

Univerzita Hradec Králové
Přírodovědecká fakulta
Katedra fyziky

Meteorologická měření a předpověď počasí
v Rokytnici v Orlických horách

Diplomová práce

Autor: Ladislav Greguš
Studijní program: N1701 Fyzika
Studijní obor: Fyzikální měření a modelování
Vedoucí práce: doc. RNDr. Jan Kříž, Ph.D.

Hradec Králové

srpen 2018

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a ostatních uvedených pramenů.

V Hradci Králové dne

Ladislav Greguš

Poděkování:

Za možnost napsat diplomovou práci na zajímavé téma, za cenné rady, pomoc a nevšední ochotu, za obětavost a trpělivost upřímně děkuji vedoucímu práce doc. RNDr. Janu Křížovi, Ph.D.

Anotace

GREGUŠ, L. *Meteorologická měření a předpověď počasí v Rokytnici v Orlických horách*. HRADEC KRÁLOVÉ, 2018.

Diplomová práce na Přírodovědecké fakultě Univerzity Hradec Králové. Vedoucí diplomové práce Jan Kříž. 124 s.

Již nejstarší civilizace na Zemi se zabývaly sledováním počasí, pozorováním astronomických a meteorologických dějů a jevů. Lidé v průběhu času přecházeli od počátečního sledování k zaznamenávání vypozerovaných událostí. Tak se k nim mohli vracet, dávat si je do souvislostí s událostmi novými, snažili se je pochopit a časem i předvídat. Trvalo to dlouhou dobu, než lidstvo dospělo do dnešní podoby předpovědi počasí, kdy se z meteorologie stala věda, velký pomocník lidstva ve všech jeho činnostech. Z předpovědi počasí se stal i velký byznys. Velkou a významnou se v tomto oboru podnikání stala společnost AccuWeather. Působí celosvětově ve všech mediálních oblastech, v oblasti počítačových a mobilních aplikací. Dlouhodobé předpovědi počasí této společnosti však vyvolávaly rozpaky. Touto diplomovou prací si dávám za cíl seznámit čtenáře s měřenými veličinami a způsobem jejich měření, kterých se užívá k předpovědi počasí. Dále seznámit s předpovědními modely počasí, společností AccuWeather a porovnat její data s daty meteorologické stanice v lokalitě města Rokytnice v Orlických horách. Pokouším se o vzájemnou konfrontaci porovnatelných dat a o případné upřesnění předpovědi počasí.

Klíčová slova:

Předpověď počasí, předpovědní modely počasí, meteorologická stanice, AccuWeather, porovnání dat.

Annotation

GREGUŠ, L. *Meteorological measurements and weather forecast in Rokytnice v Orlických horách*. HRADEC KRÁLOVÉ, 2018.

Diploma Thesis at Faculty of Science University of Hradec Králové. Thesis Supervisor Jan Kříž. 124 s.

Already the oldest civilizations on the Earth were interested in watching weather, observing astronomical and meteorological processes and effects. As time was passing people started not only observe but also record seen events. They could remember them and put them into context with new events, try to understand and finally forecast. It took a long time till people came to today's weather forecast when meteorology became science, a great helper for mankind in all its activities. Weather forecast is a big business now. AccuWeather company has become very important and famous in this field. It works worldwide and effects media, computer and mobile application fields. Anyway, AccuWeather long-term weather forecast rouses discomfiture. The aim of this thesis is introducing quantities used in weather forecast and their measuring. It is also introducing AccuWeather's models of weather forecast and comparing their datas with datas from a meteorological station in the location of a town called Rokytnice v Orlickách horách. It is trying to compare the datas and if need specify the weatherforecast.

Keywords:

Weather forecast, weatherforecast models, meteorological station, AccuWeather, comparing datas.

Obsah

ÚVOD.....	10
1 POPIS MĚŘENÝCH VELIČIN A ZPŮSOB JEJICH MĚŘENÍ	11
1.1 Teplota vzduchu a její měření.....	11
1.2 Barometrický tlak vzduchu a jeho měření.....	12
1.3 Měření větru	14
1.3.1 Měření směru větru.....	14
1.3.2 Měření rychlosti větru.....	14
1.4 Měření vlhkosti vzduchu.....	15
1.5 Měření atmosférických srážek.....	16
2 POPIS LOKALITY MĚŘENÍ.....	17
2.1 Základní údaje.....	17
2.2 Lokalizace meteorologické stanice	17
3 METEOROLOGICKÁ STANICE WH1080 T104.....	19
3.1 Popis základny meteorologické stanice.....	19
3.1.1 Technická data základny meteorologické stanice.....	21
3.2 Popis venkovní části meteorologické stanice	21
3.2.1 Anemometr.....	21
3.2.2 Snímač směru větru	22
3.2.3 Srážkoměr	23
3.2.4 Vysílač vnější jednotky s teploměrem a vlhkoměrem	23
3.2.5 Technická data venkovní bezdrátové stanice.....	24
3.2.6 Přenos dat do počítače a použitý software	25
4 PŘEDPOVĚĎ POČASÍ.....	29
4.1 Historie meteorologie	29
4.2 Předpovědní modely počasí	32
4.2.1 Modelování vývoje atmosféry	32
4.2.2 Předpovědní modely.....	33
4.3 Globální modely počasí.....	35
4.3.1 Globální model IFS/ARPEGE	35
4.3.2 Globální model MOGREPS-G a GLOBAL.....	36
4.3.3 Globální model GFS	36
4.4 Regionální (lokální) modely počasí	37
4.4.1 Regionální model ALADIN	37
4.4.2 Regionální model HIRLAM	37
4.4.3 Regionální model COSMO	38

4.4.4	Regionální model WRF	38
5	ACCUWEATHER.....	39
5.1	Společnost AccuWeather	39
5.2	Služby poskytované společnostmi AccuWeather.....	39
5.2.1	Rádio a televizní služby	39
5.2.2	AccuWeather na internetu	40
5.2.3	AccuWeather v mobilních zařízeních a počítačích.....	40
6	POROVNÁNÍ DAT.....	42
6.1	AccuWeather a jeho prognózy.....	42
6.2	Použité funkce programu Excel	42
6.2.1	Regresní analýza	43
6.2.2	Korelační analýza.....	43
6.2.3	Funkce LINTREND.....	44
6.3	Dlouhodobá předpověď'	44
6.3.1	Maximální a minimální denní teplota	44
6.3.2	Srážky	53
6.4	Krátkodobá předpověď'	56
6.4.1	Maximální a minimální denní teplota	56
6.4.2	Srážky	58
7	KONFRONTACE PŘEDPOVĚDÍ POČASÍ ACCUWEATHER S NAMĚŘENÝMI DATY METEOROLOGICKÉ STANICE.....	60
7.1	Konfrontace dlouhodobé předpovědi s měřením.....	60
7.1.1	Konfrontace skutečných maximálních denních teplot AccuWeather a meteostanice	60
7.1.2	Konfrontace skutečných minimálních denních teplot AccuWeather a meteostanice	61
7.1.3	Konfrontace dlouhodobé předpovědi maximálních denních teplot AccuWeather s meteostanicí v lednu 2017	63
7.1.4	Konfrontace dlouhodobé předpovědi maximálních denních teplot AccuWeather s meteostanicí v únoru 2017	64
7.1.5	Konfrontace dlouhodobé předpovědi maximál. denních teplot AccuWeather s meteostanicí v březnu 2017	65
7.1.6	Konfrontace dlouhodobé předpovědi minimálních denních teplot AccuWeather s meteostanicí v lednu 2017	66
7.1.7	Konfrontace dlouhodobé předpovědi minimálních denních teplot AccuWeather s meteostanicí v únoru 2017	67
7.1.8	Konfrontace dlouhodobé předpovědi minimálních denních teplot AccuWeather s meteostanicí v březnu 2017	68

7.1.9	Konfrontace dlouhodobé předpovědi srážek AccuWeather s měřením meteostanicí v lednu 2017.....	69
7.1.10	Konfrontace dlouhodobé předpovědi srážek Accu-Weather s měřením meteostanicí v únoru 2017.....	71
7.1.11	Konfrontace dlouhodobé předpovědi srážek Accu-Weather s měřením meteostanicí v březnu 2017.....	72
7.2	Konfrontace krátkodobé předpovědi s měřením.....	73
7.2.1	Konfrontace krátkodobé předpovědi max. teplot v lednu 2017.....	74
7.2.2	Konfrontace krátkodobé předpovědi max. teplot v únoru 2017.....	75
7.2.3	Konfrontace krátkodobé předpovědi max. teplot v březnu 2017.....	76
7.2.4	Konfrontace krátkodobé předpovědi min. teplot v lednu 2017.....	77
7.2.5	Konfrontace krátkodobé předpovědi min. teplot v únoru 2017.....	78
7.2.6	Konfrontace krátkodobé předpovědi min. teplot v březnu 2017.....	79
7.2.7	Konfrontace krátkodobé předpovědi srážek AccuWeather a měření v lednu 2017.....	80
7.2.8	Konfrontace krátkodobé předpovědi srážek AccuWeather a měření v únoru 2017.....	82
7.2.9	Konfrontace krátkodobé předpovědi srážek AccuWeather a měření v březnu 2017.....	83
8	POKUS O UPŘESNĚNÍ PŘEDPOVĚDI POČASÍ.....	85
8.1	Dlouhodobá předpověď.....	85
8.1.1	Předpověď maximální denní teploty.....	86
8.1.2	Předpověď minimální denní teploty.....	92
8.2	Krátkodobá předpověď.....	98
8.2.1	Předpověď maximální denní teploty.....	98
8.2.2	Předpověď minimální denní teploty.....	104
9	VÝSLEDKY UPŘESNĚNÍ PŘEDPOVĚDI.....	112
9.1	Dlouhodobá předpověď.....	112
9.1.1	Maximální denní teploty.....	112
9.1.2	Minimální denní teploty.....	112
9.2	Krátkodobá předpověď.....	113
9.2.1	Maximální denní teploty.....	113
9.2.2	Minimální denní teploty.....	113
9.3	Bilance.....	114
	ZÁVĚR.....	115
	SEZNAM POUŽITÉ LITARATURY.....	116
	SEZNAM OBRÁZKŮ.....	119
	SEZNAM TABULEK.....	120

SEZNAM GRAFŮ.....	122
-------------------	-----

ÚVOD

Tato diplomová práce *Meteorologická měření a předpověď počasí v Rokytnici v Orlických horách* navazuje na mou bakalářskou práci z roku 2013 [1]. V diplomové práci se nově zabývám tématem předpovědi počasí a předpovědními modely počasí. Seznamuji čtenáře se společností AccuWeather a nově se zaměřuji na porovnání a konfrontaci výsledků měření mou meteorologickou stanicí se zveřejněnými předpověďmi a výsledky právě této společnosti v mé lokalitě. Pokouším se o upřesnění předpovědi počasí na základě uvedených měření a předpovědí.

V roce 2012 jsem si pořídil meteorologickou stanicí WH1080 T104. Chtěl jsem sledovat a zaznamenávat vývoj počasí. Při měřeních dochází k rozdílu oproti zveřejněným předpovědím, někdy i velkým. Tato stanice zobrazuje pouze graficky tendenci vývoje počasí (např. symbol sluníčka predikuje slunečno) a nezobrazuje hodnoty předpovědi, např. maximální a minimální denní teplotu. Zajímalo mne, jak měření této stanice využít k případnému upřesnění předpovědi počasí, kterou zveřejňují oficiální zdroje. Zaznamenané hodnoty meteorologických veličin naměřené mou stanicí použiji v diplomové práci spolu s hodnotami předpovědí společnosti AccuWeather. S měřením meteorologickou stanicí jsem započal 14. 7. 2012 a od té doby běží takřka nepřetržitě.

V teoretické části mé diplomové práce popisují jednotlivé měřené meteorologické veličiny a způsob jejich měření. Dále upřesňuji popis lokality, ve které měření probíhá a meteorologickou stanicí, kterou se měří a ze které se naměřená data přenášejí do počítače. Též zde popisují předpověď počasí z oficiálního veřejného zdroje - AccuWeather a popis tvorby předpovědi počasí, předpovědních modelů.

V následující praktické části práce uvádím naměřené hodnoty veličin z meteorologické stanice a hodnoty zveřejněné ze zdroje AccuWeather, pro názornost je zpracovávám do grafů a tabulek. K výpočtům používám funkci programu Microsoft Excel. Pokouším se o konfrontaci zveřejněných předpovědí AccuWeather s měřeními meteorologické stanice. Uvádím výsledky a pokus o upřesnění lokální předpovědi počasí. V závěru uvádím krátké zhodnocení.

1 POPIS MĚŘENÝCH VELIČIN A ZPŮSOB JEJICH MĚŘENÍ

V této kapitole nabízím čtenáři popis základních měřených meteorologických veličin a jejich měření.

1.1 Teplota vzduchu a její měření

Teplota je základní fyzikální veličinou. Je mírou střední kinetické energie termického pohybu molekul. V meteorologii teplota vzduchu udává tepelný stav ovzduší. Hlavním zdrojem energie je záření Slunce. Zahřívání povrchu naší planety má vliv na celou řadu faktorů, přitom záleží na úhlu dopadu slunečních paprsků na povrch, dále na množství aerosolu ve vzduchu, na množství CO_2 a vodních par, na tepelném vyzařování Země. Velmi významnou roli při ohřevu atmosférického vzduchu má zemský povrch, který pohltí část sluneční energie, určité množství energie vyzáří zpět a zahřívá částice vzduchu v jeho těsné blízkosti.

Teplu jako energie se v atmosféře šíří několika způsoby:

- **konvekcí** – přenos stoupavými proudy,
- **turbulencí** – promíchávání vzdušných vrstev,
- **radiací** – sálání tepelného vlnění mezi povrchem a vrstvami atmosféry.

Měřením teploty vzduchu určujeme teplotu čidla teploměru, které je v tepelné rovnováze se vzduchem v jeho okolí. Jednotkou teploty je v soustavě SI kelvin (K). V meteorologické praxi se však teplota vzduchu nebo půdy nejčastěji udává ve stupních Celsiovy stupnice, měří se tedy ve $^{\circ}\text{C}$. [1][2]

Vztah mezi údajem teploty ve $^{\circ}\text{C}$ T_C a tímž údajem teploty v kelvinech T_K , stupních Fahrenheita T_F a Réaumura T_R je dán těmito číselnými převodními vztahy:

$$T_C = T_K - 273,15 = 5/9 (T_F - 32) = 5/4 T_R$$

Fahrenheitova teplotní stupnice se v USA běžně používá. Réaumurova již běžná není.

V meteorologii se pro měření teploty vzduchu používají elektrické teploměry s přesností v řádu desetin $^{\circ}\text{C}$, popřípadě též kapalinové nebo bimetalické teploměry. Teploměry se chrání před rušivým účinkem přímého slunečního záření např. stíněním. Umísťují se v meteorologické budce nebo v radiačním krytu ve výšce 2 m nad povrchem země. Některé stanice mohou být osazeny maximálním

a minimálním teploměrem za účelem měření nejvyšší a nejnižší teploty vzduchu za určité časové období. Převážně se však extrémní teploty získávají automatickým zpracováním údajů elektrických teploměrů. Pro měření krátkodobých fluktuací teploty ve volné atmosféře popř. pro měření teploty v malých prostorech nebo na plochách, jsou vhodné elektrické teploměry s čidly malých rozměrů. [1][2][3]

Denní průměrná teplota vzduchu se vypočte z hodnot naměřených v klimatologických nebo synoptických termínech. Denní průměr teploty se počítá jako aritmetický průměr hodnot teploty měřených v pravidelných intervalech. Na vnitrostátní úrovni se v ČR průměrná denní teplota vzduchu počítá někdy podle vzorce:

$$\bar{T} = \frac{T_7 + T_{14} + 2T_{21}}{4},$$

kde indexy 7, 14 a 21 vyjadřují časy pozorování. Počítá-li se průměrná denní teplota vzduchu z 24 hodnot, označuje se jako pravý denní průměr teploty. K hrubému odhadu průměrné denní teploty se též někdy užívá vzorce:

$$\bar{T} = \frac{T_{max} + T_{min}}{2},$$

kde T_{max} je maximální a T_{min} minimální denní teplota vzduchu. [1][2]

1.2 Barometrický tlak vzduchu a jeho měření

Tíží vertikálního sloupce vzduchu je vyvolán tlak vzduchu barometrický (atmosférický). Sloupec vzduchu sahá od hladiny moře (k ní se atmosférický tlak vztahuje) až po horní hranici atmosféry Země. Tlak vzduchu se mění se vzrůstající nadmořskou výškou. Na všech místech Země není atmosférický tlak stejný. Je ovlivněn gravitací, rozdílem teploty a hustoty plynných vrstev, povrchem a rotací Země. Tlak se mění v průběhu ročních období, ale i několikrát v průběhu jednoho dne. Základní rovnice statiky ovzduší je vyjádřena vztahem:

$$dp = -\rho g dh,$$

kde dp je přírůstek tlaku, ρ je hustota vzduchu, g je tíhové zrychlení a dh je změna výšky od zemského povrchu. [5]

Barometrický tlak není lineární funkcí výšky. Je exponenciálně závislý na nadmořské výšce. To vyjadřuje barometrická rovnice:

$$p = p_0 e^{-\frac{\rho_0 g \Delta h}{p_0}},$$

kde p vypočtený tlak, p_0 je známý (základní) tlak vzduchu, ρ_0 je známá (základní) hustota vzduchu, g je tíhové zrychlení, Δh je rozdíl výšek.

Aby bylo možno porovnávat výsledky různých měření barometrického tlaku, byl zaveden tzv. normální atmosférický tlak s hodnotou 101325 Pa. Ten je odvozen z hydrostatického tlaku rtuťového sloupce vysokého 760 mm při teplotě 0°C u povrchu mořské hladiny na 45° severní šířky.

Pro vzájemné porovnání hodnot barometrického tlaku vzduchu, naměřených na různých meteorologických stanicích v různých nadmořských výškách, musíme tyto hodnoty přepočítat na hodnoty odpovídající mořské hladině. V praxi se často používá zjednodušený tvar barometrické rovnice pomocí linearizace, tzv. Babinetova formule, jejíž tvar je:

$$z = 16000 \left(1 + \frac{t}{273} \right) \cdot \frac{(p_1 - p_2)}{(p_1 + p_2)},$$

kde z je rozdíl výšek v metrech, t je průměrná teplota ve °C mezi dolní (p_1) a horní (p_2) hladinou tlaku vzduchu, p_1 a p_2 jsou hodnoty tlaků v hPa. [1][5]

Základní jednotkou tlaku je pascal (Pa). Odpovídá kolmému působení síly jednoho newtonu (N) na plochu o obsahu 1 m². Pro meteorologii je Pa velmi malou jednotkou, proto se v ní používá spíše hektopascal (hPa) a kilopascal (kPa). V minulosti se používala jednotka milibar (mb), které odpovídá jednotka hPa a jednotka centibar (cb), které zase odpovídá jednotka kPa. Používala se i jednotka atmosférického tlaku torr, definovaná výškou sloupce rtuti v milimetrech. Mezi uvedenými jednotkami platí tyto vztahy [1][5]:

$$1 \text{ hPa} = 100 \text{ Pa} = 100 \text{ N} \cdot \text{m}^2 = 1 \text{ mb} = 0,75 \text{ torr}$$

$$1 \text{ torr} = 133,3 \text{ Pa}$$

Barometrický tlak vzduchu se na meteorologických stanicích měří staničními tlakoměry s přesností na desetiny hPa. U dříve používaných rtuťových tlakoměrů bylo nutné odečtený údaj tlaku redukovat na teplotu rtuti 0 °C a započítat přístrojovou opravu. Ve volné atmosféře se tlak vzduchu měří aneroidovými tlakoměry neboli aneroidy, popř. hypsometry. [1][2]

1.3 Měření větru

Při prodění vzduchu v atmosféře Země vzniká vítr. Vyvolávají ho rozdíly v tlaku vzduchu a rotační pohyb Země. Vítr přenáší vodu v atmosféře, zapříčiňuje přenos energie, působí dynamicky tlakem na předměty, odnímá tělesům teplo, zvyšuje intenzitu výparu z vodních hladin a vlhkých těles. Nás zajímá především jeho rychlost, směr a ochlazovací účinek.

V praxi měříme rychlost větru v daném místě (její velikost i směr), popř. její časové fluktuace. Zpravidla se měří jen horizontální složka vektoru rychlosti větru, a to odděleně její směr, čili směr větru a její velikost, čili, rychlost větru. Vertikální složka vektoru rychlosti větru, popř. přímo tento vektor, se zjišťují pouze pro speciální účely pomocí nákladného a složitého přístrojového vybavení. [1][2]

1.3.1 Měření směru větru

Směr proudění větru je směr opačný ke směru horizontální složky vektoru rychlosti větru, tedy odkud vítr vane. Udává se v úhlových stupních (azimut) od 0° do 360° , kde 0° je směr větru severní, 90° směr východní, 180° směr jižní a 270° je směr větru západní. Vítr, jehož změna směru proudění je větší než 45° , je označován jako vítr s proměnlivým směrem proudění. Přístroje na měření směru větru se nazývají větrné směrovky a k měření využívají rotační moment. Dříve se směr větru vyjadřoval podle 8 nebo 16 dílné větrné růžice. Pro měření jsem použil snímač směru větru meteorologické stanice. [1][2]

1.3.2 Měření rychlosti větru

Rychlost větru (uvádí se též fyzikálně nesprávně síla větru) se vyjadřuje přesným určením hodnoty velikosti vektoru rychlosti ($\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$, $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$), nebo odhadem stupně na tzv. Beaufortově stupnici. Protože se rychlost větru v čase výrazně mění, udává se v praxi často průměrná rychlost větru (za určité časové období) a nárazová rychlost větru (maximální rychlost větru při větrném poryvu). V mém případě byl k měření použit anemometr. [1][2]

Tabulka 1: Beaufortova stupnice [6]

Stupeň	Označení	Slovní definice	Rychlost [km · h ⁻¹]	Rychlost [m · s ⁻¹]
0	Bezvětří	Kouř stoupá svisle vzhůru	pod 1	0,0 – 0,2
1	Vánek	Směr větru je poznatelný podle kouře, vlajka v klidu	1 – 5	0,3 – 1,5
2	Slabý vítr	Listy stromů šelestí, vlajka se pohybuje	6 – 11	1,6 – 3,3
3	Mírný vítr	Listy stromů jsou v trvalém pohybu, prapory napjaté	12 – 19	3,4 – 5,4
4	Dosti čerstvý vítr	Vítr zdvihá prach, pohybuje menšími větvemi	20 – 28	5,5 – 7,9
5	Čerstvý vítr	Listnaté keře se začínají hýbat, tvoří se vlny s pěnou	29 – 38	8,0 – 10,7
6	Silný vítr	Vítr pohybuje silnějšími větvemi, sílí hukot	39 – 49	10,8 – 13,8
7	Prudký vítr	Kývají se celé stromy, chůze je obtížná	50 – 61	13,9 – 17,1
8	Bouřlivý vítr	Lámou se větve, chůze je skoro nemožná	62 – 74	17,2 – 20,7
9	Vichřice	Vítr působí menší škody na budovách	75 – 88	20,8 – 24,4
10	Silná vichřice	Vyvrací stromy, působí větší škody na budovách	89 – 102	24,5 – 28,4
11	Mohutná vichřice	Kácí lesy, ničí budovy	103 – 117	28,5 – 32,6
12	Orkán	Velké ničivé účinky, rozsáhlé pustošení	více než 118	více než 32,7

1.4 Měření vlhkosti vzduchu

Měřením vlhkosti vzduchu určujeme obsah vodní páry ve vzduchu v určitém místě atmosféry, zpravidla poměrné vlhkosti vzduchu nebo tlaku vodní páry. Poměrná (relativní) vlhkost vzduchu udává poměr mezi okamžitým množstvím vodních par ve vzduchu obsažených a množstvím vodních par, které by měl vzduch o stejné teplotě a tlaku při úplném nasycení. Vlhkost se měří v %, tlak vodní páry v hPa. Ostatní vlhkostní charakteristiky se v případě potřeby stanoví výpočtem s použitím hodnoty teploty vzduchu změřené současně s vlhkostí. Vlhkost vzduchu se na meteorologických stanicích měří vlhkoměry, které se umísťují do meteorologické budky, a to Augustovým psychrometrem a vlasovým vlhkoměrem. Jejich setrvačnost se pohybuje řádově v minutách a je srovnatelná se setrvačností staničních teploměrů. Vlasový vlhkoměr je méně přesný než psychrometr při

kladných teplotách, kolem 0 °C a při nižších teplotách je však přesnější, a proto jsou oba typy vlhkoměrů na meteorologických stanicích trvale v provozu. Málo setrvačné blánové vlhkoměry nebo elektrické difuzní vlhkoměry se používají nejčastěji k měření vlhkosti vzduchu při radiosondážních měřeních. [1][2]

1.5 Měření atmosférických srážek

Atmosférické srážky vznikají následkem kondenzace nebo desublimace vodní páry v ovzduší. Vyskytují se přímo v atmosféře nebo na předmětech a na povrchu Země v pevné nebo kapalně formě. Měřením zjišťujeme množství vodních srážek v mm výšky na m² v čase (hodina, den, měsíc, rok) a sněhových v cm výšky, případně po roztátí tohoto množství sněhu též v mm na m² v čase.

Podle původu rozdělujeme atmosférické srážky na:

- **Padající** – déšť, mrholení, mrznoucí déšť, mrznoucí mrholení, sněhová zrna, sněhové krupky, sníh, kroupy a mrznoucí jehličky.
- **Usazené** – ledovka, námraza, jíní, rosa. [1][4]

2 POPIS LOKALITY MĚŘENÍ

2.1 Základní údaje

Lokalitu, kde provádím měření meteorologickou stanicí, popisují základními údaji, jimiž jsou nadmořská výška, zeměpisná šířka, zeměpisná délka a status. K jejich zjištění jsem použil GPS navigaci EVOLVE CoolTraxx GX-35CTX. Moje stanice v Rokytnici v Orlických horách má tyto základní hodnoty:

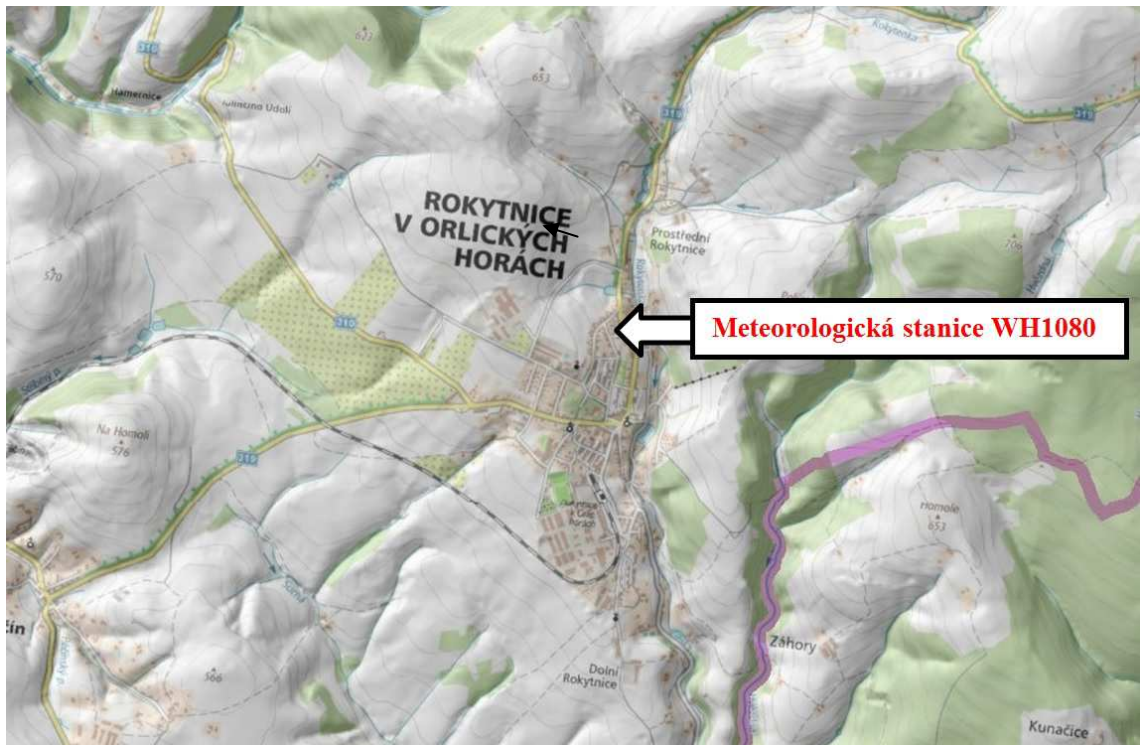
- 1) nadmořská výška: 590 m
- 2) zeměpisná šířka: 50° 10' 12" severní šířky
- 3) zeměpisná délka: 16° 27' 53" východní délky
- 4) status: amatérská meteorologická stanice

2.2 Lokalizace meteorologické stanice

Místem instalace meteorologické stanice je zahrada soukromého pozemku za rodinným domem č. p. 523 v Severní ulici nedaleko centrální části města Rokytnice v Orlických horách, které se nachází v Královéhradeckém kraji, 18 km východně od okresního města Rychnov nad Kněžnou v oblasti Orlických hor. Uvedená oblast patří do mírného přechodného klimatu. Stanice je instalována ve výšce 2 m nad zemí v lokalitě zástavby nízkých rodinných domů. [1]



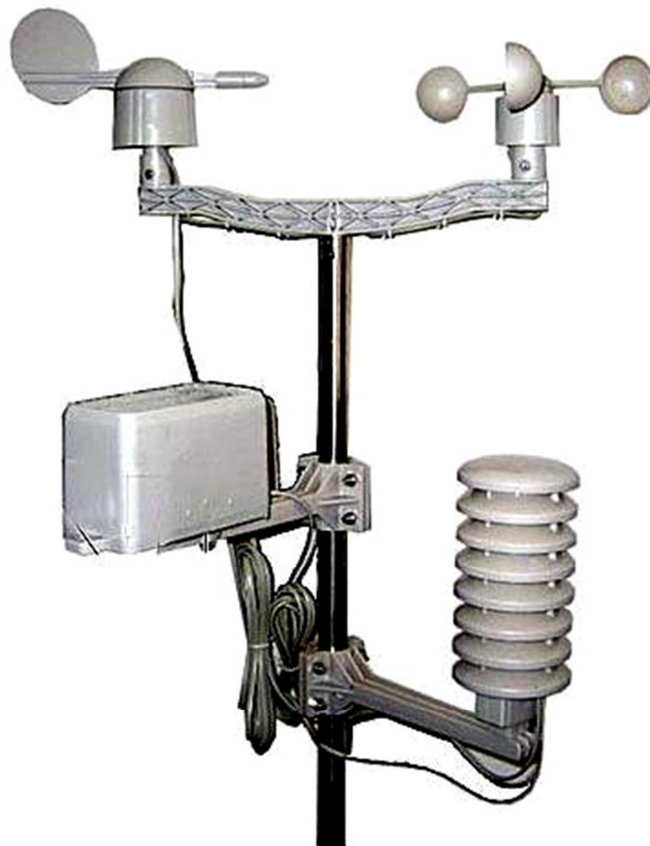
Obr. 1: Lokalizace meteorologické stanice na území ČR [7]



Obr. 2: Umístění meteorologické stanice v Rokytnici v Orlických horách [8]

3 METEOROLOGICKÁ STANICE WH1080 T104

Meteorologická stanice WH1080 T104 se skládá z venkovní části a základny s dotykovou obrazovkou, která je umístěna uvnitř v domě. Je výrobkem firmy Fine Offset Electronics Co., Ltd. Přenos naměřených hodnot je z venkovní části do základny zabezpečen bezdrátově. Základna se propojí s počítačem přes USB rozhraní. Výrobce dodává softwarem EasyWeather lze data v počítači archivovat, mohou se dále zpracovávat, exportovat a popř. publikovat. Dalším vhodným a sofistikovanějším softwarem můžeme rozšířit použití stanice. Nabízí se software Cumulus, který uvedenou meteorologickou stanicí podporuje a pro nekomerční použití je zcela zdarma. [1]



Obr. 3: Sestava venkovní části meteorologické stanice [9]

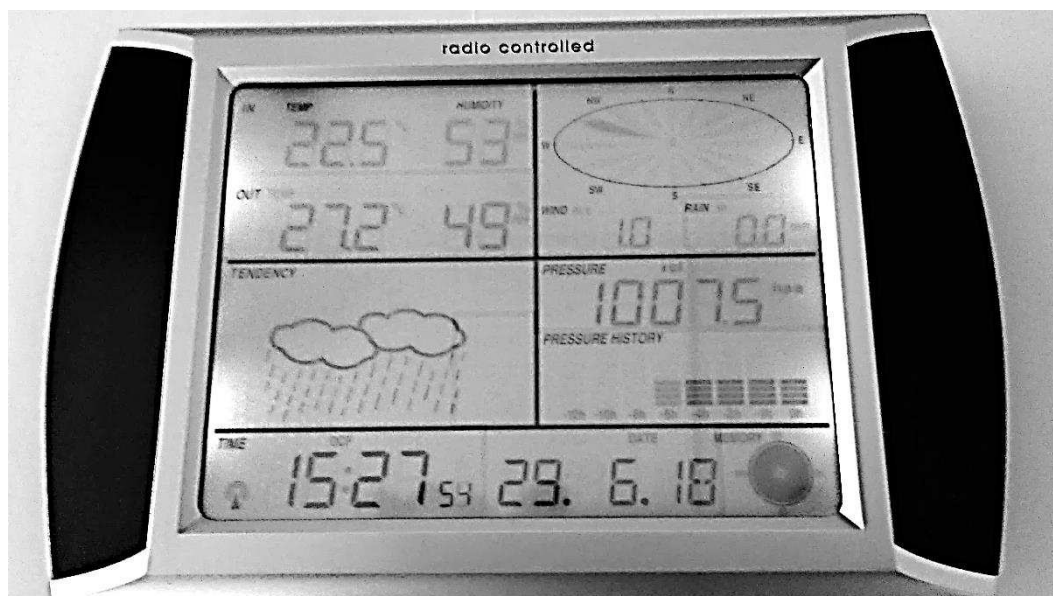
3.1 Popis základny meteorologické stanice

Základna (konzole) meteorologické stanice WH1080 T104 má dotykový LCD displej o rozměrech 147 x 110 mm, vnitřní EEPROM paměť, která uchová 4080 datových souborů a na pravém boku se nachází port USB rozhraní pro připojení

k počítači. S vysílačem vnější jednotky meteorologické stanice konzole komunikuje na frekvenci 868 MHz.

LCD displej nám poskytuje následující hodnoty a informace:

- Hodiny s datum řízené amplitudově modulovaným signálem aktuálního času DCF-77 vysílaným na dlouhých vlnách s kmitočtem 77,5 kHz o výkonu 50 kW z vysílače v Mainflingu vzdáleném asi 24 km jihovýchodně od Frankfurtu nad Mohanem v Německu s možností manuálního nastavení.
- Odhad vývoje počasí na 12 až 24 hodin (slunečno, polojasno, oblačno, deštivo, sněžení).
- Hodnotu barometrického tlaku.
- Zobrazení absolutního nebo relativního tlaku vzduchu, šipka znázorňující tendenci vývoje tlaku vzduchu.
- Graf znázorňující vývoj barometrického tlaku za uplynulých 12 nebo 24 hodin.
- Paměť na naměřené maximální a minimální hodnoty tlaku vzduchu s uvedeným časem a datem záznamu.
- Zobrazení vnitřní a vnější teploty a relativní vlhkosti s pamětí pro minimální a maximální naměřené hodnoty se záznamem data.
- Zobrazení hodnoty rosného bodu s pamětí minimální a maximální hodnoty s datem zaznamenání.
- Zobrazení hodnoty pocitové teploty.
- Programovatelné alarmy pro vlhkost, pocitovou teplotu, teplotu, rosný bod, dešťové srážky, směr a rychlost větru a barometrický tlak.
- Měření rychlosti větru a rychlosti poryvu větru se zobrazením maximálních hodnot.
- Měření dešťových srážek za uplynulou hodinu, 24 hodin, týden, měsíc a celkový úhrn srážek s uvedením maxima.
- Měření směru proudění větru a jeho zobrazení pomocí animované větrné růžice.
- Zobrazení obsazení vnitřní EPROM paměti.
- Grafická indikace přenosu dat v okamžiku vysílání. [1]



Obr. 4: Základna meteorologické stanice

3.1.1 Technická data základny meteorologické stanice

- Interval měření tlaku a teploty je 48 s.
- Rozsah měřených vnitřních teplot je 0°C až 50°C s přesností měření $\pm 1^\circ\text{C}$ a rozlišením 0,1°C.
- Rozsah měření vnitřní relativní vlhkosti je 1% až 99% s přesností měření $\pm 5\%$ a rozlišením 1%.
- Rozsah měření barometrického tlaku je 300 až 1100 hPa s přesností ± 3 hPa v rozsahu mimo 300 až 700 hPa a 0,1 hPa v rozsahu 700 až 1100 hPa a rozlišením 0,1 hPa.

3.2 Popis venkovní části meteorologické stanice

Venkovní část stanice tvoří anemometr, snímač směru větru, srážkoměr, vysílač vnější jednotky s teploměrem a vlhkoměrem, rameno pro uchycení anemometru a snímače směru větru, konzole pro uchycení srážkoměru, konzole pro uchycení vysílače vnější jednotky, nosná trubka a propojovací kabely opatřené koncovkami RJ11. Při montáži se snímač směru větru vyznačenými značkami přesně orientuje podle světových stran.

3.2.1 Anemometr

Součástí meteorologické stanice je mechanický miskový anemometr. Anemometr (řecky *anemos* znamená vítr), též větroměr, je přístroj v meteorologii používaný k měření rychlosti proudění větru anebo k měření rychlosti a směru větru. Standardní výška měření je 10 m nad zemí. Jednotkou rychlosti je $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$.

Kolem svise orientované hřídele jsou pravidelně po 120° rozmístěné tři hemisférické plochy (misky), které proud vzduchu svou energií uvede z klidové, ustálené polohy do rotačního pohybu. Čidlo detekuje otáčky hřídele. Anemometr je s vysílačem vnější jednotky propojen kabelem. Naměřené hodnoty se do základny meteorologické stanice přenáší bezdrátově. Tím, že jsou hemisférické plochy lehké (plastové), jejich moment setrvačnosti není velký, měření je přesnější a lze též přesněji zaznamenat nárazy (poryvy) větru. [1]



Obr. 5: Miskový anemometr stanice WH1080 T104 [10]

3.2.2 Snímač směru větru

Snímač směru větru indikuje směr proudění vzduchu vzhledem ke kompasové růžici, jejíž orientace je přesně dána při montáži za pomoci kompasu. Činnost snímače spočívá v jeho senzoru. Ten pracuje tak, že magnet spojený s větrnou korouhví snímače sepne jeden nebo dva jazýčkové spínače. Tím se detekuje směr proudění větru mezi osmi body na kompasové růžici. Snímač a vnější jednotka vysílače jsou propojeny kabelem. Hodnoty odporů snímače na hodnoty digitální převede čip hlavní jednotky vysílače, promění se v číslici 0 až 15.

V praxi přesnost této interpolace závisí na přesnosti úhlu daných pro každý jeden bod z šestnácti kompasové růžice a též na citlivosti jazýčkových spínačů. Řešení je jednoduché a odpovídá ceně stanice. [1]



Obr. 6: Snímač směru větru stanice WH1080 T104 [11]

3.2.3 Srážkoměr

Konstrukce i mechanismus měření srážkoměru meteorologické stanice jsou velmi jednoduché. Srážkoměr je převážně vyroben z plastu. Z nálevky odkapávají kapky srážek do překlopného vahadla, které je v boční části přiléhající ke stěně bloku opatřené magnet. Ten při překlopení vahadla ovládá čtecí spínač na desce uvnitř bočního bloku. Z desky spínače srážkoměru vede kabel též do vysílače vnější jednotky meteorologické stanice. Měření spočívá v počtu překlopení daného objemu srážek v určitém čase. [1]

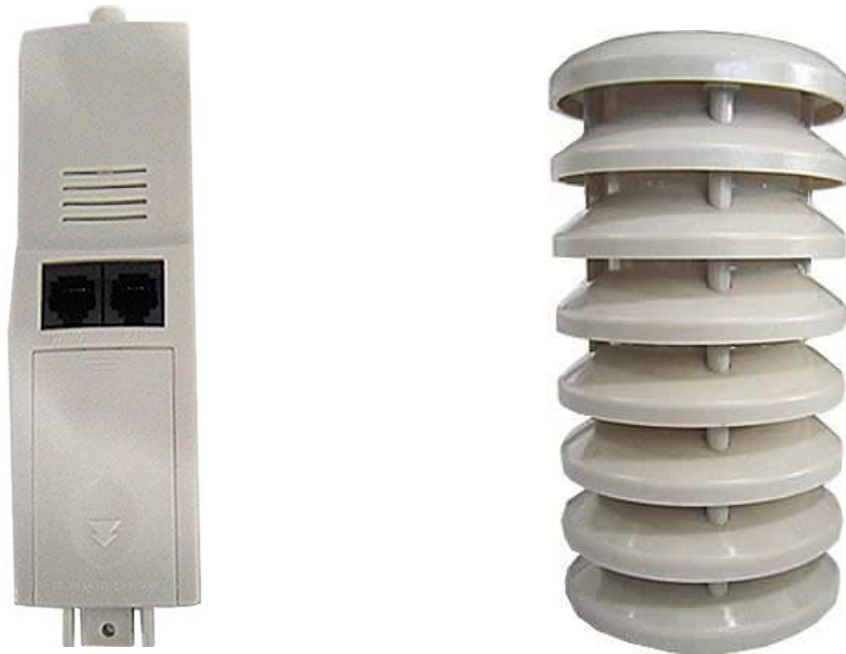


Obr. 7: Srážkoměr meteorologické stanice WH1080 T104 [12]

3.2.4 Vysílač vnější jednotky s teploměrem a vlhkoměrem

Vysílač vnější jednotky meteorologické stanice je osazen termistorem pro měření venkovní teploty vzduchu, čidlem pro měření vlhkosti venkovního vzduchu. Přenos naměřených hodnot teploty a vlhkosti a naměřených hodnot z anemometru, snímače směru větru a srážkoměru je do základny meteorologické

stanice zabezpečen pomocí vysílače, jehož funkci indikuje červená LED dioda. Vysílač je též osazen přijímačem DFC-77 signálu, včetně antény, pro seřízení času meteorologické stanice. Těleso vysílače vnější jednotky tvoří plastové pouzdro s průduchy a prostorem pro napájecí baterie. Na tělese vysílače je nasunut tzv. radiační kryt, který brání ovlivnění hodnot měření uvedených čidel přímým slunečním zářením a vlivem větru. [1]



Obr. 8: Těleso vysílače vnější jednotky a radiační kryt [13][14]

3.2.5 Technická data venkovní bezdrátové stanice

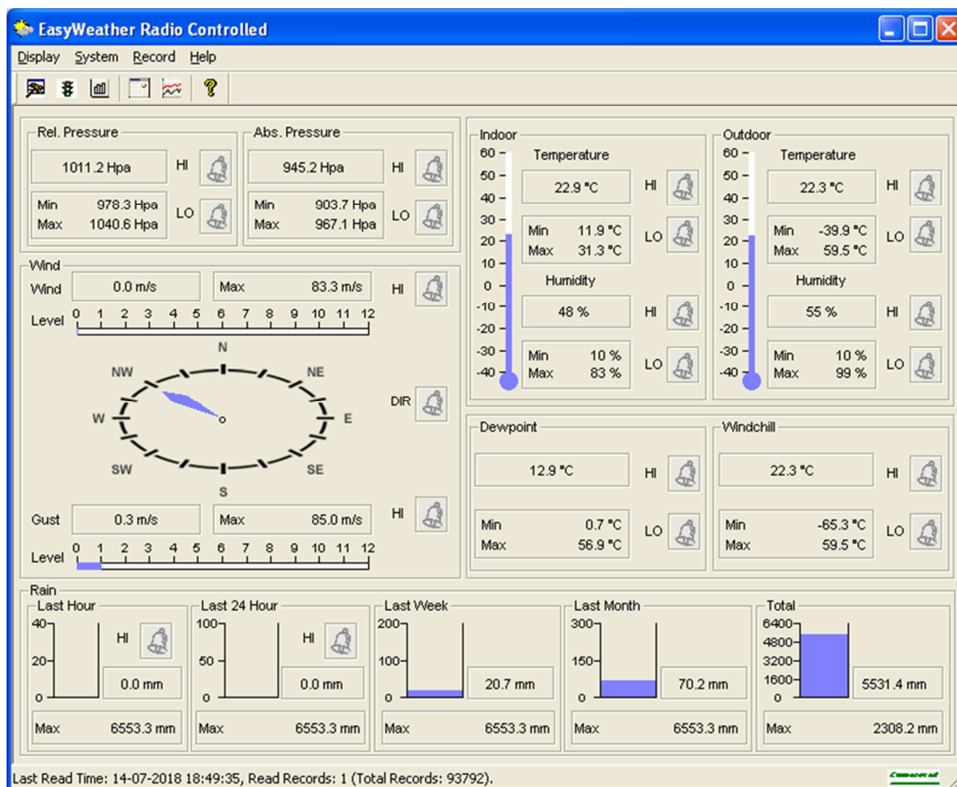
- Přenos dat s vnitřní jednotkou (základnou meteorologické stanice) na frekvenci 868 MHz.
- Maximální dosah v otevřeném prostoru je 100 m.
- Rozsah měřených vnějších teplot je -40°C až 65°C s přesností měření $\pm 1^{\circ}\text{C}$ a rozlišením $0,1^{\circ}\text{C}$.
- Rozsah měření vnější relativní vlhkosti je 1% až 99% s přesností měření $\pm 5\%$ a rozlišením 1%.
- Rozsah měření úhrnu srážek je v rozmezí 0 až 9999 mm s přesností 10% a rozlišením 0,3 mm v rozsahu do 1000 mm a 1 mm v rozsahu nad 1000 mm.
- Rozsah měření směru větru je 360° . Větrná růžice má 16 pozic.

