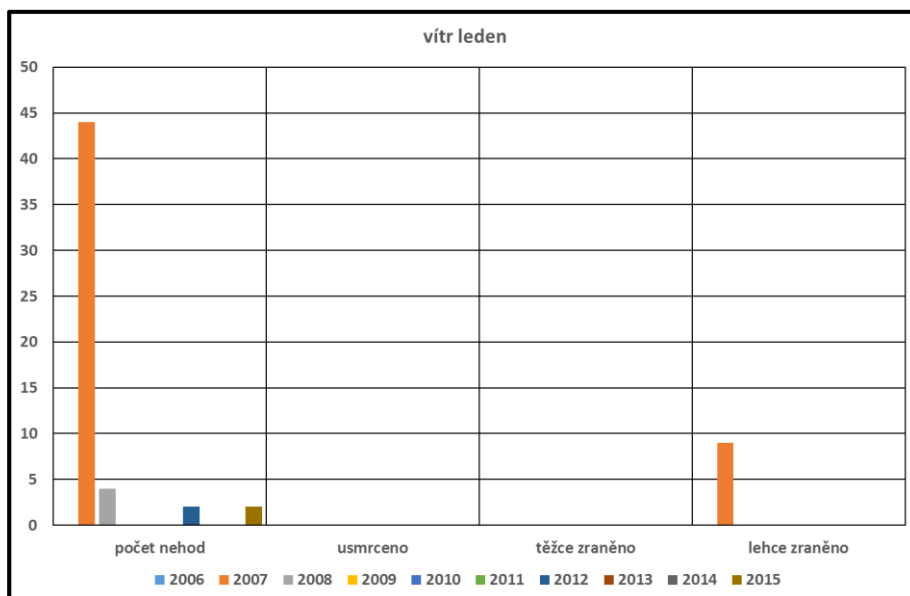
Obr. 28 Závažnost dopravních nehod ovlivněná náledím – březen

Dle uvedených grafů je patrné, že největší počet dopravních nehod se stal v prosinci 2010, kdy počet nehod dosáhl 180 dopravních nehod za měsíc. Dalším tragickým rokem, co se týče počtu dopravních nehod, byl rok 2006. Toho roku se stalo 240 dopravních nehod během tří měsíců. Za celé období bylo usmrceno, v souvislosti s náledím či námrazou, šest osob. Několik desítek dopravních nehod si vyžádalo lehká a těžká zranění.

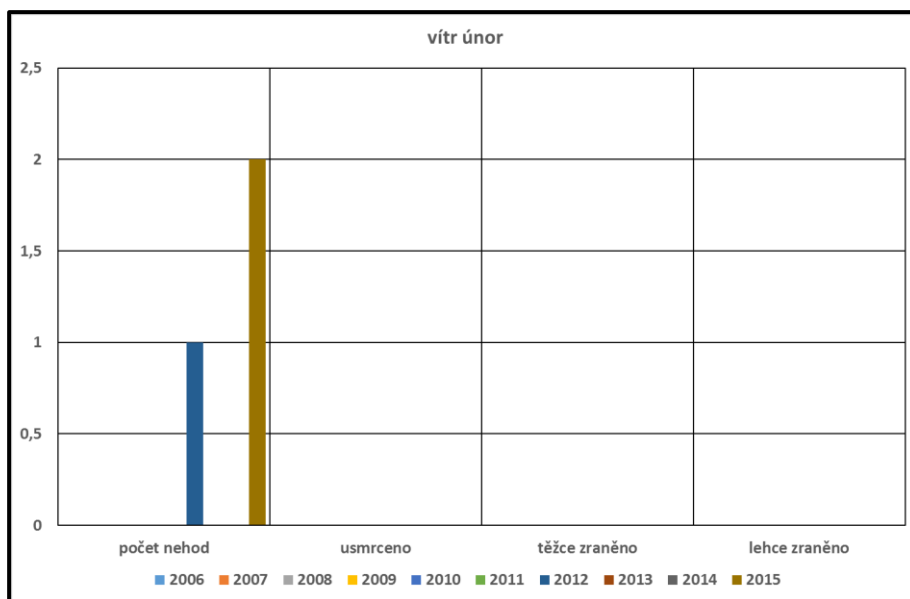
5.1.5 Rychlost větru



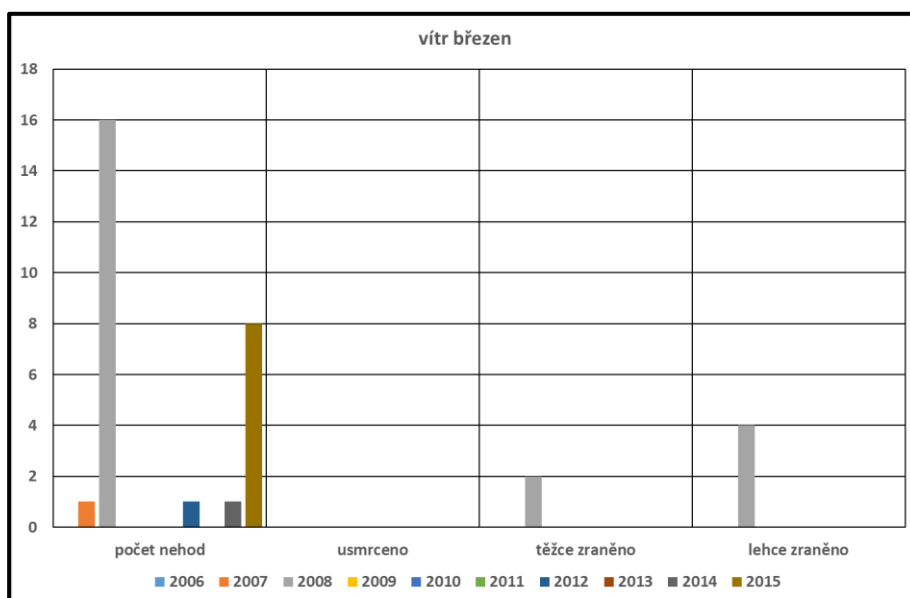
Obr. 29 Závažnost dopravních nehod ovlivněná rychlostí větru – prosinec



Obr. 30 Závažnost dopravních nehod ovlivněná rychlostí větru – leden



Obr. 31 Závažnost dopravních nehod ovlivněná rychlostí větru – únor



Obr. 32 Závažnost dopravních nehod ovlivněná rychlostí větru – březen

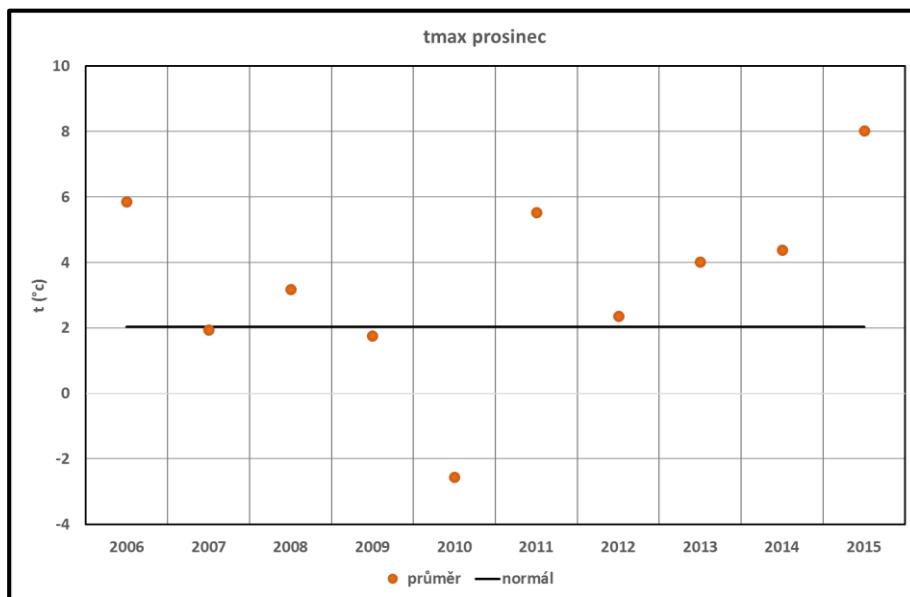
Z grafů lze vyčíst, že největší počet dopravních nehod se stal v lednu 2007. Nebyla usmrcena žádná osoba. Dvě osoby se zranily při dopravní nehodě v březnu 2008. Několik osob se zranilo lehce v lednu a březnu.

Dle výsledných grafů je patrné, že meteorologický prvek, který má za následek největší počet dopravních nehod, je déšť, na druhé pozici pak sněžení. Naopak nejmenší počet dopravních nehod způsobuje vítr a mlha. V počtu usmrcených osob dominuje náledí (námraza), na druhém místě je déšť. Celkovým nejtragičtějším měsícem je leden. Mezi kritické roky, co se týče závažnosti dopravních nehod, byl rok 2006, 2009 a 2010.

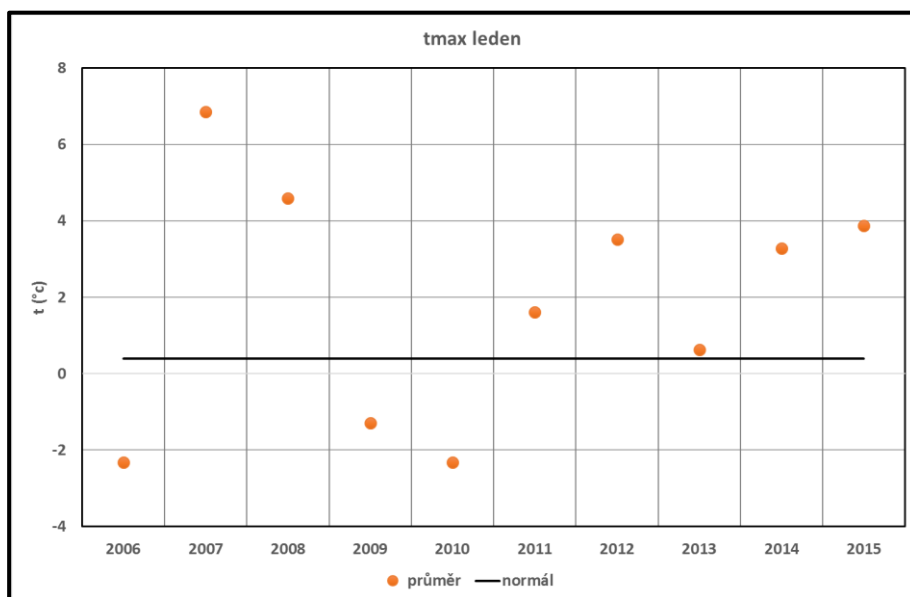
5.2 Průměry, normály, statistika

V grafech jsou porovnány průměry v letech 2006–2015 ze stanice Praha - Ruzyně s normálem ve vybraném období. Jedná se o měsíce prosinec, leden, únor a březen. Zpracovány byly grafy pro teplotu maximální, teplotu minimální, rychlost větru, úhrn srážek, výšku sněhu a sluneční svit. Pro detailnější přehled poskytuje popisná statistika pro každý měsíc.

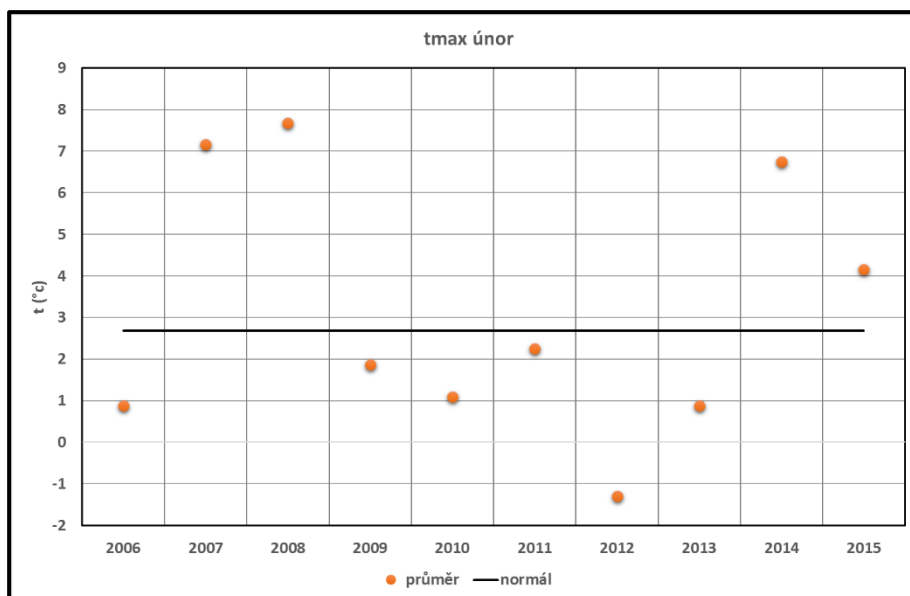
5.2.1 Maximální teplota vzduchu (tmax)



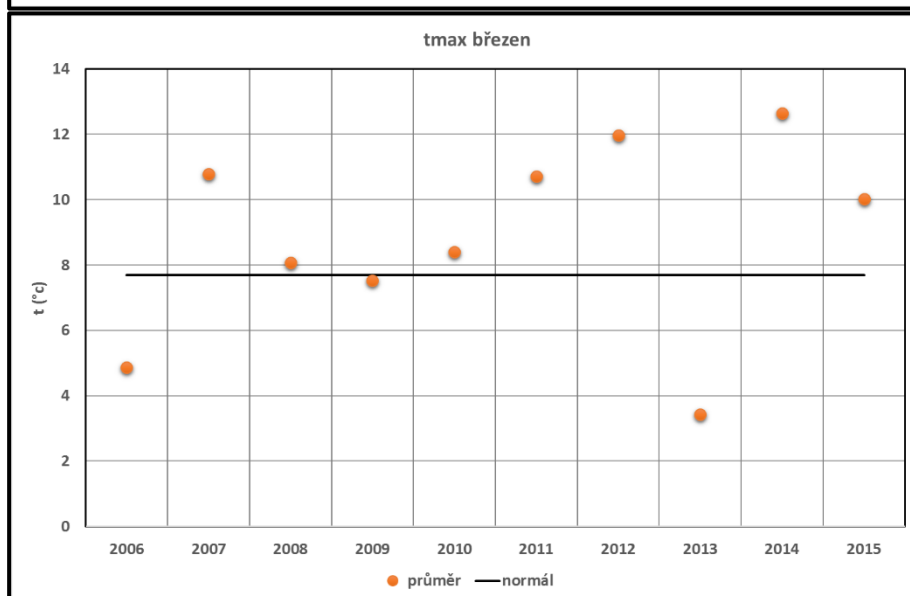
Obr. 33
Porovnání
stanovených
průměrů a
normálů –
prosinec



Obr. 34
Porovnání
stanovených
průměrů a
normálů –
leden



Obr. 35
Porovnání
stanovených
průměrů a
normálů – únor



Obr. 36
Porovnání
stanovených
průměrů a
normálů – březen

Nejnižší průměrná maximální teplota byla v prosinci 2010. Nejchladnějším měsícem z vybraných měsíců byl leden. Naopak nejvyšší tmax byla v březnu 2014, zároveň je březen z uvedených měsíců nejteplejší.

Tab. 6 Popisná statistika – maximální teplota vzduchu – prosinec

Tmax	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Stř. hodnota	5,9	1,9	3,2	1,8	-2,6	5,5	2,4	4,0	4,4	8,0
Chyba stř. hod.	0,6	0,9	0,6	0,9	0,6	0,5	0,7	0,5	0,8	0,6
Medián	5,3	0,2	3,8	2,1	-1,9	5,1	1,4	4,4	5,0	8,4
Modus	4,5	-0,2	5,8	8,2	-1,2	2,8	1,4	4,5	4,0	8,4
Směr. odchylka	3,6	5,1	3,4	5,1	3,6	2,8	3,9	3,0	4,4	3,1
Rozptyl výběru	12,9	25,6	11,7	26,1	12,7	7,8	15,2	8,8	19,4	9,8
Špičatost	-0,5	-1,1	0,1	0,4	-0,9	-0,6	-0,5	-0,5	-0,7	-0,2
Šikmost	0,1	0,2	-0,9	-0,8	-0,1	0,2	0,5	-0,2	-0,4	-0,6
Rozdíl max-min	14,1	17,5	13,4	21,0	12,9	10,8	15,4	11,1	15,5	12,8

Tmax	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Minimum	-0,9	-5,4	-5,2	-10,8	-8,9	0,5	-4,2	-2,3	-4,0	-0,1
Maximum	13,2	12,1	8,2	10,2	4,0	11,3	11,2	8,8	11,5	12,7
Součet	181,9	60,1	98,4	54,5	-79,4	171,5	73,1	124,6	136,0	248,8
Počet	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0
Hladina spoleh. (95 %)	1,31 6	1,85 5	1,25 4	1,87 3	1,30 6	1,02 2	1,43 1	1,09 1	1,61 7	1,14 6

Tab. 7 Popisná statistika – maximální teplota vzduchu – leden

Tmax	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Stř. hodnota	-2,3	6,8	4,6	-1,3	-2,3	1,6	3,5	0,6	3,3	3,9
Chyba stř. hod.	0,7	0,9	0,6	0,7	0,5	0,8	0,6	1,0	0,8	0,6
Medián	-1,9	7,4	4,8	-0,6	-2,5	1,0	3,9	-0,6	3,8	2,9
Modus	-1,2	9,2	8,1	1,9	-2,1	1,2	5,2	4,8	2,0	2,0
Směr. odchylka	3,6	5,0	3,6	4,1	2,9	4,7	3,5	5,7	4,7	3,1
Rozptyl výběru	13,2	25,4	12,7	17,1	8,6	21,8	12,1	32,4	21,8	9,4
Špičatost	0,1	-0,3	-0,2	-1,1	-0,3	-0,5	-0,5	-1,2	-0,5	2,6
Šikmost	-0,6	-0,6	-0,3	-0,3	0,3	0,2	0,0	0,2	0,0	1,6
Rozdíl max-min	15,0	18,0	13,8	13,5	12,4	17,8	14,0	20,6	18,4	13,3
Minimum	-11,8	-4,1	-2,9	-9,1	-8,0	-7,4	-2,9	-8,8	-6,9	0,1
Maximum	3,2	13,9	10,9	4,4	4,4	10,4	11,1	11,8	11,5	13,4
Součet	-72,3	212,3	142,3	-40,4	-72,3	49,9	108,7	19,6	101,6	120,0
Počet	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0
Hladina spoleh. (95 %)	1,3	1,8	1,3	1,5	1,1	1,7	1,3	2,1	1,7	1,1

