

Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy v Praze

katedra fyzické geografie a geoekologie



Petr Blinka

**Klimatologické hodnocení sucha na území Čech a Moravy
v letech 1875-2002**

Disertační práce

Praha 2009

Školitel: RNDr. Ivan Sládek, CSc.

Prohlašuji, že jsem disertační práci zpracovával samostatně s využitím pramenů uvedených v seznamu literatury a že jsem tuto práci ani její podstatnou část nepoužil k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze dne 25.5.2009

Petr Blinky

Poděkování směřuje především ke školiteli RNDr. Ivanu Sládkovi, CSc., za ochotu, cenné rady a zapojení do grantového projektu „Dlouhodobé změny výskytu extrémního sucha v Česku“. Zvláštní poděkování patří mé ženě Evičce za láskyplnou podporu při dopisování práce.

Obsah

Abstrakt / Abstract	6
1 Úvod	7
1.1 Sucho – první přiblížení	7
1.2 Sucho vs. aridita	8
1.3 Příčiny sucha a jeho předpověď	9
1.4 Prostorové a časové charakteristiky sucha	10
1.5 Srovnání sucha s jinými přírodními riziky, následky sucha a jejich klasifikace, příklady historicky významných such	11
1.6 Metody hodnocení sucha	13
1.7 Výzkum sucha v evropském měřítku	19
1.8 Výzkum sucha v Česku	22
2 Cíle a struktura práce	26
3 Zdroje dat	27
4 Přehled indexů a použitých metod	29
4.1 Postup při odvození rovnice pro výpočet denní potenciální evapotranspirace na stanici Praha-Klementinum	29
4.2 Metoda efektivní srážky	31
4.3 Modifikovaná metoda efektivní srážky pracující s odhadem denní potenciální evapotranspirace	34
4.4 Charakteristiky pro hodnocení klimatologických poměrů (srážky, teplota, potenciální evapotranspirace)	35
4.5 Indexy intenzity sucha	36
5 Klimatologické hodnocení intenzity sucha v jednotlivých letech a vegetačních obdobích 1875-2002	40
5.1 Souhrnné hodnocení za všechny stanice	40
5.1.1 Srážkové poměry	40
5.1.2 Teplotní poměry	44
5.1.3 Intenzita sucha	48
5.2 Stanice Praha-Klementinum	56
5.2.1 Srážkové poměry	56
5.2.2 Teplotní poměry	60
5.2.3 Potenciální evapotranspirace	64
5.2.4 Porovnání množství srážek a potenciální evapotranspirace	68
5.2.5 Intenzita sucha	71
5.3 Shrnutí 5. kapitoly	82
6 Vymezování period sucha a stanovení jejich četností v letech 1876-2002	87
6.1 Souhrnné hodnocení za všechny stanice – metoda efektivní srážky	88
6.2 Stanice Praha-Klementinum	100

6.2.1	Metoda efektivní srážky	100
6.2.2	Modifikovaná metoda efektivní srážky pracující s odhadem denní potenciální evapotranspirace	107
6.2.3	Shrnutí a porovnání výsledků metody efektivní srážky s její modifikací	113
7	Shrnutí a závěr	116
8	Literatura a zdroje dat	122
9	Seznam tabulek	126
10	Seznam grafů	131
11	Seznam vybraných zkratk, pojmů a vzorců	134
12	Přílohy	138

Abstrakt / Abstract

Disertační práce vznikla s podporou grantového projektu „Dlouhodobé změny režimu výskytu extrémního sucha v Česku“.

Analýza sucha na území Česka v letech 1875-2002 vycházela z osmi vybraných stanic s nejdelšími denními řadami teplot a srážek, které reprezentují klima středních a nižších poloh. Práce sleduje dva hlavní cíle: hodnocení intenzity sucha v předem zvolených kalendářních jednotkách (roky, vegetační období - měsíce duben až září) a vymezení nejvýraznějších period sucha.

Vedle dvou zcela nových objektivních indexů **DI** a **EvaDI** byla intenzita sucha na jednotlivých stanicích kvantifikována také na základě charakteristiky **EDI**, jež vychází z metody efektivní srážky autorské dvojice H. R. Buyn a D. A. Wilhite. Zvláštní pozornost věnujeme stanici Praha-Klementinum, pro kterou jsme spočítali odhady denních úhrnů potenciální evapotranspirace. Ty jsou společně s denními úhrny srážek základem dalších tří nově zkonstruovaných indexů intenzity sucha **EDI_{mod}**, **EDI₂** a **EvaDI₂**.

Metodu efektivní srážky jsme využili také při vymezení nejvýraznějších period sucha. Jejich průnikem na všech stanicích dostáváme časové úseky, ve kterých sucho zasáhlo celé území Česka. Na stanici Praha-Klementinum jsme vyzkoušeli také námi navrženou modifikaci metody efektivní srážky, která spočívá v začlenění odhadů denních úhrnů potenciální evapotranspirace do výpočtu stavu vodních zásob k danému kalendářnímu dni.

Přestože mezi výsledky jednotlivých indexů (a zároveň také přístupů) pozorujeme na úrovni jednotlivých let a vegetačních obdobích určité rozdíly, lze učinit obecný závěr, že pokud uvažujeme vedle srážek i teplotu vzduchu, pak jsme schopni statistickými metodami prokázat signifikantní nárůst intenzity sucha v průběhu hodnocené periody 1875-2002, která dosahuje svého maxima v 90. letech 20. století.

The thesis arose with the support of the project „Long-term changes in the regime of occurrence of extreme drought in Czechia“.

The drought evaluation was based on 8 weather stations which were chosen according to the length of their measurement. They represent the climate of lower and central positions. Two main aims are followed: quantification of drought severity in calendar units (years, vegetation seasons - months April till September) and determining of most considerable dry spells.

Beside two new indices **DI** and **EvaDI** the drought severity was also quantified by **EDI** which is based on the concept of the effective precipitation method proposed by H. R. Buyn a D. A. Wilhite. We paid special attention to the weather station Prague-Klementinum for which we estimated values of daily potential evapotranspiration. We used these estimates together with daily precipitation values for calculation of three other new drought indices **EDI_{mod}**, **EDI₂** and **EvaDI₂**.

We determined the most considerable dry spells by using the effective precipitation method. We also tried to identify dry spells which occurred at the same time at all weather stations. At the weather station Prague-Klementinum we tested out the modified effective precipitation method. Beside daily precipitation our modification also counts with values of estimated daily potential evapotranspiration which are integrated into the process of calculating water resources.

Although there are a lot of differences between drought indices results of driest years or vegetation seasons, when we take into consideration precipitation together with air temperature we observe a statistically significant trend of the drought severity growth during the period 1875-2002 which reaches the maximum in the 1990s.

1 Úvod

Povodně v srpnu 2002 byly v České republice o rok později vystřídány mimořádně suchým létem. Toto sucho nepostihlo pouze území naší vlasti, ale zasáhlo také podstatnou část Evropy. Kombinace sucha a vysokých teplot způsobila rozsáhlé požáry porostů v jižní Evropě a zejména ztráty na lidských životech v oblastech, pro které není takový ráz počasí zcela typický – např. ve Francii.

Výzkumu sucha je zejména v zahraničí věnována značná pozornost. Poznání sucha, jeho meteorologických a klimatologických aspektů, míry proměnlivosti a trendů veličin, jež jej charakterizují, jsou předpokladem efektivní ochrany proti nepříznivým následkům tohoto fenoménu. Také u nás jen málokdo pochybuje o významu hydrometeorologických extrémů a scénářů změn klimatu, které se shodují v tom, že v naší geografické oblasti, zejména v nížinách, by mělo být v teplé části roku zvýšení teploty provázeno mírným snížením množství srážek. To by znamenalo nárůst aridity klimatu a také četnější a intenzivnější sucho.

Disertace se věnuje problematice kvantifikace intenzity sucha v předem zvolených časových jednotkách (rok; vegetační období) a jeho vymežováním, tzn. stanovením začátku, konce a délky trvání.

Práce vznikla s podporou grantového projektu „Dlouhodobé změny režimu výskytu extrémního sucha v Česku“. Hodnocení sucha vycházelo z osmi vybraných stanic s nejdelšími denními řadami teplot a srážek, což umožnilo detailní analýzu zkoumaného fenoménu na území Česka v období 1875-2002.

V dalších kapitolách se zaměříme na komplexní představení sucha. Podíváme se na vymezení pojmu sucho, upozorníme na jeho specifika, která jej odlišují od jiných přírodních extrémů. Budou nás zajímat rovněž příčiny vzniku sucha, jeho předpověď a možné dopady sucha na lidskou společnost. Druhou polovinu našeho úvodu věnujeme přehledu vybraných metod hodnocení sucha, uvedeme také konkrétní příklady period sucha na území Evropy a České republiky.

1.1 Sucho – první přiblížení

Na internetových stránkách NDMC (National Drought Mitigation Center, Nebraska, USA) v [21] nacházíme několik základních charakteristik sucha. Američtí vědci zdůrazňují, že sucho je normální, opakující se projev klimatu, který souvisí s jeho kolísáním. Vztáhneme-li definici k normálu srážek, pak je výskyt sucha možný ve všech srážkových a teplotních režimech, ačkoliv jednotlivé charakteristiky tohoto fenoménu se v různých regionech výrazně liší. Sucho obecně vzniká při nedostatku srážek, který trvá po delší časovou periodu – někdy i celou sezónu. Sucho by mělo být vyjádřeno vzhledem k normálu srážek za delší časový úsek, který přibližně znázorňuje rovnováhu mezi srážkami a evapotranspirací pro určitou lokalitu.

Vysvětlení pojmu sucho, i když ve velmi obecné rovině, podává Meteorologický slovník výkladový a terminologický [31]: „Sucho - velmi neurčitý, avšak v meteorologii často užívaný pojem, znamenající v zásadě nedostatek vody v půdě, rostlinách nebo i v atmosféře“. S podobným přístupem se setkáváme i v [5]: „Hlavní vlastností sucha je pokles dostupnosti vody v určitém období a oblasti“. Zavedení pojmu sucho podle Encyclopedia of Earth System Science [54], která uvádí, že sucho lze definovat jako deficit srážek vzhledem k očekávané srážce (normálu), který se vyskytuje v průběhu sezóny nebo delšího časového období..., lze chápat jako definici meteorologického sucha. Podobně je tomu také v případě definice v [12], která objasňuje pojem sucha v našich klimatických podmínkách. Suchem autoři označují

„určité časové období několika týdnů, měsíců i roků, ve kterém spadne méně srážek, než činí příslušný dlouhodobý průměr“.

Dostáváme se tak k třídění a klasifikaci definic sucha. Je důležité připomenout, že sucho ovlivňuje různé složky krajinné sféry. Neexistuje proto žádná univerzální a všeobecně uznávaná definice sucha. D. A. Wilhite a M. H. Glantz [53] uvádějí přehled některých z více než 150 publikovaných definic sucha. Souhrn definic sucha podávají také Tate a Gustard [46], Demuth a Bakenhus [13] a Dracup a kol. [15]. Wilhite a Glantz [53] třídí definice sucha na pojmové, které není možno aplikovat např. v reálném čase při vymezení suchých období, a operační (funkční). Tato kategorie zahrnuje definice, jež umožňují stanovit začátek, konec a intenzitu suchých období. V [53] rozlišují autoři čtyři druhy sucha.

Meteorologické sucho - obvykle se hodnotí na základě odchylky srážek od normálu pro určité časové období. Vyjadřuje tedy jednu z primárních příčin sucha.

Hydrologické sucho - vyjadřuje se pomocí deficitů povrchových a podpovrchových zásob vody.

Zemědělské sucho - obvykle se vztahuje k potřebám půdní vláhly konkrétních plodin v určitém čase.

Socio-ekonomické sucho - definice spojující sucho s ekonomickou teorií nabídky a poptávky.

Meteorologické sucho ve smyslu nedostatku srážek je primárním aspektem sucha. Při nedostatku vody v půdě se postupně objevuje sucho zemědělské. Pokud deficit srážek nadále pokračuje, vzniká hydrologické sucho vztahující se k zásobám povrchových vod. Podzemní vody jsou obvykle ovlivněny naposled a jako poslední se také vracejí k normálu. Tate a Gustard [46] rozlišují sucho klimatologické, agrometeorologické, sucho z pohledu řek a z hlediska stavů podzemních vod.

Na závěr úvodního představení sucha dodejme, že globální (světové) rozložení ročních průměrů srážek neposkytuje údaj o výskytu sucha nebo o jeho intenzitě. Výskyt sucha závisí na použité definici. Například dle definice založené na množství dosažitelné vody by aridní zóny byly permanentně postiženy suchem. Proto je nyní důležité vysvětlit rozdíl mezi suchem a ariditou.

1.2 Sucho vs. aridita

Jestliže sucho souvisí s počasím a vyskytuje se (zjednodušeně řečeno), když jsou srážky znatelně pod normálem, aridita je naopak vlastností klimatu. Bývá obvykle definována na základě nízkých průměrných srážek a dosažitelného množství vody. Jedná se o klimatický znak (rys) regionu. Aridní regiony se vyznačují kombinací nízkého úhrnu srážek a vysokých teplot. S ariditou úzce souvisí i proces desertifikace – postupná přeměna krajiny v poušť. Tento proces však není podmíněn pouze klimatickými změnami, ale také zemědělstvím [48].

Aridita je podle definice omezena na regiony nízkých průměrných srážek a obvykle vysokých teplot, zatímco sucho je možné identifikovat v každém srážkovém a teplotním režimu. V aridních zónách se setkáváme s trvalou přítomností aridity, ale sucho jako odchylka od normálních klimatických podmínek se může vyskytovat ve všech klimatických zónách.

Podle [63] rozeznáváme v souvislosti s ariditou a následným formováním pouští 4 hlavní faktory. Tyto faktory působí společně a vytváří aridní podmínky. V mnoha případech však může být některý z nich výrazně dominantní a mít tak rozhodující vliv.

První z příčin aridity jsou oblasti vysokého tlaku vzduchu. Většina pouští se nachází ve vnitrozemí nebo na západním pobřeží kontinentů mezi 15° a 30° severní nebo jižní zeměpisné šířky. Vzduch, který se ohřívá v oblasti rovníku jako následek zvýšené solární radiace, stoupá a ochlazuje se. Dochází ke kondenzaci a vypadávání srážek a následně také ke snížení vlhkosti vzduchu. Klesající vzduch vytváří v zeměpisných šířkách kolem 30° severní a jižní zeměpisné šířky pásy subtropického vysokého tlaku vzduchu. Vzduchové masy se při sestupu ohřívají a dokáží tak pojmout více vody. Následkem je nízká relativní vlhkost vzduchu, která znesnadňuje formování oblaků a snižuje pravděpodobnost výskytu dešťů.

Další z příčin vzniku aridních oblastí může být srážkový stín. Pásmo hor tvoří bariéru pro převládající proudění vzduchu. Návětrné strany hor se vyznačují vyšším úhrnem srážek. V jejich závětrí mohou vzniknout podmínky aridního klimatu. Vzduch je na návětrné straně nucen orograficky stoupat, jeho ochlazení provází pokles tlaku, což vede ke kondenzaci, formování oblaků a vypadávání srážek. Naproti tomu oteplování klesajícího vzduchu v závětrí rozsáhlých horstev doprovází zvyšování tlaku vzduchu, což zabraňuje jeho kondenzaci. Tento efekt je ještě zvýrazněn, jestliže se pohoří nachází na východě kontinentu, jako je tomu v případě Austrálie. Předpokládá se, že poušť Gobi v centrální Asii, která neleží v subtropických oblastech, vznikla jako následek sestupujícího vzduchu z Himalájí.

Na vzniku aridních oblastí mají svůj podíl také studené oceánské proudy. Několik pouští světa se nachází na západním pobřeží kontinentů v tropickém a subtropickém pásmu, kde se v důsledku vlivu všeobecné cirkulace vyskytují studené mořské proudy, jejichž nízká teplota souvisí s výstupem hlubinné vody (upwelling). Ty ochlazují vzduch a snižují tak množství vody, které okolní atmosféra dokáže pojmout, což v důsledku vede k úbytku množství srážek. Příkladem mohou být pouště Atacama a Namib na západním pobřeží Jižní Ameriky, resp. Afriky.

Poslední příčinou aridity, kterou uvádí [63], je kontinentalita. V průběhu přemístování vzduchových mas nad kontinentem se postupně snižuje jejich vlhkost tím, jak z nich vypadávají srážky. Zároveň vzduch nabírá pouze malé množství vláhy, neboť hodnota výparu nad zemským povrchem je ve srovnání s mořem nízká. Oblasti v centrálních částech kontinentů tak zaznamenávají pouze malé množství srážek, protože vzduch je zde mnohem sušší. Tento efekt je nejvíc patrný u velkých částí pevnin jako je Austrálie, Severní Amerika nebo Asie.

1.3 Příčiny sucha a jeho předpověď

Příčiny sucha

Dle [48] je sucho regionální projev všeobecných klimatických výkyvů, které souvisejí s trvalými anomáliemi atmosférické cirkulace ve velkém měřítku.

Meteorologové obvykle vysvětlují sucho v daném regionu abnormálním charakterem atmosférické cirkulace, ve kterém převládají procesy subsidence. Tyto abnormality mají původ ve fyzikálních silách, které stanovují znaky všeobecné atmosférické cirkulace a spolu s regionálními a místními faktory dotvářejí lokální klimatické vlastnosti. Existuje také názor, že výskyt sucha jsou rytmické a tudíž statistickými metodami předpověditelné. To však není příliš pravděpodobné.

Příčiny klimatických kolísání a změn nejsou dosud dokonale známé. Vědci proto prověřují rozličné hypotézy. Některé z nich uvažují extraterestrické vlivy na cirkulační změny, jiné omezují příčiny klimatických změn na systém Země-oceán-atmosféra.

Obecně lze konstatovat, že sucho může vzniknout díky změnám ve složení atmosféry, které mají za následek prostorové změny všeobecné cirkulace atmosféry. K dalším faktorům, jež jsou zmiňovány v souvislosti se suchem, patří skleníkové plyny, prach po sopečných výbuších, změny sluneční aktivity v cyklech a jiné.

Podle [12] vzniká sucho na našem území „nahodile v důsledku nerovnoměrného výskytu anticyklonálních a cyklonálních povětrnostních situací“. Mohutné tlakové výše, jež se často vytvářejí nad evropským kontinentem, blokují postup frontálních systémů přicházejících nejčastěji z oblastí Atlantského oceánu nebo Středozemního moře a podstatně zeslabují intenzitu srážek, které vypadávají při přechodu těchto front. Příkladem může být vyšší četnost anticyklonálních situací z let 1971-1974, jež vyústila ve vleklé sucho s průměrnou kladnou odchylkou tlaku vzduchu téměř 3 mb.

Předpověď sucha

Studie podle NDMC v [59] ukazují, že sucho je z meteorologického pohledu výsledkem synergického působení mnoha faktorů. Jedná se o komplikovaný proces, neboť příčin je mnoho a sucho představuje výsledek jejich současného působení. Důležitou roli v poznání sucha a jeho předpovídání hraje vysvětlení regionálních a globálních zákonitostí kolísání klimatu. Tyto zákonitosti způsobují periodické opakování situací s dostatečnou frekvencí, délkou a podobnými vlastnosti, což zlepšuje naši schopnost klimatické předpovědi, zvláště v tropické zóně. Klasickým příkladem je fenomén El Niño.

Primární příčinou sucha jsou subsidenční procesy v oblastech vysokého tlaku vzduchu, které zabraňují výstupným pohybům vzduchu a tvorbě oblaků. Následkem je nižší relativní vlhkost vzduchu a menší množství srážek. V oblastech, které se nacházejí pod vlivem tlakových výší v průběhu celého (nebo aspoň rozhodující části roku), se vytvářejí obvykle pouště. Naopak výskyt sucha souvisí s anomálním charakterem atmosférické cirkulace po dobu několika měsíců, sezóny nebo i delšího časového úseku.

Schopnost predikce sucha závisí na předpovědi dvou základních meteorologických prvků – teploty a srážek. Jak dlouho trvají teplotní a srážkové anomálie pak závisí na interakci atmosféra-oceán, půdní vláze, topografií a povrchových procesech, vnitřní dynamice, akumulovaném vlivu dynamicky nestabilních synoptických situací v globálním měřítku atd.

Předpověď výskytu sucha je poměrně úspěšná v oblastech, které si udržují relativně konzistentní a výrazně typické rysy klimatu (úroveň srážek, teplota, cirkulace). Významný je z tohoto pohledu výzkum zejména v tropické oblasti. Stálost klimatu umožňuje modelování sucha a jeho předpovídání na přibližně rok dopředu. Poměrně dobře zde umíme také modelovat působení fenoménu El Niño.

Častějším případem však je neschopnost predikovat sucho, neboť do hry vstupuje velmi mnoho proměnných. Velkou úlohu sehrávají dlouhodobá pozorování, která umožňují stanovit normál srážek pro jednotlivá období. Využitím statistického aparátu lze určit frekvenci jednotlivých případů a zkonstruovat pravděpodobnostní rozdělení výskytů sucha, což může pomoci při predikci tohoto jevu.

1.4 Prostorové a časové charakteristiky sucha

V publikaci [48] nacházíme stručný komentář k charakteristikám sucha. Nejprve uvedeme, co vše lze u sucha sledovat.

Sucho hodnotíme z prostorového a časového hlediska. První kategorií je plošný rozsah sucha. Sucha se mohou vyskytovat na území o rozsahu pouze několika stovek km². Tato sucha obvykle nejsou silná a délka jejich trvání bývá relativně krátká. Někdy se však sucho (označované jako kontinentální) může rozšířit na oblast pokrývající stovky tisíc km², nebo v extrémních případech dokonce miliony km². Potenciálně může být i celý kontinent zasažen suchem. Například sucho postihující polovinu Austrálie je očekáváno jednou za padesát let. Yevjevich [55] uvádí některé vlastnosti kontinentálního sucha.

- Průměrná plocha zasažená silným rozsáhlým kontinentálním suchem se pohybuje mezi 5 a 15 miliony km².
- Čím silnější a větší sucho, tím rozsáhlejší plocha jeho působení.
- Plošný tvar působení sucha je spíše eliptický než kruhový.

Časovými vlastnostmi sucha rozumíme zejména začátek, konec a délku trvání. Začátek a konec sucha jsou obtížně stanovitelné, délka trvání může být relativně dlouhá.

Kromě času se na charakteru a průběhu sucha podílejí také další faktory, které mohou významně zvýšit jeho sílu (intenzitu). Sucho je zpravidla spojeno s nadnormálními teplotami vzduchu, nižší relativní vlhkostí, zmenšenou oblačností a vyšším počtem hodin slunečního svitu, což jsou faktory, které bezprostředně ovlivňují výpar. Samotný úbytek vodních zdrojů však závisí také na topografii, vlastnostech povrchu a jeho retenčních schopnostech, rychlosti větru a mnoha dalších faktorech. Ty se navíc vzájemně ovlivňují.

Délka a intenzita sucha se značně mění v závislosti na klimatické zóně. V průběhu posledních sta let najdeme mnoho příkladů, kdy sucho v určité části kontinentu trvalo nepřetržitě 12 měsíců, na malých územích v některých případech skoro až 10 let.

1.5 Srovnání sucha s jinými přírodními riziky, následky sucha a jejich klasifikace, příklady historicky významných such

Sucho je pomalu vznikající přírodní riziko, což jej zároveň činí velice zákeřným. Dokud říční koryta nejsou vyschlá, úroda a rostliny zničené, resp. zvadlé, je sucho jen velmi těžko rozpoznatelné. Sucho nemá své epicentrum, šíří se a přesouvá prostorem a časem.

Naproti tomu většina přírodních rizik vzniká velmi rychle, někdy úplně bez jakéhokoliv varování a vyznačují se rychlým průběhem. Sucho se odlišuje pomalým vznikem i rozvojem, který trvá měsíce. Může se vyskytovat v průběhu celé sezóny, roků, někdy i dekad. Stanovení začátku a konce sucha je velmi obtížné, neboť vyžaduje řadu meteorologických a hydrologických proměnných. Efekty působení sucha mají kumulativní charakter, velikost intenzity sucha se zvyšuje s každým dalším dnem. S dopady po suchu se setkáváme ještě několik let po výskytu normálních dešťů [61].

Přímé vlivy sucha jsou méně zřejmé, nicméně sucho zasahuje větší území než ostatní přírodní rizika. Sucho v porovnání se zemětřesením, záplavami a hurikány způsobuje jen zřídka škody na stavbách nebo přímé ztráty na životech. Úmrtí související se suchem jsou obvykle spojována s vlnou horka nebo s přerušením dodávek potravy, což vede k podvýživě a v některých případech i k hladomoru.

Na rozdíl od jiných přírodních rizik sucho lidi spíše rozděluje, než by je spojovalo. Z novin se dozvídáme o konfliktech, kde předmětem sporu jsou vodní zdroje. Dopady sucha se projevují v celé šíři ekonomické sféry. To je samozřejmě dáno propojením a provázaností jednotlivých lidských aktivit.

Sucho v USA v letech 1987-89 stálo podle [57] vládu a veřejný sektor asi 39 mld. USD. Toto sucho postihlo 70 % území státu. V tabulce 1 můžeme tuto sumu porovnat se škodami, které způsobily nejhorší hurikán a zemětřesení. Rovněž studie z Texasu [61] se snaží vyčíslit škody způsobené silným jednoletým suchem. Hodnoty se pohybují okolo 15 mld. (přímé ztráty), dalších 25 až 45 mld. USD představují ztráty nepřímé.

Tabulka 1 Srovnání sucha, povodní a hurikánů v USA podle NDMC v [57]

Kategorie	Sucha	Povodně	Hurikány
Doba varování	< 1 rok (často bez varování)	sekundy až měsíce	36 hodin až měsíce
Trvání	měsíce - roky - dekády	hodiny - týdny	minuty - týdny
Četnost	Každý rok je některá část USA postižena silným suchem.	Vodní tok obvykle opustí koryta 2 krát za 3 roky.	1,6 / rok (započítány všechny intenzity)
Škody / rok	6-8 mld. USD	2,41 mld. USD	1,2-4,8 mld. USD
Největší škody	39-40 mld. USD (1988-89)	15-27,6 mld. USD (1993)	25-33,1 mld. USD (Andrew, 1993)
Plošný rozsah (největší)	65 % USA (červenec 1934)	povodí Mississippi 1993	-

Často se setkáváme s nepochopením a současně podceněním fenoménu sucha. Když jsou dopady sucha zřejmé, bývá již v mnohých případech pozdě na nějakou akci, která by zmírnila jeho následky.

Dopady sucha se běžně dělí na přímé a nepřímé. Redukce úrody, rostlinného pokryvu (úrody), pastvin a produktivity lesa, zvýšené nebezpečí požárů, pokles vodní hladiny, růst úmrtnosti volně žijících druhů, devastace a ničení přírodního prostředí a to i vodního - to vše jsou příklady přímých dopadů sucha. Následky těchto dopadů představují nepřímý vliv sucha. Redukce rostlinného pokryvu, pastvin a produkce lesa se může odrazit v nižším příjmu farmářů a pracovníků v zemědělství, vyšších cenách potravin, zvýšené nezaměstnanosti apod.

NDMC v [58] rozlišuje tři základní kategorie dopadů sucha:

- ekonomické,
- environmentální,
- sociální.

Pod první kategorií si můžeme představit ztráty a výdaje způsobené suchem v rostlinné a živočišné výrobě, lesním hospodářství (požáry), v rybolovu, ale také ekonomické efekty spojené se suchem jako snížení ceny pozemků, ztráty podniků přímo závislých na zemědělské produkci, vyšší nezaměstnanost, zvýšená zátěž finančních institucí, zpomalení ekonomického rozvoje, menší zemědělská produkce, ztráty v oblasti rekreace a turismu, energetické ztráty – nutnost substituce levné hydroenergie, pokles produkce potravin a s tím spojený růst cen.

K environmentálním dopadům se řadí škody na fauně a flóře, ztráta biodiverzity, hydrologické efekty spojené se snížením vodních zdrojů, růst počtu požárů, zrychlení vodní a větrné eroze, zhoršení kvality půd, ovzduší a krajinného rázu.

Sociální dopady sucha není nutné podrobně komentovat. Při déle trvajícím silném suchu trpí zdraví člověka a roste stresové zatížení. Nedostatek vody může vést v některých oblastech ke konfliktům na různých úrovních, zhoršuje se také celková kvalita života.

Na závěr kapitoly uvedeme 7 příkladů historicky významných such dle [62] a jejich stručnou charakteristiku (viz tabulka 2).

Tabulka 2 Historická sucha podle [62]

2000 př. n.l.	Silné sucho mělo za následek velké ztráty na životech mezopotámské civilizace.
1849	Počátek vleklého sucha v Arizoně, které trvalo až do roku 1905.
1876	V tomto roce začalo tříleté období sucha a s ním souvisejícího hladomoru v Číně. Podle odhadu si toto sucho vyžádalo 9 miliónů lidských životů.
1921	Silné sucho a hladomor na Ukrajině a v dalších částech Sovětského svazu zabily přibližně 5 miliónů lidí.
1928	Sucho v Číně způsobilo smrt zhruba 3 miliónů lidí.
1941	Během dvouletého silného sucha v Číně umřely hladem 3 milióny lidí.
1965	Významné sucho na území Indie mělo za následek 1,5 miliónu lidských životů.

V [56] nacházíme největší světová sucha, která se zároveň dostala mezi 66 nejhorších přírodních katastrof za posledních 800 let. Je jich celkově 5, z toho 4 připadají na hustě zalidněnou Čínu a jedno sucho pak na africký kontinent.

Sucha na území Číny korespondují s výše uvedenou tabulkou. Sucho v Číně v letech 1876-1879 lze označit jako nejhorší v celé historii. Zasáhlo 9 čínských provincií o celkové ploše 1 milión km². Nedostatek potravin způsobil smrt asi devíti miliónů lidí.

Zmíníme se ještě o suchu na africkém kontinentě z let 1981-1984, které ovlivnilo významně život v dvaceti afrických zemích. Každý měsíc umřelo hladem asi 20 tisíc lidí a 150 miliónů lidí bylo odkázáno na pomoc ze zahraničí.

1.6 Metody hodnocení sucha

Absence univerzální definice sucha vede k mnoha problémům. Obtížné je v některých případech vůbec rozhodnout, zda se sucho vyskytuje či nikoliv. Pro stanovení začátku, konce a intenzity sucha máme celou řadu objektivních metod. Do výpočtu indexů sucha vstupují různé faktory jako srážky, teplota, evapotranspirace, půdní vláha, odtok, zásoby sněhu a vody v řekách a nádržích atd.

Existuje mnoho publikací, které se dotýkají problematiky přehledu a klasifikace metod hodnocení sucha. Zmínit musíme zejména publikaci WMO s názvem Drought and Agriculture [48]. V její příloze nalezneme přehled definic sucha a s nimi souvisejících přístupů založených na meteorologických a hydrologických proměnných, charakteristikách půdní vláhy a rostlin. Publikace rozlišuje pět kategorií definic sucha - na základě srážek, kombinace teploty a srážek, kombinace půdní vláhy (zásob vody v půdě) a rostlinných parametrů (úroda aj.), čtvrtou kategorií tvoří klimatické indexy a odhady evapotranspirace, pátou pak obecné definice a tvrzení.

Definice založené výhradně na srážkách vymezují meteorologické sucho. Definice obvykle obsahují vyjádření odchylky srážek od normálu pro určité časové období. Meteorologické sucho je tak obvykle vyjádřeno na základě srážkových odchylek od normálu v průběhu nějaké časové periody. Jako příklad lze uvést meteorologické sucho dle Great Britain Meteorological Office [17]: „Sucho je období delší než určitý počet dní se srážkami menšími než určité malé množství“. Definice meteorologického sucha se pro jednotlivé regiony liší, neboť vycházejí ze znalosti regionální klimatologie. Některé definice meteorologického sucha také určují sucho podle počtu dní s nižším úhrnem srážek, než je určitá specifická prahová hodnota. Tento typ definic však lze použít pouze pro regiony s ročním režimem srážek. V regionech, kde se vyskytují dlouhá bezsrážková období, je

uvažování specifických hodnot zavádějící. To platí zvláště pro tropické oblasti kolem obratníků.

Kombinací teplot a srážek dostáváme vymezení sucha podle indexů, které v sobě mají obsažen odhad evapotranspirace, jenž je v poměrně těsném vztahu ke globálnímu záření a tedy i teplotě. Již od začátku 20. století vznikla celá řada indexů (např. v [48]), které byly použity v různých klasifikacích klimatu: Lang (1915), de Martonne (1926) – index aridity, Köppen (1931). Větší uplatnění při výzkumu sucha však měl např. Seljaninovův hydrotermický koeficient.

Při výzkumu sucha se také používají metody odhadu evapotranspirace, neboť sucho, jak již bylo dříve naznačeno, je následkem snížení množství a intenzity srážek pro dané místo a současně velkého potenciálního výparu. Některé indexy tak porovnávají množství srážek a potenciální evapotranspiraci, tedy maximálně možný výpar za předpokladu dostatečného množství vody k vypařování. Výpar skutečný, který závisí na množství vody, jež je v krajině k dispozici, se většinou značně liší od potenciálního výparu. Lze jej však obtížně měřit a většinou se pro jednotlivá povodí pouze odvozuje z rovnice vodní bilance. Přehled metod stanovení výparu nalezneme v publikacích [39] a [47].

Z pohledu indexů sucha je významné použití kombinované metody Penmana [41] pro výpočet potenciální evapotranspirace, která od svého vzniku doznala četných změn – např. Penman FAO-24 Method, UF IFAS Penman 1984 Method. Penmanův postup použil Monteith pro kvantitativní určení transpirace porostů. ASCE Penman Monteith 1990 je modifikací Penman-Monteithovy metody pro určení evapotranspirace zatrávněných povrchů [26].

Spojením metod turbulentní difúze a energetické bilance dostáváme kombinovanou metodu pro výpočet evapotranspirace. Příkladem je výpočet evapotranspirace podle Budyka a Zubenokové v [39]. Metoda má fyzikální opodstatnění a osvědčila se pro výpočet potenciální a aktuální evapotranspirace. Podle této metody stanovil průměrné měsíční hodnoty potenciální evapotranspirace pro mnohé lokality Čech a Slovenska Tomlain [50]. Ty jsou také základem výpočtu Tomlainova klimatického ukazatele zavlažení.

Z Penmana vychází metoda Priestley-Taylor, která však již patří mezi radiační metody výpočtu potenciální evapotranspirace. Mezi tyto metody, jež jsou založeny na empiricky získaných závislostech mezi potenciální evapotranspirací a hodnotou jednoho nebo více meteorologických prvků (z nichž jeden je globální záření), řadíme dále metody Turc, Hargreaves, Jensen-Haise [26].

Vedle radiačních metod tvoří další velkou skupinu metody teplotní, které vycházejí z předpokladu, že teplota představuje meteorologický prvek, jenž nejtěsněji koreluje s výparem. Patrně nejznámější je metoda Thornthwaitova. Odhad potenciální evapotranspirace dle Thornthwaitovy formule vstupuje do výpočtů Palmerova indexu sucha a Thornthwaitova indexu vlhka.

Další příklady empirických rovnic potenciální evapotranspirace uvádí [39]. Metoda Ivanova umožňuje výpočet měsíčních hodnot potenciální evapotranspirace z trávy. Vstupními údaji jsou průměrná měsíční teplota a relativní vlhkost vzduchu. Naopak k určení výparu z vodní hladiny za dekádu slouží rovnice Baca pracující s průměrným měsíčním sytostním doplňkem vzduchu, průměrnou měsíční rychlostí větru a průměrnou denní sumou záření dopadající na povrch Země za uvažované období. Ze sytostního doplňku vychází také metoda Papadakise. Rovnice Tichomirova je vhodná pro výpočet výparu z vodních ploch. Počítá se na základě rychlosti větru ve 2 metrech nad hladinou a sytostního doplňku v téže výšce.

Obecně lze říci, že empirické rovnice jsou založeny na výsledcích měření v konkrétních podmínkách. Jejich použití v jiných podmínkách vyžaduje kalibraci.

Odhad evapotranspirace, jednoho ze základních členů bilance vody v půdě, je nezbytný v metodách, které hodnotí sucho prostřednictvím modelování rovnice vodní bilance

v půdě. V [48] jsou pod kategorií vodní bilance stručně popsány tyto metody: Thornthwaitova, Fitzpatrickova, Palmerova, Baier-Robertsonova a metoda používaná v bývalém SSSR.

Poněkud aktuálnější přehled indexů sucha je spolu s komentářem k výhodám a omezením jejich použití uveden v [10] a [22]. Tabulku současných indexů sucha naleznete na konci této kapitoly (tabulka 3). Podívejme se blíže na vybrané indexy a pokusme se krátce zhodnotit výhody a nevýhody jejich použití.

Nejprve si řekněme něco o indexech, které pracují pouze se srážkami: **RAI**, **RI**, **DR**, **PN**, **Decily** a **SPI**.

RAI (Rainfall Anomaly Index, autor Rooy) provádí relativní srovnání měsíčních hodnot srážek s průměrem z 10 extrémních kladných a záporných měsíčních srážek. Aktuálnímu měsíčnímu úhrnu srážek je tak přiřazena hodnota na stupnici mezi -3 a +3.

Veličina **RI** (National Rainfall Index) je dle [60] používána pro srovnání prostorového rozložení anomálií srážek v regionech, které jsou výrazně ovlivněny procesy desertifikace a častějším výskytem suchých period. Index vynalezli Gommes a Petrassi pro účely charakteristiky srážkových poměrů subsaharské Afriky. Jedná se o roční průměr srážek pro určitou zemi, který vznikl vážením z průměrů dlouhodobých řad jednotlivých stanic. **RI** umožňuje srovnání mezi zeměmi.

K Africe se vztahuje také další index, ten však v tabulce 3 uveden není. **DR** (Dependable Rains) lze volně přeložit jako spolehlivý déšť. Na Afriku jej aplikoval Le Houerou. **DR** je definován jako množství deště, které se vyskytne během každých čtyř z pěti let. Nemyslí se po sobě jdoucích, ale z hlediska statistického.

PN (Percent of Normal) je jedna z nejjednodušších metod hodnocení srážek pro určité místo. Spočítá se z poměru aktuálních srážek k příslušnému srážkovému normálu, obvykle třicetiletému. **PN** lze stanovit pro různé časové jednotky. Srážky v měsíčním a sezónním měřítku však často nemají normální rozdělení. Přitom metoda **PN** vychází z předpokladů normálního rozdělení, ve kterém jsou si průměr a medián rovny. **PN** rovněž neumožňuje srovnání mezi různými místy.

V Austrálii se pro monitoring sucha používá metoda **Decilů**, která je v jistém smyslu podobná metodě procent z normálu. Snaží se však odstranit její slabiny. Podstata metody **Decilů** vychází z konstrukce frekvenční funkce, která se může lišit od frekvenční funkce normálního rozdělení. Graf pod frekvenční křivkou se rozdělí na 10 plošně shodných úseků. První decil udává množství srážek, které není překročeno ve více než 10 procentech případů. Pátý decil je medián, který určuje srážku, jež není překonána v 50 % případů během periody pozorování. Metoda **Decilů** se vztahuje k meteorologickému suchu a mezi její výhody patří menší náročnost na vstupní údaje a předpoklady ve srovnání s komplexnějšími metodami. Umožňuje rovněž stanovit délku a intenzitu sucha, zejména vzhledem k dlouhodobým poměrům. Její nevýhodou je předpoklad dlouhé řady pozorování.

Index **SPI** (Standardized Precipitation Index) je konstruován pro kvantifikaci srážkového deficitu ve vícerozměrném časovém měřítku. Měl by tak odrážet dopad srážkového deficitu na dosažitelnost různých vodních zdrojů. **SPI** je proto počítán pro různé časové úseky. Z dlouhodobé řady srážek stanovíme rozdělení pravděpodobnosti (distribuční funkci), které se převede na normované normální rozložení s průměrem 0 a směrodatnou odchylkou 1. **SPI** pracuje s normovanými hodnotami, což umožňuje srovnání pro různé stanice. Jinou klasifikaci **SPI** přináší [1]. Nové mezní hodnoty pro klasifikaci sucha dle **SPI** byly odvozeny porovnáním s definicí hydrologického sucha založené na křivce překročení denních průtoků. Průtok Q95, který je překročen v 95 procentech případů, je brán za hranici sucha na tocích s vyšším spádem.

Nejnámějším a asi také nepoužívanějším indexem je **PDSI** (Palmer Drought Severity Index). Index vychází z rovnice vodní bilance a měří velikost zásob půdní vláhy, které jsou

standardizovány, což umožňuje srovnání mezi různými místy a měsíci. Počítá se s využitím srážkových a teplotních dat, uvažován je také obsah dosažitelné vody v půdě. Do výpočtu vstupují všechny členy rovnice vodní bilance jako jsou evapotranspirace, vsak a zásoby vody v půdě, odtok a výpar z povrchu. Lidské vlivy na vodní bilanci v půdě, jako např. odvodňování (irigace), nejsou pro výpočet **PDSI** uvažovány. Palmer také odvodil kritéria, podle kterých lze na základě **PDSI** určit začátek a konec sucha. Hodnoty **PDSI** se mění v rozsahu od -6,0 (sucho) do +6,0 (vlhko). Klasifikační stupnice vlhkostních poměrů na základě **PDSI** byla zvolena podle Palmerovy původní studie z centrální Iowy a západního Kansasu. **PDSI** se počítá typicky pro měsíce, ve vegetačním období i pro jednotlivé týdny. Palmerův index je oblíben a široce používán, dlouhé řady hodnot Palmerova indexu umožňují stanovit abnormalitu aktuálního počasí a také analogie současných podmínek s minulostí. **PDSI** poskytuje vhodnou časovou a prostorovou prezentaci historických i stávajících such. Alley [2] upozorňuje na některé nedostatky Palmerova indexu. McKee a kol. [37] zase připomíná, že **PDSI** je navržen pro zemědělství, ale již tak přesně nereaguje na hydrologické vlivy, které jsou následkem delších such.