- Rozsah měření rychlosti větru a rychlosti nárazu větru je 0 až 45 m·s⁻¹ s přesností ±1 m·s⁻¹ v rozsahu do 10 m·s⁻¹ a ±10% v rozsahu nad 10 m·s⁻¹.
- Měřící interval je 48 s. [1]

3.2.6 Přenos dat do počítače a použitý software

Ze základny meteorologické stanice WH1080 T104 lze všechna naměřená data pomocí rozhraní USB přenášet do počítače a tam je dále zpracovávat.

Pro zobrazení aktuálních naměřených meteorologických údajů použijeme počítačový software EasyWeather, který je dodáván výrobcem spolu se stanicí. Tento software je důležitý pro nastavení meteorologické stanice a pro řešení některých vzniklých problémů. Umožňuje zobrazovat záznamy měření v tabulkách a grafech, které lze pak využít pro další zpracování či k tisku.



Obr. 9: Hlavní okno programu EasyWeather

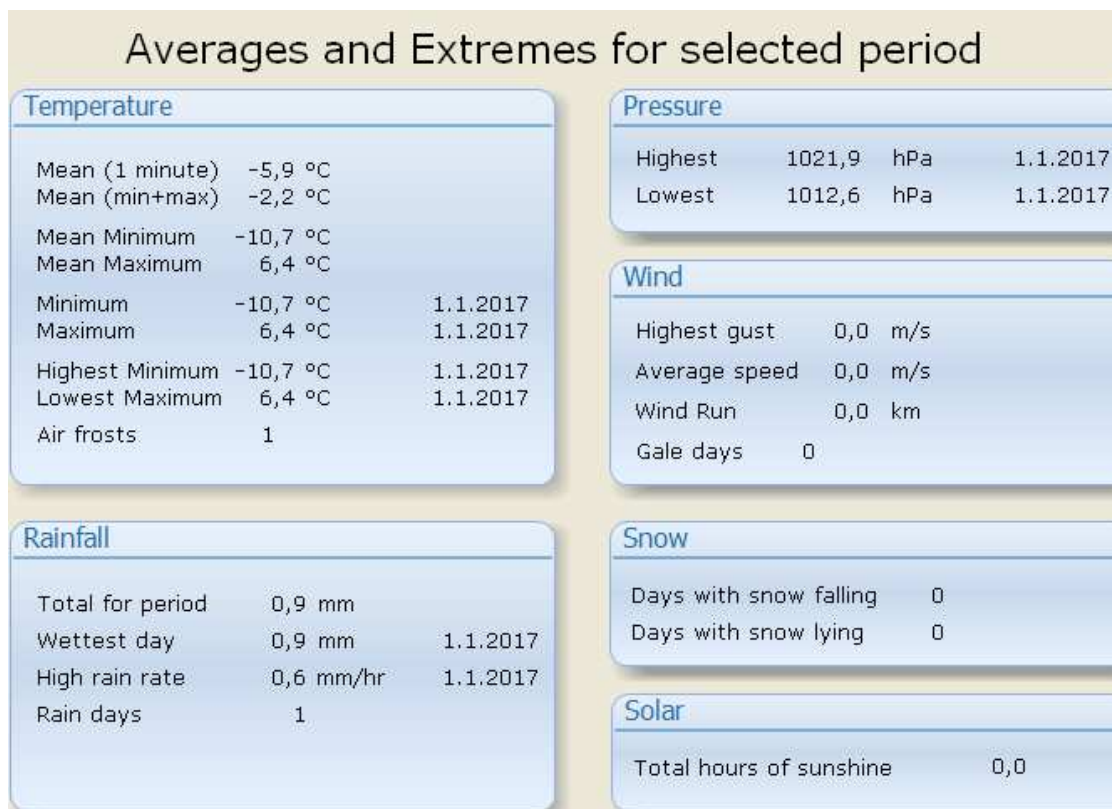


Obr. 10: Zobrazení venkovní teploty a rosného bodu v programu EasyWeather

Sofistikovanějším softwarem pro archivaci a zpracování měření je Cumulus. Tento program vyvinul Steve Loft a pro nekomerční účely jej poskytuje zcela zdarma. V programu lze ze stažených dat z meteorologické stanice vytvářet různá časoběrná vyhodnocení, např. statistiky a grafy. Výhodou programu Cumulus je umožnění prezentace měření na webových stránkách. [1]



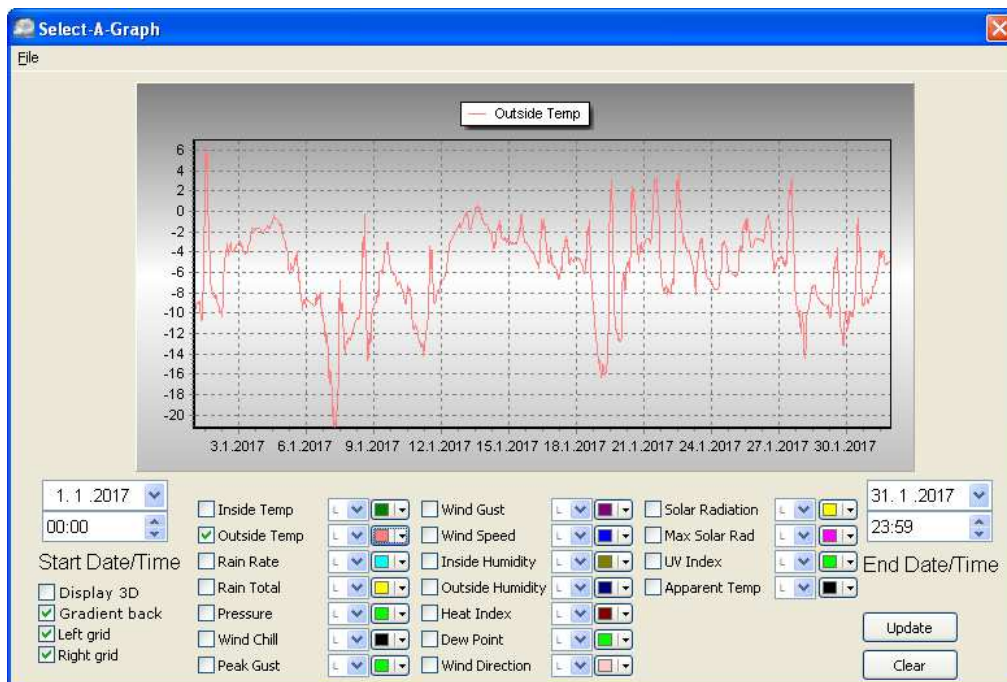
Obr. 11: Úvodní okno programu Cumulus



Obr. 12: Průměrné a extrémní hodnoty ze dne 1. 1. 2017 v programu Cumulus

	Date (dd/mm/yy)	High wind gust	Bearing of high gust	Time of high wind gust	Minimum temp	Time of min temp	Maximum temp	Time of max temp	Minimum pressure	Time of min pressure	Maximum pressure	Time of max pressure	Maximum rainfall rate	Time of max rainfall rate	Total rain
1418	01.01.17	0,0	315	00:12	-10,7	07:42	6,4	13:42	1012,6	23:42	1021,9	00:12	0,6	11:12	0,9
1419	02.01.17	1,4	315	19:12	-10,3	05:12	-2,9	23:42	1009,8	14:12	1013,6	23:42	0,0	00:12	0,0
1420	03.01.17	3,7	315	22:42	-4,2	05:42	-1,6	14:12	1006,8	23:42	1014,7	03:42	0,0	00:12	0,0
1421	04.01.17	5,1	315	15:42	-2,6	23:42	-0,4	12:42	995,7	14:42	1006,8	00:12	0,0	00:12	0,0
1422	05.01.17	5,1	315	21:12	-9,7	19:42	-2,6	00:12	1001,1	00:12	1023,1	23:42	0,0	00:12	0,0
1423	06.01.17	5,1	315	01:12	-15,9	23:42	-7,9	14:42	1023,1	00:12	1029,0	20:42	0,0	00:12	0,0
1424	07.01.17	0,0	315	00:12	-21,3	05:43	-6,8	11:13	1019,9	23:43	1028,5	00:12	0,0	00:12	0,0
1425	08.01.17	0,7	315	19:13	-14,6	17:13	-0,2	14:13	1017,9	05:13	1022,3	22:43	0,0	00:13	0,0
1426	09.01.17	2,7	360	05:43	-9,3	00:13	-3,0	13:43	1016,1	23:43	1022,0	01:13	0,0	00:13	0,0
1427	10.01.17	2,4	180	13:13	-12,9	23:43	-6,9	00:13	1011,3	15:13	1016,1	00:13	0,0	00:13	0,0
1428	11.01.17	3,4	45	19:43	-14,1	04:43	-3,4	11:43	1000,0	21:43	1013,7	00:43	0,0	00:13	0,0
1429	12.01.17	1,4	135	23:43	-6,8	01:13	-0,8	23:43	998,3	23:43	1004,1	18:43	0,0	00:13	0,0
1430	13.01.17	4,1	180	01:43	-1,8	05:43	0,6	14:43	990,0	05:43	998,3	00:13	0,0	00:13	0,0
1431	14.01.17	2,0	315	00:13	-3,7	07:13	-0,9	14:43	995,0	00:13	1005,1	23:43	0,0	00:13	0,0
1432	15.01.17	3,4	135	13:14	-3,9	23:44	-0,2	13:14	1005,1	00:13	1012,6	23:44	0,0	00:13	0,0
1433	16.01.17	4,1	90	23:44	-5,6	07:44	-0,7	12:44	1012,6	00:14	1020,2	23:44	0,0	00:14	0,0
1434	17.01.17	4,4	45	01:44	-6,6	04:44	-2,4	13:14	1020,2	00:14	1029,1	23:14	0,0	00:14	0,0
1435	18.01.17	5,1	315	07:14	-8,0	16:45	-0,9	13:44	1029,1	00:14	1030,8	15:14	0,0	00:14	0,0
1436	19.01.17	1,0	180	00:15	-16,3	02:45	3,1	13:45	1029,7	18:45	1031,2	10:45	0,6	14:15	0,3
1437	20.01.17	1,0	225	12:45	-12,7	00:15	2,5	12:15	1027,7	23:45	1030,5	00:15	0,6	11:45	0,3
1438	21.01.17	0,7	225	12:15	-8,0	21:46	3,4	13:45	1025,9	16:15	1027,7	00:15	0,6	12:15	0,3

Obr. 13: Editor zaznamenaných hodnot v programu Cumulus



Obr. 14: Zobrazení venkovní teploty v grafu programu Cumulus

Pro zpracování vyexportovaných dat z výše uvedených programů jsem použil tabulkový procesor Microsoft Office Excel od firmy Microsoft. Excel jsem použil i pro tvorbu ostatních tabulek a grafů, taktéž i k výpočtům. Pomocí Excelu lze prezentovat výsledky měření.

4 PŘEDPOVĚĎ POČASÍ

4.1 Historie meteorologie

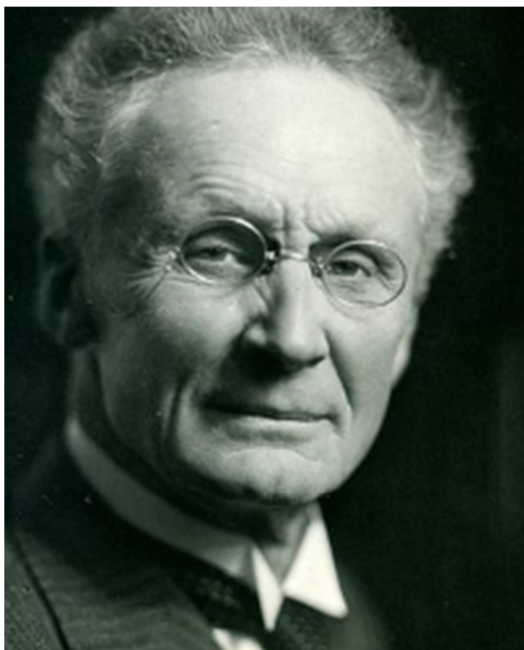
Lidé vždy byli závislí na změnách počasí. Zpočátku o vývoji počasí panovaly různé pověry a subjektivní přístupy. Postupem času, kdy se lidstvo vyvíjelo, zdokonalovalo se předpovídání počasí. Lidé sledovali opakující se astronomické a meteorologické události a tím i sezónní změny počasí. Kolem roku 650 př. n. l. Babyloňané předpovídali krátkodobé změny počasí ze vzhledu mraků a optických jevů, jako jsou hala. Okolo roku 340 př. n. l. napsal řecký filozof Aristoteles filozofické pojednání *Meteorologica*. Zde zmiňoval teorie o vzniku mraků, deště, krupobití, větru, hromu, blesku a bouří. Aristoteles zde řešil témata dalších věd, jimiž byla astronomie, geografie a chemie. Učinil několik pozoruhodných pozorování týkajících se počasí, ovšem i s několika významnými chybami. Nicméně jeho dílo bylo považováno za autoritu v teorii o počasí téměř 2000 let. Až v 17. století byla mnohá Aristotelova mylná tvrzení vyvrácena.

Na konci období renesance bylo čím dál více zřejmé, že jsou spekulace přírodních filozofů nedostatečné a že je zapotřebí větších znalostí potřebných pro daleko lepší pochopení atmosféry. Bylo nutné měřit vlastnosti atmosféry, jako je teplota, tlak a vlhkost. Vznikají přístroje pro měření těchto veličin.

V průběhu sedmnáctého až devatenáctého století se meteorologické přístroje zdokonalovaly. Ke znalostem o atmosféře přispíval i vývoj souvisejícího pozorování, vývoj teoretický i technologický. Lidé na rozptýlených místech po celé Zemi začali provádět a zaznamenávat měření atmosféry, vznikají meteorologické stanice. V polovině devatenáctého století vynález telegrafu a následný vznik telegrafních sítí umožnil rutinní přenos pozorování a měření z jednotlivých pozorovacích míst, meteorologických stanic. Tyto údaje byly použity pro hrubé vykreslení meteorologických map, byly zjišťovány a studovány systémy bouřek a větry při povrchu. Po celém světě se sledovaly dostupné hodnoty meteorologických stanic, což nakonec v šedesátých letech minulého století vedlo ke vzniku synoptické předpovědi počasí, založené na kompilaci a analýze velkého množství pozorování, která byla pořízena v široké oblasti současně.

Meteorologickou prognózu založenou na pozorování podpořily další údaje, které byly k dispozici s vytvořením regionálních a globálních meteorologických sítí pozorování. Velkým počinem při pozorování počasí ve vysokých nadmořských

výškách bylo vynalezení radiosondy ve 20. letech 20. století. Radiosonda je malý lehký box osazený meteorologickými přístroji a radiovým vysílačem, který je vyneseno vysoko do atmosféry balónem naplněným heliem nebo vodíkem. Během vzestupu radiosondy do výšky okolo 30 kilometrů, kde balon praskne, jsou údaje o teplotě, tlaku a vlhkosti přenášena z přístrojů zpět na pozemní stanici. [15][16]



*Obr. 15: Vilhelm Friman Koren Bjerknes (*14. března 1862 †9. dubna 1951) [17]*

Počátkem dvacátého století norský fyzik a meteorolog, zakladatel moderní meteorologické předpovědi počasí a fyzikální hydrodynamiky, Vilhelm Friman Koren Bjerknes formuloval dvě podmínky nutné pro sestavování předpovědi počasí. První podmínkou je co nejlepší znalost současného stavu atmosféry. Druhou podmínkou je znalost zákonů, podle kterých se atmosféra chová a podle kterých se vyvíjí. Tyto lze popsat vztahy, rovnicemi, které mají fyzikální řešení. Ty bychom měli správně řešit pro celou atmosféru. V tomto případě je to tak složité, že nemůžeme postupovat analyticky, pomůžeme si numerickou matematikou.

Pro výpočet si celou oblast rozdělíme na jednotlivé dílky, jak horizontálně (horizontální plochy), tak vertikálně. Tím získáme výpočetní mřížku, kde vzdálenost mezi body určuje rozlišení modelu. Stejně intervalové rozdělení provedeme v čase, kde délka intervalu je jeden krok modelu. Soustavu rovnic, které získáme, převedeme na diskrétní (mřížkový) tvar. [16][17]



*Obr. 16: Lewis Fry Richardson (*11. října 1881 †30. září 1953) [18]*

Zřejmě historicky první ručně vypočtené předpovědi počasí udělal britský matematik Lewis Fry Richardson v období let 1916 až 1922, ještě před érou počítačů. Éra využití počítačů k předpovědi počasí započala v roce 1946, kdy maďarsko-americký matematik John von Neumann sestavil první počítač, nazvaný ENIAC. Základní moduly jím navrženého počítače jsou: procesor, řadič, operační paměť, vstupní a výstupní zařízení. Tato koncepce tvoří i dnes základ architektury současných počítačů. Richardson začal spolupracovat s americkým vědcem Julem Gregorym Charneyem, autorem předpovědního modelu založeném na zjednodušených hydrodynamických rovnicích a otcem moderní dynamické meteorologie. Jejich spolupráce vyvrcholila 5. března 1950 první numerickou předpovědí počasí. [16][19]



*Obr. 17: John von Neumann (*28. prosince 1903 †8. února 1957) [19]*



Obr. 18: Jule Gregory Charney (*1. ledna 1917 †16. června 1981) [20]



Obr. 19: ENIAC (Electronic Numerical Integrator And Computer) [21]

4.2 Předpovědní modely počasí

4.2.1 Modelování vývoje atmosféry

Dnešní meteorologie je vědním oborem zabývajícím se fyzikálními zákony atmosféry, jejich studiem též popisuje různé meteorologické jevy. Tato takzvaná fyzika atmosféry se zabývá praktickou činností, která hlavně spočívá ve zpracování meteorologických informací pro předpověď počasí a předvídání nebezpečných meteorologických dějů. Dále se tato fyzika zabývá teoretickou výzkumnou činností, která je ale úzce spjata s činností praktickou. Tato úzká vazba spočívá v tom, že celková atmosféra Země se nedá v malém měřítku napodobit v laboratoři. Laboratoří se stává celá atmosféra Země a laboratorní experiment nahrazuje

měření meteorologických údajů, pozorování a vysvětlení dějů v atmosféře probíhajících. K vyhodnocení těchto činností se v současnosti používá numerické modelování dějů studované atmosféry. Výpočty uvedeného modelování probíhají na velice výkonných počítačích. Modelováním se počítá vývoj objektivních parametrů, které popisují stav atmosféry. Parametry se týkají některého jevu v atmosféře nebo i celkového vývoje atmosféry. V případě celkového vývoje atmosféry mluvíme o modelech všeobecné cirkulace, modelech globální meteorologie. Lokální meteorologie, tedy meteorologie na omezené oblasti, užívá modelů, které mohou detailněji popisovat stav atmosféry.

Modelování vývoje atmosféry je podmíněné teoretickými znalostmi v oblasti meteorologie, numerické matematiky a programování počítačů.

Praktická meteorologie má za úkol objektivně co nejpřesněji zjišťovat stav a další vývoj atmosféry. Jedná se o sběr, kontrolu, zpracování a následnou archivaci průběhu stavu atmosféry v čase. Vývoj tohoto stavu se použije pro předpověď počasí nebo pro případná varování před nebezpečnými meteorologickými jevy. Uchovávaná data nám mohou též pomoci při posuzování a modelování změn klimatu. Obor meteorologie zajišťuje informace pro veřejnost, zemědělství, dopravu, národní hospodářství i obranu státu. Přínos meteorologie je ve Spojených státech amerických nejméně desetkrát větší než náklady vynaložené na její činnost. [22]

4.2.2 Předpovědní modely

V národních meteorologických centrech v šedesátých letech vznikaly samostatné modely, které byly vcelku jednoduché, s ohledem na software nepříliš rozsáhlé co do tvorby i údržby. To odpovídalo výkonu v té době užívané výpočetní techniky. Řešily se rovnice proudění, které vycházely ze zjednodušených hypotéz. V nich se uvažovalo s dokonalou základní hydrostatikou a geostrofickou rovnováhou atmosféry Země, tedy rovnováhou tlaku, zemské tíže a rychlosti větru.

Časem se postupně opouštěly nejvíce omezující předpoklady. Došlo k rozvoji předpovědních modelů. Týkalo se to hydrodynamických rovnic, které vycházejí ze základních zákonů zachování, ale i ostatních podstatných složek. Těmito složkami jsou parametrizace fyzikálních procesů energetického a hydrologického cyklu atmosféry a výpočet analýzy stavu atmosféry. Těmito složkami každá předpověď počasí začíná. S velkým rozvojem výpočetní techniky v oblasti výkonu výpočtů se

zvýšilo i rozlišení a fyzikální komplexnost modelů. Zdokonalily se numerické metody pro řešení meteorologických problémů.

I když výkon výpočetní techniky neustále roste, složité procesy v atmosféře umožňují vypočítat podrobnou předpověď přibližně na dva až tři dny dopředu. Pravděpodobnost úspěšnosti této předpovědi se udává v 80%. Střednědobé a dlouhodobé předpovědi již mají pravděpodobnost úspěšnosti daleko menší. U délejších předpovědi počasí dochází k tomu, že počasí přechází s fáze vysoké předvídatelnosti do fáze neurčitosti, tedy k chaotickému chování. Chaotický systém je velice citlivý na počáteční podmínky. Na to poukazuje známý výrok amerického matematika a meteorologa Edwarda Nortona Lorenze: „Může mávnutí křídel motýla v Brazílii způsobit tornádo v Texasu?“ Lorenz se zabýval *teorií chaosu*, v ní popisuje citlivost při určování počátečních podmínek a vliv náhodných vstupů do procesu vývoje počasí. Z matematického hlediska chaos neoznačuje nepředvídatelné chování. V případě vysoké přesnosti počátečních podmínek chaotického systému je tento zcela předpověditelný a nenese žádné prvky značící náhodu. [23]



Obr. 20: Edward Norton Lorenz (*28. května 1917 †16. dubna 2008) [23]

Zdokonalením předpovědních modelů počasí narůstá i objem zdrojových kódů modelů, stejně tak další nástroje nutné pro konstrukce provozních technologických linek. Přirozeně muselo dojít k redukci počtu meteorologických modelů, nebylo již udržitelné vyvíjet a spravovat tak složité systémy jednotlivými týmy. V Evropě se mezi jednotlivými národními meteorologickými službami rozvinula spolupráce

a vzniklo pouze několik systémů se specializovaným meteorologickým softwarem. Podobně tomu bylo ovšem i mimo Evropu. [15]

4.3 Globální modely počasí

Globální model počasí atmosféry Země se skládá ze tří částí, části fyzikální, dynamické a doplňkové. Fyzikální část se zabývá sledováním srážek, oblačnosti, uvolňování latentního tepla a podobně. Dynamická část užívá pohybové rovnice, zabývá se přenosem vzduchu, vodních par a změnou energie ve velkém měřítku. Doplňková část zahrnuje přenos energie mezi zemským povrchem a atmosférou, topografii povrchu, míru vegetace a další zkoumané veličiny.

Globální předpovědní modely počasí simulují vývoj stavu atmosféry celé Země. Výpočty modelu musejí proběhnout v několika hodinách, aby jejich výsledky byly dostupné k dalšímu využití v dostatečném časovém předstihu a byly pro praxi použitelné. To se týká např. lokálních modelů. Aby toho bylo možné dosáhnout, používají se nejvýkonnější počítače na světě. Dále se model převádí do sítě s nižším rozlišením 20x20 až 50x50 km a zjednodušují se i rovnice pro výpočet. Výška v globálním modelu je rozdělena do několika hladin pro zaznamenání dějů v různých úrovních nad povrchem.

Globální modely předkládají desítky možných variant vývoje počasí, tzv. *ansámby*. Délka předpovědi počasí z globálního modelu je na 10 až 20 dnů. [23]

4.3.1 Globální model IFS/ARPEGE

Evropským globálním modelem je IFS/ARPEGE. Ten vznikl sloučením modelu IFS (Integrated Forecasting Systém), tedy Integrovaného předpovědního systému, který je projektem Evropského centra pro střednědobou předpověď počasí – ECMWF (European Center for Medium Weather Forecast) sídlícího v Readingu (Anglie) s modelem ARPEGE (Action de Recherche pour la Petite Echelle et la Grande Echelle), tedy Výzkumu pro malá i velká měřítká. ARPEGE vyvinula francouzská národní meteorologická služba Météo-France se základnou v Toulouse. IFS/ARPEGE je globální spektrální model využívající k výpočtu souvislé vlnové funkce, obsahuje základní trojrozměrný model. Vertikální souřadnice modelu jsou hybridní a používá se fyzikální parametrizace. Po roce 1990 začal vývoj modelu na omezenou oblast, který vychází právě z modelu IFS/ARPEGE, označený jako ALADIN. [23][24][25][26]

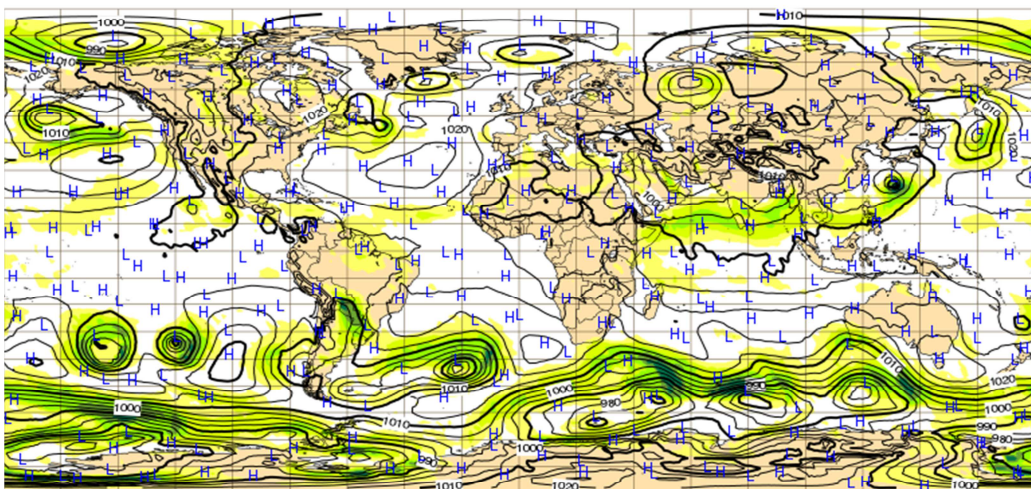
4.3.2 Globální model MOGREPS-G a GLOBAL

Dalším modelem je MOGREPS-G, jako součást systému UM (Unified Model), který vyvinula britská služba Met Office. Tato služba vyvíjí softwarové sady pro numerickou předpověď počasí a klimatické modelování. MOGREPS-G tvoří předpovědi pro celou planetu až na jeden týden. Pracuje s délkou sítě 20 kilometrů (1280 x 960 bodů sítě) s vertikální úrovní 70 kilometrů, kde horní hladina je okolo 80 kilometrů.

Dalším globálním modelem od stejné britské služby je GLOBAL, který pracuje s délkou sítě 10 kilometrů (2560 x 1920 bodů sítě) a stejnou vertikální úrovní jako MOGREPS-G. Výstupem jsou předpovědi na 6 dnů. Vstupní podmínky vycházejí ze souboru dat MOGREPS-G. [27][28][29]

4.3.3 Globální model GFS

Když se podíváme mimo Evropu, tak významným je globální předpovědní model GFS (Global Forecast System) americké národní služby NCEP/NOAA (National Centers for Environmental Prediction/National Oceanic and Atmospheric Administration). Tento model pokrývá celou planetu při základním horizontálním rozlišení 28 kilometrů mezi jednotlivými body sítě, které využívají operační předpovědi k předpovědím počasí až 16 dní dopředu. Toto horizontální rozlišení klesne na 70 kilometrů mezi body mřížky pro prognózy mezi týdnem a dvěma týdny. Model GFS své výsledky výpočtu pro celou planetu poskytuje zdarma. [30]



Obr. 21: Průměrný tlak na hladině moře a rychlost větru – globální model [31]

4.4 Regionální (lokální) modely počasí

Regionálními modely počasí jsou numerické modely nepokrývající celou zeměkouli, ale pouze určitou její část. Tyto modely se označují zkratkou LAM (Limited Area Model). Velikost LAM modelů je různá, od několika desítek km² až po milióny km². Regionální modely vycházejí z dat modelů globálních a zpřesňují je. Pracují s menším územím a tím mohou mít větší rozlišení modelu, někdy i menší než 2x2 km. Regionální model přesněji popisuje stav krajiny i stav atmosféry regionu a tím vývoj počasí.

Velkou výhodou těchto modelů je možnost generovat výsledky častěji, třeba několikrát za hodinu. Četnost záleží na rozlišení modelu, s jehož růstem roste i přesnost předpovědi. To vše při použití nejvýkonnější výpočetní techniky.

4.4.1 Regionální model ALADIN

V roce 1991 vznikl model ALADIN (Aire Limitée, Adaptation Dynamique, Development International) jako LAM model globálního modelu IFS/ARPEGE pro Evropu. Je to projekt patnácti evropských a severoafrických národních meteorologických služeb. Mezi nimi je i Český hydrometeorologický ústav.

ALADIN je model pro krátkodobou předpověď počasí na omezeném území se základním rozlišením okolo 10 km. Krátkodobou předpovědí se rozumí předpověď na dva dny. Model je adaptací výsledků globálního systému IFS/ARPEGE na vyšší rozlišení. Dochází k upřesňování popisu atmosférických procesů a k použití detailních parametrů povrchu území, kterého se předpověď týká. Těmito parametry jsou např. výška a členitost terénu, druh vegetace a druh půdy. Horizontální síť modelu je 9 km (rozlišení počítané v Českém hydrometeorologickém ústavu je 4,7 km). Vertikální souřadnicový systém užívá 43 úrovní a délka časového kroku je 6 minut. [23][24]

4.4.2 Regionální model HIRLAM

Na systému konsorcia HIRLAM (High Resolution Limited Area Model) spolupracují severoevropské státy – Švédsko, Dánsko, Finsko, Norsko, Nizozemsko, Irsko, Island, Estonsko a Litva spolu se Španělskem a Francií. Jak již je z názvu patrné, jedná se o model s vysokým rozlišením v omezené oblasti. V roce 2005 začalo toto konsorcium úzce spolupracovat s konsorciem ALADIN. Model HIRLAM používá hybridní souřadnice ve svislé rovině. Fyzická parametrizace bere v úvahu různé

fyzikální procesy, jimiž jsou např. radiace, mraky a kondenzace, turbulence, povrchové a půdní vlastnosti. Model slouží pro předpovědi počasí až na 3 dny při horizontálním rozlišení 3–15 km. [26][32]

4.4.3 Regionální model COSMO

Systém COSMO (Consortium for Small-scale Modeling), Konsorcium pro modelování v malém měřítku, spravuje konsorcium národních meteorologických služeb Německa, Švýcarska, Itálie, Řecka, Polska, Rumunska, Ruska a Izraele. Konsorcium bylo založeno v roce 1998. Jeho cílem je vyvíjet a udržovat atmosférický model na omezené ploše, který je využíván pro provozní numerickou předpověď počasí ale i pro výzkumné účely jednotlivých členů konsorcia. Hlavním modelem systému je předpovědní model počasí COSMO. Různé fyzické procesy jsou zohledněny parametrizačními schémata. Od dubna 2007 pracuje model s provozním rozsahem sítě 2,8 km. [33]

4.4.4 Regionální model WRF

Americký regionální model pro výzkum a prognózu počasí WRF (Weather Research and Forecasting) je numerický systém předpovědi počasí sloužící potřebám atmosférického výzkumu i provozním prognostickým potřebám. Obsahuje dvě výpočetní jádra, systém pro asimilaci dat a softwarovou architekturu umožňující paralelní výpočet a rozšíření systému. Model nabízí širokou škálu meteorologických aplikací v měřítku od metrů až po tisíce kilometrů.

Rozvoj WRF začal spoluprací mezi Národním střediskem pro výzkum atmosféry (NCAR), Národní oceánskou a atmosférickou správou (NOAA), zastoupenou Národními středisky pro environmentální předpovědi (NCEP), leteckou agenturou AFWA, laboratoří pro námořní výzkum (NRL), univerzitou v Oklahomě a federální leteckou správou (FAA). [34][35]

5 ACCUWEATHER

V této diplomové práci používám ke srovnání měření a předpovědi počasí údaje ze zdroje AccuWeather (Accuracy + Weather = AccuWeather). Volně přeloženo jako „přesné počasí“. Prověřme tedy toto přesné počasí.

5.1 Společnost AccuWeather

AccuWeather Inc. je americká mediální společnost sídlící v State College, Pensylvánie, poskytující celosvětové komerční předpovědi počasí. Její počátek je datován na 15. listopadu 1962, kdy její zakladatel, Joel N. Myers, započal prognózu počasí pro plynárenskou společnost v Pensylvánii. Joel N. Myers absolvoval Pensylvánskou státní univerzitu, stal se členem americké meteorologické společnosti. Svůj podnikatelský duch spojil s prognostickými dovednostmi, vyvíjí a nabízí služby, které pomáhají podnikům prosperovat, ale pomáhají i při ochraně zdraví a životů lidí. AccuWeather zaměstnává okolo 500 lidí a z nich je 115 meteorologů. [36][37]

5.2 Služby poskytované společností AccuWeather

AccuWeather je globálním lídrem v oblasti informací o počasí a digitálních mediích. Poskytuje předpovědi ve více než 100 jazycích a dialektech pro celou Zemi. Společnost AccuWeather má v oblasti obchodu a státní správy 175559 klientů po celém světě. Předpovědi a služby společnosti AccuWeather vycházejí z informací o počasí z mnoha zdrojů, včetně meteorologických pozorování a údajů shromážděných Národní meteorologickou službou a meteorologických služeb po celém světě, ale i z ostatních zdrojů (ozbrojené síly, agentury pro ochranu životního prostředí). [36][37]

5.2.1 Rádio a televizní služby

Dnes rozhlasové vysílání spočívá v digitální tvorbě a přenosu předpovědi počasí. Prognózy společnost AccuWeather vysílá přes internet jako MP3 nebo WAV soubory.

AccuWeather má dlouhou historii v televizních inovacích. V roce 1975 společnost jako první představila sedmidenní místní předpovědi pro televizi. V roce 1986 zahájila satelitní, radarovou a meteorologickou grafiku. Společnost AccuWeather v roce 2005 představila komerčně podporovanou službu předpovědí 24 hodin denně a 7 dnů v týdnu pod názvem Local AccuWeather Channel™ pro

televizní společnosti a ostatní zákazníci. Téhož roku se k této službě přihlásila televizní skupina ABC. [36][37]

5.2.2 AccuWeather na internetu

Společnost AccuWeather začala nabízet informace o počasí přes internet v roce 1995 a prodávala obsah internetovým stránkám s vývojem internetových služeb AccuNet® a netWeather™. Společnost AccuWeather.com se poprvé objevila na internetu jako volná stránka v roce 1996.



Obr. 22: Výřez z předpovědi na internetu – zdroj AccuWeather [38]

5.2.3 AccuWeather v mobilních zařízeních a počítačích

V dnešní době jsou Aplikace AccuWeather známé a oblíbené na mobilních zařízeních, tedy mobilních telefonech (smartphonech) a tabletech. Aplikace obsahují informace o počasí, jeho vývoji i animace. Aplikace je též dostupná např. pro operační systém Windows formou dlaždicové aplikace. Aktuální počasí přináší pomocí animace, takže pokud venku prší, tak i kapky deště budou skrápět displej. Předpověď na následující dny přináší prostřednictvím časové osy, na které nechybí

informace o teplotě, větru a mracích, navíc k tomu přidává informaci, pro co je počasí vhodné využít (viz obr. 23). Pro lepší přehlednost téměř měsíční předpovědi lze využít kalendář. K dispozici jsou navíc mapové podklady s informacemi o srážkách. Aktuální stav počasí lze monitorovat pro více měst. Stačí je nastavit. [36][37][39]



Obr. 23: Aktuální počasí s předpovědí pro dlaždicové rozhraní Windows 8 [39]

6 POROVNÁNÍ DAT

Společnost AccuWeather drasticky omezila své veřejně dostupné historické údaje z 15 let pouze na 1 rok. Tato skutečnost, kterou jsem zjistil až v průběhu psaní této diplomové práce, postihla i mne. Přišel jsem tím o zdroj volně dostupných dat, se kterými jsem najisto počítal při dlouhodobém porovnání. [37]

6.1 AccuWeather a jeho prognózy

Společnost začala zvyšovat rozsah svých předpovědí počasí z 15 dnů na 25 dnů, na 45 dnů, až na současných 90 dnů. Tyto rozšířené prognózy byly několikrát podrobeny srovnáním se skutečnými hodnotami měření počasí a ukázalo se, že jsou často nepřesné a zavádějící, v některých případech byly horší než předpovědi založené pouze na průměrech národních meteorologických služeb, které byly získány v období 30 let. Všeobecně se soudí, že horní hranice spolehlivého odhadu vývoje počasí, je mezi jedním až dvěma týdny. Tento úsudek se opírá o výsledky pozorovacích systémů a o skutečnost chaotického charakteru atmosféry. Jason Samenow z The Washington Post provedl neformální hodnocení a prohlásil, že předpovědi společnosti AccuWeather na období 25 dnů jsou často nepřesné a liší se až o deset stupňů. Liší se často i prognózy v předpovědi deště, což je nemilé pro různé oblasti činností, např. pro zemědělství. Společnost AccuWeather opáčila tím, že takto dlouhé prognózy nevyžadují absolutní přesnost a doporučuje uživatelům, aby tuto dlouhodobou předpověď používali pouze pro sledování obecných trendů v předpovídaném období. To je však v rozporu s tím, jak své předpovědi společnost prezentuje. The Washington Post zveřejnil hodnocení profesora Jonse Nesea z Penn State University, který porovnal počasí několika měst s prognózami od společnosti Accuweather. Profesor Nesea uvádí v hodnocení, které bylo omezeno na jednu sezónu, že krátkodobé prognózy AccuWeatheru mají svou hodnotu, zároveň však konstatuje, že dlouhodobé prognózy AccuWeatheru přesahující jeden týden byly méně přesné, než klimatologické průměry. V této práci se pokusím tato tvrzení prověřit. [37]

6.2 Použití funkce programu Excel

Při výpočtech v této diplomové práci používám běžné matematické funkce, statistické funkce a nástroje pro analýzu dat programu Excel.

6.2.1 Regresní analýza

Jednou ze statistických metod je *regresní analýza*, která je používána pro výpočet odhadů koeficientů lineární regresní funkce: $y = kx + q$. Vychází se z dat v podobě uspořádaných dvojic číselných údajů pro proměnné X a Y (korelačních dvojic x_i, y_i), naměřených u výběrového souboru o rozsahu n členů. Regresní koeficienty lineární regresní funkce odhadujeme metodou nejmenších čtverců. Název je odvozen z postupu, který minimalizuje sečtené čtverce vertikálních vzdáleností datových bodů v bodovém diagramu od proložené teoretické přímky. [40]

Regresní koeficient k pro lineární regresní funkci vypočteme vztahem:

$$k = \frac{n \cdot \sum x_i y_i - \sum x_i \cdot \sum y_i}{n \cdot \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} . [40]$$

Regresní koeficient q pro lineární regresní funkci vypočteme vztahem:

$$q = \frac{\sum y_i - k \cdot \sum x_i}{n} . [40]$$

6.2.2 Korelační analýza

Tato metoda se používá pro zjištění těsnosti závislosti (síly vztahu) dvou náhodných spojitých proměnných. Slovo „*korelace*“ označuje míru stupně asociace dvou veličin. Dvě veličiny jsou korelované (asociované), jestliže určité hodnoty jedné veličiny mají tendenci se vyskytovat společně s určitými hodnotami druhé veličiny. Jde tu tedy o dvoustranný reciproční vztah dvou náhodných proměnných X a Y , kdy nemá smysl uvažovat, že jedna z proměnných je závislá a druhá nezávislá; obě jsou závislé vzájemně. [40]

Míra asociace dvou náhodných proměnných může sahát od neexistence korelace (všechny hodnoty proměnné Y se vyskytují stejně pravděpodobně s každou hodnotou proměnné X) až po absolutní korelaci (s danou hodnotou proměnné X , se vyskytuje právě jedna hodnota proměnné Y). Pro kvantitativní vyjádření těsnosti vztahu dvou korelovaných veličin byla navržena řada koeficientů, které se liší podle typů proměnných, pro které se používají. Pro korelaci mezi dvěma spojitými náhodnými proměnnými X a Y je nejdůležitější a nejčastěji používanou mírou síly vztahu Pearsonův korelační koeficient r . Počítáme jej z n párových hodnot (korelačních dvojic x_i, y_i) naměřených na n jedincích náhodně vybraných proměnných. Protože při výpočtu využíváme odchylek jednotlivých hodnot x_i, y_i od průměrů obou veličin, je někdy pro tento koeficient používán termín *parametrický korelační koeficient*. Podmínkou použití

Pearsonova korelačního koeficientu je přitom normální rozdělení obou náhodných proměnných X a Y (tzv. dvounormální rozdělení). [40]

Výpočet korelačního koeficientu r pro lineární korelační závislost:

$$r = \frac{\sum[(x_i - \bar{x}) \cdot (y_i - \bar{y})]}{\sqrt{\sum(x_i - \bar{x})^2 \cdot \sum(y_i - \bar{y})^2}} \cdot [40]$$

Korelační koeficient r může nabývat hodnoty v intervalu $\langle -1; +1 \rangle$. Čím větší je absolutní hodnota r , tím těsnější je korelace mezi oběma proměnnými. Kladný korelační koeficient vyjadřuje pozitivní korelaci mezi veličinami, záporný korelační koeficient vyjadřuje negativní korelaci obou veličin. Pokud je hodnota korelačního koeficientu rovna nule, korelační závislost mezi veličinami neexistuje. Korelační koeficient $r = +1$ vyjadřuje úplnou (lineární) přímou závislost veličin, korelační koeficient $r = -1$ označuje úplnou (lineární) nepřímou závislost veličin. [40]

6.2.3 Funkce LINTREND

V Excelu nám funkce *LINTREND* vrátí hodnoty lineárního trendu odpovídajícího známým datovým bodům metodou nejmenších čtverců. Funkce má formát = *LINTREND*(pole_y;[pole_x];[nová_x];[b]). První dva argumenty představují známé povinné hodnoty závislých a nezávislých proměnných. Třetí a čtvrtý je argument volitelný. [41]

6.3 Dlouhodobá předpověď

Dostupnými relevantními daty od společnosti AccuWeather, která popisují předpověď počasí a lze je porovnat s daty meteorologické stanice WH1080 T104, jsou denní maximální teplota, denní minimální teplota a množství srážek.