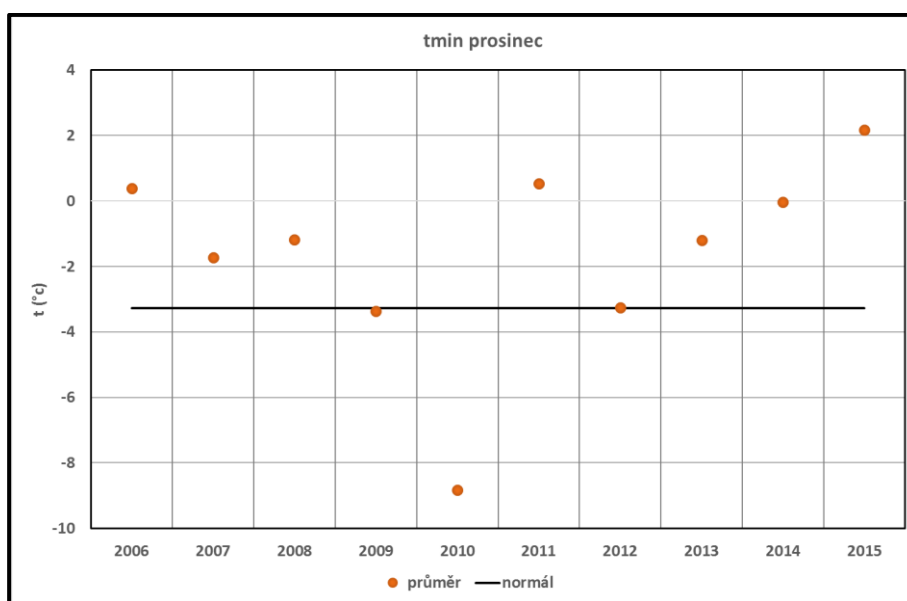
Tab. 8 Popisná statistika – maximální teplota vzduchu – únor

Tmax	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Stř. hodnota	0,9	7,2	7,7	1,9	1,1	2,2	-1,3	0,9	6,7	4,2
Chyba stř. hod.	0,5	0,5	0,9	0,5	0,8	1,0	1,3	0,5	0,6	0,6
Medián	0,7	7,3	8,1	1,7	0,6	1,7	-0,7	1,1	7,2	4,6
Modus	-2,5	7,3	9,6	2,0	2,3		2,1	1,8	2,5	4,6
Směr. odchylka	2,8	2,5	4,6	2,9	4,5	5,3	6,9	2,9	2,9	3,2
Rozptyl výběru	7,8	6,0	21,4	8,2	20,1	27,7	47,1	8,3	8,6	9,9
Špičatost	0,1	0,2	0,4	0,9	-0,6	-1,0	-1,6	-0,1	0,2	-1,0
Šikmost	0,3	-0,6	0,2	1,1	0,4	0,0	0,0	0,1	-0,9	0,2
Rozdíl max-min	12,2	10,2	20,5	11,1	16,2	17,8	21,1	12,0	11,3	11,3
Minimum	-4,5	1,4	-1,3	-1,6	-5,8	-7,3	-11,0	-4,8	0,0	-0,8
Maximum	7,7	11,6	19,2	9,5	10,4	10,5	10,1	7,2	11,3	10,5
Součet	24,7	200,5	215,0	52,1	30,7	62,9	-36,3	24,5	188,9	116,3
Počet	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0
Hladina spoleh. (95 %)	1,083	0,951	1,792	1,111	1,738	2,040	2,660	1,120	1,139	1,223

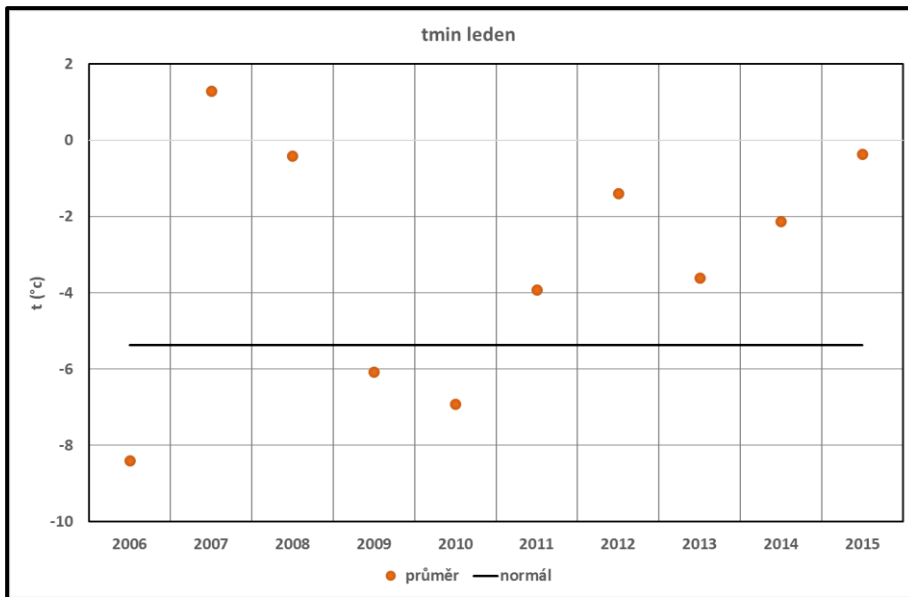
Tab. 9 Popisná statistika – maximální teplota vzduchu – březen

Tmax	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Stř. hodnota	4,9	10,8	8,1	7,5	8,4	10,7	12,0	3,4	12,6	10,0
Chyba stř. hodnoty	1,0	0,7	0,7	0,4	1,3	0,8	0,9	0,7	0,7	0,6
Medián	3,2	11,1	8,2	7,2	7,4	10,7	10,2	3,8	12,2	10,6
Modus	1,5	13,7	3,8	8,6	-1,2	14,2	7,8		9,2	7,7
Směr. odchylka	5,6	3,6	4,1	2,3	7,4	4,3	5,1	4,1	3,9	3,5
Rozptyl výběru	31,0	13,3	16,6	5,4	55,3	18,6	25,8	16,9	15,4	11,9
Špičatost	0,5	-0,4	-0,7	1,3	-1,4	-1,1	-1,1	-0,7	-0,5	-1,1
Šikmost	0,9	-0,4	0,3	0,7	0,1	-0,3	0,5	0,3	0,4	-0,1
Rozdíl max-min	23,4	14,5	14,3	11,7	25,3	15,1	17,2	15,3	15,4	13,0
Minimum	-3,2	3,2	2,2	2,6	-3,8	2,4	4,5	-3,1	5,7	3,7
Maximum	20,2	17,7	16,5	14,3	21,5	17,5	21,7	12,2	21,1	16,7
Součet	150,9	334,2	250,4	233,6	260,7	331,9	371,1	106,0	391,8	310,7
Počet	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0
Hladina spoleh. (95 %)	2,043	1,338	1,496	0,854	2,727	1,580	1,865	1,507	1,439	1,268

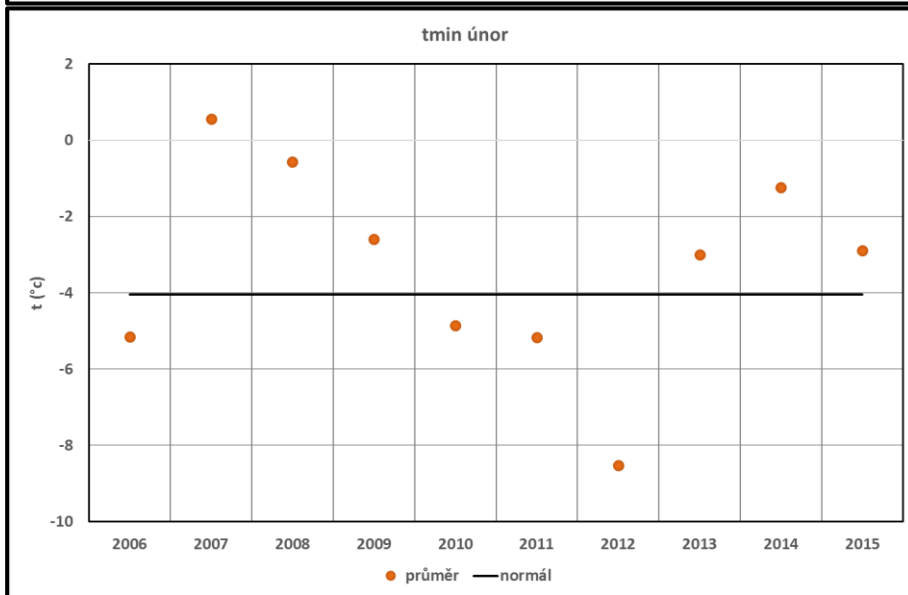
5.2.2 Minimální teplota vzduchu (tmin)



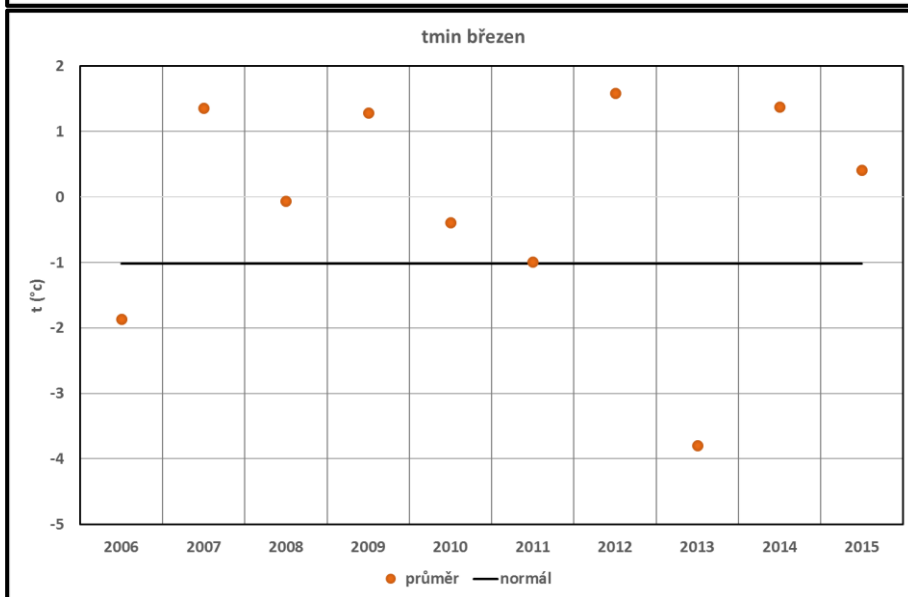
Obr. 37
Porovnání stanovených průměrů a normálů – prosinec



Obr. 38
Porovnání
stanovených
průměrů a
normálů – leden



Obr. 39
Porovnání
stanovených
průměrů a
normálů – únor



Obr. 40
Porovnání
stanovených
průměrů a
normálů – březen

Z grafů je patrné, že průměrná nejnižší teplota byla naměřena v prosinci 2010, lednu 2006 a únoru 2012. Ve všech uvedených případech se teplota blížila k - 9 °C. Nejteplejším měsícem byl v tomto případě prosinec 2015.

Tab. 10 Popisná statistika – minimální teplota vzduchu – prosinec

Tmin	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Stř. hodnota	0,4	-1,7	-1,2	-3,4	-8,8	0,5	-3,2	-1,2	0,0	2,2
Chyba stř. hod.	0,6	0,7	0,7	1,0	0,9	0,4	0,7	0,5	0,8	0,6
Medián	0,7	-2,2	-0,2	-1,6	-9,5	0,5	-2,6	-1,3	1,2	2,4
Modus	2,1	0,4		0,3	-14,8	2,3	1,0	-0,5	1,2	2,4
Směr. odchylka	3,5	4,1	4,0	5,8	4,8	2,4	4,1	3,1	4,7	3,3
Rozptyl výběru	12,0	16,9	15,9	33,1	23,5	5,7	17,1	9,3	21,7	10,6
Špičatost	1,1	-1,1	0,2	0,4	-1,2	0,2	-0,6	0,2	0,1	1,2
Šikmost	-0,5	0,3	-0,9	-1,1	0,1	-0,1	-0,3	-0,2	-0,8	-0,7
Rozdíl max-min	16,7	13,4	14,5	21,1	16,1	10,3	15,6	12,0	17,7	15,4
Minimum	-9,3	-6,9	-10,2	-17,0	-16,5	-4,6	-11,7	-7,7	-10,9	-7,4
Maximum	7,4	6,5	4,3	4,1	-0,4	5,7	3,9	4,3	6,8	8,0
Součet	12,1	-53,5	-36,5	-104,4	-274,0	16,7	-100,7	-37,4	-1,2	67,3
Počet	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0
Hladina spoleh. (95 %)	1,270	1,509	1,461	2,110	1,777	0,878	1,516	1,120	1,710	1,193

Tab. 11 Popisná statistika – minimální teplota vzduchu – leden

Tmin	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Stř. hodnota	-8,4	1,3	-0,4	-6,1	-6,9	-3,9	-1,4	-3,6	-2,1	-0,4
Chyba stř. hod.	0,9	0,8	0,6	0,8	0,7	1,0	0,8	1,1	0,7	0,4
Medián	-8,5	2,4	-0,2	-5,5	-7,1	-3,3	-0,3	-4,5	-1,3	-0,3
Modus	-2,2	1,5	-2,4	-2,5	-7,5	-9,6	1,0	4,4	-2,1	0,2
Směr. odchylka	5,2	4,6	3,5	4,4	4,1	5,5	4,3	5,9	4,0	2,1
Rozptyl výběru	27,3	21,2	12,3	19,7	16,5	30,1	18,8	35,3	16,4	4,3
Špičatost	-1,3	-0,2	0,5	-1,3	2,8	-0,2	-0,1	-0,2	3,7	1,7
Šikmost	0,1	-0,8	0,7	-0,3	-1,1	-0,3	-0,7	-0,3	-1,7	0,6
Rozdíl max-min	17,8	16,9	14,1	13,8	20,5	22,7	17,6	23,8	18,3	9,9
Minimum	-16,9	-9,5	-5,6	-13,0	-20,4	-16,0	-10,8	-19,0	-15,0	-4,1
Maximum	0,9	7,4	8,5	0,8	0,1	6,7	6,8	4,8	3,3	5,8
Součet	-260,5	40,1	-12,9	-188,6	-214,7	-121,7	-43,3	-111,8	-65,8	-11,4
Počet	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0
Hladina spoleh. (95 %)	1,915	1,688	1,284	1,628	1,492	2,013	1,589	2,180	1,483	0,758

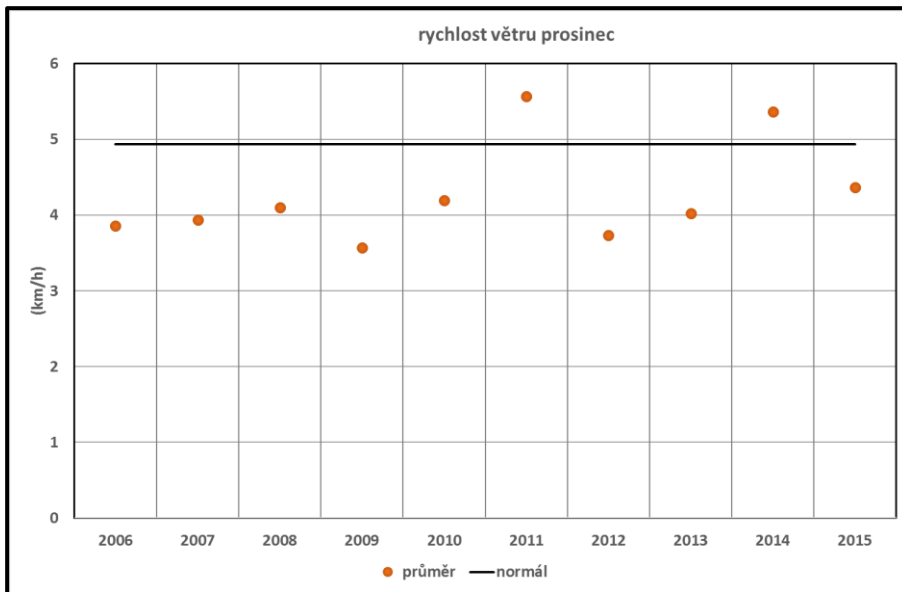
Tab. 12 Popisná statistika – minimální teplota vzduchu – únor

Tmin	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Stř. hodnota	-5,2	0,6	-0,6	-2,6	-4,9	-5,2	-8,5	-3,0	-1,2	-2,9
Chyba stř. hod.	0,9	0,4	0,8	0,6	0,9	1,0	1,6	0,5	0,4	0,5
Medián	-5,5	0,5	-0,2	-1,7	-5,1	-4,1	-7,4	-2,8	-1,4	-2,7
Modus		-0,4	-3,0	-0,3	-8,7	-13,8	-14,8	-0,8	-1,6	-3,7
Směr. odchylka	4,9	2,1	4,1	3,3	4,5	5,5	8,6	2,7	2,1	2,5
Rozptyl výběru	24,3	4,6	16,5	11,0	20,5	30,0	73,7	7,3	4,5	6,4
Špičatost	-0,3	0,1	-0,4	-0,4	-1,2	-0,9	-1,6	-0,8	0,1	0,5
Šikmost	-0,6	-0,1	-0,2	-0,5	0,0	-0,1	0,0	-0,3	-0,3	-0,6
Rozdíl max-min	18,2	8,8	15,8	13,5	15,7	18,6	25,9	9,7	9,3	11,2
Minimum	-16,7	-3,9	-9,7	-10,1	-13,0	-13,8	-21,7	-8,0	-6,5	-9,4
Maximum	1,5	4,9	6,1	3,4	2,7	4,8	4,2	1,7	2,8	1,8
Součet	-144,4	15,8	-16,0	-72,5	-136,3	-145,0	-239,0	-83,9	-34,6	-80,9
Počet	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0
Hladina spoleh. (95 %)	1,913	0,830	1,575	1,288	1,757	2,125	3,330	1,049	0,824	0,977