Jako doplněk Palmerova indexu pro vlhkostní podmínky státu Colorado byl autory Shafer a Dezman v [22] zkonstruován **SWSI** (Surface Water Supply Index). Hodnoty **PDSI** jsou nepřesné v hornatých oblastech, neboť tento index nepočítá se sněhovými zásobami a odtokem z tajícího sněhu. Proto vznikl index **SWSI** jako indikátor vodních zásob na povrchu, kde sníh představuje hlavní složku. **SWSI** zahrnuje hydrologické i klimatologické znaky do jediné hodnoty indexu. Hodnoty **SWSI** jsou standardizovány a umožňují tak srovnání mezi povodími. Pro výpočet **SWSI** potřebujeme zásoby sněhu, průtoky, srážky a zásoby vody v nádržích. V zimě se nepočítá s průtoky, v létě naopak průtoky nahrazují zásoby sněhu. Každému uvažovanému vodnímu zdroji přísluší při výpočtu váha, která odpovídá jeho příspěvku na povrchových zásobách vody v povodí. Takto vážené komponenty jsou pak sečteny, čímž se stanoví hodnota **SWSI** pro celé povodí. Hodnoty **SWSI** jsou stejně jako **PDSI** centrovány v nule a nabývají hodnot od -4,2 (sucho) do +4,2 (mokro). Každé změny v povodí však vyžadují změnu vah komponent a tím odlišný způsob výpočtu, což znesnadňuje získání homogenních časových řad indexu.

Dalším indexem, se kterým se setkáváme v přehledu [22], je **RDI** (Reclamation Drought Index). Je stejně jako **SWSI** počítán na úrovni povodí. Do jeho výpočtu vstupují srážky, zásoby sněhu, průtok a zásoby vody v nádržích. Od **SWSI** se liší, neboť zahrnuje také teplotní komponentu a délku trvání. Předností indexu je, že dokáže započítat klimatické faktory i vodní zdroje. Tím, že počítá s teplotou, pracuje částečně také s evapotranspirací. Index je však pro jednotlivá povodí unikátní, což znesnadňuje vzájemné srovnání.

Poněkud specifické postavení má v našem přehledu **CMI** (Crop Moisture Index) vyvinutý Palmerem v rámci metodiky výpočtu **PDSI**. Je zaměřen na krátkodobý (týdenní) monitoring vláhových podmínek v hlavních produkčních regionech. Vychází z průměrné teploty a množství srážek za daný týden. Závisí také na hodnotě **CMI** předchozího týdne. **CMI** reaguje poměrně rychle na měnící se podmínky. Hodnoty **CMI** jsou místně i časově váženy. Máme tak zaručenu možnost srovnání vlhkostních poměrů různých lokalit. **CMI** však není dobrým nástrojem pro hodnocení déle trvajících such, neboť byl koncipován tak, aby začínal a končil vegetační sezónu v blízkosti nuly. Například u sucha délky několik let, stejně jako u zimního období, začátku nebo konce vegetační sezóny nemůžeme tento index s úspěchem použít.

Současné používané indexy sucha však mají celou řadu slabin, na které upozorňují H. R. Byun a D. A. Wilhite v [10]. Většina indexů, které se používají při hodnocení sucha, nedokáže dostatečně přesně určit jeho začátek a konec. Obvykle pracují pouze s měsíčními průměry (nejen meteorologických prvků). Neuvažují rovněž úbytek vodních zásob v čase, který je funkcí odtoku a evapotranspirace. Nevýhodou některých metod zůstává značná

náročnost na vstupní údaje. Mnoho parametrů při výpočtu indexů musí být odhadováno (např. odtok a evapotranspirace). Dále je také opomíjen fakt, že základem všech odhadovaných parametrů jsou srážky. Někteří autoři se domnívají, že použití pouze srážek je pro stanovení meteorologického sucha lepší než užití složitých indexů. Žádný z indexů také nezohledňuje skutečnost, že dopady sucha se na jednotlivé části krajinné sféry projevují s určitým zpožděním. Velikost půdní vláhy vztahujeme obvykle k aktuálním srážkovým poměrům, vodní zdroje v rezervoárech pak k časově delším součtům srážek.

H. R. Byun a D. A. Wilhite v [10] navrhli nové indexy sucha, které řeší nedostatky současných metod hodnocení sucha. Denní úbytek vodních zdrojů reprezentuje efektivní srážka (**EP**), kterou spočítáme pouze na základě denních úhrnů srážek. Úbytek vodních zásob v čase vyjadřuje časově závislá redukční funkce, z níž odhadujeme aktuální vodní deficit. Z **EP** vychází řada dalších indexů, jež dovolují stanovit délku a intenzitu sucha, akumulovaný srážkový deficit (odchylku od normálu), srážku nutnou pro návrat k normálu a standardizovaný index intenzity sucha, který umožňuje srovnání mezi různými místy.

Kromě zmiňovaných metod a indexů můžeme k vymezení období sucha použít také pevně zvolenou hodnotu. Tento přístup pak můžeme obecně označit jako **metodu prahové hodnoty** (threshold level method). Blízká poslednímu uvedenému přístupu je například **metoda efektivní srážky** (effective precipitation). Efektivní srážka se definuje jako množství srážek, které stačí vyrovnat evapotranspiraci a udržet půdní vlhkost nad bodem vadnutí. Deficitní srážkové období trvá, jestliže je úhrn srážek nižší než srážka efektivní. Intenzitu sucha pak vyjadřujeme pomocí množství srážek nebo rozdílem efektivní a pozorované srážky [23].

V publikaci [23] jsou uvedeny a stručně popsány vybrané metody hodnocení hydrologického sucha. První uvedenou je **metoda prahové hodnoty** (threshold level method). Tato metoda se obecně zabývá studiem časových úseků pod nebo nad danou hranicí a původně byla pojmenována jako method of crossing theory. Pomocí této metody je možno určit statistické vlastnosti rozdělení deficitů vodních zdrojů, délku období, úroveň, resp. intenzitu sucha. Zároveň metoda umožňuje stanovit hodnotu minimálního průtoku a čas jeho výskytu. Intenzita sucha se obvykle definuje jako poměr úrovně deficitu a délky trvání sucha. Důležitým krokem je výběr prahové hodnoty. Tu můžeme zvolit jako jisté procento z průměrného průtoku, nebo jako percentil z křivky trvání (překročení) průtoků, která představuje vztah mezi daným denním průtokem a příslušným překročením průtoku. Překročení průtoku je bezrozměrný index, jenž proporčně vyjadřuje čas, po který je určitý denní průtok roven nebo překročen během období sledování. Volba prahové hodnoty je poměrně obtížná záležitost. Pokud zvolíme nízkou prahovou hodnotu (ve smyslu percentilů z křivky překročení průtoků), dostáváme mnoho krátkých období sucha. Naopak je-li prahová hodnota příliš vysoko, získáme obvykle sucha trvající i několik let. Prahová hodnota může být fixní nebo se může během roku měnit. Například denní proměnlivou prahovou hodnotu lze definovat jako pravděpodobnost překročení křivky trvání denních průtoků. Tento přístup založený na denním kroku může být nesprávný, jestliže vycházíme z krátké řady pozorování, která není dostatečně reprezentativní. Někdy se tento nedostatek eliminuje, jestliže počítáme denní pravděpodobnosti překročení jako klouzavé průměry – např. z 31 po sobě jdoucích dní. Výsledkem je pak poněkud shlazená řada prahových hodnot. Pro důslednou analýzu řady je třeba oddělovat případy zimních a letních such. Hlavním cílem je najít pravděpodobnostní rozdělení délky sucha a velikosti deficitu, abychom byli v budoucnu schopni predikovat jeho riziko. Dvěma nejčastěji používanými modely analýzy extrémních hodnot jsou model ročních maximálních/minimálních řad (annual maximum/minimum series model - **AMS**) a model částečných řad trvání (partial duration series model - **PDS**). Model **AMS** se skládá z nejdelších a nejkratších výskytů během každého roku, **PDS** obsahuje všechny události pod nebo nad určitou hranicí.

Sucho lze monitorovat také z pohledu podzemních vod. Definici pojmu podává Calow a kol. [11]: „Pojem sucho podzemních vod používáme při popisu situace, kdy slábnou zásoby podzemní vody jako přímý následek sucha“. Van Lanen a Peters [52] prezentují přehled definic a vlivů sucha podzemních vod. V závěru je uvedena definice: „Sucho podzemních vod se vyskytuje, jestliže hladina podzemní vody ve zvodněné vrstvě klesne pod kritickou úroveň během určitého časového intervalu“. V některých zemích (Spojené království, Nizozemsko) dochází k monitorování hladiny podzemních vod a sucho nastává při poklesu pod určitou prahovou hodnotu. U sucha se z pohledu podzemních vod se analyzují 3 proměnné: doplňování (vsak), hladina podzemní vody a odtok podzemní vody (Tate a Gustard [46]; Van Lanen a Peters [52]), které reprezentují přítok, retenci a odtok vody z rezervoáru.

V závěru kapitoly se podíváme, jaké metody jsou v praxi používány vybranými evropskými státy. V Belgii se podle [42] používala vodní bilance pro travu založená na Penmanově formuli. V Bulharsku zase pracovali s odchylkami výnosů (úrody) od průměru a jejich srovnáním s bilancí vlhkosti během vegetačního období. U nás se hojně využíval Seljaninův hydrotermický koeficient a v Dánsku vycházeli z porovnání potenciální evapotranspirace a srážek vzhledem k požadavkům plodin na vláhu. Francouzské ministerstvo zemědělství využívalo index založený na měsíčních srážkách a teplotě. V Německu se měřil pokles půdní vláhy ve vztahu k hydrolimitům. V Irsku rozhodující roli při identifikaci sucha hrál akumulovaný deficit půdní vláhy pod 6 cm vysokou trávou v jarním období. Portugalsko využívalo metodu decilů, prahové hodnoty odvozené z četnostního rozdělení našly uplatnění také ve Španělsku. Ve Spojeném království a Jugoslávii pracovali s konceptem meteorologického sucha a vztahem délky období a srážkových úhrnů.

Tabulka 3 Přehled indexů sucha – upraveno podle [10]

Index	Faktory, ze kterých vychází	Časová jednotka
PDSI	s, t, et, pv, o	měsíc (2 týdny)
RAI	s	měsíc, rok
Decily	s	měsíc
PN	s	měsíc
CMI	s, t	týden
SWSI	s, t, et, pv, o, sn	měsíc
SPI	s	3, 6, 12, 24, 48 měsíců
RI	s	rok, století
RDI	s, t, sn, ř, r	měsíc

Legenda: s – srážky, t – teplota, et – evapotranspirace, pv – půdní vlhkost, o – odtok, sn – zásoby sněhu, ř – voda v řekách (průtok), r – voda v rezervoárech.

1.7 Výzkum sucha v evropském měřítku

Ačkoliv by se na první pohled možná mohlo zdát, že problémy Evropy se suchem jsou v porovnání s jinými světadíly, zejména Afrikou, Austrálií a Asií, méně významné, je i v Evropě suchu, zejména v posledních desetiletích, věnována zvýšená pozornost.

Většina prací, které se zabývají problematikou sucha v Evropě, má pouze regionální charakter. O výzkum sucha v evropském měřítku se pokusili Briffa a kol. [9]. Svou studii založili na **PDSI**. Výzkum byl zaměřen na variabilitu půdní vláhly v létě v období 1892-1991. Výsledkem bylo 9 regionů na bázi prostorového rozložení hodnot **PDSI**.

Ze současných prací zabývajících se výzkumem sucha zmiňují autoři v [35] projekty Assessment of the Regional Impact of Droughts in Europe (ARIDE) [14] a Water Resources: Influence of Climate Change in Europe (WRINCLE) [30]. Zatímco projekt ARIDE má těžiště v hydrologii a meteorologické sucho je uvažováno při vzniku regionální klasifikace hodnocení hydrologického sucha z pohledu průtoků, WRINCLE poskytuje detailnější hydrologickou projekci klimatu Evropy. Statistika sucha vychází z **PDSI** i akumulovaných deficitů měsíčních úhrnů srážek.

Článek [35] autorské dvojice LLoyd-Hughes a Saunders je významným příspěvkem k problematice sucha v Evropě. Výzkum byl založen na výpočtu indexů **SPI** a **PDSI** pro jednotlivé měsíce v období 1901-1999.

Zmíníme zde alespoň některé zajímavé závěry této studie. Autoři tvrdí, že podíl Evropy trpící extrémním nebo středním suchem se v průběhu 20. století příliš nezměnil. Trendy na úrovni desetiletí jsou však z pohledu rozsahu sucha zřejmé. Větší dopad sucha na celou Evropu zaznamenáváme ve 40. letech, začátkem let 50. a v 90. letech uplynulého století, menší výskyt sucha pak ve druhém desetiletí 20. století, 30. a 80. letech. Podle obou indexů se zvyšuje vlhkost (pozitivní trend) na velkých území Skandinávie, Nizozemska a Ukrajiny. Zvyšování vlhkosti je nejvyšší na území severovýchodní Evropy v zimním a jarním období. Naproti tomu se území východní Evropy a západního Ruska stávají v průběhu 20. století suššími. Extrémní sucha se podle **PDSI** vyskytují s větší frekvencí ve střední a východní Evropě a s nižší frekvencí na velké části pobřeží severozápadní Evropy, středomořském pobřeží a v Alpách. Prostorové rozdělení četností extrémních such podle **SPI** je více homogenní. Nejdélejší extrémní sucha se podle klasifikační stupnice indexů vyskytla v Itálii, severozápadní Francii, Finsku a severozápadním Rusku. Extrémní sucha podle obou indexů trvají v průměru 2 až 3 roky, nejhorší pak déle než 5 let.

Zásadní prací k tématu regionalizace sucha v Evropě je Technical Report No. 9 projektu ARIDE (Assessment of the Regional Impact of Droughts in Europe) s názvem Regionalization and Drought Characterisation in Europe publikovaná v prosinci 2000 [3].

Evropa byla pro účely studie nejprve rozdělena na 15 klimaticky relativně homogenních regionů: Island, norské pobřežní oblasti, povodí v závětrné části Skandinávského poloostrova, povodí severní Evropy, povodí východní Evropy, povodí střední Evropy, Francie a Velká Británie, západní část Iberského poloostrova, ostrovy v Atlantiku, vnitrozemí Iberského poloostrova, povodí Pádu a Róny, centrální Středomoří, povodí středního a dolního Dunaje, východní Středomoří a jižní Kaspik.

Studie vycházela při výzkumu sucha pouze z řady srážek. Uvažovány nebyly žádné další hydrologické faktory jako retence půdy, velikost zvodněné vrstvy, rezervoáry, zásoby vody v podobě sněhu a ledu, které mohou ovlivnit průběh sucha. Na časové řady měsíčních úhrnů srážek aplikovali řešitelé projektu metodu proměnlivé prahové hodnoty pro stanovení počátku sucha. Prahové hodnoty byly stanoveny u všech 12 měsíců z percentilů hodnot čáry překročení pro jednotlivé měsíce. Konec sucha je spojován s hodnotou kritického parametru.

Výsledkem studie je přehled vymezených období sucha pro jednotlivé regiony ve sledovaném období 1901-1996. Regionální sucha se jeví na sobě nezávislá. Uvedeme nyní

několik příkladů z dlouhého výčtu such a suchých období, tak jak byla vymezena v 15 klimaticky homogenních regionech Evropy.

1904-1905	nejdelší suché období v povodích střední Evropy
1916-1917	nejhorší sucho na Islandu
1917-1920	nejhorší sucho v jižním Kaspiku
1924-1926	nejintenzivnější a nejdelší sucho ve vnitrozemí Iberského poloostrova (předcházelo mu rovněž silné sucho v letech 1922 a 1923)
1933-1934	nejhorší sucho ve Francii a Velké Británii
1942-1943	nejdelší sucho v povodí Pádu a Róny
1945-1946	nejhorší a nejdelší sucho v centrálním Středomoří
1973-1975	nejhorší sucho ve východním Středomoří
1975-1976	nejsilnější suché období v severní Evropě
1976	nejsilnější suché období ve střední Evropě
1976-1980	nejsilnější a nejdelší sucho v norských pobřežních oblastech
1984	nejdelší suché období ve východní Evropě (pokračovalo v následujícím roce a zasahovalo i do předchozího)
1989-1993	suché období na středním a dolním Dunaji
1991-1995	nejhorší sucho v západní části Iberského poloostrova

Výše uvedené výsledky ukazují poměrně dobrou shodu s tématicky podobnou studií IH (Actually Centre for Ecology & Hydrology in Wallingford, UK).

IH (Institut of Hydrology) [25] zkoumal sucha od konce šedesátých let. Sucho roku 1976 zaznamenáváme v severní Evropě od září 1974, ve střední Evropě pak od prosince 1975, ve Francii a Velké Británii od května 1976 a od srpna 1976 ve Skandinávii a na norském pobřeží. Také mezi lety 1988 a 1992 se Evropou šířilo několik such, která byla zvláště výrazná na Iberském poloostrově v letech 1991-1995.

Analýzou výskytu meteorologického sucha v západní Evropě se zabývala ARIDE Technical Report No. 10 Overview of Regional Drought Analysis in Western Europe [43]. Tato studie je zaměřena na výzkum meteorologického sucha v západní Evropě z pohledu regionálního rozšíření a také výjimečnosti. Ze všech částí západní Evropy byla k dispozici data za období 1951-1952 až 1985-1986. Pro některé regiony mohli autoři pracovat s daty za delší časové období. Studie se zpracovávala pro celkový počet 12 regionů. Oblast západní Evropy byla pokryta hustou sítí čtverců a pro každý rok a každou časovou řadu se roční úhrn srážek pro daný čtverec porovnával s prahovou hodnotou. Sucho se dle autorů vyskytuje, pokud je pozorovaný úhrn srážek nižší než jistá prahová hodnota. Hranice sucha byla definována jako nepřekročení pravděpodobnosti 0,2 v regionální roční srážce.

Suchem ve smyslu uvedené definice bylo postiženo více než 75 % území v letech (hydrologický rok) 1904-1905, 1905-1906, 1920-1921, 1928-1929, 1932-1933, 1943-1944, 1948-1949, 1972-1973, 1975-1976 a 1988-1989. Pouze u dvou z těchto let se hodnota 75 % vztahuje k celému území západní Evropy, neboť pro celé hodnocené území byla k dispozici data pouze za období 1951-1952 až 1985-1986.

V jednotlivých regionech bylo více než 75 % území zasaženo suchem v 17 až 37 % let. Obvykle byly oblasti postiženy dvou až tříletým suchem. V západní Francii a na jihu Balkánu se setkáváme i s delšími případy čtyřletých až šestiletých such. Největší počet mimořádných such zaznamenali autoři ve střední části Iberského poloostrova a v Irsku. Sucho v centrální části Iberského poloostrova z let 1943-1945 bylo označeno jako čtyřistaleté, tzn. s očekávaným výskytem jednou za 400 let. Musíme si však uvědomit, že takové označení je vzhledem k délce časové řady, ze které se vycházelo, diskutabilní. V Irsku bylo nejhorší sucho z let 1974-1976, kterému byla přiřazena doba návratu 300 let. Tříletá sucha postihující

100 % území regionu se vyskytla v centrální části Iberského poloostrova (začátek sucha - hydrologický rok 1980-1981) a v západní Francii (zač. 1941-1942).

Srovnání výskytů sucha lze korektně provést pouze pro společné období 1951-1952 až 1985-1986 (35 let). V tomto období byla více než polovina území západní Evropy zasažena suchem v letech 1953-1954, 1956-1957, 1958-1959, 1963-1964, 1971-1972, 1973-1974, 1975-1976 a 1984-1985. Významná z pohledu výskytu sucha byla zejména první polovina 70. let. Asi 80 % území západní Evropy se potýkalo se suchem v letech 1972-1973 a 1975-1976. Pouze některá území jihu západní Evropy nebyla tímto suchem postižena. Ve sledovaném období 1951-1952 až 1985-1986 se vyskytlo rovněž několik such s více než pětadvacetiletou periodou: Alpy a jižní Balkán 1951-1952, centrální část Iberského poloostrova 1952-1953 a 1953-1954, střední Evropa, Kréta, Velká Británie a Irsko 1958-1959, Kréta 1969-1970, Alpy 1970-1971, střední Evropa, Velká Británie, Irsko a Skandinávie 1975-1976, jih Balkánu 1984-1985.

Ze závěrů studie dále zmíníme ještě stoletá a víceletá sucha (tj. doba opakování alespoň 100 let), která byla pozorována ve střední Evropě v letech 1920-1921 a 1948-1949, v centrální části Iberského poloostrova v hydrologickém roce 1944-1945, ve Velké Británii 1958-1959 a 1975-1976, ve Skandinávii 1946-1947 a 1975-1976 a konečně v západní Francii 1948-1949.

Jak je zřejmé z výše uvedených závěrů studie [43], sucho není jev zasahující současně celou Evropu.

Regionální pohled na výskyt hydrologického sucha v Evropě přináší článek [24]. V této studii byla aplikována definice hydrologického sucha založená na deficitech průtoků. Sucho je definováno jako období, během kterého průtok zůstává pod určitou hodnotou. Projekt vycházel z rozsáhlé databáze, která obsahovala průtoky z 29 evropských zemí. Celkově se jednalo o denní průtoky z 4400 měřicích stanic, z nichž 40 % mělo řady delší než 30 let.

Výsledky byly statisticky testovány a zjistilo se, že není možné říci, že by byl výskyt sucha na evropském kontinentě častější a měl vyšší intenzitu. Pozorovány byly také regionální odlišnosti. U většiny stanic autoři nezjistili v období 1962-1990 statisticky významné změny. V některých částech Evropy však byla prokázána zvyšující se intenzita sucha: Španělsko, jižní a západní část Velké Británie, Česká republika a Slovensko. Naopak regiony s tendencí k nižší intenzitě such nacházíme podle [24] v jižní části Německa, v Rakousku, na východě Evropy (např. Bělorusko, Ukrajina) a na západním pobřeží Norska.

Obecně lze říci, že změny v intenzitě a frekvenci hydrologického sucha hodnoceného přes průtoky lze vysvětlit změnami klimatu (zejména srážek a teplot) a také umělými vlivy jako odběr povrchové vody, zavlažování a urbanizace. Článek také upozorňuje na skutečnost, že trendy ročních a sezónních průměrů se nemusí nutně odrazit v trendech intenzity a četnosti sucha. Například v povodích s omezenou retenční kapacitou má množství srážek během léta větší vliv na intenzitu sucha. Také další proměnné jako teplota, vlhkost, vítr a vegetace mají důležitý vliv na výskyt sucha, neboť určují ztráty vody evapotranspirací. Největší sucha se v Evropě pravidelně vyskytují v létě.

Z dalších studií uvedeme ještě článek [16], jenž přináší specifický pohled na výzkum sucha v oblasti Středomoří. Region Valencie zažíval na počátku 90. let 20. století období silného sucha, které vedlo k domněnce, že Iberský poloostrov všeobecně směřuje k desertifikaci. Analýza více než čtyřicetiletého období však ukazuje, že region byl již dříve zasažen několika epizodami sucha o různých intenzitách a s různými ekonomickými následky. Z podrobné analýzy obdrželi autoři čtyři suchá období: 1952-1955, 1963-1964, 1978-1985 a 1993-1995. Epizoda 1993-1995 je sice nejkratší, ale zároveň jedna z nejintenzivnějších z pohledu sucha v uplynulých 40 letech.

1.8 Výzkum sucha v Česku

Na závěr našeho úvodu do problematiky sucha se logicky dostáváme k výzkumu sucha na území České republiky. Stručně zmíníme studie, které se pokoušely zejména o klimatologickou klasifikaci sucha na našem území, o konstrukci indexů intenzity sucha a o odhad hodnot potenciální evapotranspirace. Podstatná část této kapitoly je věnována představení vybraných výsledků studií hodnocení sucha a suchých období na území Česka. Ty budou později podkladem pro posouzení validity závěrů disertační práce.

Hned několik pokusů o klimatologickou klasifikaci území Česka z pohledu sucha, tzn. např. vymezení suchých oblastí, pochází ze 40. a 50. let minulého století. Na Minářovu mapu dešťových faktorů pro území Česka navázal J. Brablec v [7] mapami hodnot tohoto indexu pro vegetační období a jednotlivé měsíce, které do něj spadají. Brablec narozdíl od Mináře ve svých úvahách vyloučil zimní srážky, neboť u nich nelze přesně zjistit vliv na zásoby vody v půdě. Vypracoval proto mapy dešťových faktorů pouze za měsíce v teplém období roku. Stejný autor je podepsán také pod mapkou indexů vlhka pro území Česka v [8] dle Thornthwaitovy metody, kterou představil čtenářům o rok dříve v Meteorologických zprávách A. Gregor [19]. Brablec sestavil pro území Česka rovněž mapku hydrotermických koeficientů podle Seljaninova. Obě metody dávají přibližně stejné výsledky, což mapky publikované v [8] potvrzují.

Na základě vztahu mezi Thornthwaitovým indexem vlhka, srážkami, teplotou a rychlostí větru odvodil v 50. letech M. Konček [33] empirickou rovnici pro tzv. index zavlažení. Klasifikace území Československa podle nově zkonstruovaného indexu byla porovnána z Thornthwaitovou klasifikací dle indexu vlhka a dána do vztahu s úrodou vybraných zemědělských plodin.

Z přelomu 40. a 50. let pocházejí také pokusy o určení skutečného výparu z bilanční rovnice $H = O + Z$, kde H je roční úhrn srážek, O je odtok a Z ztráty výparem a prosakováním do půdy. J. Jílek [27] sestavil mapu ročního průměrného úhrnného výparu pro území Čech, Moravy a Slezska. Vycházel z předpokladu, že v dlouholetém průměru se obsah vody v půdě nemění a veličinu Z tak můžeme ztotožnit s výparem. Zároveň zdůrazňuje, že této metody je možno použít jen pro roční úhrny. Mapa podtrhuje suchost západních Čech, kde dle tvrzení Jílka půda zřejmě nejhůře hospodaří se spadlou vodou.

Při stanovení potenciální evapotranspirace se často využívají empirické závislosti mezi intenzitou výparu a některými meteorologickými prvky. Thornthwaitovou metodou spočítal V. Matějka [36] potenciální evapotranspiraci pro 141 stanic na území Československa. Stejný autor zpracoval potenciální evapotranspiraci na území Československa rovněž podle Papadakisova vzorce (např. v [36]), který vychází ze sytostního doplňku. Srovnáním obou metod lze konstatovat, že Papadakisova metoda reaguje více na rozdíly v podnebí, neboť gradienty potenciální evapotranspirace jsou poněkud vyšší. Papadakisova metoda dovoluje, narozdíl od Thornthwaitova přístupu, vypočet měsíčních hodnot potenciální evapotranspirace také v zimních měsících. Naproti tomu Thornthwaitova metoda vede k menším rozdílům v potenciální evapotranspiraci mezi klimaticky odlišnými oblastmi.

Kombinovanou metodu výpočtu evapotranspirace podle Budyka a Zubenokové v [49] z roku 1974 použil J. Tomlain pro stanovení průměrných měsíčních a ročních úhrnů potenciální evapotranspirace lokalit na území bývalého Československa. Takto vypočítané hodnoty potenciální evapotranspirace jsou základem Tomlainova klimatického ukazatele zavlažení (např. v [20]), který v letních měsících červen, červenec a srpen porovnává potenciální evapotranspiraci s úhrnem srážek. Podle klimatického ukazatele zavlažení bylo na území bývalého Československa vymezeno sedm podoblastí.

V níže uvedených odstavcích se budeme v krátkosti věnovat výsledkům vybraných studií hodnocení sucha na území Česka, jež se zabývají posouzením intenzity sucha v předem

daných kalendářních jednotkách (roky, vegetační období), případně vymezením nejsušších period.

Významným příspěvkem k výzkumu sucha z pohledu historického je práce profesora F. Augustina [4] „Sucha v Čechách v době od roku 962-1893“. Augustin vycházel z rozličných historických pramenů a z řady denních úhrnů srážek na stanici Praha-Klementinum z let 1805-1893. Rozdělení suchých a mokrých let v tomto období přináší tabulka 4. Augustin označuje rok jako suchý/mokrý, jestliže nedostatek/nadbytek srážek přesahuje hodnotu 25 mm (5 % normálu). V tabulce 4 nalezneme dvě suché periody: 1805-1826 a 1852-1874, nejsušším byl ve sledovaném období rok 1842, naopak nejvlhčím 1890.

Tabulka 4 Rozdělení suchých a mokrých let podle Augustina v [4] (období 1805-1893)

Období	Normální roky	Suché roky	Mokré roky	Hodnocení
1805-1826	9	10	3	perioda sucha
1827-1851	4	6	15	perioda mokra
1852-1874	7	14	2	perioda sucha
1875-1893	2	4	13	perioda mokra

Dalším význačným dílem o suchu na našem území je bezesporu práce K. Pejmla [40], která mapuje výskyt suchých let v období 1500-1900. M. Možný v [38] na Pejmla navázal a sledované období prodloužil o další století. Zajímavostí jistě je skutečnost, že poslední dekáda 20. století vykazuje společně s roky 1531-1540 a 1751-1760 vůbec nejvyšší četnost suchých let (7), což odpovídá periodě opakování 220-240 let.

Grantový projekt [45], s jehož přispěním tato práce vznikla, se nevěnoval pouze období 1875-2002, nýbrž se pokusil zmapovat sucho také v preinstrumentálním období, tedy v epoše, která předcházela přístrojovému měření teplot a srážek. Nejstarší konkrétní zprávu o suchu v Čechách uvádí Kosmova latinská kronika. Podle ní trvalo sucho roku 1121 v Čechách celé tři měsíce (březen-květen). Nelze však říci, zda jím bylo zasaženo také území Moravy a Slezska. Systematičtější zprávy o suchu se objevují až od roku 1500. J. Munzar tedy svou pozornost v rámci grantového projektu [45] zaměřil na dokumentaci výskytu sucha od počátku 16. do konce 19. století. Proxy data z nejrůznějších zdrojů a pramenů umožnila vybrat 5 „modelových“ roků, ve kterých sucho zasáhlo prakticky celé území dnešní České republiky. Jedná se roky 1540, 1590, 1616, 1790 a 1842, jejichž bližší charakteristiku uvádí tabulka 5.

Tabulka 5 Historická sucha v 16.-19. století podle Munzara v [45]

Rok	Trvání
1540	polovina května – začátek října
1590	začátek června – polovina září
1616	začátek dubna – konec září
1790	začátek března – konec června
1842	začátek dubna – konec září

V publikaci [12] nalezneme hodnocení vegetačních období na stanici Praha-Klementinum v letech 1876-1981 na základě srážkové a teplotní odchylky od normálu. Jako nejsušší a zároveň nejteplejší vychází vegetační období roku 1947. Z pohledu deficitu srážek se za ním umístily roky 1911, 1904 a 1976. Druhé nejteplejší vegetační období připadá na rok 1934, vykazuje však nižší deficit srážek než již zmíněná období. Citované výsledky dávají autoři také do souvislosti s nejnižšími průtoky pozorovanými na Labi v Děčíně vždy ke konci vegetačního období. Z perspektivy hydrologického sucha tak dostáváme následující pořadí nejsušších vegetačních období: 1911, 1934, 1921, 1947 a 1904. Zde je však třeba poznamenat, že od roku 1954 vltavská kaskáda vylepšuje (nahodnocuje) průtoky, což se projevuje zvláště v obdobích sucha. Nejdéle trvající odtokové sucho se podle [12] vyskytovalo v povodí Moravy. Trvalo od února 1932 do stejného měsíce roku 1935. Nepřerušovaná řada podprůměrných měsíčních průtoků měla tedy délku 37 měsíců. Autoři také upozorňují na skutečnost, že na území Česka lze očekávat sucha spíše delší, často trvající od jara až do zimních měsíců. V období nadprůměrných teplot se zvýšený výpar více uplatňuje na území Moravy než v Čechách, což lze doložit vyššími průměry extrémních hodnot meteorologických prvků (např. relativní vlhkosti vzduchu). Dalším bezesporu zajímavým závěrem je, že se sucha sdružují (kumulují) do několikaletých období. Příkladem mohou být periody 1933-1936, 1971-1974, 1884-1887 a 1961-1964. Z pohledu srážkového deficitu je nejdelším a nejsušším obdobím šestiletí 1947-1952. Jednou za 2-3 roky se mění období s kladnými odchylkami srážkového deficitu na záporné a naopak. Zvlášť suché roky byly dle [12] pozorovány v letech 1933-1934, 1942-1943, 1953, 1962-1963 a 1972-1973. Přibližně desetiletá perioda výskytu s kalendářními roky končícími trojkou bývá dávána do souvislosti se slunečními cykly, kdy pokles srážek velmi zhruba koresponduje s obdobími minima sluneční činnosti.

Komentář k památnému suchu roku 1947 uveřejnil A. Gregor v [18]. Série suchých měsíců s nadnormálními teplotami vyvrcholila v teplotně podprůměrném říjnu s úhrnem srážek na úrovni jen asi 5-20 % normálu, kdy sucho dosáhlo katastrofální úrovně. Sucho, jež trvalo od dubna, ukončil až mimořádně vlhký listopad se zhruba dvojnásobným množstvím srážek v porovnání s normálem.

V. Kakos se v [28] pokusil o zhodnocení intenzity sucha v průběhu vegetačního období roku 1976. Podle modifikovaného Langova dešťového faktoru vychází sucho ve vegetačním období roku 1976 jako páté nejhorší. Stejně místo zaujal tento rok ve 101leté řadě 1876-1976 také z hlediska srážkového deficitu. Primát nejsuššího a zároveň nejteplejšího vegetačního období si s velkým odstupem zajistil rok 1947, za ním se dle modifikovaného Langova dešťového faktoru umístily roky 1911, 1951 a 1904. V ukazatelích hydrologického sucha (průtoky vzhledem k normálu) bylo odtokové sucho na Labi ve vegetačním období roku 1976 hodnoceno jako 5-10leté, na Moravě jako 10-15leté.

Hodnocení sucha v letech 1982-1984 podává V. Kakos v [29]. Autor měl za jednotlivé kraje k dispozici roční průměry srážek a teploty vzduchu v období 1876-1984. Meteorologické sucho bylo hodnoceno přes roční deficity srážek s přihlédnutím k teplotním odchylkám od dlouhodobého průměru. Kakos porovnával 10 tříletých období s největším celkovým deficitem srážek. V Čechách vycházejí jako nejsušší roky 1971-1973, druhé (1933-1935) a třetí (1932-1934) nejsušší období lze vlastně považovat za jedno 4leté suché období, neboť roky se překrývají. Na 4. místě se umístilo období 1951-1953, na pátém pak 1982-1984. Naopak na území Moravy je dle autora meteorologické sucho 1982-1984 v uvažované periodě 1876-1984 druhé nejhorší hned z období 1932-1935. Překonalo i sucho z let 1971-1973.

Výzkum sucha hydrologického se v [29] opíral o porovnání průměrných ročních průtoků v závěrových profilech Labe, Moravy a Odry s dlouhodobými průměry na těchto tocích. Ukázalo se, podobně jako v [12], že hydrologicky nejméně vodné období připadá na

roky 1932-1934, vlivem výraznější retardace se v povodí Labe (Děčín) minimum o rok posunulo – jako nejsušší se jeví období 1933-1935.

Rozbor mimořádného sucha na Moravě ve vegetačním období roku 1983 přináší článek J. Trachtulce v [51], jenž porovnává vegetační období na stanici Znojmo na základě výpočtu zásob půdní vláhy v metrové vrstvě dle metodiky uvedené v [49]. Sucho v roce 1947 mělo delší trvání, i když z pohledu dosaženého minima zásob půdní vláhy se roky 1947 a 1983 jeví jako rovnocenné. K vyrovnání vláhového deficitu došlo v roce 1947 až během listopadu a prosince, v roce 1983 již v průběhu měsíce září. Sucho roku 1976 nedosáhlo dle [51] na Znojemsku zdaleka takové intenzity jako v letech 1947 a 1983.

Analýzu period sucha podle **PDSI** na stanici Praha-Klementinum v období 1805-2000 najdeme ve studii [34]. Nejvyšší četnost měsíců s hodnotami **PDSI** nižšími než -2 (suché) registrujeme v posledních dvou dekádách 20. století. Nejvyšší intenzitu sucha vykazuje rok 1990, jako extrémně suché se ve 20. století jeví také roky 2000, 1943 a 1974. Podle autorů došlo v období 1951-2000 ve srovnání s periodou 1805-1950 ke zvýšení pravděpodobnosti výskytu suchých měsíců o zhruba 5-15 %.

V rámci grantového projektu [45] byla na datech z období 1876-2002 testována také metoda součtových řad I. Sládka, jejíž detailní popis nalezneme v [44]. Metoda vychází z denních údajů o srážkách a průměrné teplotě vzduchu. Umožňuje jednoznačně stanovit počátek a konec jednotlivých suchých období. Teplota vzduchu je v metodě použita jako veličina nepřímo charakterizující potenciální evapotranspiraci. Kvantitativní hodnocení trvání a intenzity sucha vyjadřuje kritérium sucha **S**, jež má na všech stanicích výrazné maximum kolem poloviny 20. století. U většiny stanic je lineární trend kritéria **S** slabě rostoucí, z čehož je patrné, že výskyt a intenzita sucha v průběhu 20. století přinejmenším neklesají. Dle metody I. Sládka připadá u nás nejčastější výskyt výrazných suchých období na babí léto.

Jiný přístup při hodnocení sucha použil v rámci diskutovaného grantu [45] M. Možný. Posouzení intenzity sucha je založeno na indexu hydrometeorologického sucha (**IHS**), při jehož konstrukci vycházel Možný z hydrologické bilanční rovnice zohledňující vedle spadlých srážek i ztráty vody evapotranspirací nebo odtokem [38]. Výpočet indexu probíhá nepřetržitě od 1. ledna do 30. října. Denní indexy se postupně načítají a platí, že čím je hodnota **IHS** menší, tím je intenzita sucha vyšší. V článku [38] se Možný zaměřil na porovnání hodnot **IHS** ve vegetačních obdobích 1891-2003 na šesti vybraných stanicích. Podle [38] vychází jako nejsušší vegetační období roku 1947, za ním se na dalších místech umístily roky 2003, 1976 a 1935. Sucho v roce 1947 lze považovat za 500leté, v roce 2003 za 150leté.

Řešitelé grantu [45] došli, v souladu s [12], ke společnému závěru, že skupin roků s výrazně nadprůměrnou nebo naopak podprůměrnou koncentrací projevů sucha je ve sledovaném období více. Tyto roky nejsou v čase rozloženy rovnoměrně, ale vyskytují se ve skupinách, resp. ve shlucích.

Zvýšený zájem o výzkum sucha podtrhuje také skutečnost, že v novém Atlasu podnebí Česka [32] je suchu věnováno 10 stran. Mapy počtu a délek trvání epizod sucha podle indexů **SPI** a **PDSI** doplňuje vymezení oblastí na základě Langova dešťového faktoru. Prezentovány jsou také mapy hodnot **IMMS** (index meteorologicky možného sucha), který vychází z potenciálních deficitů vláhy (vztah srážky vs. potenciální evapotranspirace dle Penmana) ve vrstvě půdy 0-20 cm za vegetační období (duben-září).

Citované studie zcela jasně neprokázaly, že by se intenzita sucha v evropském nebo celosvětovém měřítku zvyšovala. V některých částech evropského kontinentu však bylo v průběhu 20. století pozorováno zvyšování intenzity a četnosti výskytu sucha. Mezi tyto regiony řadíme podle citovaných studií i území České republiky. Toto tvrzení je základní hypotézou také naší práce.

2 Cíle a struktura práce

Cíle

Disertační práce sleduje **dva hlavní cíle**, které se v mnohých aspektech vzájemně prolínají nebo doplňují.

Prvním z nich je **hodnocení intenzity sucha na území Česka v období 1875-2002 v předem zvolených kalendářních jednotkách (roky, vegetační období)**.

Pod tímto obecným cílem si můžeme představit identifikaci nejsušších let a vegetačních období podle nejrůznějších indexů hodnocení intenzity sucha, které za tímto účelem byly nebo budou vytvořeny. Na základě těchto indexů bychom měli být schopni objektivně a kvantitativně vyjádřit intenzitu sucha v různých časových jednotkách, odlišných lokalitách a mít možnost posouzení trendů v intenzitě sucha a ve výskytu suchých let, resp. vegetačních období. Dosažené výsledky by neměly být pouze příspěvkem k hodnocení sucha z pohledu historického, ale měly by mít také ambice stát se jedním z podkladů pro kvalitní validaci klimatických modelů a tím i tvorbu scénářů budoucích změn charakteristik sucha. Ty mají v dnešní době stále větší význam s ohledem na scénáře globálního oteplení pro naši geografickou oblast, které se shodují v tom, že zejména v nížinách by mělo být v teplé části roku zvýšení teploty provázeno mírným snížením množství srážek. To by znamenalo nárůst aridity klimatu a také četnější a intenzivnější sucho.

Druhým, neméně významným, cílem práce je **vymezení nejsušších období na území Česka v námi sledované periodě 1876-2002**. Vycházíme z předpokladu, že sucho je podmíněno synoptickými procesy a vymezeno dny nástupu a ukončení. To znamená, že délku trvání sucha lze přesně stanovit. Objektivní vymezení sucha podle skutečného počasí v jednotlivých dnech je základem metody efektivní srážky publikované v [10]. Z této metody budeme vycházet a také se jí pokusíme dále rozvinout a zdokonalit. U vymezených nejsušších období budeme sledovat nejen intenzitu sucha stanovenou na základě již dříve použitých indexů, nýbrž se zaměříme také na poznání dalších kvalitativních a kvantitativních vlastností sucha, které jsme při jeho hodnocení v předem zvolených časových jednotkách sledovat nemohli (četnost epizod sucha v jednotlivých letech, délku jejich trvání, dobu výskytu v průběhu roku, atd.).

Struktura práce

Kapitola „*Zdroje dat*“ se zabývá problematikou výběru stanic, jejich stručnou charakteristikou, způsobem doplňování chybějících údajů a představením postupu při homogenizaci srážkových a teplotních řad.