6.3.1 Maximální a minimální denní teplota

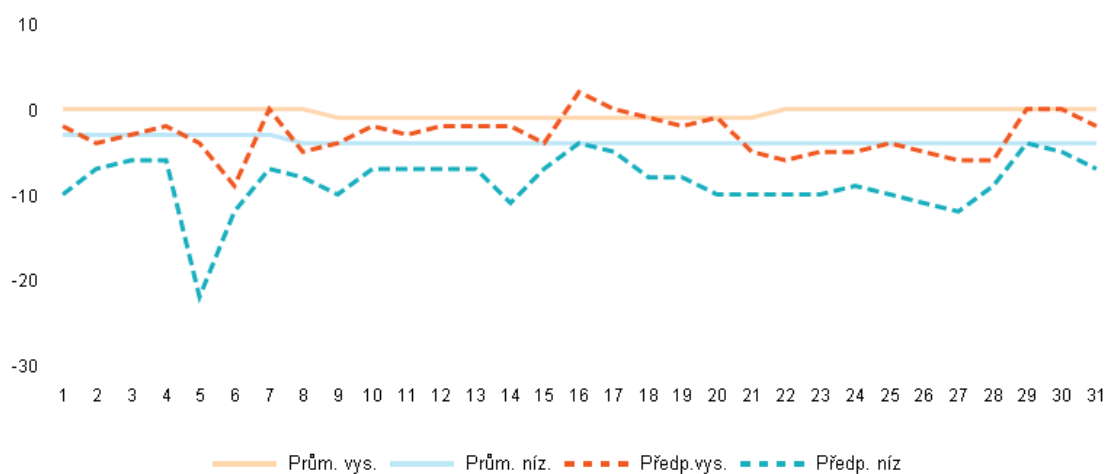
Pro porovnání jsem použil data, která byla veřejně dostupná na internetových stránkách společnosti AccuWeather v průběhu několika let, která jsou co nejvíce úplná. Jak již jsem zmiňoval, z důvodu omezení volného přístupu dat ze strany společnosti AccuWeather, nemohl jsem udělat porovnání ve větším časovém rozsahu. Myslím si však, že data budou dostačující pro vzájemné porovnání a přispějí k popsání předpovědi počasí v lokalitě Rokytnice v Orlických horách.

Ze zmíněného zdroje uvádím dlouhodobou předpověď denních teplot na celý měsíc leden 2017 (viz *graf 1*) a naměřené teploty za stejné období ze stejného zdroje (viz *graf 2*). Je patrné, že dlouhodobá předpověď na celý měsíc ze zdroje

AccuWeather není přesná, s přibývajícými dny se rozchází více. To lze sledovat i průběžně během měsíce, graf je denně aktualizovaný a rozdíly jsou tedy viditelné.

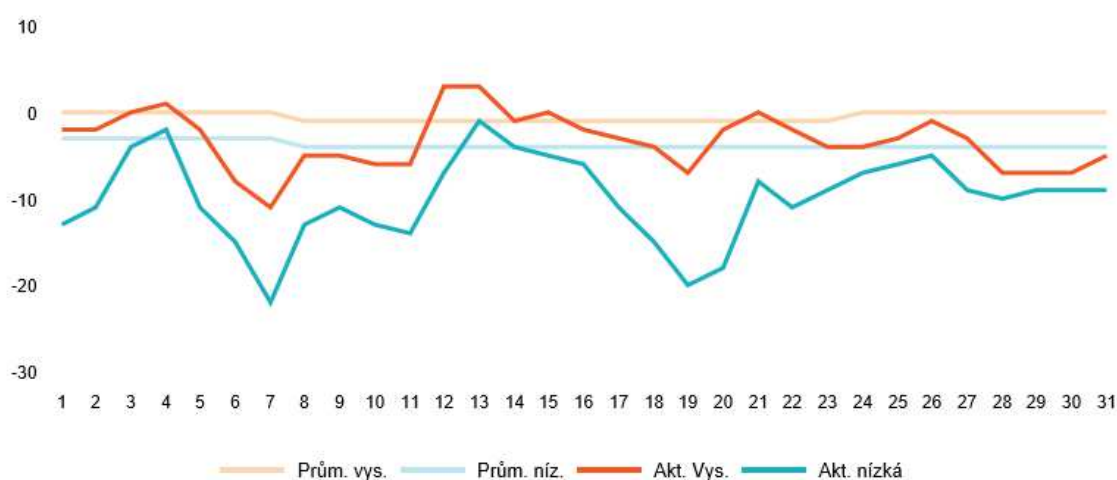
Meteorologická stanice WH1080 T104 nedisponuje vybavením pro dlouhodobou předpověď. Její základna zobrazuje odhad vývoje počasí na 12 až 24 hodin (viz 3.1). Mohu potvrdit, že vcelku dobře a pružně reaguje na změny ve vývoji počasí a že jsem si již zvykl její předpovědi věřit, ač pohled na oblohu mohl vypovídat něco jiného.

Graf teploty leden 2017



Graf 1: Předpověď teplot vzduchu na leden 2017 ze zdroje AccuWeather [42]

Graf teploty leden 2017



Graf 2: Naměřené teploty vzduchu v lednu 2017 ze zdroje AccuWeather [42]

Z internetových stránek společnosti AccuWeather a jejich dostupných dat jsem sestavil tabulky a grafy, abych mohl udělat porovnání s měřeními meteorologické

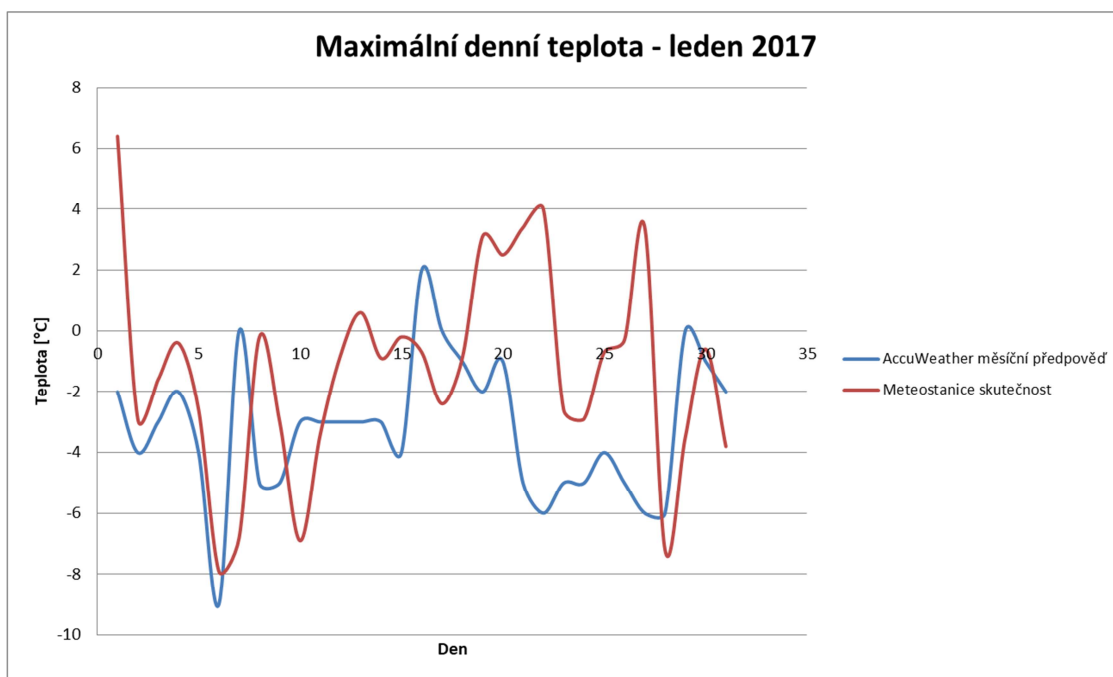
stanice v lokalitě. V následující tabulce (viz *tabulka 2*) uvádím data dlouhodobé předpovědi zveřejněná na počátku předpovědního období dopředu na celý měsíc.

Tabulka 2: Dlouhodobá předpověď na leden 2017 ze zdroje AccuWeather

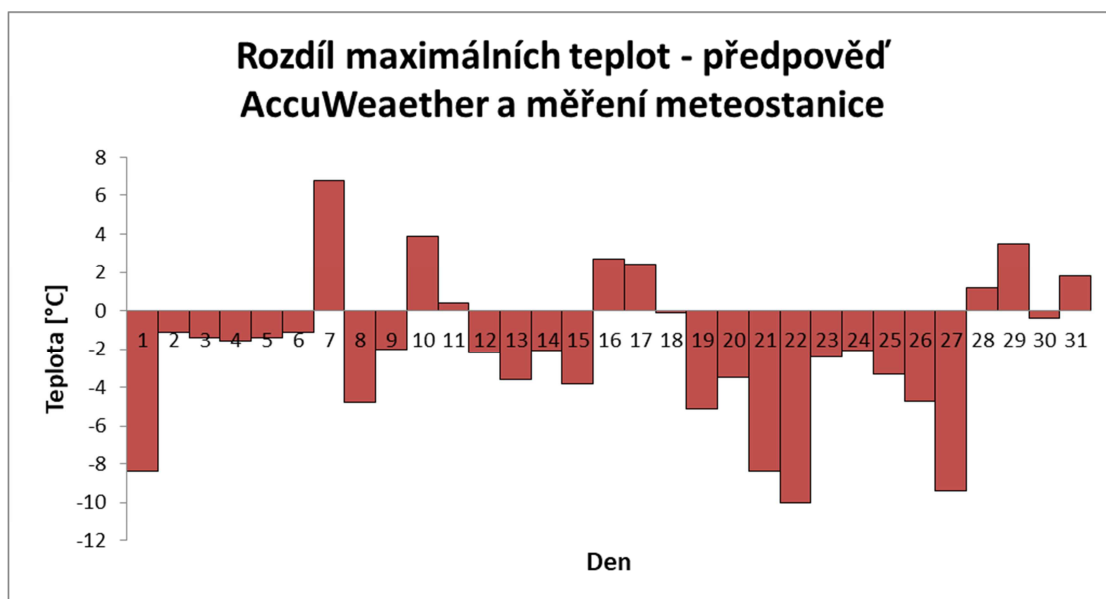
Datum	Max. teplota [°C]	Min. teplota [°C]	Srážky [mm]	Sníh [cm]	Předpověď	Průměrná max. tepl. [°C]	Průměrná min. tepl. [°C]
01.01.2017	-2	-10	0	0,0	Skoro jasno	0	-3
02.01.2017	-4	-7	1	1,7	Sněhová přeháňka	0	-3
03.01.2017	-3	-6	4	3,2	Polojasno	0	-3
04.01.2017	-2	-6	6	8,1	Sněhové přeháňky	0	-3
05.01.2017	-4	-22	0	0,7	Několik sněhových přeháněk	0	-3
06.01.2017	-9	-12	3	4,8	Slabý déšť	0	-3
07.01.2017	0	-7	3	3,9	Slabé sněžení	0	-3
08.01.2017	-5	-8	5	7,2	Občasné sněžení	-1	-4
09.01.2017	-5	-10	1	2,3	Občasné lehké krátkodobé sněžení	-1	-4
10.01.2017	-3	-7	1	1,8	Slabé sněžení	-1	-4
11.01.2017	-3	-7	0	0,0	Mraky a slunce	-1	-4
12.01.2017	-3	-7	0	0,0	Skoro zataženo	-1	-4
13.01.2017	-3	-7	0	0,0	Skoro zataženo	-1	-4
14.01.2017	-3	-11	0	0,0	Polojasno	-1	-4
15.01.2017	-4	-7	1	1,4	Skoro zataženo	-1	-4
16.01.2017	2	-4	2	2,1	Tepleji	-1	-4
17.01.2017	0	-5	2	1,9	Možné sněžení	-1	-4
18.01.2017	-1	-8	1	2,4	Občasné lehké krátkodobé sněžení	-1	-4
19.01.2017	-2	-8	14	24,4	Možné sněžení	-1	-4
20.01.2017	-1	-10	2	3,7	Skoro zataženo	-1	-4
21.01.2017	-5	-10	10	19,6	Sníh	-1	-4
22.01.2017	-6	-10	4	7,0	Sníh	-1	-4
23.01.2017	-5	-10	0	0,0	Mraky a slunce	-1	-4
24.01.2017	-5	-9	2	3,3	Slabé sněžení	0	-4
25.01.2017	-4	-10	1	1,3	Slabé sněžení	0	-4
26.01.2017	-5	-11	0	0,0	Skoro zataženo	0	-4
27.01.2017	-6	-12	0	0,0	Přibývání oblačnosti	0	-4
28.01.2017	-6	-9	2	3,8	Možné sněžení	0	-4
29.01.2017	0	-4	2	2,3	Zataženo	0	-4
30.01.2017	-1	-5	3	2,5	Možné sněžení	0	-4
31.01.2017	-2	-7	1	0,8	Občasné lehké krátkodobé sněžení	0	-4

Tabulka udává maximální a minimální denní teplotu, množství denních srážek, množství napadaného sněhu za den, slovní popis předpovědi, průměrnou dlouhodobou maximální a minimální denní teplotu. [42]

Následuje graf (viz *graf 3*) pro porovnání dlouhodobé měsíční předpovědi (leden 2017) maximální denní teploty ze zdroje AccuWeather s naměřenými teplotami meteorologickou stanicí. Zřetelněji je to vidět ve sloupcovém *grafu 4*, kde je zobrazen rozdíl maximálních denních teplot z dlouhodobé předpovědi a skutečných hodnot naměřených stanicí. Zpočátku, když nepočítám první den v lednu, je rozdíl malý, později se navyšuje a dosahuje rozdílu absolutně až 10 °C. V tomto sloupcovém grafu je též vidět, že předpověď hodnot maximálních denních teplot je převážně nižší než skutečně naměřené hodnoty.

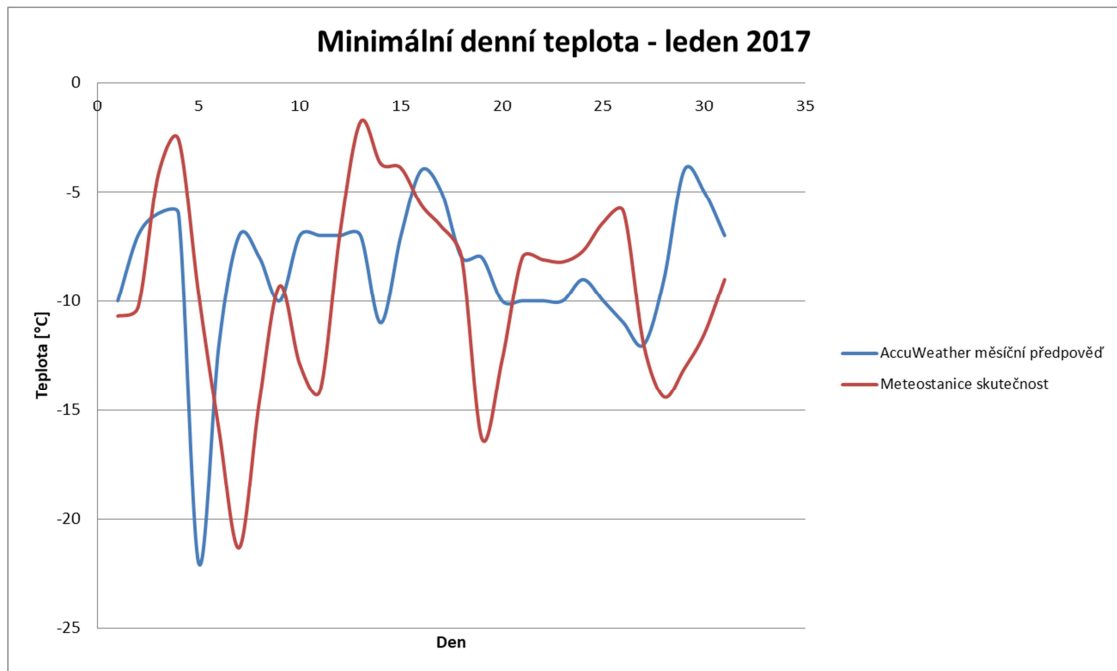


Graf 3: Porovnání naměřených maximálních teplot vzduchu v lednu 2017

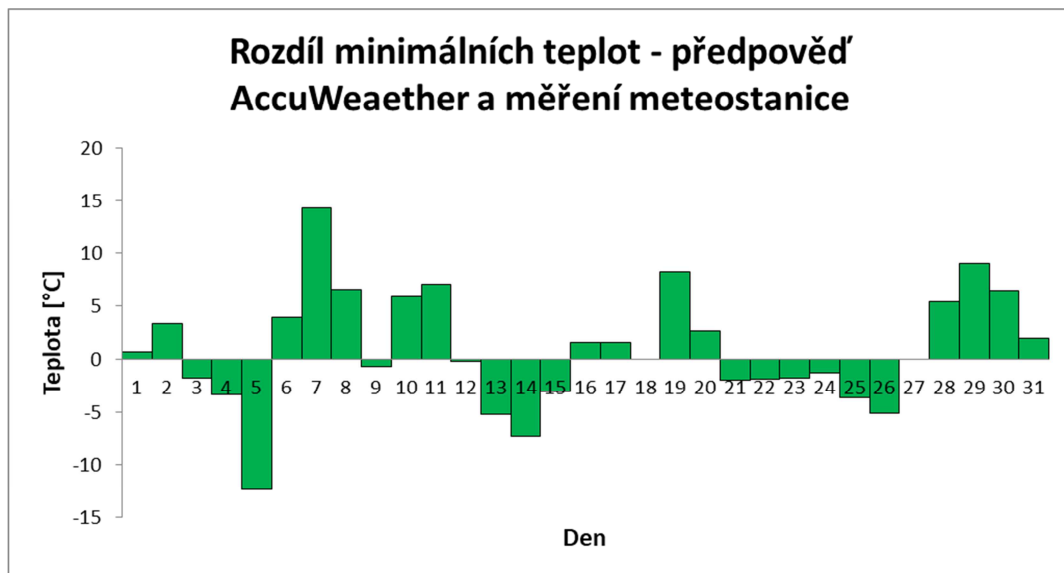


Graf 4: Rozdíl maximálních denních teplot v lednu 2017

Podobné je to i s minimální teplotou (viz *graf 5*). Sloupcový *graf 6* zobrazuje rozdíl maximálních denních teplot dlouhodobé předpovědi a skutečných hodnot naměřených stanic. Zde je rozdíl v teplotách ještě větší, zato však oběma směry.



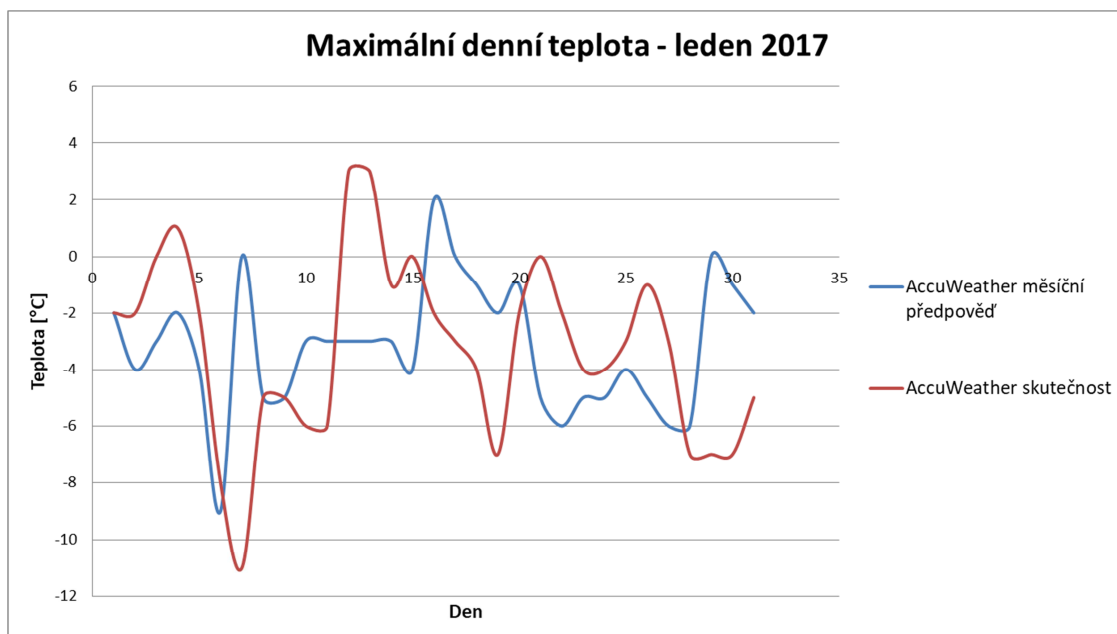
Graf 5: Porovnání naměřených minimálních teplot vzduchu v lednu 2017



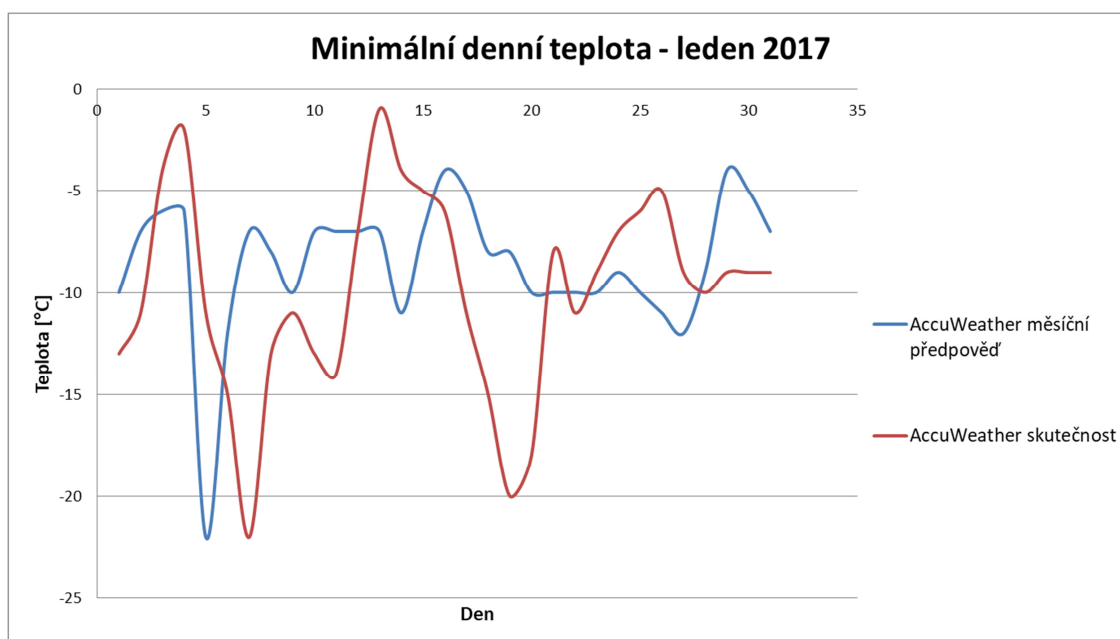
Graf 6: Rozdíl minimálních denních teplot v lednu 2017

Pro dokreslení rozdílů v měsíční předpovědi denních teplot a skutečných teplot dle společnosti AccuWeather uvádím dva následující grafy (viz *graf 7 a graf 8*). V prvním je zobrazeno porovnání maximálních denních teplot a ve druhém

minimálních denních teplot, obě za období leden 2017. Ač ze stejného zdroje, přesto s velkými rozdíly. Ale to se u dlouhodobé předpovědi dá očekávat.



Graf 7: Porovnání maximálních teplot zdroje AccuWeather v lednu 2017



Graf 8: Porovnání minimálních teplot zdroje AccuWeather v lednu 2017

Další tabulka (viz tabulka 3) udává průběžně aktualizovanou krátkodobou předpověď na leden 2017 ze zdroje AccuWeather. Data jsem zadával denně, vždy pro předpověď na příští den. Data jsou použita k výpočtům.

Tabulka 3: Předpověď na leden 2017 průběžně aktualizovaná - AccuWeather

Datum	Max. teplota [°C]	Min. teplota [°C]	Srážky [mm]	Sníh [cm]	Předpověď	Průměrná max. tepl. [°C]	Průměrná min. tepl. [°C]
01.01.2017	-1	-10	0	0,0	Slunečno	0	-3
02.01.2017	-3	-6	1	2,2	Větší zima	0	-3
03.01.2017	-2	-3	6	8,9	Sněhová přeháňka	0	-3
04.01.2017	-1	-8	12	14,7	Občasné sněžení	0	-3
05.01.2017	-7	-11	1	1,6	Několik sněhových přeháněk	0	-3
06.01.2017	-10	-15	3	3,4	Sněhová přeháňka	0	-3
07.01.2017	-12	-14	0	0,8	Polojasno, potom zataženo	0	-3
08.01.2017	-8	-13	0	0,0	Zataženo	-1	-4
09.01.2017	-7	-14	0	0,0	Zataženo	-1	-4
10.01.2017	-10	-20	0	0,0	Větší zima	-1	-4
11.01.2017	-8	-11	4	7,7	Polojasno, potom zataženo	-1	-4
12.01.2017	-1	-3	2	2,3	Několik sněhových přeháněk	-1	-4
13.01.2017	0	-6	0	0,2	Slabé sněžení	-1	-4
14.01.2017	-3	-6	1	1,4	Sněhová přeháňka	-1	-4
15.01.2017	-3	-10	2	3,5	Skoro zataženo	-1	-4
16.01.2017	-6	-8	0	0,0	Zataženo	-1	-4
17.01.2017	-5	-10	0	0,3	Možné sněhové přeháňky	-1	-4
18.01.2017	-7	-12	0	0,3	Sněhová přeháňka	-1	-4
19.01.2017	-7	-18	0	0,0	Nízká oblačnost a mlha	-1	-4
20.01.2017	-5	-16	0	0,3	Nízká oblačnost a mlha	-1	-4
21.01.2017	-3	-13	0	0,0	Proměnlivá oblačnost	-1	-4
22.01.2017	-3	-11	0	0,0	Nízká oblačnost a mlha	-1	-4
23.01.2017	-7	-14	0	0,0	Hodně slunce	-1	-4
24.01.2017	-6	-8	0	0,1	Sněhová přeháňka	0	-4
25.01.2017	-3	-8	0	0,0	Nízká oblačnost a mlha	0	-4
26.01.2017	-4	-12	0	0,0	Nízká oblačnost a mlha	0	-4
27.01.2017	-3	-12	0	0,0	Skoro jasno	0	-4
28.01.2017	-4	-12	0	0,0	Nízká oblačnost a mlha	0	-4
29.01.2017	-5	-12	0	0,0	Nízká oblačnost a mlha	0	-4
30.01.2017	-3	-7	0	0,0	Polojasno	0	-4
31.01.2017	-3	-7	0	0,3	Možné sněhové přeháňky	0	-4

Konečné hodnoty ze zdroje AccuWeather za měsíc leden 2017 jsou uvedeny v tabulce 4. Tyto hodnoty lze nyní získat i zpětně, maximálně však za loňský kalendářní rok. Zpětně bezplatně získat předpovědi již nelze. [42]

Tabulka 4: Zveřejněné teploty a srážky za leden 2017 ze zdroje AccuWeather

Datum	Max. teplota [°C]	Min. teplota [°C]	Srážky [mm]	Sníh [cm]
01.01.2017	-2	-13	0	0,0
02.01.2017	-2	-11	4	5,1
03.01.2017	0	-4	1	0,0
04.01.2017	1	-2	6	7,6
05.01.2017	-2	-11	0	2,5
06.01.2017	-8	-15	1	3,0
07.01.2017	-11	-22	0	2,5
08.01.2017	-5	-13	1	0,0
09.01.2017	-5	-11	0	0,0
10.01.2017	-6	-13	0	0,0
11.01.2017	-6	-14	5	15,2
12.01.2017	3	-7	1	5,1
13.01.2017	3	-1	0	0,0
14.01.2017	-1	-4	2	22,9
15.01.2017	0	-5	1	2,5
16.01.2017	-2	-6	0	0,0
17.01.2017	-3	-11	0	0,0
18.01.2017	-4	-15	0	0,0
19.01.2017	-7	-20	0	0,0
20.01.2017	-2	-18	0	0,0
21.01.2017	0	-8	0	0,0
22.01.2017	-2	-11	0	0,0
23.01.2017	-4	-9	0	0,0
24.01.2017	-4	-7	0	0,0
25.01.2017	-3	-6	0	0,0
26.01.2017	-1	-5	0	0,0
27.01.2017	-3	-9	0	0,0
28.01.2017	-7	-10	0	0,0
29.01.2017	-7	-9	0	0,0
30.01.2017	-7	-9	0	0,0
31.01.2017	-5	-9	5	27,9

Naměřené hodnoty meteorologickou stanicí za období leden 2017 jsou v následující tabulce (viz *tabulka 5*). Meteorologická stanice nemá vyhřívaný srážkoměr, proto v období kdy sněžilo a současně mrzlo, sníh neroztál a nezaznamenal se žádný údaj o srážkách. Při pozdějším tání mohlo naopak dojít k záznamu neexistujících srážek. K tání sněhu nemuselo dojít ve stejný den, jako k jeho napadnutí. [42]

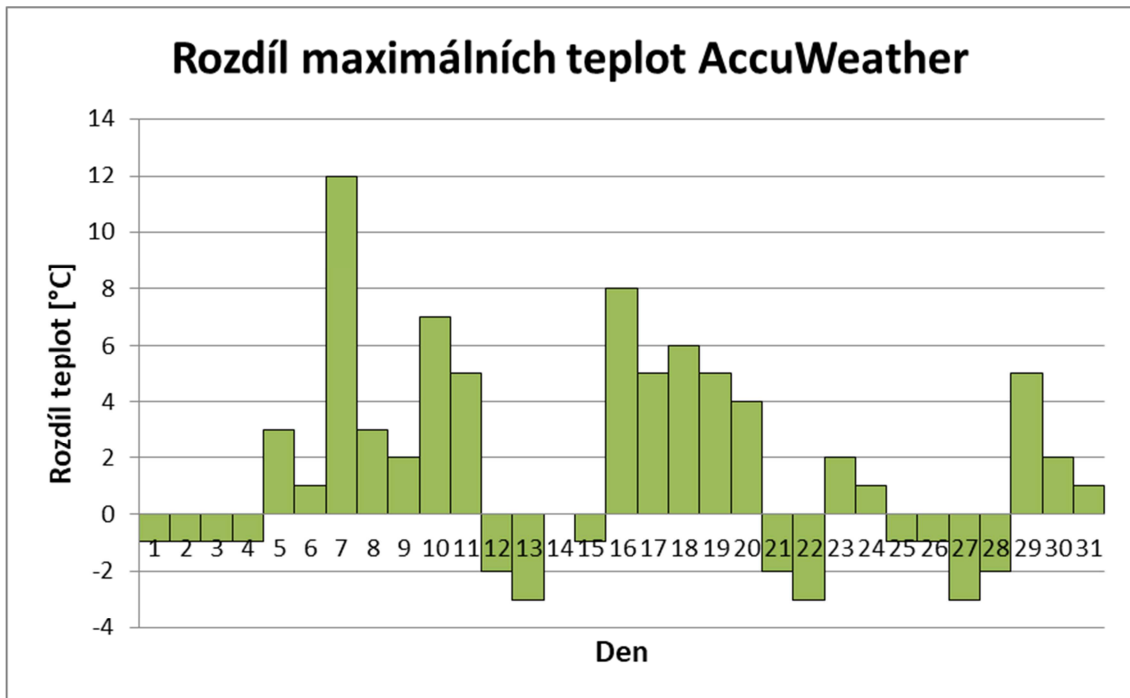
Tabulka 5: Teploty a srážky za leden 2017 naměřené meteostanicí WH1080 T104

Leden 2017	Max. teplota [°C]	Min. teplota [°C]	Srážky [mm] *
1	6,4	-10,7	0,9
2	-2,9	-10,3	0
3	-1,6	-4,2	0
4	-0,4	-2,6	0
5	-2,6	-9,7	0
6	-7,9	-15,9	0
7	-6,8	-21,3	0
8	-0,2	-14,6	0
9	-3,0	-9,3	0
10	-6,9	-12,9	0
11	-3,4	-14,1	0
12	-0,8	-6,8	0
13	0,6	-1,8	0
14	-0,9	-3,7	0
15	-0,2	-3,9	0
16	-0,7	-5,6	0
17	-2,4	-6,6	0
18	-0,9	-8,0	0
19	3,1	-16,3	0
20	2,5	-12,7	0,3
21	3,4	-8,0	0,3
22	4,0	-8,1	0
23	-2,6	-8,2	0
24	-2,9	-7,7	0
25	-0,7	-6,4	0
26	-0,3	-5,9	0
27	3,4	-12,0	0
28	-7,2	-14,4	0
29	-3,5	-13,1	0
30	-0,6	-11,5	0
31	-3,8	-9,0	0

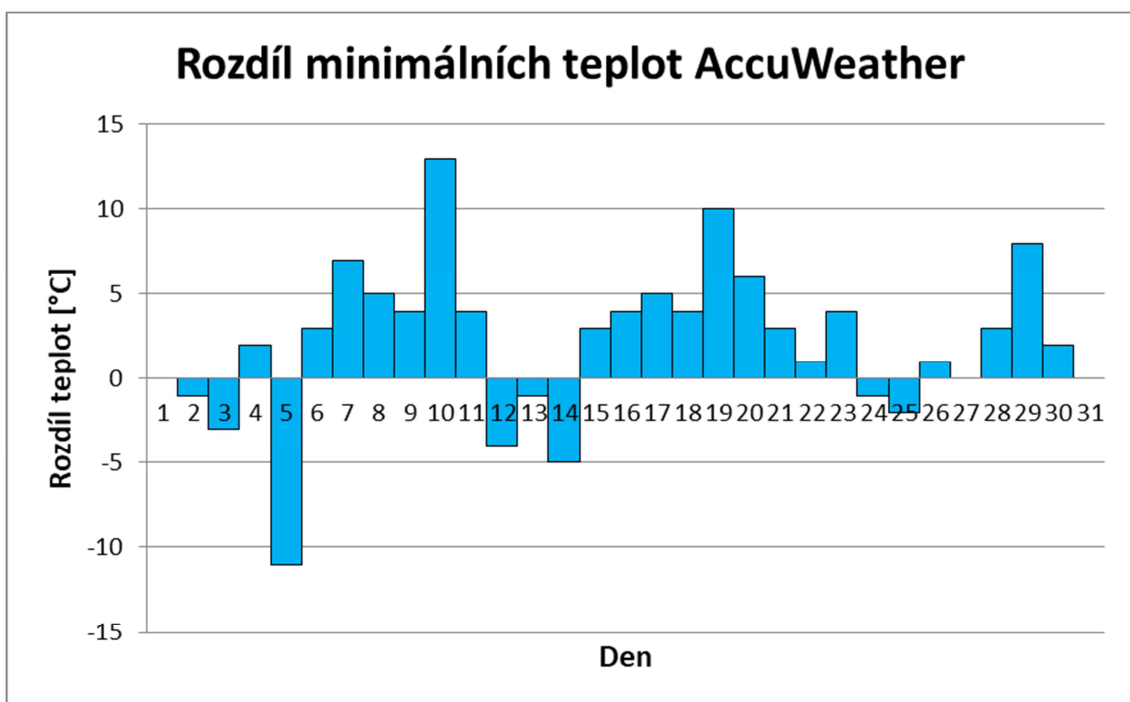
* nevyhříváný srážkoměr

Nyní uvádím porovnání předpovědí ze zdroje AccuWeather mezi její dlouhodobou měsíční předpovědí na leden 2017 a její průběžnou předpovědí (doplňovány krátkodobé předpovědi) na stejné období. Pro přehlednost je uvádím ve formě sloupcových grafů (viz *graf 9 a graf 10*), které zobrazují rozdíly maximálních a minimálních denních teplot. Opět se potvrzuje nepřesnost

dlouhodobé předpovědi AccuWeather. Zajímavé je též to, že rozdíl v maximálních i minimálních teplotách jde jedním směrem, v našem případě do kladných hodnot.



Graf 9: Rozdíly maximálních teplot AccuWeather - dlouhodobé vs. průběžné



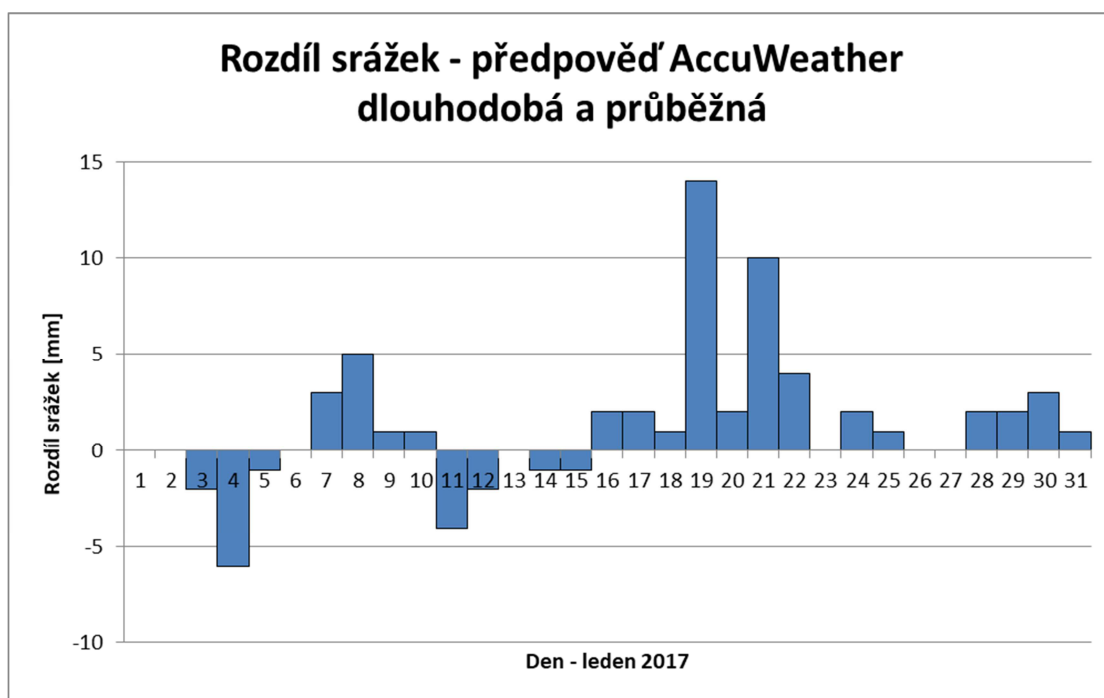
Graf 10: Rozdíly minimálních teplot AccuWeather - dlouhodobé vs. průběžné

6.3.2 Srážky

Pro porovnání opět použijí měsíc leden 2017 jako testovaný vzorek. V dlouhodobé měsíční předpovědi (viz *tabulka 2*) ze zdroje AccuWeather jsou ve sloupcích *srážky*

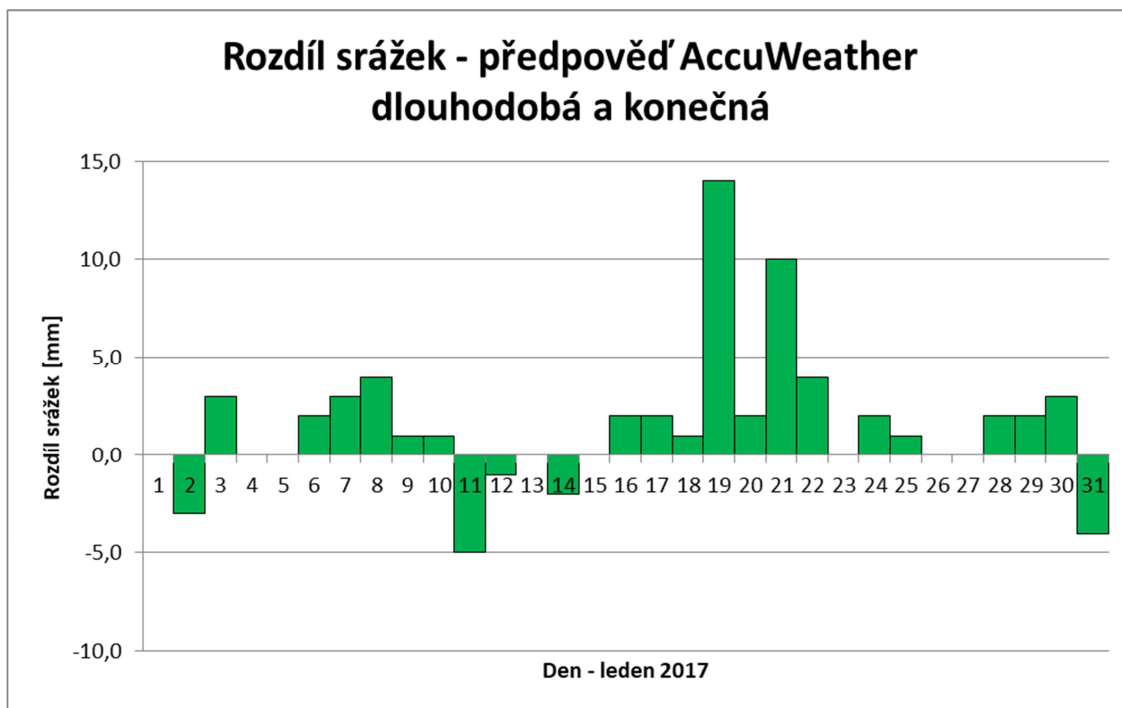
(udány v mm) a *sníh* (udán v cm) uvedeny hodnoty, které postupně porovnám s hodnotami průběžné předpovědi stejného zdroje (viz *tabulka 3*), s hodnotami konečnými opět ze stejného zdroje (viz *tabulka 4*) a s hodnotami naměřenými meteorologickou stanicí v měřené lokalitě (viz *tabulka 5*). Jak již jsem uvedl dříve, meteorologická stanice nemá vyhřívaný srážkoměr a tak mohlo dojít k nepřesnostem měření a tím i k nepřesnému posouzení rozdílů. Protože stanice nemá možnost přímo měřit výšku sněhových srážek a jinou alternativní možností přímo v lokalitě nedisponuji, porovnání se skutečnými sněhovými srážkami vynechám. Pro názornost opět uvádím rozdíly zobrazené v grafech.

Následující *graf 11* zobrazuje rozdíl srážek mezi předpovědí dlouhodobou a předpovědí průběžnou, obě jsou ze zdroje AccuWeather. Z grafu je zřetelné, že v průběhu času docházelo k upřesňování průběžné (krátkodobé) předpovědi, tudíž i rozdíl je zde patrný.



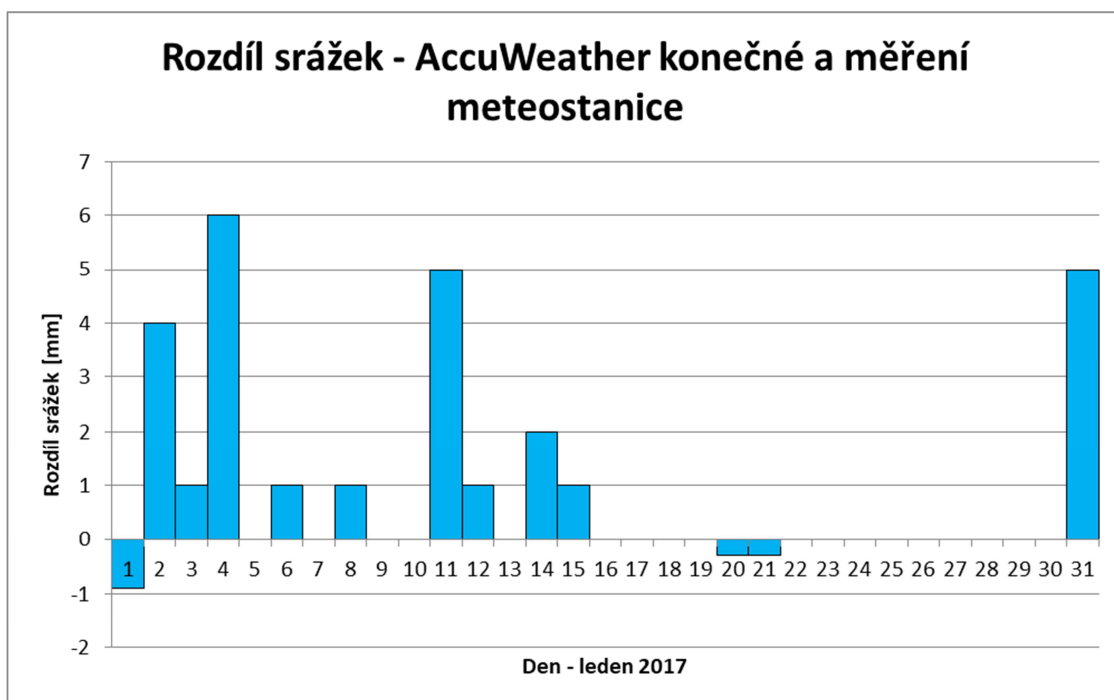
Graf 11: Rozdíl srážek předpověď AccuWeather - dlouhodobá vs. průběžná

V *grafu 12* je zobrazen rozdíl srážek mezi předpovědí dlouhodobou a konečným stavem hodnot, zdroj je stejný a použité hodnoty jsou uvedeny v předchozích tabulkách. V obou porovnáních rozdílů se vyskytují velké rozdíly a rozdíly se vyskytují v celém průběhu období.