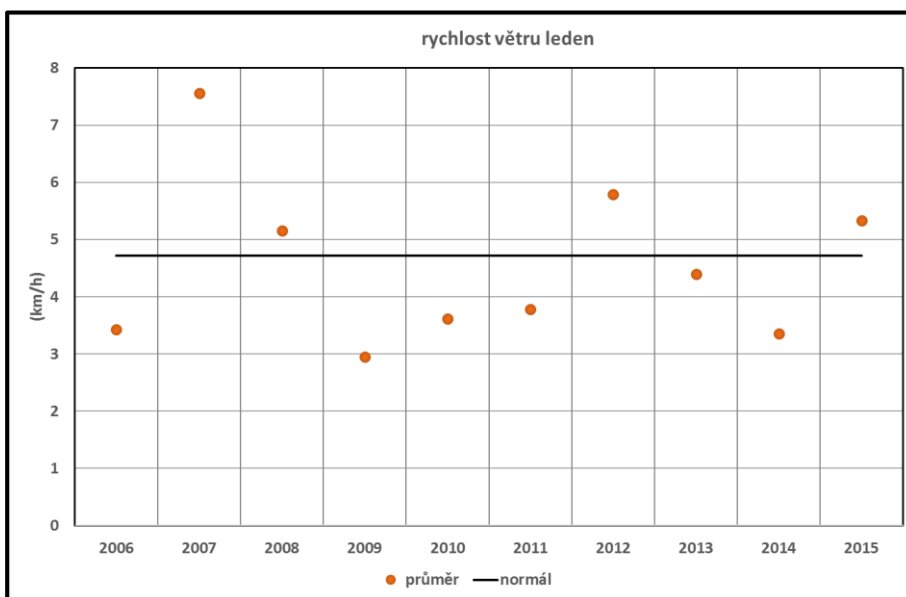
Tab. 13 Popisná statistika – minimální teplota vzduchu – březen

Tmin	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Stř. hodnota	-1,9	1,4	-0,1	1,3	-0,4	-1,0	1,6	-3,8	1,4	0,4
Chyba stř. hod.	0,9	0,4	0,5	0,5	1,0	0,7	0,6	0,7	0,6	0,5
Medián	-2,9	1,2	0,0	1,2	1,3	-0,8	1,9	-4,3	1,1	0,7
Modus	-3,3	2,9	-1,0	0,5	4,1	-5,8	1,9	-0,1	1,4	0,5
Směr. odchylka	4,9	2,0	2,6	2,7	5,4	4,1	3,4	3,7	3,4	2,5
Rozptyl výběru	24,1	4,0	6,8	7,5	29,5	16,7	11,4	13,5	11,9	6,3
Špičatost	0,0	-0,2	-0,7	0,5	-0,6	-0,7	0,1	0,0	-0,5	1,3
Šikmost	0,8	0,6	-0,2	-0,8	-0,5	-0,1	-0,6	0,2	0,5	0,4
Rozdíl max-min	19,5	7,7	9,7	11,3	21,0	15,7	14,1	14,9	12,9	12,2
Minimum	-10,7	-1,8	-5,3	-5,6	-11,5	-8,7	-6,9	-10,7	-3,7	-4,5
Maximum	8,8	5,9	4,4	5,7	9,5	7,0	7,2	4,2	9,2	7,7
Součet	-57,8	42,2	-2,0	40,0	-12,2	-30,6	49,3	-117,8	42,8	12,7
Počet	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0
Hladina spoleh. (95 %)	1,801	0,736	0,959	1,002	1,993	1,501	1,239	1,346	1,265	0,919

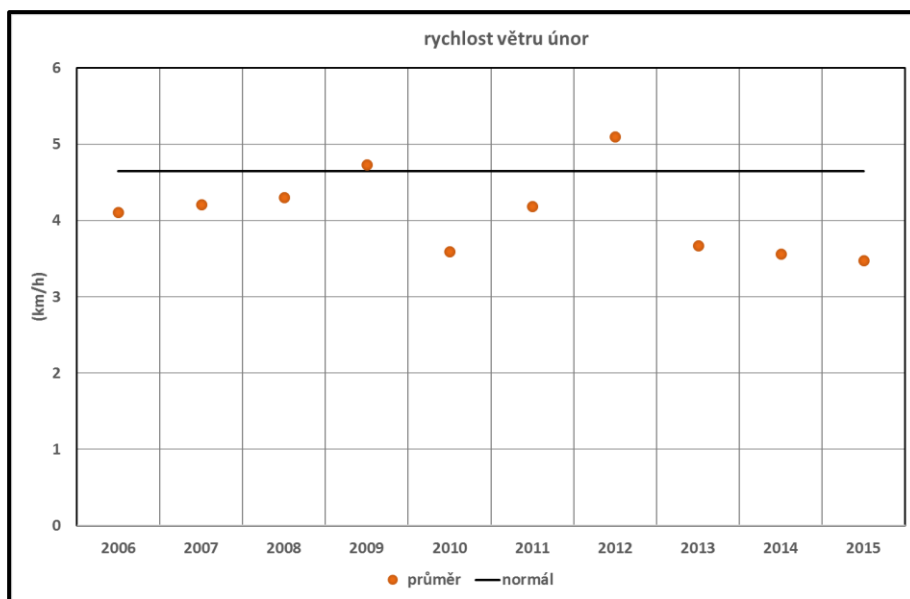
5.2.3 Rychlost větru



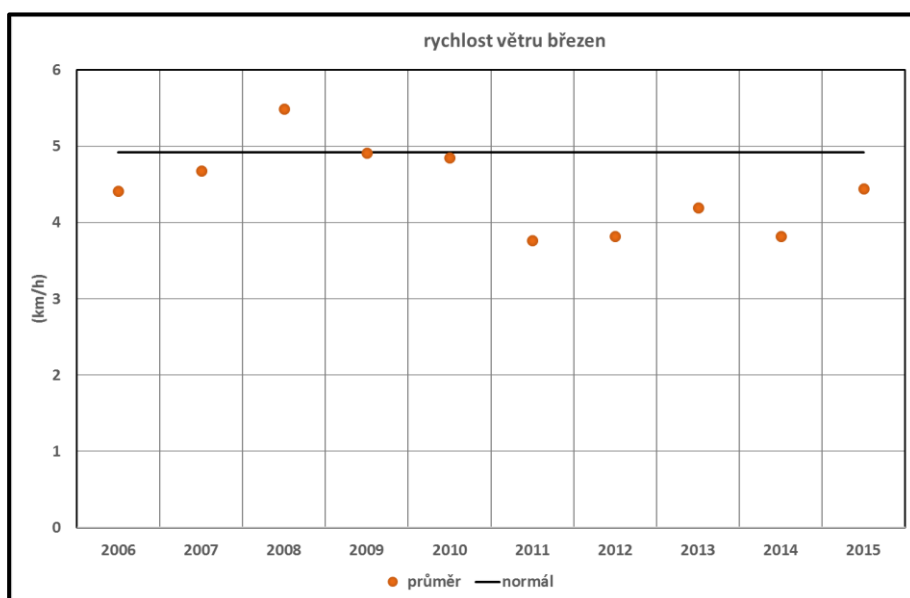
Obr. 41
Porovnání
stanovených
průměrů a
normálu –
prosinec



Obr. 42
Porovnání
stanovených
průměrů a
normálu –
leden



Obr. 43
Porovnání
stanovených
průměrů a
normálů – únor



Obr. 44
Porovnání
stanovených
průměrů a
normálů – březen

Průměrná rychlost větru byla ve všech uvedených měsících téměř stejná. Největší průměrná rychlost větru byla v lednu 2007, nejnižší rychlost byla také v lednu roku 2009.

Tab. 14 Popisná statistika – rychlost větru – prosinec

Rychlost větru	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Sř. hodnota	3,9	3,9	4,1	3,6	4,2	5,6	3,7	4,0	5,4	4,4
Chyba sř. hod.	0,4	0,4	0,3	0,3	0,4	0,4	0,3	0,4	0,4	0,3
Medián	3,3	3,0	3,7	3,3	4,3	5,7	3,3	3,7	5,3	4,3
Modus	2,0	3,0	3,7	3,7	2,0	7,3	2,3	1,7	8,3	4,7
Směr. odchylka	2,2	2,5	1,8	1,6	2,1	2,1	1,5	2,5	2,3	1,7
Rozptyl výběru	4,7	6,2	3,2	2,5	4,4	4,3	2,3	6,1	5,5	2,8
Špičatost	0,6	0,3	0,2	6,3	-0,9	-1,1	0,8	0,7	-0,5	-0,3
Šikmost	1,2	0,8	0,6	2,0	0,4	-0,1	1,0	1,1	0,4	0,5

Rychlost větru	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Rozdíl max-min	8,0	10,0	7,6	8,0	7,3	7,0	6,0	9,3	9,3	6,6
Minimum	1,3	0,0	0,7	1,7	1,7	2,0	1,7	1,0	1,7	1,7
Maximum	9,3	10,0	8,3	9,7	9,0	9,0	7,7	10,3	11,0	8,3
Součet	119,7	122,0	127,2	110,6	130,0	172,6	115,7	124,8	166,4	135,3
Počet	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0
Hladina spoleh. (95 %)	0,793	0,913	0,654	0,585	0,769	0,761	0,552	0,906	0,861	0,619

Tab. 15 Popisná statistika – rychlost větru – leden

Rychlost větru	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Stř. hodnota	3,4	7,6	5,2	2,9	3,6	3,8	5,8	4,4	3,4	5,3
Chyba stř. hod	0,3	0,5	0,5	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,2	0,4
Medián	2,7	7,3	4,3	2,3	3,3	3,3	6,0	3,7	3,0	5,0
Modus	2,3	7,3	2,0	2,3	4,0	2,0	7,0	2,7	2,3	4,7
Směr. odchylka	1,8	2,5	2,9	1,6	1,7	2,0	2,2	2,2	1,3	2,5
Rozptyl výběru	3,1	6,4	8,7	2,4	3,0	3,8	4,9	4,9	1,8	6,2
Špičatost	-0,6	4,4	-0,6	2,2	6,3	0,5	-0,7	0,4	0,4	1,7
Šikmost	0,7	1,5	0,8	1,2	1,9	0,9	0,0	1,0	0,9	1,2
Rozdíl max-min	6,3	13,0	9,7	7,3	9,0	8,0	8,6	8,0	5,3	10,6
Minimum	1,0	3,7	1,3	0,7	1,3	1,3	1,7	1,7	1,7	1,7
Maximum	7,3	16,7	11,0	8,0	10,3	9,3	10,3	9,7	7,0	12,3
Součet	106,1	234,3	159,8	91,4	112,0	117,2	179,6	136,3	104,1	165,3
Počet	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0
Hladina spoleh. (95 %)	0,649	0,931	1,082	0,573	0,637	0,719	0,812	0,809	0,486	0,913

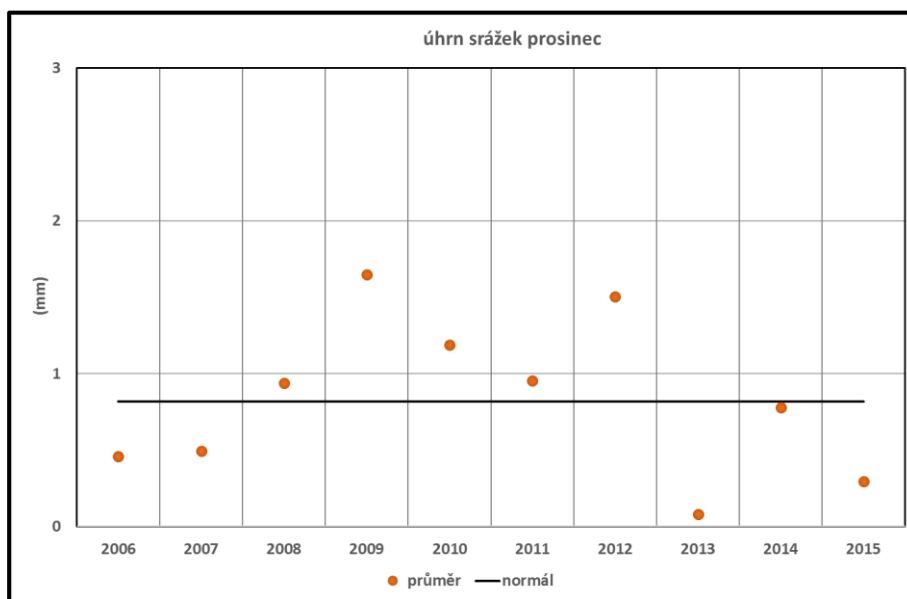
Tab. 16 Popisná statistika – rychlost větru – únor

Rychlost větru	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Stř. hodnota	4,1	4,2	4,3	4,7	3,6	4,2	5,1	3,7	3,6	3,5
Chyba stř. hod.	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,4	0,4	0,4	0,2	0,3
Medián	4,0	4,3	4,3	4,9	2,9	3,7	4,9	3,2	3,3	3,2
Modus	2,0	4,3	1,3	4,7	2,7	2,7	3,3	2,0	3,3	4,7
Směr. odchylka	2,0	1,9	2,3	1,9	1,8	2,2	2,2	1,9	1,1	1,5
Rozptyl výběru	3,8	3,5	5,1	3,5	3,4	4,7	4,8	3,5	1,2	2,3
Špičatost	0,7	-0,3	-0,8	-0,7	-0,6	0,8	0,8	0,2	0,1	2,6
Šikmost	0,8	0,3	0,2	-0,2	0,8	1,1	1,0	0,8	0,6	1,3
Rozdíl max-min	8,0	7,3	7,7	6,3	6,0	8,7	8,4	7,7	4,3	7,0
Minimum	1,0	0,7	1,0	1,7	1,3	1,0	2,3	1,0	1,7	1,3
Maximum	9,0	8,0	8,7	8,0	7,3	9,7	10,7	8,7	6,0	8,3
Součet	115,0	117,9	120,6	132,6	100,7	117,3	142,8	102,7	99,7	97,3
Počet	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0
Hladina spoleh. (95%)	0,760	0,729	0,878	0,727	0,717	0,837	0,845	0,724	0,425	0,586

Tab. 17 Popisná statistika – rychlost větru – březen

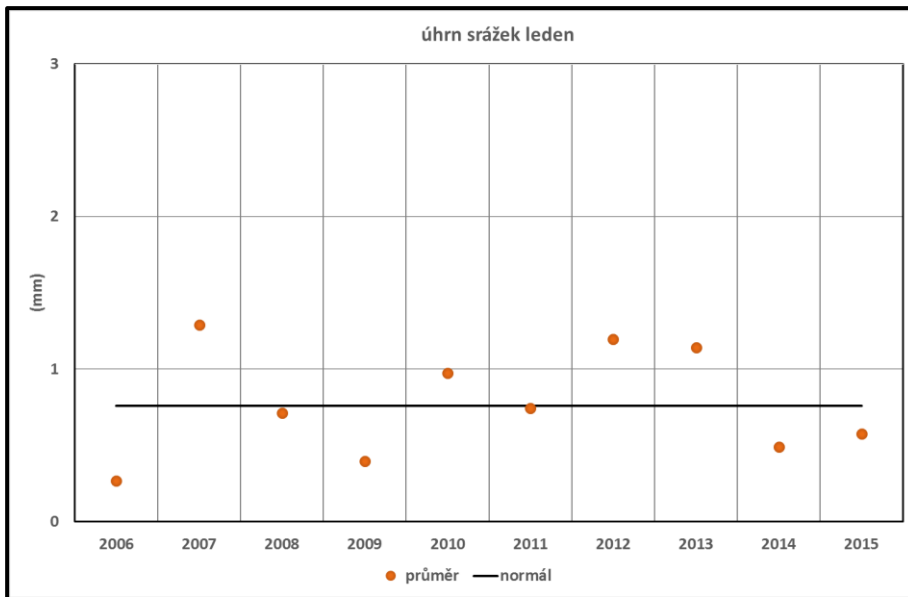
Rychlost větru	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Stř. hodnota	4,4	4,7	5,5	4,9	4,8	3,8	3,8	4,2	3,8	4,4
Chyba stř. hod.	0,3	0,4	0,5	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4
Medián	4,0	4,3	5,0	4,7	4,7	3,7	3,3	3,7	3,0	3,7
Modus	4,7	3,3	5,7	4,3	5,0	3,7	2,7	3,7	1,7	3,0
Směr. odchylka	1,7	2,3	2,7	1,9	1,9	1,6	1,8	1,6	2,2	2,1
Rozptyl výběru	2,9	5,2	7,2	3,6	3,5	2,7	3,1	2,4	5,0	4,4
Špičatost	-0,1	0,2	3,3	-0,1	1,6	-0,4	0,6	0,5	1,3	0,2
Šikmost	0,5	0,8	1,4	0,3	1,2	0,6	1,1	0,8	1,3	0,9
Rozdíl max-min	7,4	8,7	12,4	7,7	8,6	6,0	7,0	6,3	9,0	8,3
Minimum	1,3	1,3	2,3	2,0	1,7	1,3	1,3	1,7	1,3	1,7
Maximum	8,7	10,0	14,7	9,7	10,3	7,3	8,3	8,0	10,3	10,0
Součet	136,7	145,1	170,2	152,2	150,3	116,7	118,4	130,1	118,4	137,7
Počet	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0
Hladina spoleh. (95 %)	0,625	0,833	0,983	0,697	0,682	0,605	0,649	0,572	0,822	0,774