Souhrnný **přehled indexů a použitých metod** uvádí stejnojmenná kapitola, v níž postupně nalezneme způsob odvození denních úhrnů potenciální evapotranspirace na stanici Praha-Klementinum, popis metody efektivní srážky autorské dvojice H. R. Buyn a D. A. Wilhite s definicí suchých období, resp. such a také naši modifikaci této metody, jež spočívá v rozšíření vstupních dat o odhady denních úhrnů potenciální evapotranspirace na základě denních průměrů teploty vzduchu. Indexy, které jsme využili pro hodnocení klimatologických poměrů na stanicích (srážky, teplota, u stanice Praha-Klementinum navíc také potenciální evapotranspirace), představují buď prosté aritmetické průměry sledovaných meteorologických prvků v předem zvolených časových jednotkách (kalendářní roky, vegetační období), nebo průměry jejich denních standardizovaných hodnot (nezávislé na lokalitě nebo ročním chodu)

v těchto obdobích. Závěr kapitoly je věnován indexům sucha, které vycházejí z námi definovaných metod, postupů a indexů, nebo mají svůj původ v metodě efektivní srážky.

Disertační práce je v souladu se stanovenými cíli členěna do dvou stěžejních kapitol: „*Klimatologické hodnocení intenzity sucha v jednotlivých letech a vegetačních obdobích 1875-2002*“ (kapitola 5) a „*Vymezování period sucha a stanovení jejich četností v letech 1876-2002*“ (kapitola 6). Zdánlivý časový nesoulad v hodnoceném období u obou kapitol je způsoben tím, že metoda efektivní srážky i její modifikovaná varianta jsou založeny na indexech, které posuzují vodní zdroje akumulované během posledních 365 dní, což znemožňuje jejich výpočet pro první rok měření.

Kapitola 5 se zabývá hodnocením intenzity sucha na území Čech a Moravy a na stanici Praha-Klementinum v předem zvolených časových jednotkách – kalendářních letech a vegetačních obdobích, která jsme a priori vymezili úsekem duben až září. Při hodnocení sucha na území Česka jsme se opírali o průměry za všech osm stanic. V letech, ve kterých jsme kompletní data neměli k dispozici, byl průměr „měřících“ stanic korigován koeficientem, který vychází z období 1921-2002, kdy měřily všechny stanice. Tuto korekci lze vyjádřit jako poměr průměru meteorologického prvku v letech 1921-2002 za všechny stanice k průměru jen za „měřící“ stanice. Hodnocení klimatologických poměrů a intenzity sucha probíhalo na základě metod a postupů z kapitoly 4. Samostatně jsou prezentovány pouze výsledky za stanici Praha-Klementinum, neboť pro ni máme k dispozici také vypočítané hodnoty denní potenciální evapotranspirace a můžeme tak využít dalších indexů intenzity sucha, které jsou na jejím odhadu založeny.

Kapitola 6 se věnuje zejména vymezování period sucha na jednotlivých stanicích v období 1876-2002 dle metody efektivní srážky a stanovení četnosti takto vymezených období v jednotlivých kalendářních dnech a letech. Ve společném období měření (1922-2002) jsme se pokusili najít průnik period sucha na všech stanicích. Výsledkem jsou pak nová období, ve kterých sucho zasáhlo celé území Česka (vyskytovalo se současně na všech stanicích). Na stanici Praha-Klementinum jsme společně s metodou efektivní srážky vyzkoušeli také její modifikaci, která je vedle naměřených denních úhrnů srážek založena také na odhadu denních úhrnů potenciální evapotranspirace. Postup při vymezování period sucha zůstává stejný, rozšířením vstupních dat o denní průměry teploty vzduchu (nezbytné pro odhad potenciální evapotranspirace) se více podtrhuje intenzita sucha u období teplotně nadnormálních. Kapitola 6.2.3 srovnává výsledky obou metod.

3 Zdroje dat

Výběrem a přípravou dat byl v rámci grantového projektu „*Dlouhodobé změny režimu výskytu extrémního sucha*“ v Česku [45] pověřen Jiří Hostýnek z plzeňské pobočky ČHMÚ.

S ohledem na stanovené cíle grantu byly vybrány stanice s nejdélšími řadami denního pozorování teplot a srážek. Jedná se o stanice Brno, Čáslav, České Budějovice, Klatovy, Olomouc, Praha-Klementinum a Tábor, jež byly dále doplněny o stanici Praha-Karlov, která se nachází mimo centrum Prahy a u níž lze předpokládat zeslabený vliv městského tepelného ostrova. Výběr nevycházel pouze z požadavku na délku pozorování, velký důraz se kladl také na kvalitu dat a malé změny v poloze. Stanice jsou rozmístěny v různých částech naší vlasti a reprezentují především nízké a střední polohy. Počátky kvalitního měření se u jednotlivých stanic liší. Seznam stanic, jejich zeměpisné souřadnice, nadmořskou výšku a období

pozorování nalezneme v tabulce 6. Pokud před uvedeným obdobím měřily stanice přerušovaně, resp. nebyla známa přesně jejich poloha, data se nepoužila. Podmínkou pro stanovení období pozorování na jednotlivých stanicích bylo rovněž souběžné měření teploty a srážek.

Tabulka 6 Poloha stanic a období pozorování podle [45]

Název stanice	Zkratka	Zeměpisná délka	Zeměpisná šířka	Nadmořská výška	Období pozorování
Brno-Pisárky	Br	16° 34' 04''	49° 11' 45''	203	1.1.1891-31.12.1922
Brno-Květná		16° 34' 21''	49° 11' 40''	223	1.1.1923-31.12.1960
Brno-Tuřany		16° 41' 44''	49° 09' 35''	241	1.1.1961-31.12.2002
Čáslav	Čá	15° 23' 44''	49° 54' 15''	251	1.1.1876-31.12.2002
České Budějovice	ČB	14° 28' 05''	48° 57' 32''	388	1.1.1888-31.12.2002
Klatovy	Kla	13° 18' 06''	49° 23' 32''	430	1.1.1921-31.12.2002
Olomouc-Slavonín	Ol	17° 14' 00''	49° 34' 00''	225	1.3.1909-31.12.1941
Olomouc-Slavonín		17° 14' 00''	49° 34' 10''	220	1.1.1942-31.12.1945
Olomouc-Slavonín		17° 14' 12''	49° 34' 33''	225	1.1.1946-31.12.1960
Olomouc-Slavonín		17° 14' 12''	49° 34' 33''	225	1.1.1961-28.2.1993
Olomouc-Slavonín		17° 13' 01''	49° 34' 10''	259	1.3.1993-14.2.2000
Olomouc-Holice		17° 17' 05''	49° 34' 31''	210	15.2.2000-31.12.2002
Praha-Karlov	Ka	14° 25' 07''	50° 04' 03''	232	1.1.1921-31.12.2002
Praha-Klementinum	Kle	14° 25' 09''	50° 05' 27''	191	1.1.1875-31.12.2002
Tábor	Tá	14° 40' 09''	49° 24' 49''	437	1.1.1875-31.12.1989
Tábor		14° 39' 42''	49° 26' 07''	461	1.1.1990-31.12.2002

Hlavním zdrojem dat byla databáze ČHMÚ CLIDATA, ve které jsou standardně uloženy maximální, minimální, termínové i průměrné denní teploty vzduchu a také denní úhrny srážek. Z této databáze byla exportována data za období 1961-2000, pro Klatovy rovněž za léta 1941-1960. Pro období před rokem 1961 se většinou použila starší digitalizovaná data v souborech dbf a také data digitalizovaná nově.

Sjednocení výše popsaných zdrojů probíhalo v tabulkovém procesoru EXCEL, kde byly různými analytickými nástroji detekovány možné chyby, které se znovu ověřovaly v originálních výkazech.

Chybějící údaje o průměrné denní teplotě vzduchu se doplnily pomocí lineární regrese podle nejvhodnější nejbližší stanice z našeho výběru při současném vyloučení chyb způsobených ročním chodem teploty vzduchu. V případě denních úhrnů srážek se s ohledem na vysokou variabilitu tohoto prvku postupovalo odlišně a výpadky byly doplněny regresními metodami na základě hodnot velmi blízkých klimatologických nebo srážkoměrných stanic. Zmíníme například použití Nepomuku a Domažlic pro Klatovy, Přerova pro Olomouc nebo Golčova Jeníkova v případě Čáslavi.

Metody filtrace dat, formální a logické jednostaniční kontroly, doplnění krátkých či delších výpadků a hrubá plošná kontrola ošetřily každou datovou řadu od začátku do konce pozorování. Poslední krokem homogenizace teplotních a srážkových řad byl přepočítání termínů pozorování (zejména v období 1875-1916) na dnešní standard 7, 14 a 21 hodin. Zde bylo využito recentního měření automatických stanic. Vycházelo se ze statistických testů rozdílů v průměrných denních teplotách vypočtených v dnešních standardech vůči termínům 8, 15, 22, případně 6, 13, 21 hodin. Historické průměrné denní teploty pak byly opraveny o střední průměrnou měsíční odchylku.

4 Přehled indexů a použitých metod

4.1 Postup při odvození rovnice pro výpočet denní potenciální evapotranspirace na stanici Praha-Klementinum

Při stanovení denních úhrnů potenciální evapotranspirace (**PET**) jsme se inspirovali Thornthwaitovým postupem výpočtu měsíční potenciální evapotranspirace, jehož výklad podává například Gregor v [19]. Thornthwaite vychází z matematického vyjádření **PET** na základě měsíčních průměrů teploty vzduchu, zeměpisné šířky a délky dne:

$$(1) \text{ PET} = 1,6 * \left(\frac{10 * T}{I} \right)^a,$$

kde **T** je měsíční průměr teploty vzduchu a **I** tzv. heat index (ohřevný index celoroční), který se spočítá z dílčích měsíčních indexů **i**:

$$(2) i = \left(\frac{T}{5} \right)^{1,514}.$$

Součet všech **i** dává výsledný index **I** obsažený ve vzorci (1). Konstantu **a** ze vzorce (1) získáme dle vztahu:

$$(3) a = 0,00000067 * 5 * I^3 - 0,0000771 * I^2 + 0,01792 * I + 0,49239.$$

Vypočtené hodnoty **PET** je třeba dále přepočítat na normální den o 12 hodinách slunečního svitu a na zeměpisnou šířku pomocí korekce z tabulky 7.

Tabulka 7 Korekce měsíčních hodnot potenciální evapotranspirace dle Thornthwaitovy metody s ohledem na zeměpisnou šířku a délku dne

Měsíc	50 ° zeměpisné šířky
leden	0,74
únor	0,78
březen	1,02
duben	1,15
květen	1,33
červen	1,36
červenec	1,37
srpen	1,25
září	1,06
říjen	0,92
listopad	0,76
prosinec	0,70

Koeficienty délky světlého dne (**kds**) za jednotlivé kalendářní dny, které by měly v průměru zhruba odpovídat hodnotám z tabulky 7, jsme spočítali jako průměr délek světlého dne v letech 1980 a 1999. Ten byl dále přepočítán na normální den o 12 hodinách slunečního svitu:

$$(4) \quad kds = \frac{ds}{12}, \text{ kde } ds \text{ je průměrná délka světlého dne pro daný kalendářní den z let 1980 a 1999.}$$

PET se dle Thornthwaitova vzorce počítá pouze pro měsíce s kladnými průměry teploty vzduchu.

Podle Thornthwaitova postupu jsme vypočítali měsíční úhrny **PET** v období 1875-2002. Pomocí metod regresní analýzy jsme poté našli rovnici, jež nejlépe popisuje závislost mezi měsíčními hodnotami **PET** a průměrnou měsíční teplotou vzduchu. Odvozená rovnice má tvar:

$$(5) \quad \ln PET = 1,1266 * \ln T + 3,3715, \text{ resp.} \\ PET = 3,3715 * e^{1,1266 * \ln T}$$

Abychom mohli výše uvedenou rovnici použít pro jednotlivé dny, rozšíříme vztah o koeficienty, které zajistí přepočet z měsíční báze na denní. Celkový počet měsíců s kladným teplotním průměrem v období 1875-2002 je 1394 (průměrná teplota 10,91° C). Dále předpokládáme, že na denní bázi bude potenciální evapotranspirace počítána pouze ve dnech s kladným teplotním průměrem. Počet takových dní je v rámci uvažovaných 1394 měsíců roven 39667 (teplotní průměr 11,84° C).

Výchozí premisou při úpravě vztahu (5) na denní krok je rovnost součtu úhrnů **PET** v měsících s kladným teplotním průměrem se součtem denních úhrnů **PET** ve dnech těchto měsíců. Rovnice pro výpočet denní **PET** (odvozená ze vztahu (5)) získává tak následující podobu:

$$(6) \quad PET = \frac{3,3715 * \left(T * \frac{10,91}{11,84} \right)^{1,1266}}{\left(\frac{39667}{1394} \right)} = \frac{3,3715 * e^{1,1266 * \ln T} * 0,9211^{1,1266}}{28,4555},$$

kde **T** je denní průměr teploty vzduchu (pouze kladné). Pro denní průměry teploty vzduchu menší nebo rovny nule, má denní **PET** nulovou hodnotu.

V posledním kroku rozšíříme vztah (6) o koeficienty délky světlého dne (**kds**), čímž provedeme úpravu vypočtených denních úhrnů **PET** na délku dne a zeměpisnou šířku. Dostáváme tím vzorec (7), pomocí něhož budeme počítat denní úhrny **PET** na stanici Praha-Klementinum v období 1875-2002.

$$(7) \quad PET = \left(\frac{3,3715 * e^{1,1266 * \ln T} * 0,9211^{1,1266}}{28,4555} \right) * kds,$$

kde T je denní průměr teploty vzduchu (pouze kladné) a kds pak koeficienty délky světlého dne odvozené ze vztahu (4).

4.2 Metoda efektivní srážky

V této kapitole představíme metodu efektivní srážky (**EP**) autorské dvojice H. R. Buyn a D. A. Wilhite, jejíž originální popis můžeme nalézt v [10], v české verzi pak např. v [6].

Denní úbytek vodních zdrojů reprezentuje efektivní srážka **EP** (Effective Precipitation), která je dána rovnicí

$$(8) \quad EP_i = \sum_{n=1}^i \left(\frac{\sum_{m=1}^n P_m}{n} \right),$$

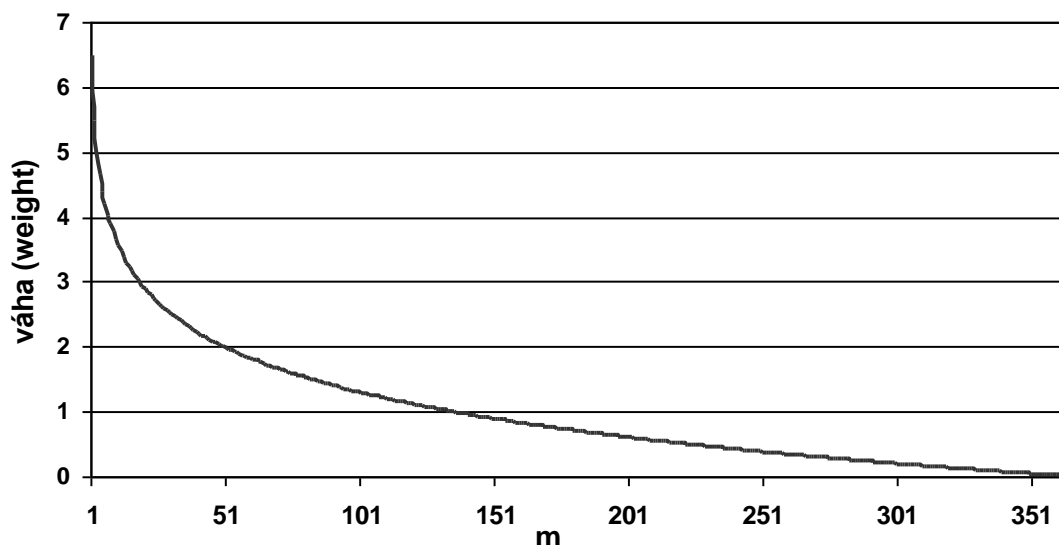
kde i je doba sumace (DS), P_m je srážka před m dny (P_1 značí aktuální srážku). Složitý matematický zápis můžeme přepsat do přehlednějšího tvaru:

$$(9) \quad EP_i = \sum_{m=1}^i \lambda_m P_m,$$

kde λ_m jsou váhy pro srážky P_m . Položíme-li i rovno 365, představuje **EP**₃₆₅ vodní zdroje nahromaděné za posledních 365 dní. Pro hodnocení deficitu půdní vláh (vlhkosti) se používá **EP**₁₄₍₁₅₎, která reprezentuje vodní zdroje akumulované během posledních 14 (resp. 15) dní. Rovnice **EP** vychází z úvahy, že srážka před m dny je přidána k celkovým zásobám vody ve tvaru průměru za m dnů (např. $EP_2 = P_1 + \frac{(P_1 + P_2)}{2}$). Způsob vážení denních srážek

v závislosti na čase, který uplynul od jejich výskytu (vyjádřen počtem dní, které uběhly od příslušného dne, jehož úhrn srážek vážíme), popisuje graf 1. Křivka v grafu znázorňuje průběh časově závislé redukční funkce. Rovnice **EP** zaručuje strmější změny vah v prvních dnech, což koresponduje s výsledky různých srážkoodtokových modelů, které ukazují, že změna poměru odtoku je nejprudší jen po dešti [10].

Graf 1 Váhy pro srážky P_m ve výpočtu EP_{365}



Kromě výše popsaného vztahu lze úbytek vodních zdrojů v čase vyjádřit také dalšími rovnicemi. Výběr té nejlepší však nadále zůstává nevyřešeným problémem, protože do hry vstupuje velmi mnoho obtížně kvantifikovatelných faktorů. Jedná se zejména o topografii, vlastnosti půdy, schopnost zadržovat vodu ve vodních nádržích, teplotu a vlhkost vzduchu, rychlost větru a další, které ovlivňují úbytek vody v přírodě odtokem a evapotranspirací. Komplikovaná situace s modelováním vodních zdrojů nastává zejména v zimních měsících a na začátku jara, kdy akumulace vody závisí také na promrzání půdního povrchu a sněhové pokrývce.

Rozhodli jsme se pracovat pouze s EP_{365} (vodní zdroje za 365 posledních dní), neboť rok představuje periodu s charakteristickým chodem srážek. Hodnota EP_{365} se používá při hodnocení sucha z pohledu akumulovaných vodních zásob. Z EP_{365} počítáme další indexy, které nám dovolí vymezit období sucha a také umožní jejich vzájemné srovnání (intenzita sucha, doba trvání, četnost suchých období z pohledu kalendářních jednotek, atd.). Společně s přehledem indexů naznačíme postup při použití metody efektivní srážky.

Metoda efektivní srážky – postup

✓ Krok 1 (EP_{365})

Nejprve se spočítají pro každou stanici a každý den hodnoty EP_{365} (dále jen EP) podle vzorce (8). K provedení výpočtu potřebujeme denní úhrny srážek za posledních 365 dní (hodnotu i ve vzorci položíme rovnu 365). Znamená to, že metodika výpočtu nedovoluje spočítat hodnoty EP pro první rok měření příslušné stanice.

✓ Krok 2 (MEP)

Ve druhém kroku se na jednotlivých stanicích spočítá pro každý kalendářní den roku průměr hodnot EP (Mean of EP – tj. MEP). Hodnota MEP představuje klimatologickou

charakteristiku vodních zdrojů, tedy dlouhodobý průměr hodnot **EP** pro daný den v roce. Charakteristika **MEP** má vysokou variabilitu, proto se dále počítá s 5denními klouzavými průměry.

✓ **Krok 3 (DEP)**

V dalším kroku metody efektivní srážky se vypočítaná hodnota **EP** porovnává s dlouhodobým průměrem **MEP** pro příslušný kalendářní den v roce. Pro každý den sledovaného období se na jednotlivých stanicích stanoví hodnota **DEP** (Deviation of **EP** from **MEP**) ze vztahu

$$(10) \text{ DEP} = \text{EP} - \text{MEP} .$$

Index **DEP** vyjadřuje nedostatek nebo nadbytek vodních zdrojů k určitému datu a místu. Z **DEP** pro jednotlivé dny pak vychází další sofistikovanější indexy.

✓ **Krok 4 (SEP)**

Standardizací **DEP** dostáváme index **SEP** (Standardized Value of **DEP**), který umožňuje srovnání intenzity sucha mezi různými místy:

$$(11) \text{ SEP} = \frac{\text{DEP}}{\sigma(\text{EP})} ,$$

kde $\sigma(\text{EP})$ je standardní odchylka pro každou denní řadu **EP** (standardní odchylka pro příslušný kalendářní den). Standardní odchylka je spočítána z 5denních klouzavých průměrů **EP**.

✓ **Krok 5 (suché období – definice + způsob vymezení)**

Negativní hodnoty **DEP** a **SEP** znamenají období srážkového deficitu, neboť hodnoty **EP** jsou pod úrovní normálu. **Suché období definujeme jako období po sobě jdoucích dní s negativní hodnotou SEP (DEP)**. Délku suchého období označujeme **CNS** (Consecutive Days of Negative **SEP**). **ANES** (Accumulation of Consecutive Negative **SEP**) značí součet všech záporných po sobě jdoucích negativních hodnot **SEP**.

✓ **Krok 6 (PRN)**

Další charakteristikou, která vychází z **DEP**, je **PRN** (Precipitation Needed for a Return to Normal Condition). Z negativní hodnoty **DEP** lze spočítat denní srážku nutnou pro návrat k normálním podmínkám. Její předností je především srozumitelnost široké veřejnosti. **PRN** vyjadřuje rovnice

$$(12) \text{ PRN} = \frac{\text{DEP}}{\sum_{N=1}^{365} \frac{1}{N}} .$$

Hodnota **PRN** udává rovněž deficit srážek akumulovaný během posledních 365 dní.

✓ **Krok 7 (EDI)**

Ačkoliv **PRN** a jiné uvedené indexy poměrně dobře určují intenzitu sucha, je potřeba zkonstruovat také index, který by umožňoval stanovit intenzitu sucha a přitom dovolil srovnání mezi různými místy (nezávisle na jejich klimatických charakteristikách). **EDI** (Effective Drought Index) tyto požadavky splňuje:

$$(13) \text{ EDI} = \frac{\text{PRN}}{\sigma(\text{PRN})} = \frac{\text{DEP}}{\sigma(\text{DEP})},$$

kde σ značí standardní odchylku indexu v závorce pro příslušný kalendářní den. Standardizací se rozložení **EDI** blíží normovanému normálnímu rozdělení.

✓ **Krok 8 (sucho – definice + způsob vymezení)**

Sucho se v konceptu metody efektivní srážky někdy definuje jako období s hodnotami **EDI** menšími než -1,0, kde jsou suchá období mezi jednotlivými suchy zahrnuta, pokud se nevyskytnou kladné hodnoty **EDI** [10]. Suchá období však při vymežování such uvažovat nebudeme. *Sucho v našem pojetí bude znamenat období po sobě jdoucích dní s hodnotou **EDI** menší než -1,0.*

4.3 Modifikovaná metoda efektivní srážky pracující s odhadem denní potenciální evapotranspirace

Naše navržená modifikace metody efektivní srážky spočívá v úpravě výpočtu efektivní srážky **EP** (vzorec 8, resp. 9). V úvahách jsme vycházeli z předpokladu, že hodnota **EP**₃₆₅ (resp. dle úmluvy také **EP**) reprezentuje vodní zásoby akumulované za posledních 365 dní a že součet vah λ_m ve vzorci 9 je roven 365, což znamená, že průměrná váha denních srážek vstupujících do výpočtu má hodnotu 1.

Z uvedených tvrzení ke způsobu výpočtu **EP** se nabízí snížení hodnoty efektivní srážky o odhad součtu denních úhrnů potenciální evapotranspirace za posledních 365 dní. Odvození odhadů denních úhrnů potenciální evapotranspirace pro stanici Praha-Klementinum je detailně popsáno v kapitole 4.1.

Modifikovaná hodnota **EP**_{mod} se pak vypočítá podle následujícího vzorce:

$$(14) \text{ EP}_{\text{mod}} = \sum_{n=1}^{365} \left(\frac{\sum_{m=1}^n P_m}{n} \right) - \sum_{i=1}^{365} \text{PET}_i = \text{EP}_{365} - \text{PET}_{365},$$

kde **PET**_{*i*} jsou odhady denních úhrnů potenciální evapotranspirace za posledních 365 dní dle vzorce (7) z kap. 4.1.

Postup a odvození dalších charakteristik a indexů modifikované metody efektivní srážky je stejný jako v kapitole 4.2. Hlavním přínosem navržených úprav je začlenění denních průměrů teploty vzduchu a z nich odvozených odhadů denních úhrnů potenciální evapotranspirace do výpočtu charakteristiky **EP**_{mod}, která představuje vodní zásoby akumulované v průběhu uplynulých 365 dní snížené o odhad potenciální evapotranspirace. Úprava zvyšuje nárok na data, neboť vedle denních úhrnů srážek potřebujeme také denní

průměry teploty vzduchu. Na druhou stranu jsme schopni lépe zhodnotit intenzitu sucha s ohledem na dlouhodobé srážkové a teplotní průměry daného kalendářního dne, které jsou reprezentovány hodnotou MEP_{mod} .

Indexy odvozené z EP_{mod} hodnotí akumulované vodní zdroje snížené o odhad potenciální evapotranspirace, čímž se zvýrazní intenzita sucha v obdobích teplotně nadnormálních, u kterých vychází odhad potenciální evapotranspirace vyšší, než by odpovídal dlouhodobému průměru.

4.4 Charakteristiky pro hodnocení klimatologických poměrů (srážky, teplota, potenciální evapotranspirace)

Při hodnocení klimatologických poměrů na území Česka v období 1875-2002 v předem daných kalendářních jednotkách (vegetační období / roky) jsme vycházeli z denních průměrů teploty vzduchu a denních úhrnů srážek (homogenizované teplotní a srážkové řady jednotlivých stanic – viz kapitola 3) a u stanice Praha-Klementinum navíc také z odhadů denních úhrnů potenciální evapotranspirace (viz kapitola 4.1).

Aritmetický průměr naměřených/odvozených hodnot meteorologických prvků na stanicích v jednotlivých letech a vegetačních obdobích

Základní charakteristikou, na základě které jsme klimatologické poměry Česka a stanice Praha-Klementinum ve zvolených kalendářních jednotkách hodnotili, byl aritmetický průměr naměřených/odvozených hodnot vybraných meteorologických prvků (srážky, teplota, potenciální evapotranspirace) ze všech osmi stanic.

Problém nastal u výpočtu aritmetických průměrů za kalendářní jednotky, u kterých nemáme k dispozici hodnoty meteorologických prvků ze všech stanic. V tomto případě bylo nutné stanovené průměry opravit o tzv. korekční faktor, který jsme odvodili na základě periody 1921-2002, kdy měřily všechny stanice.

Výpočet korekčního faktoru si přiblížíme na příkladu. Za rok 1875 máme údaje o úhrnech srážek pouze ze dvou stanic: Praha-Klementinum a Tábor. Korekční faktor dostaneme jako poměr průměrného ročního úhrnu srážek všech osmi stanic v období 1921-2002 a průměrného ročního úhrnu srážek v témže období spočítaného pouze ze stanic Praha-Klementinum a Tábor. Průměr za obě stanice má menší hodnotu než průměr za všech osm stanic – korekční faktor je tedy vyšší než 1. Touto hodnotou poté vynásobíme průměr za rok 1875, který byl odvozen z uvedené dvojice stanic. Naznačeným postupem jsme postupně opravili všechny průměrné hodnoty úhrnů srážek za uvažované kalendářní jednotky a to až do roku 1921, od kterého máme k dispozici údaje za všech osm stanic.

Aritmetický průměr normovaných (standardizovaných) hodnot meteorologických prvků na stanicích v jednotlivých letech a vegetačních obdobích

Průměry meteorologických prvků se na jednotlivých stanicích liší. Průměr průměrů z jednotlivých stanic nemusí vždy objektivně a přesně vyjádřit srážkovou a teplotní abnormalitu daného kalendářního roku nebo vegetačního období. Stejná procentuální odchylka od dlouhodobého průměru na stanicích se zcela odlišnými klimatologickými

poměry neznamená stejný vliv daných stanic na výslednou hodnotu aritmetického průměru za všechny stanice.

Rozhodli jsme se proto zhodnotit klimatologické poměry na území Česka také pomocí normovaných (standardizovaných) hodnot denních průměrů teploty vzduchu, úhrnů srážek a denních odhadů potenciální evapotranspirace (jen Praha-Klementinum). U denních průměrů teploty vzduchu jsme navíc zohlednili skutečnost, že pro výpar mají význam teploty nad nulou. Proto byly záporným denním teplotním průměrům automaticky přiřazeny nulové hodnoty. Z takto upravených denních průměrů teploty vzduchu jsme teprve spočítali denní normované (standardizované) hodnoty. Obecný postup standardizace naměřených nebo odvozených denních průměrných hodnot meteorologických prvků můžeme vyjádřit níže uvedenými vztahy:

$$(15) P_{st} = \frac{(P - \bar{P})}{\sigma}, \quad (16) T_{st} = \frac{(T - \bar{T})}{\sigma}, \quad (17) PET_{st} = \frac{(PET - \bar{PET})}{\sigma},$$

kde P_{st} , T_{st} a PET_{st} jsou denní normované (standardizované) hodnoty úhrnů srážek, průměrů teploty vzduchu a úhrnů potenciální evapotranspirace,

P , T , PET denní naměřené/odvozené hodnoty těchto meteorologických prvků (u teploty vzduchu jsou záporné hodnoty nahrazeny nulami),

\bar{P} , \bar{T} , \bar{PET} dlouhodobé průměry naměřených/odvozených hodnot meteorologických prvků pro příslušný (kalendářní) den a

σ značí standardní odchylku denních naměřených/odvozených hodnot meteorologických prvků pro daný kalendářní den.

Rozdělení normovaných (standardizovaných) denních hodnot se blíží normovanému normálnímu rozdělení s průměrem 0 a standardní odchylkou 1. Důležité je také zjištění, že takto upravené hodnoty lze vzájemně srovnávat – nezávisle na čase (např. roční období v rámci jedné stanice), místě (srovnání mezi stanicemi s odlišnými klimatickými podmínkami) nebo jednotkách meteorologických prvků (bezrozměrné jednotky umožňují porovnat např. srážkovou a teplotní odchylku daného dne od dlouhodobého průměru).

Z denních normovaných (standardizovaných) hodnot na stanicích jsme spočítali aritmetické průměry za jednotlivé roky, resp. vegetační období. Oprava průměrů o korekční faktor za období, ve kterých nemáme údaje ze všech stanic, není v tomto případě nutná. Je to dáno tím, že průměry normovaných (standardizovaných) jsou na jednotlivých stanicích zhruba srovnatelné s hodnotou blízkou nule.

4.5 Indexy intenzity sucha

V této kapitole se zaměříme na představení indexů, ze kterých budeme v kapitole 5 vycházet při hodnocení intenzity sucha na území Česka a na stanici Praha-Klementinum. Všechny uvedené indexy umožňují srovnání mezi stanicemi s odlišnými klimatickými podmínkami. Objektivita je zaručena postupem při jejich odvození (viz metoda efektivní srážky - kap. 4.2) nebo použitím normovaných (standardizovaných) hodnot meteorologických prvků (viz kap. 4.4).

Pro přehlednost roztrídíme indexy do tří skupin podle meteorologických prvků, které vstupují do jejich výpočtu:

- indexy založené pouze na denních srážkách,

- indexy vycházející z denních úhrnů srážek a denních průměrů teploty vzduchu,
- indexy kombinující denní úhrny srážek s odhady denních úhrnů potenciální evapotranspirace (pouze u stanice Praha-Klementinum).

Indexy založené pouze na denních srážkách

- **EDI** (Effective Drought Index) - index odvozen v rámci postupu metody efektivní srážky (kap. 4.2). Jeho vzorec (13) je uveden na straně 34. Hodnotí sucho z pohledu vodních zásob akumulovaných během uplynulých 365 dní.
- **APD** (Accumulated Precipitation Deficit) - představuje kumulovaný součet odchylek denních úhrnů srážek od dlouhodobých srážkových průměrů pro tyto kalendářní dny. Pro libovolně dlouhý časový úsek index spočítáme ze vztahu:

$$(18) \text{ APD} = \sum_{i=1}^j (P_i - \bar{P}_i),$$

kde j značí délku období, pro které index počítáme, P_i jsou denní úhrny srážek, \bar{P}_i pak dlouhodobé srážkové průměry pro dané kalendářní dny.

Indexy vycházející z denních úhrnů srážek a denních průměrů teploty vzduchu

- **EvaDI** (Evaluation Drought Index) - index vychází z denních normovaných (standardizovaných) hodnot srážek (\mathbf{P}_{st} – vzorec 15) a teploty vzduchu (\mathbf{T}_{st} – vzorec 16 - záporné denní průměry teploty vzduchu jsou nahrazeny při výpočtu normovaných hodnot nulami). Při konstrukci indexu chceme dodržet podmínku, aby srážková i teplotní abnormalita (vyjádřená normovanými hodnotami obou meteorologických prvků) měla na výslednou hodnotu indexu stejný vliv. Ve vzorci proto charakteristiku \mathbf{T}_{st} vynásobíme korekčním faktorem c , který zaručuje v hodnoceném období (rok/vegetační období) rovnost sum absolutních hodnot obou ukazatelů (\mathbf{P}_{st} a \mathbf{T}_{st}). Obecný vzorec indexu **EvaDI** pro roky nebo vegetační období má tudíž tuto podobu:

$$(19) \text{ EvaDI} = \mathbf{P}_{st} - c * \mathbf{T}_{st},$$

kde \mathbf{P}_{st} , resp. \mathbf{T}_{st} jsou průměry denních hodnot normovaných (standardizovaných) úhrnů srážek, resp. průměrů teploty vzduchu za rok nebo vegetační období, parametr c představuje korekční faktor.

Parametry c za jednotlivé stanice a období (rok/vegetační období) shrnuje tabulka 8. Například na stanici Praha-Klementinum má charakteristika **EvaDI** níže uvedený tvar:

pro kalendářní roky: $(20) \text{ EvaDI} = \mathbf{P}_{st} - 0,322 * \mathbf{T}_{st}$

pro vegetační období: $(21) \text{ EvaDI} = \mathbf{P}_{st} - 0,357 * \mathbf{T}_{st}$.

Tabulka 8 Hodnota parametru **c** při výpočtu indexu **EvaDI** za jednotlivé stanice a období

Stanice	Pozorování	Rok	Vegetační období
Brno	1891 - 2002	0,348	0,289
České Budějovice	1888 - 2002	0,394	0,407
Čáslav	1876 - 2002	0,393	0,413
Praha-Karlov	1921 - 2002	0,501	0,467
Klatovy	1921 - 2002	0,460	0,426
Praha-Klementinum	1875 - 2002	0,322	0,357
Olomouc	1910 - 2002	0,382	0,341
Tábor	1875 - 2002	0,447	0,444

Index **EvaDI** lze také spočítat pro jednotlivé kalendářní dny. Vycházíme přitom z denních hodnot P_{st} a T_{st} (vzorec 15, resp. 16) a z parametrů **c** v tabulce 8 ve sloupci „Rok“.

- **DI** (Drought Index) - obdoba indexu **EvaDI** s tím rozdílem, že korekční faktor **c** má pro všechny stanice a všechna období konstantní hodnotu 0,17656. Ta byla odvozena z regresní závislosti denních odchylek odhadů úhrnů potenciální evapotranspirace od dlouhodobého průměru ($PET - \overline{PET}$) na denních odchylkách teplotních průměrů od dlouhodobého teplotního průměru pro příslušný kalendářní den ($T - \overline{T}$). Při práci s teplotami jsme, podobně jako u ukazatele T_{st} , nejprve převedli všechny záporné denní průměry teploty vzduchu na nuly. Při určení regresního vztahu teploty vzduchu a potenciální evapotranspirace tak logicky nevycházíme ze záporných teplot. Koeficient **a** (= 0,17671) této lineární regrese s velmi těsnou závislostí (koeficient determinace 92,4 %) jsme dále mírně korigovali (tzn. vynásobili) hodnotou koeficientu **a** (= 0,99911) z regresní závislosti denních hodnot PET_{st} na T_{st} (koeficient determinace = 99,8 %). Hodnotu indexu **DI** pro dny kalendářního roku určíme ze vztahu:

$$(22) DI = P_{st} - 0,17656 * T_{st},$$

kde P_{st} , resp. T_{st} jsou denní hodnoty normovaných (standardizovaných) úhrnů srážek, resp. průměrů teploty vzduchu spočítaných dle vzorce (15), resp. (16).

Stejný vzorec můžeme použít také při výpočtu průměrné hodnoty **DI** za roky nebo vegetační období. P_{st} a T_{st} jsou pak průměry denních hodnot normovaných (standardizovaných) úhrnů srážek, resp. průměrů teploty vzduchu za rok nebo vegetační období.

Indexy kombinující denní úhrny srážek s odhady denních úhrnů potenciální evapotranspirace (pouze u stanice Praha-Klementinum)

- **EvaDI₂** (Evaluation Drought Index 2) – je také obdobou indexu **EvaDI**. Liší se od něj tím, že místo denních normovaných (standardizovaných) hodnot teploty vzduchu (T_{st} – vzorec 16) vstupují do výpočtu denní normované (standardizované) hodnoty potenciální evapotranspirace (PET_{st} – vzorec 17). Ve vzorci násobíme charakteristiku PET_{st} korekčním faktorem **c**, který zaručuje v hodnoceném období (rok/vegetační

období) rovnost sum absolutních hodnot obou ukazatelů (P_{st} a PET_{st}). Obecný vzorec indexu $EvaDI_2$ můžeme vyjádřit tímto zápisem:

$$(23) \quad EvaDI_2 = P_{st} - c * PET_{st},$$

kde P_{st} , resp. PET_{st} jsou průměry denních hodnot normovaných (standardizovaných) úhrnů srážek, resp. potenciální evapotranspirace za rok nebo vegetační období, parametr c představuje korekční faktor.

U stanice Praha-Klementinum budeme počítat index $EvaDI_2$ ze vztahu:

pro kalendářní roky: $(24) \quad EvaDI_2 = P_{st} - 0,322 * PET_{st}$

pro vegetační období: $(25) \quad EvaDI_2 = P_{st} - 0,356 * PET_{st}$.

Porovnáme-li mezi sebou vzorce (20) a (24), resp. (21) a (25), dojdeme k téměř stoprocentní shodě korekčních faktorů c . Tato skutečnost souvisí s odvozením denních úhrnů potenciální evapotranspirace na základě denních průměrů teploty vzduchu (viz kapitola 4.1). Velmi těsnou závislost (koeficient determinace = 99,8 %) denních hodnot PET_{st} a T_{st} jsme ověřili také na základě regrese při konstrukci indexu DI (vzorec 22).

- **EDI_{mod}** (Effective Drought Index Modified; obecný tvar - vzorec 13) - index odvozen v rámci postupu modifikované metody efektivní srážky (kap. 4.3), ve které je hodnota efektivní srážky (**EP**) snížena o součet odhadů denních úhrnů potenciální evapotranspirace za posledních 365 dní (vzorec 14). Index hodnotí sucho z pohledu vodních zásob akumulovaných během uplynulých 365 dní, které dále snížíme o odhad potenciální evapotranspirace za téže období.
- **EDI₂** (Effective Drought Index 2; obecný tvar - vzorec 13) - index odvozen v rámci postupu metody efektivní srážky (kap. 4.2). Hodnota efektivní srážky (**EP**) se při této modifikaci stanoví jako rozdíl sumy denních úhrnů srážek a sumy odhadů denních úhrnů potenciální evapotranspirace (vzorec 7, kap. 4.1) za posledních 365 dní:

$$(26) \quad EP = \sum_{i=1}^{365} P_i - \sum_{i=1}^{365} PET_i = P_{365} - PET_{365}.$$

Index tedy hodnotí sucho z pohledu srážek spadlých během uplynulých 365 dní, které snižujeme o odhad potenciální evapotranspirace za téže období. Dodržením obecného postupu metody efektivní srážky dostáváme také modifikace dalších standardizovaných indexů, jež jsou prezentovány v kapitole 4.2.

V uvedeném textu jsme indexy sucha roztrídili do tří kategorií podle meteorologických prvků, které vstupují do jejich výpočtu. Jiné porovnání je součástí přílohy. Zde se zaměřujeme na faktory, které mají vliv na hodnotu indexu sucha. Popsané indexy sucha můžeme dělit například podle toho, zda kalkulujeme se srážkovými (**EDI**) nebo srážkovoteplotními poměry (**EDI_{mod}**, **EDI₂**) období, jež předchází časovému úseku, pro který

hodnoty indexu počítáme. Indexy **EDI** a **EDI_{mod}** jsou navíc specifické tím, že denní úhrny srážek vstupují do výpočtu s různými vahami. Ty se liší v závislosti na čase, jenž uběhl ode dne, pro který hodnotu indexu stanovujeme (koncept metody efektivní srážky - kapitola 4.2; graf 1). Indexy **APD**, **DI**, **EvaDI** a **EvaDI₂** naopak nijak nezohledňují srážkové a teplotní poměry v uplynulých 365 dnech tak, jak je tomu u charakteristik **EDI** (srážky), resp. **EDI_{mod}** a **EDI₂** (teplota/potenciální evapotranspirace a srážky). Počítají se pouze na základě denních úhrnů srážek a průměrů teploty vzduchu (případně odhadů denních úhrnů potenciální evapotranspirace) v daném období a vůbec přitom nepřihlíží k počasí, jaké panovalo ve dnech, jež tomuto období předcházely.

5 Klimatologické hodnocení intenzity sucha v jednotlivých letech a vegetačních obdobích 1875-2002

Sucho v jednotlivých letech a vegetačních obdobích budeme hodnotit na základě průměrů meteorologických prvků, jejich standardizovaných hodnot a indexů sucha ze všech osmi stanic (kapitola 5.1).

Zvláštní pozornost poté věnujeme v samostatné kapitole (5.2) hodnocení sucha na stanici Praha-Klementinum, pro kterou máme navíc ve srovnání s ostatními stanicemi k dispozici také odvozené odhady denních úhrnů potenciální evapotranspirace.