Graf 12: Rozdíl srážek předpověď AccuWeather - dlouhodobá vs. průběžná

Další z grafů (viz graf 13) nám zobrazuje rozdíl již konečného stavu srážek za leden 2017 zveřejněného společností AccuWeather a stavu srážek z meteorologické stanice v lokalitě. Zde musím podotknout, že vzhledem k nevyhřívávanému srážkoměru je hodnocení rozdílu srážek problematické a mohlo by být zavádějící.



Graf 13: Rozdíl srážek AccuWeather konečného stavu a měření meteostanicí

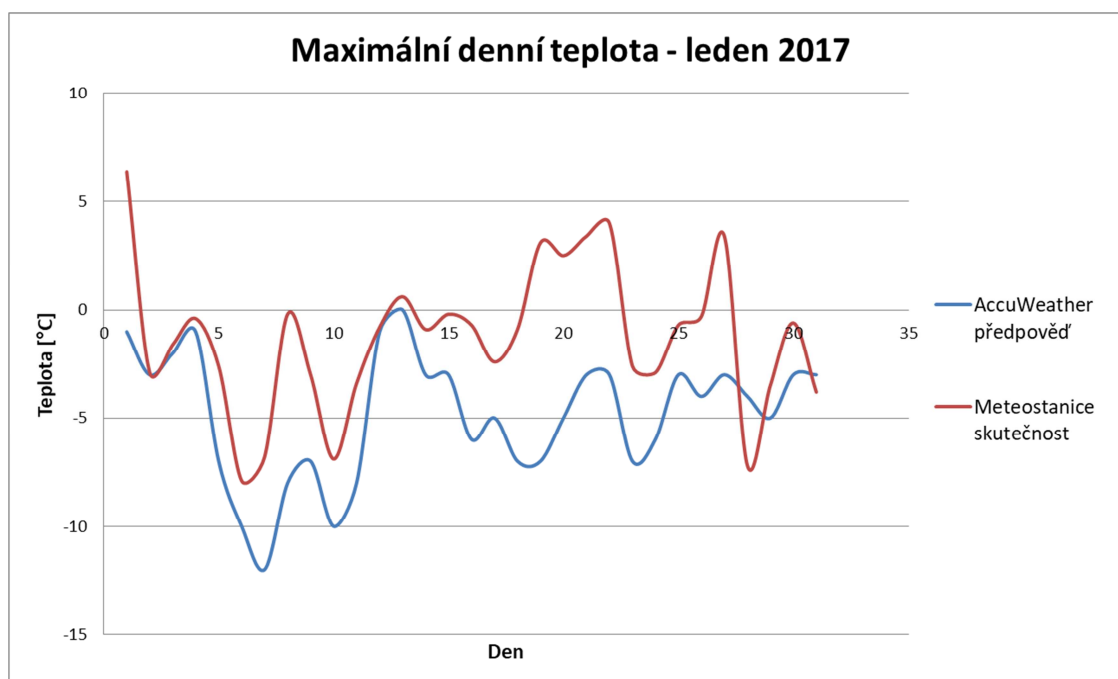
6.4 Krátkodobá předpověď

Stejně jako u dlouhodobé máme i pro krátkodobou předpověď dostupná data od společnosti AccuWeather popisující předpověď počasí, která můžeme opět porovnat s daty meteorologické stanice v lokalitě. Jsou jimi denní maximální teplota, denní minimální teplota a množství srážek. V tomto případě, kdy se jedná o krátkodobou předpověď, data jsou aktualizována průběžně a dá se tedy očekávat menší rozdíl mezi předpovědí AccuWeather a naměřenými daty meteorologickou stanicí. Pojďme se tedy podívat na tento předpoklad.

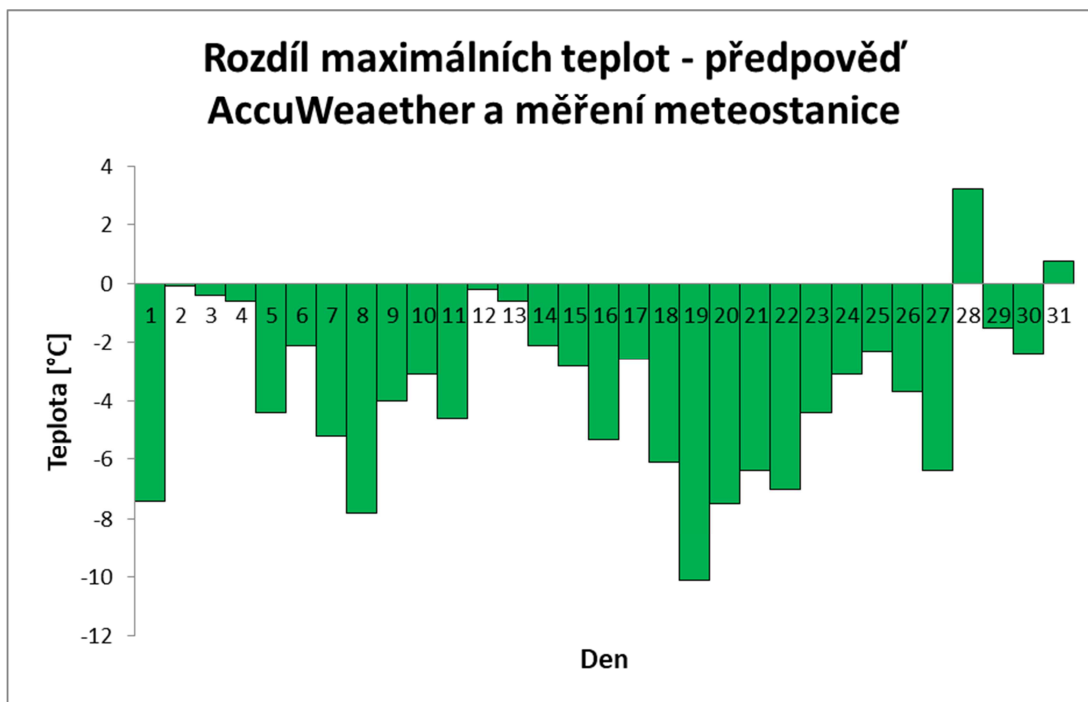
6.4.1 Maximální a minimální denní teplota

I zde jsou použita data veřejně dostupná na internetových stránkách společnosti AccuWeather v rozsahu, který společnost bezplatně umožnila. Druhá sada dat je opět pořízena měření meteorologickou stanicí. Data z obou zdrojů opět porovnáme.

V grafu 14 jsou zaznamenány maximální denní teploty z krátkodobé předpovědi AccuWeather a stejné teploty z měření meteorologickou stanicí. Z grafu je patrné, že předpovídaná maximální denní teplota je takřka vždy nižší než teplota skutečně naměřená. Zřetelněji je to vidět ve sloupcovém grafu 15, kde je zobrazen rozdíl maximálních denních teplot z krátkodobé předpovědi a skutečných hodnot naměřených stanicí. Rozdíly jsou velké.

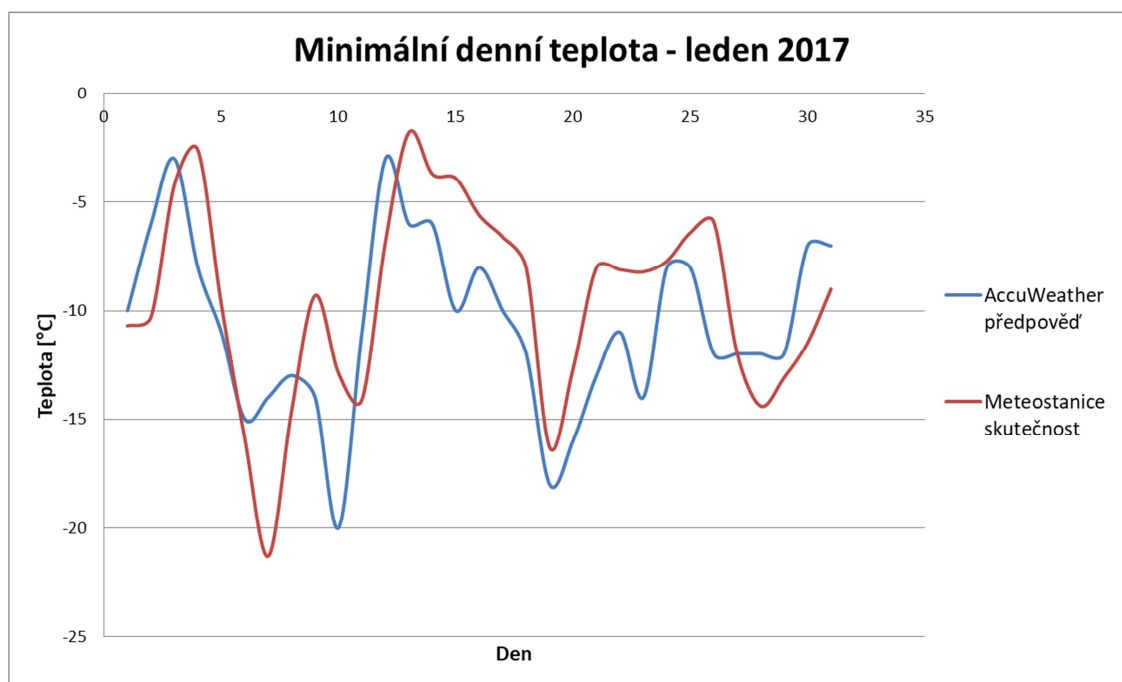


Graf 14: Maximální teploty předpovědi AccuWeather a měření meteostanicí

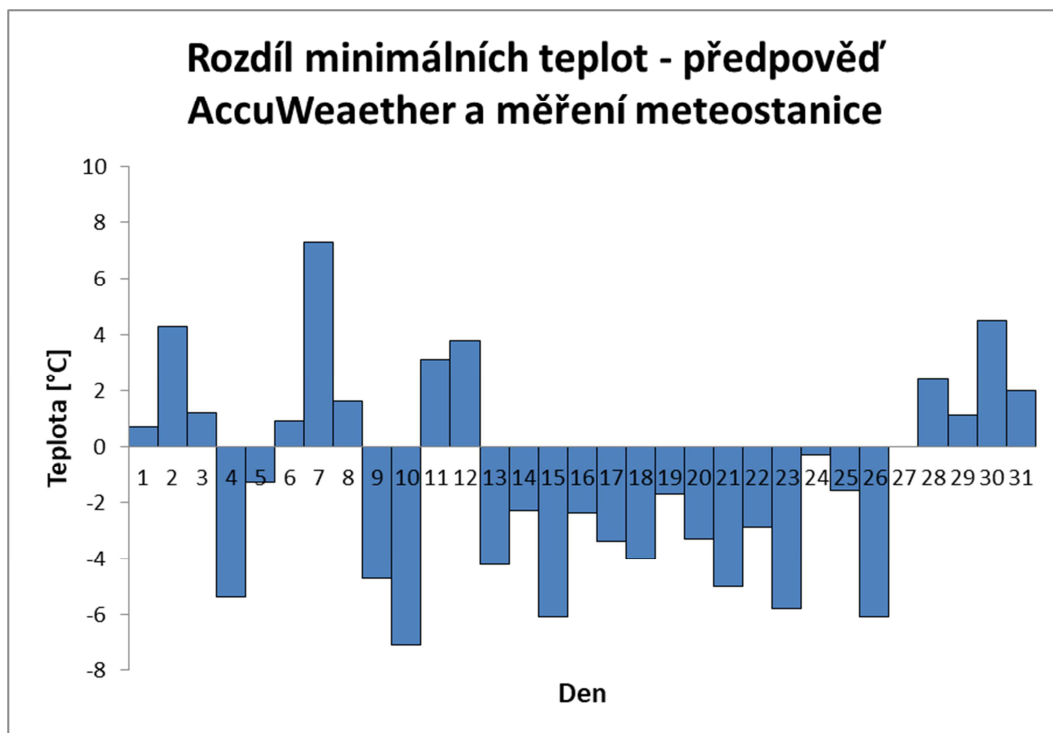


Graf 15: Rozdíl maximálních denních teplot v lednu 2017

Následuje *graf 16*, ve kterém jsou zaznamenány minimální denní teploty předpovědi AccuWeather a minimální teploty pořízené měřením meteorologickou stanicí. Zde je též vidět rozdíl v předpovídané minimální denní teplotě a teplotě skutečně naměřené. Opět příkládám sloupcový *graf 17*, kde je zobrazen rozdíl tentokrát minimálních denních teplot z krátkodobé předpovědi a skutečných hodnot naměřených stanicí. Rozdíly teplot jdou oběma směry.



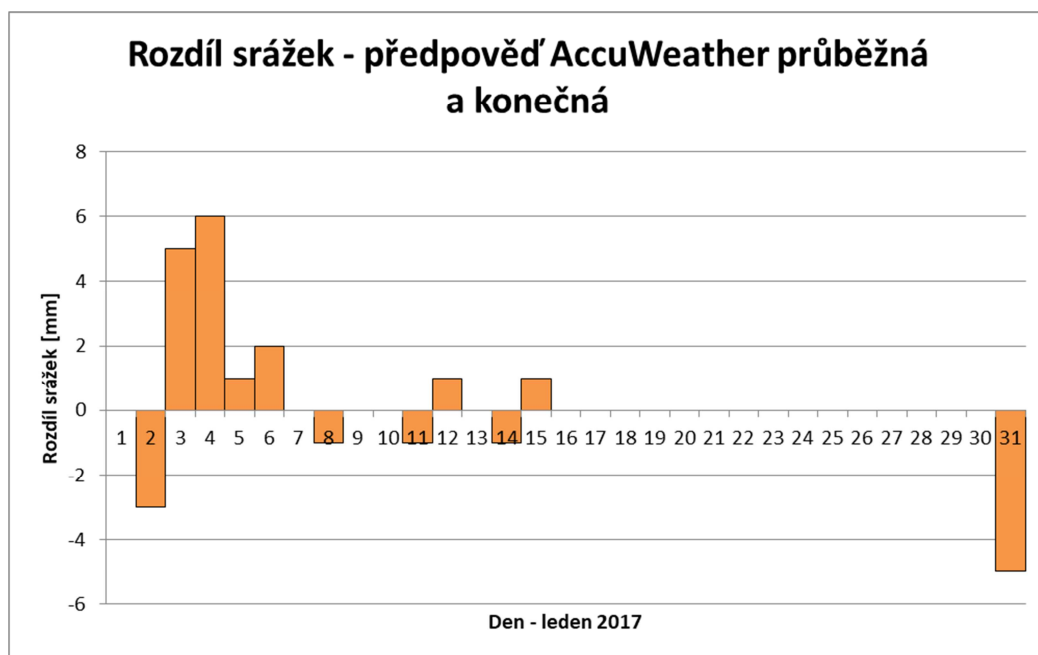
Graf 16: Minimální teploty předpovědi AccuWeather a měření meteostanicí



Graf 17: Rozdíl minimálních denních teplot v lednu 2017

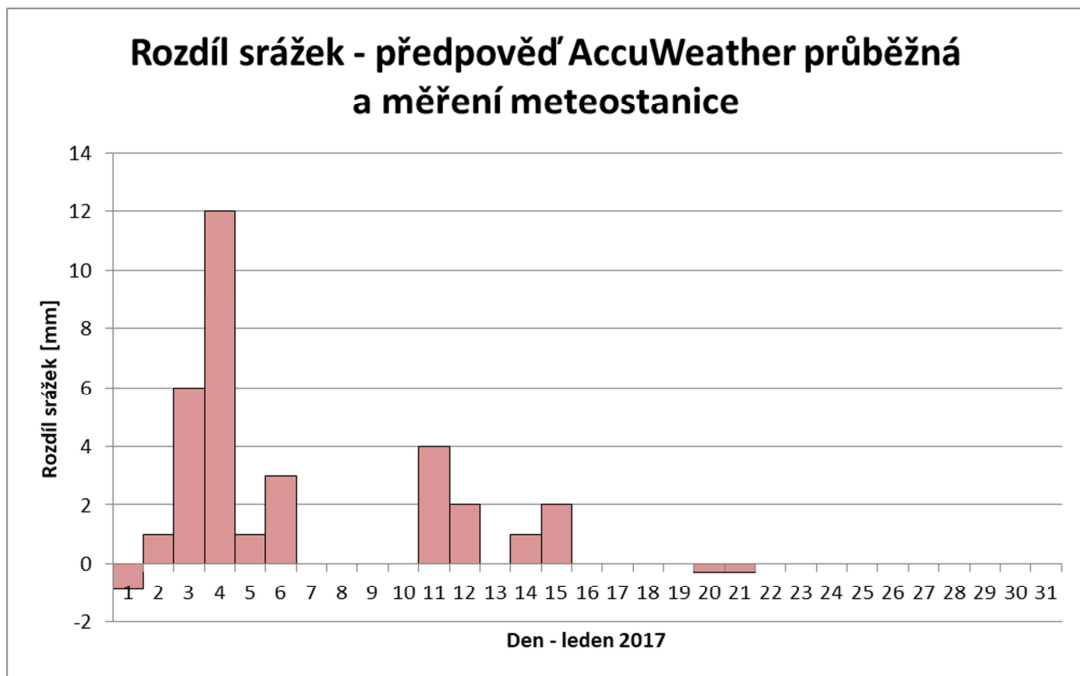
6.4.2 Srážky

Graf 18 udává rozdíl srážek z předpovědi průběžné, tedy krátkodobé a konečného stavu srážek v období leden 2017, ze zdroje AccuWeather. Zde již je patrný menší rozdíl, než v předchozích porovnáních dlouhodobé předpovědi, vyskytuje se zde období od 16. do 30. ledna 2017, kde není žádný rozdíl. Tudíž se tato předpověď nejvíce blíží skutečnému stavu.



Graf 18: Rozdíl srážek předpovědi AccuWeather krátkodobé a konečného stavu

Následuje *graf 19*, ze kterého je patrné, že rozdíl mezi krátkodobou předpovědí AccuWeather a naměřenými hodnotami meteorologické stanice v lednu 2017 je nejmenší ve druhé polovině měsíce. Opět ale upozorňuji na nevyhřívavý srážkoměr.



Graf 19: Rozdíl srážek z předpovědi AccuWeather krátkodobé a měření meteostanicí

7 KONFRONTACE PŘEDPOVĚDÍ POČASÍ ACCUWEATHER S NAMĚŘENÝMI DATY METEOROLOGICKÉ STANICE

Nyní se pokusím o konfrontaci předpovědi počasí (respektive zveřejněných dat) vydaných společností AccuWeather pro lokalitu Rokytnice v Orlických horách s hodnotami získanými měření meteorologické stanice.

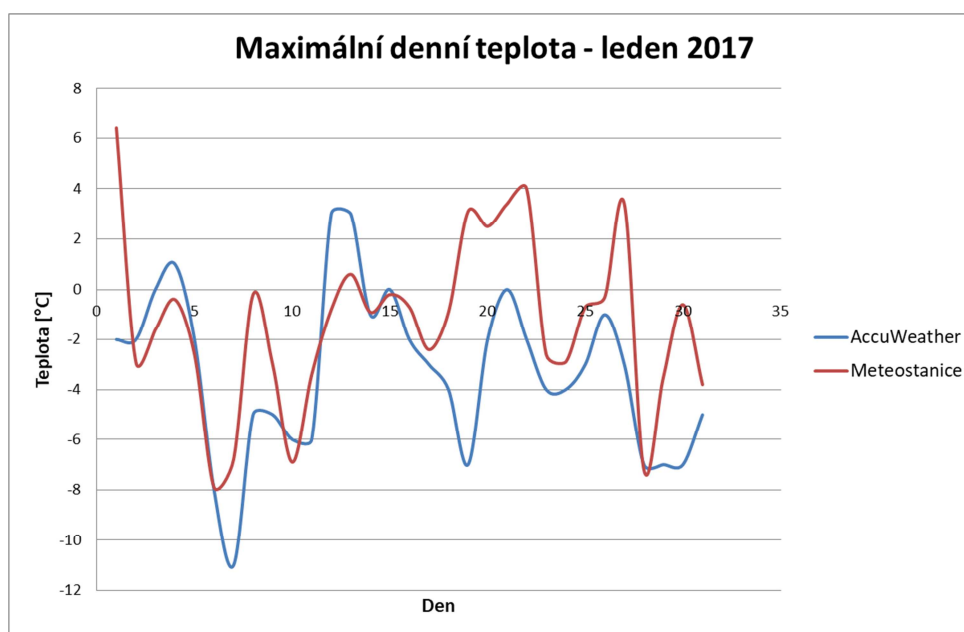
7.1 Konfrontace dlouhodobé předpovědi s měřením

V následujících uváděných grafech lineární regrese absolutních hodnot rozdílu denních teplot nebo srážek z předpovědi zdroje AccuWeather a naměřených hodnot meteorologickou stanicí nám sklon regresní přímky udává, zda absolutní hodnota uvedeného rozdílu v čase roste, nebo klesá.

Dříve, než porovnáme dlouhodobou (měsíční) předpověď s naměřenými hodnotami ze stanice, porovnejme zveřejněná konečná (skutečná) data zdroje AccuWeather s výsledky měření meteorologickou stanicí.

7.1.1 Konfrontace skutečných maximálních denních teplot AccuWeather a meteostanice

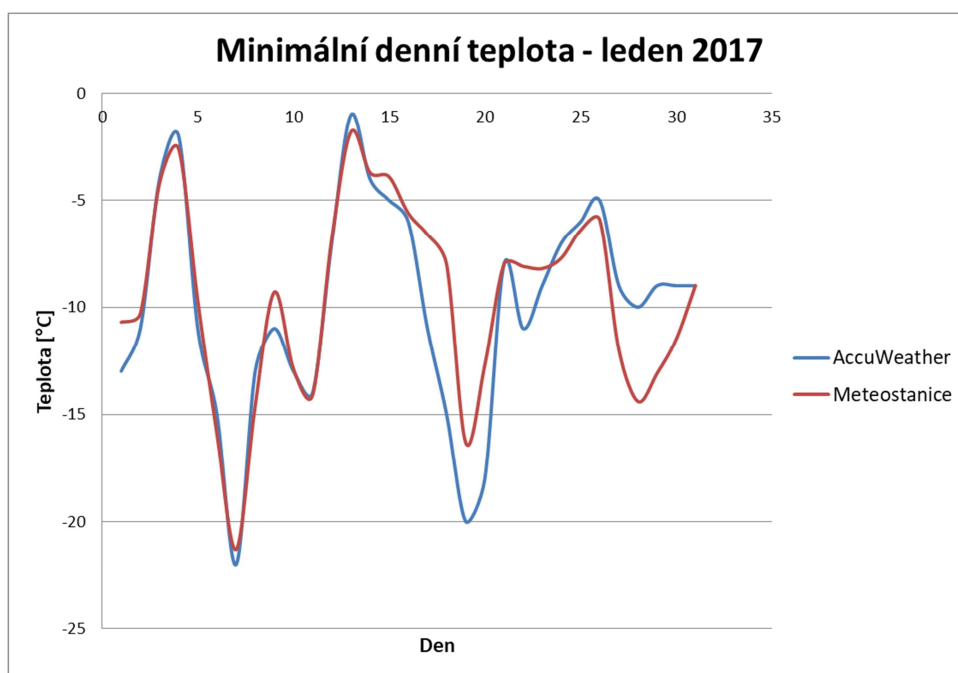
V grafu 20 jsou pro porovnání zobrazeny výsledné maximální denní teploty v měsíci lednu 2017. Průměrná maximální denní teplota v lednu 2017 dle zdroje AccuWeather v měřené lokalitě byla $-3,3$ °C. Měření meteorologickou stanicí má stejná teplota hodnotu $-1,3$ °C. [42]



Graf 20: Naměřené maximální teploty dle AccuWeatheru a naměřené meteostanicí

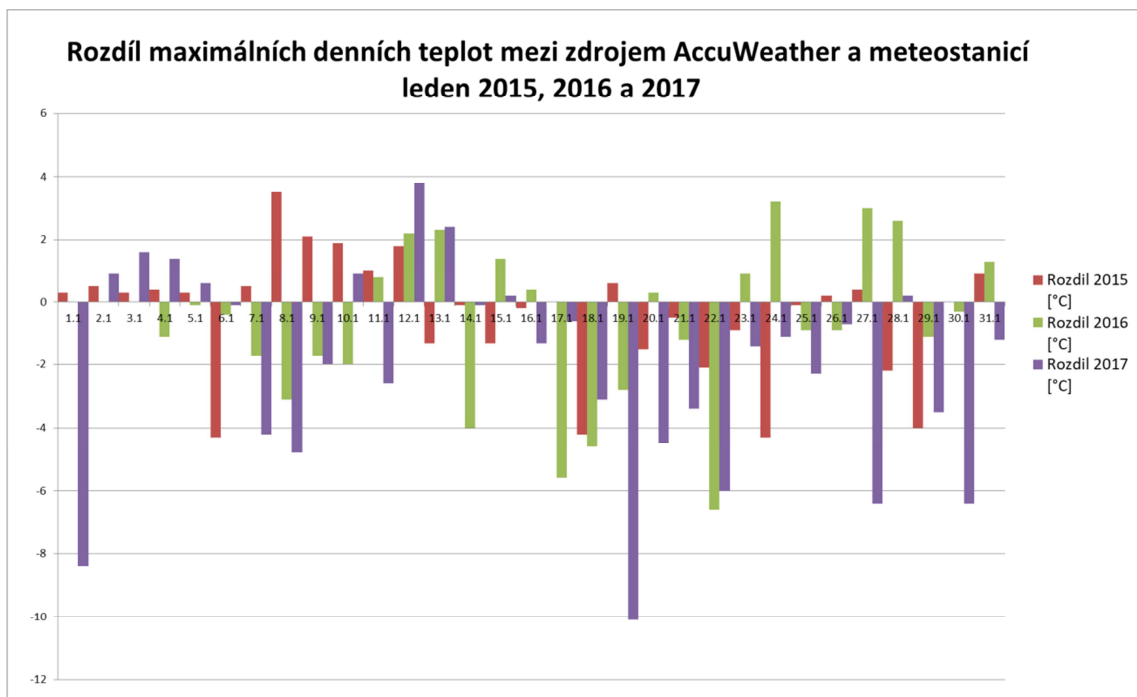
7.1.2 Konfrontace skutečných minimálních denních teplot AccuWeather a meteostanice

Podobně je v *grafu 21* zobrazeno porovnání výsledné minimální denní teploty v měsíci lednu 2017. Průměrná minimální denní teplota v lednu 2017 ze zdroje AccuWeather v lokalitě byla $-9,9$ °C. Měřením meteorologickou stanicí dostáváme průměrnou teplotu $-9,5$ °C. Zde již porovnání vychází lépe. [42]

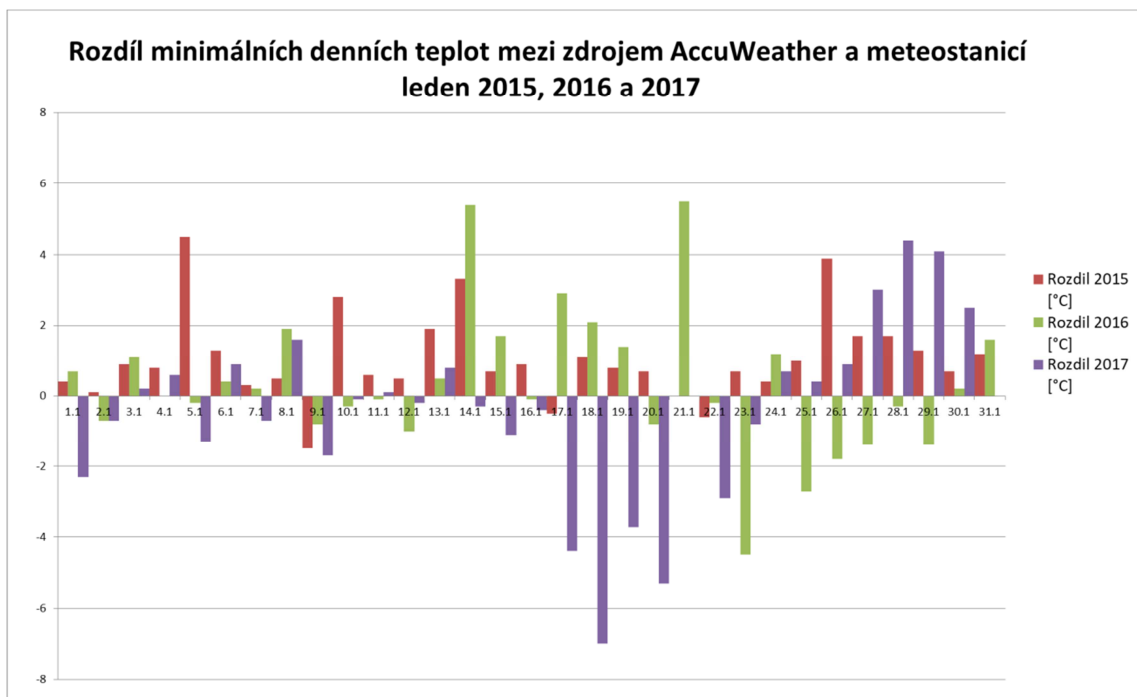


Graf 21: Naměřené minimální teploty dle AccuWeatheru a naměřené meteostanicí

Pro konfrontaci uvádím rozdíly mezi publikovanými maximálními a minimálními denními teplotami ze zdroje AccuWeather a denními teplotami naměřenými v lokalitě meteorologickou stanicí v měsíci lednu v letech 2015, 2016 a 2017 (viz *graf 22* a *graf 23*). Jedná se o teploty naměřené, nejedná se o předpověď. I tak jsou zde rozdíly patrné. Naměřené teploty ani tak nejsou tématem této diplomové práce, tím je předpověď. Ale je dobré znát co nejvíce parametrů, vlastností pro lepší porovnání. [42]



Graf 22: Rozdíly maximálních teplot mezi zdrojem AccuWeather a meteostanicí



Graf 23: Rozdíly minimálních teplot mezi zdrojem AccuWeather a meteostanicí

7.1.3 Konfrontace dlouhodobé předpovědi maximálních denních teplot AccuWeather s meteostanicí v lednu 2017

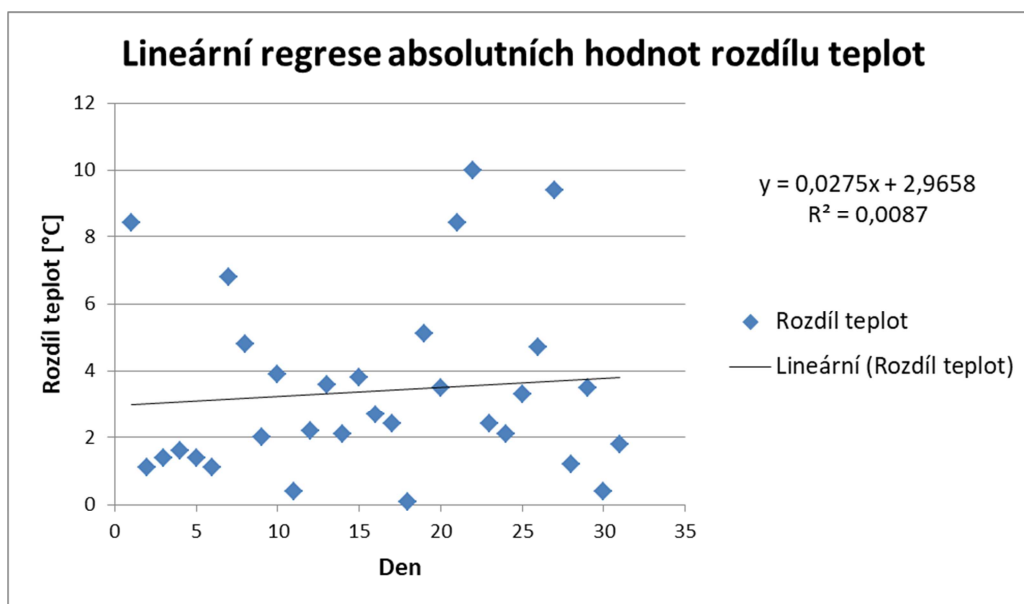
Následující *tabulka 6* zobrazuje data z dlouhodobé měsíční předpovědi maximálních denních teplot ze zdroje AccuWeather a data naměřená meteorologickou stanicí v lednu 2017. Jsou zde uvedeny i jejich rozdíly. Podobné statistické tabulky jsem vytvořil a použil i pro maximální denní teploty dlouhodobé předpovědi v únoru a březnu 2017.

Tabulka 6: Maximální denní teploty v lednu 2017

Leden 2017	AccuWeather predikce max. teplota [°C]	Meteostanice naměřená max. teplota [°C]	Rozdíl max. teplot [°C]
1	-2	6,4	8,4
2	-4	-2,9	1,1
3	-3	-1,6	1,4
4	-2	-0,4	1,6
5	-4	-2,6	1,4
6	-9	-7,9	1,1
7	0	-6,8	-6,8
8	-5	-0,2	4,8
9	-5	-3,0	2,0
10	-3	-6,9	-3,9
11	-3	-3,4	-0,4
12	-3	-0,8	2,2
13	-3	0,6	3,6
14	-3	-0,9	2,1
15	-4	-0,2	3,8
16	2	-0,7	-2,7
17	0	-2,4	-2,4
18	-1	-0,9	0,1
19	-2	3,1	5,1
20	-1	2,5	3,5
21	-5	3,4	8,4
22	-6	4,0	10,0
23	-5	-2,6	2,4
24	-5	-2,9	2,1
25	-4	-0,7	3,3
26	-5	-0,3	4,7
27	-6	3,4	9,4
28	-6	-7,2	-1,2
29	0	-3,5	-3,5
30	-1	-0,6	0,4
31	-2	-3,8	-1,8

Použitím dat z *tabulky 6* jsem v programu Excel spočítal korelační koeficient časových řad dlouhodobé měsíční předpovědi společnosti AccuWeather a měření meteorologickou stanicí v lednu 2017. V tomto případě je korelační koeficient $R = 0,091$.

V *grafu 24* je znázorněna lineární regrese absolutních hodnot rozdílů maximálních denních teplot předpovědi zdroje AccuWeather a naměřených teplot meteorologickou stanicí.

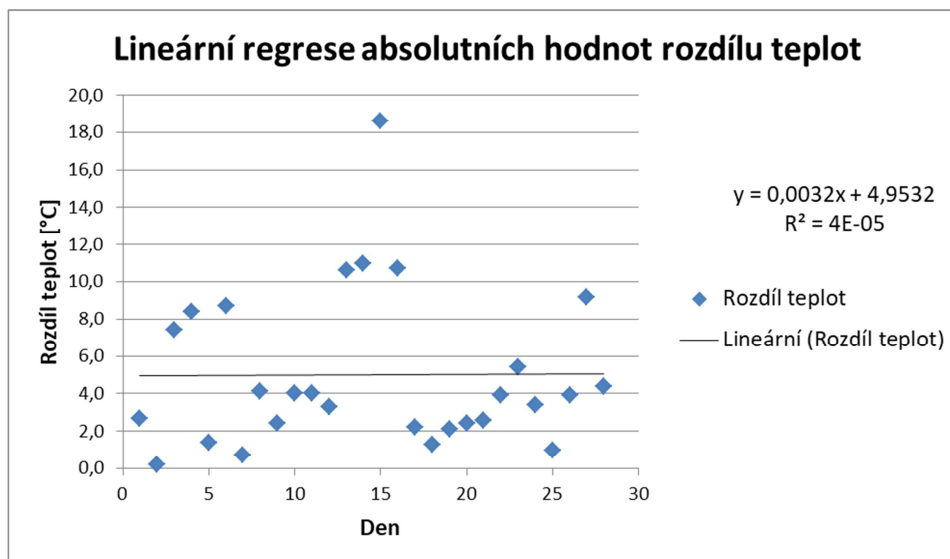


Graf 24: Regrese rozdílů maximálních denních teplot v lednu 2017

7.1.4 Konfrontace dlouhodobé předpovědi maximálních denních teplot AccuWeather s meteostanicí v únoru 2017

Ze statistické tabulky pro maximální denní teploty dlouhodobé předpovědi v únoru 2017 jsem použil hodnoty pro výpočet korelačního koeficientu časových řad dlouhodobé měsíční předpovědi společnosti AccuWeather a měření meteorologickou stanicí v únoru 2017. Korelační koeficient má hodnotu $R = 0,2819$.

V *grafu 25* je znázorněna pro únor 2017 lineární regrese absolutních hodnot rozdílů maximálních denních teplot předpovědi zdroje AccuWeather a naměřených teplot meteorologickou stanicí.

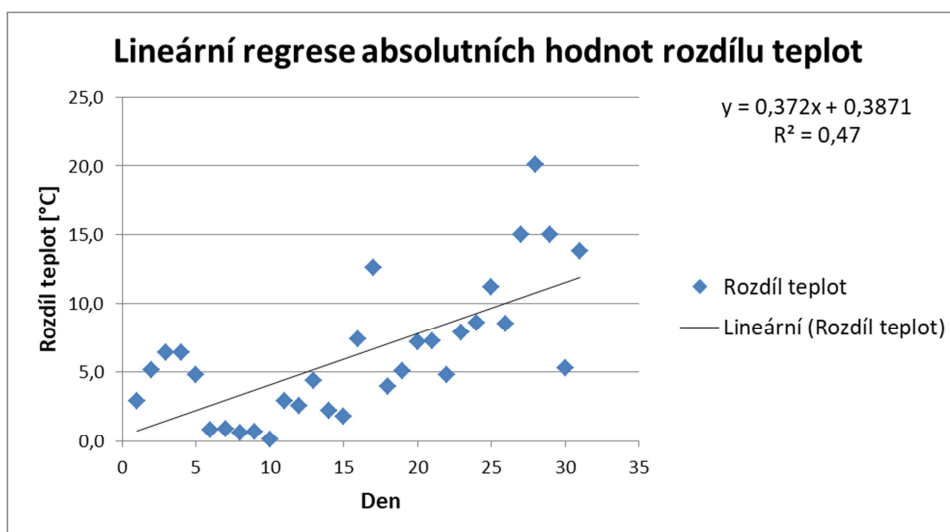


Graf 25: Regrese rozdílu maximálních denních teplot v únoru 2017

7.1.5 Konfrontace dlouhodobé předpovědi maximál. denních teplot AccuWeather s meteostanicí v březnu 2017

Stejně jako v předchozích dvou případech i zde jsem použil z vytvořené statistické tabulky pro maximální denní teploty dlouhodobé předpovědi v březnu 2017 hodnoty pro výpočet korelačního koeficientu časových řad dlouhodobé měsíční předpovědi společnosti AccuWeather a měření meteorologickou stanicí v březnu 2017. V tomto případě má korelační koeficient hodnotu $R = 0,0856$.

V grafu 26 je znázorněna pro březen 2017 lineární regrese absolutních hodnot rozdílu maximálních denních teplot předpovědi zdroje AccuWeather a naměřených teplot meteorologickou stanicí.



Graf 26: Regrese rozdílu maximálních denních teplot v březnu 2017

7.1.6 Konfrontace dlouhodobé předpovědi minimálních denních teplot AccuWeather s meteostanicí v lednu 2017

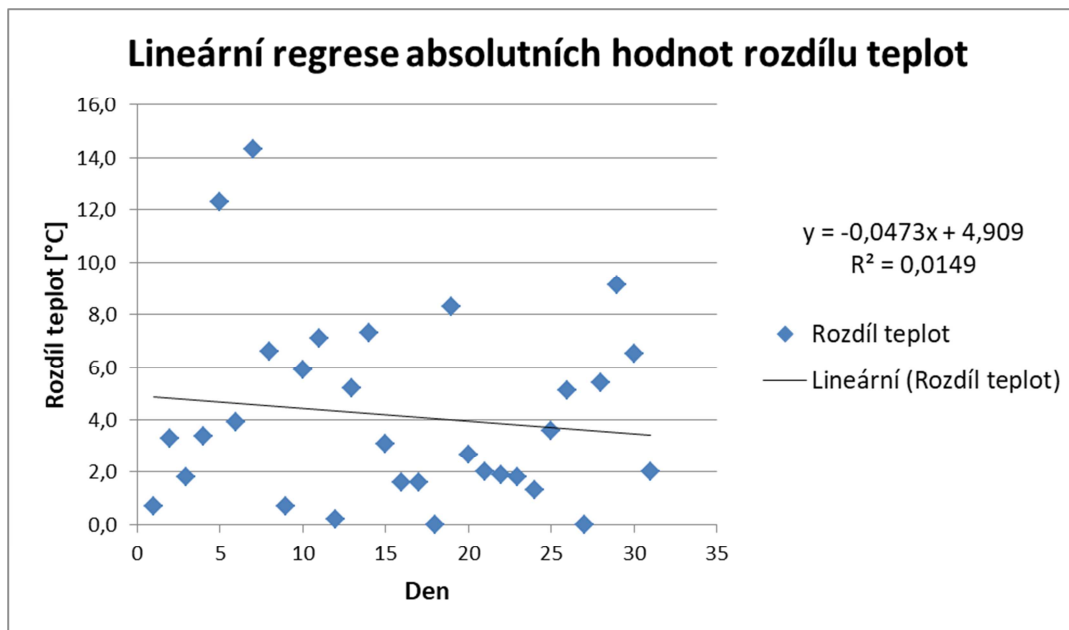
V tabulce 7 jsou doplněna data z dlouhodobé měsíční předpovědi minimálních denních teplot ze zdroje AccuWeather a data naměřená meteorologickou stanicí v lednu 2017. V posledním sloupci jsou uvedeny jejich rozdíly. Podobné statistické tabulky mám vytvořené k použití i pro minimální denní teploty dlouhodobé předpovědi v únoru a březnu 2017.

Tabulka 7: Minimální denní teploty v lednu 2017

Leden 2017	AccuWeather predikce min. teplota [°C]	Meteostanice naměřená min. teplota [°C]	Rozdíl min. teplot [°C]
1	-10	-10,7	-0,7
2	-7	-10,3	-3,3
3	-6	-4,2	1,8
4	-6	-2,6	3,4
5	-22	-9,7	12,3
6	-12	-15,9	-3,9
7	-7	-21,3	-14,3
8	-8	-14,6	-6,6
9	-10	-9,3	0,7
10	-7	-12,9	-5,9
11	-7	-14,1	-7,1
12	-7	-6,8	0,2
13	-7	-1,8	5,2
14	-11	-3,7	7,3
15	-7	-3,9	3,1
16	-4	-5,6	-1,6
17	-5	-6,6	-1,6
18	-8	-8,0	0,0
19	-8	-16,3	-8,3
20	-10	-12,7	-2,7
21	-10	-8,0	2,0
22	-10	-8,1	1,9
23	-10	-8,2	1,8
24	-9	-7,7	1,3
25	-10	-6,4	3,6
26	-11	-5,9	5,1
27	-12	-12,0	0,0
28	-9	-14,4	-5,4
29	-4	-13,1	-9,1
30	-5	-11,5	-6,5
31	-7	-9,0	-2,0

Použitím dat z *tabulky 7* jsem spočítal korelační koeficient časových řad dlouhodobé měsíční předpovědi společnosti AccuWeather a měření meteorologickou stanicí v lednu 2017. V tomto případě je korelační koeficient $R = 0,0686$.

V *grafu 27* je znázorněna lineární regrese absolutních hodnot rozdílů minimálních denních teplot předpovědi zdroje AccuWeather a naměřených teplot meteorologickou stanicí.