5.2.4 Úhrn srážek

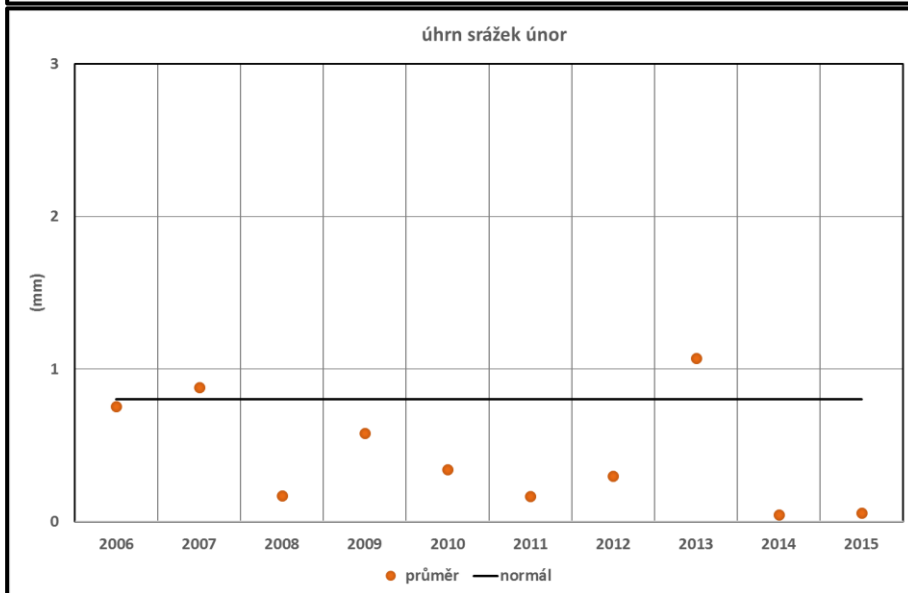


Obr. 45
Porovnání
stanovených
průměrů a
normálů –
prosinec

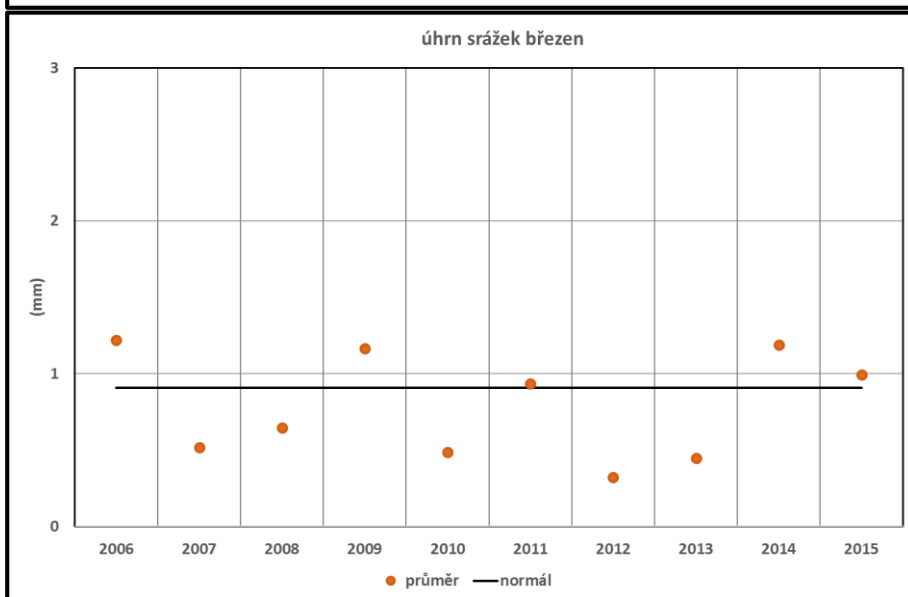
Z grafů (obr. 45 až 48) je možné vyčíst, že úhrn srážek byl v letech 2006–2015 na území Prahy velmi nízký. Průměrný denní úhrn srážek je od 0,5 do 1,5 mm za měsíc. Největší průměrné množství srážek bylo v prosinci 2009. Měsíc, ve kterém bylo naměřeno největší množství srážek, je prosinec, nejsušším měsícem byl únor.



Obr. 46
Porovnání
stanovených
průměrů a
normálů – leden



Obr. 47
Porovnání
stanovených
průměrů a
normálů – únor



Obr. 48
Porovnání
stanovených
průměrů a
normálů – březen

Tab. 18 Popisná statistika – úhrn srážek – prosinec

Úhrn srážek	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Stř. hodnota	0,5	0,5	1,0	1,2	1,3	1,0	1,7	0,1	0,8	0,3
Chyba stř. hod.	0,3	0,2	0,4	0,4	0,4	0,5	0,7	0,1	0,3	0,2
Medián	0,0	0,0	0,0	0,2	0,4	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0
Modus	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Směr. odchylka	1,6	1,1	2,2	2,1	2,2	2,6	3,5	0,3	1,6	0,9
Rozptyl výběru	2,7	1,3	4,9	4,3	4,9	6,8	12,1	0,1	2,7	0,8
Špičatost	24,6	12,5	7,0	2,7	6,1	18,0	13,7	23,6	16,8	12,3
Šikmost	4,9	3,3	2,6	2,0	2,5	4,0	3,5	4,7	3,8	3,5
Rozdíl max-min	8,6	5,3	9,1	7,1	9,0	13,0	16,8	1,4	8,2	4,0
Minimum	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Maximum	8,6	5,3	9,1	7,1	9,0	13,0	16,8	1,4	8,2	4,0
Součet	13,2	13,7	29,1	32,5	36,8	27,2	46,6	2,4	21,0	8,9
Počet	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0
Hl. spoleh. (95 %)	0,636	0,436	0,862	0,801	0,856	1,009	1,347	0,104	0,634	0,349

Tab. 19 Popisná statistika – úhrn srážek – leden

Úhrn srážek	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Stř. hodnota	0,3	1,3	0,7	0,4	1,0	0,7	1,2	1,1	0,5	0,6
Chyba stř. hod.	0,1	0,4	0,2	0,1	0,4	0,2	0,4	0,3	0,2	0,2
Medián	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,5	0,0	0,0
Modus	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Směr. odchylka	0,8	2,1	1,3	0,8	2,0	1,3	2,1	1,5	0,9	1,1
Rozptyl výběru	0,6	4,5	1,6	0,6	3,8	1,7	4,4	2,3	0,8	1,2
Špičatost	15,0	4,7	3,7	8,1	6,2	5,4	7,5	3,8	4,4	10,4
Šikmost	3,7	2,3	2,1	2,8	2,5	2,2	2,6	1,7	2,2	3,0
Rozdíl max-min	3,8	8,5	4,8	3,5	8,2	5,5	9,4	6,5	3,6	5,3
Minimum	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Maximum	3,8	8,5	4,8	3,5	8,2	5,5	9,4	6,5	3,6	5,3
Součet	8,3	39,9	22,1	12,3	30,2	23,0	37,0	35,3	15,2	17,8
Počet	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0
Hl. spoleh. (95 %)	0,283	0,780	0,470	0,293	0,716	0,474	0,772	0,557	0,336	0,409

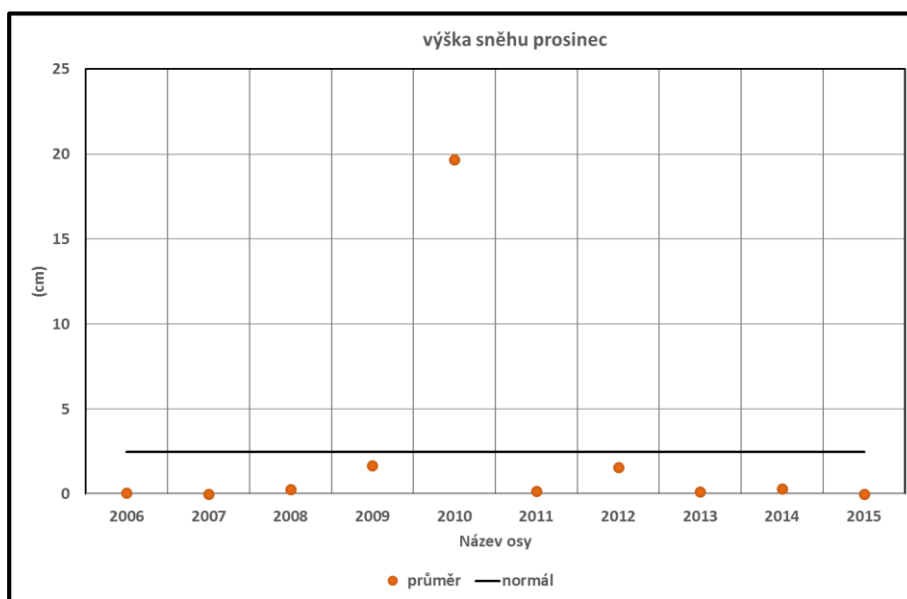
Tab. 20 Popisná statistika – úhrn srážek – únor

Úhrn srážek	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Stř. hodnota	0,8	0,9	0,2	0,6	0,3	0,2	0,3	1,1	0,0	0,1
Chyba stř. hod.	0,3	0,3	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,4	0,0	0,0
Medián	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0
Modus	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Směr. odchylka	1,6	1,6	0,6	0,9	0,7	0,5	0,6	2,3	0,2	0,1
Rozptyl výběru	2,6	2,6	0,3	0,8	0,4	0,2	0,3	5,4	0,0	0,0
Špičatost	11,0	3,8	11,6	2,4	2,9	9,6	3,8	10,0	26,8	4,0
Šikmost	3,2	2,2	3,5	1,7	2,0	3,2	2,1	3,1	5,1	2,3
Rozdíl max-min	7,4	5,6	2,4	3,4	2,2	1,9	2,2	10,4	1,0	0,4
Minimum	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Maximum	7,4	5,6	2,4	3,4	2,2	1,9	2,2	10,4	1,0	0,4
Součet	21,1	24,6	4,7	16,2	9,5	4,6	8,3	30,0	1,2	1,5
Počet	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0
Hl. spoleh. (95 %)	0,626	0,628	0,221	0,348	0,253	0,190	0,221	0,905	0,073	0,047

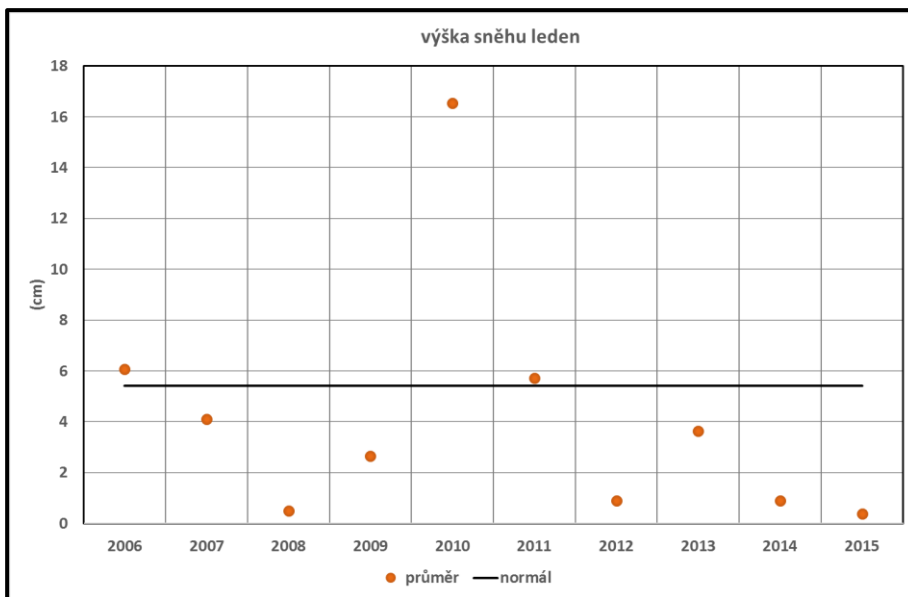
Tab. 21 Popisná statistika – úhrn srážek – březen

Úhrn srážek	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Stř. hodnota	1,2	0,6	0,7	1,3	0,5	1,0	0,2	0,5	1,3	0,6
Chyba stř. hod.	0,3	0,2	0,2	0,4	0,2	0,7	0,1	0,2	0,6	0,3
Medián	0,2	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Modus	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Směr. odchylka	1,8	1,3	1,2	2,0	1,0	3,8	0,6	1,2	3,4	1,4
Rozptyl výběru	3,2	1,7	1,5	4,0	1,0	14,3	0,3	1,3	11,8	2,0
Špičatost	-0,1	9,7	3,6	7,4	11,4	17,2	16,3	11,5	13,6	6,8
Šikmost	1,2	3,0	2,1	2,6	3,2	4,1	3,9	3,2	3,5	2,7
Rozdíl max-min	5,0	5,8	4,4	8,8	4,6	18,2	2,8	5,3	16,2	5,5
Minimum	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Maximum	5,0	5,8	4,4	8,8	4,6	18,2	2,8	5,3	16,2	5,5
Součet	33,6	16,0	19,8	35,8	13,3	29,0	5,5	13,8	36,8	17,3
Počet	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0
Hladina spoleh. (95 %)	0,690	0,505	0,478	0,771	0,384	1,468	0,223	0,446	1,332	0,546

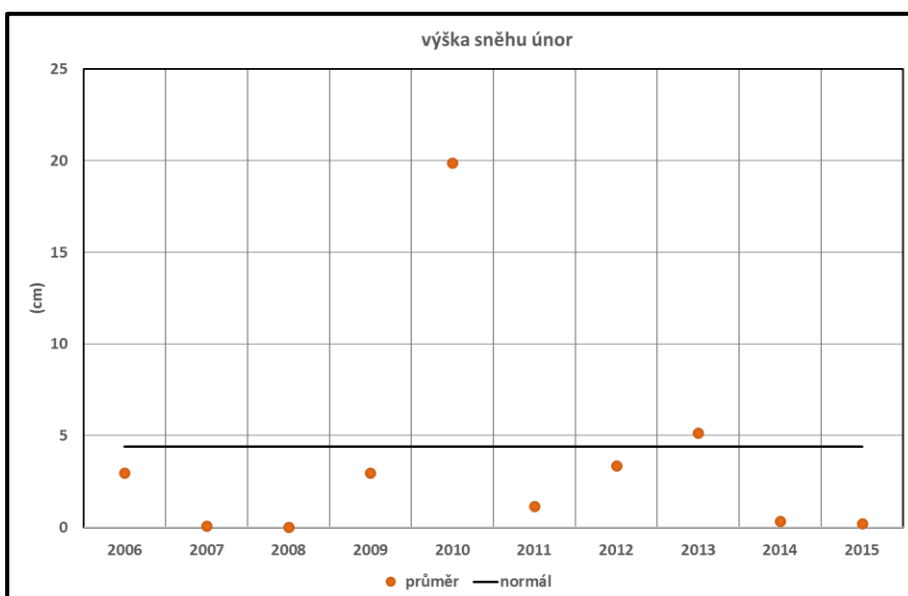
5.2.5 Výška sněhové pokrývky



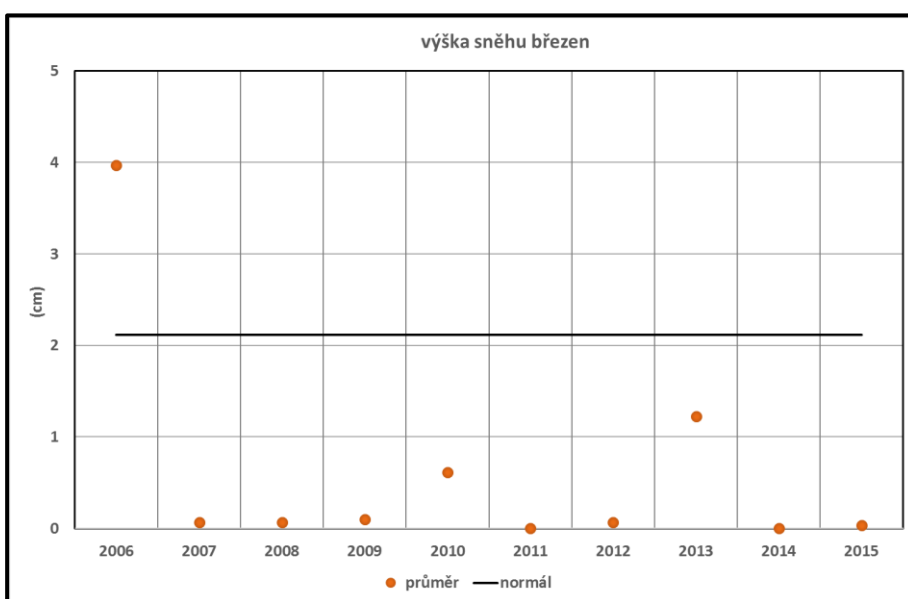
Obr. 49
Porovnání
stanovených
průměrů a
normálů –
prosinec



Obr. 50
Porovnání
stanovených
průměrů a
normálů – leden



Obr. 51
Porovnání
stanovených
průměrů a
normálů – únor



Obr. 52
Porovnání
stanovených
průměrů a
normálů – březen

Dle grafů je možné zjistit, že nejvyšší sněhová pokrývka na území Prahy (ve vybraném období) byla v měsících prosinec, leden a únor roku 2010. Průměrná výška sněhové pokrývky zde dosahovala necelých 20 cm. V prosinci a březnu byl úhrn srážek v uvedených deseti letech velmi nízký až žádný.