5.1 Souhrnné hodnocení za všechny stanice

5.1.1 Srážkové poměry

Dříve než provedeme detailnější rozbor pro celé území Česka v letech 1875-2002, který bude vycházet z průměrných hodnot za všechny stanice v jednotlivých letech a vegetačních obdobích, uvedeme tabulku, jež nám umožní udělat si základní představu o srážkových poměrech jednotlivých stanic.

Tabulka 9 Srážkové poměry jednotlivých stanic (průměrné úhrny srážek: rok/vegetační období)

Stanice	Pozorování	Rok		Vegetační období	
		období pozorování	1921-2002	období pozorování	1921-2002
Brno	1891-2002	530,3	519,7	342,8	335,0
České Budějovice	1888-2002	623,6	611,4	438,3	429,1
Čáslav	1876-2002	587,2	572,9	383,5	376,5
Praha-Karlov	1921-2002	466,6	466,6	314,9	314,9
Klatovy	1921-2002	610,5	610,5	406,0	406,0
Praha-Klementinum	1875-2002	481,5	481,3	329,7	330,7
Olomouc	1910(1909)-2002	577,7	568,0	382,2	377,9
Tábor	1875-2002	593,7	590,4	380,2	378,8
Průměr za stanice	1875-2002	561,6	552,6	373,5	368,6

Pozn. Hodnoty v tabulce jsou v mm. Údaj v závorce u stanice Olomouc se vztahuje k vegetačnímu období. Vzhledem k počátku měření (1.3.1909) nelze roční úhrn srážek pro rok 1909 stanovit.

S ohledem na rozdíly v periodě pozorování jsme do tabulky zařadili také sloupce s průměrnými srážkovými úhrny za období 1921-2002, ve kterém máme k dispozici hodnoty ze všech osmi stanic.

Nejvyšší průměrné srážkové úhrny registrujeme u Českých Budějovic a Klatov, naproti tomu nejnižšími se vyznačují obě pražské stanice. České Budějovice (nejvyšší úhrn srážek) vykazují ročně v porovnání se stanicí Praha-Karlov (nejnižší srážkové úhrny) o asi 31 % více srážek, ve vegetačním období je rozdíl přibližně 36 % (oba údaje se vztahují k periodě 1921-2002).

Několikrát jsme zmínili, že dále budeme vycházet již pouze z průměrů za všechny stanice (ročních nebo za vegetační období). Tento přístup skýtá mnohá úskalí, na která jsme upozornili v kapitole 4.4. Snaha o co nejdelší hodnocené období a co nejvyšší vypovídající hodnotu dosažených výsledků je limitována dvěma omezeními: rozdílnými periodami pozorování jednotlivých stanic a také odlišností jejich klimatických poměrů, které jsou reprezentovány například dlouhodobými srážkovými průměry (viz tabulka 9).

Doplnění srážkových průměrů za období 1875-1920 jsme popsali v kapitole 4.4. Odlišnost ve srážkových poměrech mezi stanicemi, jejíž následkem je také různý vliv jednotlivých stanic na výslednou hodnotu průměru srážek na území Česka v daném roce nebo vegetačním období, lze do značné míry eliminovat převodem denních úhrnů srážek na normované (standardizované) hodnoty P_{st} (vzorec 15), které porovnávají aktuální denní srážku s dlouhodobým srážkovým průměrem pro daný kalendářní den (s tzv. očekávanou srážkou). Rozložení normovaných denních úhrnů srážek je pro všechny stanice zhruba srovnatelné – s průměrem blízkým nulové hodnotě. Záporné normované hodnoty značí denní úhrn srážek nižší, než odpovídá na dané stanici dlouhodobému průměru srážek pro tento kalendářní den.

Níže uvedené tabulky a grafy podávají přehled o srážkových poměrech na území Česka v periodě 1875-2002 na základě průměrných hodnot naměřených i normovaných (standardizovaných) srážek z našich vybraných stanic v jednotlivých letech a vegetačních obdobích.

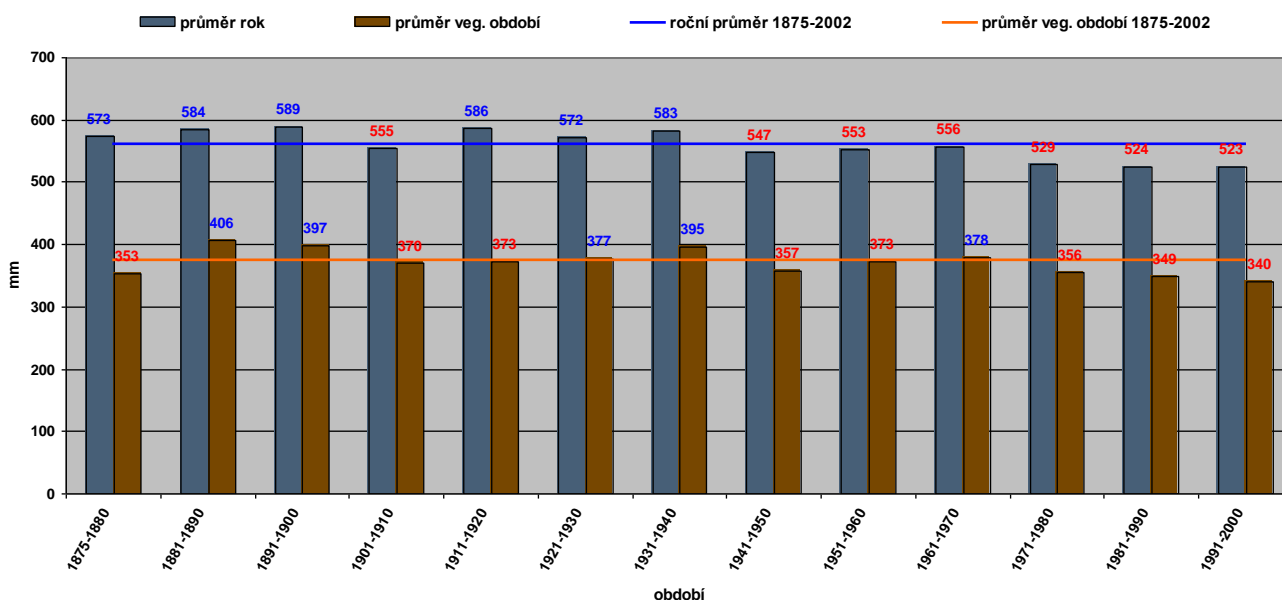
Tabulka 10 Deset let a vegetačních období s nejvyššími a nejnižšími úhrny srážek (průměr za všechny stanice)

Pořadí	Rok				Vegetační období			
	nejsušší		nejvlhčí		nejsušší		nejvlhčí	
	rok	mm	rok	mm	rok	mm	rok	mm
1	1982	402,2	2002	782,0	1947	194,7	1890	567,3
2	1953	407,1	1926	768,5	1992	243,1	1926	562,9
3	1921	408,3	1939	761,3	1911	249,9	1910	524,6
4	1947	411,6	1910	732,7	1976	251,7	1896	522,4
5	1943	413,1	1890	726,0	1982	255,6	2002	515,0
6	1973	424,0	1915	721,7	1904	256,1	1888	512,8
7	1908	424,1	1941	714,0	1878	260,0	1966	488,2
8	1942	440,2	1888	707,6	1921	263,9	1965	482,7
9	1911	440,6	1960	677,3	1917	271,5	1899	481,7
10	1933	444,0	1966	674,4	1935	277,8	1897	471,4

Tabulka 11 Roční, tříletá, pětiletá a desetiletá období s extrémními úhrny srážek (průměr za všechny stanice)

Perioda	Rok				Vegetační období			
	nejsušší		nejvlhčí		nejsušší		nejvlhčí	
	rok / období	mm	rok / období	mm	rok / období	mm	rok / období	mm
1 rok	1982	402,2	2002	782,0	1947	194,7	1890	567,3
3 roky	1982-1984	450,5	1939-1941	706,3	1990-1992	278,5	1888-1890	483,0
5 let	1989-1993	482,0	1937-1941	672,7	1990-1994	300,0	1888-1892	445,3
10 let	1982-1991	507,9	1888-1897	616,3	1991-2000	339,7	1888-1897	430,8
Dekáda	1991-2000	523,4	1891-1900	589,0	1991-2000	339,7	1881-1890	405,7

Graf 2 Průměrné úhrny srážek v jednotlivých dekádách (průměr za všechny stanice)



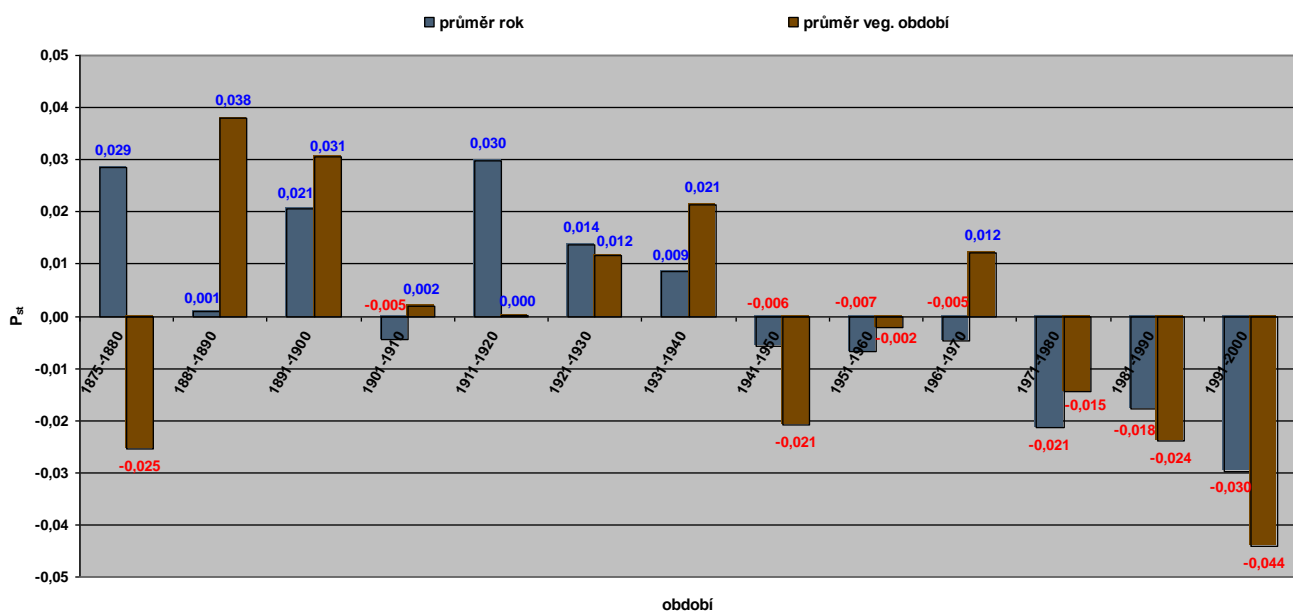
Tabulka 12 Deset let a vegetačních období s nejvyššími a nejnižšími průměrnými hodnotami P_{st} (průměr za všechny stanice)

Pořadí	Rok				Vegetační období			
	nejsušší		nejvlhčí		nejsušší		nejvlhčí	
	rok	P_{st}	rok	P_{st}	rok	P_{st}	rok	P_{st}
1	1943	-0,134	1941	0,153	1947	-0,213	1890	0,230
2	1953	-0,134	1939	0,144	1976	-0,148	1926	0,167
3	1982	-0,111	1915	0,135	1992	-0,147	1896	0,167
4	1908	-0,104	2002	0,133	1982	-0,143	1965	0,167
5	1973	-0,103	1926	0,100	2000	-0,126	1899	0,164
6	1921	-0,102	1916	0,100	1921	-0,123	1910	0,161
7	1959	-0,101	1919	0,099	1893	-0,122	1888	0,125
8	1942	-0,095	1958	0,095	1878	-0,122	2001	0,123
9	1991	-0,094	1900	0,092	1911	-0,108	2002	0,109
10	1932	-0,093	1895	0,088	1900	-0,102	1966	0,106

Tabulka 13 Roční, tříletá, pětiletá a desetiletá období s nejnižšími a nejvyššími průměrnými hodnotami P_{st} (průměr za všechny stanice)

Perioda	Rok				Vegetační období			
	nejsušší		nejvlhčí		nejsušší		nejvlhčí	
	rok / období	P_{st}	rok / období	P_{st}	rok / období	P_{st}	rok / období	P_{st}
1 rok	1943	-0,134	1941	0,153	1947	-0,213	1890	0,230
3 roky	1971-1973	-0,079	1939-1941	0,116	1991-1993	-0,097	1888-1890	0,124
5 let	1989-1993	-0,056	1937-1941	0,088	1990-1994	-0,078	1895-1899	0,089
10 let	1989-1998	-0,036	1914-1923	0,038	1991-2000	-0,044	1890-1899	0,064
Dekáda	1991-2000	-0,030	1911-1920	0,030	1991-2000	-0,044	1881-1890	0,038

Graf 3 Průměrné hodnoty ukazatele P_{st} v jednotlivých dekádách (průměr za všechny stanice)



Na závěr kapitoly se pokusíme upozornit na některé zajímavé závěry z analýzy srážkových poměrů na území Česka v období 1875-2002, které by neměly ujít naší pozornosti. S ohledem na zaměření disertační práce nebudeme v komentáři věnovat pozornost nejvlhčím rokům a vegetačním obdobím, které však v tabulkách rovněž prezentujeme.

Nejsušší roky

- Mezi deseti nejsuššími roky (hodnoceno přes naměřené i normované srážky) se nevyskytl ani jeden rok z 19. století. Na druhou stranu zastoupení jednotlivých dekád z 20. století je mezi nejsuššími roky poměrně vyrovnané – chybí zde jen léta šedesátá.
- Mezi deseti nejsuššími roky se objevují hned tři zástupci let čtyřicátých: 1942, 1943 a 1947. Podle normovaných srážek, které zaručují vysokou objektivitu hodnocení (porovnání denních srážek s dlouhodobým průměrem pro daný kalendářní den), se rok 1943 jeví jako vůbec nejsušší.

- Vedle roku 1943 řadíme na základě obou kritérií k nejsušším také léta 1982 (nejnižší úhrn srážek), 1953, 1921, 1908, 1973 a 1942.
- Tříleté období s nejnižším průměrným úhrnem srážek připadá na roky 1982-1984, podle ukazatele P_{st} se jako nejsušší jeví léta 1971-1973. Nejsušší pětileté období je vymezeno roky 1989-1993, nejnižší průměrné roční úhrny srážek i hodnoty P_{st} vykazují 90. léta 20. století.
- Z obou grafů uvedených v této kapitole je patrný trend úbytku srážek směrem ke konci 20. století. Z lineární regrese dostáváme v období 1875-2002 pokles ročních úhrnů srážek o zhruba 35 mm za 100 let. Regrese však není na hladině významnosti $\alpha = 5\%$ statisticky významná, neboť dosažená hladina testu P (tj. nejmenší α , na které je již regresní model statisticky nevýznamný, vychází 7,8 %, což je více než zvolená hladina významnosti α).

Nejsušší vegetační období

- Mezi nejsuššími vegetačními obdobími se vyskytují také dva roky z 19. století: 1878 a 1893.
- Kromě let padesátých a šedesátých mají mezi nejsuššími vegetačními obdobími zastoupení všechny dekády 20. století.
- Vegetační období roku 1947 můžeme podle našich dvou kritérií označit za jednoznačně nejsušší. Výrazné sucho podle srážkových úhrnů i ukazatele P_{st} registrujeme také v letech 1992, 1976, 1911, 1982, 1921 a 1878. Na sucho v průběhu vegetačního období roku 2000 upozorňuje charakteristika P_{st} .
- Podíváme-li se na delší časový úsek, pak nejsušší tříletou i pětiletou periodu po sobě jdoucí vegetačních období nacházíme mezi lety 1990-1994. Také z pohledu dekád se jako nejsušší jeví bezesporu 90. léta 20. století (graf 2, resp. 3).
- Z lineárního regresní modelu, jehož statistickou významnost se nám na hladině $\alpha = 5\%$ nepodařilo prokázat (dosažená hladina testu P více než 18,9 %), vychází úbytek srážek ve vegetačním období asi 22 mm za 100 let (perioda 1875-2002).

Nejlepší vyjádření rozdílů ve srážkových poměrech jednotlivých dekád přináší graf 3. Tento graf také upozorňuje na vyšší variabilitu srážek ve vegetačních obdobích než na úrovni celých let. Toto konstatování je poměrně snadno vysvětlitelné, podíváme-li se na vzorec pro výpočet ukazatele P_{st} , ve kterém se denní úhrn srážek porovnává s očekávaným dlouhodobým průměrem pro tento kalendářní den. Pro měsíce vegetačního období jsou typické vyšší průměrné úhrny srážek a také vyšší odchylky naměřených denních srážek od dlouhodobého průměru. Rozptýl průměrných hodnot ukazatele P_{st} je u vegetačních období o asi 58 % vyšší než u let.

Graf 3 ukazuje také na významnou suchost 90. let 20. století, která se více projevila u vegetačních období než u let.

5.1.2 Teplotní poměry

Abychom dokázali lépe interpretovat indexy sucha v kapitole 5.1.3, musíme se alespoň v krátkosti zastavit u hodnocení teplotních poměrů na stanicích ve sledovaném období 1875-2002.

Základní srovnání průměrných teplot vzduchu na jednotlivých stanicích přináší tabulka 14. Nejteplejší klima vykazují obě pražské stanice, naopak nejchladnější je v Táboře. Procentuální rozdíl dlouhodobých teplotních průměrů mezi nejteplejší stanicí Praha-

Klementinum a nejméně nejchladnější stanicí Tábor činí v ročním srovnání 30,5 %, u vegetačních období pak asi 16,6 % (perioda 1921-2002).

Tabulka 14 Teplotní poměry jednotlivých stanic (průměrná denní teplota vzduchu: rok/vegetační období)

Stanice	Pozorování	Rok		Vegetační období	
		období pozorování	1921-2002	období pozorování	1921-2002
Brno	1891-2002	8,76	8,88	15,20	15,41
České Budějovice	1888-2002	8,11	8,17	14,23	14,30
Čáslav	1876-2002	8,72	8,69	14,82	14,82
Praha-Karlov	1921-2002	9,43	9,43	15,66	15,66
Klatovy	1921-2002	7,97	7,97	14,03	14,03
Praha-Klementinum	1875-2002	9,68	9,98	15,93	16,21
Olomouc	1910(1909)-2002	8,60	8,66	15,07	15,20
Tábor	1875-2002	7,53	7,64	13,83	13,90
Průměr za stanice	1875-2002	8,53	8,68	14,79	14,94

Pozn. Hodnoty v tabulce jsou ve °C. Údaj v závorce u stanice Olomouc se vztahuje k vegetačnímu období. Vzhledem k počátku měření (1.3.1909) nelze teplotní průměr pro rok 1909 spočítat.

V další části textu již však budeme pracovat pouze s průměrem za všechny stanice. Doplnění teplotních průměrů za období 1875-1920 je společně s nevýhodami, které tento přístup přináší, podrobně popsáno v kapitole 4.4. Postup je stejný jako v případě ročních úhrnů srážek.

Podobně jako v předchozí kapitole také u teplot využíváme denních normovaných (standardizovaných) hodnot, které porovnávají denní průměr teploty vzduchu s dlouhodobým teplotním průměrem pro tento kalendářní den. U všech stanic tak dostáváme zhruba srovnatelné rozložení normovaných denních průměrů teploty vzduchu s průměrem blízkým nule, kde kladné hodnoty značí vyšší teplotu vzduchu vzhledem k dlouhodobému průměru. Takové hodnoty už pak mezi sebou můžeme objektivněji porovnávat, resp. průměrovat.

Při výpočtu denních normovaných průměrů teploty vzduchu T_{st} jsme přihlédlí také k dalšímu využití tohoto ukazatele ve vztahu k potenciální evapotranspiraci. Vycházeli jsme z předpokladu, že pro výpar mají význam pouze kladné denní průměry teploty vzduchu (viz postup při odvození rovnice pro výpočet denních úhrnů potenciální evapotranspirace z kapitoly 4.1). Proto jsme při výpočtu T_{st} nahradili všechny záporné denní průměry teploty vzduchu nulami a teprve pak spočítali dlouhodobé teplotní průměry pro jednotlivé kalendářní dny. Konstrukce ukazatele T_{st} se tedy opírá o upravené teplotní rozdělení, které odhlíží od rozdílů mezi dny se záporným průměrem teploty vzduchu a zaměřuje se na hodnocení teplotní variability a abnormality mezi dny s kladným teplotním průměrem. Charakteristika T_{st} zajišťuje v porovnání s prostým aritmetickým průměrem nejen vyšší objektivitu, ale také lépe koresponduje s hodnotami potenciální evapotranspirace, které pro stanice nemáme k dispozici.

Na tomto místě práce uvedeme vybrané tabulky a grafy, jež představují teplotní poměry na území Česka v periodě 1875-2002 na základě průměrných hodnot naměřených i normovaných (standardizovaných) denních průměrů teploty vzduchu na našich stanicích v jednotlivých letech a vegetačních obdobích.

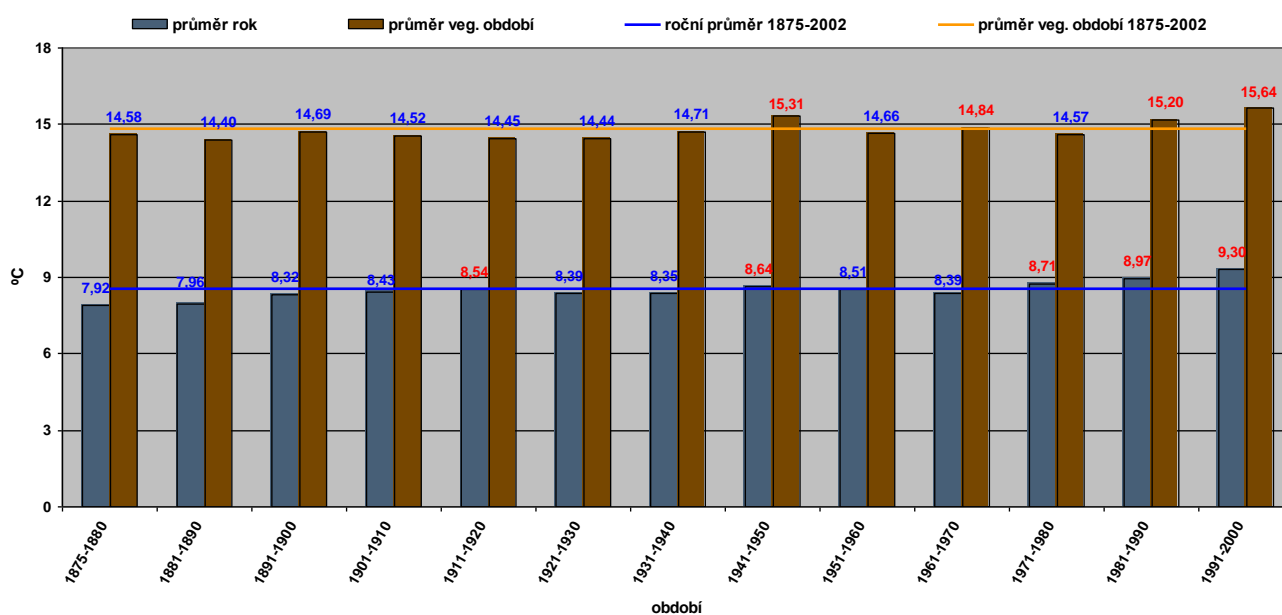
Tabulka 15 Deset let a vegetačních období s nejvyšší a nejnižší průměrnou teplotou vzduchu (průměr za všechny stanice)

Pořadí	Rok				Vegetační období			
	nejteplejší		nejchladnější		nejteplejší		nejchladnější	
	rok	°C	rok	°C	rok	°C	rok	°C
1	2000	10,41	1940	6,40	1947	16,98	1941	13,31
2	1994	10,28	1879	7,02	1992	16,76	1912	13,44
3	1992	10,01	1956	7,14	2000	16,45	1980	13,45
4	1934	10,00	1941	7,21	1994	16,32	1919	13,51
5	2002	9,92	1881	7,24	1983	16,30	1913	13,54
6	1990	9,76	1929	7,25	2002	16,28	1902	13,58
7	1989	9,72	1887	7,34	1999	16,15	1978	13,61
8	1999	9,66	1888	7,46	1946	16,10	1881	13,72
9	1983	9,63	1942	7,47	1950	16,03	1965	13,83
10	1988	9,46	1875	7,48	1934	15,99	1882	13,83

Tabulka 16 Roční, tříletá, pětiletá a desetiletá období s extrémními teplotními průměry (průměr za všechny stanice)

Perioda	Rok				Vegetační období			
	nejteplejší		nejchladnější		nejteplejší		nejchladnější	
	rok / období	°C	rok / období	°C	rok / období	°C	rok / období	°C
1 rok	2000	10,41	1940	6,40	1947	16,98	1941	13,31
3 roky	1998-2000	9,84	1940-1942	7,02	1992-1994	16,19	1912-1914	13,81
5 let	1998-2002	9,72	1887-1891	7,67	1946-1950	15,96	1912-1916	13,98
10 let	1992-2001	9,35	1887-1896	7,87	1992-2001	15,68	1876-1885	14,28
Dekáda	1991-2000	9,30	1881-1890 (1875-1880)	7,96 (7,92)	1991-2000	15,64	1881-1890	14,40

Graf 4 Průměrná teplota vzduchu v jednotlivých dekádách (průměr za všechny stanice)



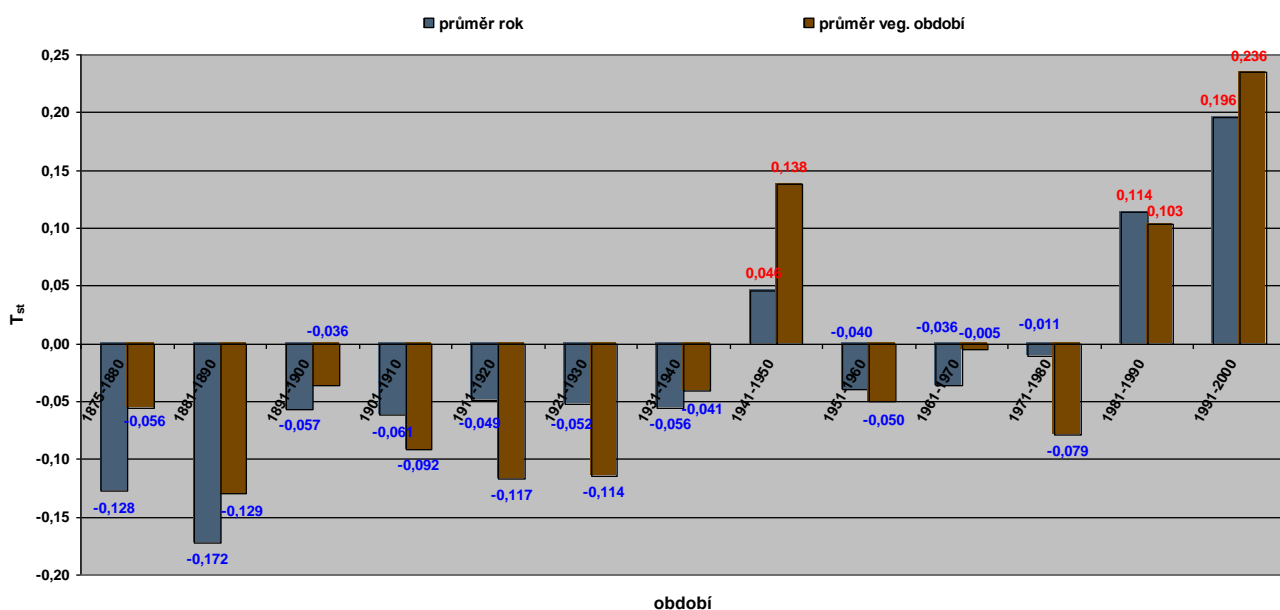
Tabulka 17 Deset let a vegetačních období s nejvyšší a nejnižší průměrnou hodnotou T_{st} (průměr za všechny stanice)

Pořadí	Rok				Vegetační období			
	nejteplejší		nejchladnější		nejteplejší		nejchladnější	
	rok	T_{st}	rok	T_{st}	rok	T_{st}	rok	T_{st}
1	1994	0,465	1881	-0,364	1947	0,632	1941	-0,438
2	2000	0,465	1941	-0,333	1992	0,592	1912	-0,435
3	2002	0,411	1931	-0,304	1994	0,461	1913	-0,405
4	1992	0,349	1940	-0,304	2000	0,437	1980	-0,404
5	1934	0,334	1965	-0,299	1983	0,435	1978	-0,379
6	1983	0,320	1887	-0,293	2002	0,422	1902	-0,368
7	1989	0,300	1879	-0,279	1999	0,398	1919	-0,366
8	1990	0,284	1888	-0,276	1946	0,361	1881	-0,317
9	1998	0,268	1919	-0,272	1950	0,351	1965	-0,296
10	1999	0,249	1922	-0,271	1934	0,313	1882	-0,291

Tabulka 18 Roční, tříletá, pětiletá a desetiletá období s nejnižšími a nejvyššími průměrnými hodnotami T_{st} (průměr za všechny stanice)

Perioda	Rok				Vegetační období			
	nejteplejší		nejchladnější		nejteplejší		nejchladnější	
	rok / období	T_{st}	rok / období	T_{st}	rok / období	T_{st}	rok / období	T_{st}
1 rok	1994	0,465	1881	-0,364	1947	0,632	1941	-0,438
3 roky	1998-2000	0,327	1940-1942	-0,250	1992-1994	0,399	1912-1914	-0,316
5 let	1998-2002	0,300	1887-1891	-0,207	1998-2002	0,322	1912-1916	-0,266
10 let	1993-2002	0,210	1879-1888	-0,174	1992-2001	0,242	1907-1916	-0,170
Dekáda	1991-2000	0,196	1881-1890	-0,172	1991-2000	0,236	1881-1890	-0,129

Graf 5 Průměrné hodnoty ukazatele T_{st} v jednotlivých dekadách (průměr za všechny stanice)



Podobně jako u srážek zohledníme také při hodnocení teplotních poměrů téma práce - sucho. Zaměříme se proto na hodnocení nejteplejších roků a vegetačních období. V tabulkách a grafech však uvádíme pro úplnost rovněž nejchladnější periody.

Nejteplejší roky

- Pokud se nám v předchozí kapitole nepodařilo prokázat statistickou významnost trendu úbytku množství srážek v průběhu let 1875-2002, pak u teplot je situace jiná. Z lineárního regresního modelu nám vychází na hladině významnosti $\alpha = 1 \%$ (koeficient spolehlivosti přes 99 % = doplněk dosažené hladiny testu **P** do 100 %) statisticky signifikantní nárůst průměrné teploty vzduchu 0,86 °C za 100 let (1875-2002), resp. 1,23 °C za 100 let (1921-2002).
- Devět z deseti nejteplejších let spadá do období 1983-2002. Jako nejteplejší vychází z pohledu naměřených teplotních průměrů rok 2000, dle ukazatele T_{st} zase 1994. Mezi deseti nejteplejšími roky se umístily podle naměřených i normovaných teplot vedle již zmiňovaných let také roky 2002, 1992, 1934, 1983, 1989, 1990 a 1999.
- Nejteplejší po sobě jdoucí tříleté a pětileté období se nachází mezi roky 1998-2002, u dekad jednoznačně dominují 90. léta 20. století.

Nejteplejší vegetační období

- Také u vegetačních období je patrný trend zvyšování teploty vzduchu směrem ke konci 20. století, který lze popsat statisticky významným lineárním regresním modelem s koeficientem spolehlivosti přes 99 % (hladina významnosti $\alpha = 1 \%$). Za celé sledované období (1875-2002) vychází nárůst průměrné teploty vzduchu ve vegetačním období 0,74 °C za 100 let, v periodě 1921-2002 asi 1,09 °C za 100 let.
- Tento trend však není tak výrazný jako u hodnocení na úrovni let, což potvrzuje i fakt, že „jen“ 6 z 10 nejteplejších vegetačních období můžeme zařadit do časového úseku vymezeného roky 1983 a 2002.
- Jako nejteplejší vychází na základě naměřených i normovaných teplot vegetační období roku 1947, za ním se umístily recentní roky 1992, 1994, 2000, 1983, 2002 a 1999. Starší období reprezentují mezi nejteplejšími roky 1946, 1950 a 1934.
- Nejteplejší po sobě jdoucí tříleté období je určeno roky 1992-1994, u pětiletého se o primát dělí periody 1946-1950 (naměřené teploty) a 1998-2002 (T_{st}).
- Graf 5 upozorňuje na dominantní postavení nejteplejšího desetiletí – 90. let 20. století. Teplotní abnormalita této dekad je ještě výraznější, než tomu bylo v případě let. Tepleji než v 80. letech však bylo ve vegetačních obdobích let čtyřicátých.

Také u hodnocení teplotní abnormality pomocí ukazatele T_{st} je, podobně jako u srážek, variabilita průměrných hodnot u vegetačních období vyšší než u let – v tomto případě o téměř 55 %.

5.1.3 Intenzita sucha

Jestliže předchozí kapitoly byly spíše úvodem do problematiky hodnocení intenzity sucha na území Česka v jednotlivých letech a vegetačních obdobích, tak nyní se již tomuto prvnímu ze dvou hlavních stanovených cílů budeme věnovat naplno.

Náš výzkum intenzity sucha bude založen na třech indexech (**EDI**, **DI** a **EvaDI**), jejichž přehled se stručným komentářem nalezneme v kapitole 4.5. Faktory ovlivňující hodnotu indexů zmiňuje příloha 1. K interpretaci rozdílů ve výsledcích mezi jednotlivými indexy využijeme předcházející kapitoly, které analyzují srážkové a teplotní poměry na území Česka v letech 1875-2002. Pro větší přehlednost se na tomto místě práce ještě jednou vrátíme ke konstrukci všech tří indexů a upozorníme na jejich vzájemné rozdíly, které nám také pomohou k lepší orientaci v prezentovaných výsledcích.

EDI řadíme v našem přehledu (kap. 4.5) mezi indexy, jež pracují pouze s denními úhrny srážek. Toto tvrzení je však značně zjednodušující. Poměrně zdouhavý výpočet **EDI**, který vychází z metody efektivní srážky, je podrobně popsán v kapitole 4.2. Pro správnou interpretaci indexu nám však postačí informace, že **EDI** je založen na charakteristice **EP** (efektivní srážka), jež reprezentuje vodní zásoby akumulované během posledních 365 dní. Nejedná se však o prostý součet denních úhrnů srážek, neboť ve výpočtu **EP** jsou srážkám přiřazeny váhy, které klesají s dobou, jež uplynula ode dne, pro který hodnotu ukazatele **EP** počítáme. Na index **EDI** tak můžeme nahlížet jako na vodních zdroje akumulované za posledních 365 dní, které dále porovnááme s dlouhodobým průměrem pro daný kalendářní den a standardizujeme tak, aby výsledná hodnota indexu byla objektivní – tj. umožňovala srovnání mezi stanicemi s odlišným klimatem a nepodléhala sezónním výkyvům. Při stanovení a následné interpretaci **EDI** v daném kalendářním roce nesmíme zapomínat na to, že velký vliv na hodnotu indexu má také rok předcházející (do výpočtu vstupují vážené denní úhrny srážek za posledních 365 dní). U vegetačních období není tento vliv tak silný, neboť mezi koncem uplynulého a začátkem nového vegetačního období je půlroční časová prodleva. Průnik dní, jejichž úhrny srážek vstupují do výpočtu **EDI**, není u dvou po sobě jdoucích vegetačních období tedy tak velký jako u na sebe navazujících let.

Indexy **DI** a **EvaDI** jsou si způsobem výpočtu velmi podobné (viz kap. 4.5). Oba vycházejí ze standardizovaných (normovaných) denních úhrnů srážek (vzorec 15) a denních průměrů teploty vzduchu (vzorec 16). Tímto postupem máme zajištěnu nejen objektivitu výsledků ve smyslu, který jsme uvedli v předchozím odstavci, ale také kvantifikování odchylku od dlouhodobého průměru (srážkového, resp. teplotního) pro příslušný kalendářní den roku. Oba diskutované indexy (narozdíl od **EDI**) vycházejí pouze z teplotních a srážkových poměrů daného období. Výpočet tedy není nijak ovlivněn rázem počasí ve dnech, jež periodě, pro kterou indexy počítáme, předcházejí.

Oba indexy vedle srážek pracují s teplotou vzduchu. Ta do jisté míry doplňuje potenciální evapotranspiraci, kterou za naše stanice nemáme k dispozici. Když se pozorněji podíváme na konstrukci obou indexů, pak jediný rozdíl lze spatřit v korekčním faktoru **c**, tedy ve váze, s jakou vstupují hodnoty T_{st} do výpočtu. U ukazatele **EvaDI** jsme tuto váhu volili tak, aby charakteristiky P_{st} a T_{st} měli na výslednou hodnotu indexu na úrovni let, resp. vegetačních období přibližně stejný vliv. V průměru (váženém) za všechny stanice má korekční faktor **c** pro výpočet hodnoty **EvaDI** za jednotlivé roky hodnotu přibližně 0,400, ve vegetačních obdobích počítáme **EvaDI** s **c** v průměrné výši zhruba 0,391.

Při stanovení hodnoty indexu **DI** vycházíme u let i vegetačních období z jednotné váhy (0,17656), kterou, stejně jako u indexu **EvaDI**, násobíme ukazatel T_{st} . Tento součin, jak bylo dříve zmíněno, by měl ve výpočtu zastupovat potenciální evapotranspiraci (viz komentář v kap. 4.5).

Logickou úvahou, odhlédneme-li od různých kombinací znamének ve vzorcích indexů, docházíme k závěru, že vliv ukazatele T_{st} na výslednou hodnotu indexu **DI** je přibližně o 55-56 % nižší než u charakteristiky **EvaDI**. Tzn., že u **DI** má P_{st} na výslednou hodnotu indexu více jak dvojnásobný vliv v porovnání s ukazatelem T_{st} (z váženého průměru za všechny stanice dostáváme poměr přibližně 2,2:1). S ohledem na konstrukci **DI** by toto číslo mělo zhruba odpovídat poměru vlivu srážek a potenciální evapotranspirace. Lze tedy

řící, že potenciální evapotranspirace má v průměru za všechny stanice na hodnotu ukazatele **DI** asi 31% vliv. U charakteristiky **EvaDI**, jak jsme již několikrát v minulosti zmínili, jsou vlivy ukazatelů **P_{st}** a **T_{st}** vyrovnané.

Nyní již můžeme přistoupit k samotnému hodnocení intenzity sucha pomocí výše popsaných indexů. Základní přehled, jenž je obsažen v níže uvedených tabulkách a grafech, doplňují dva termopluvioagramy, které přináší srovnání teplotních a srážkových poměrů v jednotlivých letech a vegetačních obdobích s dlouhodobým průměrem z let 1875-2002. V komentáři se zaměříme zejména na rozbor a vysvětlení prezentovaných výsledků jednotlivých indexů sucha.

Intenzita sucha - roky

Index EDI

- Abychom byli schopni správně okomentovat pořadí nejsušší let podle indexu **EDI**, musíme se vrátit k výsledkům kapitoly 5.1.1 v kombinaci s grafem 6. Zajímají nás přitom nejen srážkové poměry v konkrétním roce, ale jak jsme již zmínili dříve, zapomenout nesmíme ani na vliv roku předchozího.
- Z tohoto pohledu není dominantní postavení roku 1943 nijak překvapující, neboť také rok 1942 patří z hlediska úhrnů srážek mezi deset nejsušších (tabulka 10, resp. 12). Není bez zajímavosti připomenout, že těmito dvěma výrazně suchým rokům předcházelo srážkově vůbec nejbohatší tříleté období 1939-1941.
- Dalším srážkově silně podnormálním roků 1982, 1953, 1921 a 1947 však předcházejí roky srážkově normální nebo vlhké (viz graf 6), což se na výsledné hodnotě **EDI** zákonitě muselo projevit. Zmíněné roky se tak mezi desítkou let s nejvyšší intenzitou sucha již nevyskytují. Jinak je tomu u let 1973 a 1933, které i podle ukazatele **EDI** řadíme mezi nejsušší.
- Nejsušší tříleté období 1990-1992 má mezi desítkou let s nejvyšší intenzitou sucha dva své zástupce: roky 1991 a 1990. Dvojnásobné zastoupení (1984 a 1983) registrujeme také u druhé nejvýraznější tříleté suché periody 1982-1984, která začíná srážkově vůbec nejchudším rokem 1982. Vedle dvou jmenovaných časových úseků lze podle výsledků indexu **EDI** identifikovat také další tříletá seskupení výrazně suchých let: 1932-1934 a 1972-1974.
- Pětileté nejsušší období je vymezeno roky 1989-1993, jako výrazně suchá se jeví také první polovina let sedmdesátých (1972-1976).
- Graf 8 upozorňuje na významný nárůst intenzity sucha směrem ke konci 20. století. Tento trend se nám na hladině významnosti $\alpha = 5\%$ (lineární regrese - koeficient spolehlivosti 95%; období 1876-2002; pro rok 1875 nemáme vzhledem ke způsobu výpočtu hodnotu k dispozici) také podařilo prokázat. Poslední tři dekády 20. století se nízkou průměrnou hodnotou **EDI** od ostatních desetiletí zcela jednoznačně odlišují, jako nejsušší se jeví 90. léta 20. století.

Indexy DI a EvaDI

- Při rozboru výsledků indexů **DI** a **EvaDI** se budeme vracet také k průměrným hodnotám ukazatelů **P_{st}** a **T_{st}**, které doplňuje, stejně jako v případě **EDI**, termopluvioagram (graf 6). Nesmíme však zapomínat, že **DI** i **EvaDI** pracují se standardizovanými hodnotami, jež porovnávají naměřené srážky a teplotu vzduchu s dlouhodobým průměrem pro daný kalendářní den. Oba ukazatele se také liší vlivem teplotní složky na konečnou hodnotu indexu. U **DI** je vliv teploty

v průměru o zhruba 55-56 % nižší než u **EvaDI**, kde srážky a teplota vzduchu ovlivňují výsledek v průměru přibližně stejně.