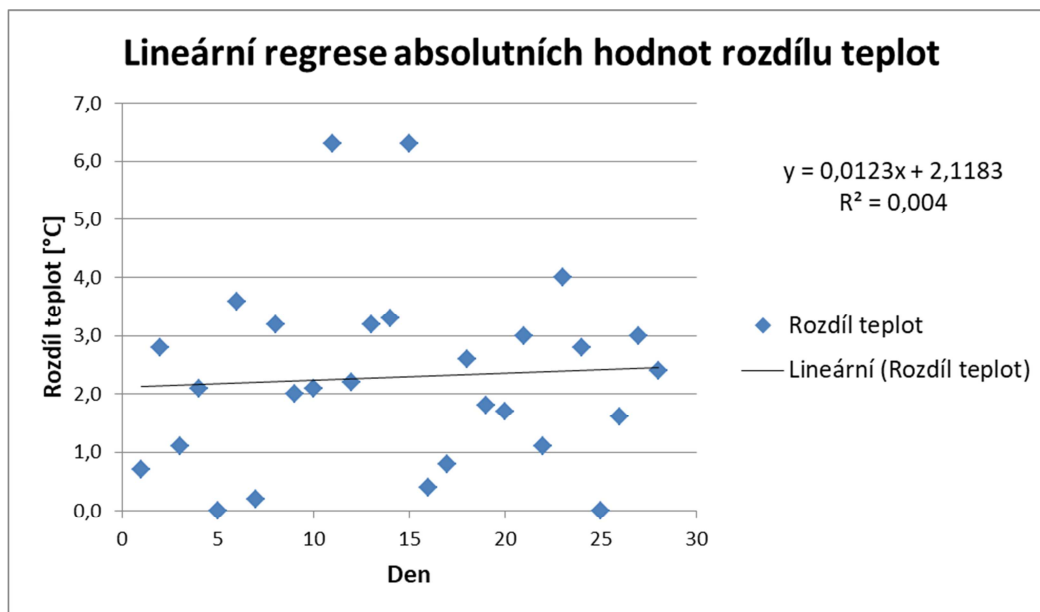


Graf 27: Regrese rozdílu minimálních denních teplot v lednu 2017

7.1.7 Konfrontace dlouhodobé předpovědi minimálních denních teplot AccuWeather s meteostanicí v únoru 2017

Opět z připravené statistické tabulky pro minimální denní teploty dlouhodobé předpovědi v únoru 2017 jsem převzal hodnoty pro výpočet korelačního koeficientu časových řad dlouhodobé měsíční předpovědi společnosti AccuWeather a měření meteorologickou stanicí v únoru 2017. Vypočtený korelační koeficient má hodnotu $R = 0,4951$.

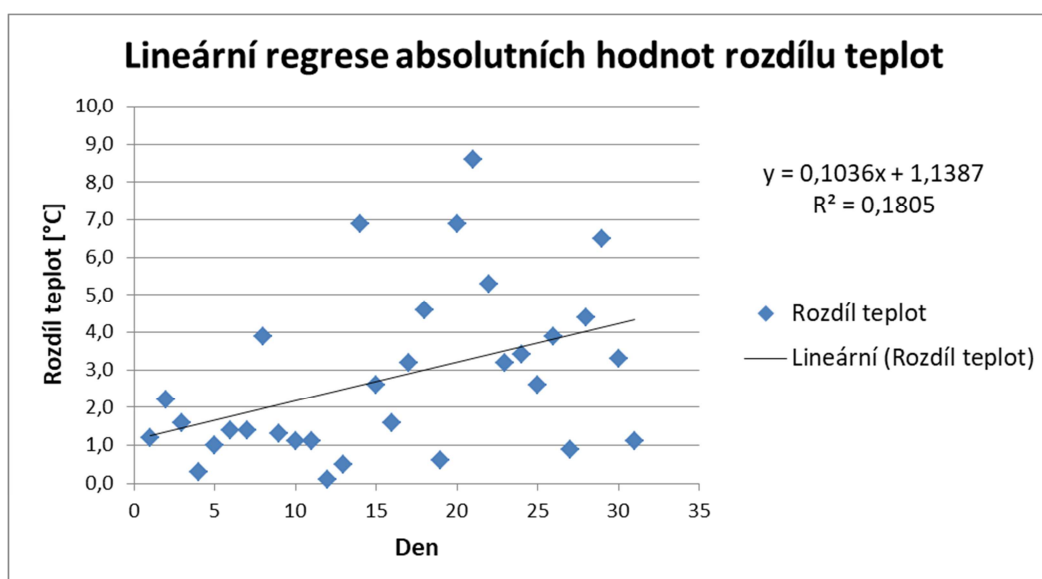
V *grafu 28* je znázorněna pro únor 2017 lineární regrese absolutních hodnot rozdílů minimálních denních teplot předpovědi zdroje AccuWeather a naměřených teplot meteorologickou stanicí.



Graf 28: Regrese rozdílu minimálních denních teplot v únoru 2017

7.1.8 Konfrontace dlouhodobé předpovědi minimálních denních teplot AccuWeather s meteostanicí v březnu 2017

Z připravené statistické tabulky pro minimální denní teploty dlouhodobé předpovědi v březnu 2017 jsem zadal hodnoty pro výpočet korelačního koeficientu časových řad dlouhodobé měsíční předpovědi společnosti AccuWeather a měření meteorologickou stanicí v březnu 2017. Vypočtený korelační koeficient má hodnotu $R = 0,2052$.



Graf 29: Regrese rozdílu minimálních denních teplot v březnu 2017

V grafu 29 je znázorněna pro březen 2017 lineární regrese absolutních hodnot rozdílu minimálních denních teplot předpovědi zdroje AccuWeather a naměřených teplot meteorologickou stanicí.

V tabulce 8 jsou uvedeny korelační koeficienty časových řad maximální a minimální denní teploty dlouhodobé měsíční předpovědi společnosti AccuWeather a měření meteorologickou stanicí v období leden, únor a březen 2017. Hodnoty korelačního koeficientu určují sílu vztahu mezi proměnnými.

Tabulka 8: Korelační koeficienty dlouhodobé předpovědi denních teplot

Období	Maximální denní teploty	Minimální denní teploty
Leden 2017	$R = 0,091$	$R = 0,0686$
Únor 2017	$R = 0,2819$	$R = 0,4951$
Březen 2017	$R = 0,0856$	$R = 0,2052$

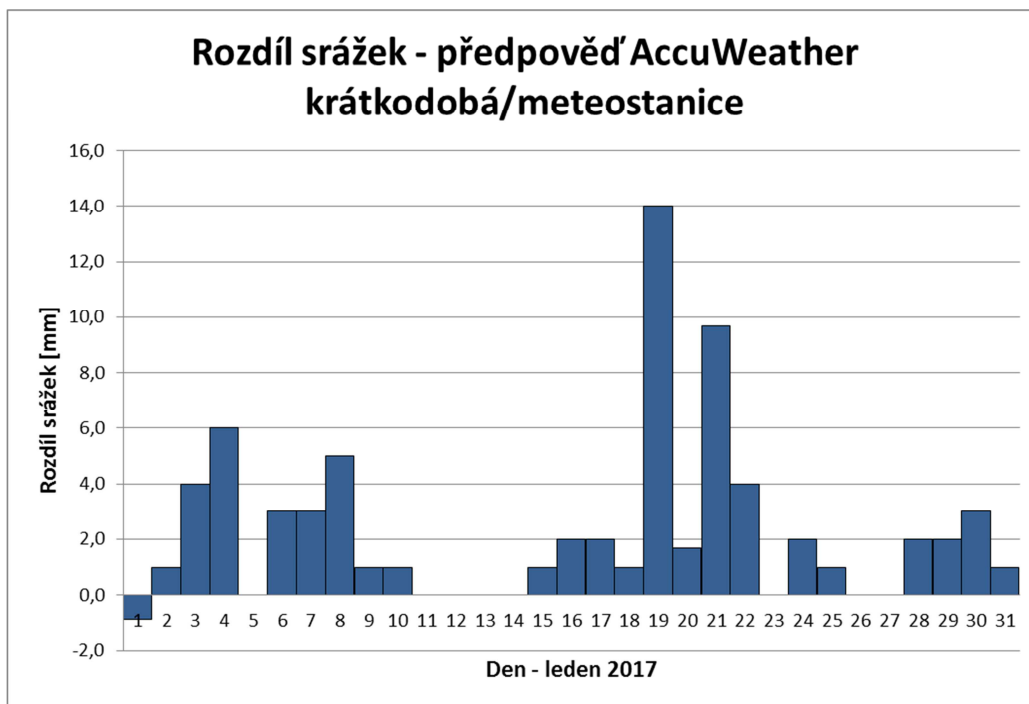
V tabulce 9 jsou uvedeny rovnice lineární regrese absolutních hodnot rozdílu maximálních a minimálních denních teplot předpovědi zdroje AccuWeather a naměřených teplot meteorologickou stanicí.

Tabulka 9: Rovnice lineární regrese absolutních hodnot rozdílu denních teplot

Období	Maximální denní teploty	Minimální denní teploty
Leden 2017	$y = 0,0275x + 2,9658$	$y = -0,0473x + 4,909$
Únor 2017	$y = 0,0032x + 4,9532$	$y = 0,0123x + 2,1183$
Březen 2017	$y = 0,372x + 0,3871$	$y = 0,1036x + 1,1387$

7.1.9 Konfrontace dlouhodobé předpovědi srážek AccuWeather s měřením meteostanicí v lednu 2017

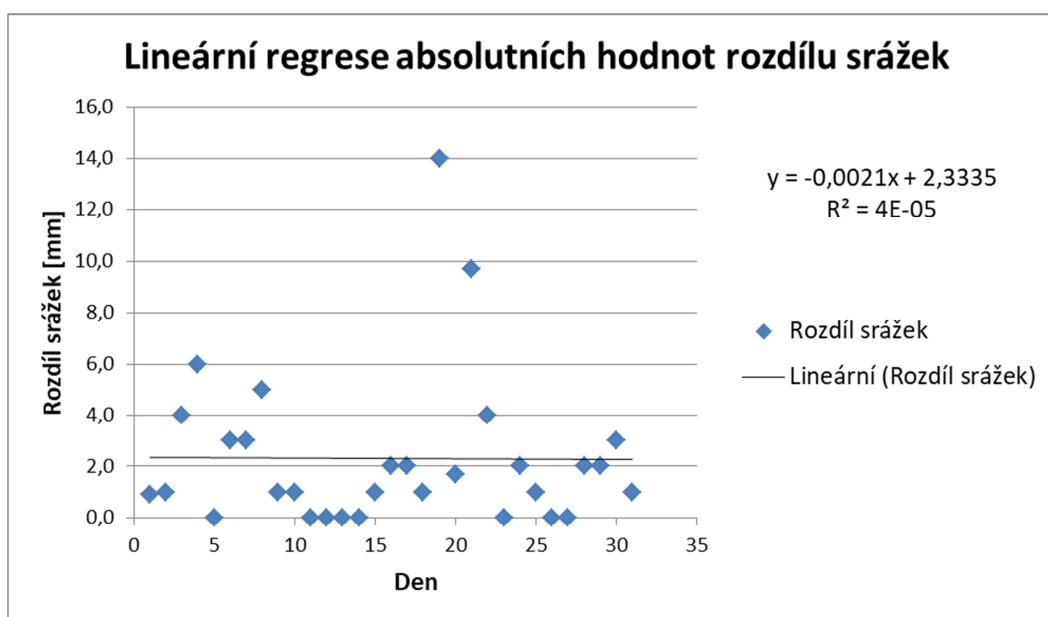
V grafu 48 je zobrazen rozdíl ve srážkách z dlouhodobé predikce AccuWeather a zaznamenáním srážek meteorologickou stanicí, která nemá vyhřívaný srážkoměr. Z tohoto důvodu může být porovnání nepřesné. Z grafu je patrná tendence rozdílu srážek jedním směrem.



Graf 30: Rozdíl předpovědi srážek a měření v lednu 2017

Z připravené statistické tabulky dlouhodobé předpovědi denních srážek v lednu 2017 jsem zadal hodnoty pro výpočet korelačního koeficientu časových řad dlouhodobé předpovědi společnosti AccuWeather a měření meteorologickou stanicí v lednu 2017. Korelační koeficient má hodnotu $R = 0,0102$.

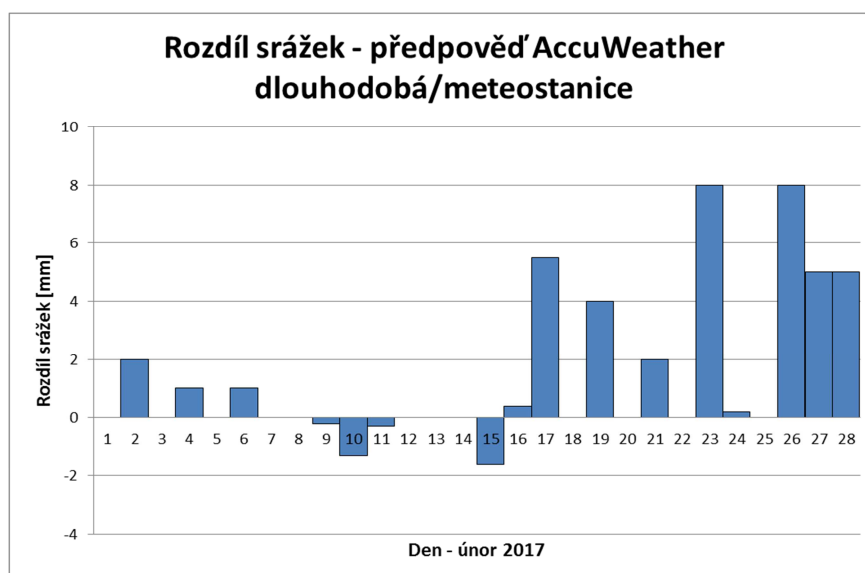
V grafu 31 je zobrazena lineární regrese absolutních hodnot rozdílů denních srážek dlouhodobé předpovědi zdroje AccuWeather a naměřených teplot meteorologickou stanicí.



Graf 31: Regrese rozdílů denních srážek v lednu 2017

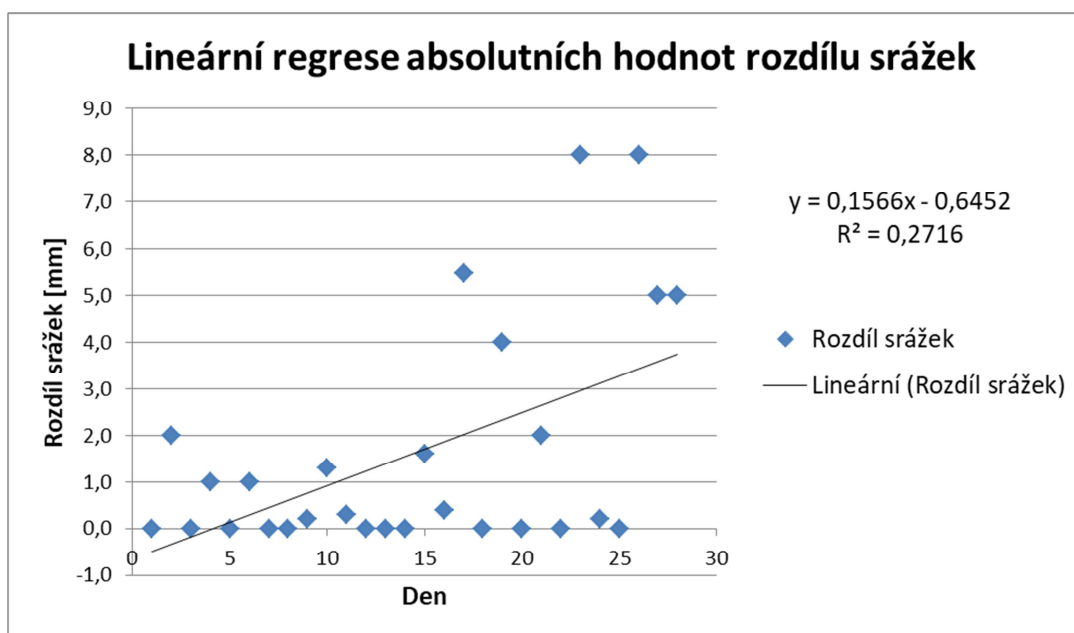
7.1.10 Konfrontace dlouhodobé předpovědi srážek AccuWeather s měřením meteostanicí v únoru 2017

Graf 32 zobrazuje rozdíl ve srážkách z dlouhodobé předpovědi zdroje AccuWeather a zaznamenaných nevyhříváním srážkoměrem meteorologické stanice. Z tohoto důvodu může být porovnání nepřesné.



Graf 32: Rozdíl předpovědi srážek a měření v únoru 2017

Z připravené statistické tabulky dlouhodobé předpovědi denních srážek v únoru 2017 jsem použil hodnoty pro výpočet korelačního koeficientu časových řad dlouhodobé předpovědi společnosti AccuWeather a měření meteorologickou stanicí v únoru 2017. Korelační koeficient má hodnotu $R = 0,2698$.

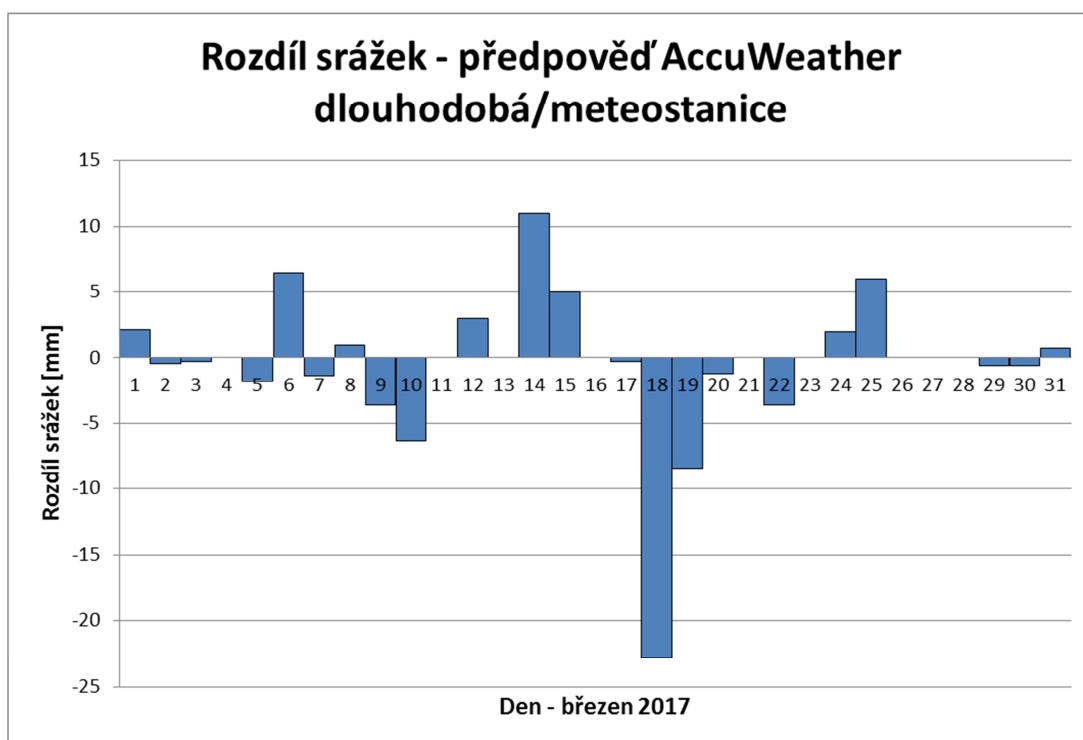


Graf 33: Regrese rozdílu denních srážek v únoru 2017

V *grafu 33* je na období únor 2017 zobrazena lineární regrese absolutních hodnot rozdílu denních srážek dlouhodobé předpovědi zdroje AccuWeather a naměřených teplot meteorologickou stanicí.

7.1.11 Konfrontace dlouhodobé předpovědi srážek AccuWeather s měřením meteostanicí v březnu 2017

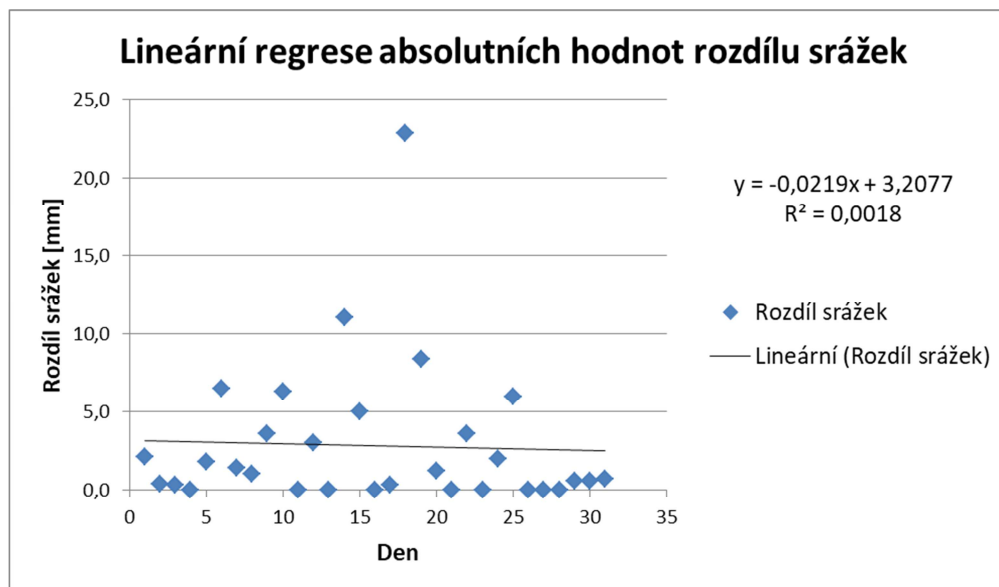
V následujícím grafu (viz *graf 34*) vidíme rozdíly ve srážkách dlouhodobé předpovědi AccuWeather a v hodnotách zaznamenaných srážkoměrem meteorologické stanice.



Graf 34: Rozdíl předpovědi srážek a měření v březnu 2017

Opět z připravené statistické tabulky dlouhodobé předpovědi denních srážek v březnu 2017 jsem použil hodnoty pro výpočet korelačního koeficientu časových řad dlouhodobé předpovědi společnosti AccuWeather a měření meteorologickou stanicí v únoru 2017. Zde má korelační koeficient hodnotu $R = -0,1324$.

V *grafu 35* je na období březen 2017 zobrazena lineární regrese absolutních hodnot rozdílu denních srážek dlouhodobé předpovědi zdroje AccuWeather a naměřených teplot meteorologickou stanicí.



Graf 35: Regrese rozdílu denních srážek v březnu 2017

V tabulce 10 jsou uvedeny korelační koeficienty časových řad denních srážek dlouhodobé předpovědi společnosti AccuWeather a měření meteorologickou stanicí v období leden, únor a březen 2017. Hodnoty korelačního koeficientu určují sílu vztahu mezi proměnnými.

Tabulka 10: Korelační koeficienty dlouhodobé předpovědi denních srážek

Období	Korelační koeficient
Leden 2017	$R = 0,0102$
Únor 2017	$R = 0,2698$
Březen 2017	$R = 0,1324$

V tabulce 11 jsou uvedeny rovnice lineární regrese absolutních hodnot rozdílu denních srážek předpovědi ze zdroje AccuWeather a naměřených srážek meteorologickou stanicí.

Tabulka 11: Rovnice lineární regrese absolutních hodnot rozdílu denních srážek

Období	Rovnice lineární regrese
Leden 2017	$y = -0,0021x + 2,3335$
Únor 2017	$y = 0,1566x - 0,6452$
Březen 2017	$y = -0,0219x + 3,2077$

7.2 Konfrontace krátkodobé předpovědi s měřením

Obecně by se krátkodobá lokální předpověď měla blížit ke skutečně naměřeným hodnotám meteorologické stanice. Dvou až třídní předpovědi se považují za předpovědi přesné.

V následujících uváděných grafech lineární regrese absolutních hodnot rozdílu denních teplot nebo srážek z předpovědi zdroje AccuWeather a naměřených hodnot meteorologickou stanicí nám sklon regresní přímky udává, zda absolutní hodnota uvedeného rozdílu v čase roste, nebo klesá.

7.2.1 Konfrontace krátkodobé předpovědi max. teplot v lednu 2017

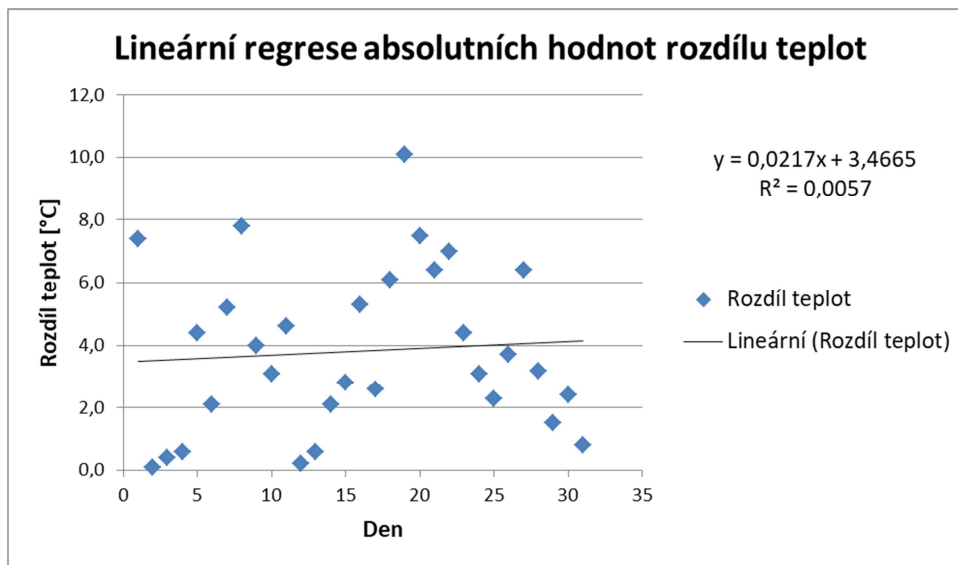
Následující *tabulka 12* uvádí data z krátkodobé předpovědi maximálních denních teplot ze zdroje AccuWeather a data naměřená meteorologickou stanicí v lednu 2017. Jsou zde též uvedeny jejich rozdíly. Podobné statistické tabulky jsem zhotovil a použil i pro maximální denní teploty krátkodobé předpovědi v únoru a březnu 2017.

Tabulka 12: Maximální denní teploty v lednu 2017

Leden 2017	AccuWeather predikce max. teplota [°C]	Meteostanice naměřená max. teplota [°C]	Rozdíl max. teplot [°C]
1	-1	6,4	7,4
2	-3	-2,9	0,1
3	-2	-1,6	0,4
4	-1	-0,4	0,6
5	-7	-2,6	4,4
6	-10	-7,9	2,1
7	-12	-6,8	5,2
8	-8	-0,2	7,8
9	-7	-3,0	4,0
10	-10	-6,9	3,1
11	-8	-3,4	4,6
12	-1	-0,8	0,2
13	0	0,6	0,6
14	-3	-0,9	2,1
15	-3	-0,2	2,8
16	-6	-0,7	5,3
17	-5	-2,4	2,6
18	-7	-0,9	6,1
19	-7	3,1	10,1
20	-5	2,5	7,5
21	-3	3,4	6,4
22	-3	4,0	7,0
23	-7	-2,6	4,4
24	-6	-2,9	3,1
25	-3	-0,7	2,3
26	-4	-0,3	3,7
27	-3	3,4	6,4
28	-4	-7,2	-3,2
29	-5	-3,5	1,5
30	-3	-0,6	2,4
31	-3	-3,8	-0,8

Použil jsem data z *tabulky 12* a v programu Excel spočítal korelační koeficient časových řad krátkodobé předpovědi společnosti AccuWeather a měření meteorologickou stanicí v lednu 2017. V tomto případě je korelační koeficient $R = 0,5688$.

V *grafu 36* je znázorněna lineární regrese absolutních hodnot rozdílů maximálních denních teplot krátkodobé předpovědi zdroje AccuWeather a naměřených teplot meteorologickou stanicí.

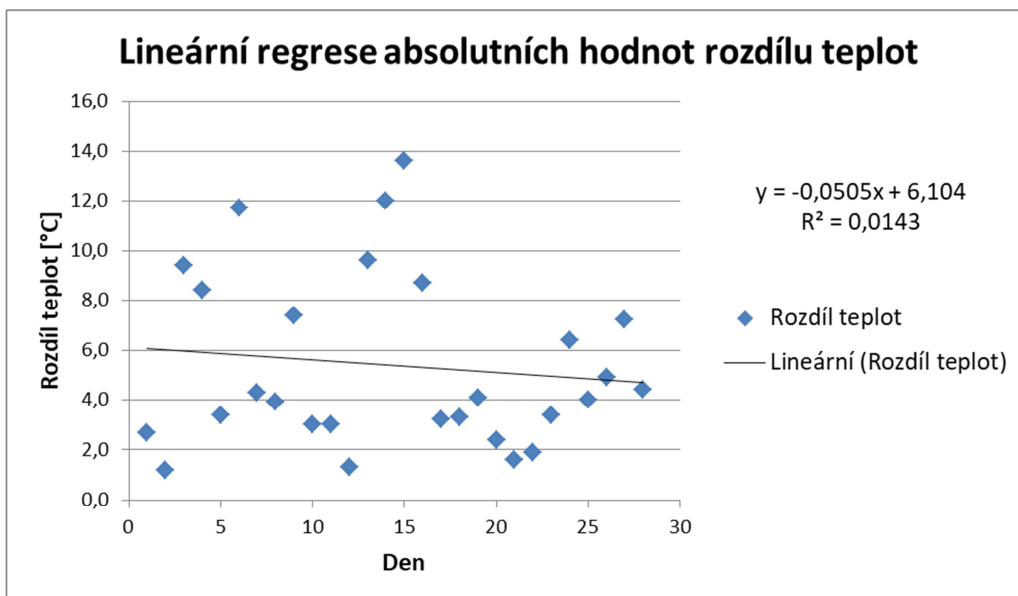


Graf 36: Regrese rozdílů maximálních denních teplot v lednu 2017

7.2.2 Konfrontace krátkodobé předpovědi max. teplot v únoru 2017

Ze statistické tabulky pro maximální denní teploty krátkodobé předpovědi v únoru 2017 jsem použil hodnoty pro výpočet korelačního koeficientu časových řad krátkodobé předpovědi společnosti AccuWeather a měření meteorologickou stanicí v únoru 2017. Korelační koeficient má hodnotu $R = 0,6644$.

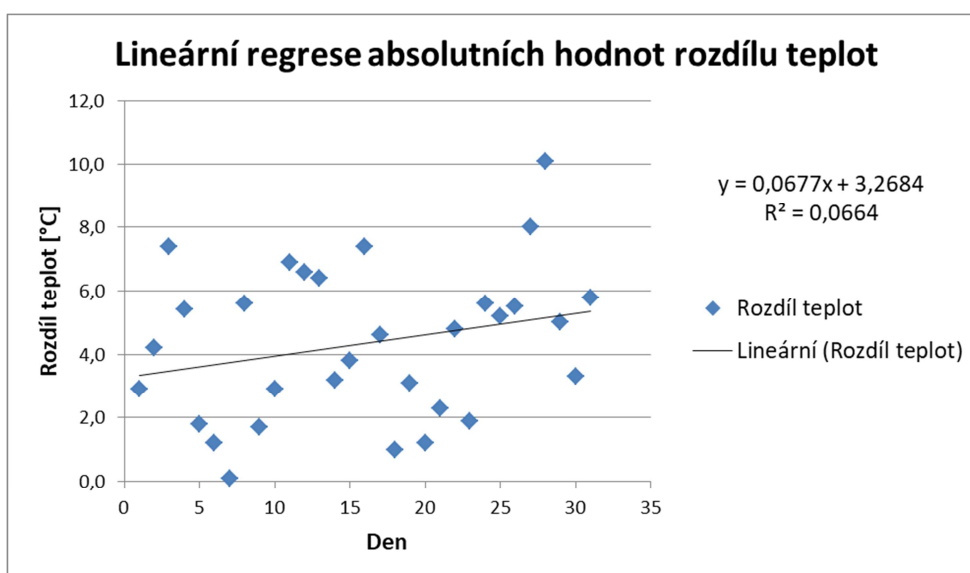
V *grafu 37* je na období únor 2017 znázorněna lineární regrese absolutních hodnot rozdílů maximálních denních teplot krátkodobé předpovědi zdroje AccuWeather a naměřených teplot meteorologickou stanicí.



Graf 37: Regrese rozdílu maximálních denních teplot v únoru 2017

7.2.3 Konfrontace krátkodobé předpovědi max. teplot v březnu 2017

Opět použijeme hodnoty ze statistické tabulky pro maximální denní teploty krátkodobé předpovědi v březnu 2017 pro výpočet korelačního koeficientu časových řad krátkodobé předpovědi společnosti AccuWeather a měření meteorologickou stanicí v březnu 2017. Korelační koeficient má hodnotu $R = 0,8638$.



Graf 38: Regrese rozdílu maximálních denních teplot v březnu 2017

V grafu 38 je na období březen 2017 znázorněna lineární regrese absolutních hodnot rozdílu maximálních denních teplot krátkodobé předpovědi zdroje AccuWeather a naměřených teplot meteorologickou stanicí.

7.2.4 Konfrontace krátkodobé předpovědi min. teplot v lednu 2017

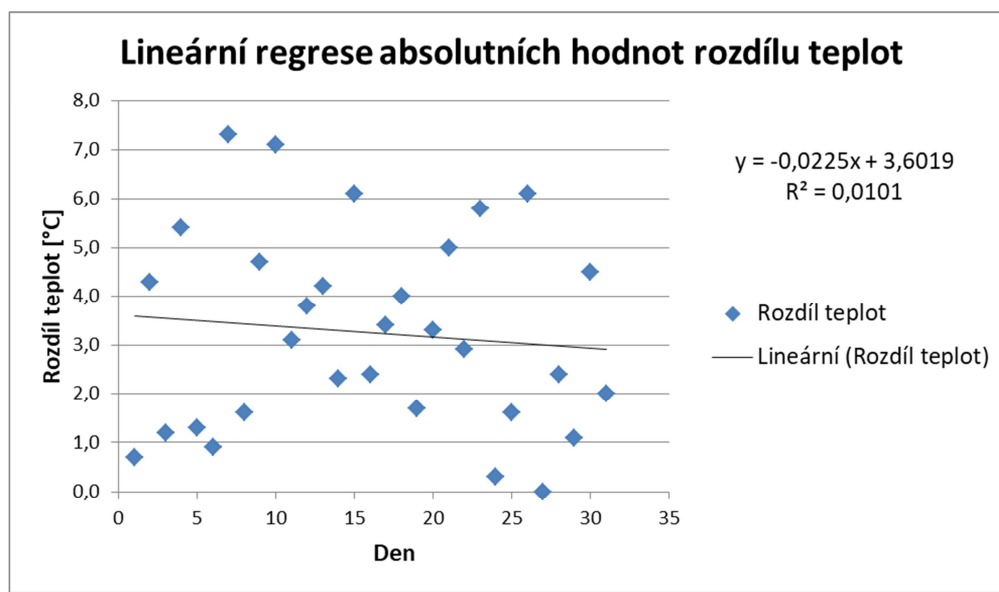
V tabulce 13 jsou doplněna data z krátkodobé předpovědi minimálních denních teplot ze zdroje AccuWeather a data naměřená meteorologickou stanicí v lednu 2017. V posledním sloupci jsou uvedeny jejich rozdíly. Podobné statistické tabulky jsou vytvořené k použití i pro minimální denní teploty krátkodobé předpovědi v únoru a březnu 2017.

Tabulka 13: Minimální denní teploty v lednu 2017

Leden 2017	AccuWeather predikce min. teplota [°C]	Meteostanice naměřená min. teplota [°C]	Rozdíl min. teplot [°C]
1	-10	-10,7	-0,7
2	-6	-10,3	-4,3
3	-3	-4,2	-1,2
4	-8	-2,6	5,4
5	-11	-9,7	1,3
6	-15	-15,9	-0,9
7	-14	-21,3	-7,3
8	-13	-14,6	-1,6
9	-14	-9,3	4,7
10	-20	-12,9	7,1
11	-11	-14,1	-3,1
12	-3	-6,8	-3,8
13	-6	-1,8	4,2
14	-6	-3,7	2,3
15	-10	-3,9	6,1
16	-8	-5,6	2,4
17	-10	-6,6	3,4
18	-12	-8,0	4,0
19	-18	-16,3	1,7
20	-16	-12,7	3,3
21	-13	-8,0	5,0
22	-11	-8,1	2,9
23	-14	-8,2	5,8
24	-8	-7,7	0,3
25	-8	-6,4	1,6
26	-12	-5,9	6,1
27	-12	-12,0	0,0
28	-12	-14,4	-2,4
29	-12	-13,1	-1,1
30	-7	-11,5	-4,5
31	-7	-9,0	-2,0

Použitím dat z *tabulky 13* jsem opět spočítal korelační koeficient časových řad krátkodobé předpovědi společnosti AccuWeather a měření meteorologickou stanicí v lednu 2017. Korelační koeficient má hodnotu $R = 0,6277$.

V *grafu 39* je znázorněna lineární regrese absolutních hodnot rozdílů minimálních denních teplot krátkodobé předpovědi zdroje AccuWeather a naměřených teplot meteorologickou stanicí.

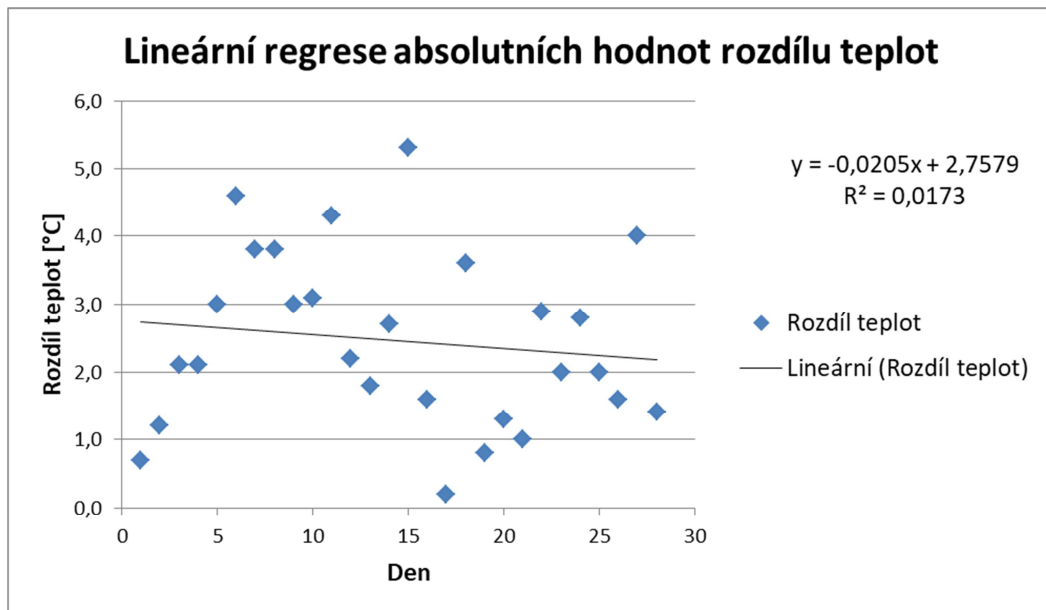


Graf 39: Regrese rozdílů minimálních denních teplot v lednu 2017

7.2.5 Konfrontace krátkodobé předpovědi min. teplot v únoru 2017

Ze statistické tabulky pro minimální denní teploty krátkodobé předpovědi v únoru 2017 jsem použil hodnoty pro výpočet korelačního koeficientu časových řad krátkodobé předpovědi společnosti AccuWeather a měření meteorologickou stanicí v únoru 2017. Korelační koeficient má hodnotu $R = 0,8172$.

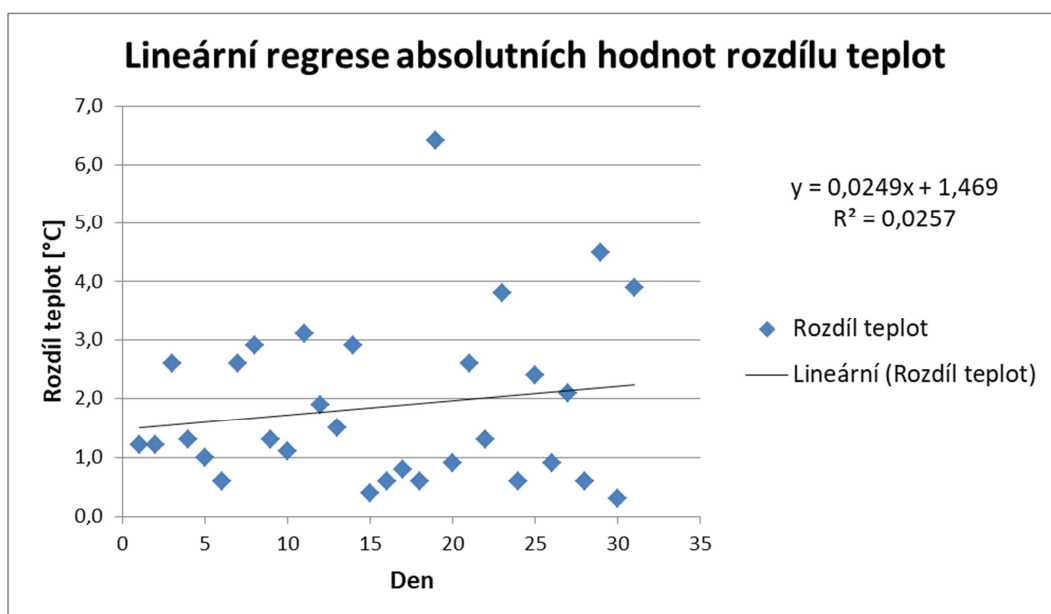
V *grafu 40* je na období únor 2017 znázorněna lineární regrese absolutních hodnot rozdílů minimálních denních teplot krátkodobé předpovědi zdroje AccuWeather a naměřených teplot meteorologickou stanicí.



Graf 40: Regrese rozdílu minimálních denních teplot v únoru 2017

7.2.6 Konfrontace krátkodobé předpovědi min. teplot v březnu 2017

Opět použijeme hodnoty ze statistické tabulky pro minimální denní teploty krátkodobé předpovědi v březnu 2017 pro výpočet korelačního koeficientu časových řad krátkodobé předpovědi společnosti AccuWeather a měření meteorologickou stanicí v březnu 2017. Korelační koeficient má hodnotu $R = 0,5565$.



Graf 41: Regrese rozdílu minimálních denních teplot v březnu 2017

V grafu 41 je na období březen 2017 znázorněna lineární regrese absolutních hodnot rozdílu minimálních denních teplot krátkodobé předpovědi zdroje AccuWeather a naměřených teplot meteorologickou stanicí.

V tabulce 14 jsou uvedeny korelační koeficienty časových řad maximální a minimální denní teploty krátkodobé měsíční předpovědi společnosti AccuWeather a měření meteorologickou stanicí v období leden, únor a březen 2017. Hodnoty korelačního koeficientu určují sílu vztahu mezi proměnnými.

Tabulka 14: Korelační koeficienty krátkodobé předpovědi denních teplot

Období	Maximální denní teploty	Minimální denní teploty
Leden 2017	$R = 0,5688$	$R = 0,6277$
Únor 2017	$R = 0,6644$	$R = 0,8172$
Březen 2017	$R = 0,8638$	$R = 0,5565$

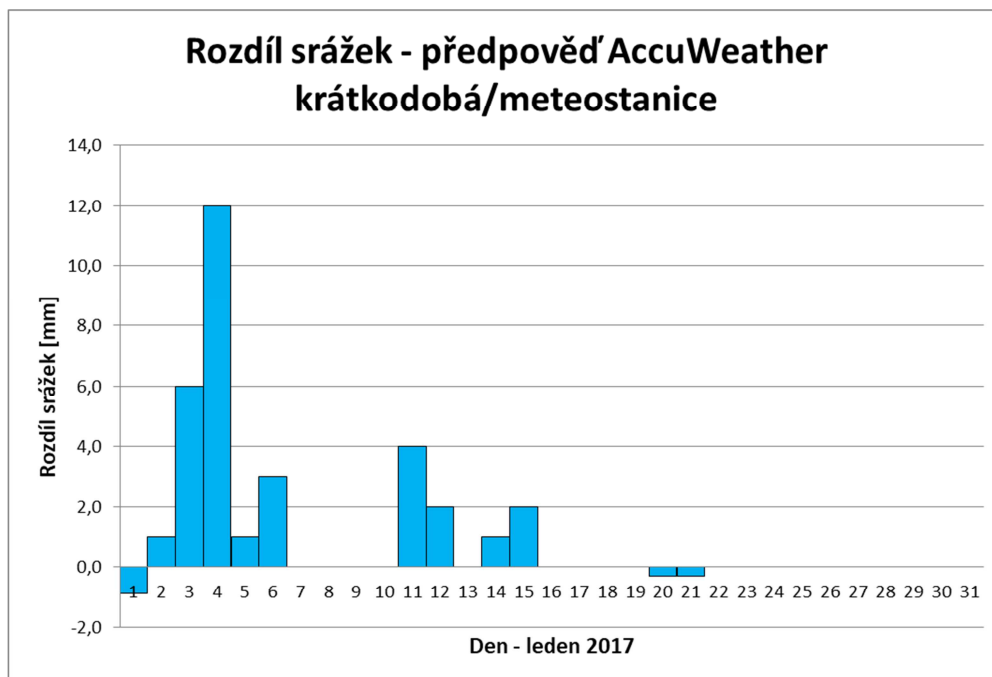
V tabulce 15 jsou uvedeny rovnice lineární regrese absolutních hodnot rozdílu maximálních a minimálních denních teplot krátkodobé předpovědi zdroje AccuWeather a naměřených teplot meteorologickou stanicí.