Tab. 22 Popisná statistika – výška sněhové pokrývky – prosinec

Výška sněh.pokr.	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Stř. hodnota	0,1	0,0	0,3	1,7	19,7	0,2	1,6	0,1	0,3	0,0
Chyba stř. hod.	0,1	0,0	0,2	0,5	1,0	0,1	0,5	0,1	0,2	0,0
Medián	0,0	0,0	0,0	0,0	17,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Modus	0,0	0,0	0,0	0,0	15,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Směr. odchylka	0,4	0,0	1,3	2,5	5,5	0,4	3,0	0,5	1,0	0,0
Rozptyl výběru	0,1	0,0	1,7	6,4	30,3	0,1	8,9	0,2	1,0	0,0
Špičatost	31,0		26,1	-0,5	-1,0	1,9	0,8	12,7	15,8	
Šikmost	5,6		5,0	1,1	0,7	1,9	1,6	3,7	3,8	
Rozdíl max-min	2,0	0,0	7,0	7,0	17,0	1,0	9,0	2,0	5,0	0,0
Minimum	0,0	0,0	0,0	0,0	13,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Maximum	2,0	0,0	7,0	7,0	30,0	1,0	9,0	2,0	5,0	0,0
Součet	2,0	0,0	9,0	52,0	610,0	5,0	49,0	4,0	10,0	0,0
Počet	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0
Hladina spoleh. (95 %)	0,132	0,000	0,475	0,925	2,019	0,137	1,095	0,183	0,372	0,000

Tab. 23 Popisná statistika – výška sněhové pokrývky – leden

Výška sněh.pokr.	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Stř. hodnota	6,1	4,1	0,5	2,6	16,5	5,7	0,9	3,6	0,9	0,4
Chyba stř. hod.	0,4	1,5	0,2	0,5	1,6	0,9	0,3	0,7	0,3	0,1
Medián	5,0	0,0	0,0	1,0	18,0	7,0	0,0	2,0	0,0	0,0
Modus	4,0	0,0	0,0	0,0	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Směr. odchylka	2,4	8,4	1,2	2,8	8,8	4,8	1,6	3,8	1,7	0,8
Rozptyl výběru	5,7	71,2	1,5	7,6	76,7	22,7	2,7	14,2	3,0	0,6
Špičatost	1,1	1,9	7,4	-1,8	-0,9	-1,3	2,0	-1,6	4,1	5,9
Šikmost	1,3	1,9	2,8	0,3	-0,6	0,2	1,7	0,4	2,2	2,5
Rozdíl max-min	9,0	25,0	5,0	7,0	29,0	15,0	6,0	10,0	6,0	3,0
Minimum	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Maximum	13,0	25,0	5,0	7,0	29,0	15,0	6,0	10,0	6,0	3,0
Součet	188,0	127,0	15,0	82,0	513,0	177,0	28,0	113,0	28,0	12,0
Počet	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0
Hladina spoleh. (95 %)	0,878	3,094	0,453	1,014	3,213	1,747	0,602	1,384	0,638	0,295

Tab. 24 Popisná statistika – výška sněhové pokrývky – únor

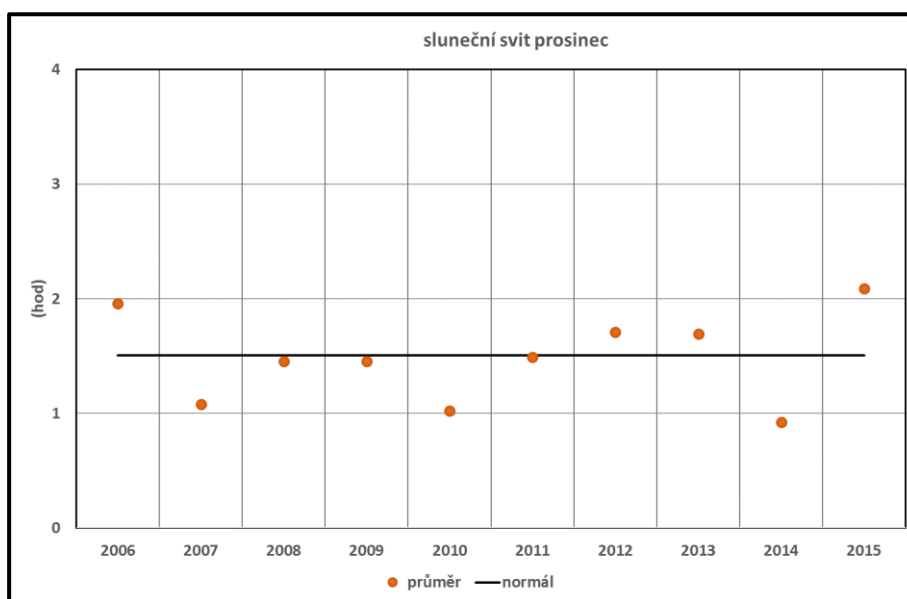
Výška sněh.pokr.	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Stř. hodnota	3,0	0,1	0,0	3,0	19,9	1,1	3,4	5,1	0,3	0,2
Chyba stř. hod.	0,6	0,1	0,0	0,6	1,1	0,5	0,6	1,4	0,1	0,2
Medián	2,0	0,0	0,0	3,0	20,5	0,0	3,0	3,0	0,0	0,0
Modus	0,0	0,0	0,0	0,0	25,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Směr. odchylka	3,2	0,4	0,0	3,2	5,6	2,9	3,4	7,2	0,7	0,8

Výška sněh.pokr.	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Rozptyl výběru	10,0	0,1	0,0	10,0	31,4	8,1	11,4	51,7	0,4	0,7
Špičatost	-0,7	28,0		1,0	1,4	2,9	-1,4	6,6	2,3	17,4
Šikmost	0,7	5,3		1,0	-1,4	2,2	0,5	2,3	1,9	4,1
Rozdíl max-min	10,0	2,0	0,0	12,0	21,0	8,0	9,0	32,0	2,0	4,0
Minimum	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Maximum	10,0	2,0	0,0	12,0	26,0	8,0	9,0	32,0	2,0	4,0
Součet	83,0	2,0	0,0	83,0	557,0	32,0	94,0	144,0	9,0	6,0
Počet	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0
Hladina spoleh. (95 %)	1,224	0,147	0,000	1,228	2,174	1,105	1,311	2,788	0,260	0,323

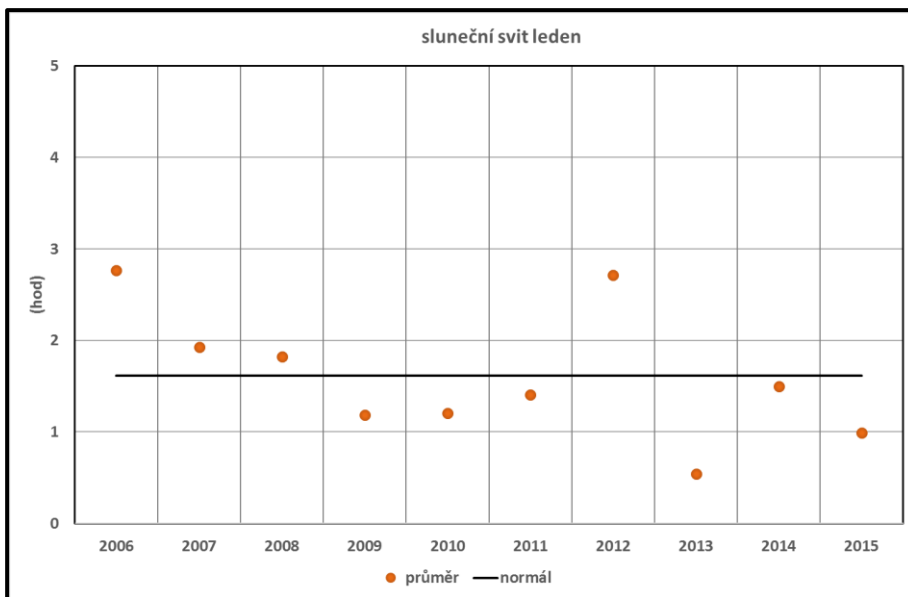
Tab. 25 Popisná statistika – výška sněhové pokrývky – březen

Výška sněh.pokr.	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Stř. hodnota	4,0	0,1	0,1	0,1	0,6	0,0	0,1	1,2	0,0	0,0
Chyba stř. hod.	0,9	0,0	0,0	0,1	0,2	0,0	0,1	0,3	0,0	0,0
Medián	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Modus	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Směr. odchylka	5,3	0,2	0,2	0,4	1,3	0,0	0,4	1,8	0,0	0,2
Rozptyl výběru	27,7	0,1	0,1	0,2	1,6	0,0	0,1	3,1	0,0	0,0
Špičatost	0,9	12,7	12,7	19,5	2,8		31,0	2,7		31,0
Šikmost	1,3	3,7	3,7	4,4	2,0		5,6	1,7		5,6
Rozdíl max-min	19,0	1,0	1,0	2,0	4,0	0,0	2,0	7,0	0,0	1,0
Minimum	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Maximum	19,0	1,0	1,0	2,0	4,0	0,0	2,0	7,0	0,0	1,0
Součet	123,0	2,0	2,0	3,0	19,0	0,0	2,0	38,0	0,0	1,0
Počet	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0
Hladina spoleh. (95 %)	1,930	0,092	0,092	0,145	0,470	0,000	0,132	0,647	0,000	0,066

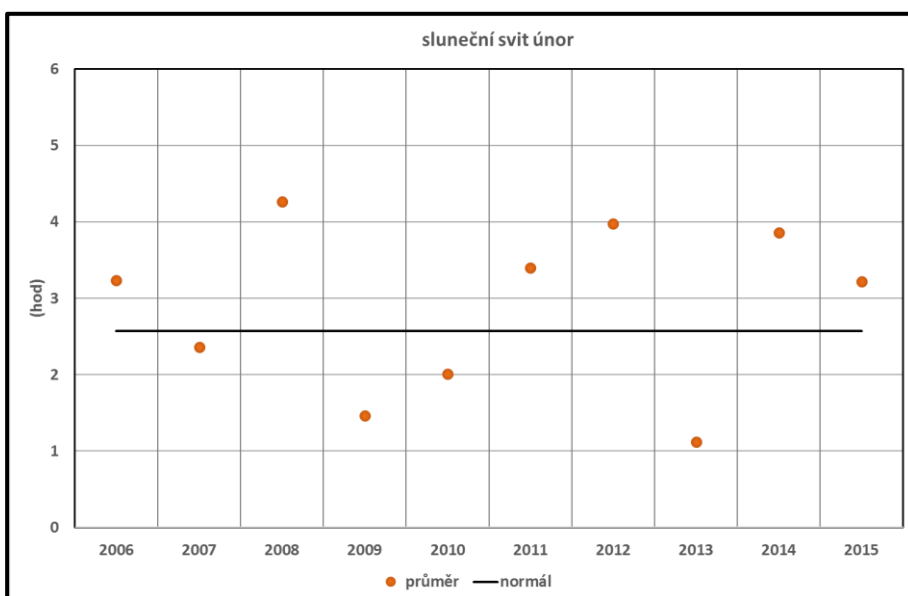
5.2.6 Trvání slunečního svitu



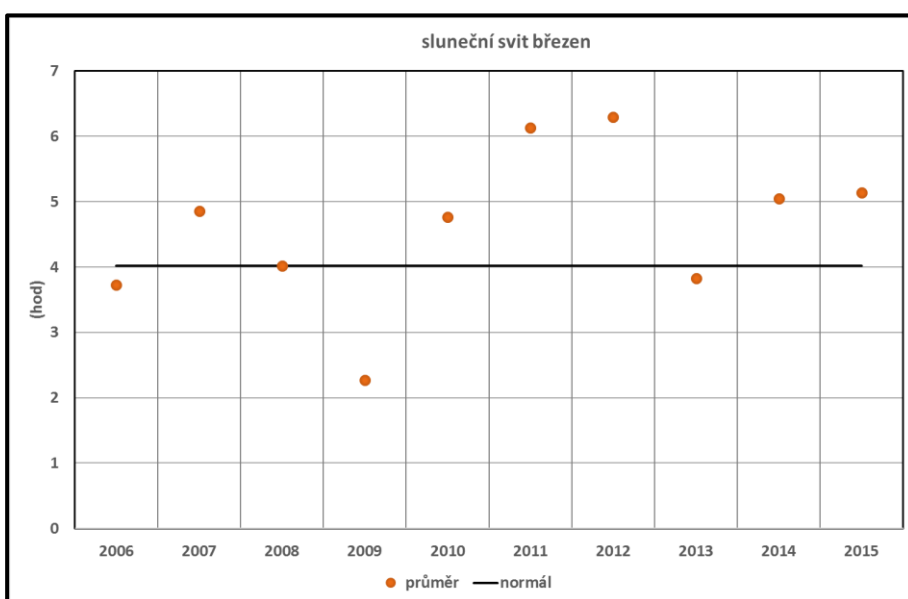
Obr. 53
Porovnání
stanovených
průměrů a
normálů –
prosinec



Obr. 54
Porovnání
stanovených
průměrů a
normálů – leden



Obr. 55
Porovnání
stanovených
průměrů a
normálů – únor



Obr. 56
Porovnání
stanovených
průměrů a
normálů –
březen

Dle grafů lze zjistit, že nejvyšší průměrné trvání slunečního svitu bylo v měsíci březen. Nejnižší trvání slunečního svitu bylo v prosinci a lednu.

Tab. 26 Popisná statistika – trvání slunečního svitu – prosinec

Sluneční svit	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Stř. hodnota	2,0	1,1	1,5	1,5	1,0	1,5	1,7	1,7	0,9	2,1
Chyba stř. hod.	0,5	0,3	0,4	0,4	0,3	0,3	0,4	0,4	0,2	0,5
Medián	0,3	0,1	0,2	0,6	0,0	0,7	0,8	0,5	0,1	0,4
Modus	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Směr. odchylka	2,5	1,7	2,4	2,2	1,6	1,8	2,2	2,3	1,4	2,6
Rozptyl výběru	6,5	2,8	5,9	4,7	2,7	3,3	4,9	5,4	1,9	6,6
Špičatost	-0,9	2,0	0,9	0,8	0,9	1,2	1,6	1,2	6,4	-0,9
Šikmost	0,9	1,7	1,6	1,5	1,5	1,4	1,5	1,5	2,2	0,8
Rozdíl max-min	7,2	6,0	7,5	6,8	5,3	6,2	7,7	7,4	6,2	7,5
Minimum	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Maximum	7,2	6,0	7,5	6,8	5,3	6,2	7,7	7,4	6,2	7,5
Součet	60,7	33,5	45,0	45,1	31,7	46,2	52,9	52,4	28,6	64,7
Počet	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0
Hladina spoleh. (95 %)	0,933	0,619	0,894	0,792	0,601	0,669	0,815	0,849	0,500	0,940

Tab. 27 Popisná statistika – trvání slunečního svitu – leden

Sluneční svit	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015,0
Stř. hodnota	2,8	1,9	1,8	1,2	1,2	1,4	2,7	0,5	1,5	1,0
Chyba stř. hod.	0,6	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,2	0,4	0,3
Medián	0,9	0,9	0,8	0,0	0,0	0,4	2,4	0,0	0,0	0,1
Modus	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Směr. odchylka	3,2	2,3	2,3	2,0	2,1	2,1	2,8	1,1	2,4	1,8
Rozptyl výběru	10,2	5,4	5,2	4,0	4,3	4,2	7,7	1,3	5,7	3,2
Špičatost	-1,5	0,7	0,7	1,6	1,9	1,8	-0,7	4,7	0,3	6,7
Šikmost	0,6	1,3	1,2	1,6	1,7	1,7	0,7	2,4	1,3	2,5
Rozdíl max-min	7,6	8,0	8,3	7,2	7,0	7,1	8,2	4,1	7,6	7,7
Minimum	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Maximum	7,6	8,0	8,3	7,2	7,0	7,1	8,2	4,1	7,6	7,7
Součet	85,7	59,7	56,6	36,7	37,3	43,6	84,2	16,7	46,4	30,6
Počet	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0
Hladina spoleh. (95 %)	1,174	0,849	0,838	0,738	0,759	0,756	1,017	0,413	0,872	0,660

Tab. 28 Popisná statistika – trvání slunečního svitu – únor

Sluneční svit	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Stř. hodnota	3,2	2,4	4,3	1,5	2,0	3,4	4,0	1,1	3,9	3,2
Chyba stř. hod.	0,6	0,5	0,6	0,4	0,5	0,7	0,6	0,4	0,6	0,6
Medián	2,6	1,7	4,3	0,2	0,3	2,2	3,6	0,0	3,3	2,1
Modus	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Směr. odchylka	3,3	2,4	3,1	2,0	2,7	3,8	3,3	2,1	3,1	3,3
Rozptyl výběru	10,8	5,7	9,6	4,1	7,5	14,5	11,1	4,3	9,7	11,1
Špičatost	-1,1	1,8	-1,2	0,3	0,9	-1,3	-1,6	3,0	-1,0	-1,0
Šikmost	0,6	1,4	0,1	1,2	1,4	0,6	0,2	2,0	0,4	0,6
Rozdíl max-min	9,1	9,5	10,1	6,2	9,2	9,8	9,0	6,9	9,9	9,6

Sluneční svit	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Minimum	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Maximum	9,1	9,5	10,1	6,2	9,2	9,8	9,0	6,9	9,9	9,6
Součet	90,5	66,1	119,5	40,9	56,3	95,1	111,4	31,4	108,0	90,2
Počet	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0
Hladina spoleh. (95 %)	1,273	0,927	1,202	0,783	1,062	1,478	1,289	0,803	1,209	1,291

Tab. 28 Popisná statistika – trvání slunečního svitu – březen

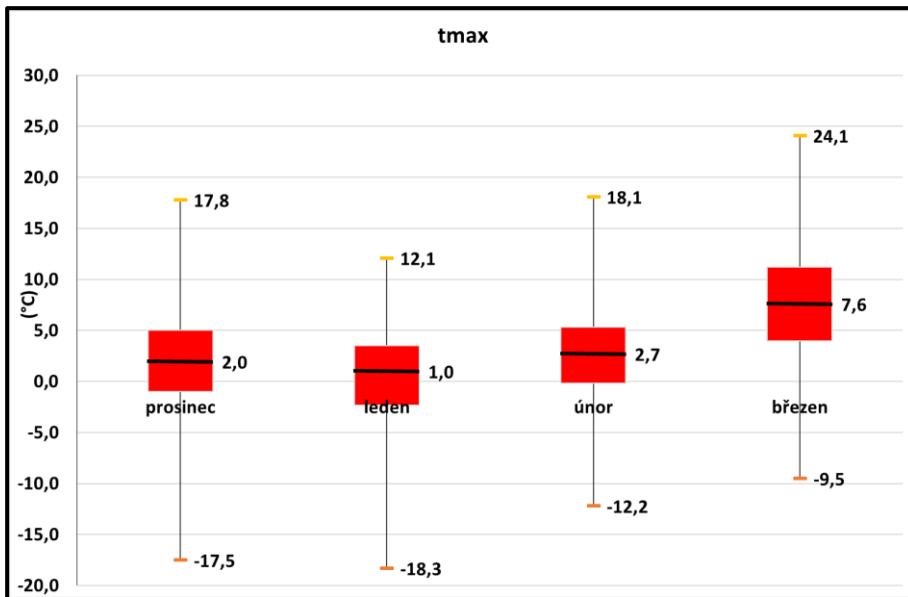
Sluneční svit	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Stř. hodnota	3,7	4,9	4,0	2,3	4,8	6,1	6,3	3,8	5,0	5,1
Chyba stř. hod.	0,6	0,8	0,7	0,5	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,7
Medián	3,2	3,8	3,3	1,4	5,0	5,4	8,2	1,6	4,7	4,8
Modus	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	10,8	0,0	0,0	0,0	0,0
Směr. odchylka	3,3	4,3	3,7	2,8	4,1	4,1	4,5	4,3	4,3	4,1
Rozptyl výběru	11,1	18,5	13,3	7,6	16,5	16,8	20,3	18,3	18,4	16,7
Špičatost	-1,1	-1,6	-0,4	3,9	-1,5	-1,6	-1,6	-1,5	-1,7	-1,6
Šikmost	0,4	0,2	0,8	1,9	0,3	-0,1	-0,3	0,6	0,1	0,1
Rozdíl max-min	10,5	11,0	11,6	11,8	11,4	11,8	12,0	11,0	10,9	11,1
Minimum	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Maximum	10,5	11,0	11,6	11,8	11,4	11,8	12,0	11,0	10,9	11,1
Součet	115,4	150,5	124,7	70,4	147,8	190,1	195,2	118,6	156,5	159,2
Počet	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0
Hladina spoleh. (95 %)	1,220	1,577	1,340	1,012	1,489	1,504	1,651	1,570	1,574	1,501

5.3 Krabicové grafy

Pro přehlednost byly vytvořeny krabicové grafy pro každý povětrnostní prvek jednotlivě. V krabicovém grafu je znázorněno rozdělení dat do kvartilů, zobrazeny jsou odlehle hodnoty (maximum a minimum) a medián.