- Vliv ukazatele **P_{st}** na hodnotu indexu **DI** je na první pohled patrný. Hned pět z deseti nejsušších let dle **P_{st}** se objevují také mezi roky s nejnižšími hodnotami ukazatele **DI**. Změnilo se však jejich pořadí. Vedle nejsuššího roku 1953 se jedná dále o léta 1982, 1921, 1943 a 1959. Mezi nejsušší se dle **DI** zařadily dále roky, které vynikají spíše teplotní než srážkovou abnormalitou: 1989, 1994, 1983, 1998 a 1992 (všechny patří mezi deset nejteplejších let dle **T_{st}**).
- Při pohledu na výsledky indexu **EvaDI** je zastoupení nejteplejších let ještě vyšší. U sedmi z deseti nejsušších let převažuje teplotní abnormalita nad srážkovou. Roky s nejnižší hodnotou **P_{st}** reprezentují jen 1982, 1921 a 1953. Nejsušším je dle indexu **EvaDI** rok 1994, nově se po boku výrazně teplých a srážkově podprůměrných let 1989, 1983, 1992, 1934 a 1998 objevuje také rok 2000.
- Nejsušší víceletá období jsou s výsledky ukazatele **EDI** v poměrně dobré shodě. Přesto pozorujeme mírné odchylky, které způsobuje výrazné zvýšení průměrné teploty vzduchu zejména v poslední dekádě 20. století. Nejsušší tříleté a pětileté období připadá dle ukazatele **DI** na konec 80. a začátek 90. let 20. století (1989-1993). U indexu **EvaDI** se tříleté nejsušší období posunulo až na samý konec 20. století (1998-2000), pětileté období však již poměrně dobře koresponduje s výsledky zbylých dvou indexů (1990-1994). U obou indexů není abnormalita začátků 30. a 70. let tak výrazná jako u ukazatele **EDI**, mezi nejsušší však i nadále řadíme seskupení let 1982-1984.
- Stejně jako u výsledků indexu **EDI** jsme také u ukazatelů **DI** a **EvaDI** prokázali v období 1875-2002 na základě metod regresní analýzy statisticky významný trend ($\alpha = 1 \%$; koeficient spolehlivosti přes 99 %) nárůstu intenzity sucha směrem ke konci 20. století, který vrcholí extrémně suchými 90. léty.

Intenzita sucha – vegetační období

Index EDI

- Skupina deseti nejsušších vegetačních období dle indexu **EDI** příliš nekoresponduje s hodnocením srážkových poměrů v kapitole 5.1.1 a také ani z grafu 7 bychom ji nebyli schopni přesněji určit. Mezi desítkou nejsušších se vyskytují z vegetačních období s nejnižšími srážkovými úhrny jen roky 1976 (nejvyšší intenzita sucha dle **EDI**) a 1947 (nejnižší úhrn srážek), který se však umístil dle **EDI** až na 7. místě. Nabízí se dvě hlavní vysvětlení, která v tabulkách a grafech nelze postihnout – vyšší srážky v průběhu a na konci zimy (tj. těsně před začátkem vegetačního období) a také extrémní denní úhrny srážek v průběhu samotného vegetačního období, které vstupují do výpočtu s vysokou váhou, což významně zvyšuje aktuální hodnotu indexu. Druhá příčina patrně stojí za poněkud vyšší hodnotou ukazatele **EDI** u vegetačního období roku 1947. Nízké srážky v průběhu podzimu a zimy mají naopak za následek druhou nejvyšší intenzitu sucha, kterou jsme zaznamenali u vegetačního období roku 1943. Mezi deseti nejsuššími vegetačními obdobími najdeme dále nejen roky 1933, 1973, 1990 a 1991, ale také, nutno poznamenat trochu překvapivě, tři roky z 19. století: 1885, 1893 a 1884.
- V tříleté a pětileté periodě po sobě jdoucích vegetačních období není na první pohled patrný žádný posun v porovnání s výsledky za roky. Nejvyšší intenzita

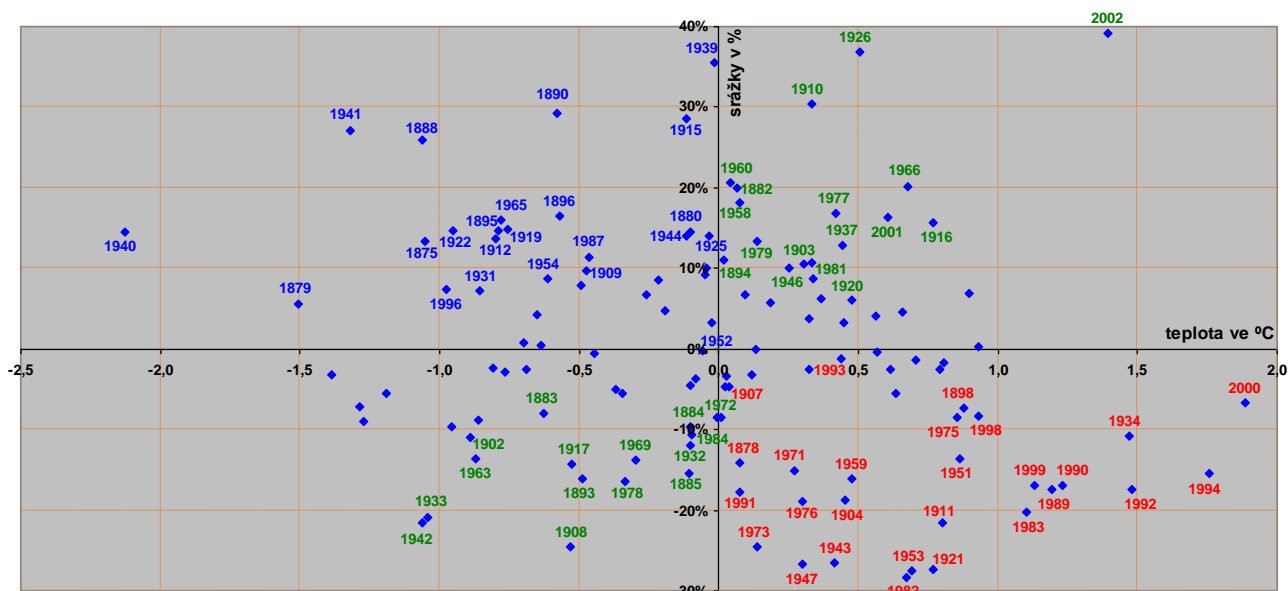
sucha dle **EDI** připadá na časový úsek mezi lety 1989 a 1993, se kterým snesou srovnání jen vegetační období z let 1932-1935 a 1972-1976.

- Při vyhodnocení nejsušší desetileté periody pozorujeme vzhledem k výsledkům za roky nárůst intenzity sucha let devadesátých na úkor osmdesátých (máme na mysli poslední dvě dekády 20. století).
- Přestože se nám statistickou významnost (lineární model) zvyšování průměrné hodnoty indexu **EDI** v průběhu hodnocené periody 1876-2002 (pro rok 1875 nelze hodnotu **EDI** stanovit) nepodařilo na hladině $\alpha = 5 \%$ (koeficient spolehlivosti 95 %) prokázat, můžeme z grafu 9 vyčíst, že průměrná intenzita sucha se ve vegetačních obdobích v posledních čtyřech dekádách 20. století neustále zvyšuje.

Indexy DI a EvaDI

- Oba indexy jsou kombinací standardizovaných průměrných hodnot P_{st} a T_{st} ve dnech daného vegetačního období. Neuvažují tedy srážkové a teplotní poměry před začátkem vegetačního období. Z tohoto pohledu bude rozbor nejsušších vegetačních období snazší než u indexu **EDI**, neboť zde budou většinou zastoupeny pouze období s nejnižšími, resp. nejvyššími hodnotami ukazatelů P_{st} , resp. T_{st} .
- U obou ukazatelů se na prvních čtyřech místech umístily stejné roky (v pořadí od nejsuššího): 1947, 1992, 2000 a 1982. Mimořádnou suchost vegetačních období let 1947 a 1992 dokumentuje také graf 7. Vzácná shoda mezi výsledky obou ukazatelů panuje také na dalších místech s tím, že se pořadí mění v závislosti na vzájemném poměru vah srážkové a teplotní abnormality (u **DI** kladen vyšší důraz na srážkovou, v případě **EvaDI** je vliv obou složek přibližně stejný). Jako mimořádně suché se podle obou ukazatelů jeví (vedle ji zmíněných) také vegetační období let 1976, 1911, 1878 (u těchto tří převládá srážková abnormalita), 1999 a 1994 (dominuje teplotní extremita).
- Shoda mezi indexy je také u nejsuššího tříletého a pětiletého vegetačního období, která můžeme časově zařadit mezi roky 1990 a 1994. V porovnání s výsledky za **EDI** registrujeme u obou indexů relativní nárůst intenzity sucha v období 1946-1950. Ta je vyšší než např. u seskupení suchých vegetačních období ze začátku 80. let nebo z konce 90. let 20. století.
- Nejsušším desetiletím je poslední dekáda 20. století s průměrnou intenzitou sucha, která nemá mezi ostatními stejně dlouhými časovými úseky obdoby. Podobně jako u **EDI** platí tvrzení o tom, že intenzita sucha 90. let 20. století je u vegetačních období v relativním srovnání s ostatními dekádami ještě výraznější, než je tomu na úrovni celých let. Narozdíl od výsledků za **EDI** se jako druhé nejsušší desetiletí jeví 40. léta 20. století.
- Zvyšování intenzity sucha vegetačních období v průběhu let 1875-2002 se nám u obou indexů lineárním regresním modelem podařilo na hladině významnosti $\alpha = 1 \%$ (koeficient spolehlivosti přes 99 %) statisticky prokázat.

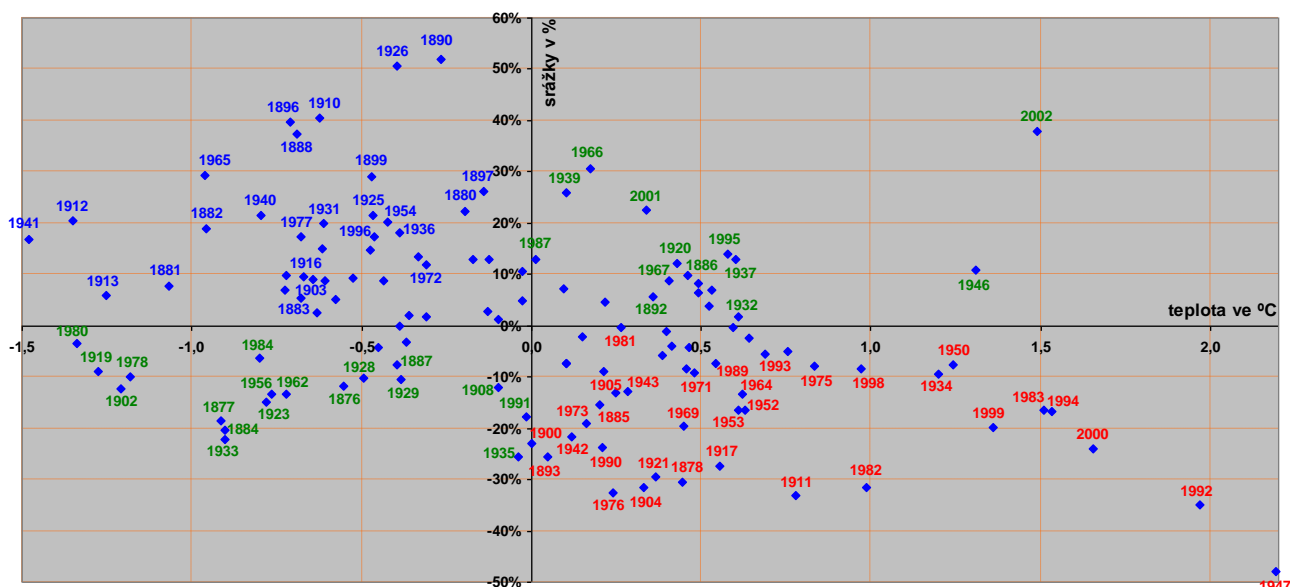
Graf 6 Termopluviogram – jednotlivé roky – srovnání s dlouhodobým průměrem za období 1875-2002 (průměr za všechny stanice)



Tabulka 19 Deset nejsušších let dle průměrných hodnot indexů sucha EDI, DI a EvaDI (průměr za všechny stanice)

Pořadí	Dle EDI		Dle DI		Dle EvaDI	
	rok	EDI	rok	DI	rok	EvaDI
1	1943	-1,185	1953	-0,156	1994	-0,233
2	1973	-1,011	1982	-0,146	1989	-0,201
3	1933	-0,835	1921	-0,139	1982	-0,193
4	1991	-0,825	1943	-0,137	1983	-0,192
5	1976	-0,807	1989	-0,135	2000	-0,191
6	1990	-0,777	1994	-0,129	1921	-0,187
7	1984	-0,664	1983	-0,120	1953	-0,184
8	1884	-0,660	1998	-0,111	1992	-0,179
9	1934	-0,643	1959	-0,108	1934	-0,178
10	1983	-0,642	1992	-0,103	1998	-0,170

Graf 7 Termopluviogram – vegetační období – srovnání s dlouhodobým průměrem za období 1875-2002 (průměr za všechny stanice)



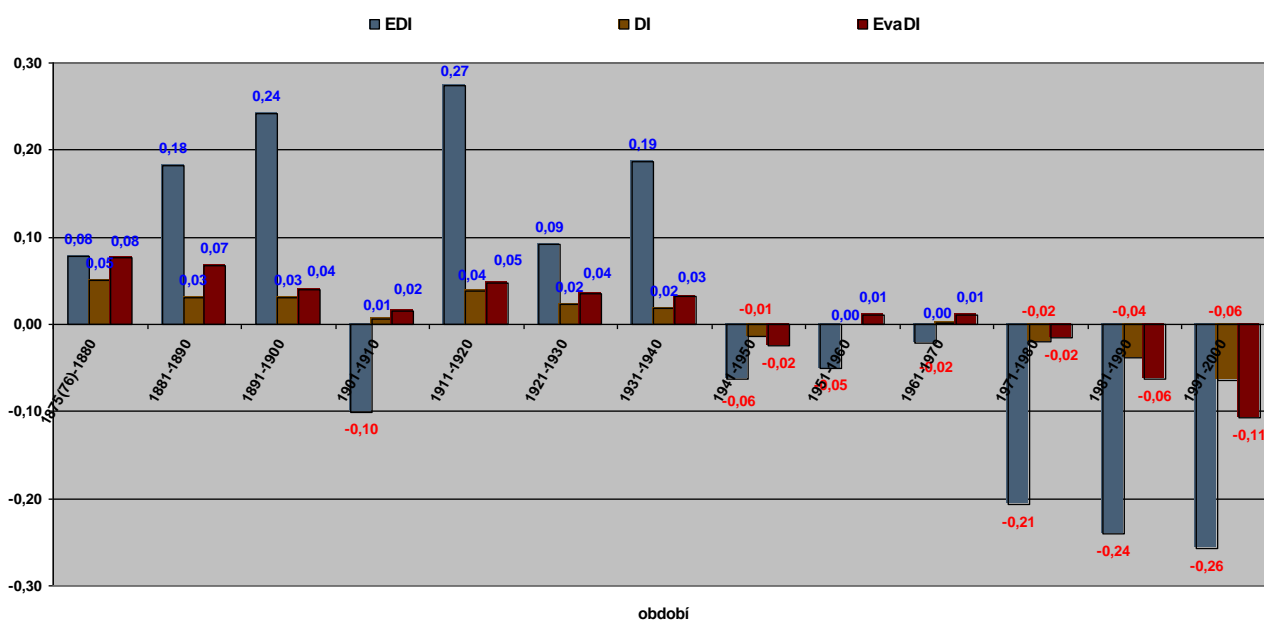
Tabulka 20 Deset nejsušších vegetačních období dle průměrných hodnot indexů sucha EDI, DI a EvaDI (průměr za všechny stanice)

Pořadí	Dle EDI		Dle DI		Dle EvaDI	
	rok	EDI	rok	DI	rok	EvaDI
1	1976	-1,233	1947	-0,324	1947	-0,459
2	1943	-0,957	1992	-0,252	1992	-0,375
3	1885	-0,885	2000	-0,203	2000	-0,294
4	1893	-0,867	1982	-0,197	1982	-0,263
5	1884	-0,867	1976	-0,157	1999	-0,227
6	1933	-0,846	1911	-0,152	1994	-0,225
7	1947	-0,828	1999	-0,144	1983	-0,212
8	1973	-0,806	1878	-0,143	1911	-0,208
9	1990	-0,764	1921	-0,142	1878	-0,171
10	1991	-0,727	1994	-0,129	1976	-0,167

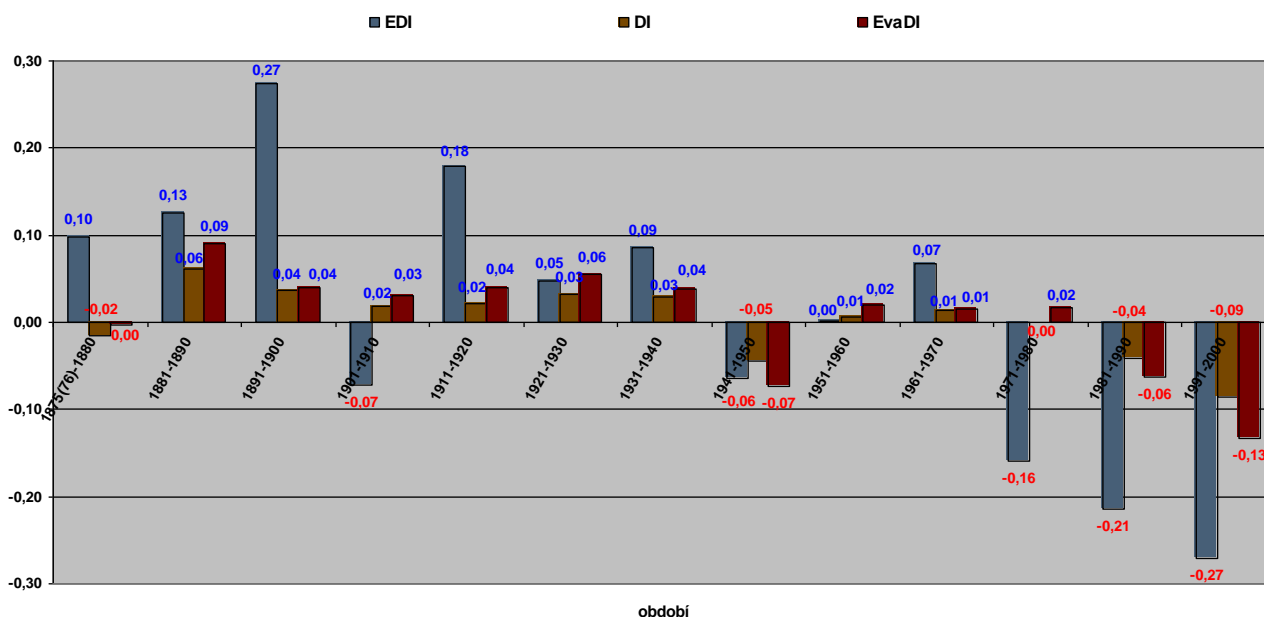
Tabulka 21 Roční, tříletá, pětiletá a desetiletá nejsušší období dle průměrných hodnot indexů sucha **EDI**, **DI** a **EvaDI** (průměr za všechny stanice)

Perioda	Nejsušší roky					
	rok / období	EDI	rok / období	DI	rok / období	EvaDI
1 rok	1943	-1,185	1953	-0,156	1994	-0,233
3 roky	1990-1992	-0,721	1989-1991	-0,107	1998-2000	-0,168
5 let	1989-1993	-0,605	1989-1993	-0,095	1990-1994	-0,149
10 let	1983-1992	-0,341	1989-1998	-0,069	1989-1998	-0,108
Dekáda	1991-2000	-0,257	1991-2000	-0,064	1991-2000	-0,107
Perioda	Nejsušší vegetační období					
	rok / období	EDI	rok / období	DI	rok / období	EvaDI
1 rok	1976	-1,233	1947	-0,324	1947	-0,459
3 roky	1990-1992	-0,718	1992-1994	-0,152	1992-1994	-0,235
5 let	1989-1993	-0,621	1990-1994	-0,122	1990-1994	-0,173
10 let	1990-1999	-0,321	1991-2000	-0,086	1991-2000	-0,134
Dekáda	1991-2000	-0,271	1991-2000	-0,086	1991-2000	-0,134

Graf 8 Roční průměrné hodnoty indexů sucha **EDI**, **DI** a **EvaDI** v jednotlivých dekádách (průměr za všechny stanice)



Graf 9 Průměrné hodnoty indexů sucha **EDI**, **DI** a **EvaDI** ve vegetačních obdobích jednotlivých dekád (průměr za všechny stanice)



5.2 Stanice Praha-Klementinum

Stejný postup jako při hodnocení intenzity sucha na území Česka budeme aplikovat samostatně také pro stanici Praha-Klementinum. Zde máme navíc k dispozici odvozené denní odhady potenciální evapotranspirace (kapitola 4.1), což významně rozšiřuje možnosti našeho hodnocení: srážkové poměry v letech a vegetačních obdobích porovnáme s potenciální evapotranspirací, intenzitu sucha zhodnotíme pomocí indexů, které využívají odhad úhrnů potenciální evapotranspirace (**EDI_{mod}**, **EDI₂** a **EvaDI₂**).

Kapitola 5.2 směřuje k prezentaci výsledků jednotlivých indexů sucha, jejich vzájemnému srovnání a vysvětlení rozdílů. Abychom toho byli schopni, musíme si nejprve v následujících kapitolách v krátkosti představit srážkové a teplotní poměry na stanici Praha-Klementinum v letech a vegetačních obdobích 1875-2002. Zajímavé také určitě bude porovnání s výsledky z kapitoly 5.1, kde jsme se snažili o popsání srážkových a teplotních poměrů na území Česka na základě průměru ze všech osmi stanic. Nově se budeme věnovat také hodnocení potenciální evapotranspirace.

5.2.1 Srážkové poměry

Pro lepší orientaci v práci a také kvůli snazšímu vzájemnému srovnání výsledků odpovídajících si kapitol jsme se rozhodli postupovat stejně jako při hodnocení průměrných srážkových poměrů na území Česka v kapitole 5.1.1. Tento přístup bude dodržen i v případě analýzy teplotních poměrů a indexů sucha.

Na srážky v jednotlivých letech a vegetačních obdobích nahlížíme nejen prostřednictvím absolutních úhrnů, nýbrž také s využitím průměrů normovaných (standardizovaných) denních úhrnů srážek. Komentář, tabulky a grafy nám nyní srážkové poměry na stanici Praha-Klementinum v letech 1875-2002 blíže představí.

Nejsušší roky

- Výsledky jsou v poměrně dobré shodě se závěry kapitoly 5.1.1. Sedm (dle absolutních úhrnů srážek), resp. osm (dle ukazatele P_{st}) nejsušších let na stanici Praha-Klementinum řadíme také mezi srážkově nejchudší v průměru za celé území Česka. Patří mezi ně roky 1943, 1953, 1911, 1933, 1982, 1921 a 1942 dle naměřených úhrnů srážek, z pohledu indexu P_{st} doplňují tento seznam dále roky 1959, 1973 a 1991.
- Přesto nacházíme určité odlišnosti, na které bychom rádi upozornili. Jako jednoznačně nejsušší se na stanici Praha-Klementinum jeví rok 1943, jehož postavení není u průměru za všechny stanice tak dominantní. Naproti tomu roky 1982 a 1947 nevycházejí srážkově tak extrémně suché jako v kapitole 5.1.1. Výsledek roku 1947 je podstatně ovlivněn extrémní srážkou 68,5 mm (17,2 % ročního úhrnu) ze dne 1.7.1947. Pokud bychom od ní odhlédli, pak by se rok 1947 zařadil znovu mezi nejsušší (5. místo), což by bylo zcela v souladu s průměrnými výsledky za celé území Česka (resp. ostatní stanice).
- Tříleté nejsušší seskupení po sobě jdoucích let se v porovnání s průměrem za celé území Česka přesunulo u stanice Praha-Klementinum z let 1982-1984 do období 1989-1991. Jako nejsušší vychází z pohledu průměrných úhrnů srážek opět poslední dekáda 20. století.
- U ukazatele P_{st} , který objektivně porovnává srážkové poměry z hlediska dlouhodobých (očekávaných) průměrů, se však setkáváme s poněkud překvapivými výsledky. Začátek 90. let je překonán nejen seskupením suchých let ze začátku 70. let (1971-1973), nýbrž také ze samého začátku 20. století (1902-1904). Tento výsledek je potvrzen také na úrovni dekád, kde jako nejsušší vychází první desetiletí 20. století.
- Podobně jako v kapitole 5.1.1 se nám nepodařilo statisticky (lineárním regresním modelem) prokázat na zvolené hladině významnosti $\alpha = 5\%$ (koeficient spolehlivosti 95 %) trend úbytku srážek v průběhu sledovaného období 1875-2002. Přesto zde uvedeme, že z regrese získaný průměrný úbytek ročních srážek (12 mm za 100 let) byl v porovnání s průměrem z kapitoly 5.1.1 (35 mm za 100 let) výrazně nižší (o téměř 65 %). Nicméně z grafů 10, resp. 11 lze vyčíst, že od 60. let 20. století srážek postupně ubývá.

Nejsušší vegetační období

- Shoda s výsledky kapitoly 5.1.1. již není tak velká jako v případě let. „Jen“ čtyři (dle úhrnů srážek), resp. pět vegetačních období (index P_{st}) nacházíme mezi deseti nejsuššími na stanici Praha-Klementinum i v průměru za všech osm stanic: 1911, 1976, 1982 a 1935 (dle úhrnů srážek), z pohledu indexu P_{st} se k nim přidávají také vegetační období z let 2000 a 1947. Naopak zcela nově se dle obou kritérií mezi deseti nejsuššími objevují vegetační období z let 1990, 1933 a 1953.
- Jako relativně sušší se ve srovnání s průměrem ze všech osmi stanic jeví na stanici Praha-Klementinum vegetační období 1911 (nejnižší úhrn srážek) a 2000 (nejnižší hodnota ukazatele P_{st}). U vegetačního období roku 1947 je situace opačná – mezi nejsuššími jej z pohledu úhrnů srážek vůbec nenajdeme, dle indexu normovaných (standardizovaných) srážek P_{st} se zařadilo s odstupem na druhé místo. Vysvětlení je znovu stejné jako u ročního hodnocení. Zmíněná extrémní srážka představuje více než 30 % celkového úhrnu srážek: bez ní by bylo vegetační období roku 1947 také na stanici Praha-Klementinum z pohledu úhrnu srážek jednoznačně nejsušší. Standardizací vzhledem k dlouhodobému průměru (charakteristika P_{st}) se dopad

extrémní srážky do výsledku za celé vegetační období přeci jen poněkud eliminuje.

- Podobně jako u let není ani u vegetačních období převaha 90. let tak výrazná jako u průměru za všech osm stanic. Významně jim na úrovni desetiletí konkurují 80. léta 20. století a také perioda ze začátku hodnoceného období (1875-1880, tj. šestiletý časový úsek). Z pohledu průměrných úhrnů srážek připadá nejsušší tříletá i pětiletá perioda na konec 80. a začátek 90. let 20. století (1989-1991, resp. 1988-1992).
- Podle ukazatele P_{st} byl začátek 90. let (1990-1992) překonán obdobími 1998-2000 a 1876-1878. Také při pohledu na graf 11 můžeme konstatovat, že časový úsek 1875-1880 se jeví jako sušší než poslední dekáda 20. století.
- Ani u vegetačních období nelze prokázat statisticky významný (hladina $\alpha = 5\%$; koeficient spolehlivosti 95 %) trend úbytku srážek (6 mm/ 100 let). Spočítaná hodnota je však, obdobně jako u let, výrazně nižší, než průměr ze všech osmi stanic (22 mm za 100 let).

O tom, že srážkové poměry více kolísají na úrovni vegetačních období než let, svědčí skutečnost, že rozptyl průměrných hodnot ukazatele P_{st} je u vegetačních období ve srovnání s roky o zhruba 70 % vyšší.

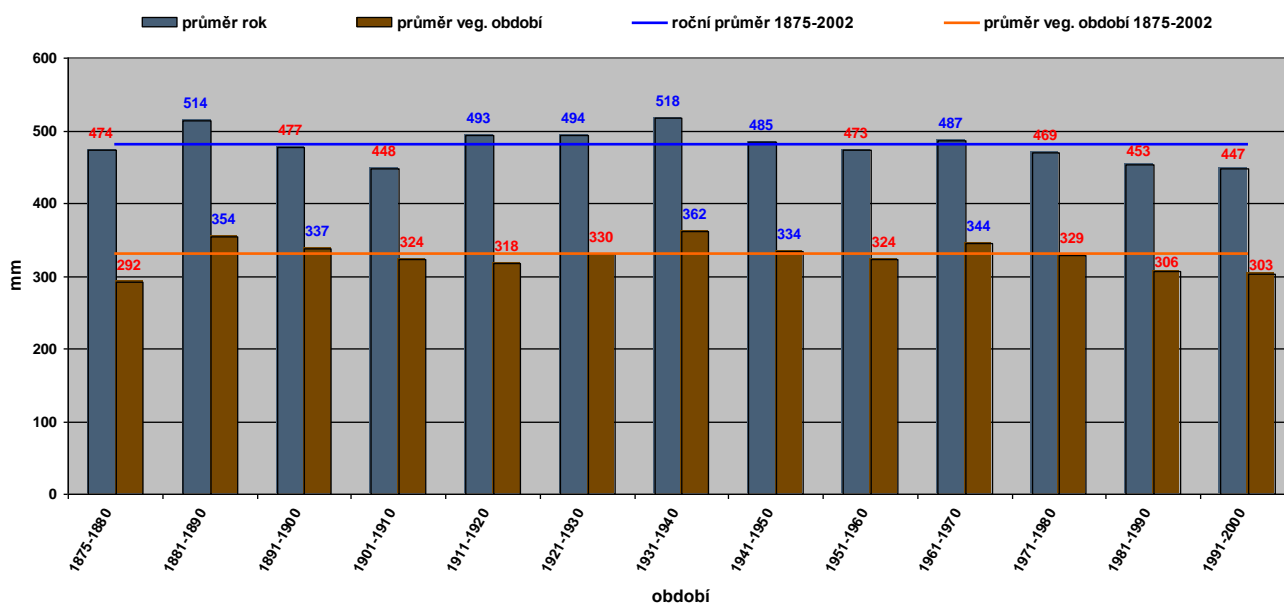
Tabulka 22 Deset let a vegetačních období s nejvyššími a nejnižšími úhrny srážek (Praha-Klementinum)

Pořadí	Rok				Vegetační období			
	nejsušší		nejvlhčí		nejsušší		nejvlhčí	
	rok	mm	rok	mm	rok	mm	rok	mm
1	1943	268,7	1939	745,5	1911	171,8	1890	502,9
2	1953	291,7	2002	661,5	1990	182,6	1939	490,1
3	1911	326,0	1946	638,3	2000	185,5	1931	488,6
4	1933	327,0	1890	637,3	1976	186,2	1966	480,1
5	1976	332,2	1958	633,1	1982	207,2	1899	479,9
6	1959	333,1	1966	624,1	1942	210,5	1926	461,9
7	1982	334,4	1926	607,0	1885	212,3	1910	461,1
8	1921	336,2	1922	605,3	1935	212,4	1946	451,9
9	1942	340,2	1981	604,7	1933	214,9	1965	451,7
10	1990	342,5	1977	601,6	1953	218,6	1925	444,4

Tabulka 23 Roční, tříletá, pětiletá a desetiletá období s extrémními úhrny srážek (Praha-Klementinum)

Perioda	Rok				Vegetační období			
	nejsušší		nejvlhčí		nejsušší		nejvlhčí	
	rok / období	mm	rok / období	mm	rok / období	mm	rok / období	mm
1 rok	1943	268,7	1939	745,5	1911	171,8	1890	502,9
3 roky	1989-1991	367,5	1939-1941	646,2	1989-1991	230,4	1965-1967	447,6
5 let	1988-1992	409,7	1937-1941	602,3	1988-1992	257,6	1937-1941	403,9
10 let	1982-1991	430,1	1937-1946	541,2	1982-1991	292,7	1937-1946	372,8
Dekáda	1991-2000	447,3	1931-1940	517,9	1991-2000 (1875-1880)	303,0 (292,4)	1931-1940	361,6

Graf 10 Průměrné úhrny srážek v jednotlivých dekádách (Praha-Klementinum)



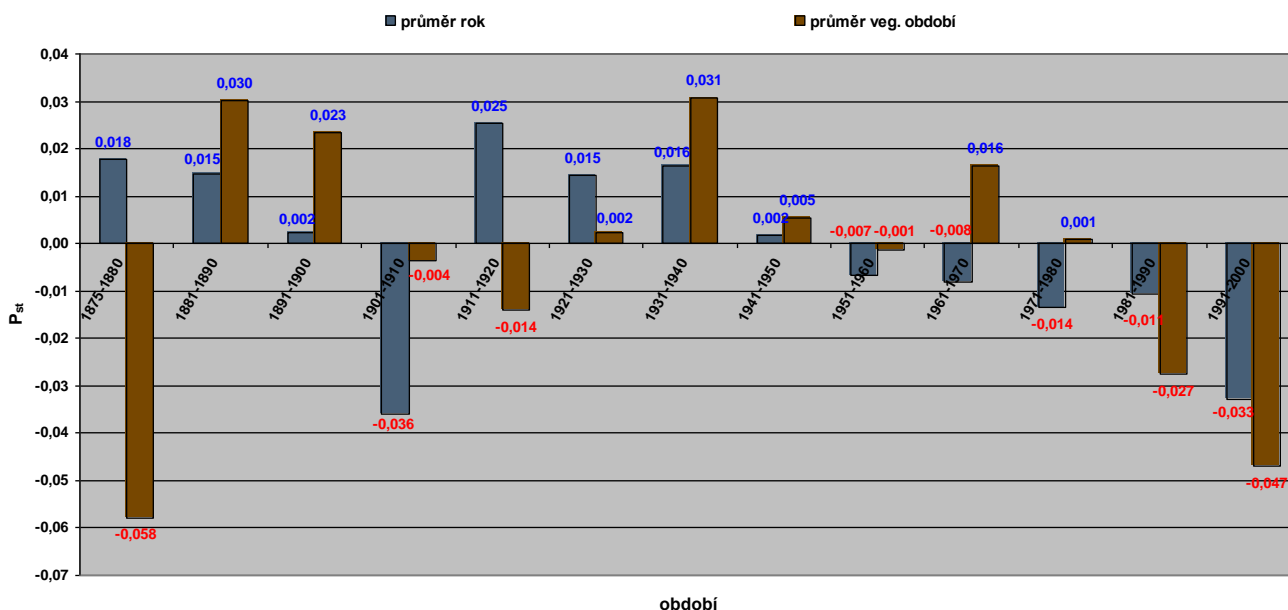
Tabulka 24 Deset let a vegetačních období s nejvyššími a nejnižšími průměrnými hodnotami P_{st} (Praha-Klementinum)

Pořadí	Rok				Vegetační období			
	nejsušší		nejvlhčí		nejsušší		nejvlhčí	
	rok	P_{st}	rok	P_{st}	rok	P_{st}	rok	P_{st}
1	1943	-0,198	1939	0,170	2000	-0,199	1899	0,236
2	1953	-0,157	1941	0,165	1947	-0,175	1890	0,198
3	1959	-0,144	1900	0,144	1976	-0,174	1965	0,187
4	1933	-0,115	2002	0,141	1911	-0,156	1987	0,158
5	1902	-0,113	1915	0,135	1982	-0,155	1954	0,156
6	1921	-0,113	1958	0,131	1935	-0,153	1896	0,152
7	1973	-0,111	1916	0,130	1933	-0,141	1931	0,146
8	1982	-0,110	1922	0,121	1990	-0,139	1955	0,140
9	1942	-0,103	1987	0,117	1953	-0,131	1966	0,140
10	1991	-0,091	1919	0,114	1969	-0,130	1939	0,136

Tabulka 25 Roční, tříletá, pětiletá a desetiletá období s nejnižšími a nejvyššími průměrnými hodnotami P_{st} (Praha-Klementinum)

Perioda	Rok				Vegetační období			
	nejsušší		nejvlhčí		nejsušší		nejvlhčí	
	rok / období	P_{st}	rok / období	P_{st}	rok / období	P_{st}	rok / období	P_{st}
1 rok	1943	-0,198	1939	0,170	2000	-0,199	1899	0,236
3 roky	1971-1973	-0,089	1939-1941	0,136	1998-2000	-0,127	1965-1967	0,145
5 let	1969-1973	-0,057	1937-1941	0,098	1989-1993	-0,088	1937-1941	0,089
10 let	1902-1911	-0,043	1914-1923	0,046	1991-2000	-0,047	1890-1899	0,053
Dekáda	1901-1910	-0,036	1911-1920	0,025	1991-2000 (1875-1880)	-0,047 (-0,058)	1931-1940	0,031

Graf 11 Průměrné hodnoty ukazatele P_{st} v jednotlivých dekadách (Praha-Klementinum)



5.2.2 Teplotní poměry

V předchozí kapitole jsme při hodnocení srážek dospěli k některým velmi zajímavým rozdílům ve výsledcích mezi stanicí Praha-Klementinum a průměrem ze všech osmi stanic. U teplotního srovnání již takové odlišnosti neočekáváme. Tento předpoklad vychází mimo jiné ze zjištění, že variační koeficient, který umožňuje porovnávat variabilitu dvou souborů lišících se měrnými jednotkami nebo průměrem, má u ročních průměrů teploty vzduchu o asi 42 % nižší hodnotu než u ročních úhrnů srážek. U vegetačních období je rozdíl ještě výraznější (73,5 %). Uvedené porovnání variačních koeficientů jsme spočítali z průměrů pro jednotlivé roky a vegetační období ze všech osmi stanic, na kterých jsme založili naše hodnocení srážkových a teplotních poměrů na území Česka v kapitolách 5.1.1 a 5.1.2.

Teplotní poměry na stanici Praha-Klementinum okomentujeme jen stručně, neboť jak je na první pohled z tabulek a grafů zřejmé, výsledky se skutečně od kapitoly 5.1.2 příliš neliší. Při hodnocení teplotních poměrů v jednotlivých letech a vegetačních obdobích jsme vycházeli z denních průměrů teploty vzduchu a denních hodnot ukazatele T_{st} , který porovnává teplotu vzduchu s dlouholetým (očekávaným) průměrem pro tento kalendářní den. Musíme znovu připomenout, že ukazatel T_{st} nepočítá se zápornými denními průměry teploty vzduchu, které jsou při výpočtu ukazatele i dlouhodobého průměru pro daný kalendářní den nahrazeny nulami.

Nejteplejší roky

- Výsledky poměrně věrně kopírují závěry z kapitoly 5.1.2 s jedinou výjimkou – rok 1988 byl mezi desítkou nejteplejších let nahrazen rokem 1998. Podle ukazatele T_{st} je shoda mezi výsledky ještě větší, neboť odlišnosti registrujeme jen v pořadí.
- Jako nejteplejší se jeví podle teplotního průměru i ukazatele T_{st} rok 2000, za ním se na druhém místě umístil podle obou kritérií rok 1994. Podobně jako u průměru za všechny stanice můžeme také nyní konstatovat, že devět z deseti nejteplejších

let se nachází v období mezi roky 1983 a 2002. Ostatní dekády sledovaného období zastupuje pouze rok 1934.

- Nejteplejší po sobě jdoucí tříleté a pětileté období nalezneme mezi roky 1998-2002. Také u dekád ke změnám nedošlo – nejteplejší jsou devadesátá léta 20. století, za nimi následují léta osmdesátá. Jediným podstatnějším rozdílem oproti výsledkům z kapitoly 5.1.2 je vyšší průměrná teplota v letech 70. letech 20. století než ve 40., což rovněž potvrzuje hodnota ukazatele T_{st} (viz graf 13).
- Poslední věta předchozího odstavce a pohled na graf 13 napovídá, že také na stanici Praha-Klementinum lze očekávat trend růstu průměrné teploty vzduchu v průběhu sledovaného období 1875-2002, jehož statistickou významnost jsme také na základě regresní analýzy na hladině významnosti $\alpha = 1 \%$ (koeficient spolehlivosti 99 %) prokázali. Z lineární regrese dostáváme růst teploty vzduchu přibližně 1,42 °C za 100 let. Tato hodnota je nejvyšší ze všech osmi stanic. Ve srovnání s průměrem pro území Česka (0,86 °C za 100 let) je trend oteplování na stanici Praha-Klementinum v období 1875-2002 o 65,7 % rychlejší.

Nejteplejší vegetační období

- Při hodnocení vegetačních období můžeme také využít některých závěrů z kapitoly 5.1.2, neboť mezi deseti nejteplejšími roky najdeme osm, které jsme identifikovali jako nejteplejší také při práci s průměrem ze všech osmi stanic.
- Následkem statisticky významného (hladina významnosti $\alpha = 1 \%$; koeficient spolehlivosti 99 %) trendu oteplování ve sledovaném období 1875-2002 je také skutečnost, že mezi deseti nejteplejšími vegetačními obdobími již nenacházíme roky 1946 a 1950. Také vegetační období roku 1947 vykázalo jen těsně nejvyšší teplotní průměr, dle ukazatele T_{st} jej dokonce překonalo vegetační období 1992. S výjimkou let 1947 a 1934 lze všechna ostatní nejteplejší vegetační období zařadit do časového rozmezí let 1982-2002.
- Posun registrujeme také u tříletých a pětiletých po sobě jdoucích nejteplejších vegetačních období, kde teplotní průměr ze začátku 90. a druhé poloviny let 40. zaostal za přelomem 20. a 21. století, tedy časovým úsekem vymezeným roky 1998-2002.
- Graf 13 ukazuje na extremitu 90. let 20. století v porovnání s ostatními dekádami. Druhým nejteplejším desetiletím byla, stejně jako u průměru za všechny stanice, 40. léta 20. století.
- Také v případě vegetačních období je hodnota statisticky významného ($\alpha = 1 \%$) trendu oteplování (1,22 °C za 100 let) v období 1875-2002 o 65,7 % vyšší než v průměru za území Česka (0,74 °C za 100 let) a zároveň nejvyšší mezi všemi stanicemi.