Tabulka 15: Rovnice lineární regrese absolutních hodnot rozdílu denních teplot

Období	Maximální denní teploty	Minimální denní teploty
Leden 2017	$y = 0,0217x + 3,4665$	$y = -0,0255x + 3,6019$
Únor 2017	$y = -0,0505x + 6,104$	$y = -0,0205x + 2,7579$
Březen 2017	$y = 0,0677x + 3,2684$	$y = 0,0249x + 1,469$

7.2.7 Konfrontace krátkodobé předpovědi srážek AccuWeather a měření v lednu 2017

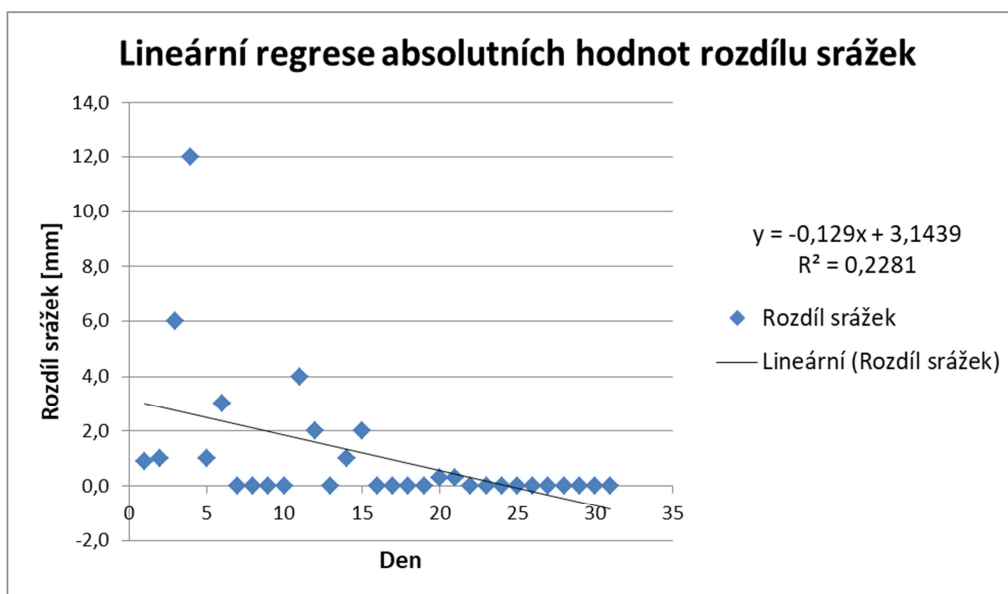
V grafu 42 je zobrazen rozdíl ve srážkách z krátkodobé predikce AccuWeather a zaznamenáním srážek meteorologickou stanicí. Z grafu je opět patrná tendence rozdílu srážek jedním směrem. I když se jedná o krátkodobou předpověď, rozdíly jsou větší, než bych očekával. Opět připomínám nevyhřívaný srážkoměr.



Graf 42: Rozdíl krátkodobé předpovědi srážek a měření v lednu 2017

Z připravené statistické tabulky krátkodobé předpovědi denních srážek v lednu 2017 jsem zadal hodnoty pro výpočet korelačního koeficientu časových řad krátkodobé předpovědi společnosti AccuWeather a měření meteorologickou stanicí v lednu 2017. Korelační koeficient má hodnotu $R = -0,1195$.

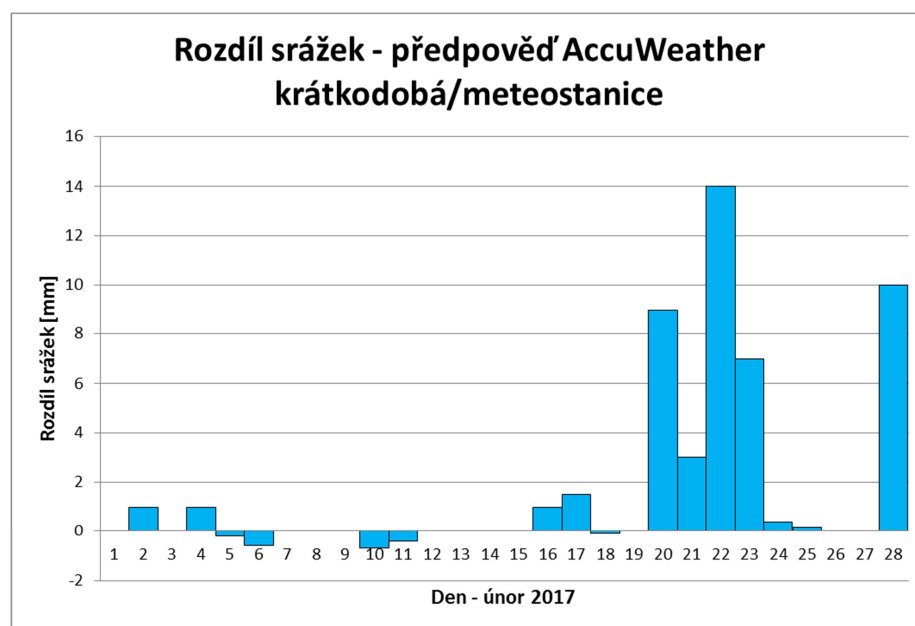
V grafu 43 je na období leden 2017 zobrazena lineární regrese absolutních hodnot rozdílů denních srážek krátkodobé předpovědi zdroje AccuWeather a naměřených teplot meteorologickou stanicí.



Graf 43: Regrese rozdílu denních srážek v lednu 2017

7.2.8 Konfrontace krátkodobé předpovědi srážek AccuWeather a měření v únoru 2017

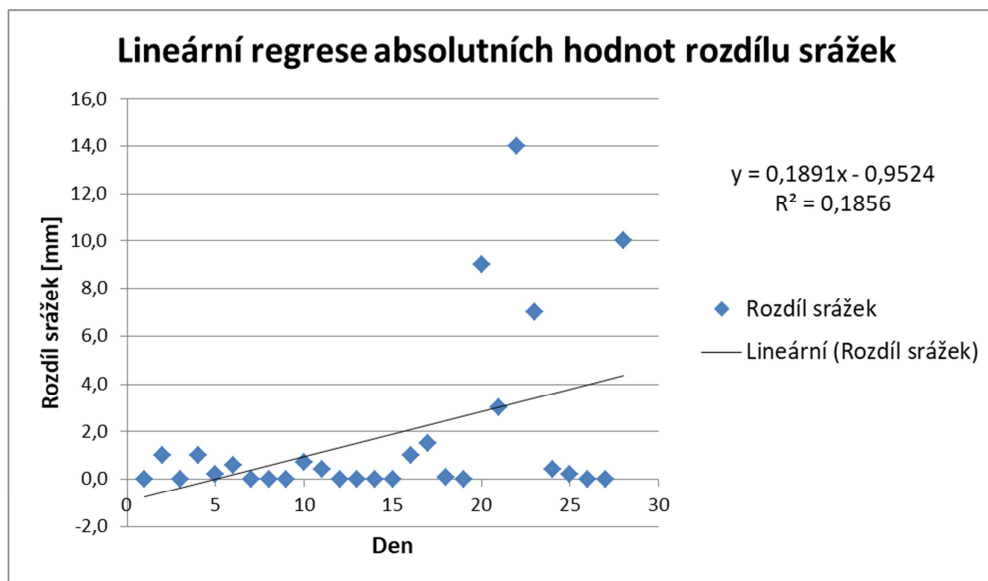
V grafu 44 je zobrazen rozdíl srážek mezi krátkodobou předpovědí zdroje AccuWeather a množstvím srážek zaznamenaných meteorologickou stanicí. Z grafu je opět patrná tendence rozdílu srážek jedním směrem. U krátkodobé předpovědi očekáváme menší rozdíly. Srážky mohly být nevyhříváním srážkoměrem zkresleny. Záleželo na případném zamrznutí srážkoměru.



Graf 44: Rozdíl krátkodobé předpovědi srážek a měření v únoru 2017

Ze statistické tabulky krátkodobé předpovědi denních srážek v únoru 2017 jsem zadal hodnoty pro výpočet korelačního koeficientu časových řad krátkodobé předpovědi společnosti AccuWeather a měření meteorologickou stanicí v únoru 2017. Korelační koeficient má hodnotu $R = 0,631$.

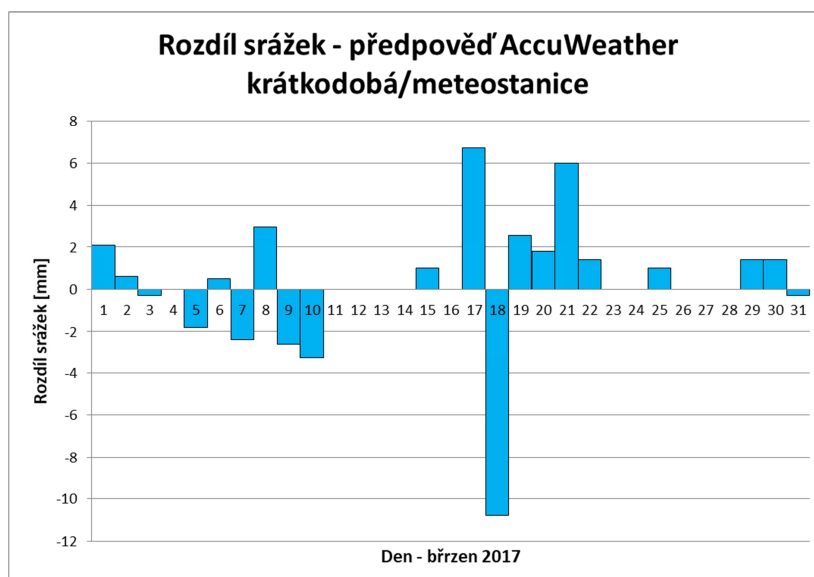
V grafu 43 je na období únor 2017 zobrazena lineární regrese absolutních hodnot rozdílu denních srážek krátkodobé předpovědi zdroje AccuWeather a naměřených teplot meteorologickou stanicí.



Graf 45: Regrese rozdílu denních srážek v únoru 2017

7.2.9 Konfrontace krátkodobé předpovědi srážek AccuWeather a měření v březnu 2017

V grafu 46 je uveden rozdíl srážek mezi krátkodobou předpovědí z AccuWeatheru a množstvím srážek z meteorologické stanice. Graf je tentokrát vyváženější v obou směrech (kladném i záporném). Může to být zapříčiněno přesnější předpovědí z AccuWeatheru nebo k tomu přispěly již vyšší teploty v měsíci březnu a tudíž menším ovlivněním měření srážek na srážkoměru meteorologické stanice.

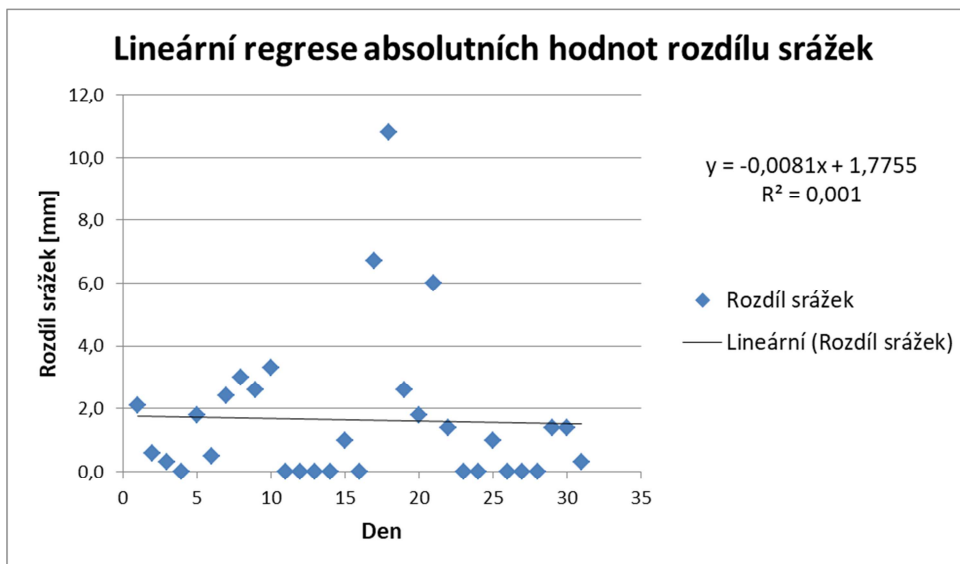


Graf 46: Rozdíl krátkodobé předpovědi srážek a měření v březnu 2017

Použijeme opět připravenou statistickou tabulku krátkodobé předpovědi denních srážek v březnu 2017 a zadáme hodnoty pro výpočet korelačního koeficientu časových řad krátkodobé předpovědi společnosti AccuWeather

a měření meteorologickou stanicí v březnu 2017. Korelační koeficient má hodnotu $R = 0,7524$.

V grafu 47 je na období březen 2017 zobrazena lineární regrese absolutních hodnot rozdílů denních srážek krátkodobé předpovědi zdroje AccuWeather a naměřených teplot meteorologickou stanicí.



Graf 47: Regrese rozdílů denních srážek v březnu 2017

V tabulce 16 jsou uvedeny korelační koeficienty časových řad denních srážek krátkodobé předpovědi společnosti AccuWeather a měření meteorologickou stanicí v období leden, únor a březen 2017. Hodnoty korelačního koeficientu určují sílu vztahu mezi proměnnými.

Tabulka 16: Korelační koeficienty krátkodobé předpovědi denních srážek

Období	Korelační koeficient
Leden 2017	$R = -0,1195$
Únor 2017	$R = 0,631$
Březen 2017	$R = 0,7524$

V tabulce 17 jsou uvedeny rovnice lineární regrese absolutních hodnot rozdílů denních srážek krátkodobé předpovědi ze zdroje AccuWeather a naměřených srážek meteorologickou stanicí.

Tabulka 17: Rovnice lineární regrese absolutních hodnot rozdílů denních srážek

Období	Rovnice lineární regrese
Leden 2017	$y = -0,129x + 3,1439$
Únor 2017	$y = 0,1891x - 0,9524$
Březen 2017	$y = -0,0081x + 1,7755$

8 POKUS O UPŘESNĚNÍ PŘEDPOVĚDI POČASÍ

Pokud jsem nedisponoval jinými prostředky, než zveřejněnou předpovědí počasí společnosti AccuWeather a databází hodnot získaných měření meteorologickou stanicí, musel jsem najít řešení, jak se pokusit o zpřesnění této předpovědi. Vedla mne k tomu skutečnost, že předpovědi ze zdroje AccuWeather byly někdy považovány za ne příliš přesné, zvláště pak předpovědi dlouhodobé. Nemohl jsem využít znalosti a možnosti zkušeného meteorologa, protože jím nejsem. A nemohl jsem využít možnosti testovat své teze na předpovědních modelech, které podporují nejvýkonnější počítače na světě, nebo alespoň v daném regionu.

Nakonec jsem použil jednoduchou metodu pro krátkodobý odhad na jeden den dopředu s využitím dostupné předpovědi z minulých dnů a naměřených dat ze stanice též za uplynulé období. Využil jsem k tomu funkci Excelu *LINTREND*, která je popsána v kapitole 6.2.3. Bylo na zvážení, kolik dnů předchozí předpovědi zvolit. Zkoušel jsem více variant a jako nejvhodnější se ukázala varianta s odhadem na jeden den dopředu na základě vývoje tří předchozích dnů. U ostatních variant docházelo k většímu rozdílu mezi skutečnou a předvídanou hodnotou. Proto jsem za základní data pro vlastní predikci zvolil tři poslední denní předpovědi ze zdroje AccuWeather a tři poslední skutečně naměřené denní hodnoty meteorologickou stanicí. Výsledkem má být tedy upřesněná předpověď vždy na jeden den, která se opírá o naměřené hodnoty meteorologickou stanicí za poslední tři dny, dále o předpovědi ze zdroje AccuWeather též za poslední tři dny a jednu předpověď stejného zdroje na nadcházející den. Týká se to maximálních a minimálních denních teplot. Předpovídání množství srážek touto metodou je nevhodné. Výsledky uvádím v tabulkách a grafech.

8.1 Dlouhodobá předpověď

V následujících uváděných grafech lineární regrese absolutních hodnot rozdílu teplot upravené předpovědi a naměřených hodnot meteorologickou stanicí nám sklon regresní přímky udává, zda absolutní hodnota uvedeného rozdílu v čase roste, nebo klesá.

8.1.1 Předpověď maximální denní teploty

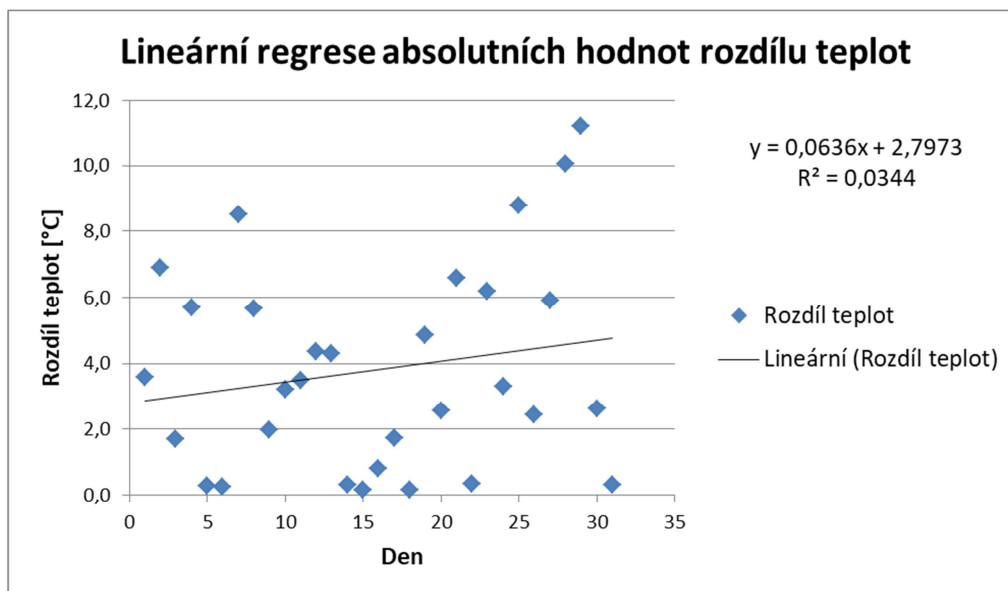
V tabulce 18 jsou uvedena data z dlouhodobé předpovědi maximálních denních teplot ze zdroje AccuWeather, data naměřená meteorologickou stanicí, data vypočtené úpravy predikce teploty, rozdíl původní předpovědi a rozdíl nové (upravené) předpovědi v lednu 2017. Podobné statistické tabulky jsem vytvořil pro použití u maximálních denních teplot dlouhodobé předpovědi v únoru a v březnu 2017.

Tabulka 18: Vypočtená predikce a rozdíly maximálních teplot – leden 2017

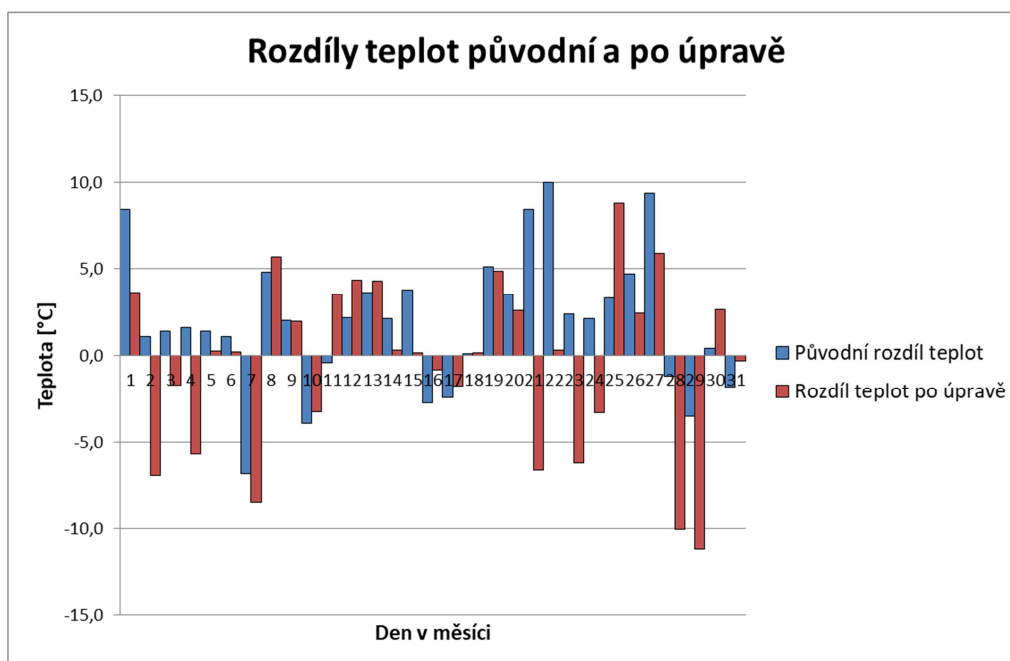
Prosinec 2016/ Leden 2017	AccuWeather predikce max. teplota [°C]	Meteorostanice naměřená max. teplota [°C]	Vypočtená predikce max. teploty [°C]	Původní rozdíl max. teploty [°C]	Nový rozdíl max. teploty [°C]
29	-1	6,3			
30	-2	5,8			
31	-2	-0,2			
1	-2	6,4	2,8	8,4	3,6
2	-4	-2,9	4,0	1,1	-6,9
3	-3	-1,6	0,1	1,4	-1,7
4	-2	-0,4	5,3	1,6	-5,7
5	-4	-2,6	-2,9	1,4	0,3
6	-9	-7,9	-8,1	1,1	0,2
7	0	-6,8	1,7	-6,8	-8,5
8	-5	-0,2	-5,9	4,8	5,7
9	-5	-3,0	-5,0	2,0	2,0
10	-3	-6,9	-3,7	-3,9	-3,2
11	-3	-3,4	-6,9	-0,4	3,5
12	-3	-0,8	-5,2	2,2	4,4
13	-3	0,6	-3,7	3,6	4,3
14	-3	-0,9	-1,2	2,1	0,3
15	-4	-0,2	-0,4	3,8	0,2
16	2	-0,7	0,1	-2,7	-0,8
17	0	-2,4	-0,7	-2,4	-1,7
18	-1	-0,9	-1,1	0,1	0,2
19	-2	3,1	-1,8	5,1	4,9
20	-1	2,5	-0,1	3,5	2,6
21	-5	3,4	10,0	8,4	-6,6
22	-6	4,0	3,7	10,0	0,3
23	-5	-2,6	3,6	2,4	-6,2
24	-5	-2,9	0,4	2,1	-3,3
25	-4	-0,7	-9,5	3,3	8,8
26	-5	-0,3	-2,8	4,7	2,5
27	-6	3,4	-2,5	9,4	5,9
28	-6	-7,2	2,9	-1,2	-10,1
29	0	-3,5	7,7	-3,5	-11,2
30	-1	-0,6	-3,2	0,4	2,6
31	-2	-3,8	-3,5	-1,8	-0,3

Použitím dat z *tabulky 18* jsem spočítal korelační koeficient časových řad vypočtené (upravené) předpovědi a měření meteorologickou stanicí v lednu 2017. Korelační koeficient má hodnotu $R = 0,2233$.

V *grafu 48* je znázorněna lineární regrese absolutních hodnot rozdílů upravené předpovědi a naměřených hodnot meteorologickou stanicí.



Graf 48: Regrese rozdílů maximálních denních teplot v lednu 2017



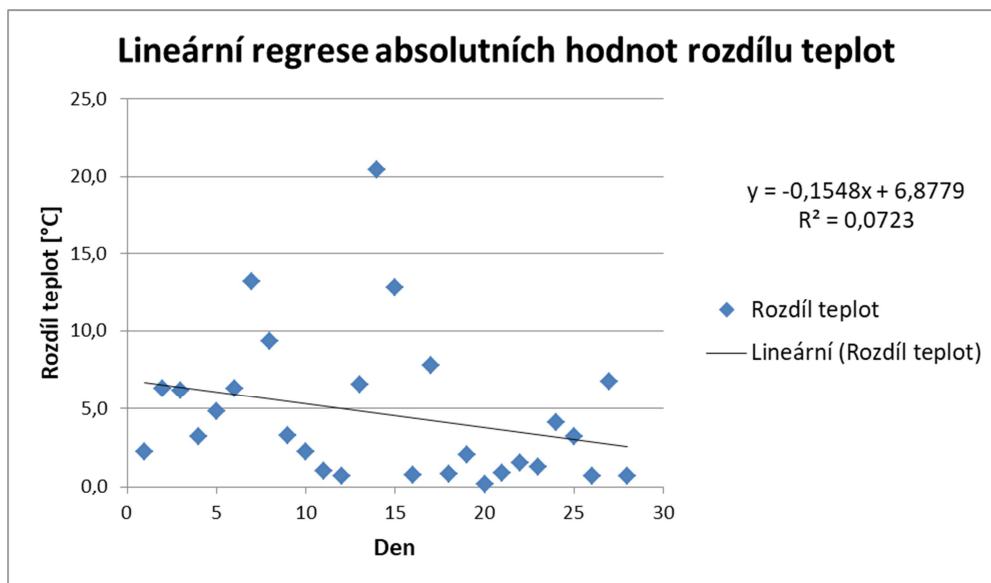
Graf 49: Rozdíly předpovědi maximální denní teploty pro leden 2017

Tabulka 19: Vypočtená predikce a rozdíly maximálních teplot – únor 2017

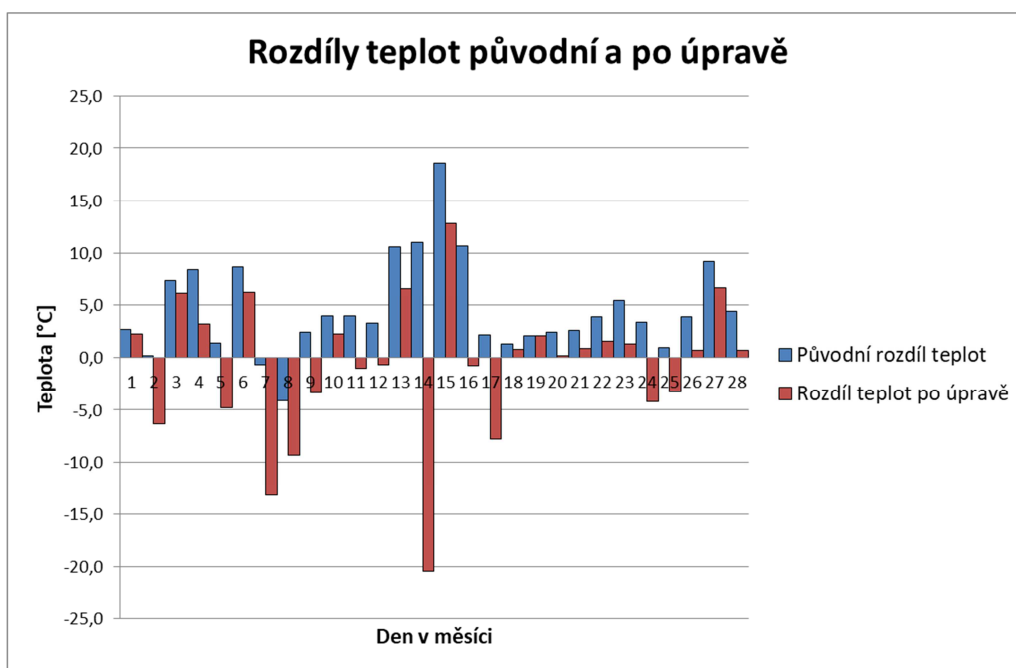
Leden/Únor 2017	AccuWeather predikce max. teplota [°C]	Meteostanice naměřená max. teplota [°C]	Vypočtená predikce max. teploty [°C]	Původní rozdíl max. teploty [°C]	Nový rozdíl max. teploty [°C]
29	-5	-3,5			
30	-3	-0,6			
31	-3	-3,8			
1	-2	0,7	-1,6	2,7	2,3
2	0	0,2	6,5	0,2	-6,3
3	3	10,4	4,2	7,4	6,2
4	2	10,4	7,2	8,4	3,2
5	2	3,4	8,2	1,4	-4,8
6	1	9,7	3,4	8,7	6,3
7	0	-0,7	12,5	-0,7	-13,2
8	3	-1,1	8,2	-4,1	-9,3
9	-1	1,4	4,7	2,4	-3,3
10	-1	3,0	0,7	4,0	2,3
11	-2	2,0	3,0	4,0	-1,0
12	-2	1,3	2,0	3,3	-0,7
13	-1	9,6	3,0	10,6	6,6
14	2	13,0	33,5	11,0	-20,5
15	-2	16,6	3,8	18,6	12,8
16	1	11,7	12,5	10,7	-0,8
17	2	4,2	12,0	2,2	-7,8
18	3	4,3	3,5	1,3	0,8
19	3	5,1	3,0	2,1	2,1
20	2	4,4	4,2	2,4	0,2
21	3	5,6	4,7	2,6	0,9
22	3	6,9	5,4	3,9	1,6
23	4	9,4	8,1	5,4	1,3
24	5	8,4	12,6	3,4	-4,2
25	4	5,0	8,2	1,0	-3,2
26	4	7,9	7,2	3,9	0,7
27	4	13,2	6,5	9,2	6,8
28	5	9,4	8,7	4,4	0,7

Použitím dat z *tabulky 19* jsem spočítal korelační koeficient časových řad vypočtené (upravené) předpovědi a měření meteorologickou stanicí v únoru 2017. Korelační koeficient má hodnotu $R = 0,2951$.

V *grafu 50* je znázorněna lineární regrese absolutních hodnot rozdílů upravené předpovědi a naměřených hodnot meteorologickou stanicí.



Graf 50: Regrese rozdílu maximálních denních teplot v únoru 2017



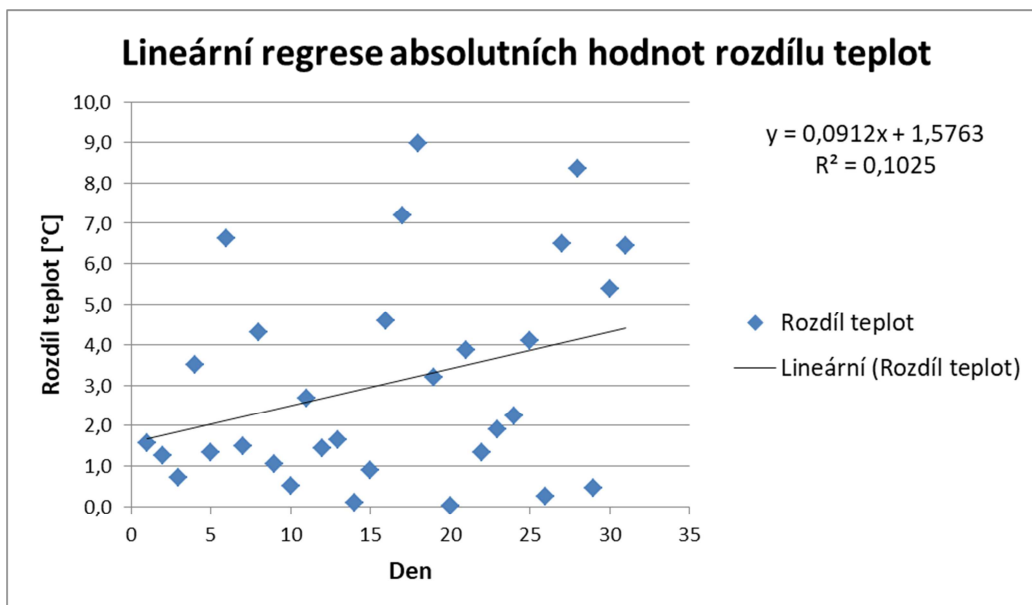
Graf 51: Rozdíly předpovědi maximální denní teploty pro únor 2017

Tabulka 20: Vypočtená predikce a rozdíly maximálních teplot – březen 2017

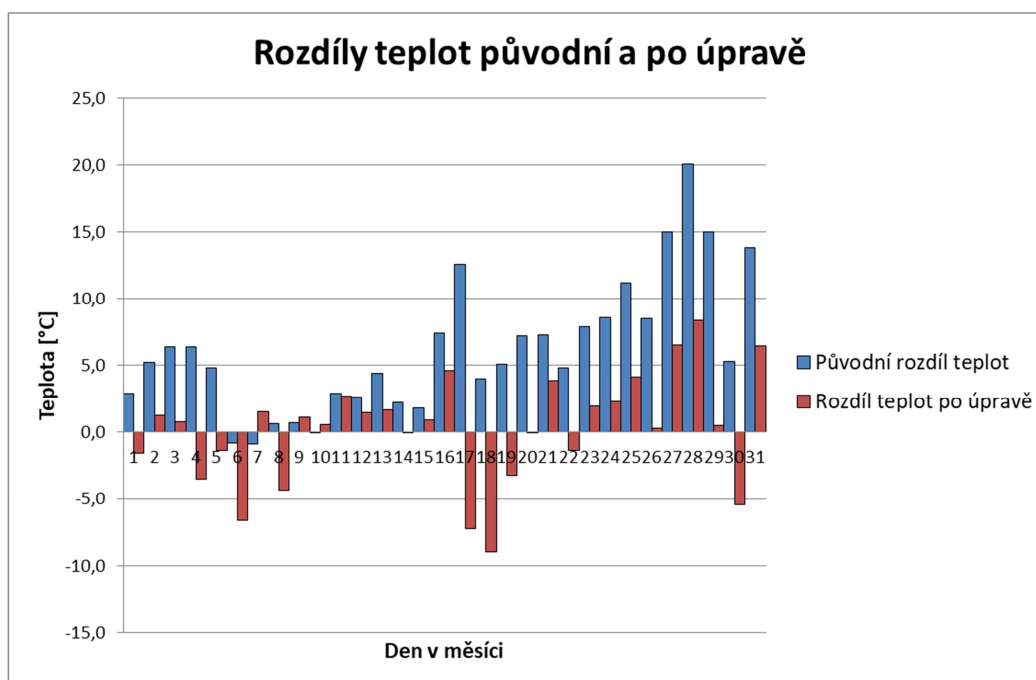
Únor/Březen 2017	AccuWeather predikce max. teplota [°C]	Meteostanice naměřená max. teplota [°C]	Vypočtená predikce max. teploty [°C]	Původní rozdíl max. teploty [°C]	Nový rozdíl max. teploty [°C]
26	3	7,9			
27	6	13,2			
28	5	9,4			
1	3	5,9	7,5	2,9	-1,6
2	4	9,2	7,9	5,2	1,3
3	6	12,4	11,7	6,4	0,7
4	9	15,4	18,9	6,4	-3,5
5	7	11,8	13,1	4,8	-1,3
6	7	6,2	12,8	-0,8	-6,6
7	5	4,1	2,6	-0,9	1,5
8	9	9,6	13,9	0,6	-4,3
9	7	7,7	6,6	0,7	1,1
10	5	4,9	4,4	-0,1	0,5
11	6	8,9	6,2	2,9	2,7
12	6	8,6	7,2	2,6	1,4
13	6	10,4	8,8	4,4	1,7
14	7	9,2	9,3	2,2	-0,1
15	8	9,8	8,9	1,8	0,9
16	7	14,4	9,8	7,4	4,6
17	2	14,6	21,8	12,6	-7,2
18	2	6,0	15,0	4,0	-9,0
19	2	7,1	10,3	5,1	-3,2
20	2	9,2	9,2	7,2	0,0
21	4	11,3	7,4	7,3	3,9
22	2	6,8	8,2	4,8	-1,4
23	2	9,9	8,0	7,9	1,9
24	2	10,6	8,4	8,6	2,3
25	2	13,2	9,1	11,2	4,1
26	3	11,5	11,2	8,5	0,3
27	3	18,0	11,5	15,0	6,5
28	3	23,1	14,8	20,1	8,4
29	3	18,0	17,5	15,0	0,5
30	9	14,3	19,7	5,3	-5,4
31	8	21,8	15,3	13,8	6,5

Použitím dat z *tabulky 20* jsem spočítal korelační koeficient časových řad vypočtené (upravené) předpovědi a měření meteorologickou stanicí v březnu 2017. Korelační koeficient má hodnotu $R = 0,6167$.

V *grafu 52* je znázorněna lineární regrese absolutních hodnot rozdílu upravené předpovědi a naměřených hodnot meteorologickou stanicí.



Graf 52: Regrese rozdílu maximálních denních teplot v březnu 2017



Graf 53: Rozdíly předpovědi maximální denní teploty pro březen 2017

8.1.2 Předpověď minimální denní teploty

Tabulka 21: Vypočtená predikce a rozdíly minimálních teplot – leden 2017

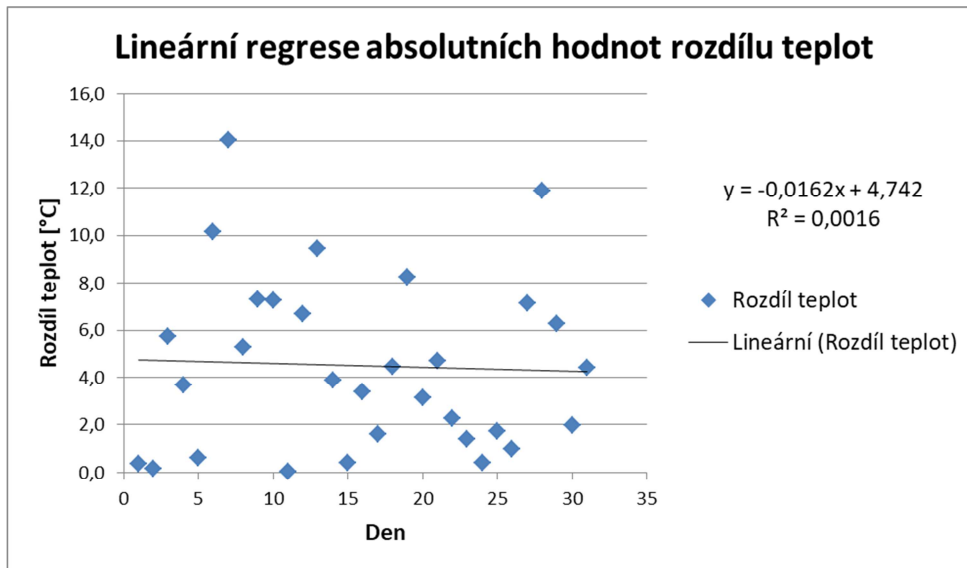
Prosinec 2016/ Leden 2017	AccuWeather predikce min. teplota [°C]	Meteostanice naměřená min. teplota [°C]	Vypočtená predikce min. teploty [°C]	Původní rozdíl min. teploty [°C]	Nový rozdíl min. teploty [°C]
29	-9	-7,8			
30	-10	-8,5			
31	-10	-12,2			
1	-10	-10,7	-10,4	-0,7	-0,3
2	-7	-10,3	-10,5	-3,3	0,2
3	-6	-4,2	-9,9	1,8	5,7
4	-6	-2,6	-6,3	3,4	3,7
5	-22	-9,7	-10,3	12,3	0,6
6	-12	-15,9	-5,8	-3,9	-10,1
7	-7	-21,3	-7,3	-14,3	-14,0
8	-8	-14,6	-19,9	-6,6	5,3
9	-10	-9,3	-16,6	0,7	7,3
10	-7	-12,9	-20,1	-5,9	7,2
11	-7	-14,1	-14,1	-7,1	0,0
12	-7	-6,8	-13,5	0,2	6,7
13	-7	-1,8	-11,3	5,2	9,5
14	-11	-3,7	-7,6	7,3	3,9
15	-7	-3,9	-4,3	3,1	0,4
16	-4	-5,6	-2,2	-1,6	-3,4
17	-5	-6,6	-5,0	-1,6	-1,6
18	-8	-8	-3,6	0,0	-4,4
19	-8	-16,3	-8,1	-8,3	-8,2
20	-10	-12,7	-15,9	-2,7	3,2
21	-10	-8	-12,7	2,0	4,7
22	-10	-8,1	-10,4	1,9	2,3
23	-10	-8,2	-9,6	1,8	1,4
24	-9	-7,7	-8,1	1,3	0,4
25	-10	-6,4	-8,2	3,6	1,8
26	-11	-5,9	-6,9	5,1	1,0
27	-12	-12	-4,9	0,0	-7,1
28	-9	-14,4	-2,5	-5,4	-11,9
29	-4	-13,1	-19,4	-9,1	6,3
30	-5	-11,5	-13,5	-6,5	2,0
31	-7	-9	-13,4	-2,0	4,4

V tabulce 21 jsou uvedena data z dlouhodobé předpovědi minimálních denních teplot ze zdroje AccuWeather, data naměřená meteorologickou stanicí, data vypočtené úpravy predikce teploty, rozdíl původní předpovědi a rozdíl nové (upravené) předpovědi v lednu 2017. Podobné statistické tabulky jsem vytvořil

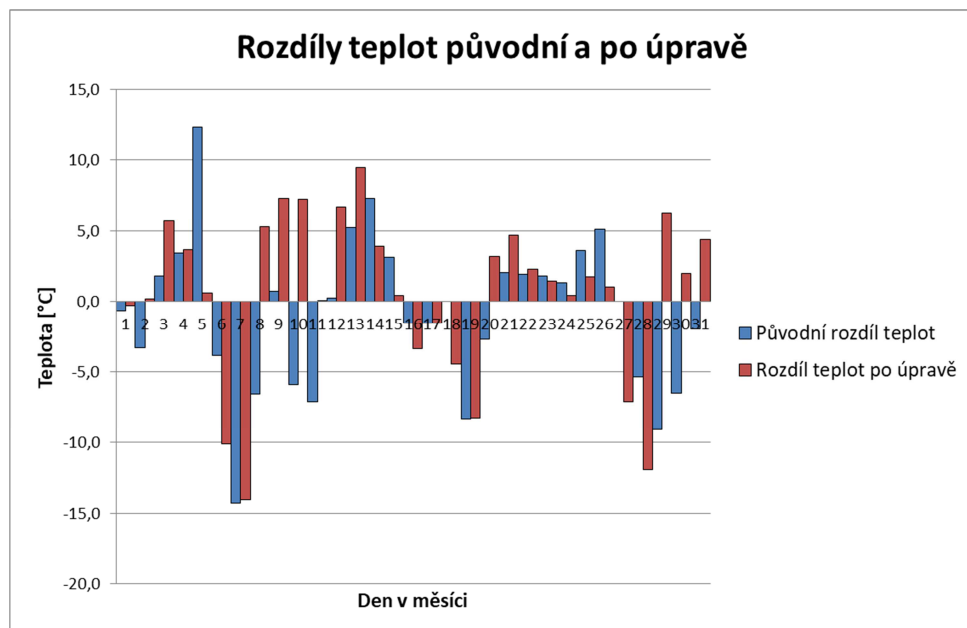
pro použití u minimálních denních teplot dlouhodobé předpovědi v únoru a v březnu 2017.

Použitím dat z *tabulky 21* jsem spočítal korelační koeficient časových řad vypočtené (upravené) předpovědi a měření meteorologickou stanicí v lednu 2017. Korelační koeficient má hodnotu $R = 0,2433$.

V *grafu 54* je znázorněna lineární regrese absolutních hodnot rozdílů upravené předpovědi a naměřených hodnot meteorologickou stanicí.