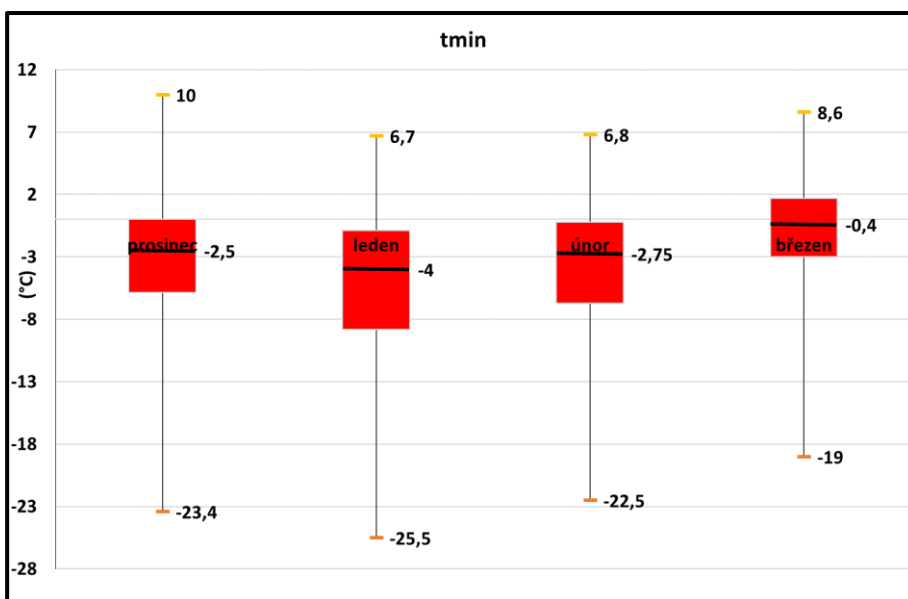
5.3.1 Maximální teplota vzduchu (t_{max})

Nejvyšší maximální teplota byla v březnu 24,1 °C, jedná se tedy o nejteplejší měsíc z vybraných měsíců. Nejnižší teplota byla naměřena v lednu - 18,3 °C. Měsíc leden a prosinec patří k nejchladnějším z uvedených měsíců.



Obr. 56
Krabicový graf –
tmax

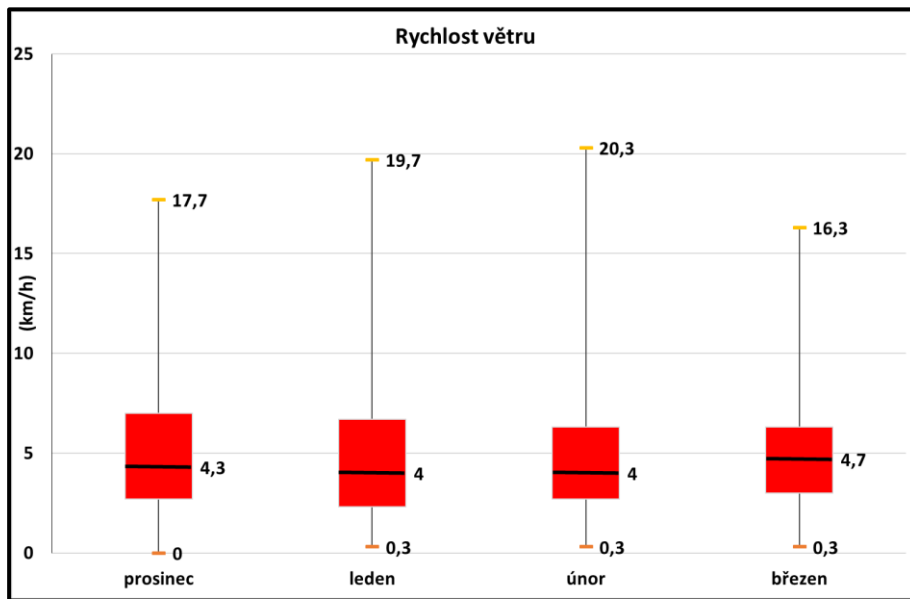
5.3.2 Minimální teplota vzduchu (tmin)



Obr. 57
Krabicový graf –
tmin

Minimální teplota byla naměřena v lednu - 25, 5 °C. Nejvyšší minimální teplota byla v prosinci 10,0 °C.

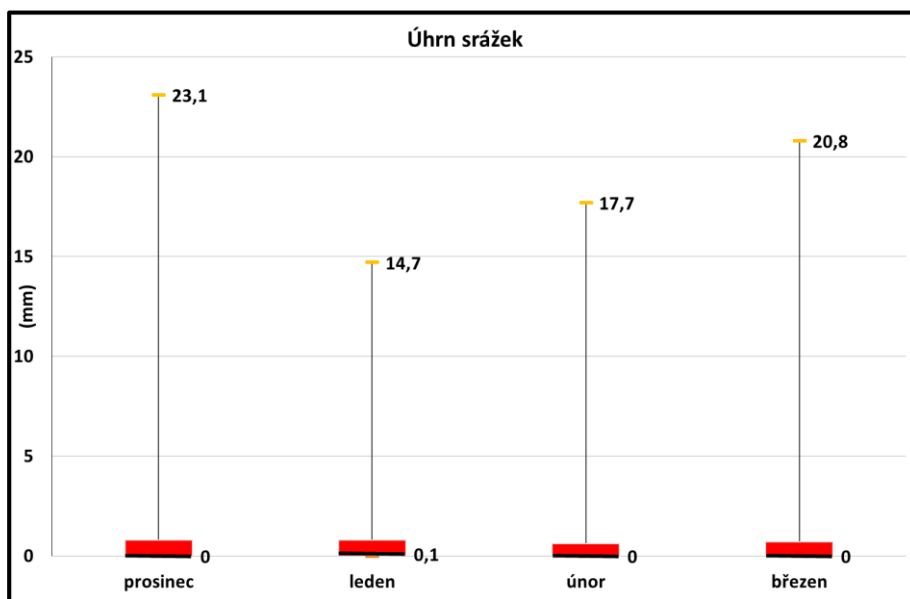
5.3.3 Rychlost větru



Obr. 58
Krabicový graf –
rychlost větru

Nejvyšší rychlost větru byla v únoru 20,3 km/h, nejnižší hodnota byla naměřena v prosinci, kdy bylo v několika dnech úplné bezvětří.

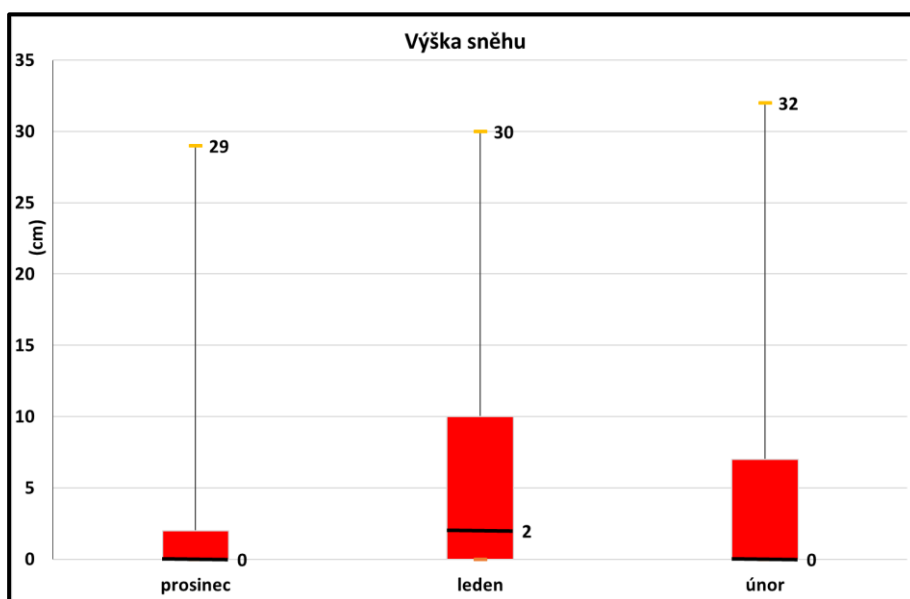
5.3.4 Úhrn srážek



Obr. 59
Krabicový graf –
úhrn srážek

Nejvyšší množství srážek bylo naměřeno v prosinci 23,1 mm. Na druhé pozici je březen, kdy množství srážek dosahovalo 20,8 mm. V prosinci, lednu a březnu bylo několik dní bez srážek.

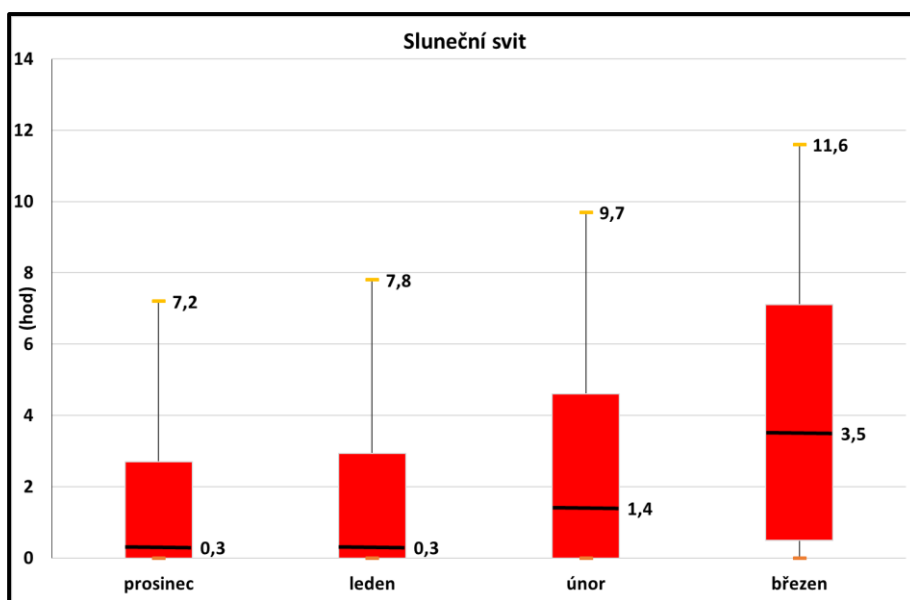
5.3.5 Výška sněhové pokrývky



Obr. 60
Krabicový graf –
výška sněhové
pokrývky

Nejvyšší výška sněhové pokrývky byla naměřena v únoru, kdy napadlo 32 cm. Měsíc březen zde není uveden v souvislosti z nedostatku napadlého sněhu.

5.3.6 Trvání slunečního svitu



Obr. 61
Krabicový graf –
trvání slunečního
svitu

Nejvyšší průměrné trvání slunečního svitu bylo zaznamenáno v březnu, nejnižší naopak v prosinci a lednu.

6 Diskuze

Dopravní nehody, které se stanou vlivem nepříznivých povětrnostních podmínek podle výsledků uvedených v této práci, opravdu nepatří mezi nepodstatné a bezvýznamné. Tento fakt potvrzují i autoři Chmelík a kol. (2009), kdy konstatují, že nehody způsobené v důsledku meteorologických prvků jsou vážné a početné. Skutečností je, že za příčinou těchto nehod nestojí vždy jen nežádoucí vlivy počasí, ale soubor několika dalších faktorů. Mezi hlavní patří stav komunikace, zda se jedná o křižovátku, zatáčku či jinou problematickou část komunikace. Dále sem autor řadí nepřizpůsobenou rychlost vozidla k povrchu komunikace. Výsledkem je, že za většinou dopravních nehod stojí řidič.

Dopravní nehody jsou samozřejmě ovlivněny spoustou dalších faktorů, jako je zdravotní stav řidiče, technický stav vozidla nebo soubor několika činitelů a okolností, ovšem tomu se tato práce podrobně nevěnuje.

Kamenický (2014) z Českého statistického úřadu, který se věnuje této problematice, konkrétně dopravní nehodovosti a jejím důsledkům v České republice z dlouhodobého pohledu, konstatuje, že následkům zhoršeným povětrnostním podmínkám šla v roce 2011 na vrub každá sedmá nehoda.

Dle grafů a výsledků v předložené práci, lze konstatovat, že celkově bylo z meteorologických příčin nejvíce nehod v roce 2011, kdy se stalo 214 nehod následkem deště, 218 nehod následkem sněžení, 98 nehod následkem náledí, 6 nehod následkem mlhy. Celkem se tedy na území Prahy v průběhu prosince, ledna, února a března stalo 546 dopravních nehod. V celém roce 2011 došlo v České republice 75 137 k dopravním nehodám, z toho bylo 10 733 nehod, které se staly pouze v důsledku meteorologických prvků. V hlavním městě Praha bylo 1 451 dopravních nehod ovlivněných povětrnostními podmínkami, což odpovídá 1/4 ze všech dopravních nehod, které se stanou v důsledku zhoršeného počasí. Předložená práce bere v úvahu jen déšť, mlhu, náledí, nebo námrazu a vítr. Pro jednodušší zpracování výsledků, práce nebere v úvahu ostatní meteorologické prvky, další krajská města a měsíce v roce.

Z meteorologického hlediska (velký úhrn srážek, sněžení, vítr, extrémní teploty) však nebyl rok 2011 výjimečný. Dny, kdy se vliv počasí výrazně projevil na nehodovosti, jsou dokumentovány v příloze synoptickou mapou. Např. 1. 1. 2011 (příloha I.) bylo počasí ve střední Evropě ovlivněno severozápadní cyklonální situací (NWc), které se projevilo nejvyšším množstvím napadlého sněhu v tomto měsíci. Dále 6. 1. 2011 (příloha II.) bylo počasí ve střední Evropě ovlivněno jihozápadní cyklonální situací (SWc2), které se projevilo nejnižší naměřenou

teplotou.

Dále Kamenický (2014) uvádí, že tragičtější jsou následky dopravních nehod za deště, kdy mají řidiči často tendenci k podcenění situace. Tento fakt potvrzují i uvedené výsledky. Déšť způsobí nejvíce dopravních nehod oproti jiným meteorologickým jevům. Za vybrané období to bylo celkem 2 680 dopravních nehod. Hlavní příčinou je fakt, že řidiči obvykle podcení situaci při dešti, nepřizpůsobí rychlost vozidla ke stavu komunikace a zhoršené dohlednosti.

Ovšem tento fakt vyvrací Hogema (1996), kdy jeho výzkumy naznačují, že řidiči obvykle přizpůsobují své chování na komunikacích během deště. Omezí rychlost jízdy vzhledem ke stavu povrchu vozovky, udržují větší vzdálenost mezi vozidly, a hlavně méně předjíždějí.

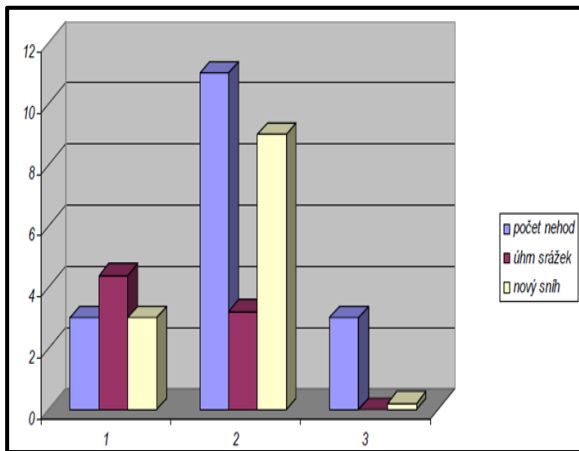
Tuononen a Matilainen (2009) popisují problém, který vzniká při silném dešti a následném velkém množství srážek na vozovce, aquaplaning. Při aquaplaningu je kontakt mezi vozovkou a pneumatikou zcela ztracen. Je zřejmé, že jde o velmi nebezpečný jev, což potvrzuje fakt, že déšť patří k jednomu z nejvíce nebezpečných meteorologických jevů.

Sněžení a vítr nezpůsobují takové množství dopravních nehod, jako ostatní prvky. Toto je patrné z uvedených grafů, kdy následkem větru bylo způsobeno pouze 92 nehod za deset let v uvedených měsících. Kladným zjištěním je fakt, že za vybrané desetileté období a pouze v měsících prosinec, leden, únor a březen, nebyla usmrcena při dopravních nehodách, v důsledku působení větru, žádná osoba. Totéž platí i u meteorologického jevu sněžení, kdy nebyla usmrcena žádná osoba. Co se týče těžce zraněných osob, sněžení v tomto případě působí negativně. Při sněžení se těžce zraní několik desítek osob, ovšem pouze v určitých letech (s vyšším množstvím sněhu).