Teplotní poměry více kolísají na úrovni vegetačních období než u jednotlivých let, což potvrzuje rozptyl průměrných hodnot ukazatele P_{st} , který je u vegetačních období ve srovnání s roky o zhruba 35 % vyšší.

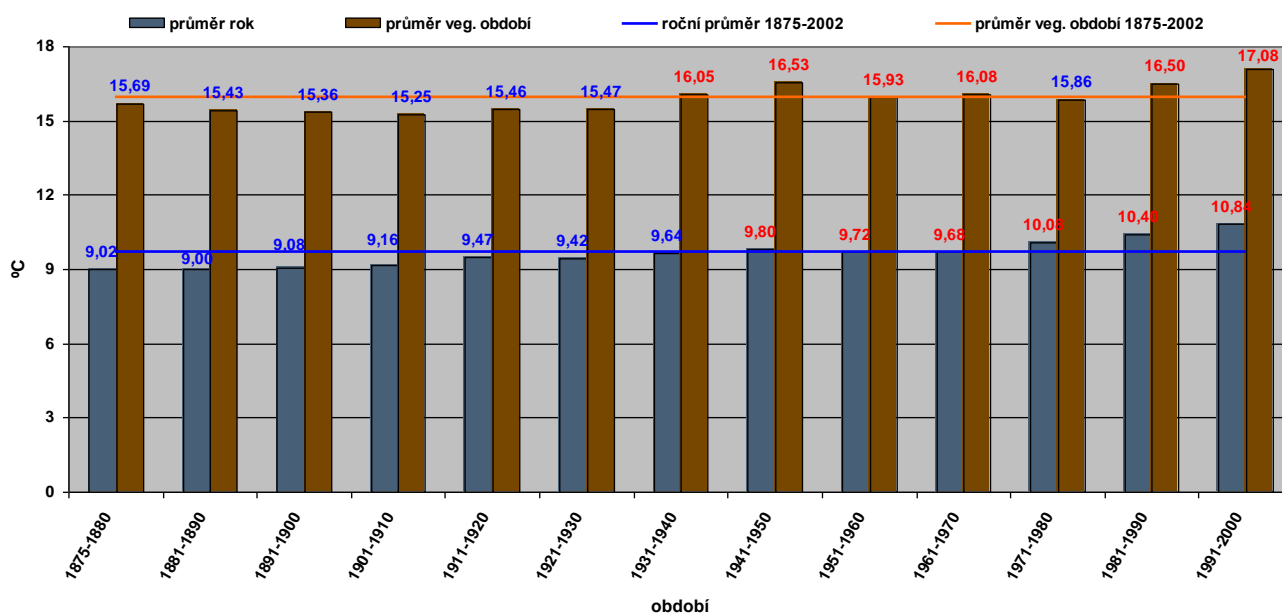
Tabulka 26 Deset let a vegetačních období s nejvyšší a nejnižší průměrnou teplotou vzduchu (Praha-Klementinum)

Pořadí	Rok				Vegetační období			
	nejteplejší		nejchladnější		nejteplejší		nejchladnější	
	rok	°C	rok	°C	rok	°C	rok	°C
1	2000	11,96	1940	7,56	1947	18,15	1902	14,29
2	1994	11,72	1879	7,94	1992	18,11	1912	14,33
3	1992	11,43	1902	8,27	2000	17,92	1941	14,50
4	2002	11,43	1881	8,27	2002	17,77	1913	14,50
5	1990	11,40	1941	8,28	1999	17,76	1919	14,61
6	1999	11,39	1956	8,32	1994	17,69	1980	14,63
7	1934	11,32	1922	8,38	1983	17,47	1896	14,69
8	1989	11,26	1888	8,41	1934	17,40	1881	14,78
9	1998	11,17	1887	8,41	1998	17,27	1922	14,78
10	1983	11,01	1895	8,48	1982	17,14	1903	14,83

Tabulka 27 Roční, tříletá, pětiletá a desetiletá období s extrémními teplotními průměry (Praha-Klementinum)

Perioda	Rok				Vegetační období			
	nejteplejší		nejchladnější		nejteplejší		nejchladnější	
	rok / období	°C	rok / období	°C	rok / období	°C	rok / období	°C
1 rok	2000	11,96	1940	7,56	1947	18,15	1902	14,29
3 roky	1998-2000	11,51	1940-1942	8,16	1998-2000	17,65	1912-1914	14,77
5 let	1998-2002	11,33	1887-1891	8,65	1998-2002	17,46	1912-1916	14,93
10 let	1992-2001	10,90	1887-1896	8,75	1992-2001	17,13	1907-1916	15,18
Dekáda	1991-2000	10,84	1881-1890	9,00	1991-2000	17,08	1901-1910	15,25

Graf 12 Průměrná teplota vzduchu v jednotlivých dekádách (Praha-Klementinum)



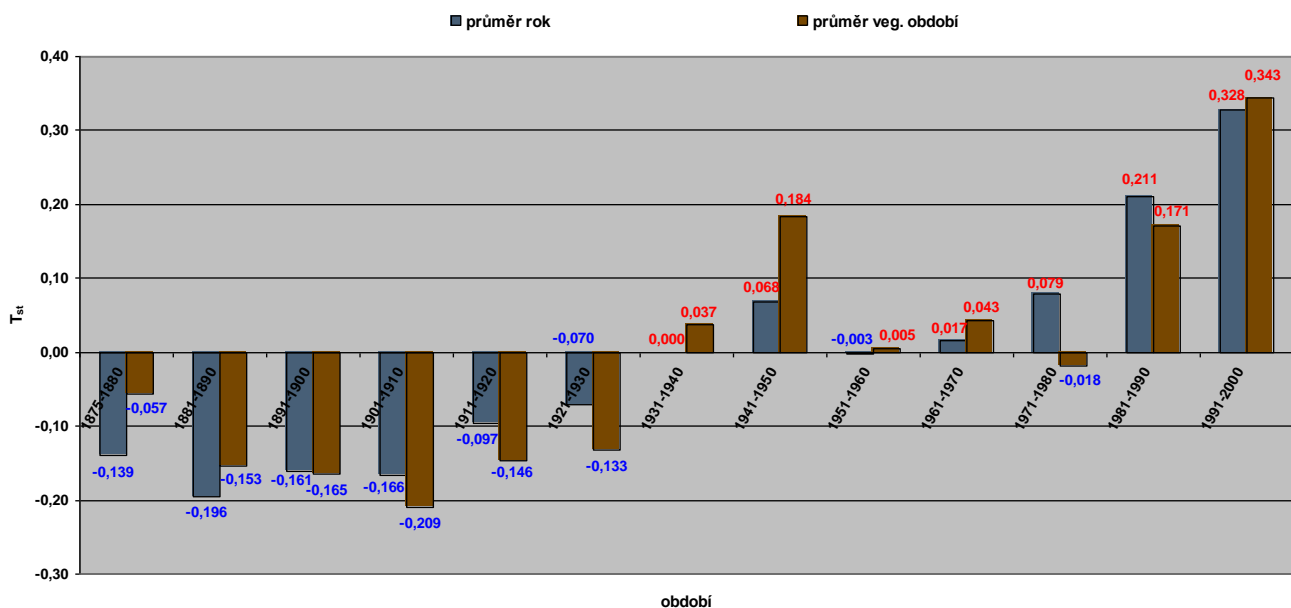
Tabulka 28 Deset let a vegetačních období s nejvyšší a nejnižší průměrnou hodnotou T_{st} (Praha-Klementinum)

Pořadí	Rok				Vegetační období			
	nejteplejší		nejchladnější		nejteplejší		nejchladnější	
	rok	T_{st}	rok	T_{st}	rok	T_{st}	rok	T_{st}
1	2000	0,615	1881	-0,404	1992	0,679	1912	-0,524
2	1994	0,569	1922	-0,360	1947	0,676	1902	-0,490
3	2002	0,507	1941	-0,351	1999	0,569	1913	-0,457
4	1992	0,479	1902	-0,345	2000	0,557	1941	-0,418
5	1990	0,459	1879	-0,341	1994	0,552	1980	-0,385
6	1999	0,453	1888	-0,333	2002	0,543	1896	-0,371
7	1989	0,435	1940	-0,328	1983	0,465	1922	-0,370
8	1934	0,426	1896	-0,326	1934	0,420	1919	-0,361
9	1998	0,417	1919	-0,325	1982	0,398	1881	-0,344
10	1983	0,380	1912	-0,320	1998	0,385	1899	-0,328

Tabulka 29 Roční, tříletá, pětiletá a desetiletá období s nejnižšími a nejvyššími průměrnými hodnotami T_{st} (Praha-Klementinum)

Perioda	Rok				Vegetační období			
	nejteplejší		nejchladnější		nejteplejší		nejchladnější	
	rok / období	T_{st}	rok / období	T_{st}	rok / období	T_{st}	rok / období	T_{st}
1 rok	2000	0,615	1881	-0,404	1992	0,679	1912	-0,524
3 roky	1998-2000	0,495	1887-1889	-0,283	1998-2000	0,504	1912-1914	-0,370
5 let	1998-2002	0,446	1887-1891	-0,256	1998-2002	0,452	1912-1916	-0,323
10 let	1993-2002	0,341	1887-1896	-0,222	1992-2001	0,354	1907-1916	-0,239
Dekáda	1991-2000	0,328	1881-1890	-0,196	1991-2000	0,343	1901-1910	-0,209

Graf 13 Průměrné hodnoty ukazatele T_{st} v jednotlivých dekádách (Praha-Klementinum)



5.2.3 Potenciální evapotranspirace

Stanici Praha-Klementinum věnujeme v naší práci zvláštní pozornost, neboť jen pro ni využitím metod regresní analýzy spočítali odhady denních úhrnů potenciální evapotranspirace.

Celý postup odvození vztahu pro výpočet denních úhrnů potenciální evapotranspirace je detailněji popsán v kapitole 4.1. Nyní pouze připomeňme, že jsme s ohledem na datovou základnu vyšli z Thornthwaitova vzorce pro výpočet měsíčních úhrnů potenciální evapotranspirace, který jsme regresí a pomocnými úpravami transformovali z měsíční na denní bázi. Ze vzorce 7 na první pohled vidíme, že při určení denních úhrnů potenciální evapotranspirace vystačíme pouze z denní průměrnou teplotou vzduchu. Toto zjednodušení sebou samozřejmě nese jistou nepřesnost, která je již dána vychází premisou – tj. co největším přiblížením výsledků dosažených podle našeho odvozeného vzorce 7 (pro denní úhrny) a Thornthwaitovy formule (pro měsíční úhrny) v součtu za období 1875-2002. Tento výchozí cíl se nám pomocí postupu z kapitoly 4.1 podařilo splnit s velmi přijatelnou odchylkou ve výši 0,53 %.

S odvozenými denními úhrny potenciální evapotranspirace již můžeme pracovat obdobně jako s denními úhrny srážek nebo průměry teploty vzduchu. Lze je v součtu za roky nebo vegetační období porovnat s naměřenými úhrny srážek a také z nich spočítat standardizované (normované) hodnoty PET_{st} (vzorec 17), které hodnotí odhad denního úhrnu potenciální evapotranspirace vzhledem k dlouhodobému (očekávanému) průměru pro tento kalendářní den. Odvozená potenciální evapotranspirace našla uplatnění také v indexech sucha, které jsme v práci doposud nepoužili. Kumulovaný součet denních úhrnů potenciální evapotranspirace za posledních 365 dní vstupuje do výpočtu indexů sucha, jež vznikly modifikací postupu metody efektivní srážky (EDI_{mod} a EDI_2). Průměrné hodnoty PET_{st} za roky nebo vegetační období jsou zase základem indexu $EvaDI_2$, ve kterém tvoří protipól k hodnotám P_{st} , a mají na výslednou hodnotu indexu zhruba 50% vliv. Zmíněné indexy sucha s komentářem nalezneme v kapitole 4.5.

Srovnáním níže uvedených tabulek a grafů zjistíme, že výsledky velmi dobře korespondují se závěry předchozí kapitoly, která hodnotila teplotní poměry na stanici Praha-Klementinum v letech a vegetačních obdobích 1875-2002. Tato shoda výsledků souvisí se způsobem výpočtu, který dává do mocninné regresní závislosti denní úhrny potenciální evapotranspirace a denní průměrnou teplotu vzduchu. Mírné odlišnosti jsou způsobeny hlavně tím, že průměrnou teplotu vzduchu v hodnocených kalendářních jednotkách počítáme také ze dnů se záporným teplotním průměrem. Protože potenciální evapotranspirace je v těchto dnech nulová, můžeme při velkém zjednodušení konstatovat, že daný rok nebo vegetační období vykazuje vyšší úhrn potenciální evapotranspirace než jiná srovnatelně velká kalendářní jednotka, jestliže má vyšší celkovou teplotní sumu ve dnech s průměrnou denní teplotou vzduchu > 0 °C. V případě porovnání ukazatelů T_{st} a PET_{st} je shoda téměř stoprocentní, neboť vedle stejného způsobu výpočtu je pro ně typické také to, že nepracují se zápornými hodnotami (nahrazeny nulami). Velmi těsné závislosti (koeficient determinace 99,8 %) denních hodnot ukazatelů T_{st} a PET_{st} jsme rovněž využili při konstrukci indexu DI , který je podrobněji představen v kapitole 4.5.

Roky s nejvyšším úhrnem potenciální evapotranspirace

- Průměrný roční úhrn potenciální evapotranspirace v období 1875-2002 činí 664,1 mm. Nejvyšší hodnotu jsme zaznamenali v roce 2000, který byl ve sledované periodě také nejteplejší. Roční úhrn potenciální evapotranspirace se v tomto roce přiblížil hranici 800 mm (přesněji 786,3 mm), vzhledem k dlouhodobému průměru (664,1 mm) je tato hodnota o 18,4 % vyšší.

- Mezi deseti roky s nejvyšším úhrnem potenciální evapotranspirace nalezneme pouze ty, které patří zároveň také mezi deset nejteplejších dle ročního průměru teploty vzduchu nebo ukazatele T_{st} . To znamená, že devět z deseti let (výjimkou je opět rok 1934) s nejvyšším ročním úhrnem potenciální evapotranspirace můžeme časově zařadit do období 1983-2002.
- Podíváme-li se na časové úseky tří a více po sobě jdoucích let, pak přelomu 20. století (1998-2002) může konkurovat snad jen první polovina 90. let (1990-1994). Starší období z pohledu teplotního i potenciální evapotranspirace za poslední dekádou 20. století výrazně zaostávají.
- Podobně jako u ročních teplotních průměrů jsme také u potenciální evapotranspirace statisticky prokázali (na hladině významnosti $\alpha = 1\%$; koeficient spolehlivosti přes 99 %) nárůst průměrných ročních hodnot v průběhu období 1875-2002. Ten jsme na základě lineárního regresního trendu spočítali na 75 mm za 100 let.
- Graf 15, který prezentuje průměrné hodnoty ukazatele PET_{st} v jednotlivých dekádách, dokumentuje velmi dobrou shodu s výsledky T_{st} (graf 13).

Vegetační období s nejvyšším úhrnem potenciální evapotranspirace

- Také zde jsou výsledky v souladu se závěry, ke kterým jsme dospěli při analýze teplotních poměrů ve vegetačních obdobích na stanici Praha-Klementinum v letech 1875-2002.
- Nejteplejší vegetační období let 1947 a 1992 vykazují rovněž nejvyšší úhrny potenciální evapotranspirace, jež jsou v porovnání s dlouhodobým průměrem za celé období 1875-2002 (568,6 mm) o více než 15 % vyšší.
- Mezi deseti vegetačními obdobími s nejvyšším úhrnem potenciální evapotranspirace se objevuje také rok 1950, který společně s rokem 1947 a 1934 reprezentuje vzdálenější minulost. Zbylých sedm vegetačních období s nejvyšším úhrnem potenciální evapotranspirace se již nachází mezi roky 1982-2002 (dle vypočtených úhrnů i ukazatele PET_{st}).
- U tříletých po sobě jdoucích vegetačních období jsme maximum potenciální evapotranspirace, na rozdíl od výsledků u let, zaznamenali již v první polovině 90. let (1992-1994), u ukazatele PET_{st} a u pětileté periody k žádné změně nedošlo a nejvyšší úhrny potenciální evapotranspirace ve vegetačních obdobích vykazuje přelom tisíciletí (1998-2002).
- Na úrovni dekád registrujeme ve vegetačních obdobích 90. let 20. století jednoznačně nejvyšší průměrnou potenciální evapotranspiraci.
- I přesto, že extremita 80. let není u vegetačních obdobích tak silně vyjádřena (viz graf 15; 40. léta 20. století mají vyšší průměrnou hodnotu PET_{st}) jako u let, nárůst úhrnů potenciální evapotranspirace se podařilo statisticky prokázat také u vegetačních období (hladina významnosti $\alpha = 1\%$; koeficient spolehlivosti přes 99 %). Z lineárního regresního modelu dostáváme velikost trendu v průběhu let 1875-2002 ve výši necelých 48 mm za 100 let.

Stejně jako u průměrné teploty vzduchu registrujeme také u úhrnů potenciální evapotranspirace větší variabilitu na úrovni vegetačních období než jednotlivých let, což potvrzuje rozptyl průměrných hodnot ukazatele PET_{st} , který je u vegetačních období ve srovnání s roky o zhruba 35 % vyšší.

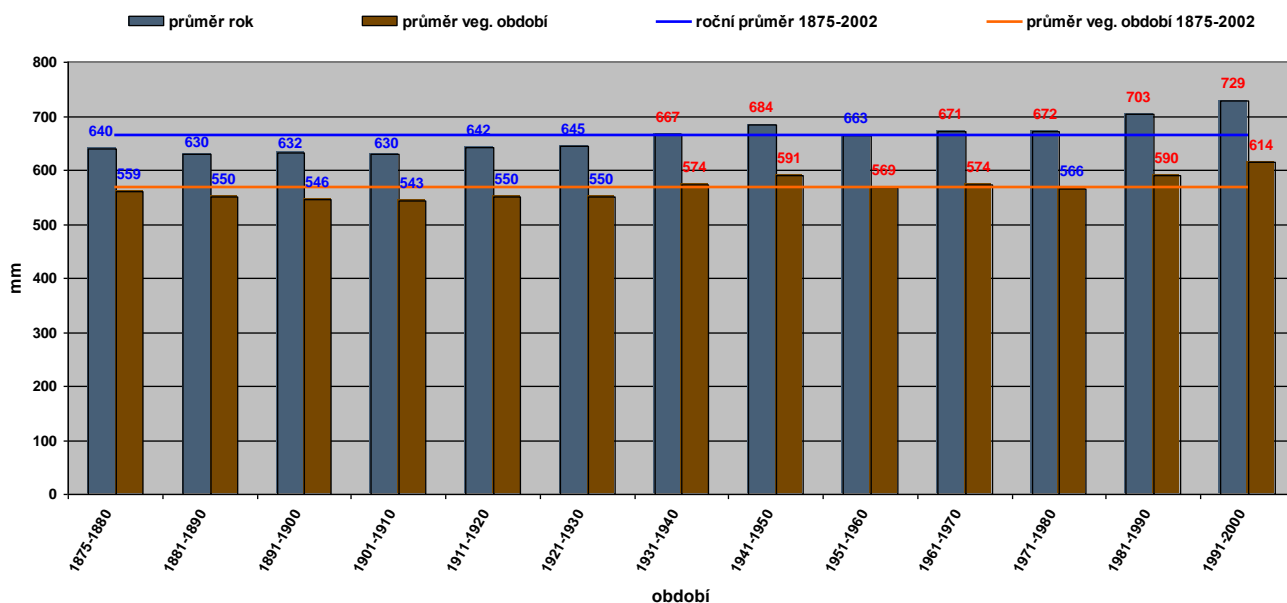
Tabulka 30 Deset let a vegetačních období s nejvyššími a nejnižšími úhrny potenciální evapotranspirace (Praha-Klementinum)

Pořadí	Rok				Vegetační období			
	nejvyšší		nejnižší		nejvyšší		nejnižší	
	rok	mm	rok	mm	rok	mm	rok	mm
1	2000	786,3	1902	582,9	1992	656,1	1902	504,1
2	1994	772,5	1919	586,1	1947	654,4	1912	511,4
3	2002	767,6	1881	592,3	2000	645,9	1913	511,7
4	1992	765,6	1941	593,2	2002	644,1	1919	513,3
5	1999	755,2	1922	597,1	1994	642,2	1980	516,9
6	1934	744,7	1912	599,9	1999	637,0	1941	517,1
7	1998	744,6	1879	603,3	1983	630,4	1896	521,4
8	1983	743,5	1888	604,0	1934	624,1	1882	524,0
9	1990	741,7	1896	605,1	1998	621,3	1923	524,0
10	1989	737,3	1909	608,7	1950	618,2	1899	525,1

Tabulka 31 Roční, tříletá, pětiletá a desetiletá období s extrémními úhrny potenciální evapotranspirace (Praha-Klementinum)

Perioda	Rok				Vegetační období			
	nejvyšší		nejnižší		nejvyšší		nejnižší	
	rok / období	mm	rok / období	mm	rok / období	mm	rok / období	mm
1 rok	2000	786,3	1902	582,9	1992	656,1	1902	504,1
3 roky	1998-2000	762,0	1879-1881	613,4	1992-1994	636,4	1912-1914	524,4
5 let	1998-2002	753,7	1879-1883	618,3	1998-2002	628,9	1912-1916	530,3
10 let	1993-2002	732,9	1879-1888	626,0	1992-2001	616,6	1894-1903	539,9
Dekáda	1991-2000	729,3	1901-1910	629,8	1991-2000	614,2	1901-1910	542,8

Graf 14 Průměrné úhrny potenciální evapotranspirace v jednotlivých dekádách (Praha-Klementinum)



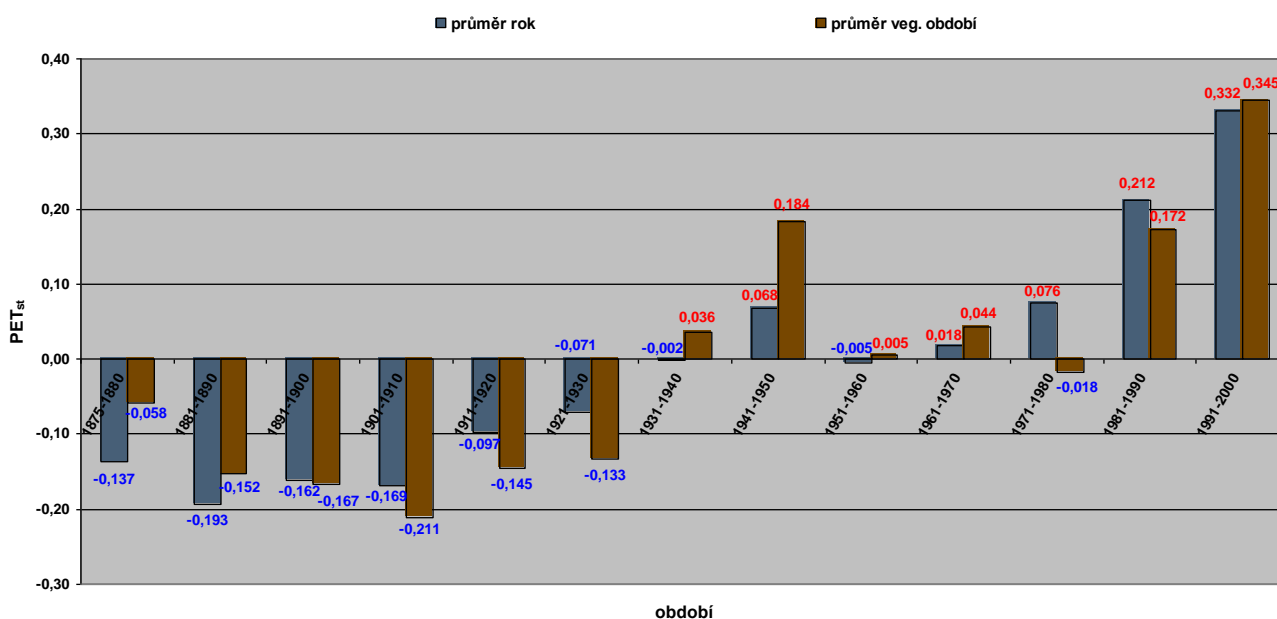
Tabulka 32 Deset let a vegetačních období s nejvyšší a nejnižší průměrnou hodnotou PET_{st} (Praha-Klementinum)

Pořadí	Rok				Vegetační období			
	nejvyšší		nejnižší		nejvyšší		nejnižší	
	rok	PET_{st}	rok	PET_{st}	rok	PET_{st}	rok	PET_{st}
1	2000	0,619	1881	-0,397	1947	0,680	1912	-0,522
2	1994	0,574	1922	-0,357	1992	0,678	1902	-0,487
3	2002	0,517	1941	-0,347	1999	0,569	1913	-0,450
4	1992	0,468	1902	-0,343	2000	0,565	1941	-0,413
5	1990	0,462	1879	-0,336	1994	0,553	1980	-0,386
6	1999	0,451	1896	-0,329	2002	0,543	1896	-0,374
7	1989	0,445	1888	-0,326	1983	0,466	1922	-0,367
8	1998	0,431	1940	-0,320	1934	0,421	1919	-0,357
9	1934	0,423	1919	-0,320	1982	0,396	1881	-0,341
10	1983	0,384	1912	-0,317	1998	0,387	1899	-0,332

Tabulka 33 Roční, tříletá, pětiletá a desetiletá období s nejnižšími a nejvyššími průměrnými hodnotami PET_{st} (Praha-Klementinum)

Perioda	Rok				Vegetační období			
	nejvyšší		nejnižší		nejvyšší		nejnižší	
	rok / období	PET_{st}	rok / období	PET_{st}	rok / období	PET_{st}	rok / období	PET_{st}
1 rok	2000	0,619	1881	-0,397	1947	0,680	1912	-0,522
3 roky	1998-2000	0,501	1887-1889	-0,277	1998-2000	0,507	1912-1914	-0,368
5 let	1998-2002	0,451	1875-1879	-0,153	1998-2002	0,454	1912-1916	-0,323
10 let	1993-2002	0,346	1887-1896	-0,219	1992-2001	0,356	1907-1916	-0,239
Dekáda	1991-2000	0,332	1881-1890	-0,193	1991-2000	0,345	1901-1910	-0,211

Graf 15 Průměrné hodnoty ukazatele PET_{st} v jednotlivých dekádách (Praha-Klementinum)



5.2.4 Porovnání množství srážek a potenciální evapotranspirace

Dříve než se budeme detailněji věnovat analýze výsledků jednotlivých indexů sucha, považujeme za důležité zhodnotit sucho v našich sledovaných kalendářních jednotkách (roky, vegetační období) jen na základě vzájemného srovnání úhrnů srážek a potenciální evapotranspirace.

Již z kapitoly 1.6 víme, že odhad potenciální evapotranspirace je s oblibou využíván u mnoha indexů sucha. J. Tomlain [20] vychází při konstrukci klimatického ukazatele zavlažení, jenž se počítá pro letní měsíce červen-srpen, z rozdílu potenciální evapotranspirace podle Budyka a Zubenokové [49] a úhrnu srážek. Kladné hodnoty znamenají nedostatek srážek, záporné naproti tomu jejich nadbytek.

Podobný postup zvolíme také my s tím, že od množství srážek ve vegetačních obdobích nebo letech budeme odčítat námi odvozený úhrn potenciální evapotranspirace v těchto kalendářních jednotkách. Záporné hodnoty značí v našem případě nedostatek srážek, kladné zase jejich nadbytek.

Stejně jako v případě průměrné teploty vzduchu je také variabilita souboru s úhrny potenciální evapotranspirace v letech, resp. vegetačních obdobích mnohem menší než variabilita srážkových úhrnů. Porovnáme-li vzájemně odpovídající si soubory pomocí variačního koeficientu, vidíme, že variabilita ročních úhrnů potenciální evapotranspirace je asi o 64,8 % nižší než ročních úhrnů srážek. U porovnání vegetačních období je tento rozdíl ještě vyšší: 75,2 %. K podobnému závěru jsme došli také při hodnocení na základě variačního rozpětí. Ačkoliv jsou úhrny potenciální evapotranspirace v letech a vegetačních obdobích v průměru o 37,9 % (roky), resp. 72,5 % (veg. období) vyšší než úhrny srážek, rozdíl mezi maximálním a minimálním úhrnem potenciální evapotranspirace je ve srovnání s variačním rozpětím u srážek o 57,3 % (roky), resp. 54,1 % (veg. období) nižší. Z uvedených tvrzení se dá předpokládat, že mezi roky a vegetačními obdobími s nejvyšším deficitem srážek se opět objeví zejména ty, které se vyznačují nejnižšími úhrny srážek. Potenciální evapotranspirace může do značné míry ovlivnit konečné pořadí a také zřejmě zvýrazní nedostatek srážek v poslední dekádě 20. století.

Výsledky prezentované v následujícím komentáři a níže uvedených tabulkách a grafech nám pomohou nejen k lepšímu pochopení a interpretaci výsledků indexů intenzity sucha, ale přispějí do jisté míry také k ověření jejich validity.

Roky s nejvyšším nedostatkem srážek s ohledem na potenciální evapotranspiraci

- Mezi deseti roky s nejvyšším deficitem srážek se nachází osm let, které můžeme zařadit k deseti nejsušším také podle srážkových úhrnů. Po letech 1943 a 1953 (tabulka 34) však v pořadí následuje rok 2000, který se vyznačuje nejvyšším úhrnem potenciální evapotranspirace v celém našem hodnoceném období 1875-2002. Ročním úhrnem srážek (385,9 mm) o více než 117 mm vyšším než je extrém z roku 1943, se tento rok řadí až na 21. místo. Z desítky let s nejvyšším deficitem srážek naopak vypadly srážkově sice velmi chudé, ale zároveň také chladnější roky 1933 a 1942.
- V tříleté periodě po sobě jdoucích let vykazuje nejvyšší průměrný deficit srážek závěr 20. století (1998-2000), který díky vysokým úhrnům potenciální evapotranspirace překonal období z konce 80. a začátku 90. let 20. století (1989-1991). V pětileté periodě již nejvyšší deficit srážek registrujeme právě na přelomu 80. a 90. let (1988-1992).
- O nejsušší dekádě jsme měli dopředu jasno, neboť dle úhrnů srážek i potenciální evapotranspirace jsou jimi 90. léta 20. století. Deficit srážek v závěru 20. století umocňují extrémní průměrné teploty vzduchu a s nimi související vysoké úhrny

potenciální evapotranspirace. Na základě metod regresní analýzy se nám podařilo prokázat statisticky významný trend (hladina významnosti $\alpha = 1 \%$; koeficient spolehlivosti $> 99 \%$) zvyšování deficitu srážek v průběhu let 1875-2002 (téměř 88 mm za 100 let).

Vegetační období s nejvyšším nedostatkem srážek s ohledem na potenciální evapotranspiraci

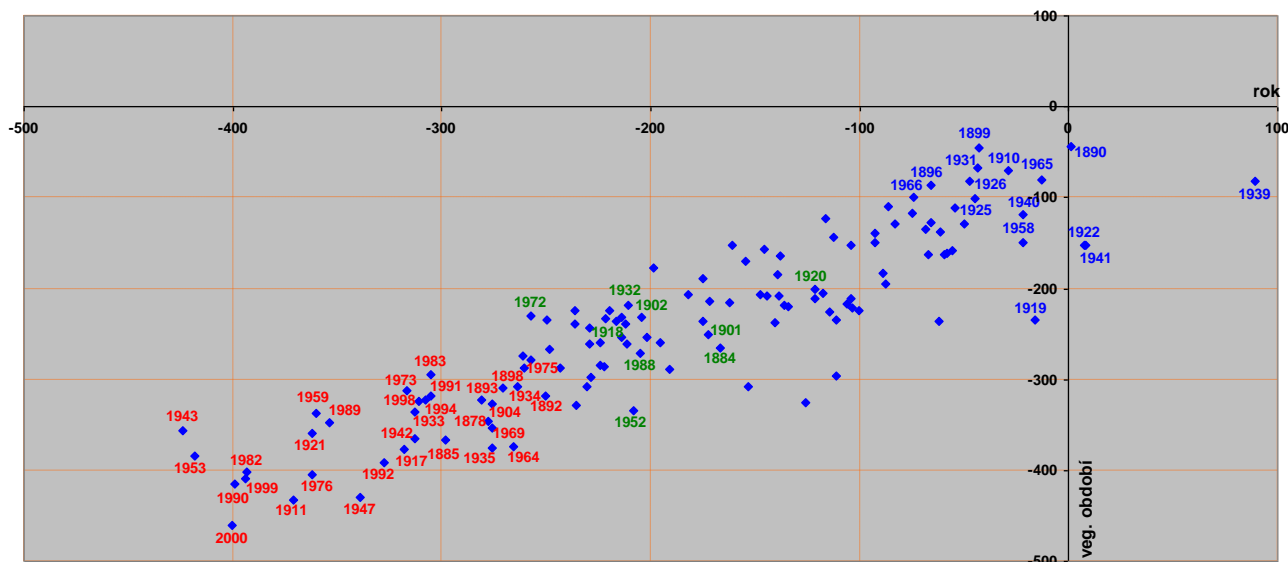
- U vegetačních období se ještě více než u let prosadila na přední pozice období s vysokým úhrnem potenciální evapotranspirace. Z desítky vegetačních období s nejnižším úhrnem srážek zbylo mezi nejsuššími podle deficitu srážek jen šest. Srážkově nejchudší vegetační období roku 1911 se při započítání potenciální evapotranspirace již nejeví jako nejsušší. Vyšší deficit srážek jsme zaznamenali v teplotně extrémním vegetačním období roku 2000. Třetím nejsušším je vegetační období roku 1947, kde navíc výsledek podstatně ovlivňuje extrémní srážka ze dne 1. července. Vegetační období roku 1992 s nejvyšší potenciální evapotranspirací nacházíme z hlediska deficitu srážek na osmém místě.
- Výsledky za víceleté časové úseky po sobě jdoucích vegetačních období věrně kopírují závěry, ke kterým jsme dospěli při hodnocení průměrného deficitu srážek u let. Maximum je opět soustředěno na samotný konec 20. století (tříletá perioda) nebo na přelom 80. a 90. let 20. století (pětileté období).
- Nejvyšší průměrný deficit na úrovni dekád pozorujeme u 90. let 20. století, které díky extrémním průměrným teplotám mají vyšší deficit srážek než období 1875-1880, jež jsme při hodnocení srážkových poměrů určili jako nejsušší. Také 80. léta 20. století se jeví v porovnání s obdobími 1875-1880 jako sušší. Rovněž u vegetačních období registrujeme statisticky významný (hladina významnosti $\alpha = 1 \%$; koeficient spolehlivosti $> 99 \%$) nárůst deficitu srážek v průběhu let 1875-2002, a to o více než 53 mm za 100 let.

Tabulka 34 Deset let a vegetačních období s nejvyšším a nejnižším rozdílem úhrnů srážek a potenciální evapotranspirace (Praha-Klementinum)

Pořadí	Rok				Vegetační období			
	nejsušší		nejvlhčí		nejsušší		nejvlhčí	
	rok	mm	rok	mm	rok	mm	rok	mm
1	1943	-424,0	1939	+89,4	2000	-460,4	1890	-43,9
2	1953	-418,6	1922	+8,2	1911	-432,2	1899	-45,2
3	2000	-400,4	1941	+7,6	1947	-429,7	1931	-67,4
4	1990	-399,2	1890	+0,9	1990	-414,3	1910	-69,8
5	1982	-394,1	1965	-13,2	1982	-409,8	1965	-80,7
6	1999	-393,4	1919	-16,1	1976	-404,5	1926	-81,9
7	1911	-370,9	1958	-21,9	1999	-401,5	1939	-82,4
8	1921	-362,2	1940	-22,2	1992	-391,5	1896	-85,9
9	1976	-362,0	1910	-29,2	1953	-384,4	1966	-99,2
10	1959	-360,3	1899	-42,9	1917	-376,6	1925	-101,3

Pozn. Údaje v tabulce jsou v mm. Záporné hodnoty značí nedostatek vláhy – úhrn potenciální evapotranspirace převyšuje množství spadlých srážek.

Graf 16 Rozdíly úhrnů srážek a potenciální evapotranspirace ve vybraných letech a vegetačních obdobích (Praha-Klementinum)

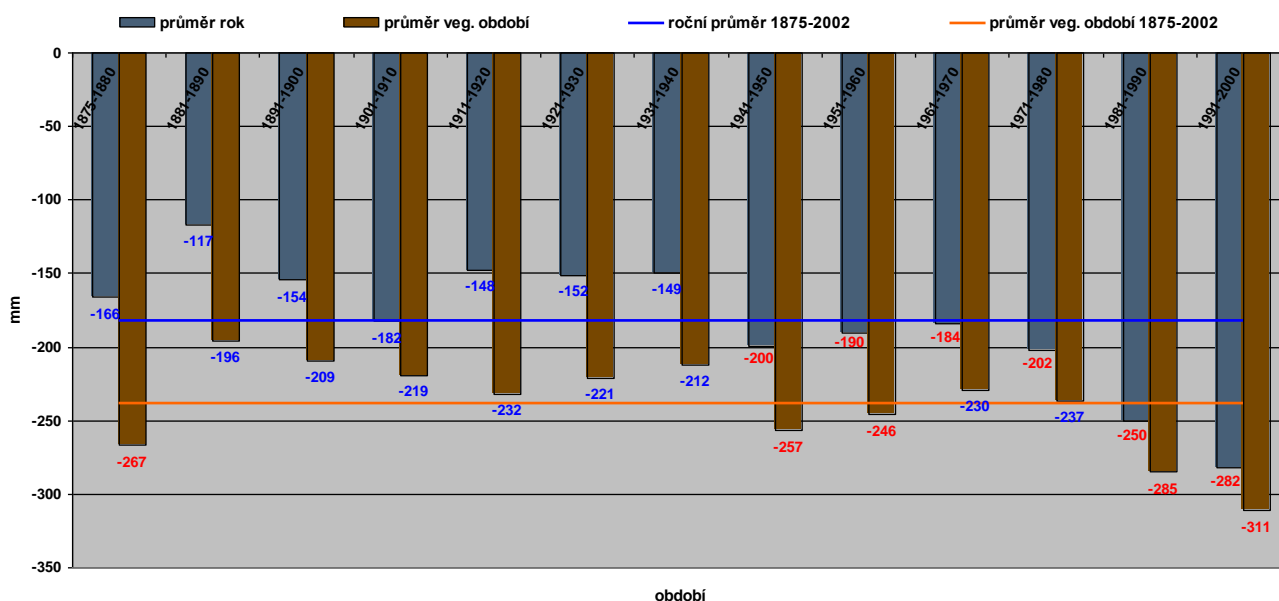


Tabulka 35 Roční, tříletá, pětiletá a desetiletá období s nejvyššími a nejnižšími průměrnými hodnotami rozdílu úhrnu srážek a potenciální evapotranspirace (Praha-Klementinum)

Perioda	Rok				Vegetační období			
	nejsušší		nejvlhčí		nejsušší		nejvlhčí	
	rok / období	mm	rok / období	mm	rok / období	mm	rok / období	mm
1 rok	1943	-424,0	1939	+89,4	2000	-460,4	1890	-43,9
3 roky	1998-2000	-368,3	1939-1941	+24,9	1998-2000	-395,3	1938-1940	-109,9
5 let	1988-1992	-318,1	1937-1941	-46,6	1988-1992	-348,5	1937-1941	-153,0
10 let	1991-2000	-282,0	1881-1890	-116,7	1991-2000	-311,3	1890-1899	-180,9
Dekáda	1991-2000	-282,0	1881-1890	-116,7	1991-2000	-311,3	1881-1890	-196,2

Pozn. Údaje v tabulce jsou v mm. Záporné hodnoty značí nedostatek vláhy – úhrn potenciální evapotranspirace převyšuje množství spadlých srážek.

Graf 17 Průměrné hodnoty rozdílu úhrnu srážek a potenciální evapotranspirace v jednotlivých dekadách (Praha-Klementinum)



5.2.5 Intenzita sucha

Stejně jako při práci s průměrem za všechny stanice použijeme také u stanice Praha-Klementinum charakteristiky intenzity sucha, jež vycházejí z denních naměřených nebo normovaných srážek a průměrů teploty vzduchu (**EDI**, **DI** a **EvaDI**).

Stanice Praha-Klementinum má mezi ostatními výsadní postavení, neboť jsme u ní navíc na základě metod regresní analýzy a s využitím Thorntwaitova vztahu (viz kapitola 4.1) stanovili pro všechny dny z období 1875-2002 úhrny potenciální evapotranspirace. K analýze intenzity sucha můžeme nyní využít také indexy, které vycházejí ze vztahu mezi srážkami a potenciální evapotranspirací (**EDI_{mod}**, **EDI₂** a **EvaDI₂**).

Představení jednotlivých indexů sucha je obsaženo v kapitolách 4.2, 4.3 a 4.5. Nyní se alespoň v krátkosti zastavíme u jejich specifik, přičemž se zaměříme zejména na hlavní faktory, které je ovlivňují. Shrnutí základních rozdílů mezi indexy sucha přináší příloha 1. Tabulka obsahuje také ukazatel **APD**, jehož využití zatím odložíme, neboť na rozdíl od ostatních nesplňuje požadavek objektivitu (možnost vzájemného srovnání nezávisle na klimatických poměrech, sezónnosti, atd.).

Na základě tabulky v příloze můžeme indexy rozdělit do dvou velkých skupin podle toho, zda ve výpočtu zohledňují teplotní a srážkové poměry ve dnech, jež předcházejí období, pro které hodnotu intenzity sucha počítáme.