Graf 54: Regrese rozdílů minimálních denních teplot v lednu 2017



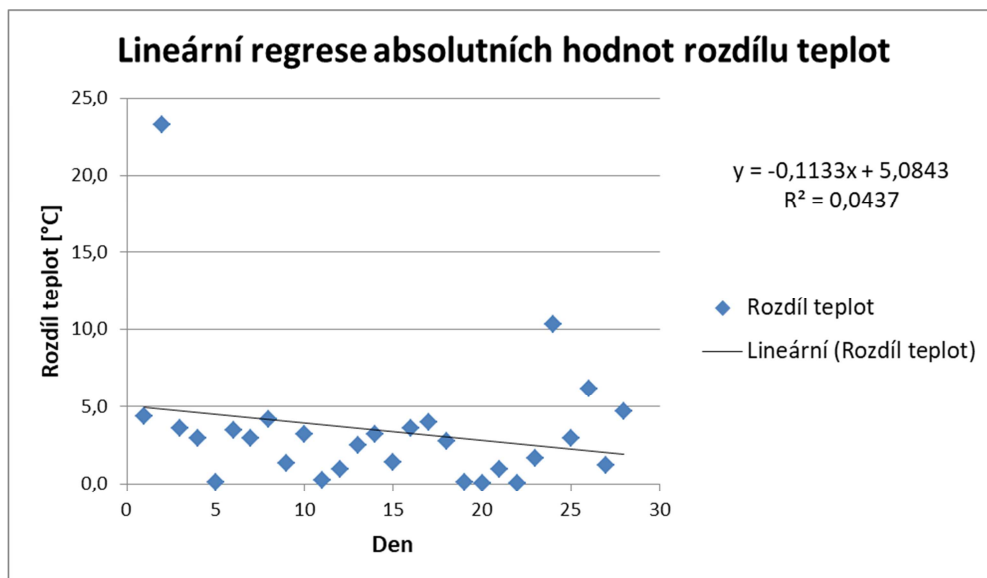
Graf 55: Rozdíly předpovědi minimální denní teploty pro leden 2017

Tabulka 22: Vypočtená predikce a rozdíly minimálních teplot – únor 2017

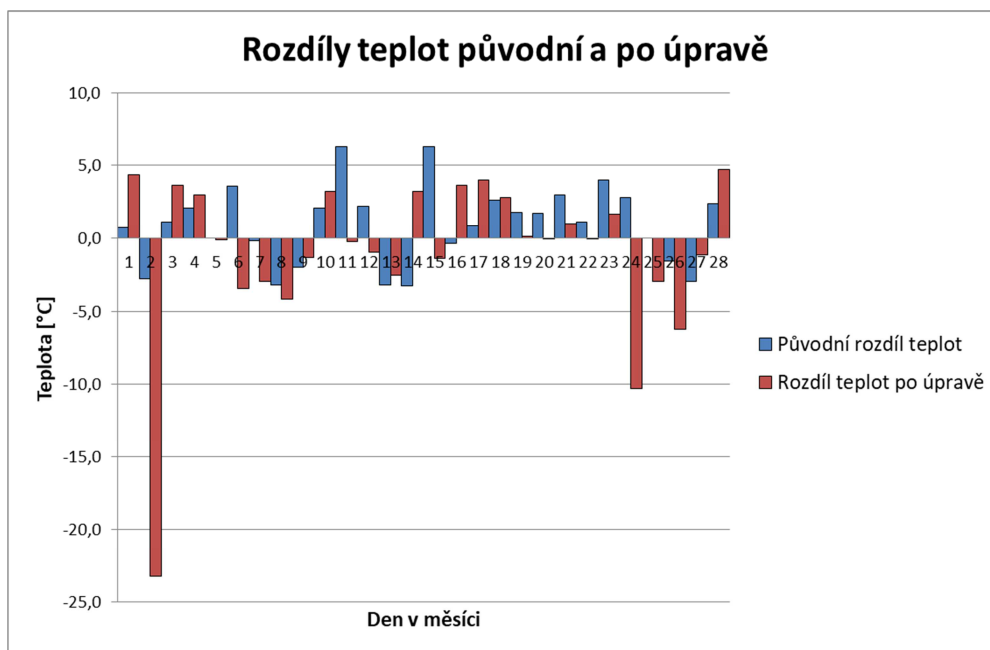
Leden/Únor 2017	AccuWeather predikce min. teplota [°C]	Meteorostanice naměřená min. teplota [°C]	Vypočtená predikce min. teploty [°C]	Původní rozdíl min. teploty [°C]	Nový rozdíl min. teploty [°C]
29	-12	-13,1			
30	-7	-11,5			
31	-7	-9,0			
1	-6	-5,3	-9,7	0,7	4,4
2	-1	-3,8	19,5	-2,8	-23,3
3	-1	0,1	-3,5	1,1	3,6
4	-1	1,1	-1,9	2,1	3,0
5	-1	-1,0	-0,9	0,0	-0,1
6	-7	-3,4	0,1	3,6	-3,5
7	-5	-5,2	-2,3	-0,2	-3,0
8	-4	-7,2	-3,0	-3,2	-4,2
9	-5	-7,0	-5,7	-2,0	-1,3
10	-5	-2,9	-6,1	2,1	3,2
11	-7	-0,7	-0,4	6,3	-0,3
12	-6	-3,8	-2,8	2,2	-1,0
13	-4	-7,2	-4,7	-3,2	-2,5
14	-3	-6,3	-9,5	-3,3	3,2
15	-9	-2,7	-1,3	6,3	-1,4
16	-3	-3,4	-7,0	-0,4	3,6
17	-2	-1,2	-5,2	0,8	4,0
18	-2	0,6	-2,2	2,6	2,8
19	-2	-0,2	-0,3	1,8	0,1
20	-2	-0,3	-0,3	1,7	0,0
21	-2	1,0	0,0	3,0	1,0
22	-1	0,1	0,2	1,1	-0,1
23	-2	2,0	0,4	4,0	1,7
24	-6	-3,2	7,1	2,8	-10,3
25	-5	-5,0	-2,1	0,0	-2,9
26	0	-1,6	4,6	-1,6	-6,2
27	0	-3,0	-1,8	-3,0	-1,2
28	0	2,4	-2,3	2,4	4,7

Použitím dat z tabulky 22 jsem spočítal korelační koeficient časových řad vypočtené (upravené) předpovědi a měření meteorologickou stanicí v únoru 2017. Hodnota korelačního koeficientu je $R = 0,2065$.

V grafu 56 je znázorněna lineární regrese absolutních hodnot rozdílu upravené předpovědi a naměřených hodnot meteorologickou stanicí.



Graf 56: Regrese rozdílu minimálních denních teplot v únoru 2017



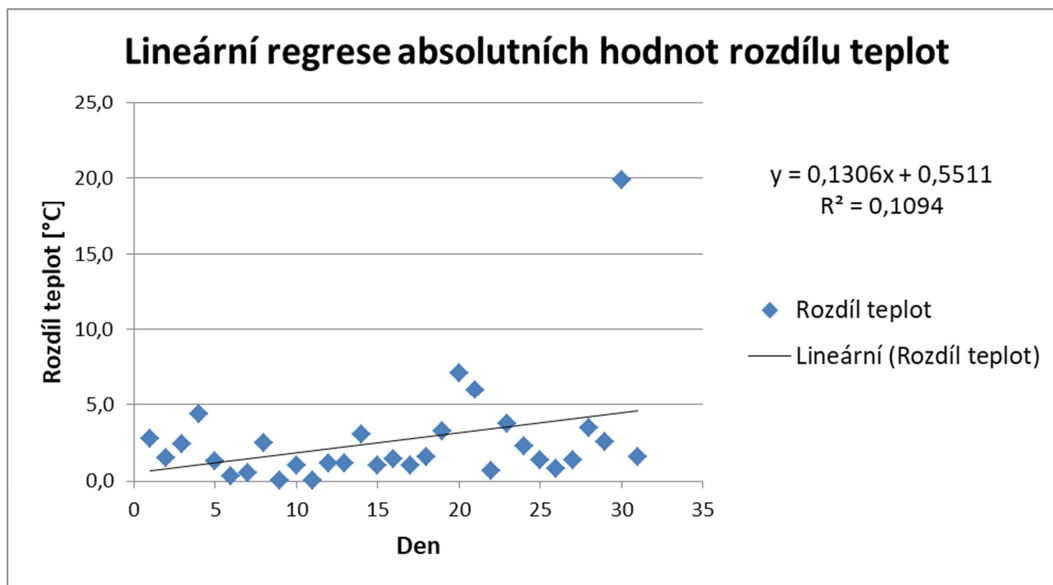
Graf 57: Rozdíly předpovědi minimální denní teploty pro únor 2017

Tabulka 23: Vypočtená predikce a rozdíly minimálních teplot – březen 2017

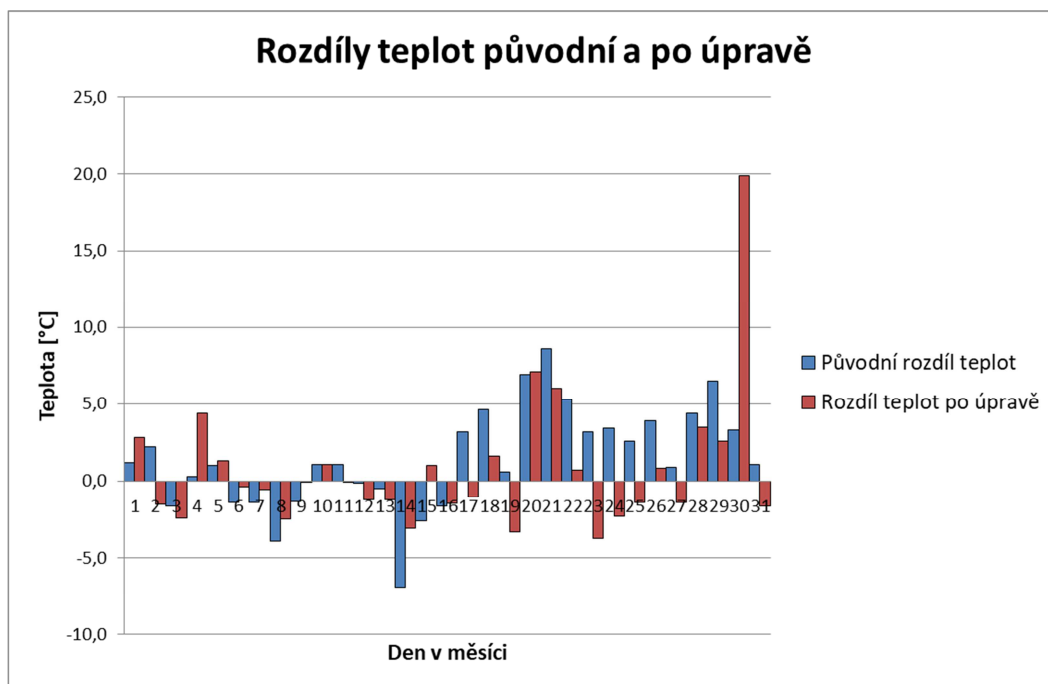
Únor/Březen 2017	AccuWeather predikce min. teplota [°C]	Meteorostanice naměřená min. teplota [°C]	Vypočtená predikce min. teploty [°C]	Původní rozdíl min. teploty [°C]	Nový rozdíl min. teploty [°C]
26	0	-1,6			
27	1	-3,0			
28	1	2,4			
1	0	1,2	-1,6	1,2	2,8
2	-1	1,2	2,7	2,2	-1,5
3	2	0,4	2,8	-1,6	-2,4
4	4	4,3	-0,1	0,3	4,4
5	3	4,0	2,7	1,0	1,3
6	2	0,6	1,0	-1,4	-0,4
7	2	0,6	1,1	-1,4	-0,5
8	2	-1,9	0,6	-3,9	-2,5
9	1	-0,3	-0,2	-1,3	-0,1
10	0	1,1	0,0	1,1	1,1
11	0	1,1	1,1	1,1	0,0
12	0	-0,1	1,1	-0,1	-1,2
13	0	-0,5	0,7	-0,5	-1,2
14	4	-2,9	0,2	-6,9	-3,1
15	2	-0,6	-1,6	-2,6	1,0
16	0	-1,6	-0,1	-1,6	-1,5
17	-4	-0,8	0,3	3,2	-1,1
18	-4	0,6	-1,0	4,6	1,6
19	-4	-3,4	-0,1	0,6	-3,3
20	-1	5,9	-1,2	6,9	7,1
21	-4	4,6	-1,4	8,6	6,0
22	-4	1,3	0,6	5,3	0,7
23	-4	-0,8	3,0	3,2	-3,8
24	-4	-0,6	1,7	3,4	-2,3
25	-4	-1,4	0,0	2,6	-1,4
26	-4	-0,1	-0,9	3,9	0,8
27	-3	-2,1	-0,7	0,9	-1,4
28	-3	1,4	-2,1	4,4	3,5
29	-4	2,5	-0,1	6,5	2,6
30	2	5,3	-14,6	3,3	19,9
31	3	4,1	5,7	1,1	-1,6

Použitím dat z tabulky 23 jsem opět spočítal korelační koeficient časových řad vypočtené (upravené) předpovědi a měření meteorologickou stanicí v březnu 2017. Hodnota korelačního koeficientu je $R = -0,2532$.

V grafu 58 je znázorněna lineární regrese absolutních hodnot rozdílu upravené předpovědi a naměřených hodnot meteorologickou stanicí.



Graf 58: Regrese rozdílu minimálních denních teplot v březnu 2017



Graf 59: Rozdíly předpovědi minimální denní teploty pro březen 2017

V tabulce 24 jsou uvedeny korelační koeficienty časových řad maximální a minimální denní teploty upravené předpovědi a měření meteorologickou stanicí v období leden, únor a březen 2017. Hodnoty korelačního koeficientu určují sílu vztahu mezi proměnnými.

Tabulka 24: Korelační koeficienty dlouhodobé předpovědi denních teplot

Období	Maximální denní teploty	Minimální denní teploty
Leden 2017	$R = 0,2233$	$R = 0,2433$
Únor 2017	$R = 0,2951$	$R = 0,2065$
Březen 2017	$R = 0,6167$	$R = -0,2532$

V tabulce 25 jsou uvedeny rovnice lineární regrese absolutních hodnot rozdílu maximálních a minimálních denních teplot upravené předpovědi a naměřených teplot meteorologickou stanicí.

Tabulka 25: Rovnice lineární regrese absolutních hodnot rozdílu denních teplot

Období	Maximální denní teploty	Minimální denní teploty
Leden 2017	$y = 0,0636x + 2,7973$	$y = -0,0162x + 4,742$
Únor 2017	$y = -0,1548x + 6,8779$	$y = -0,1133x + 5,0843$
Březen 2017	$y = 0,0912x + 1,5763$	$y = 0,1306x + 0,5511$

8.2 Krátkodobá předpověď

V následujících uváděných grafech lineární regrese absolutních hodnot rozdílu teplot upravené předpovědi a naměřených hodnot meteorologickou stanicí nám sklon regresní přímky udává, zda absolutní hodnota uvedeného rozdílu v čase roste, nebo klesá.

8.2.1 Předpověď maximální denní teploty

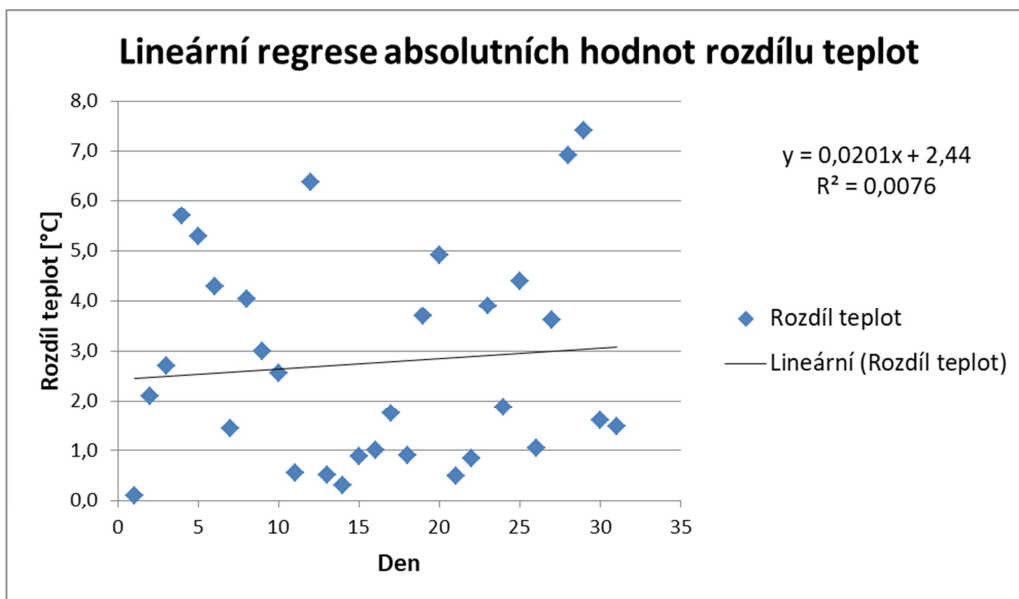
V tabulce 26 uvádím data z krátkodobé předpovědi maximálních denních teplot ze zdroje AccuWeather, data naměřená meteorologickou stanicí, data vypočtené úpravy predikce teploty, rozdíl původní předpovědi a rozdíl nové (upravené) předpovědi v lednu 2017. Podobné statistické tabulky jsem vytvořil pro použití u maximálních denních teplot krátkodobé předpovědi v únoru a v březnu 2017.

Tabulka 26: Vypočtená predikce a rozdíly maximálních teplot – leden 2017

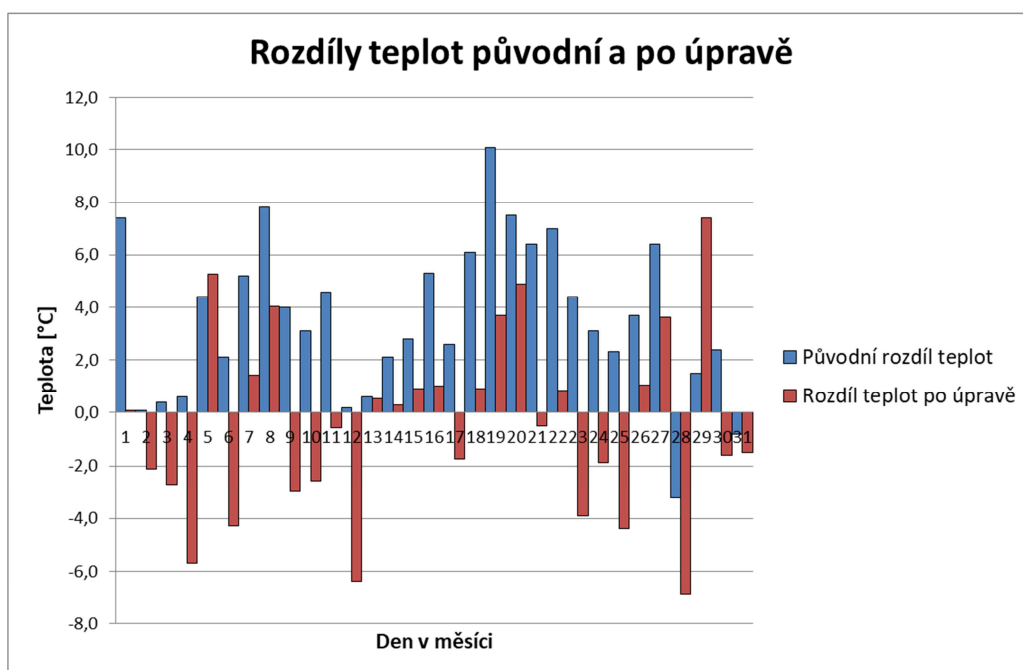
Prosinec 2016/ Leden 2017	AccuWeather predikce max. teplota [°C]	Meteostanice naměřená max. teplota [°C]	Vypočtená predikce max. teploty [°C]	Původní rozdíl max. teploty [°C]	Nový rozdíl max. teploty [°C]
29	-1	6,3			
30	-2	5,8			
31	-2	-0,2			
1	-1	6,4	6,3	7,4	0,1
2	-3	-2,9	-0,8	0,1	-2,1
3	-2	-1,6	1,1	0,4	-2,7
4	-1	-0,4	5,3	0,6	-5,7
5	-7	-2,6	-7,9	4,4	5,3
6	-10	-7,9	-3,6	2,1	-4,3
7	-12	-6,8	-8,2	5,2	1,4
8	-8	-0,2	-4,2	7,8	4,0
9	-7	-3,0	0,0	4,0	-3,0
10	-10	-6,9	-4,3	3,1	-2,6
11	-8	-3,4	-2,8	4,6	-0,6
12	-1	-0,8	5,6	0,2	-6,4
13	0	0,6	0,1	0,6	0,5
14	-3	-0,9	-1,2	2,1	0,3
15	-3	-0,2	-1,1	2,8	0,9
16	-6	-0,7	-1,7	5,3	1,0
17	-5	-2,4	-0,7	2,6	-1,8
18	-7	-0,9	-1,8	6,1	0,9
19	-7	3,1	-0,6	10,1	3,7
20	-5	2,5	-2,4	7,5	4,9
21	-3	3,4	3,9	6,4	-0,5
22	-3	4,0	3,2	7,0	0,9
23	-7	-2,6	1,3	4,4	-3,9
24	-6	-2,9	-1,0	3,1	-1,9
25	-3	-0,7	3,7	2,3	-4,4
26	-4	-0,3	-1,4	3,7	1,1
27	-3	3,4	-0,2	6,4	3,6
28	-4	-7,2	-0,3	-3,2	-6,9
29	-5	-3,5	-10,9	1,5	7,4
30	-3	-0,6	1,0	2,4	-1,6
31	-3	-3,8	-2,3	-0,8	-1,5

Použitím dat z *tabulky 26* jsem spočítal korelační koeficient časových řad vypočtené (upravené) předpovědi a měření meteorologickou stanicí v lednu 2017. Korelační koeficient má hodnotu $R = 0,5477$.

V *grafu 60* je znázorněna lineární regrese absolutních hodnot rozdílu upravené předpovědi a naměřených hodnot meteorologickou stanicí.



Graf 60: Regrese rozdílu maximálních denních teplot v lednu 2017



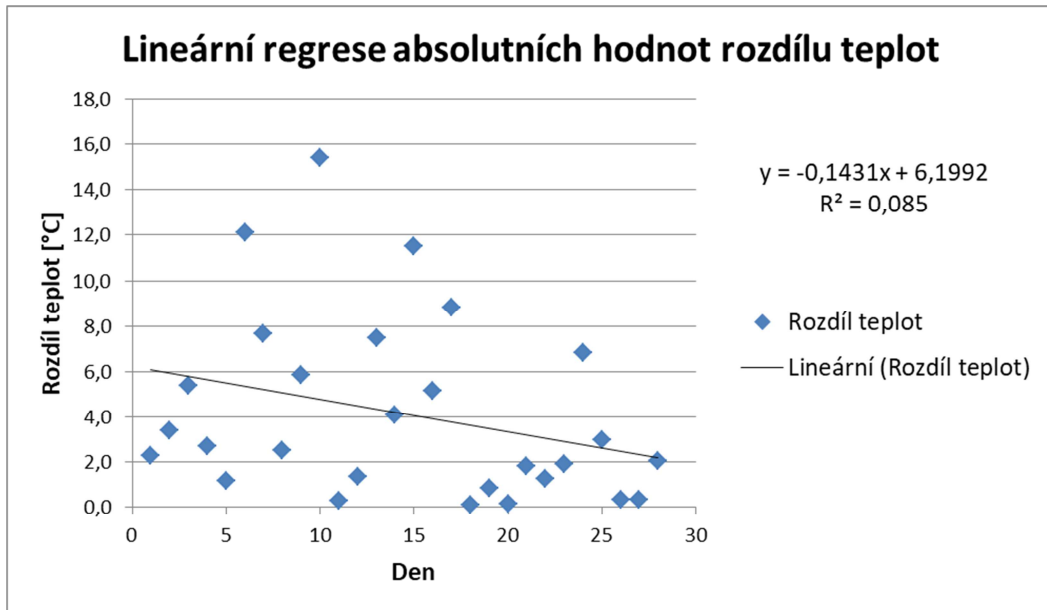
Graf 61: Rozdíly předpovědi maximální denní teploty pro leden 2017

Tabulka 27: Vypočtená predikce a rozdíly maximálních teplot – únor 2017

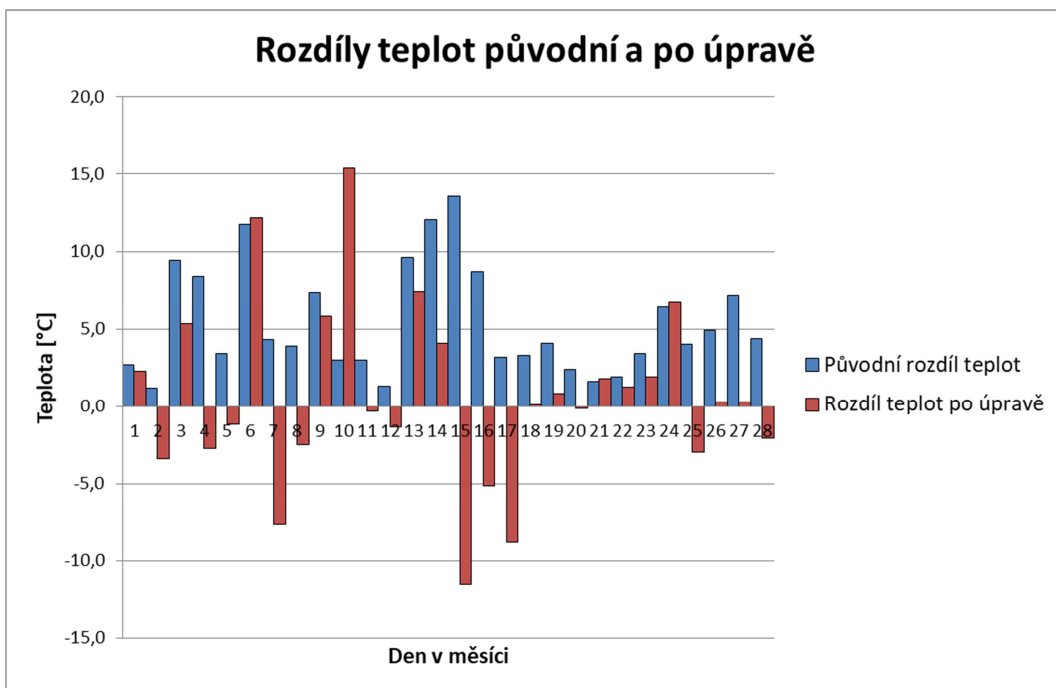
Leden/Únor 2017	AccuWeather predikce max. teplota [°C]	Meteostanice naměřená max. teplota [°C]	Vypočtená predikce max. teploty [°C]	Původní rozdíl max. teploty [°C]	Nový rozdíl max. teploty [°C]
29	-5	-3,5			
30	-3	-0,6			
31	-3	-3,8			
1	-2	0,7	-1,6	2,7	2,3
2	-1	0,2	3,6	1,2	-3,4
3	1	10,4	5,0	9,4	5,4
4	2	10,4	13,1	8,4	-2,7
5	0	3,4	4,6	3,4	-1,2
6	-2	9,7	-2,4	11,7	12,1
7	-5	-0,7	7,0	4,3	-7,7
8	-5	-1,1	1,4	3,9	-2,5
9	-6	1,4	-4,4	7,4	5,8
10	0	3,0	-12,4	3,0	15,4
11	-1	2,0	2,3	3,0	-0,3
12	0	1,3	2,6	1,3	-1,3
13	0	9,6	2,2	9,6	7,5
14	1	13,0	8,9	12,0	4,1
15	3	16,6	28,1	13,6	-11,5
16	3	11,7	16,8	8,7	-5,1
17	1	4,2	13,0	3,2	-8,8
18	1	4,3	4,2	3,3	0,1
19	1	5,1	4,3	4,1	0,9
20	2	4,4	4,5	2,4	-0,1
21	4	5,6	3,8	1,6	1,8
22	5	6,9	5,6	1,9	1,3
23	6	9,4	7,5	3,4	1,9
24	2	8,4	1,6	6,4	6,8
25	1	5,0	8,0	4,0	-3,0
26	3	7,9	7,6	4,9	0,3
27	6	13,2	12,9	7,2	0,3
28	5	9,4	11,5	4,4	-2,1

Použitím dat z tabulky 27 jsem opět spočítal korelační koeficient časových řad vypočtené (upravené) předpovědi a měření meteorologickou stanicí v únoru 2017. Korelační koeficient má hodnotu $R = 0,621$.

V grafu 62 je opět znázorněna lineární regrese absolutních hodnot rozdílů upravené předpovědi a naměřených hodnot meteorologickou stanicí.



Graf 62: Regrese rozdílu maximálních denních teplot v únoru 2017



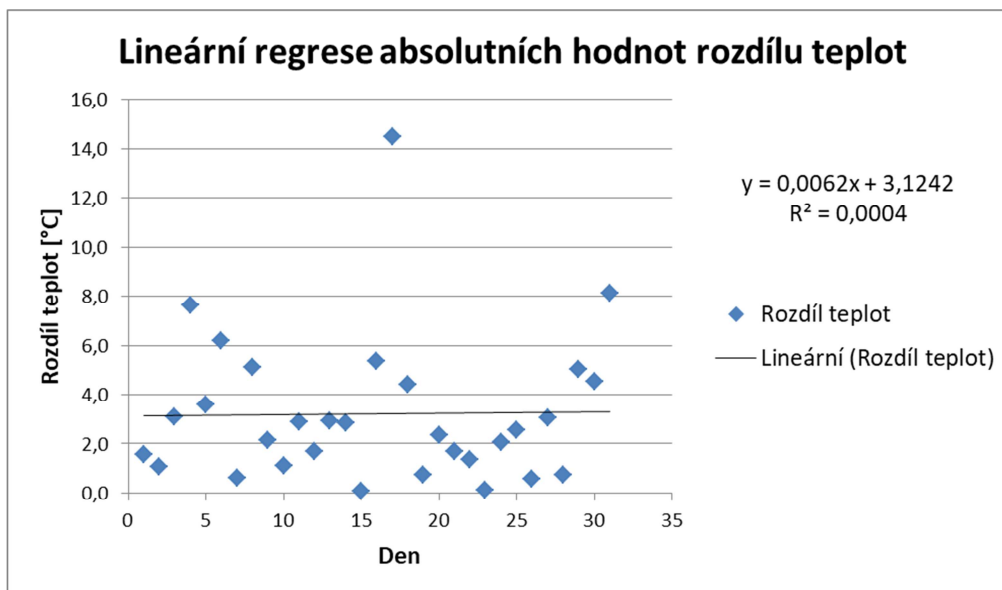
Graf 63: Rozdíly předpovědi maximální denní teploty pro únor 2017

Tabulka 28: Vypočtená predikce a rozdíly maximálních teplot – březen 2017

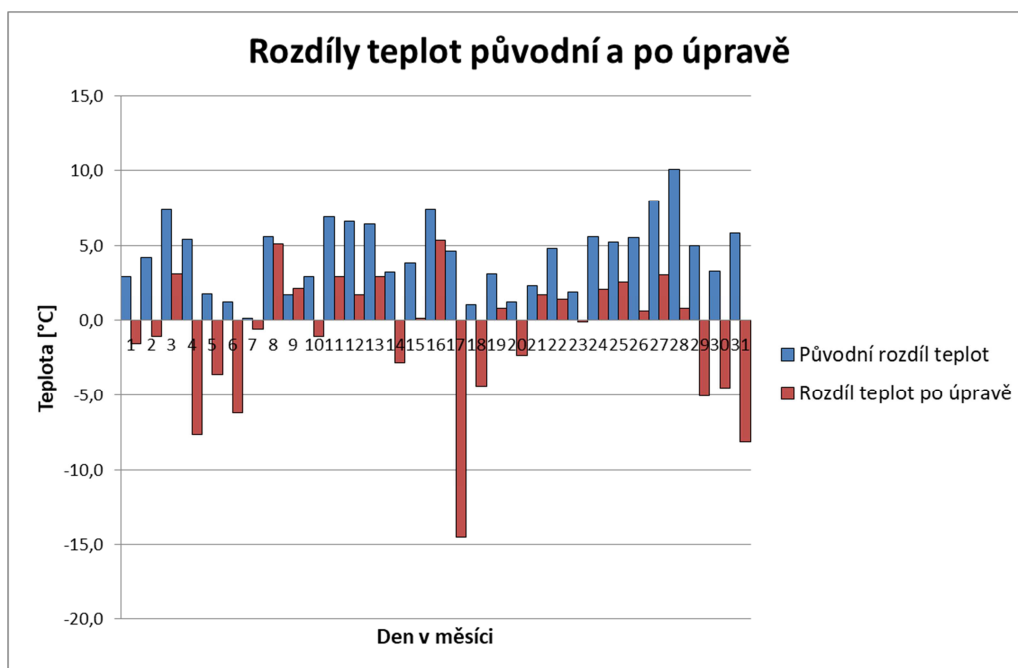
Únor/Březen 2017	AccuWeather predikce max. teplota [°C]	Meteostanice naměřená max. teplota [°C]	Vypočtená predikce max. teploty [°C]	Původní rozdíl max. teploty [°C]	Nový rozdíl max. teploty [°C]
26	3	7,9			
27	6	13,2			
28	5	9,4			
1	3	5,9	7,5	2,9	-1,6
2	5	9,2	10,3	4,2	-1,1
3	5	12,4	9,3	7,4	3,1
4	10	15,4	23,1	5,4	-7,7
5	10	11,8	15,4	1,8	-3,6
6	5	6,2	12,4	1,2	-6,2
7	4	4,1	4,7	0,1	-0,6
8	4	9,6	4,5	5,6	5,1
9	6	7,7	5,6	1,7	2,2
10	2	4,9	6,0	2,9	-1,1
11	2	8,9	6,0	6,9	2,9
12	2	8,6	6,9	6,6	1,7
13	4	10,4	7,5	6,4	2,9
14	6	9,2	12,1	3,2	-2,9
15	6	9,8	9,7	3,8	0,1
16	7	14,4	9,1	7,4	5,4
17	10	14,6	29,1	4,6	-14,5
18	5	6,0	10,4	1,0	-4,4
19	4	7,1	6,4	3,1	0,7
20	8	9,2	11,6	1,2	-2,4
21	9	11,3	9,6	2,3	1,7
22	2	6,8	5,5	4,8	1,4
23	8	9,9	10,0	1,9	-0,1
24	5	10,6	8,5	5,6	2,1
25	8	13,2	10,7	5,2	2,6
26	6	11,5	10,9	5,5	0,6
27	10	18,0	14,9	8,0	3,1
28	13	23,1	22,4	10,1	0,7
29	13	18,0	23,1	5,0	-5,1
30	11	14,3	18,9	3,3	-4,6
31	16	21,8	29,9	5,8	-8,1

Použiji data z tabulky 28 pro výpočet korelačního koeficientu časových řad vypočtené (upravené) předpovědi a měření meteorologickou stanicí v březnu 2017. Korelační koeficient má hodnotu $R = 0,792$.

V grafu 64 je opět znázorněna lineární regrese absolutních hodnot rozdílů upravené předpovědi a naměřených hodnot meteorologickou stanicí.



Graf 64: Regrese rozdílu maximálních denních teplot v březnu 2017



Graf 65: Rozdíly předpovědi maximální denní teploty pro březen 2017

8.2.2 Předpověď minimální denní teploty

V tabulce 29 jsou uvedena data z krátkodobé předpovědi minimálních denních teplot ze zdroje AccuWeather, data naměřená meteorologickou stanicí, data vypočtené úpravy predikce teploty, rozdíl původní předpovědi a rozdíl nové (upravené) předpovědi v lednu 2017. Podobné statistické tabulky jsem vytvořil

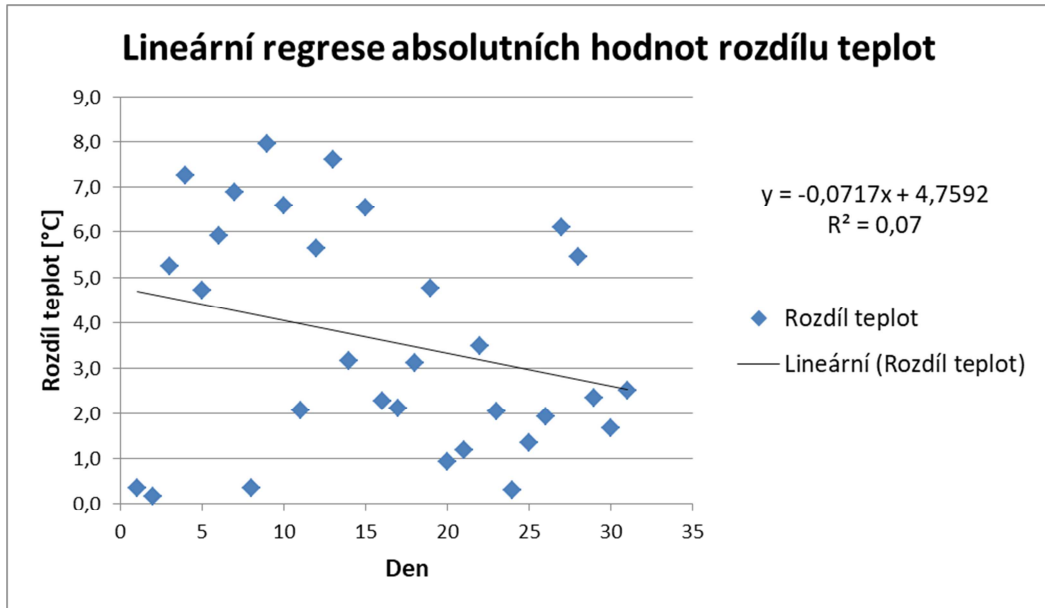
pro použití u minimálních denních teplot krátkodobé předpovědi v únoru a v březnu 2017.

Tabulka 29: Vypočtená predikce a rozdíly minimálních teplot – leden 2017

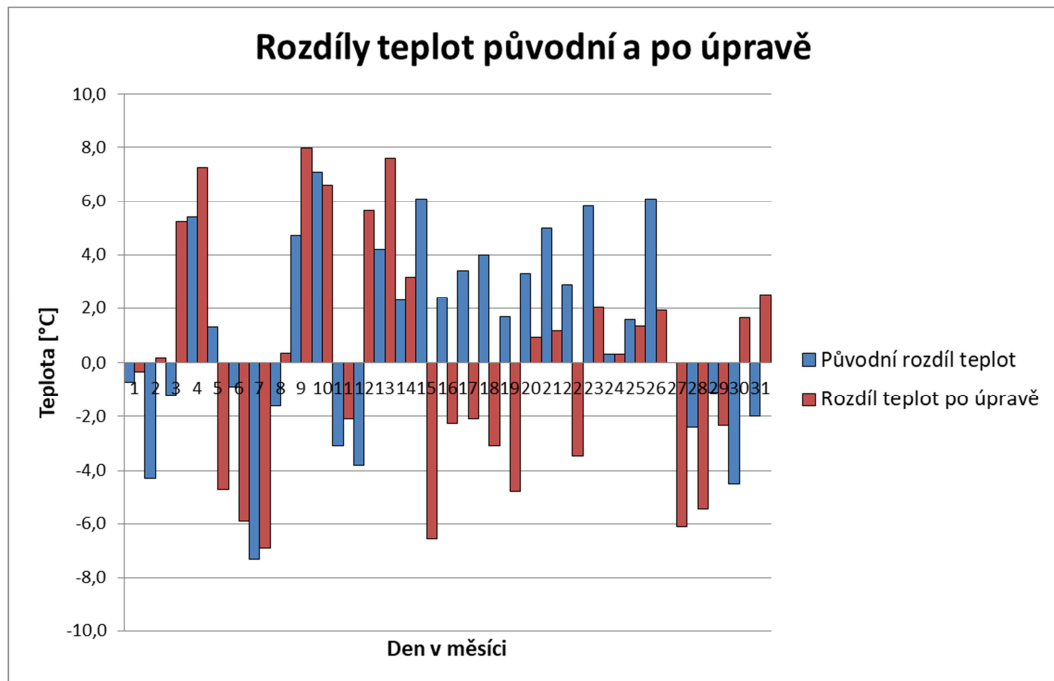
Prosinec 2016/ Leden 2017	AccuWeather predikce min. teplota [°C]	Meteostanice naměřená min. teplota [°C]	Vypočtená predikce min. teploty [°C]	Původní rozdíl min. teploty [°C]	Nový rozdíl min. teploty [°C]
29	-9	-7,8			
30	-10	-8,5			
31	-10	-12,2			
1	-10	-10,7	-10,4	-0,7	-0,3
2	-6	-10,3	-10,5	-4,3	0,2
3	-3	-4,2	-9,4	-1,2	5,2
4	-8	-2,6	-9,9	5,4	7,3
5	-11	-9,7	-5,0	1,3	-4,7
6	-15	-15,9	-10,0	-0,9	-5,9
7	-14	-21,3	-14,4	-7,3	-6,9
8	-13	-14,6	-14,9	-1,6	0,3
9	-14	-9,3	-17,3	4,7	8,0
10	-20	-12,9	-19,5	7,1	6,6
11	-11	-14,1	-12,0	-3,1	-2,1
12	-3	-6,8	-12,4	-3,8	5,6
13	-6	-1,8	-9,4	4,2	7,6
14	-6	-3,7	-6,9	2,3	3,2
15	-10	-3,9	2,7	6,1	-6,6
16	-8	-5,6	-3,3	2,4	-2,3
17	-10	-6,6	-4,5	3,4	-2,1
18	-12	-8	-4,9	4,0	-3,1
19	-18	-16,3	-11,5	1,7	-4,8
20	-16	-12,7	-13,6	3,3	0,9
21	-13	-8	-9,2	5,0	1,2
22	-11	-8,1	-4,6	2,9	-3,5
23	-14	-8,2	-10,2	5,8	2,0
24	-8	-7,7	-8,0	0,3	0,3
25	-8	-6,4	-7,8	1,6	1,4
26	-12	-5,9	-7,8	6,1	1,9
27	-12	-12	-5,9	0,0	-6,1
28	-12	-14,4	-9,0	-2,4	-5,5
29	-12	-13,1	-10,8	-1,1	-2,3
30	-7	-11,5	-13,2	-4,5	1,7
31	-7	-9	-11,5	-2,0	2,5

Použitím dat z *tabulky 29* jsem spočítal korelační koeficient časových řad vypočtené (upravené) předpovědi a měření meteorologickou stanicí v lednu 2017. Korelační koeficient má hodnotu $R = 0,5059$.

V grafu 66 je znázorněna lineární regrese absolutních hodnot rozdílu upravené předpovědi a naměřených hodnot meteorologickou stanicí.