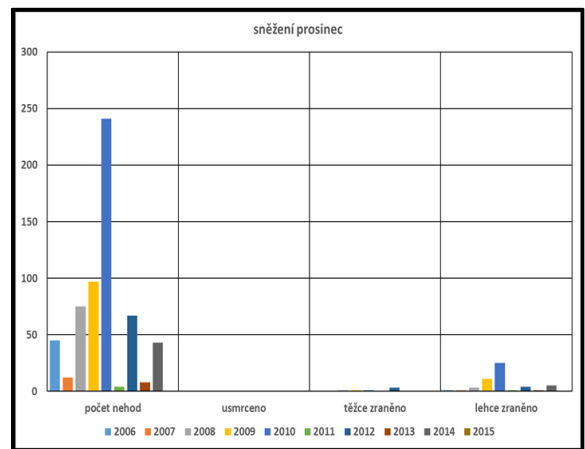
Potvrzuje to i Kamenický (2014), kdy na první pohled překvapivě lépe končí nehody při sněžení či nárazovém větru, což lze vysvětlit mimo jiné i tím, že na takové podmínky řidiči s předstihem reagují (např. zpomalením rychlosti či úplným odložením jízdy). Grafy v předložené práci potvrzují, že v uvedeném období nebyly vybrané měsíce, co se týká výšky sněhové pokrývky a rychlosti větru nijak extrémní, spíše podprůměrné.

Sochocká (2012) uvádí, že na přelomu listopadu a prosince 2010 se udál vyšší počet dopravních nehod. To dokumentuje synoptická mapa z 1. 12. 2010 (příloha III.), kde je zakresleno rozložení tlakového pole, které je typické pro brázdu nízkého tlaku nad střední Evropou (B). Na obr. 62 je patrné, že v tento den, oproti dnům předcházejícím, připadlo velké množství nového sněhu. Je tedy zřejmé, že s velkou pravděpodobností byl vysoký počet nehod

způsoben náhlou změnou počasí, ve smyslu sněžení. Následující den se počet nehod vrátil k normálnímu počtu (normální vzhledem k průměrným hodnotám).

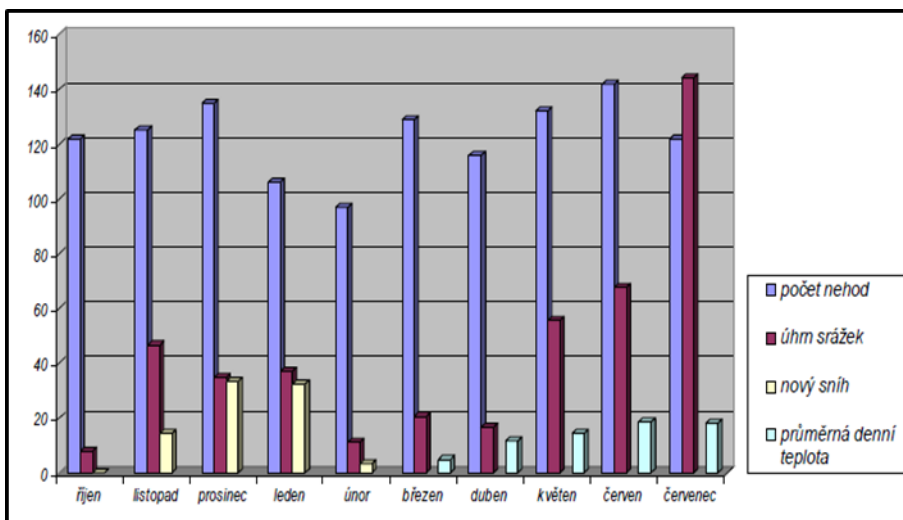


Obr. 62 Nehody vzhledem ke srážkám prosinec 2010 (Sochocká, 2012)



Obr. 63 Závažnost dopravních nehod ovlivněná sněžením-prosinec (Autorka, 2017)

Názor Sochocké (2012) potvrzuje i provedená analýza (obr. 63) uvedená v předložené práci. Prosinec roku 2010 byl extrémní, co se týká počtu dopravních nehod vlivem nadměrného sněžení. Jen v prosinci se stalo 241 dopravních nehod, což je vysoký počet oproti ostatním rokům. Listopad nebyl v této práci analyzován. Ovšem stále platí, že sněžení nepatří mezi prvky, které svým negativním působením na provoz, způsobí tragické silniční dopravní nehody a zejména újmy na zdraví nebo lidských životech. Řidiči obvykle přizpůsobí jízdu ke stavu komunikace a povětrnostním podmínkám, nebo úplně jízdu odloží.



Obr. 64 Srovnání počtu nehod, úhrnu srážek, nového sněhu a průměrné denní teploty (Sochocká, 2012)

Podle Sochocké (2012) je jasné, že mezi klíčové měsíce pro vznik dopravních nehod, patří prosinec i březen, což potvrzují i uvedené grafy v práci. Tento graf ovšem definuje pouze rok 2012, proto z tohoto výsledku nelze vyvozovat obecný závěr.

7 Závěr

Teoretická část předložené práce poskytuje ucelený přehled meteorologických jevů a prvků, který mají vliv na dopravu a jsou pro ni nebezpečné nebo ji nějakým způsobem ovlivňují. Dále byl zpracován přehled o dopravní nehodovosti a současný stav situace ve smyslu statistických údajů o dopravních nehodách v hlavním městě Praha za předcházející roky.

Cílem práce byla analýza vybraných synoptických situací ovlivňujících bezpečnost silniční dopravy na území České republiky prostřednictvím vybraných meteorologických prvků. Je potřeba vzít v úvahu, že počasí působí nejen na stav komunikace, ale i na řidiče a jeho schopnosti bezpečně vést vozidlo. Tento vliv však nemusí být vždy negativní, během zpracování práce vyšla najevo skutečnost, že existují příklady dnů s nepříznivým počasím, ve kterých nehodovost naopak poklesla. Na první pohled paradoxní jev se dá vyložit třeba tím, že řidiči vědomi si zhoršených podmínek, věnovali řízení větší pozornost, nebo jízdu zcela odložili a neriskovali tak, jak by tomu mohlo být za příznivějšího počasí. V úvahu je nutné vzít i další faktory, které mají na tuto problematiku vliv, a tím jsou denní doba, den v týdnu, lidský činitel a další. Na druhou stranu s ohledem na celková čísla dopravních nehod hraje počasí nezanedbatelnou roli v konečných číslech nehodovosti. Tato skutečnost, tj. závislost počtu nehod, ať už pozitivní či negativní, na analyzovaných meteorologických podmínkách práce prokázala.

V práci bylo dokázáno, že povětrnostní situace, resp. počasí, které je s nimi spojené, ovlivňuje množství a vážnost dopravních nehod. Ovšem nelze říci, že synoptické situace, které jsou doprovázené nebezpečnými jevy, jsou v posledním desetiletí četnější (příloha IV.). Hypotéza nebyla potvrzena.

8 Seznam literatury

- Abuelsamid, S. 1997. Method and system for detecting aquaplaning of a vehicle in an antilock brake system. United States Patent. p. 16.
- Adamec, V. a kol. 2008. Doprava, zdraví a životní prostředí. Grada. Praha. 160 s. ISBN: 978-80-247-2156-9.
- Alisov, B. P. 1954. Kurs klimatologii. Klimaty zemnovo šara. Gi- drometeoizdat, Leningrad. 320 s.
- Andres, J. 2001. Metodika identifikace a řešení míst častých dopravních nehod. Centrum dopravního výzkumu. Brno. ISBN: 80-902141-9-3.
- Anonymus. 2008. Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation. WMO-No. 8 dokument. WMO. Ženeva. p. 680. ISBN: 978-92-63-10008-5.
- Anonymus. 2013. Dopravní politika ČR pro období 2014–2020 s výhledem do roku 2050. Ministerstvo dopravy České republiky. Praha. 88 s.
- Anonymus. Národní strategie bezpečnosti silničního provozu 2011-2020 [online]. BESIP. 2012. [cit. 29. 1. 2017]. Dostupné z <[http://www.ibesip.cz/cz/besip/strategicke dokumenty/narodni-strategie-bezpecnosti-silnicniho-provozu/nsbsp-2011-2020](http://www.ibesip.cz/cz/besip/strategicke_dokumenty/narodni-strategie-bezpecnosti-silnicniho-provozu/nsbsp-2011-2020)>.
- Anonymus. Složení vozového parku v ČR [online]. Sdružení automobilového průmyslu. 2015. [cit. 7. 1. 2017]. Dostupné z <<http://www.autosap.cz/sfiles/a1-9.htm>>.
- Anonymus. Stránky odboru letecké meteorologie Českého hydrometeorologického ústavu [online]. Praha. ČHMÚ. [cit. 17. 3. 2017]. Dostupné z <<http://www.avimet.cz/>>.
- Anonymus. Systém integrované výstražné sužby [online]. Praha. ČHMÚ. [cit. 6. 2. 2015]. Dostupné z <<http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/om/sivs/sivs.html>>.
- Anonymus. Prague climate and temperature [online]. ClimaTemps. [cit. 6. 2. 2015]. Dostupné z <<http://www.climatetemp.info/czech>>.
- Anonymus. Teplotní profil pod základnou [online]. COMET. MetEd. [cit. 8. 2. 2015]. Dostupné z <<https://www.meted.ucar.edu>>.
- Anonymus. Willand weather [online]. UK. [cit. 27. 3. 2017]. Dostupné z <<http://www.willandweather.org.uk/mycharts.php>>.
- Anonymus. WMO in brief [online]. Ženeva. WMO. 2013. [cit. 1. 3. 2015]. Dostupné z <https://www.wmo.int/pages/about/index_en.html>.
- Beran, T. 2006. Nová pravidla silničního provozu: bodový systém a další změny silničního zákona. Computer Press. Brno. 99 s. ISBN: 80-251-0909-7.

- Bijleveld, F., Churchill, T. 2009. The influence of weather conditions on road safety. R-2009-9. SWOV Institute for Road Safety Research, Leidschendam, the Netherlands. p. 1–47.
- Bíl, M., Sedoník, J., Kubeček, J., Vodák, R., Bílová, M., Andrášik, R. 2014. Rizikové úseky silniční sítě – analýza zranitelnosti a ohrožení přírodními pohromami. Ochrana obyvatelstva, krizové řízení a kritická infrastruktura. 19 s.
- Bílá kniha. 2001. Evropská dopravní politika pro rok 2010: čas rozhodnout. Nakladatelství dopravy a turistiky, spol. s r. o. – Nadatur. Praha. 101 s. ISBN: 80-7270-015-4.
- Bogren, J. 1991. Screening effect on the Road Surface Temperature and Road Slipperiness. Theoretical and Applied Climatological. 43. p. 91–99.
- Bogren, J., Gustavsson, T., Nordin, L. 2008. SRIS - Slippery Road Information System [online]. Czech Republic. SIRWEC. 14-16th May 2008. [cit. 2014-06-20]. Dostupné z <<http://www.sirwec.org/prague2008.htm>>.
- ČSN 72 1191. Zkoušení míry namrzavosti zemin. 2013. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. Praha. 12 s.
- Čumpelík, J. 2008. Bezpečná a defenzivní jízda. Česmad Bohemia. Praha. 28 s. ISBN: 978-80-904249-0-6.
- Flajšman, M., Štekl, J. 2009. Hydrometeorologická služba Armády České republiky v období 1918-2009. Ministerstvo obrany ČR. Praha. 375 s. ISBN: 978-80-7278-517-9.
- Edwards, J. B. 1999. The temporal distribution of road accidents in adverse weather. Meteorological Applications. 6. p. 59–68.
- Gill, G. C., Olsson, L. E., Sela, J., Suda, M. 1967. Accuracy of wind measurements on towers or stacks. Bulletin of the American Meteorological Society. 48. p. 665–674.
- Gustavsson, T. 1991. Analysis of local climatological factors controlling risk of road slipperiness during warm-air advections. International Journal of Climatology. 11. p. 315-330.
- Gustavsson, T., Borgen, J., Green, C. 2001. Road Climate in Cities: A Study of the Stockholm Area, South – East Sweden. Meteorological. 8. p. 481–489.
- Havlík, K. 2005. Psychologie pro řidiče. Portál. Praha. 224 s. ISBN: 80-7178-542-3.
- Hogema, J. H. 1996. Effects of rain on daily traffic volume and on driving behaviour. A study as part of the Project Road and Weather Conditions. Rapport TNO-TM 1996-B019. TNO Human Factors Research Institute TM, Soesterberg. p. 18.
- Holmer, B., Postgård, U., Eriksson, M. 2001. Sky view factor in forest canopies calculated with IDRISI. Theoretical and Applied Climatological. 68. p. 33–40.

- Hrudička, B. 1937. O sněhových překážkách na silnicích v Československu. Silniční obzor. 16. 8 s.
- Hýsek, P. 2008. Návrh opatření na snížení nehodovosti v okrese Pardubice. Diplomová práce. Pardubice. 82 s.
- Charlton, R. B., Park, C. 1984. Observations of industrial fog, cloud and precipitation on very cold days. Atmosphere – Ocean. 22 (1). p. 106–121.
- Chmelík, J. a kol. 2009. Dopravní nehody. Aleš Čeněk, s.r.o. Plzeň. 544 s. ISBN: 978-80-7380-211-0.
- Kamenický, J. 2014. Dopravní nehodovost a její důsledky v ČR v dlouhodobém pohledu. Český statistický úřad. 88 s.
- Kočí, R., Kučerová, H. 2009. Silniční právo. Leges. Praha. 413 s. ISBN: 978-80-87212-10-3.
- Kožnarová, V., Klabzuba, J. 2009. Voda v atmosféře, výpar, vlhkost vzduchu, půdy a materiálu. Česká zemědělská univerzita v Praze. Praha. 39 s. ISBN: 978-80-213-1123-7
- Krejčí, J. 1986. Vojenská meteorologie. Tiskárna Ministerstva Národní Obrany. Brno. 385 s.
- Křivancová, S., Vavruška, F. 1997. Základní meteorologické prvky v jednotlivých povětrnostních situacích na území České republiky v období 1961-1990. Národní klimatický program ČR, sv. 27. Český hydrometeorologický ústav. Praha. 114 s. ISBN 80-85813-52-1.
- Kučerová, H. 2006. Dopravní přestupky v praxi. Linde. Praha. 431 s. ISBN: 80-7201-613-X.
- Květoň, V., Žák, M. 2004. Zkušenosti s konstrukcí technických teplotních časových řad v České republice. Meteorologické zprávy. 57. 125-156 s.
- Kyncl, J. a kol. 2006. Historie dopravy na území České republiky. Vladimír Kořínek. Praha. 146 s. ISBN: 80-903184-9-5.
- Leitner, M., Lukášek, V. 2006. Bezpečnost silničního provozu. Eurounion. Praha. 314 s. ISBN: 80-7317-045-0.
- Liechty, O. 2004. Industrial snow. SIRWEC 2004, 12th International Road Weather Conference, Bingen, Germany. Annalen der Meteorologie 40, Deutschen Wetterdienstes. p. 5.
- Ludwig, T. D. 1999. Traffic and Transport Psychology: Theory and Application. Personnel Psychology. Blackwell Publishing Ltd. United Kingdom. p. 225-229 ISSN: 00315826.
- Medek, I. Meteorologická terminologie využívaná v předpovědi počasí [online]. ČHMÚ. 2013. [cit. 27. 1. 2017]. Dostupné z <<http://meteo.ign.cz/Zaklpojmy.htm>>.
- Munzar, J. a kol. 1989. Malý průvodce meteorologií. Mladá fronta. Praha. 248 s. ISBN: 23

- 011-89.
- Norrman, J. 2000. Slipperiness on roads an expert systém classification. *Meteorological Application*. 7. p. 27-36.
- Perry, A. H., Symons, L. J. 2003. *Highway Meteorology*. Taylor & Francis e-Library. London. p. 215. ISBN: 0-203-78173-2.
- Pettifer, R., E., W., Terpstra, J. 1997. Road meteorological observations. WMO/TD No 842. p. 29.
- Plánka, L. 2005. Mezoklimatické mapování pro projektování, stavbu a provozování pozemních komunikací. *Acta Montanistica Slovaca*. 10 (2). 181-191 s.
- Podzimek, J. 1959. *Fysika oblaků a srážek*. Československé akademie věd. Praha. 476 s.
- Porada, V. et al. 2000. *Silniční dopravní nehoda v teorii a praxi*. Linde. Praha. 378 s. ISBN: 80-7201-212-6.
- Postgård, U., Lindqvist, S. 2001. Air and road surface temperature variations during weather change. *Meteorological Applications*. 8. p. 71-84.
- Příbyl, P., Janota, A., Spalek, J. 2008. *Analýza a řízení rizik v dopravě*. Ben. Praha. 527 s. ISBN: 978-80-7300-2140-0.
- Redakce izdoprava.cz. Jak na výtluky – to je aktuální téma každé zimy! [online]. *Komunikace a doprava*. 2011. [cit. 30. 1. 2017]. Dostupné z <<http://www.izdoprava.cz/sprava-komunikaci/2011/jak-na-vytluky-to-je-aktualni-tema-kazde-zimy/>>.
- Roth, G. D. 2000. *Encyklopedie počasí*. Knižní klub. Praha. 296 s. ISBN: 80-242-0228-X.
- Řezáčová, D., Novák, P., Kašpar, M., Setvák, M. 2007. *Fyzika oblaků a srážek*. Academia. Praha. 574 s. ISBN: 978-80-200-1505-1.
- Saunders, C. P. R. 1993. A review of thunderstorm electrification process, *J. Appl. Meteor.* p. 32.
- Setvák, M., Šálek, M., Franc, M. 2002. *Bezpečnost osob v blízkosti konvektivních bouří*. Ministerstvo životního prostředí. Praha. 61-63 s. ISBN: 80-7212-189-8.
- Skácal, L. *Hloubková analýza mezinárodního srovnání dopravní nehodovosti v ČR*. [online]. Brno. Centrum dopravního výzkumu. 2007. [cit. 26. 1. 2017]. Dostupné z <<http://www.czrso.cz/index.php?id=402>>.
- Skolil, J. 2012. *Kapaliny do ostříkovačů – toxicita kontra cena*. PETROLmagazín. Brno. 36-38 s.
- Sobíšek, B. a kol. 1993. *Meteorologický slovník výkladový a terminologický*. Ministerstvo životního prostředí České republiky. Praha. 594 s. ISBN: 80-85368-45-5.