Ukazatele **EDI**, **EDI_{mod}** a **EDI₂** pracují s časovým úsekem posledních 365 dní. Tzn., že při stanovení hodnoty intenzity sucha k danému kalendářnímu dni přihlížíme také ke srážkovým, resp. teplotním a srážkovým poměrům ve 364 předchozích dnech bez ohledu na to, zda den v konkrétním roce nebo vegetačním období leží či ne. Konstrukce indexů má svůj původ v metodě efektivní srážky, která je podrobně popsána v kapitole 4.2. Ukazatel **EDI**, který vychází pouze z denních úhrnů srážek, jsme převzali z [10]. **EDI_{mod}** a **EDI₂** jsme získali modifikací charakteristiky **EP** (efektivní srážka), která reprezentuje vodní zásoby akumulované během posledních 365 dní, tak, že jsme akumulované vodní zdroje snížili o odhad úhrnu potenciální evapotranspirace za stejně dlouhé období. **EDI** vychází pouze

z denních úhrnů srážek, jež jsou ve výpočtu **EP** váženy. Váhy pro denní srážky klesají v závislosti na době, jež uplynula ode dne, pro který hodnotu **EP** počítáme. Tento způsob vážení jsme zachovali i u **EDI_{mod}**, v případě **EDI₂** je efektivní srážka vyjádřena pouze rozdílem úhrnů srážek (bez vážení) a potenciální evapotranspirace za posledních 365 dní.

Interpretace výsledků těchto tří diskutovaných indexů sucha bude poměrně složitá. Průměrné hodnoty **EDI** v jednotlivých letech jistě ovlivní nejen srážkové poměry v daném kalendářním roce, ale do značné míry také v roce předchozím. U vegetačních období však bude tento vliv zeslaben s ohledem na půlroční časovou prodlevu mezi po sobě jdoucími vegetačními obdobími. Vážení denních úhrnů srážek zvýrazní a možná i trochu nadhodnotí vliv extrémních srážek na hodnotu výsledné intenzity sucha.

EDI_{mod} je ze všech charakteristik patrně nejsložitější. S ohledem na komentář v kapitole 5.2.4 (vyšší variabilita srážek v porovnání s potenciální evapotranspirací) a vážení denních úhrnů srážek lze očekávat, že vliv srážek na výslednou hodnotu indexu bude ve srovnání s potenciální evapotranspirací přeci jen o něco vyšší. Podobně tomu asi bude také v případě indexu **EDI₂**, u kterého při stanovení akumulovaných vodních zdrojů za posledních 365 dní od sebe pouze odečítáme úhrny srážek (všechny mají stejnou váhu) a potenciální evapotranspirace. Nelze však předpokládat, že výsledky intenzity sucha dle **EDI₂** pro roky a vegetační období budou zcela v souladu s závěry kapitoly 5.2.4. Musíme mít stále na paměti, že intenzita sucha v kalendářních jednotkách (roky a vegetační období) je u indexů **EDI**, **EDI_{mod}** a **EDI₂** významně ovlivněna také počasím ve dnech, které časově danému roku nebo vegetačnímu období předcházejí.

Zbývající tři indexy **DI**, **EvaDI** a **EvaDI₂** jsou si způsobem výpočtu velmi podobné. Hodnotí intenzitu sucha pouze v daném roce nebo vegetačním období a nijak přitom nezohledňují teplotní a srážkové podmínky ve dnech, které časově těmto obdobím předcházejí. Zmíněné indexy sucha pro roky a vegetační období vycházejí z průměrných hodnot ukazatelů **P_{st}**, **T_{st}** a **PET_{st}** v těchto kalendářních jednotkách. Proto také interpretace výsledků bude snazší než u dříve zmíněných indexů sucha. Vzorce jsme uvedli v kapitole 4.5, pro lepší orientaci v textu si je nyní připomeňme.

kalendářní roky/vegetační období:	$DI = P_{st} - 0,17656 * T_{st}$
kalendářní roky:	$EvaDI = P_{st} - 0,322 * T_{st}$
vegetační období:	$EvaDI = P_{st} - 0,357 * T_{st}$
kalendářní roky:	$EvaDI_2 = P_{st} - 0,322 * PET_{st}$
vegetační období:	$EvaDI_2 = P_{st} - 0,356 * PET_{st}$

Na první pohled vidíme, že **EvaDI** a **EvaDI₂** jsou si způsobem výpočtu velmi podobné. Multiplikátor (korekční faktor **c**) před **T_{st}** a **PET_{st}** byl zvolen tak, aby oba ukazatele obsažené v příslušném indexu sucha (**P_{st}** a **T_{st}**, resp. **P_{st}** a **PET_{st}**) měly na jeho výslednou hodnotu v průměru za všechny roky, resp. vegetační období stejný vliv. Nápadná shoda mezi vzorcí **EvaDI** a **EvaDI₂** je dána velmi těsnou závislostí denních hodnot **T_{st}** a **PET_{st}** (koeficient determinace = 99,8 %), kterou jsme rovněž využili při odvození vzorce pro index sucha **DI**. U něj je vliv teplotní složky v porovnání se srážkami o asi 45 (roky) až 50 % (vegetační období) nižší. Korekční faktor **c** je v případě indexu **DI** u let i vegetačních období stejný a měl by přibližně reprezentovat poměr vlivu potenciální evapotranspirace a srážek (z porovnání vzhledem k **EvaDI** vychází tento poměr pro roky asi 1:1,8 - tj. přibližně 36% vliv potenciální evapotranspirace na hodnotu **DI**; v průměru za všechny stanice je tento vliv jen asi 31 %).

Ted' již můžeme přistoupit k hodnocení intenzity sucha dle výše diskutovaných indexů. Komentář doplňujeme tabulkami a grafy, podobně jako v kapitole 5.1.3 nebudou

chybět ani termopluviogramy s porovnáním teplotních a srážkových poměrů na stanici Praha-Klementinum s dlouhodobým průměrem z let 1875-2002.

Intenzita sucha - roky

Indexy EDI, EDI_{mod} a EDI₂

- Podle indexu **EDI** se jako nejsušší jeví zcela jednoznačně rok 1943, jehož postavení je z části také způsobeno srážkově velmi chudým rokem 1942. Celkově šest z deseti nejsušších let dle **EDI** najdeme také mezi nejsuššími v průměru za všechny stanice: 1943, 1990, 1976, 1933, 1973 a 1991. Mezi roky s nejvyšší intenzitou sucha dle **EDI** chybí velmi suché roky 1911, 1959 a 1982. Tuto skutečnost lze do značné míry vysvětlit srážkově nadprůměrným rokem předcházejícím (viz graf 18).
- U indexů **EDI_{mod}** a **EDI₂** se nově mezi nejsušší zařadily roky z posledních dvou dekád 20. století, které se vyznačují vysokým úhrnem potenciální evapotranspirace: 2000, 1999, 1983 a 1989. Nejvyšší intenzitu sucha registrujeme u obou indexů v roce 1990. Podle **EDI₂** (denní úhrny srážek nejsou při výpočtu **EP** váženy), u kterého je vliv potenciální evapotranspirace na hodnotu ukazatele v porovnání s **EDI_{mod}** o trochu vyšší, se rok 2000 (nejvyšší úhrn potenciální evapotranspirace) umístil dokonce na druhém místě.
- Nejsušší pětileté období je podle všech tří indexů vymezeno roky 1989-1993. Ke stejnému závěru jsme došli také v kapitole 5.1.3 u ukazatele **EDI** v průměru za všechny stanice. Nejvyšší intenzitu registrujeme v rámci tohoto období v letech 1989-1991, resp. 1990-1992. U ukazatele **EDI** jsme o něco menší intenzitu sucha zaznamenali v období 1942-1944, u **EDI_{mod}** a **EDI₂** pak v samotném závěru 20. století, tj. v letech 1998-2000.
- Nejsušší dekádou je podle indexu **EDI** první desetiletí 20. století, což dobře koresponduje s výsledky dle **P_{st}** v kapitole 5.2.1. Stejně jako u **EDI** v průměru za všechny stanice vychází také dle ukazatelů **EDI_{mod}** a **EDI₂** na stanici Praha-Klementinum jako nejsušší poslední dekáda 20. století.
- Graf 19 přináší porovnání průměrných hodnot diskutovaných indexů sucha v jednotlivých dekádách. Vidíme, že u ukazatele **EDI** není trend zvyšování intenzity sucha v období 1876-2002 tak dobře vyjádřen jako u dvou zbývajících indexů. Tento postřeh jsme také prokázali na základě regresní analýzy. V případě **EDI** se nám, narozdíl od průměru za všechny stanice, nepodařilo na hladině významnosti $\alpha = 5\%$ prokázat statisticky významný nárůst intenzity sucha v průběhu let 1876-2002. U **EDI_{mod}** a **EDI₂** jsme tento trend na hladině $\alpha = 1\%$ (koeficient spolehlivosti přes 99 %) naopak prokázali. Poslední tři dekády jsou podle obou indexů nejsušší v celém sledovaném období 1876-2002 (pro rok 1875 nelze hodnotu indexů určit).

Indexy DI, EvaDI a EvaDI₂

- Rozbor výsledků charakteristik **DI**, **EvaDI** a **EvaDI₂** bude o poznání jednodušší než u indexů, které jsme získali z poměrně komplikovaného postupu metody efektivní srážky. Indexy jsou kombinací průměrných hodnot **P_{st}** a **T_{st}**, resp. **P_{st}** a **PET_{st}**. Proto mezi nejsuššími roky budou zastoupeny většinou ty, které jsme již prezentovali jako extrémní při hodnocení srážkových a teplotních poměrů prostřednictvím zmíněných standardizovaných ukazatelů v kapitolách 5.2.1, 5.2.2 a 5.2.3. U ukazatele **DI** očekáváme, že se mezi nejsušší prosadí spíše roky

s převahou srážkové abnormality. Výsledky za **EvaDI** a **EvaDI₂** si budou zřejmě hodně podobné. Mezi nejsušší by mělo přibýt v porovnání s výsledky ukazatele **DI** více let, u nichž převládá abnormalita teplotní nad srážkovou.

- Pořadí tří nejsušších let podle **DI** věrně kopíruje výsledky dle ukazatele **P_{st}**. Nejvyšší průměrnou intenzitu sucha jsme zaznamenali v roce 1943, za ním se na dalších místech umístily roky 1953 a 1959. Převaha srážkové abnormality nad teplotní je typická také pro roky 1982 a 1921. Spíše teplotní extremita (ukazatel **T_{st}**) naopak převládá u let ze samého závěru 20. století: 1998, 2000 a 1999. Sedm let, které jsme zařadili mezi deset nejsušších na stanici Praha-Klementinum, najdeme také mezi roky s nejvyšší intenzitou sucha dle **DI** v průměru za všechny stanice, kde se však rok 1943 umístil až na 4. místě a jako nejsušší jsme dle **DI** označili rok 1953.
- Jestliže četnostní zastoupení let s převahou srážkové, resp. teplotní abnormality bylo u indexu **DI** vyrovnané s tím, že první čtyři místa obsadily roky s více vyjádřenou srážkovou extremitou, tak u ukazatelů **EvaDI** a **EvaDI₂** se poměr změnil na 6:4 ve prospěch let spíše teplotně abnormálních. Místo roku 1959 se mezi nejsuššími nově objevil rok 1994 - druhý nejteplejší v celém sledovaném období 1875-2002. Ve výsledcích za oba indexy panuje dle očekávání poměrně dobrá shoda. Nejvyšší intenzitu sucha jsme zaznamenali v roce 2000. Až za ním se umístily srážkově nejchudší roky 1943 a 1953. Také u indexu **EvaDI** na stanici Praha-Klementinum jsme dospěli k poměrně dobré shodě s výsledky u průměru za všechny stanice. Sedm z deseti nejsušších let se shoduje, pořadí je však zcela odlišné. Intenzita sucha není v průměru za všechny stanice u let 2000 a 1943 tak jednoznačně vyjádřena jako u stanice Praha-Klementinum.
- Nejsušší tříleté období po sobě jdoucích let připadá u všech tří indexů na samotný závěr 20. století (1998-2000), což znamená v případě ukazatele **DI** posun ve srovnání s průměrem za všech osm stanic (1989-1991). Také na úrovni pěti po sobě jdoucích let jsme dospěli u všech indexů (včetně již citovaných) ke shodě: nejvyšší průměrnou intenzitu sucha registrujeme v časovém úseku, který je ohraničen roky 1989-1993 nebo 1990-1994.
- Z grafu 20 lze snadno vyčíst, že průměrná intenzita sucha se u všech tří indexů směrem ke konci 20. století prudce zvyšuje a vrcholí extrémně suchými 90. léty. Trend zvyšování intenzity sucha v průběhu sledovaného období 1875-2002 jsme u nich také na hladině významnosti $\alpha = 1\%$ (koeficient spolehlivosti přes 99 %) statisticky prokázali.

Intenzita sucha – vegetační období

Indexy EDI, EDI_{mod} a EDI₂

- V komentáři k výsledkům nejsušších vegetačních období podle indexu **EDI** musíme hned na úvod připomenout, že velký vliv na průměrnou hodnotu mají vláhové poměry, které panovaly na konci zimy a v průběhu března, tedy těsně před začátkem vegetačního období. Jen tak si můžeme vysvětlit skutečnost, že nejvyšší průměrnou intenzitu sucha vykazuje vegetační období roku 1943, které mezi nejsušší podle úhrnů srážek ani dle ukazatele **P_{st}** nepatří. Naproti tomu opačně vyhodnotil index **EDI** intenzitu sucha ve vegetačním období roku 2000, které jsme dle **P_{st}** označili dokonce jako nejsušší. Tuto odlišnost lze vysvětlit pozvolným úbytkem akumulovaných vodních zdrojů, neboť do výpočtu efektivní srážky **EP** (základ hodnoty indexu **EDI**) vstupují vážené srážky za posledních 365 dní.

Hodnota **EDI** se tedy u jednotlivých po sobě jdoucích kalendářních dní v průběhu srážkově chudého období nesnižuje skokem ale jen pozvolna. V případě vegetačního období tedy velmi záleží na **EDI** k 1.dubnu. Pro zajímavost: v roce 1943 jsme v tento den zaznamenali hodnotu -1,68, zatímco dne 1.4.2000 to bylo +1,52.

- Dalších 7 vegetačních období s nejvyšší intenzitou sucha dle **EDI** však najdeme také mezi nejsuššími dle úhrnů srážek: 1976, 1911, 1990, 1885, 1933, 1953 a 1942. Absenci vegetačního období 1947 vysvětlujeme opět extrémní srážkou ze dne 1.7.1947, která v kombinaci s vysokou vahou podstatně zvýšila hodnotu **EDI** k tomuto datu (z -1,1 na +2,1),
- Mezi deseti vegetačními obdobími s nejvyšší intenzitou sucha nacházíme šest, které jsme zařadili mezi nejsušší dle **EDI** také v průměru za všech osm stanic. U stanice Praha-Klementinum se nově mezi nejsušší prosadila vegetační období let 1911, 1953, 1902 a 1942. Také na první místě došlo ve srovnání s průměrem za všechny stanice ke změně – vegetační období roku 1976 vykázalo až druhou nejvyšší intenzitu sucha.
- U indexů **EDI_{mod}** a **EDI₂** vstupují do hry navíc úhrny potenciální evapotranspirace za posledních 365 dní. S ohledem na vážení denních úhrnů srážek (**EDI_{mod}**) a jejich vyšší variabilitu v porovnání s potenciální evapotranspirací mají srážky u obou indexů na výslednou hodnotu i nadále poměrně značný vliv. Toto tvrzení je také podpořeno četným zastoupením srážkově nejchudších vegetačních období mezi deseti obdobími s nejvyšší intenzitou sucha dle indexů **EDI_{mod}** a **EDI₂**: 1943 (nejsušší dle **EDI₂**), 1990 (nejsušší dle **EDI_{mod}**), 1976, 1911, 1935 a 1933. Vegetační období s vyrovnanou teplotní a srážkovou abnormalitou je zastoupeno mezi nejsuššími rokem 2000 (třetí nejteplejší i nejsušší), převaha teplotní extremity je typická pro vegetační období 1999, 1998, 1934 a 1983.
- Tříletá i pětiletá seskupení po sobě jdoucích vegetačních období s nejvyšší intenzitou sucha jsou u všech indexů shodná s výsledky prezentovanými u let. Jedná se o časový úsek ležící mezi roky 1989-1993. V případě **EDI** registrujeme seskupení extrémně suchých let také v periodách 1933-1935 a 1942-1944, u zbývajících dvou charakteristik pak na konci 20. století (1998-2000).
- Také v případě dekád kopírují výsledky závěry, ke kterým jsme dospěli při hodnocení intenzity sucha u let. Jako nejsušší dekáda vychází podle indexu **EDI** první desetiletí 20. století (graf 22), zatímco u **EDI_{mod}** a **EDI₂** se průměrná intenzita sucha v posledních dekádách 20. století prudce zvyšuje a vrcholí extrémně suchými 90. léty 20. století. V průběhu let 1876-2002 jsme také u těchto dvou indexů statisticky (na hladině významnosti $\alpha = 1\%$; koeficient spolehlivosti přes 99 %) prokázali nárůst průměrné intenzity sucha ve vegetačních obdobích. U **EDI** se nám to nepodařilo, i když poslední dvě desetiletí 20. století zaostaly v průměrné intenzitě sucha za první dekádou 20. století jen velmi těsně.

Indexy DI, EvaDI a EvaDI₂

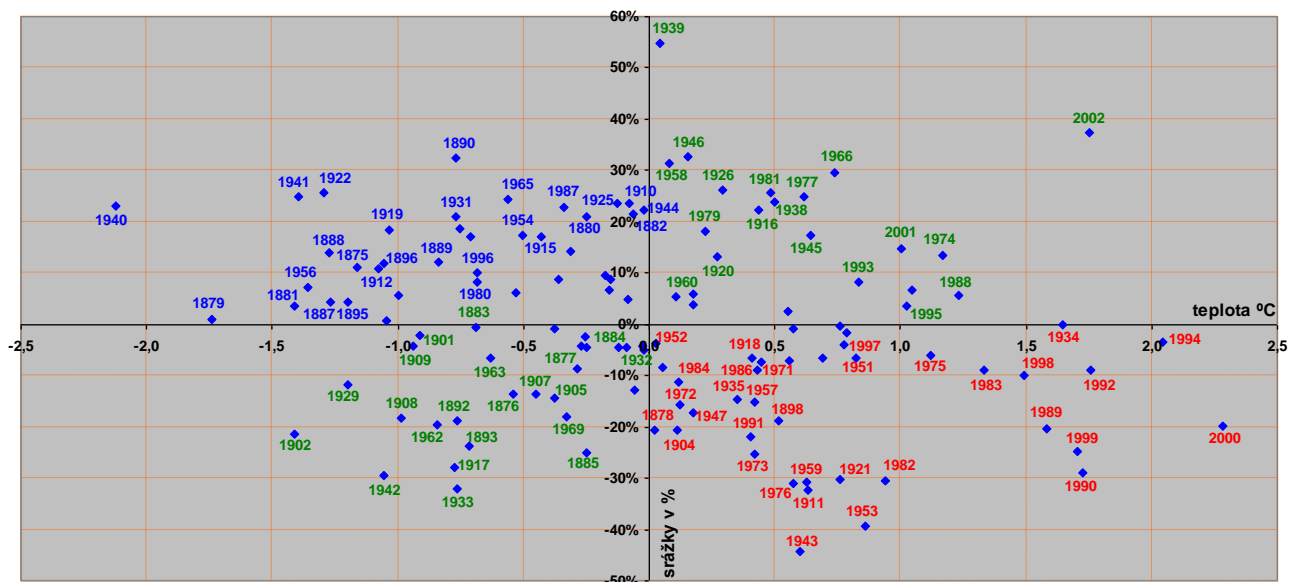
- Analýza charakteristik **DI**, **EvaDI** a **EvaDI₂** je založena na průměrných hodnotách ukazatelů **P_{st}** a **T_{st}**, resp. **P_{st}** a **PET_{st}** ve vegetačních obdobích, které jsme prezentovali v kapitolách 5.2.1, 5.2.2 a 5.2.3. Stejně jako u let očekáváme i u vegetačních období shodu výsledků u indexů **EvaDI** a **EvaDI₂**. U charakteristiky **DI** s přibližně 33% vlivem teplotní složky na výslednou hodnotu indexu logicky očekáváme vyšší zastoupení vegetačních období s převahou srážkové abnormality. S ohledem na způsob výpočtu, který u těchto indexů zohledňuje pouze srážkové a teplotní poměry v daném roce nebo vegetačním období, přičemž srážky nejsou

nijak vážený a teplota má v případě **EvaDI** a **EvaDI₂** dokonce stejný vliv na výsledek jako srážky, předpokládáme, že se ve výsledcích významně prosadí vegetační období, která byla díky způsobu výpočtu efektivní srážky (**EDI**, modifikace u **EDI_{mod}** a **EDI₂**), doposud poněkud podhodnocena. Jedná se zejména o vegetační období roku 2000 (nejnižší hodnota **P_{st}**, řadíme jej také mezi nejteplejší), 1947 (druhé nejsušší i nejteplejší dle **P_{st}** a **T_{st}**) a 1992 (vůbec nejteplejší dle **T_{st}**).

- Naše prognózy se vyplnily zejména u ukazatelů **EvaDI** a **EvaDI₂**, kde zmiňovaná vegetační období obsadila podle intenzity sucha první tři místa. Musíme konstatovat, že ve výsledcích mají vegetační období s převahou srážkové abnormality (1976, 1911, 1935, 1953 a 1990) mírně navrch nad obdobími, jež vynikají spíše extremitou teplotní (1999, 1992, 1998).
- Nejvyšší průměrnou intenzitu sucha u tří po sobě jdoucích vegetačních období registrujeme až v samém závěru 20. století (1998-2000), což je v rozporu s výsledky za vegetační období v průměru za všechny stanice (1992-1994). U pětileté periody si však již výsledky navzájem odpovídají (1989-1993 - **DI**, resp. 1990-1994 - **EvaDI** a **EvaDI₂**).
- Graf 23 ukazuje u všech indexů na extrémní intenzitu sucha v 90. letech 20. století. Ačkoliv intenzita sucha ve vegetačních obdobích 70. let 20. století není v porovnání s výsledky u let tak významná, podařilo se nám v celém období a u všech tří indexů prokázat statisticky významný (na hladině významnosti $\alpha = 1\%$; koeficient spolehlivosti přes 99 %) nárůst zvyšování intenzity sucha ve vegetačních obdobích v průběhu let 1875-2002.

Informaci o tom, jak dobře si navzájem výsledky jednotlivých indexů sucha pro roky a vegetační období odpovídají, nalezneme v tabulkách 40 a 41. Shodu jsme měřili na základě koeficientu determinace, který vyjadřuje, z kolika procent je variabilita určitého indexu vysvětlena indexem jiným. Tabulky jsme rozšířily ještě o výsledky rozdílů úhrnů srážek a potenciální evapotranspirace (**P-PET**) v jednotlivých letech a vegetačních obdobích z kapitoly 5.2.4., které se logicky více blíží skupině indexů **DI**, **EvaDI** a **EvaDI₂**, jež hodnotí teplotní a srážkové poměry pouze v daných kalendářních jednotkách (roky, vegetační období) bez ohledu na výchozí stav související s rázem počasí před jejich začátkem.

Graf 18 Termopluviovogram – jednotlivé roky – srovnání s dlouhodobým průměrem za období 1875-2002 (Praha-Klementinum)



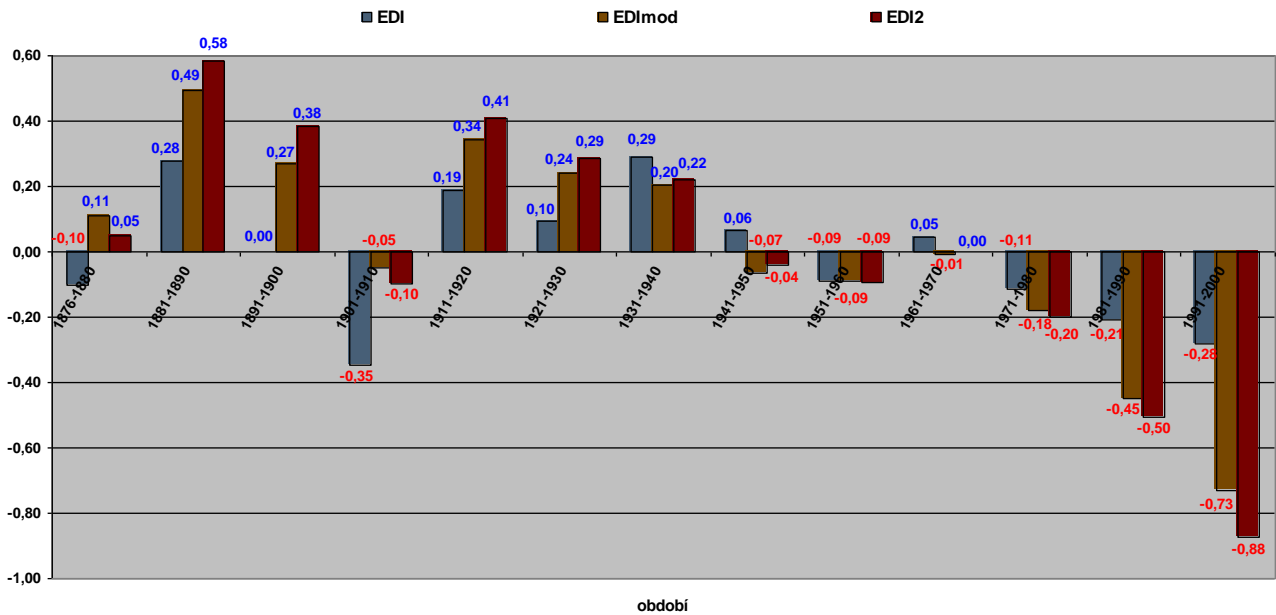
Tabulka 36 Deset nejsušších let podle průměrných hodnot indexů sucha **EDI**, **EDI_{mod}**, **EDI₂**, **DI**, **EvaDI** a **EvaDI₂** (Praha-Klementinum)

Pořadí	Dle EDI		Dle EDI _{mod}		Dle EDI ₂		Dle DI		Dle EvaDI		Dle EvaDI ₂	
	rok	EDI	rok	EDI _{mod}	rok	EDI ₂	rok	DI	rok	EvaDI	rok	EvaDI ₂
1	1943	-1,741	1990	-1,733	1990	-2,005	1943	-0,218	2000	-0,243	2000	-0,244
2	1990	-1,219	1943	-1,718	2000	-1,989	1953	-0,191	1943	-0,234	1943	-0,232
3	1976	-1,171	2000	-1,546	1943	-1,950	1959	-0,167	1953	-0,219	1998	-0,222
4	1933	-1,075	1976	-1,316	1991	-1,419	1982	-0,165	1998	-0,217	1953	-0,219
5	1973	-1,056	1999	-1,190	1983	-1,406	1998	-0,156	1982	-0,210	1982	-0,209
6	1893	-1,034	1991	-1,097	1976	-1,293	2000	-0,153	1999	-0,208	1999	-0,208
7	1953	-0,945	1953	-0,991	1999	-1,172	1921	-0,153	1990	-0,206	1990	-0,207
8	1991	-0,908	1983	-0,974	1934	-1,161	1999	-0,142	1994	-0,200	1989	-0,203
9	1902	-0,859	1933	-0,951	1993	-1,153	1990	-0,139	1989	-0,199	1994	-0,202
10	1921	-0,829	1989	-0,931	1918	-1,150	1989	-0,136	1921	-0,186	1921	-0,186

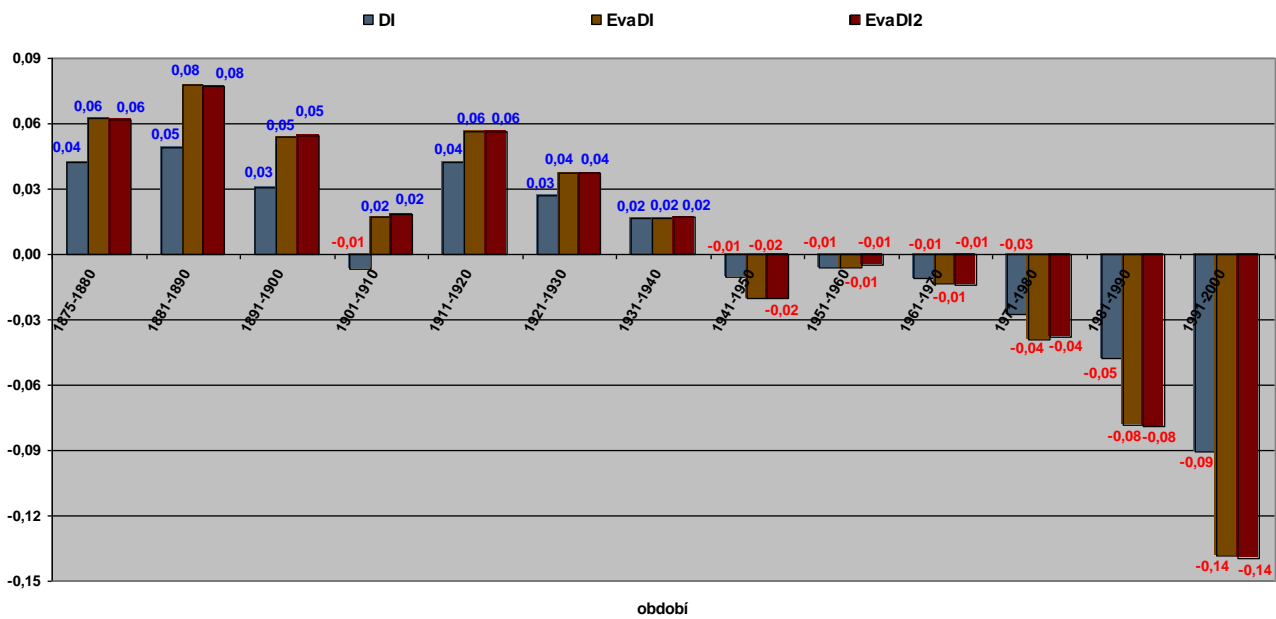
Tabulka 37 Roční, tříletá, pětiletá a desetiletá nejsušší období dle průměrných hodnot indexů sucha **EDI**, **EDI_{mod}**, **EDI₂**, **DI**, **EvaDI** a **EvaDI₂** (roky; Praha-Klementinum)

Perioda	rok / období	EDI	rok / období	EDI _{mod}	rok / období	EDI ₂
1 rok	1943	-1,741	1990	-1,733	1990	-2,005
3 roky	1989-1991	-0,868	1989-1991	-1,254	1990-1992	-1,493
5 let	1989-1993	-0,621	1989-1993	-1,061	1989-1993	-1,306
10 let	1902-1911	-0,427	1990-1999	-0,751	1990-1999	-0,877
Dekáda	1901-1910	-0,346	1991-2000	-0,732	1991-2000	-0,875
Perioda	rok / období	DI	rok / období	EvaDI	rok / období	EvaDI ₂
1 rok	1943	-0,218	2000	-0,243	2000	-0,244
3 roky	1998-2000	-0,151	1998-2000	-0,222	1998-2000	-0,225
5 let	1989-1993	-0,107	1990-1994	-0,159	1989-1993	-0,160
10 let	1991-2000	-0,091	1991-2000	-0,138	1991-2000	-0,140
Dekáda	1991-2000	-0,091	1991-2000	-0,138	1991-2000	-0,140

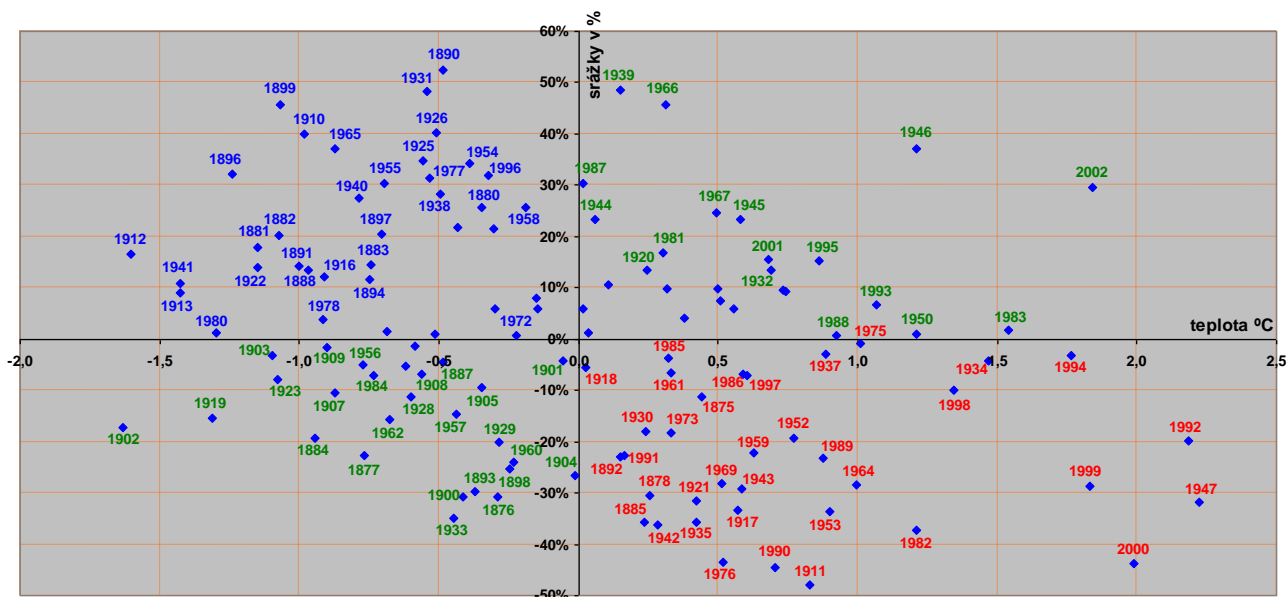
Graf 19 Roční průměrné hodnoty indexů sucha **EDI**, **EDI_{mod}** a **EDI₂** v jednotlivých dekádách (Praha-Klementinum)



Graf 20 Roční průměrné hodnoty indexů sucha **DI**, **EvaDI** a **EvaDI₂** v jednotlivých dekádách (Praha-Klementinum)



Graf 21 Termopluviogram – vegetační období – srovnání s dlouhodobým průměrem za období 1875-2002 (Praha-Klementinum)



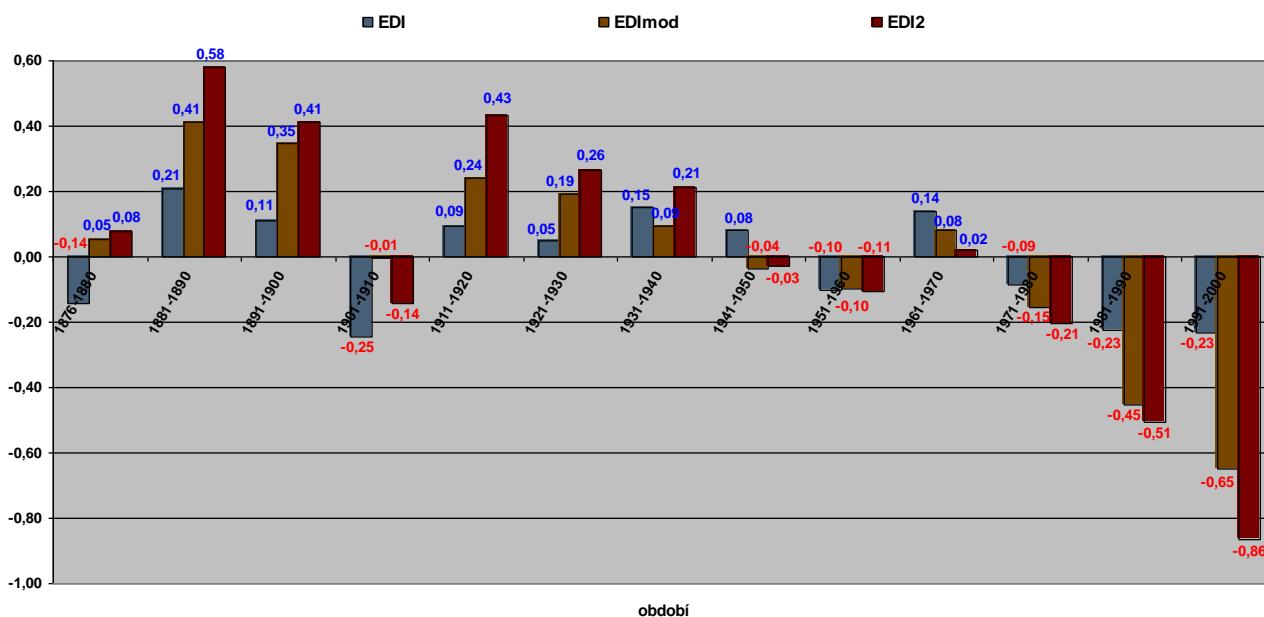
Tabulka 38 Deset nejsušších vegetačních období podle průměrných hodnot indexů sucha EDI, EDI_{mod}, EDI₂, DI, EvaDI a EvaDI₂ (Praha-Klementinum)

Pořadí	Dle EDI		Dle EDI _{mod}		Dle EDI ₂		Dle DI		Dle EvaDI		Dle EvaDI ₂	
	rok	EDI	rok	EDI _{mod}	rok	EDI ₂	rok	DI	rok	EvaDI	rok	EvaDI ₂
1	1943	-1,628	1990	-1,874	1943	-2,099	2000	-0,298	1947	-0,416	1947	-0,417
2	1976	-1,504	1943	-1,738	1990	-2,024	1947	-0,294	2000	-0,398	2000	-0,401
3	1911	-1,418	1976	-1,623	2000	-2,014	1982	-0,225	1992	-0,328	1992	-0,328
4	1990	-1,372	2000	-1,495	1976	-1,451	1999	-0,209	1999	-0,312	1999	-0,311
5	1885	-1,274	1999	-1,154	1993	-1,384	1992	-0,206	1982	-0,296	1982	-0,296
6	1893	-1,171	1911	-1,140	1918	-1,358	1911	-0,204	1911	-0,254	1911	-0,255
7	1933	-1,128	1998	-1,120	1934	-1,343	1976	-0,202	1953	-0,229	1953	-0,230
8	1953	-0,927	1935	-1,080	1983	-1,317	1935	-0,181	1976	-0,229	1976	-0,230
9	1902	-0,896	1933	-1,066	1991	-1,275	1953	-0,180	1964	-0,214	1964	-0,214
10	1942	-0,879	1989	-1,050	1998	-1,267	1990	-0,174	1998	-0,211	1998	-0,211

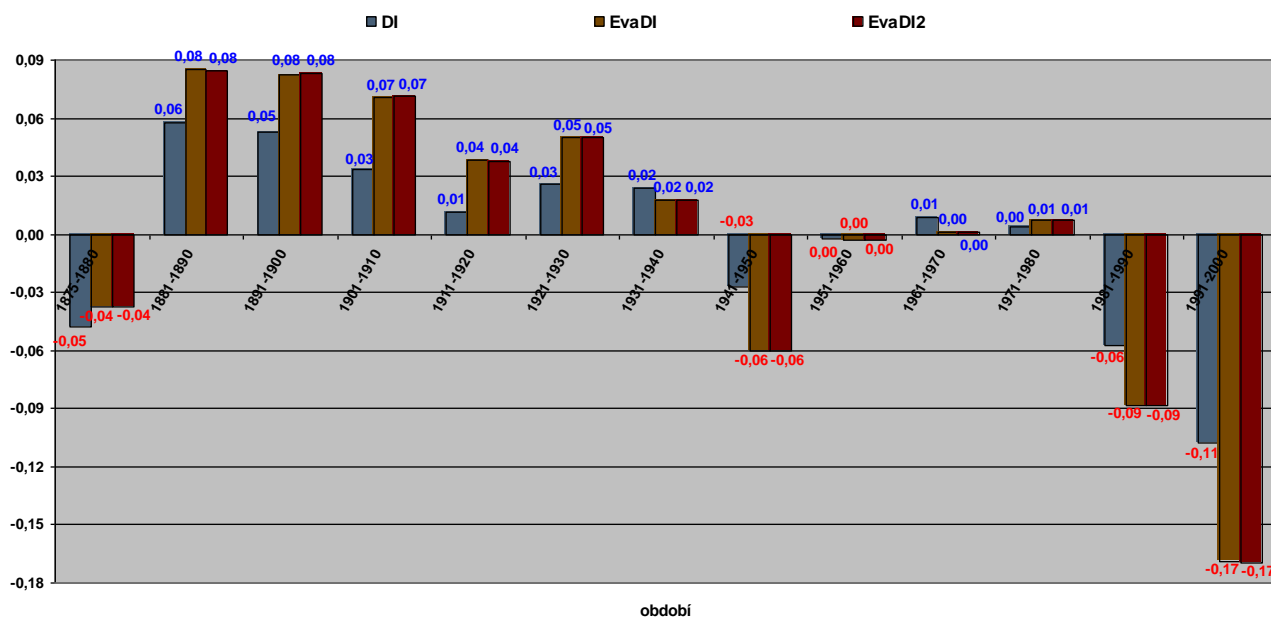
Tabulka 39 Roční, tříletá, pětiletá a desetiletá nejsušší období dle průměrných hodnot indexů sucha **EDI**, **EDI_{mod}**, **EDI₂**, **DI**, **EvaDI** a **EvaDI₂** (vegetační období; Praha-Klementinum)

Perioda	rok / období	EDI	rok / období	EDI _{mod}	rok / období	EDI ₂
1 rok	1943	-1,628	1990	-1,874	1943	-2,099
3 roky	1989-1991	-0,920	1989-1991	-1,268	1990-1992	-1,457
5 let	1989-1993	-0,675	1989-1993	-1,086	1989-1993	-1,335
10 let	1902-1911	-0,417	1990-1999	-0,687	1990-1999	-0,864
Dekáda	1901-1910	-0,246	1991-2000	-0,649	1991-2000	-0,863
Perioda	rok / období	DI	rok / období	EvaDI	rok / období	EvaDI ₂
1 rok	2000	-0,298	1947	-0,416	1947	-0,417
3 roky	1998-2000	-0,216	1998-2000	-0,307	1998-2000	-0,308
5 let	1989-1993	-0,141	1990-1994	-0,202	1990-1994	-0,202
10 let	1991-2000	-0,107	1991-2000	-0,169	1991-2000	-0,170
Dekáda	1991-2000	-0,107	1991-2000	-0,169	1991-2000	-0,170

Graf 22 Průměrné hodnoty indexů sucha **EDI**, **EDI_{mod}** a **EDI₂** ve vegetačních obdobích jednotlivých dekád (Praha-Klementinum)



Graf 23 Průměrné hodnoty indexů sucha **DI**, **EvaDI** a **EvaDI₂** ve vegetačních obdobích jednotlivých dekád (Praha-Klementinum)



Tabulka 40 Matice koeficientů determinace (v %) ročních průměrných hodnot indexů sucha **EDI**, **EDI_{mod}**, **EDI₂**, **DI**, **EvaDI** a **EvaDI₂** (Praha-Klementinum)

Index	EDI	EDI _{mod}	EDI ₂	DI	EvaDI	EvaDI ₂	P-ET
EDI	*	82,1	68,6	59,0	46,5	46,2	67,2
EDI_{mod}	82,1	*	89,6	70,2	68,5	68,4	75,3
EDI₂	68,6	89,6	*	47,2	49,3	49,2	48,8
DI	59,0	70,2	47,2	*	94,6	94,5	85,4
EvaDI	46,5	68,5	49,3	94,6	*	100,0	81,2
EvaDI₂	46,2	68,4	49,2	94,5	100,0	*	81,1
P-PET	67,2	75,3	48,8	85,4	81,2	81,1	*

Pozn. **P-PET** znamená rozdíl ročního úhrnu srážek a potenciální evapotranspirace (viz kapitola 5.2.4).