Graf 66: Regrese rozdílu minimálních denních teplot v lednu 2017



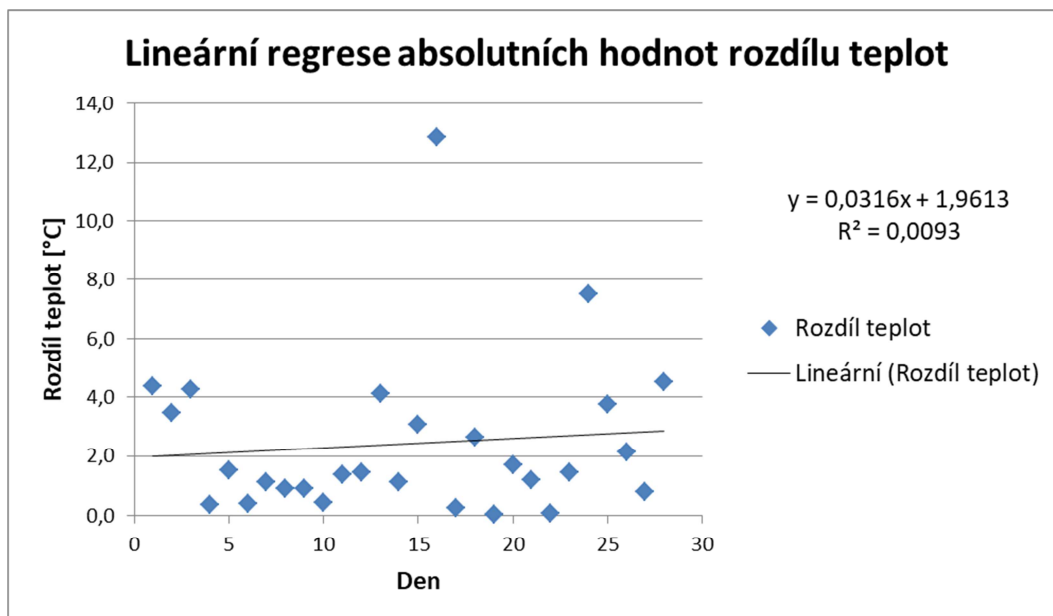
Graf 67: Rozdíly předpovědi minimální denní teploty pro leden 2017

Tabulka 30: Vypočtená predikce a rozdíly minimálních teplot – únor 2017

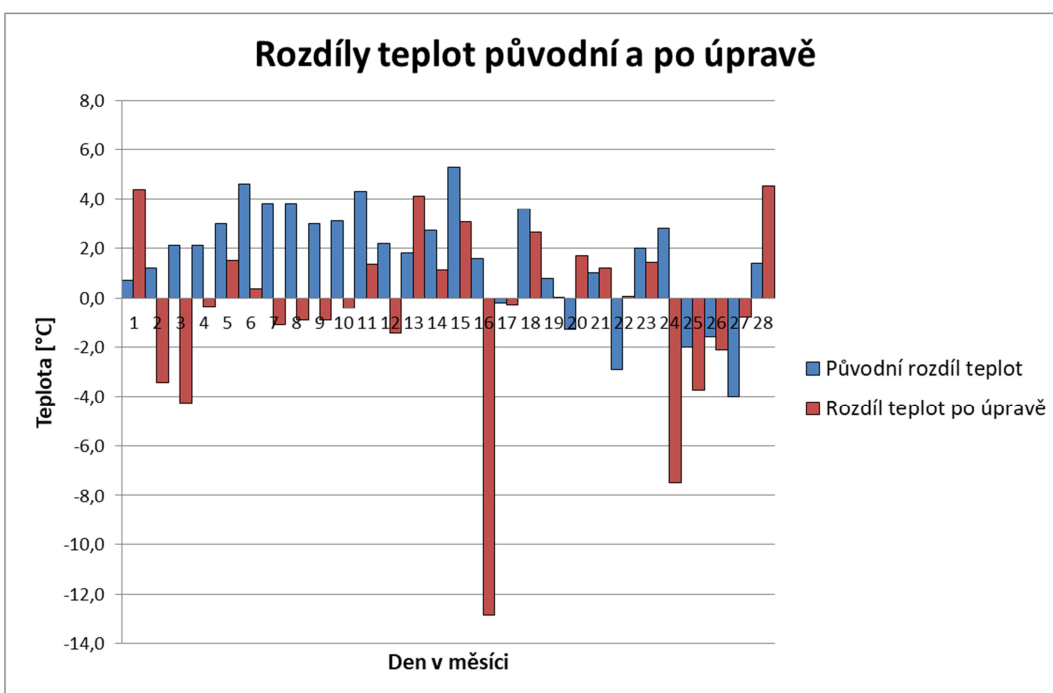
Leden/Únor 2017	AccuWeather predikce min. teplota [°C]	Meteorostanice naměřená min. teplota [°C]	Vypočtená predikce min. teploty [°C]	Původní rozdíl min. teploty [°C]	Nový rozdíl min. teploty [°C]
29	-12	-13,1			
30	-7	-11,5			
31	-7	-9,0			
1	-6	-5,3	-9,7	0,7	4,4
2	-5	-3,8	-0,3	1,2	-3,5
3	-2	0,1	4,4	2,1	-4,3
4	-1	1,1	1,5	2,1	-0,4
5	-4	-1,0	-2,5	3,0	1,5
6	-8	-3,4	-3,8	4,6	0,4
7	-9	-5,2	-4,1	3,8	-1,1
8	-11	-7,2	-6,3	3,8	-0,9
9	-10	-7,0	-6,1	3,0	-0,9
10	-6	-2,9	-2,5	3,1	-0,4
11	-5	-0,7	-2,1	4,3	1,4
12	-6	-3,8	-2,3	2,2	-1,5
13	-9	-7,2	-11,3	1,8	4,1
14	-9	-6,3	-7,4	2,7	1,1
15	-8	-2,7	-5,8	5,3	3,1
16	-5	-3,4	9,5	1,6	-12,9
17	-1	-1,2	-0,9	-0,2	-0,3
18	-3	0,6	-2,0	3,6	2,6
19	-1	-0,2	-0,2	0,8	0,0
20	1	-0,3	-2,0	-1,3	1,7
21	0	1,0	-0,2	1,0	1,2
22	3	0,1	0,0	-2,9	0,1
23	0	2,0	0,6	2,0	1,4
24	-6	-3,2	4,3	2,8	-7,5
25	-3	-5,0	-1,2	-2,0	-3,8
26	0	-1,6	0,5	-1,6	-2,1
27	1	-3,0	-2,2	-4,0	-0,8
28	1	2,4	-2,1	1,4	4,5

Použitím dat z *tabulky 30* jsem spočítal korelační koeficient časových řad vypočtené (upravené) předpovědi a měření meteorologickou stanicí v únoru 2017. Korelační koeficient má hodnotu $R = 0,5327$.

V *grafu 68* je znázorněna lineární regrese absolutních hodnot rozdílu upravené předpovědi a naměřených hodnot meteorologickou stanicí.



Graf 68: Regrese rozdílu minimálních denních teplot v únoru 2017



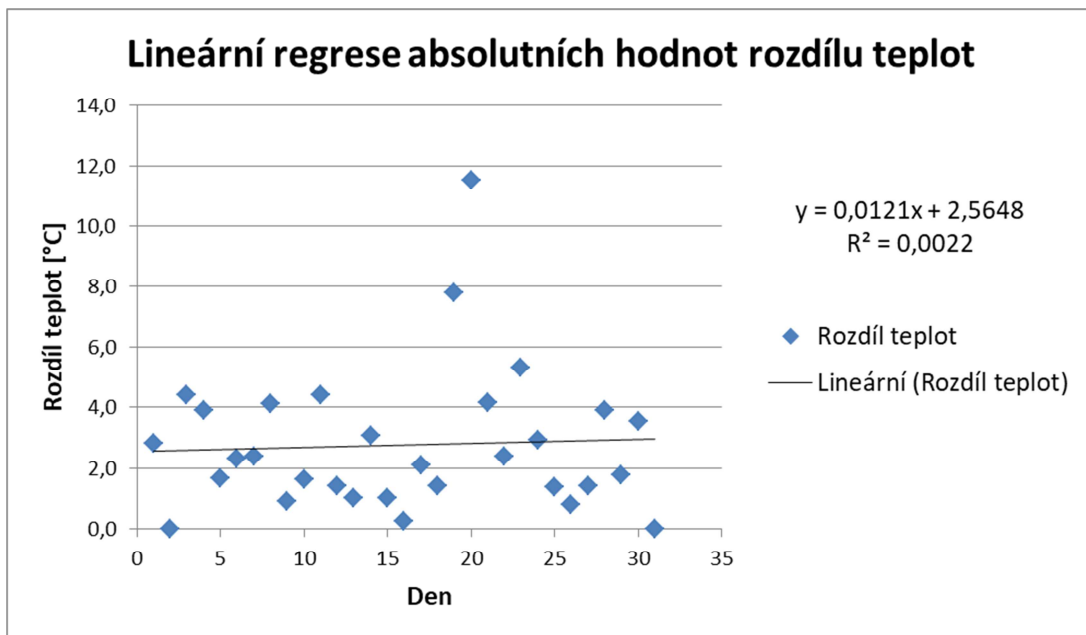
Graf 69: Rozdíly předpovědi minimální denní teploty pro únor 2017

Tabulka 31: Vypočtená predikce a rozdíly minimálních teplot – březen 2017

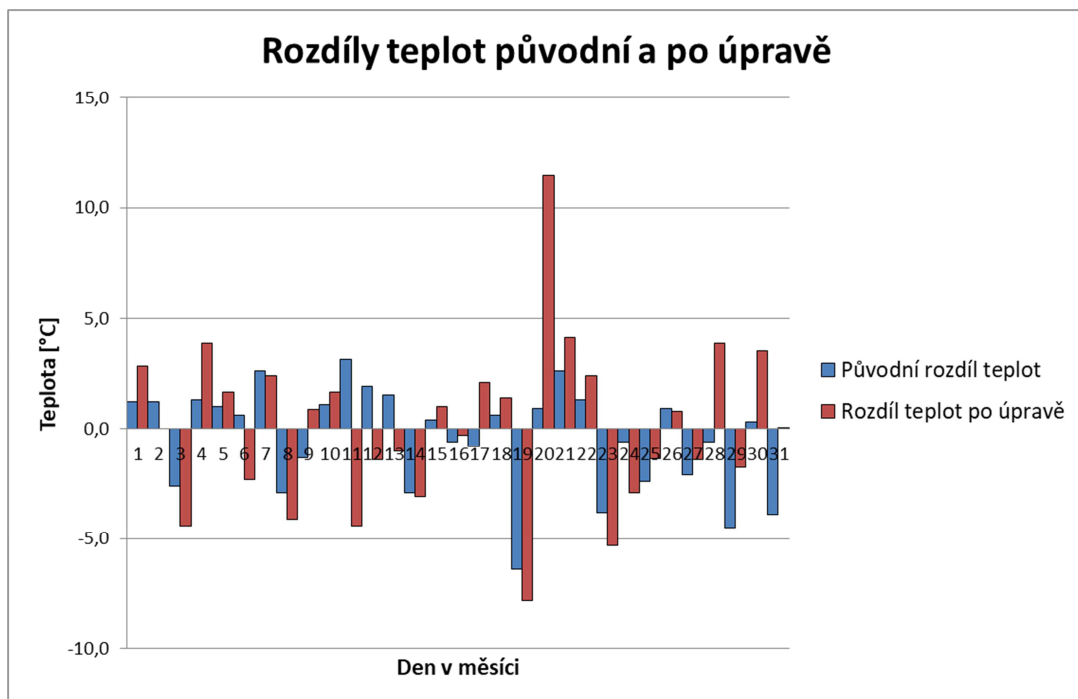
Únor/Březen 2017	AccuWeather predikce min. teplota [°C]	Meteorostanice naměřená min. teplota [°C]	Vypočtená predikce min. teploty [°C]	Původní rozdíl min. teploty [°C]	Nový rozdíl min. teploty [°C]
26	0	-1,6			
27	1	-3,0			
28	1	2,4			
1	0	1,2	-1,6	1,2	2,8
2	0	1,2	1,2	1,2	0,0
3	3	0,4	4,8	-2,6	-4,4
4	3	4,3	0,4	1,3	3,9
5	3	4,0	2,4	1,0	1,7
6	0	0,6	2,9	0,6	-2,3
7	-2	0,6	-1,8	2,6	2,4
8	1	-1,9	2,2	-2,9	-4,1
9	1	-0,3	-1,2	-1,3	0,9
10	0	1,1	-0,5	1,1	1,6
11	-2	1,1	5,5	3,1	-4,4
12	-2	-0,1	1,3	1,9	-1,4
13	-2	-0,5	0,5	1,5	-1,0
14	0	-2,9	0,2	-2,9	-3,1
15	-1	-0,6	-1,6	0,4	1,0
16	-1	-1,6	-1,3	-0,6	-0,3
17	0	-0,8	-2,9	-0,8	2,1
18	0	0,6	-0,8	0,6	1,4
19	3	-3,4	4,4	-6,4	-7,8
20	5	5,9	-5,6	0,9	11,5
21	2	4,6	0,5	2,6	4,1
22	0	1,3	-1,1	1,3	2,4
23	3	-0,8	4,5	-3,8	-5,3
24	0	-0,6	2,3	-0,6	-2,9
25	1	-1,4	0,0	-2,4	-1,4
26	-1	-0,1	-0,9	0,9	0,8
27	0	-2,1	-0,7	-2,1	-1,4
28	2	1,4	-2,5	-0,6	3,9
29	7	2,5	4,3	-4,5	-1,8
30	5	5,3	1,7	0,3	3,6
31	8	4,1	4,1	-3,9	0,0

Použitím dat z *tabulky 31* jsem spočítal korelační koeficient časových řad vypočtené (upravené) předpovědi a měření meteorologickou stanicí v březnu 2017. Korelační koeficient má hodnotu $R = -0,0748$.

V grafu 70 je znázorněna lineární regrese absolutních hodnot rozdílu upravené předpovědi a naměřených hodnot meteorologickou stanicí.



Graf 70: Regrese rozdílu minimálních denních teplot v březnu 2017



Graf 71: Rozdíly předpovědi minimální denní teploty pro březen 2017

V *tabulce 32* jsou uvedeny korelační koeficienty časových řad maximální a minimální denní teploty upravené předpovědi a měření meteorologickou stanicí v období leden, únor a březen 2017. Hodnoty korelačního koeficientu určují sílu vztahu mezi proměnnými.

Tabulka 32: Korelační koeficienty krátkodobé předpovědi denních teplot

Období	Maximální denní teploty	Minimální denní teploty
Leden 2017	$R = 0,5477$	$R = 0,5059$
Únor 2017	$R = 0,621$	$R = 0,5327$
Březen 2017	$R = 0,792$	$R = -0,0748$

V *tabulce 33* jsou uvedeny rovnice lineární regrese absolutních hodnot rozdílů maximálních a minimálních denních teplot upravené předpovědi a naměřených teplot meteorologickou stanicí.

Tabulka 33: Rovnice lineární regrese absolutních hodnot rozdílů denních teplot

Období	Maximální denní teploty	Minimální denní teploty
Leden 2017	$y = 0,0201x + 2,44$	$y = -0,0717x + 4,7592$
Únor 2017	$y = -0,1431x + 6,1992$	$y = 0,0316x + 1,9613$
Březen 2017	$y = 0,0062x + 3,1242$	$y = 0,0121x + 2,5648$

9 VÝSLEDKY UPŘESNĚNÍ PŘEDPOVĚDI

Jedním z cílů této diplomové práce má být upřesnění předpovědi počasí v lokalitě výskytu meteorologické stanice v Rokytnici v Orlických horách. Nyní uvádím dosažené výsledky.

9.1 Dlouhodobá předpověď

V mém případě se jako dobrou metodou pro hodnocení výsledků nabízí porovnání hodnot korelačních koeficientů časových řad maximální a minimální denní teploty dlouhodobé předpovědi společnosti AccuWeather a měření meteorologickou stanicí s hodnotami korelačních koeficientů časových řad maximální a minimální denní teploty mnou upravované předpovědi a měření meteorologickou stanicí.

9.1.1 Maximální denní teploty

Pro porovnání výsledků v lednu 2017 použiji hodnoty korelačních koeficientů uvedených v *tabulce 8* a *tabulce 24*. Korelační koeficient R vzrostl z 0,091 na 0,2233. Upravená předpověď je tedy přesnější.

V únoru 2017 podle stejných tabulek korelační koeficient R vzrostl z 0,2819 na 0,2951. Upravená předpověď je tedy přesnější.

V březnu 2017 ze stejných tabulek vyplývá, že korelační koeficient R vzrostl z 0,0856 na 0,6167. Upravená předpověď je tedy přesnější.

Absolutní hodnoty rozdílu mezi upravenou předpovědí a naměřenými daty v čase v lednu 2017 rostou, v únoru 2017 klesají a v březnu 2017 rostou.

9.1.2 Minimální denní teploty

Pro porovnání výsledku použiji stejné tabulky jako u maximálních denních teplot. V lednu 2017 korelační koeficient R vzrostl z 0,0686 na 0,2433. Upravená předpověď je tedy přesnější.

V únoru 2017 podle stejných tabulek korelační koeficient R klesl z 0,4951 na 0,2065. Upravená předpověď není přesnější. V upravené předpovědi došlo k jednomu extrémnímu výkyvu do mínusu. Výsledek pravděpodobně mohl být lepší.

V březnu 2017 dle stejného zdroje došlo v upravené předpovědi k jednomu extrémnímu výkyvu na konci měsíce. I zde mohlo být hodnocení lepší. Korelační koeficient R v absolutních hodnotách vzrostl z 0,2051 na 0,2532. Upravená předpověď je přesnější.

Absolutní hodnoty rozdílu mezi upravenou předpovědí a naměřenými daty v čase v lednu 2017 klesají, v únoru 2017 klesají a v březnu 2017 rostou.

9.2 Krátkodobá předpověď

Jako v případě dlouhodobé předpovědi i v tomto případě, kdy se jedná o krátkodobou předpověď, použiji pro hodnocení výsledků porovnání hodnot korelačních koeficientů časových řad maximální a minimální denní teploty krátkodobé předpovědi společnosti AccuWeather a měření meteorologickou stanicí s hodnotami korelačních koeficientů časových řad maximální a minimální denní teploty upravované předpovědi a měření meteorologickou stanicí.

9.2.1 Maximální denní teploty

Pro porovnání výsledků v lednu, únoru a březnu 2017 použiji hodnoty korelačních koeficientů uvedených v *tabulce 14* a *tabulce 32*. V lednu 2017 korelační koeficient R nepatrně klesl z 0,5688 na 0,5477. Upravená předpověď tedy není přesnější.

V únoru 2017 korelační koeficient R mírně klesl z 0,6644 na 0,621. Upravená předpověď tedy není přesnější.

V březnu 2017 v upravené předpovědi došlo k jednomu extrémnímu výkyvu do mínusu (téměř -15 °C), který mohl zhoršit výsledek. Korelační koeficient R klesl z 0,8636 na 0,792. Upravená předpověď tedy není přesnější.

Absolutní hodnoty rozdílu mezi upravenou předpovědí a naměřenými daty v čase v lednu 2017 rostou, v únoru 2017 klesají a v březnu 2017 rostou.

9.2.2 Minimální denní teploty

Pro porovnání výsledku použiji stejné tabulky jako u maximálních denních teplot. V lednu 2017 korelační koeficient R klesl z 0,6277 na 0,5059. Upravená předpověď tedy není přesnější.

V únoru 2017 v upravené předpovědi byly dva extrémní výkyvy (jeden -13 °C a druhý -8 °C), mohlo to výsledek zhoršit. Korelační koeficient R klesl z 0,8172 na 0,5328. Upravená předpověď tedy není přesnější.

V březnu 2017 se opět vyskytl jeden extrém v upravené předpovědi. Korelační koeficient R klesl z 0,5565 na 0,0748. Upravená předpověď není přesnější.

Absolutní hodnoty rozdílu mezi upravenou předpovědí a naměřenými daty v čase v lednu 2017 klesají, v únoru 2017 rostou a v březnu 2017 rostou.

9.3 Bilance

Pokud se jedná o dlouhodobou předpověď jako celku, tedy o maximální i minimální denní teploty ze zdroje společnosti AccuWeather, dá se říci, že úprava předpovědi použitím např. funkce Excelu *LINTREND* je možná, ale pro přesnější predikci spíše nevhodná. Utvrdil jsem se v tom, že dlouhodobá předpověď bez další úpravy je nepřesná. Zvláštností bylo, že u dlouhodobých i krátkodobých předpovědí společnosti AccuWeather byly maximální denní teploty předpovídaný v převážné většině o dost nižší než skutečně naměřené. O minimálních denních teplotách se to již tvrdit nedá.

U krátkodobé předpovědi se již nedalo počítat s velkým upřesněním jako u předpovědi dlouhodobé. I tak jsem počítal s lepším výsledkem. Pro krátkodobou předpověď se tato metoda využití uvedené funkce Excelu nehodí. Ojedinelé extrémní výkyvy možná ovlivnily celkový výsledek. Vystaly mi z toho další otázky. Proč k tomu došlo? Co bylo příčinou? To už v této diplomové práci nevyřeším, to už by bylo trochu na jiné téma. Bylo by zřejmě nutné dělat srovnávací měření v lokalitě s jinou stanicí, možná zkoumat synoptickou situaci v daný čas a místě.

Úhrn srážek jsem podrobil konfrontaci. O úpravu v předpovědi jsem se nepokoušel. V diplomové práci jsem několikrát zmínil problém s nevyhříváním srážkoměrem. Nešlo by tedy o předpověď, ale o spekulaci.

ZÁVĚR

Cílem této diplomové práce bylo seznámení čtenáře zajímavějšího se o předpověď počasí s měřením hodnot meteorologických veličin, popisem přístrojů k jejich měření a metodou jejich zaznamenání do databáze, která bude sloužit pro další použití. Nemusí jít jako v tomto případě pouze o předpověď počasí, data se mohou např. použít i pro klimatologický popis a vývoj v oblasti jejich porízení. Chtěl jsem též čtenáře seznámit s historií předpovědi počasí i s lidmi, kteří se nejvíce zasadili o její rozvoj. Pokusil jsem se o popis existujících předpovědních modelů globálních i regionálních. Dále jsem představil společnost AccuWeather jako prospěšného činitele v oblasti předpovídání počasí, ale i jako globálního celosvětového poskytovatele komerčních produktů spojených právě s předpovědí. Chtěl jsem nějakým způsobem ověřit spolehlivost předpovědí uvedené společnosti a k tomu se nabízela možnost porovnat je s měřením, které provádím v lokalitě města Rokytnice v Orlických horách. Pokusil jsem se o ověření prostředky, kterými disponuji a v diplomové práci jsem je uvedl.

Pro pokračování v přesném měření meteorologických hodnot stanicí WH1080 T104 bude zřejmě nutné zaměřit se ještě na zdokonalení radičního krytí teplotního čidla, aby nemohlo dojít k jeho ovlivnění přímými slunečními paprsky (tzv. nízkým sluncem). Musí být ale zajištěn dostatečný přístup vzduchu, aby nemohlo dojít k vytvoření mikroklimatu. Dalším vylepšením by určitě byl vyhřívání srážkoměr.

Přesné předpovědi počasí jsou velice důležité ve všech činnostech našeho života, ani si to nemusíme uvědomovat. Pokud si plánujeme nějakou svou aktivitu nebo dovolenou, určitě nás bude zajímat, jaké bude počasí. Bez předpovědi počasí si dopravu a letectví snad neumíme ani představit. Neobejde se bez ní zemědělství a ovocnářství, neobejde se bez ní ani armáda a všechny složky záchranných systémů. Využívá se alarmujících informací z předpovědí pro zajištění prevence.

SEZNAM POUŽITÉ LITARATURY

- [1] GREGUŠ, Ladislav: *Měření meteorologických veličin a vývoje počasí v Rokytnici v Orlických horách a okolí* [bakalářská práce]. Univerzita Hradec Králové, 2013, 94 s.
- [2] SOBÍŠEK, Bořivoj a kol.: *Meteorologický slovník výkladový & terminologický*. Praha: Ministerstvo životního prostředí, 1993, 594 s., ISBN - 80-85368-45-5
- [3] WIKISKRIPTA: *Fahrenheitova teplotní stupnice* [online]. Poslední úpravy 18. 6. 2018 [cit. 20. 6. 2018]. URL: http://www.wikiskripta.eu/index.php/Fahrenheitova_teplotn%C3%AD_stupnice
- [4] SKŘEHOT, Petr: *Meteorologické stanice a přístroje* [online]. Poslední úpravy 2004 [cit. 1. 5. 2018]. URL: http://archiv.astronomie.cz/modules.php?name=Downloads&d_op=viewdownload&cid=8
- [5] WIKIPEDIA: *Atmosférický tlak* [online]. Poslední úpravy 15. 4. 2018 [cit. 8. 6. 2018]. URL: https://cs.wikipedia.org/wiki/Atmosf%C3%A9rick%C3%BD_tlak
- [6] WIKIPEDIE: *Rychlost větru* [online]. Poslední úpravy 4. 10. 2017 [cit. 5. 5. 2018]. URL: https://cs.wikipedia.org/wiki/Rychlost_v%C4%9Btru
- [7] MAPY.CZ: *Česko* [online]. Poslední úpravy 2018 [cit. 6. 5. 2018]. URL: <https://mapy.cz/zakladni?x=16.2428447&y=49.8926463&z=8&l=0&source=coun&id=112>
- [8] MAPOVÝ PORTÁL KRÁLOVÉHRADECKÉHO KRAJE: *Digitální model terénu* [online]. Poslední úpravy 2018 [cit. 6. 5. 2018]. URL: <http://mapy.kr-kralovehradecky.cz/gis/isapi.dll?MU=INTERNET&LANG=CS-CZ&MAP=dmf&x=-604845&y=-1050877&z=0.00002>
- [9] HADEx, spol. s.r.o: *Internetový obchod* [online]. Poslední úpravy 2018 [cit. 1. 5. 2018]. URL: <http://hadex.cz/img/zbozi/t110.jpg>
- [10] HADEx, spol. s.r.o: *Internetový obchod* [online]. Poslední úpravy 2018 [cit. 1. 5. 2018]. URL: <http://hadex.cz/img/zbozi/t114.jpg>
- [11] HADEx, spol. s.r.o: *Internetový obchod* [online]. Poslední úpravy 2018 [cit. 1. 5. 2018]. URL: <http://hadex.cz/img/zbozi/t115.jpg>
- [12] HADEx, spol. s.r.o: *Internetový obchod* [online]. Poslední úpravy 2018 [cit. 1. 5. 2018]. URL: <http://hadex.cz/img/zbozi/t116.jpg>
- [13] HADEx, spol. s.r.o: *Internetový obchod* [online]. Poslední úpravy 2018 [cit. 1. 5. 2018]. URL: <http://hadex.cz/img/zbozi/t117.jpg>
- [14] HADEx, spol. s.r.o: *Internetový obchod* [online]. Poslední úpravy 2018 [cit. 1. 5. 2018]. URL: <http://hadex.cz/img/zbozi/t118.jpg>

- [15] BROŽOVÁ Radmila: *Jak počítat počasí* [online]. Vesmír 89, 738, 2010/12 [cit. 20. 5. 2018]. URL: <https://vesmir.cz/cz/casopis/archiv-casopisu/2010/cislo-12/jak-spocitat-pocasi.html>
- [16] GRAHAM Steve, PARKINSON Claire, CHAHINE Mous: *Weather Forecasting Through the Ages* [online]. Poslední úpravy 25. 2. 2002 [cit. 20. 5. 2018]. URL: <https://earthobservatory.nasa.gov/Features/WxForecasting/>
- [17] WIKIPEDIA: *Vilhelm Bjerknes* [online]. Poslední úpravy 3. 12. 2017 [cit. 25. 5. 2018]. URL: https://cs.wikipedia.org/wiki/Vilhelm_Bjerknes
- [18] WIKIPEDIA: *Lewis Fry Richardson* [online]. Poslední úpravy 23. 5. 2018 [cit. 25. 5. 2018]. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Lewis_Fry_Richardson
- [19] WIKIPEDIA: *John von Neumann* [online]. Poslední úpravy 1. 4. 2018 [cit. 22. 5. 2018]. URL: https://cs.wikipedia.org/wiki/John_von_Neumann
- [20] WIKIPEDIA: *Jule Gregory Charney* [online]. Poslední úpravy 8. 12. 2017 [cit. 24. 5. 2018]. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Jule_Gregory_Charney
- [21] WIKIPEDIA: *ENIAC* [online]. Poslední úpravy 7. 6. 2018 [cit. 8. 6. 2018]. URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/ENIAC>
- [22] BAŤKA, Michal: *Předpověď vývoje atmosféry objektivními metodami*. Praha: Matematicko-fyzikální fakulta University Karlovy v Praze, 2014, 449 s.
- [23] JAROŠ Václav: *Výpočetní modelování počasí* [diplomová práce]. Masarykova univerzita v Brně, 2010.
- [24] WIKIPEDIA: *ALADIN* [online]. Poslední úpravy 24. 2. 2016 [cit. 6. 6. 2018]. URL: <https://cs.wikipedia.org/wiki/ALADIN>
- [25] MÉTÉO FRANCE: *Météo France* [online]. Poslední úpravy 2018 [cit. 10. 6. 2018]. URL: <http://www.meteofrance.fr/>
- [26] ČESKÁ METEOROLOGICKÁ SPOLEČNOST: *ALADIN A LACE* [online]. Poslední úpravy 12. 3. 2017 [cit. 10. 5. 2018]. URL: <http://www.cmes.cz/cs/node/438>
- [27] WIKIPEDIA: *Unified Model* [online]. Poslední úpravy 29. 1. 2018 [cit. 8. 6. 2018]. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Unified_Model
- [28] MET OFFICE: *MOGREPS* [online]. Poslední úpravy 11. 6. 2017 [cit. 8. 6. 2018]. URL: <https://www.metoffice.gov.uk/research/weather/ensemble-forecasting/mogreps>
- [29] MET OFFICE: *Unified Model* [online]. Poslední úpravy 13. 2. 2018 [cit. 8. 6. 2018]. URL: <https://www.metoffice.gov.uk/research/modelling-systems/unified-model>
- [30] NCEP/NOAA: *Global Forecast System* [online]. Poslední úpravy 2018 [cit. 8. 6. 2018]. URL: <https://www.ncdc.noaa.gov/data-access/model-data/model-datasets/global-forcast-system-gfs>

- [31] EUROPEAN CENTRE FOR MEDIUM-RANGE WEATHER FORECAST: *ECMWF official website* [online]. Poslední úpravy 6. 6. 2018 [cit. 10. 6. 2018]. URL: <https://www.ecmwf.int>
- [32] HIRLAM.ORG: *HIRLAM NWP in Europe* [online]. Poslední úpravy 14. 2. 2018 [cit. 12. 6. 2018]. URL: <http://hirlam.org/>
- [33] CONSORTIUM FOR SMALL SCALE MODELING: *COSMO* [online]. Poslední úpravy 2018 [cit. 8. 7. 2018]. URL: <http://www.cosmo-model.org/>
- [34] NCAR/UCAR: *Weather Research and Forecasting Model* [online]. Poslední úpravy 2018 [cit. 8. 7. 2018]. URL: <https://www.mmm.ucar.edu/weather-research-and-forecasting-model>
- [35] WIKIPEDIA: *Weather research and forecasting model* [online]. Poslední úpravy 27. 10. 2017 [cit. 13. 6. 2018]. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Weather_research_and_forecasting_model
- [36] ACCUWEATHER: *AccuWeather* [online]. Poslední úpravy 2018 [cit. 19. 6. 2018]. URL: <https://corporate.accuweather.com/>
- [37] WIKIPEDIA: *AccuWeather* [online]. Poslední úpravy 15. 6. 2018 [cit. 19. 6. 2018]. URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/AccuWeather>
- [38] ACCUWEATHER: *Předpověď počasí AccuWeather* [online]. Poslední úpravy 2018 [cit. 19. 7. 2018]. URL: <https://www.accuweather.com/cs/cz/rokytnice-v-orlickych-horach/123366/daily-weather-forecast/123366>
- [39] TECHNET.CZ: *Stáhněte si zdarma: Přesné informace o počasí po celém světě* [online]. Poslední úpravy 1. 11. 2013 [cit. 15. 6. 2018]. URL: https://technet.idnes.cz/pocasi-pro-win-8-skype-voice-changer-d6i-/software.aspx?c=A130915_183220_software_dvr
- [40] BEDÁŇOVÁ, Iveta: *Multimediální výukový text pro studenty VFU Brno* [online]. Poslední úpravy 2013 [cit. 5. 7. 2018]. URL: <https://cit.vfu.cz/statpotr/POTR/Teorie/Predn5/linearni.htm#Regresni>
- [41] ALBATROSMEDIA: *Statistické funkce* [online]. Poslední úpravy 2018 [cit. 5. 7. 2018]. URL: <https://www.albatrosmedia.cz/Download/ProductSample/8859259>
- [42] ACCUWEATHER: *Předpověď počasí AccuWeather* [online]. Poslední úpravy 31. 12. 2016 [cit. 31. 12. 2016]. URL: <https://www.accuweather.com/cs/cz/rokytnice-v-orlickych-horach/123366/month/123366?monyr=1/01/2017>

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 1: Lokalizace meteorologické stanice na území ČR</i>	<i>17</i>
<i>Obr. 2: Umístění meteorologické stanice v Rokytnici v Orlických horách</i>	<i>18</i>
<i>Obr. 3: Sestava venkovní části meteorologické stanice</i>	<i>19</i>
<i>Obr. 4: Základna meteorologické stanice.....</i>	<i>21</i>
<i>Obr. 5: Miskový anemometr stanice WH1080 T104</i>	<i>22</i>
<i>Obr. 6: Snímač směru větru stanice WH1080 T104</i>	<i>23</i>
<i>Obr. 7: Srážkoměr meteorologické stanice WH1080 T104</i>	<i>23</i>
<i>Obr. 8: Těleso vysílače vnější jednotky a radiační kryt</i>	<i>24</i>
<i>Obr. 9: Hlavní okno programu EasyWeather</i>	<i>25</i>
<i>Obr. 10: Zobrazení venkovní teploty a rosného bodu v programu EasyWeather.....</i>	<i>26</i>
<i>Obr. 11: Úvodní okno programu Cumulus</i>	<i>26</i>
<i>Obr. 12: Průměrné a extrémní hodnoty ze dne 1. 1. 2017 v programu Cumulus.....</i>	<i>27</i>
<i>Obr. 13: Editor zaznamenaných hodnot v programu Cumulus.....</i>	<i>27</i>
<i>Obr. 14: Zobrazení venkovní teploty v grafu programu Cumulus.....</i>	<i>28</i>
<i>Obr. 15: Vilhelm Friman Koren Bjerknes (*14. března 1862 †9. dubna 1951)</i>	<i>30</i>
<i>Obr. 16: Lewis Fry Richardson (*11. října 1881 †30. září 1953)</i>	<i>31</i>
<i>Obr. 17: John von Neumann (*28. prosince 1903 †8. února 1957)</i>	<i>31</i>
<i>Obr. 18: Jule Gregory Charney (*1. ledna 1917 †16. června 1981)</i>	<i>32</i>
<i>Obr. 19: ENIAC (Electronic Numerical Integrator And Computer)</i>	<i>32</i>
<i>Obr. 20: Edward Norton Lorenz (*28. května 1917 †16. dubna 2008)</i>	<i>34</i>
<i>Obr. 21: Průměrný tlak na hladině moře a rychlost větru – globální model</i>	<i>36</i>
<i>Obr. 22: Výřez z předpovědi na internetu – zdroj AccuWeather.....</i>	<i>40</i>
<i>Obr. 23: Aktuální počasí s předpovědí pro dlaždicové rozhraní Windows 8</i>	<i>41</i>

SEZNAM TABULEK

<i>Tabulka 1: Beaufortova stupnice</i>	<i>15</i>
<i>Tabulka 2: Dlouhodobá předpověď na leden 2017 ze zdroje AccuWeather.....</i>	<i>46</i>
<i>Tabulka 3: Předpověď na leden 2017 průběžně aktualizovaná - AccuWeather</i>	<i>50</i>
<i>Tabulka 4: Zveřejněné teploty a srážky za leden 2017 ze zdroje AccuWeather</i>	<i>51</i>
<i>Tabulka 5: Teploty a srážky za leden 2017 naměřené meteostanicí WH1080 T104...52</i>	
<i>Tabulka 6: Maximální denní teploty v lednu 2017.....</i>	<i>63</i>
<i>Tabulka 7: Minimální denní teploty v lednu 2017</i>	<i>66</i>
<i>Tabulka 8: Korelační koeficienty dlouhodobé předpovědi denních teplot</i>	<i>69</i>
<i>Tabulka 9: Rovnice lineární regrese absolutních hodnot rozdílu denních teplot.....</i>	<i>69</i>
<i>Tabulka 10: Korelační koeficienty dlouhodobé předpovědi denních srážek.....</i>	<i>73</i>
<i>Tabulka 11: Rovnice lineární regrese absolutních hodnot rozdílu denních srážek.....</i>	<i>73</i>
<i>Tabulka 12: Maximální denní teploty v lednu 2017.....</i>	<i>74</i>
<i>Tabulka 13: Minimální denní teploty v lednu 2017.....</i>	<i>77</i>
<i>Tabulka 14: Korelační koeficienty krátkodobé předpovědi denních teplot.....</i>	<i>80</i>
<i>Tabulka 15: Rovnice lineární regrese absolutních hodnot rozdílu denních teplot.....</i>	<i>80</i>
<i>Tabulka 16: Korelační koeficienty krátkodobé předpovědi denních srážek.....</i>	<i>84</i>
<i>Tabulka 17: Rovnice lineární regrese absolutních hodnot rozdílu denních srážek.....</i>	<i>84</i>
<i>Tabulka 18: Vypočtená predikce a rozdíly maximálních teplot – leden 2017.....</i>	<i>86</i>
<i>Tabulka 19: Vypočtená predikce a rozdíly maximálních teplot – únor 2017</i>	<i>88</i>
<i>Tabulka 20: Vypočtená predikce a rozdíly maximálních teplot – březen 2017.....</i>	<i>90</i>
<i>Tabulka 21: Vypočtená predikce a rozdíly minimálních teplot – leden 2017.....</i>	<i>92</i>
<i>Tabulka 22: Vypočtená predikce a rozdíly minimálních teplot – únor 2017.....</i>	<i>94</i>
<i>Tabulka 23: Vypočtená predikce a rozdíly minimálních teplot – březen 2017.....</i>	<i>96</i>
<i>Tabulka 24: Korelační koeficienty dlouhodobé předpovědi denních teplot.....</i>	<i>98</i>
<i>Tabulka 25: Rovnice lineární regrese absolutních hodnot rozdílu denních teplot.....</i>	<i>98</i>
<i>Tabulka 26: Vypočtená predikce a rozdíly maximálních teplot – leden 2017.....</i>	<i>99</i>
<i>Tabulka 27: Vypočtená predikce a rozdíly maximálních teplot – únor 2017</i>	<i>101</i>
<i>Tabulka 28: Vypočtená predikce a rozdíly maximálních teplot – březen 2017.....</i>	<i>103</i>
<i>Tabulka 29: Vypočtená predikce a rozdíly minimálních teplot – leden 2017.....</i>	<i>105</i>
<i>Tabulka 30: Vypočtená predikce a rozdíly minimálních teplot – únor 2017.....</i>	<i>107</i>
<i>Tabulka 31: Vypočtená predikce a rozdíly minimálních teplot – březen 2017.....</i>	<i>109</i>
<i>Tabulka 32: Korelační koeficienty krátkodobé předpovědi denních teplot.....</i>	<i>111</i>

Tabulka 33: Rovnice lineární regrese absolutních hodnot rozdílu denních teplot.... 111

SEZNAM GRAFŮ

<i>Graf 1: Předpověď teplot vzduchu na leden 2017 ze zdroje AccuWeather</i>	<i>45</i>
<i>Graf 2: Naměřené teploty vzduchu v lednu 2017 ze zdroje AccuWeather</i>	<i>45</i>
<i>Graf 3: Porovnání naměřených maximálních teplot vzduchu v lednu 2017.....</i>	<i>47</i>
<i>Graf 4: Rozdíl maximálních denních teplot v lednu 2017.....</i>	<i>47</i>
<i>Graf 5: Porovnání naměřených minimálních teplot vzduchu v lednu 2017.....</i>	<i>48</i>
<i>Graf 6: Rozdíl minimálních denních teplot v lednu 2017.....</i>	<i>48</i>
<i>Graf 7: Porovnání maximálních teplot zdroje AccuWeather v lednu 2017.....</i>	<i>49</i>
<i>Graf 8: Porovnání minimálních teplot zdroje AccuWeather v lednu 2017.....</i>	<i>49</i>
<i>Graf 9: Rozdíly maximálních teplot AccuWeather - dlouhodobé vs. průběžné.....</i>	<i>53</i>
<i>Graf 10: Rozdíly minimálních teplot AccuWeather - dlouhodobé vs. průběžné.....</i>	<i>53</i>
<i>Graf 11: Rozdíl srážek předpověď AccuWeather - dlouhodobá vs. průběžná.....</i>	<i>54</i>
<i>Graf 12: Rozdíl srážek předpověď AccuWeather - dlouhodobá vs. průběžná.....</i>	<i>55</i>
<i>Graf 13: Rozdíl srážek AccuWeather konečného stavu a měření meteostanicí.....</i>	<i>55</i>
<i>Graf 14: Maximální teploty předpovědi AccuWeather a měření meteostanicí.....</i>	<i>56</i>
<i>Graf 15: Rozdíl maximálních denních teplot v lednu 2017.....</i>	<i>57</i>
<i>Graf 16: Minimální teploty předpovědi AccuWeather a měření meteostanicí.....</i>	<i>57</i>
<i>Graf 17: Rozdíl minimálních denních teplot v lednu 2017.....</i>	<i>58</i>
<i>Graf 18: Rozdíl srážek předpovědi AccuWeather krátkodobé a konečného stavu.....</i>	<i>58</i>
<i>Graf 19: Rozdíl srážek z předpovědi AccuWeather krátkodobé a měření meteostanicí</i>	<i>59</i>
<i>Graf 20: Naměřené maximální teploty dle AccuWeatheru a naměřené meteostanicí</i>	<i>60</i>
<i>Graf 21: Naměřené minimální teploty dle AccuWeatheru a naměřené meteostanicí.</i>	<i>61</i>
<i>Graf 22: Rozdíly maximálních teplot mezi zdrojem AccuWeather a meteostanicí.....</i>	<i>62</i>
<i>Graf 23: Rozdíly minimálních teplot mezi zdrojem AccuWeather a meteostanicí.....</i>	<i>62</i>
<i>Graf 24: Regrese rozdílu maximálních denních teplot v lednu 2017.....</i>	<i>64</i>
<i>Graf 25: Regrese rozdílu maximálních denních teplot v únoru 2017.....</i>	<i>65</i>
<i>Graf 26: Regrese rozdílu maximálních denních teplot v březnu 2017.....</i>	<i>65</i>
<i>Graf 27: Regrese rozdílu minimálních denních teplot v lednu 2017.....</i>	<i>67</i>
<i>Graf 28: Regrese rozdílu minimálních denních teplot v únoru 2017.....</i>	<i>68</i>
<i>Graf 29: Regrese rozdílu minimálních denních teplot v březnu 2017.....</i>	<i>68</i>
<i>Graf 30: Rozdíl předpovědi srážek a měření v lednu 2017.....</i>	<i>70</i>
<i>Graf 31: Regrese rozdílu denních srážek v lednu 2017.....</i>	<i>70</i>

<i>Graf 32: Rozdíl předpovědi srážek a měření v únoru 2017</i>	71
<i>Graf 33: Regrese rozdílu denních srážek v únoru 2017</i>	71
<i>Graf 34: Rozdíl předpovědi srážek a měření v březnu 2017</i>	72
<i>Graf 35: Regrese rozdílu denních srážek v březnu 2017</i>	73
<i>Graf 36: Regrese rozdílu maximálních denních teplot v lednu 2017</i>	75
<i>Graf 37: Regrese rozdílu maximálních denních teplot v únoru 2017</i>	76
<i>Graf 38: Regrese rozdílu maximálních denních teplot v březnu 2017</i>	76
<i>Graf 39: Regrese rozdílu minimálních denních teplot v lednu 2017</i>	78
<i>Graf 40: Regrese rozdílu minimálních denních teplot v únoru 2017</i>	79
<i>Graf 41: Regrese rozdílu minimálních denních teplot v březnu 2017</i>	79
<i>Graf 42: Rozdíl krátkodobé předpovědi srážek a měření v lednu 2017</i>	81
<i>Graf 43: Regrese rozdílu denních srážek v lednu 2017</i>	81
<i>Graf 44: Rozdíl krátkodobé předpovědi srážek a měření v únoru 2017</i>	82
<i>Graf 45: Regrese rozdílu denních srážek v únoru 2017</i>	83
<i>Graf 46: Rozdíl krátkodobé předpovědi srážek a měření v březnu 2017</i>	83
<i>Graf 47: Regrese rozdílu denních srážek v březnu 2017</i>	84
<i>Graf 48: Regrese rozdílu maximálních denních teplot v lednu 2017</i>	87
<i>Graf 49: Rozdíly předpovědi maximální denní teploty pro leden 2017</i>	87
<i>Graf 50: Regrese rozdílu maximálních denních teplot v únoru 2017</i>	89
<i>Graf 51: Rozdíly předpovědi maximální denní teploty pro únor 2017</i>	89
<i>Graf 52: Regrese rozdílu maximálních denních teplot v březnu 2017</i>	91
<i>Graf 53: Rozdíly předpovědi maximální denní teploty pro březen 2017</i>	91
<i>Graf 54: Regrese rozdílu minimálních denních teplot v lednu 2017</i>	93
<i>Graf 55: Rozdíly předpovědi minimální denní teploty pro leden 2017</i>	93
<i>Graf 56: Regrese rozdílu minimálních denních teplot v únoru 2017</i>	95
<i>Graf 57: Rozdíly předpovědi minimální denní teploty pro únor 2017</i>	95
<i>Graf 58: Regrese rozdílu minimálních denních teplot v březnu 2017</i>	97
<i>Graf 59: Rozdíly předpovědi minimální denní teploty pro březen 2017</i>	97
<i>Graf 60: Regrese rozdílu maximálních denních teplot v lednu 2017</i>	100
<i>Graf 61: Rozdíly předpovědi maximální denní teploty pro leden 2017</i>	100
<i>Graf 62: Regrese rozdílu maximálních denních teplot v únoru 2017</i>	102
<i>Graf 63: Rozdíly předpovědi maximální denní teploty pro únor 2017</i>	102
<i>Graf 64: Regrese rozdílu maximálních denních teplot v březnu 2017</i>	104

<i>Graf 65: Rozdíly předpovědi maximální denní teploty pro březen 2017.....</i>	<i>104</i>
<i>Graf 66: Regrese rozdílu minimálních denních teplot v lednu 2017.....</i>	<i>106</i>
<i>Graf 67: Rozdíly předpovědi minimální denní teploty pro leden 2017.....</i>	<i>106</i>
<i>Graf 68: Regrese rozdílu minimálních denních teplot v únoru 2017.....</i>	<i>108</i>
<i>Graf 69: Rozdíly předpovědi minimální denní teploty pro únor 2017.....</i>	<i>108</i>
<i>Graf 70: Regrese rozdílu minimálních denních teplot v březnu 2017.....</i>	<i>110</i>
<i>Graf 71: Rozdíly předpovědi minimální denní teploty pro březen 2017.....</i>	<i>110</i>