- Sochacká, J. 2012. Vliv meteorologických jevů na dopravní nehodovost. Diplomová práce. Univerzita Pardubice. Dopravní fakulta Jana Pernera. 100 s.
- Sulan, J. 2006. Jíní – Stav nebezpečný pro silniční dopravu. Meteorologické zprávy. 59. 37-42 s.
- Sulan, J. Příručka silničního meteorologa [online]. Praha. ČHMÚ. Listopad 2010. Leden 2012. [cit. 10. 3. 2015]. Dostupné z <http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/om/weather_links/Pocasi/Silnice.html>.
- Sulan, J., Škuthan, M. 2005. Silniční meteorologie v provozu Českého Hydrometeorologického Ústavu. Meteorologické zprávy. 2. 33–40 s.
- Šimonovský, M. 2005. Národní strategie bezpečnosti silničního provozu. Ministerstvo dopravy. Praha. 38 s.
- Škuthan, M. 2002. Silniční meteorologie – varovný a ekologický fenomén přelomu tisíciletí. Ministerstvo životního prostředí. Praha. 48-53 s. ISBN: 80-7212-189-8.
- Štikar, J., Hoskovec, J. 1995. Přehled dopravní psychologie: historie, teorie, výzkum, aplikace. Karolinum Praha. 80 s. ISBN: 80-7066-981-0.
- Šucha, M. 2009. Agresivita na cestách. Univerzita Palackého v Olomouci. Olomouc. 186 s. ISBN: 978-80-244-2375-3.
- Tecl, J. Všeobecný vývoj nehodovosti na pozemních komunikacích. [online]. Brno. Centrum dopravního výzkumu. 2009. [cit. 20. 2. 2017]. Dostupné z <<http://www.czrso.cz/index.php?id=90>>.
- Tesařík, J., Straka, J. 2016. Přehled o nehodovosti na pozemních komunikacích v České republice za rok 2015. Ředitelství služby dopravní policie Policejního prezidia České republiky. Praha. 255 s.
- Tuononen, A. J., Matilainen, M. J. 2009. Real-time estimation of aquaplaning with an optical tyre sensor. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part D: Journal of Automobile Engineering. 223. p. 1263-1272.
- Vilášek, J., Fiala, M., Vondrášek, D. 2014. Integrovaný záchranný systém ČR na počátku 21. století. Karolinum. Praha. 188 s. ISBN: 978-80-246-2477-8.
- Volný, R. Slabé sněžení - "průmyslové"? [online]. Ostrava, Plzeň. ČHMÚ. 14. 11. 2011. [cit. 5. 1. 2015]. Dostupné z <<http://www.infomet.cz/index.php?id=read&idd=1321265386&a0=SLAB%C9&a1=SN%CC%8EEN%CD&vyrazu=2&oznacic=ano>>.
- Yu, H., Ozguner, U. 2002. Extremum-seeking control strategy for ABS system with time delay. American Control Conference. 5. p. 3753–3758.

Zákon č. 361 ze dne 14. září 2000 o provozu na pozemních komunikacích a o změnách některých zákonů. In: Sbírka zákonů České republiky. 2017. Dostupné také z <[https://www-fulsoft-cz.infozdroje.czu.cz/33/361-2000-sb-zakon-o-provozu na pozemnich-komunikacich-a-o-zmenach-nekterych-zakonu-zakon-o-silnicnim provozu-ve zneni ucinnem k 19 9 2016 uniqueidOhwOuzC33qe_hFd_jrpTnSy6WrdQ6E2312F6PJXFyECD-vMUnwPlw/?uri_view_type=40](https://www-fulsoft-cz.infozdroje.czu.cz/33/361-2000-sb-zakon-o-provozu-na-pozemnich-komunikacich-a-o-zmenach-nekterych-zakonu-zakon-o-silnicnim-provozu-ve-zneni-ucinnem-k-19-9-2016-uniqueidOhwOuzC33qe_hFd_jrpTnSy6WrdQ6E2312F6PJXFyECD-vMUnwPlw/?uri_view_type=40)>.

9 Seznam použitých zkratek a symbolů

ABS (Anti – Blocking System)

ASR (Anti Skid Regulation)

ČHMÚ (Český Hydrometeorologický Ústav)

ČR (Česká republika)

DSR (Driver Dteering Recommendation)

ESP (Electronic Stability Program)

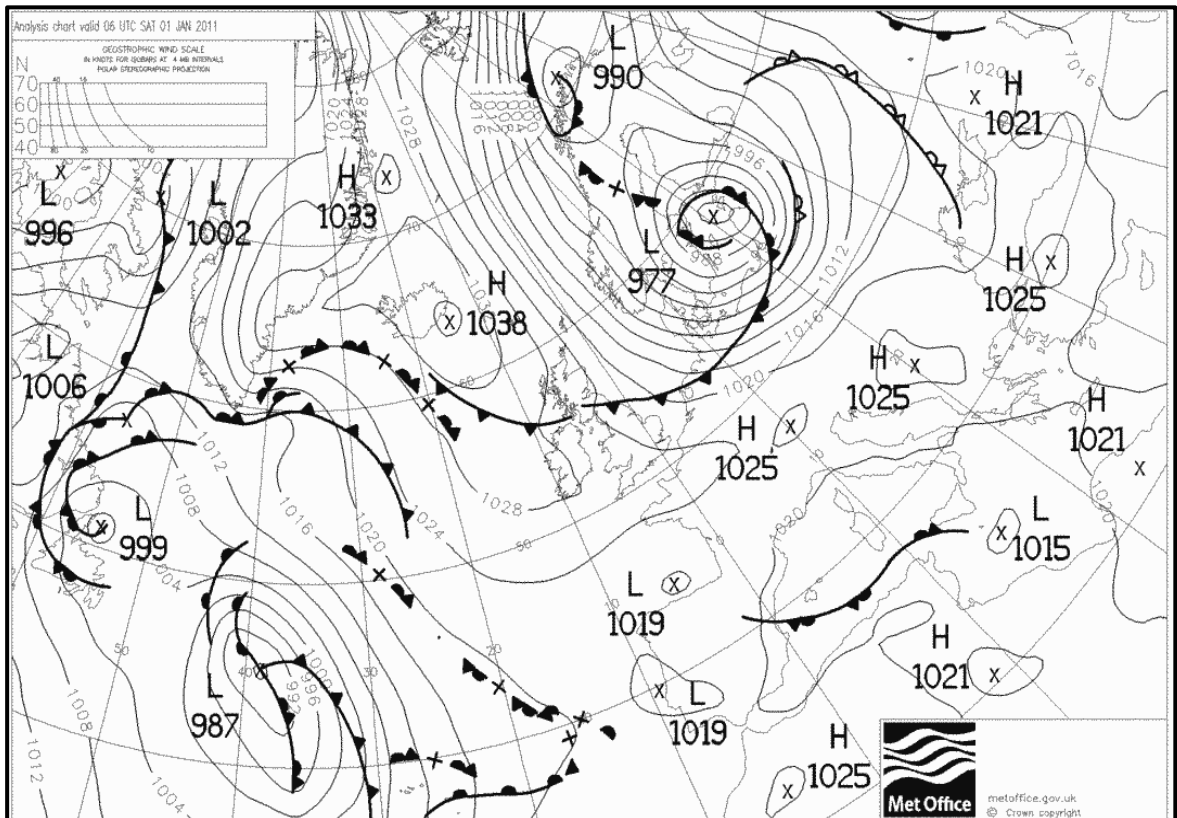
NMJ (Nebezpečné meteorologické jevy)

SIRWEC (Standing International Road Weather Commission)

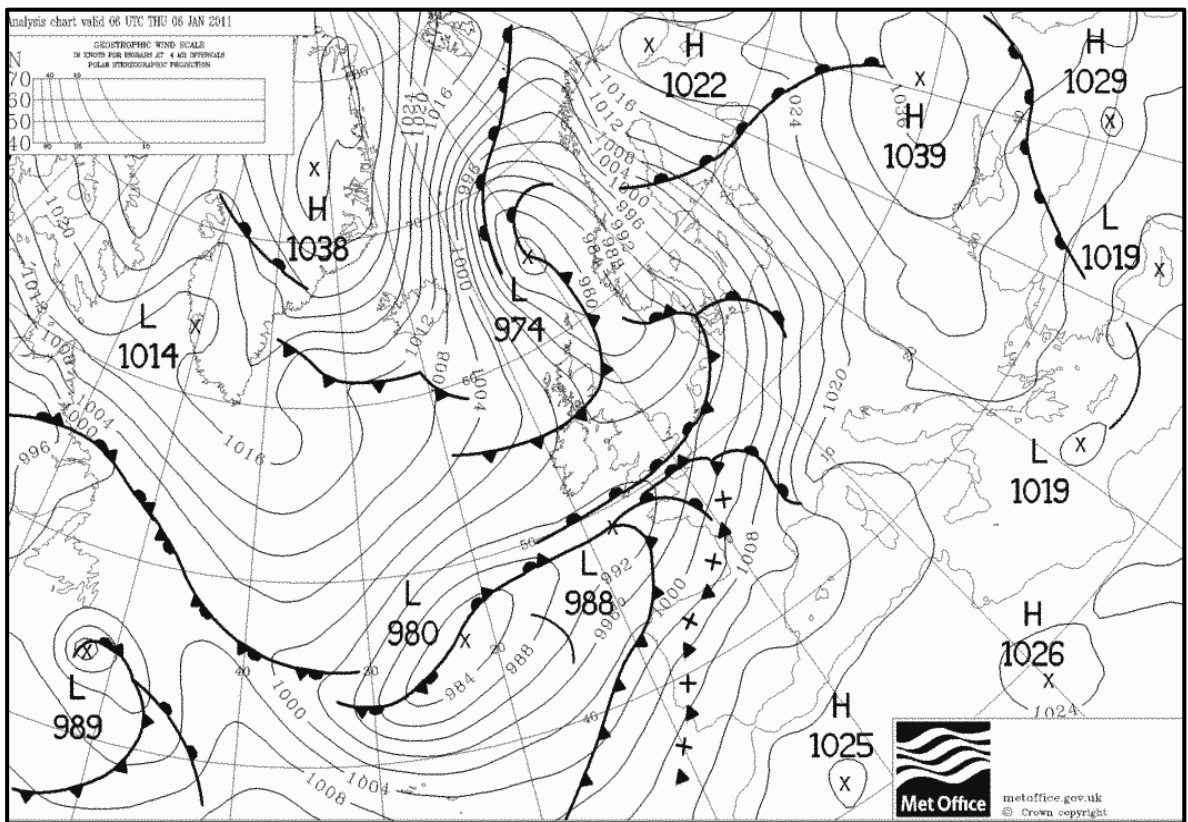
SVF (Sky view faktor)

10 Přílohy

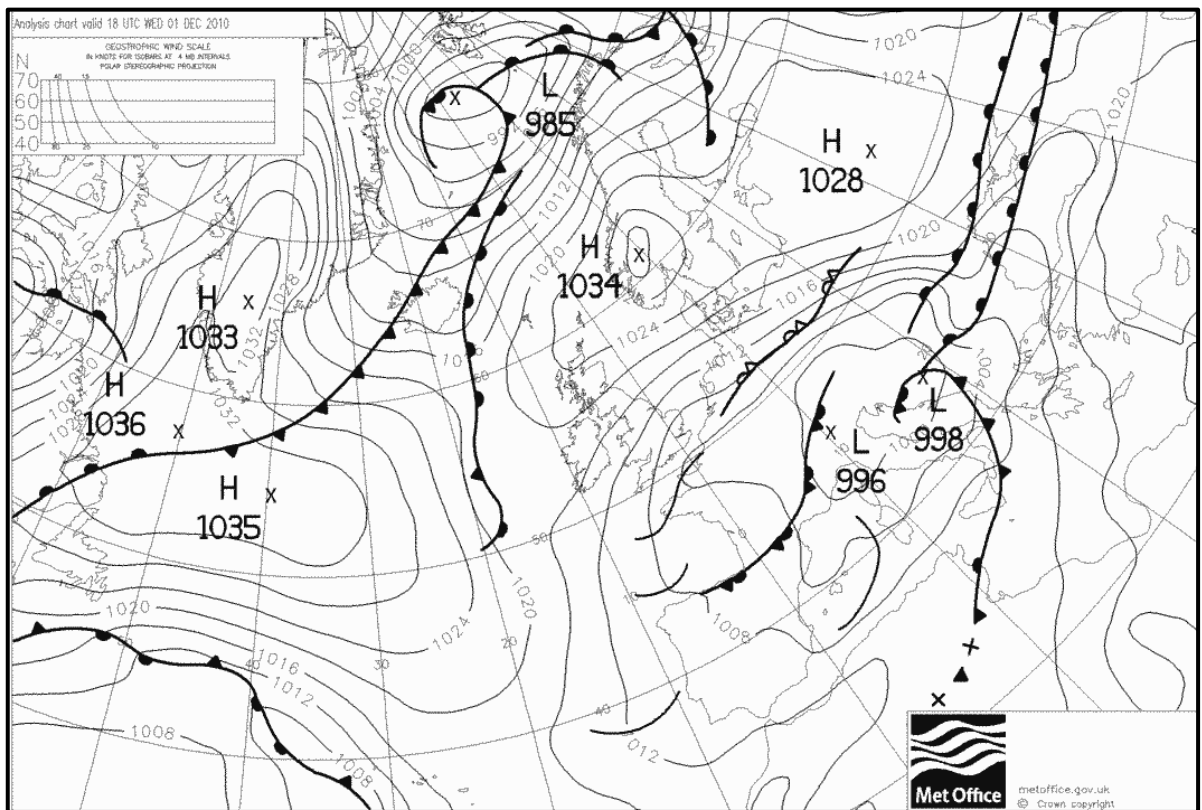
příloha I. Povětrnostní situace 1. 1. 2011 – Severozápadní cyklonální situace (NWc)
(<http://www.willandweather.org.uk/mycharts.php>, 2017)



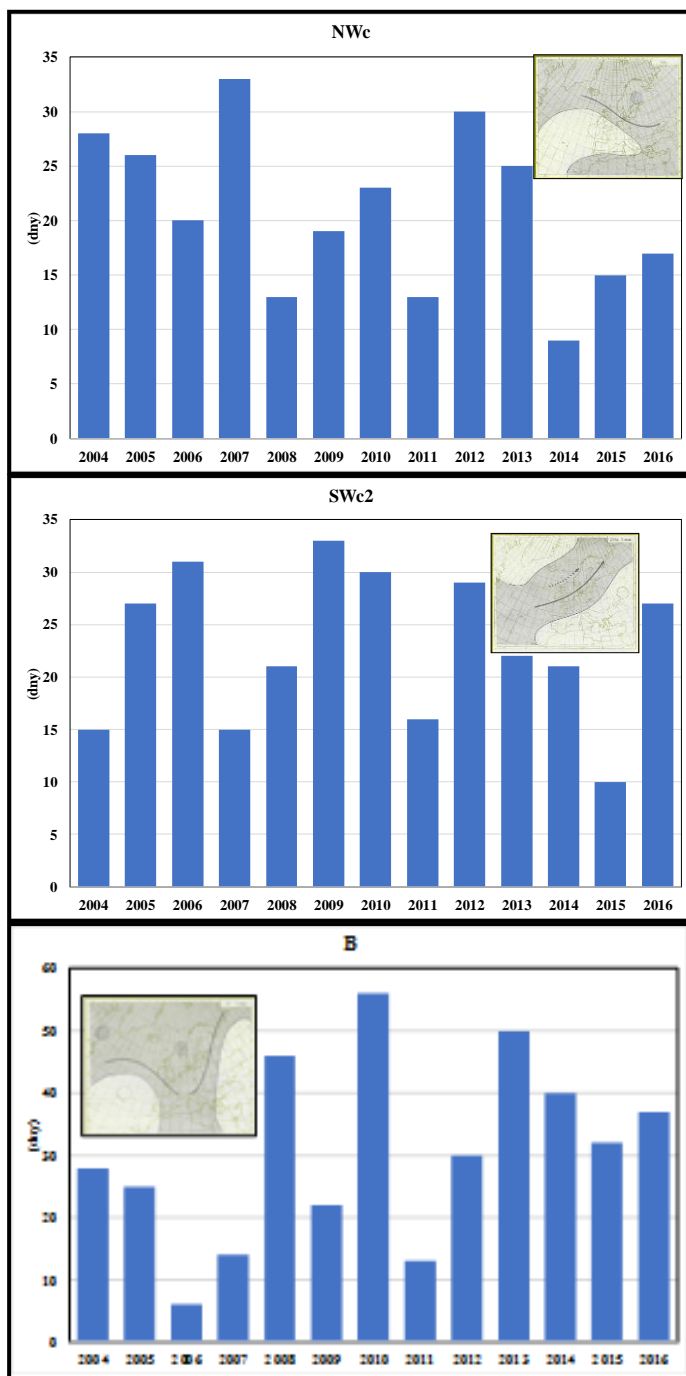
příloha II. Povětrnostní situace 6. 1. 2011 – Jihozápadní cyklonální situace (SWc2)
(<http://www.willandweather.org.uk/mycharts.php>, 2017)



příloha III. Povětrnostní situace 1. 12. 2010 - Brázda nízkého tlaku nad střední Evropou (B)
(<http://www.willandweather.org.uk/mycharts.php>, 2017)



příloha IV. Příklad variability vybraných synoptických situací v ČR od roku 2004-2016



Seznam příloh

příloha I. Povětrnostní situace 1. 1. 2011 – Severozápadní cyklonální situace (NWc)

příloha II. Povětrnostní situace 6. 1. 2011 – Jihozápadní cyklonální situace (SWc2)

příloha III. Povětrnostní situace 1. 12. 2010 - Brázda nízkého tlaku nad střední Evropou (B)

příloha IV. Příklad variability vybraných synoptických situací v ČR od roku 2004-2016