Tabulka 41 Matice koeficientů determinace (v %) průměrných hodnot indexů sucha **EDI**, **EDI_{mod}**, **EDI₂**, **DI**, **EvaDI** a **EvaDI₂** ve vegetačních obdobích (Praha-Klementinum)

Index	EDI	EDI _{mod}	EDI ₂	DI	EvaDI	EvaDI ₂	P-ET
EDI	*	85,1	53,8	56,3	43,6	43,7	64,0
EDI_{mod}	85,1	*	75,5	63,4	58,7	58,7	67,9
EDI₂	53,8	75,5	*	28,7	29,6	29,6	30,4
DI	56,3	63,4	28,7	*	95,1	95,2	93,8
EvaDI	43,6	58,7	29,6	95,1	*	100,0	87,1
EvaDI₂	43,7	58,7	29,6	95,2	100,0	*	87,1
P-PET	64,0	67,9	30,4	93,8	87,1	87,1	*

Pozn. **P-PET** znamená rozdíl úhrnu srážek a potenciální evapotranspirace ve vegetačním období (viz kapitola 5.2.4).

5.3 Shrnutí 5. kapitoly

V kapitolách 5.1 a 5.2 jsme se pokusili o objektivní hodnocení intenzity sucha v jednotlivých kalendářních letech a vegetačních obdobích ve smyslu cíle jedna, který jsme definovali v kapitole 2.

Pracovali jsme pouze s průměrem za osm vybraných stanic, který v naší studii reprezentuje klima na území Česka ve středních a nižších polohách. Pro všech osm stanic jsme měli k dispozici denní úhrny srážek a průměry teploty vzduchu. Nesoulad v obdobích pozorování mezi jednotlivými stanicemi byl řešen tak, abychom nepřišli o unikátní možnost hodnotit klima z pohledu sucha v celé periodě 1875-2002.

Při analýze srážkových a teplotních poměrů byly použity také nově zkonstruované ukazatele P_{st} a T_{st} , jež umožňují standardizované a objektivní porovnání naměřených denních hodnot meteorologických prvků s dlouhodobým průměrem pro tento kalendářní den. V případě T_{st} jsme záporným denní průměrem teploty vzduchu přiřadili automaticky nulovou hodnotu. Teprve poté jsme spočítali dlouhodobé průměry a směrodatné odchylky pro jednotlivé kalendářní dny. Ukazatelem T_{st} dokážeme objektivně zhodnotit teplotní abnormalitu konkrétního dne z pohledu kladných teplotních průměrů a tedy i potenciální evapotranspirace, neboť předpokládáme (stejně jako např. Thornthwaite), že úhrny potenciální evapotranspirace jsou v případě záporných teplot nulové.

Intenzitu sucha na území Česka v letech a vegetačních obdobích 1875-2002 jsme hodnotili podle tří vybraných indexů, které jsou blíže představeny v kapitole 4.5. Index **EDI** vychází z efektivní srážky (viz kapitola 4.2) reprezentující vodní zásoby akumulované v průběhu posledních 365 dní. K výpočtu hodnoty **EDI** pro určitý kalendářní den potřebujeme denní úhrny srážek nejen pro tento den, ale i pro 364 dní jemu předcházejících. Tyto srážky mají ve výpočtu rozdílné váhy. Ty se snižují v závislosti na počtu dní, jež uběhly ode dne, pro který hodnotu indexu počítáme. V komentářích k průměrům **EDI** za jednotlivé kalendářní roky a vegetační období upozorňujeme často na významný vliv srážkových poměrů ve dnech a měsících, které bezprostředně těmto kalendářním jednotkám předcházejí. Index tedy pracuje s výchozím stavem vodních zásob na začátku hodnoceného období. Pro rok 1875 nemůžeme hodnotu indexu určit, neboť nemáme k dispozici řadu denních úhrnů srážek za rok 1874.

Pomocí dvou nově zkonstruovaných indexů sucha **DI** a **EvaDI** lze kvantifikovat intenzitu sucha v celé periodě 1875-2002. Na druhou stranu u nich nemáme možnost zohlednit počasí, které panovalo ve dnech a měsících před začátkem konkrétního roku nebo vegetačního období. Oba vycházejí z ukazatelů P_{st} a T_{st} , což znamená, že vedle srážkové abnormality dokáží objektivně posoudit také extremitu teplotní. Navzájem se však liší velikostí vlivu teploty a srážek na výslednou hodnotu indexu, která je v podstatě určena vahou (korekčním faktorem c) před T_{st} . V případě **EvaDI** je váha volena tak, aby byly v průměru za kalendářní roky, resp. vegetační období vlivy obou meteorologických prvků přibližně vyrovnané. U indexu **DI** jsme naopak váhu ukazatele T_{st} odvodili matematickými metodami tak, aby zhruba odpovídala poměru vlivu srážek a potenciální evapotranspirace, kterou pro naše stanice nemáme k dispozici. Vliv ukazatele T_{st} na výsledek je tak u ukazatele **DI** přibližně o 55-56 % nižší než u **EvaDI**, což v průměru za všechny stanice představuje zhruba 31% vliv potenciální evapotranspirace na výslednou hodnotu indexu **DI** (viz způsob odvození **DI** v kapitole 4.5).

S odhady denních úhrnů potenciální evapotranspirace jsme pracovali jen u stanice Praha-Klementinum, což bylo dáno nejen jejich poměrně komplikovaným odvozením (postup detailněji popsán v kapitole 4.1 - snaha o matematickou transformaci měsíčních úhrnů potenciální evapotranspirace dle Thornthwaite na denní bázi), ale také zvoleným rozsahem disertační práce. Potenciální evapotranspiraci jsem na stanici Praha-Klementinum samostatně

analyzovali v kapitole 5.2.3 také pomocí objektivního ukazatele PET_{st} , který je obdobou P_{st} a T_{st} . Ten porovnává odhad denního úhrnu potenciální evapotranspirace s dlouhodobým průměrem pro daný kalendářní den.

Vztah mezi denními úhrny srážek a potenciální evapotranspirace je základem tří zcela nových objektivních indexů sucha (EDI_{mod} , EDI_2 a $EvaDI_2$), kterými jsme vedle dříve zmiňovaných charakteristik EDI , DI a $EvaDI$ intenzitu sucha na stanici Praha-Klementinum hodnotili. Při konstrukci EDI_{mod} a EDI_2 jsme našli inspiraci v metodě efektivní srážky, což zároveň znamená, že oba indexy pracují s časovým úsekem posledních 365 dní. V případě EDI_{mod} jsou pro dané období 365 dní kumulované vážené denních úhrny srážek (viz efektivní srážka EP v kapitole 4.2) sníženy o součet denních úhrnů potenciální evapotranspirace. Akumulované vážené vodní zdroje, ze kterých vychází EDI , jsou tedy u EDI_{mod} „očištěny“ o odhad potenciální evapotranspirace. EDI_2 se liší od EDI_{mod} pouze tím, že denní úhrny srážek při výpočtu efektivní srážky (EP) navážíme. Ta je pak dána jen rozdílem úhrnů srážek a potenciální evapotranspirace za periodu posledních 365 dní.

Jak již název napovídá, je index $EvaDI_2$ obdobou charakteristiky $EvaDI$. Místo ukazatele T_{st} se ve výpočtu objevuje charakteristika PET_{st} . I v tomto případě však platí, že váha před teplotní složkou v indexu (zde PET_{st}) je volena tak, aby byl vliv srážek (P_{st}) a potenciální evapotranspirace (PET_{st}) vyrovnaný.

Intenzitu sucha v letech a vegetačních obdobích jsme na stanici Praha-Klementinum analyzovali pomocí šesti objektivních indexů sucha, z nichž tři (EDI , EDI_{mod} a EDI_2) přihlíží k počasí ve dnech a měsících, jež hodnoceným kalendářním jednotkám předcházejí. Zároveň však nedovolují spočítat hodnoty intenzity sucha pro rok 1875. Zbylé tři indexy (DI , $EvaDI$ a $EvaDI_2$) hodnotí striktně intenzitu sucha pouze v jednotlivých letech a vegetačních obdobích. Hlavní faktory, které ovlivňují hodnotu jednotlivých indexů, shrnuje příloha 1.

V další části textu již přistoupíme k zopakování hlavních závěrů, ke kterým jsme při výzkumu intenzity sucha v kapitole 5 dospěli.

Průměr za všechny stanice – intenzita sucha - roky

- Úhrny srážek v jednotlivých letech a dekadách poměrně značně kolísají a jednoznačně statisticky významný trend jejich úbytku v průběhu let 1875-2002 se nám nepodařilo prokázat. Nejméně srážek pozorujeme v 90. letech 20. století, jejichž suchost podtrhuje také vysoká průměrná teplota vzduchu, jež nemá mezi ostatními dekadami obdoby. Nárůst průměrné roční teploty je statisticky významný a kulminuje právě na konci 20. století.
- Indexy sucha DI a $EvaDI$ vykazují poměrně dobrou shodu. Koeficient determinace, který udává, kolika procenty lze variabilitu jednoho indexu vysvětlit indexem druhým, se pohybuje okolo 89,9 %. Vztah obou ukazatelů k EDI již není tak těsný. V případě DI dosahuje koeficient determinace hodnoty asi 60,1 %, variabilitu rozptylu EDI lze indexem $EvaDI$ vysvětlit jen z 43,7 %. Odlíšnosti se projevují zejména v pořadí let s nejvyšší intenzitou sucha, u nejsušších delších časových úseků (tj. tří a více po sobě jdoucích let) jsou již výsledky všech tří ukazatelů velmi podobné.
- Indexy sucha vykazují poměrně dobrou shodu se závěry starších výzkumů [12] a [29], které však nezahrnují druhou polovinu 80. let a poslední dekádu 20. století. Mezi nejsuššími se dle EDI objevují zástupci zejména let třicátých (1933 a 1934), sedmdesátých (1973 a 1976), osmdesátých (1983 a 1984) a začátku 90. let 20. století (1990 a 1991). Vůbec nejnižší průměrnou hodnotu EDI registrujeme v roce 1943, kterému předcházel rovněž výrazně suchý rok 1942. U zbývajících dvou indexů DI a $EvaDI$, které hodnotí vedle srážek také abnormalitu teplotní, se do

popředí více prosazují teplotně nadprůměrné roky z 80. a zejména pak z 90. let 20. století. Jedná se o vůbec nejteplejší roky 2000 a 1994, dále pak o léta 1989, 1983, 1992 a 1998. Mezi nejsuššími se však udržely také roky srážkově velmi chudé: 1953, 1982 a 1921, které vykazují nejvyšší intenzitu sucha z pohledu indexu **DI**.

- Nejsušší tříletá perioda po sobě jdoucích let připadá na přelom osmdesátých a devadesátých let 20. století (1989-1991, resp. 1990-1992), u **EvaDI**, kde je vliv srážek a teploty na výslednou hodnotu vyrovnaný, pak až na samý závěr 20. století (1998-2000).
- V nejsušší pětileté periodě po sobě jdoucích let (1989-1993, resp. 1990-1994) i v nejsušším desetiletí (90. léta 20. století) se již všechny tři ukazatele sucha shodují. Navíc jsme u nich také statisticky ověřili nárůst intenzity sucha v hodnoceném období 1875-2002 (u **EDI** 1876-2002). Na mimořádnou suchost posledního desetiletí 20. století upozorňuje také Možný v [38], který je zařadil v období 1501-2000 mezi tři nejsušší dekády s periodou opakování 220-240 let. Druhou nejvyšší průměrnou intenzitu sucha jsme u všech indexů zaznamenali v 80. letech 20. století, dle **EDI** vycházejí jako výrazně suchá v průměru také 70. léta 20. století.

Průměr za všechny stanice – intenzita sucha – vegetační období

- Také u vegetačních období nelze trend úbytku srážek v průběhu sledované periody 1875-2002 na zvolené hladině významnosti statisticky prokázat. Nicméně od 60. let pozorujeme směrem ke konci 20. století pokles průměrných úhrnů srážek v jednotlivých dekádách, který doprovází poměrně prudký nárůst teploty vzduchu.
- Teplotní a srážková variabilita ukazatelů abnormality P_{st} a T_{st} je u vegetačních období v porovnání s výsledky za rok o zhruba 55-58 % vyšší, což ukazuje na to, že průměrné hodnoty obou meteorologických prvků u vegetačních období více kolísají, než je tomu v meziročním srovnání. Tato skutečnost se projevila také ve shodě mezi indexy sucha, kterou měříme koeficientem determinace. Zvýraznily se rozdíly mezi ukazatelem **EDI**, jenž zohledňuje srážkové poměry ve dnech před začátkem vegetačního období, a zbylými dvěma indexy, které hodnotí striktně srážkové a teplotní poměry pouze ve dnech konkrétního vegetačního období. Výše koeficientu determinace pro dvojici indexů **EDI** a **DI** činí 54,8 %, vztah mezi **EDI** a **EvaDI** je méně těsný – koeficient determinace dosahuje hodnoty 42,8 %. Naopak výsledky intenzity sucha vegetačních období dle ukazatelů **DI** a **EvaDI** jsou si velmi podobné, což dokládá vysoký koeficient determinace 94,4 %.
- Ve starších člancích a studiích (v [12] a [28]), které končí výzkum rokem 1976, resp. začátkem let osmdesátých, se mezi nejsušší vegetační období řadí zejména roky 1947, 1911, 1904 a 1976. Hodnocení probíhala na základě průměrů teploty vzduchu a úhrnů srážek ve vztahu k normálu nebo modifikovanému Langovu dešťovému faktoru. Aktuálnější práce Možného [38] posuzuje intenzitu sucha ve vegetačních obdobích 1891-2003 na základě **IHS** (index hydrometeorologického sucha) – tedy z bilanční rovnice vody v půdě zohledňující vedle úhrnů srážek také ztráty evapotranspirací a odtokem. Analýzou **IHS** na šesti vybraných stanicích se jako nejsušší jeví vegetační období 1947, následují roky 2003 (nachází se mimo naše hodnocené období), 1976 a 1935.
- Mimořádnou intenzitu sucha vegetačního období roku 1947 potvrdil také náš výzkum. Jedná se o srážkově nejchudší a zároveň nejteplejší vegetační období, které se jeví jako jednoznačně nejsušší dle indexů **DI** a **EvaDI**. Srovnání s ním snese snad jen druhé nejsušší vegetační období roku 1992. Dle zmíněných dvou indexů, které porovnávají průměrnou teplotní a srážkovou abnormalitu ve dnech vegetačních obdobích, se mezi nejsušší dále zařadili zástupci let osmdesátých

(1982 a 1983) a zejména pak devadesátých (1992, 1994 a 1999). Mimořádné sucho panovalo také ve vegetačním období roku 2000. Vzdálenější minulost reprezentují mezi nejsuššími vegetační období z let 1976, 1911 a 1878. Pořadí nejsušších vegetačních období dle **EDI** je do značné míry ovlivněno výchozí hodnotou indexu k 1. dubnu, do které se promítají srážkové poměry před začátkem vegetačního období. Významnou roli hrají také extrémní srážky, jež mohou významně ovlivnit (díky způsobu vážení ve výpočtu) výslednou hodnotu indexu za celé vegetační období (viz např. až sedmé místo vegetačního období roku 1947). Nejvyšší průměrnou intenzitu sucha jsme zaznamenali ve vegetačním období roku 1976, mezi nejsuššími se dále objevují např. roky 1943, 1933, ale také poněkud překvapivě hned tři zástupci 19. století (1885, 1893 a 1884).

- Tříletá a pětiletá po sobě jdoucí vegetační období s nejvyšší průměrnou intenzitou sucha můžeme u všech tří indexů časově zařadit mezi roky 1989-1994. První polovina této periody vyniká spíše srážkovou abnormalitou (1990-1992 - „tříleté“ vegetační období s nejnižšími průměrnými úhrny srážek), druhá naopak vysokými průměrnými teplotami vzduchu (1992-1994 - nejteplejší „tříleté“ vegetační období).
- Jednoznačně nejvyšší průměrnou intenzitu sucha pozorujeme podle všech tří indexů ve vegetačních obdobích 90. let 20. století. Jako sušší se jeví také 80. léta 20. století, dle ukazatelů **DI** a **EvaDI** také léta čtyřicátá. Statisticky významný trend nárůstu intenzity sucha ve vegetačních obdobích 1875-2002 se nám podařilo prokázat u dvou ze tří indexů (**DI** a **EvaDI**).

Praha-Klementinum – intenzita sucha - roky

- Intenzitu sucha jsme u stanice Praha-Klementinum hodnotili také na základě denních úhrnů potenciální evapotranspirace, které můžeme v jednotlivých letech porovnat s úhrnem naměřených srážek. Na vztahu mezi srážkami a potenciální evapotranspirací jsou založeny také tři zcela nové indexy sucha (**EDI_{mod}**, **EDI₂** a **EvaDI₂**).
- Ukazuje se, že variabilita srážek je na úrovni let mnohem vyšší než variabilita potenciální evapotranspirace. Proto mezi roky s nejvyšším deficitem srážek (rozdíl úhrnů srážek a potenciální evapotranspirace) mají převahu zejména ty srážkově nejchudší.
- Pomocí matice koeficientů determinace jsme ověřili velmi těsný vztah mezi intenzitou sucha spočítanou pro jednotlivé roky dle indexů **DI**, **EvaDI** a **EvaDI₂** s tím, že poslední dva dávají výsledky prakticky identické. Všechny tyto tři ukazatele také poměrně dobře vystihují deficit vodních zdrojů, který je vyjádřen rozdílem úhrnů srážek a potenciální evapotranspirace. Naopak indexy **EDI**, **EDI_{mod}** a **EDI₂**, které pracují s časovým úsekem 365 dní (tzn. že poměrně velký vliv na hodnotu indexu má rok předchozí), se od ostatních již odlišují.
- Závěry výzkumu sucha podle **PDSI** na stanici Praha-Klementinum v letech 1805-2000 předkládá studie [34]. Podle ní dosáhla intenzita sucha nejvyšších hodnot v letech 1990 (maximum), 2000 a 1943. Tyto roky jsme také my vyhodnotili podle indexů **EDI_{mod}** a **EDI₂** jako tři nejsušší. S výjimkou nejteplejšího roku 2000 (není u **EDI**), který však nepatří mezi srážkově nejchudší, je najdeme mezi nejsuššími také u všech dalších indexů intenzity sucha. V kategorii deficitů vodních zásob (rozdíl srážek a potenciální evapotranspirace) se mezi ně vklíní ještě rok 1953, který se s výjimkou **EDI₂** vyskytuje vždy mezi nejsuššími.
- U skupiny indexů **EDI**, **EDI_{mod}** a **EDI₂** připadá tříleté po sobě jdoucí období s nejvyšší intenzitou sucha na roky 1989-1991 nebo 1990-1992. U ostatních

ukazatelů, včetně deficitů srážek, se maximum posouvá až na konec 20 století (1998-2000). U nejsuššího pětiletého období však registrujeme u všech indexů vzácnou shodu (1989-1993, resp. 1990-1994).

- Nejvyšší průměrnou intenzitu sucha jsme u všech ukazatelů, s výjimkou **EDI**, zaznamenali v 90. letech 20. století. Zvyšování intenzity sucha ke konci 20. století umocňují výrazně suchá 80. léta 20. století. Tento trend jsme také statistickými metodami u všech indexů (kromě **EDI**) prokázali pro celou hodnocenou periodou 1875-2002 (resp. 1876-2002 u **EDI_{mod}** a **EDI₂**). Obdobný závěr nalezneme také ve studii [34], která ukazuje na zvýšení pravděpodobnosti výskytu suchých měsíců v období 1951-2000 v porovnání s časovým úsekem 1805-1950. Nejsušší dekádou je dle **EDI** první desetiletí 20. století.

Praha-Klementinum – intenzita sucha – vegetační období

- Také u analýzy intenzity sucha ve vegetačních obdobích jsme na stanici Praha-Klementinum pracovali se šesti indexy a také s deficitem vodních zásob, který jsme získali porovnáním úhrnů srážek a potenciální evapotranspirace.
- Stejně jako u let se ukazuje, že variabilita srážek je v porovnání s potenciální evapotranspirací vyšší, což má významný dopad na hodnoty většiny indexů s výjimkou **EDI**, který kvantifikuje pouze abnormalitu srážek.
- Zajímavostí je, že nejsušší vegetační období v průměru za všechny stanice (1947 a 1992 – nejnížší úhrny srážek a zároveň nejvyšší průměrné teploty) nepatří u stanice Praha-Klementinum ke srážkově nejchudším a uchovala si pouze teplotní primát.
- Nejsušší vegetační období na stanici Praha-Klementinum v období 1876-1981 podle teplotní a srážkové odchylky od normálu najdeme v publikaci [12]. Společně s mimořádným vegetačním obdobím roku 1947 se mezi nejsušší ve zmiňované periodě zařadily také roky 1911, 1904 a 1976.
- Složitost použitých indexů sucha nedává jednoznačné řešení, které vegetační období lze na stanici Praha-Klementinum označit jako nejsušší. Z matice koeficientů determinace výsledků jednotlivých indexů lze vyčíst, že nejdůležitějším faktorem je skutečnost, zda přihlížíme k počasí ve dnech a měsících před začátkem vegetačního období (**EDI**, **EDI_{mod}** a **EDI₂**), nebo zda hodnotíme vztah mezi srážkami a potenciální evapotranspirací (resp. průměrnou teplotou vzduchu) pouze ve dnech daného vegetačního období (**DI**, **EvaDI**, **EvaDI₂** a úhrny srážek vs. potenciální evapotranspirace).
- V případě první skupiny indexů, které pracují s časovým úsekem posledních 365 dní, pozorujeme poměrně významnou shodu s výsledky u let. Nejvyšší intenzitu sucha jsme zaznamenali (indexy **EDI**, **EDI_{mod}** a **EDI₂**) u vegetačních období let 1943, 1990, 2000 a 1976 s tím, že u ukazatele **EDI** se místo roku 2000 objevuje mezi nejsuššími rok 1911, který zmiňují také autoři v publikaci [12].
- Pokud bychom striktně hodnotili pouze počasí ve dnech jednotlivých vegetačních obdobích (**DI**, **EvaDI**, **EvaDI₂** a úhrny srážek vs. potenciální evapotranspirace), pak z dříve zmíněných let zůstává mezi nejsuššími jen rok 2000, který doplňují nejteplejší vegetační období let 1947 a 1992 a také vegetační období roku 1911 s vůbec nejnížším naměřeným úhrnem srážek.
- Rovněž nejsušší tříletá po sobě jdoucí vegetační období se liší v závislosti na dvou popsáních skupinách indexů (1989-1991 nebo 1990-1992 v případě **EDI**, **EDI_{mod}** a **EDI₂**; 1998-2000 u ostatních indexů včetně porovnání úhrnů srážek a potenciální evapotranspirace). U pětileté periody s nejvyšší průměrnou intenzitou sucha ve

vegetačních obdobích se výsledky u všech ukazatelů již shodují (1989-1993 nebo 1990-1994).

- Také u vyhodnocení dekády s nejvyšší průměrnou intenzitou sucha ve vegetačních obdobích korespondují výsledky se závěry z analýzy na úrovni let. Nejvyšší intenzitu sucha vykazují u všech indexů s výjimkou **EDI** (první dekáda 20. století) 90. léta 20. století, za nimiž následují léta osmdesátá. Zvyšování intenzity sucha ve vegetačních obdobích v průběhu let 1875-2002 (resp. 1876-2002 u **EDI_{mod}** a **EDI₂**) se nám u všech indexů kromě **EDI** také podařilo statisticky prokázat a to i přesto, že intenzita sucha vegetačních období v 70. letech 20. století není tak výrazná jako u let.

6 Vymezování period sucha a stanovení jejich četností v letech 1876-2002

V disertační práci jsme doposud analyzovali sucho v předem zvolených kalendářních jednotkách (roky a vegetační období). U všech osmi zvolených stanic byl výzkum intenzity sucha proveden na základě tří indexů. Ukazatel **EDI** jsme převzali ze studie [10], další dva (**DI** a **EvaDI**) jsou indexy zcela novými. Vzhledem k rozsahu disertační práce prezentuje kapitola 5.1 pouze průměrné výsledky za všechny stanice. V kapitole 5.2 jsme u stanice Praha-Klementinum matematickými metodami odvodili vztah mezi denní průměrnou teplotou vzduchu a úhrny potenciální evapotranspirace, což nám umožnilo zkonstruovat další tři nové indexy intenzity sucha, které vycházejí ze vztahu mezi srážkami a potenciální evapotranspirací (**EDI_{mod}**, **EDI₂** a **EvaDI₂**). Použité ukazatele intenzity sucha se rozpadají na dvě hlavní skupiny, které se liší v závislosti na tom, jestli se do hodnoty indexu k danému kalendářnímu dni promítá historie počasí ve dnech předcházejících nebo nikoliv.

Kapitola 6 je věnována vymezování jednotlivých období sucha bez ohledu na časové jednotky, které jsme v disertační práci doposud respektovali. Ne všechny indexy intenzity sucha jsou však pro vymezování takových období vhodné. Poměrně vysoké nároky zahrnují zejména požadavek na věrohodné zachycení stavu (deficitu) vodních zásob ke konkrétnímu dni, který je podmíněn synoptickými procesy v průběhu určitého časového úseku, jenž tomuto dni předchází. Proto při vymezování období sucha vyjdeme z principů metody efektivní srážky (kapitola 4.2) a indexů **EDI** a **EDI_{mod}**. Ukazatel **EDI** vychází z denních úhrnů srážek za posledních 365 dní (viz způsob výpočtu efektivní srážky **EP**), proto jej lze použít u všech vybraných stanic. Využití modifikované metody efektivní srážky je omezeno pouze na stanici Praha-Klementinum, u které máme k dispozici odhady denních úhrnů potenciální evapotranspirace, o jejichž součet za 365 dní snižujeme hodnotu efektivní srážky (**EP**) (viz vzorec 14, kapitola 4.2).

V souladu s druhým hlavním cílem, který byl v kapitole 2 stanoven, nejprve zopakujeme, jak budeme období sucha definovat. Následně se pokusíme taková období vymezit, tj. stanovit jejich začátek, konec a délku trvání. Poté je podrobíme detailnější analýze pomocí indexů intenzity sucha uvedených v kapitole 4.5. Jestliže jsme doposud rezignovali na prezentaci výsledků za jednotlivé stanice (výjimkou jen Praha-Klementinum), tak nyní si základní odlišnosti mezi vymezenými obdobími sucha na stanicích v krátkosti představíme. V případě analýzy četnostního zastoupení v jednotlivých kalendářních dnech a letech však budeme pracovat jen s průměrem za všechny stanice. Seskupíme-li dny, které jsou obsaženy v obdobích sucha na všech stanicích, dostáváme časové úseky, v nichž sucho zasáhlo celé území Česka.

U stanice Praha-Klementinum se zaměříme zejména na porovnání výsledků metody efektivní srážky s naší navrženou modifikací. Budeme tedy zkoumat, jaký dopad má na vymežovaná období sucha snížení akumulovaných vodních zdrojů o úhrn potenciální evapotranspirace.

6.1 Souhrnné hodnocení za všechny stanice – metoda efektivní srážky

Denní úhrny srážek jsme na jednotlivých stanicích zpracovali metodou efektivní srážky, která byla detailněji představena v kapitole 4.2. Z efektivní srážky (**EP**), jež reprezentuje vodní zdroje akumulované během posledních 365 dní a má v sobě také zahrnutu redukční funkci, která simuluje úbytek vodních zásob v čase, lze získat řadu indexů. Ty kvantifikují intenzitu sucha k danému kalendářnímu dni. Kromě osvědčeného ukazatele **EDI** budeme při analýze vymezených období sucha využívat také index **PRN**, který lze zjednodušeně interpretovat jako denní úhrn srážek nutný pro návrat k normálním podmínkám (resp. dlouhodobému průměru vodních zdrojů pro tento kalendářní den). Využijeme však také další ukazatele intenzity sucha, jejichž přehled je uveden v kapitole 4.5, resp. v příloze 1.

Jakým způsobem provedeme na jednotlivých stanicích vymezení období sucha? Při představení metody efektivní srážky jsme uvedli dvě definice období sucha, se kterými budeme nyní dále pracovat:

- **suché období** – vymežíme jako období po sobě jdoucích dní s negativní hodnotou **SEP** (resp. **DEP** nebo **EDI**), naproti tomu
- **sucho** – značí časový úsek po sobě jdoucích dní s hodnotou **EDI** nižší než -1,0.

Pod pojmem suché období si tedy můžeme představit časový úsek trvajícího deficitu srážek, u sucha máme nároky vyšší. Sucha jsou v našem pojetí periody uvnitř suchých období, ve kterých intenzita sucha kulminuje. Pro doplnění vztahu mezi suchými obdobími a suchy uvedeme, že podíl počtu dní se zápornou hodnotou **EDI** se v průměru na našich osmi stanicích pohybuje okolo 53,6 %, dní s hodnotou **EDI** nižší než -1,0 je jen asi 15,1 %.

Prezentace výsledků se bude z části překrývat se závěry z článku [6]. Abychom omezili počet such a suchých období, která budeme v další části textu analyzovat, a také odfiltrovali kratší časové úseky, u nichž může být za jistých okolností intenzita sucha nadhodnocena (zejména na konci výraznějších epizod sucha), rozhodli jsme se dále pracovat jen s jednoletými a výraznějšími suchy a suchými obdobími. Vymezená sucha a suchá období jsme proto na jednotlivých stanicích seřadili podle sumy denních hodnot ukazatele **EDI**. Období s nejnižšími hodnotami **EDI** (v součtu přes všechny jejich dny) jsme označili jako jednoletá a výraznější sucha, resp. jednoletá a výraznější suchá období. Jejich počet se na jednotlivých stanicích liší a odpovídá počtu roků, za které máme pro danou konkrétní stanicí hodnoty **EDI** k dispozici. V případě stanic Praha-Klementinum a Tábor se jedná o číslo 127, naopak na stanicích Praha-Karlov a Klatovy můžeme takto označit jen 81 nejméně výraznějších such a suchých období (s nejnižší celkovou sumou hodnot **EDI**).

Nyní již přistoupíme k výzkumu vymezených jednoletých a výraznějších such a suchých období na jednotlivých stanicích i v průměru za všechny stanice. Vycházeli jsme z 860 (součet za všech osm stanic) jednoletých a výraznějších such a stejného počtu jednoletých a výraznějších suchých období. Následující komentář je členěn v souladu s dílčími cíli, které jsme představili v samotném úvodu kapitoly 6.

Charakteristika průměrných jednoletých a výraznějších such a suchých období

- V naší analýze se nejprve zaměříme na porovnání průměrných jednoletých a výraznějších such a suchých období. V záhlaví tabulek 42 a 43 máme uvedeny charakteristiky, kterými jsme vymezená období hodnotili. Tabulky jsou členěny do dvou sekcí. Horní část tabulek prezentuje vedle délky zejména součet hodnot vybraných ukazatelů přes všechny dny období, který je funkcí průměrné hodnoty těchto charakteristik v jednotlivých dnech a délky daného období. Ukazatel **APD** lze chápat jako kumulovaný deficit srážek ve dnech jednoletého a výraznějšího sucha nebo suchého období. V dolní části tabulky najdeme výhradně ukazatele vztahující se k intenzitě sucha. **PRN**/den představuje průměrnou denní srážku potřebnou k návratu k normálním podmínkám a tedy i k ukončení trvání období srážkového deficitu, resp. v naší terminologii suchého období (záporné hodnoty **EDI**). Tabulka 44 přináší porovnání průměrného jednoletého a výraznějšího sucha (dále jen sucha) s průměrným jednoletým a výraznějším suchým obdobím (v další části textu jen suchým obdobím).
- Délka průměrného suchého období je na našich osmi zpracovávaných stanicích asi 132 dní. Sucha trvají v průměru necelých 43 dní, tedy asi jedné třetiny suchých období, kterých jsou součástí. Intenzita sucha v těchto obdobích kulminuje, což dokládají charakteristiky v dolní části tabulky 44. Teplotní abnormalita průměrných such je v porovnání se suchými obdobími zhruba dvojnásobná, také další ukazatele srážkové (**P_{st}**, **EDI**) a srážkovo-teplotní abnormality (**DI**, **EvaDI**) jsou ve dnech sucha v porovnání se suchými obdobími v průměru o 64-81 % vyšší. Jestliže ve dnech suchých období postačí k ukončení trvání periody srážkového deficitu denní úhrn srážek ve výši 17 mm, pak u such potřebujeme v průměru pro návrat k normálním podmínkám denní srážku 27,4 mm (o 60,9 % vyšší).
- Patrně nejvýraznější suchá období se vyskytují na stanici Praha-Karlov. Jsou v porovnání s ostatními stanicemi nejen nejdelší, ale vyznačují se také nejnižšími průměrnými hodnotami kumulativních ukazatelů („doby trvání“) **P_{st}**, **EDI**, **DI**, **EvaDI** i nejvyšší teplotní abnormalitou (**T_{st}**) a intenzitou sucha podle vybraných ukazatelů (**DI**/den, **EvaDI**/den). V případě such je tomu obdobně s tím, že intenzita sucha není na stanici Praha-Karlov v porovnání s ostatními stanicemi tak výrazná jako u suchých období. Nejvyšší teplotní i srážkovou abnormalitu (indexy **P_{st}**/den, **T_{st}**/den a **DI**/den) ve dnech průměrného sucha vykazuje stanice Olomouc.
- Tabulka 44 porovnává na jednotlivých stanicích parametry průměrného sucha a suchého období. Relativně delší sucha (ve vztahu k suchým obdobím) s nižšími kumulativními hodnotami ukazatelů (horní část tabulky 44) registrujeme u stanic Čáslav, Praha-Karlov, Klatovy a Praha-Klementinum. Vyšší teplotní a srážkovou abnormalitu ve dnech jednotlivých such v porovnání se dny suchých období pozorujeme u stanic České Budějovice, Čáslav, Klatovy a Olomouc. Celkově můžeme konstatovat, že relativně nejvýraznější sucha se ve vztahu k suchým obdobím podařilo vymezit na stanici Čáslav. V souvislosti s touto stanicí musíme upozornit na zvláště vysokou teplotní abnormalitu, která však přesto není mezi všemi stanicemi nejvyšší (Tábor).

Tabulka 42 Přehled charakteristik průměrných jednoletých a výraznějších suchých období (metoda efektivní srážky)

Stanice	Délka	APD	P _{st}	EDI	DI	EvaDI
Brno	124,7	-62,0	-16,0	-118,5	-18,3	-20,5
České Budějovice	132,0	-69,7	-16,6	-117,7	-18,1	-20,1
Čáslav	132,4	-70,3	-17,6	-124,0	-18,4	-19,4
Praha-Karlov	140,4	-62,8	-18,2	-130,3	-20,6	-25,0
Klatovy	134,1	-69,3	-17,6	-125,5	-19,3	-22,1
Praha-Klementinum	131,1	-59,8	-16,4	-125,0	-18,6	-20,5
Olomouc	135,2	-72,9	-17,6	-119,1	-19,6	-21,8
Tábor	132,7	-66,9	-17,5	-126,4	-18,5	-20,0
Průměr	132,4	-66,6	-17,1	-123,1	-18,8	-20,9
Stanice	PRN/den	P _{st} /den	T _{st} /den	EDI/den	DI/den	EvaDI/den
Brno	-16,7	-0,139	0,123	-0,862	-0,161	-0,182
České Budějovice	-18,2	-0,135	0,068	-0,824	-0,147	-0,162
Čáslav	-17,6	-0,136	0,043	-0,815	-0,144	-0,153
Praha-Karlov	-15,1	-0,144	0,125	-0,780	-0,166	-0,206
Klatovy	-17,9	-0,137	0,101	-0,826	-0,155	-0,184
Praha-Klementinum	-15,1	-0,141	0,105	-0,826	-0,159	-0,175
Olomouc	-18,7	-0,137	0,078	-0,784	-0,151	-0,167
Tábor	-16,9	-0,146	0,037	-0,830	-0,153	-0,163
Průměr	-17,0	-0,140	0,082	-0,820	-0,154	-0,172

Tabulka 43 Přehled charakteristik průměrných jednoletých a výraznějších such (metoda efektivní srážky)

Stanice	Délka	APD	P _{st}	EDI	DI	EvaDI
Brno	39,8	-33,0	-9,0	-58,9	-10,1	-11,1
České Budějovice	37,8	-33,5	-8,5	-54,5	-9,5	-10,7
Čáslav	45,2	-39,1	-10,1	-66,6	-11,0	-12,0
Praha-Karlov	47,3	-33,4	-10,4	-69,4	-11,6	-13,8
Klatovy	43,3	-36,7	-9,9	-65,1	-11,0	-12,6
Praha-Klementinum	46,2	-32,3	-9,5	-67,5	-10,7	-11,7
Olomouc	38,5	-33,0	-8,6	-53,8	-10,0	-11,6
Tábor	43,4	-34,2	-9,6	-64,1	-10,5	-11,8
Průměr	42,7	-34,4	-9,5	-62,5	-10,5	-11,8
Stanice	PRN/den	P _{st} /den	T _{st} /den	EDI/den	DI/den	EvaDI/den
Brno	-26,0	-0,250	0,197	-1,360	-0,285	-0,319
České Budějovice	-28,5	-0,254	0,146	-1,336	-0,280	-0,312
Čáslav	-29,2	-0,248	0,135	-1,366	-0,271	-0,301
Praha-Karlov	-24,8	-0,248	0,204	-1,327	-0,284	-0,350
Klatovy	-29,3	-0,247	0,194	-1,378	-0,281	-0,336
Praha-Klementinum	-24,5	-0,231	0,140	-1,355	-0,256	-0,276
Olomouc	-29,4	-0,258	0,207	-1,287	-0,295	-0,337
Tábor	-27,5	-0,233	0,130	-1,373	-0,256	-0,291
Průměr	-27,4	-0,245	0,164	-1,350	-0,274	-0,311

Tabulka 44 Průměrné charakteristiky jednoletých a výraznějších such v % vzhledem k průměrným charakteristikám jednoletých a výraznějších suchých období (metoda efektivní srážky)

Stanice	Délka	APD	P _{st}	EDI	DI	EvaDI
Brno	-68,1%	-46,8%	-43,9%	-50,2%	-44,9%	-45,8%
České Budějovice	-71,4%	-52,0%	-48,4%	-53,7%	-47,7%	-47,0%
Čáslav	-65,9%	-44,4%	-42,4%	-46,3%	-40,5%	-38,3%
Praha-Karlov	-66,3%	-46,7%	-42,7%	-46,8%	-43,6%	-44,8%
Klatovy	-67,7%	-47,1%	-43,6%	-48,2%	-43,2%	-42,8%
Praha-Klementinum	-64,8%	-46,0%	-41,7%	-46,0%	-42,4%	-42,9%
Olomouc	-71,5%	-54,6%	-51,1%	-54,8%	-49,0%	-47,0%
Tábor	-67,3%	-48,9%	-45,3%	-49,3%	-43,4%	-40,9%
Průměr	-67,8%	-48,3%	-44,8%	-49,3%	-44,2%	-43,5%
Stanice	PRN/den	P _{st} /den	T _{st} /den	EDI/den	DI/den	EvaDI/den
Brno	+55,5%	+79,8%	+60,4%	+57,8%	+77,2%	+75,3%
České Budějovice	+56,5%	+87,9%	+114,9%	+62,1%	+90,1%	+92,3%
Čáslav	+65,7%	+81,4%	+216,0%	+67,6%	+88,5%	+96,2%
Praha-Karlov	+64,1%	+72,5%	+63,1%	+70,1%	+71,3%	+69,7%
Klatovy	+64,0%	+79,6%	+92,6%	+66,8%	+81,1%	+82,9%
Praha-Klementinum	+62,6%	+64,0%	+33,7%	+64,0%	+60,5%	+58,1%
Olomouc	+57,3%	+88,3%	+166,3%	+64,3%	+95,4%	+102,2%
Tábor	+62,6%	+59,1%	+248,4%	+65,5%	+67,3%	+78,5%
Průměr	+60,9%	+75,7%	+101,0%	+64,5%	+78,1%	+81,0%

Nejvýraznější suchá období podle vybraných ukazatelů

- Jako jednoznačně nejvýraznější suché období lze podle všech kumulativních ukazatelů označit 706 dní dlouhý časový úsek na stanici Praha-Karlov vymezený dny 16.6.1942 a 21.5.1944. Také na druhé pražské stanici Praha-Klementinum registrujeme v přibližně stejný čas významné suché období, které začíná o 126 dní později (20.10.1942), jeho konec se však se stanicí Praha-Karlov již shoduje (21.5.1944). Jedná se o druhé nejvýraznější suché období podle kumulativních ukazatelů **EDI** a **DI**.
- K nejvýraznějším suchým obdobím, jež svou délkou významně překračují rok, řadíme také periodu, kterou jsme na stanici Čáslav vymezili dny 26.8.1932-26.6.1934.
- U ukazatele **EvaDI**, kde má teplotní a srážková abnormalita na výslednou hodnotu přibližně stejný vliv, se do popředí dostávají také kratší časové úseky: 12.8.1992-10.6.1993 (Praha-Karlov), 24.4.-28.12.1947 a 16.4.1982-10.2.1983 (oba Klatovy).
- Nejdelší suchá období se logicky nevyznačují nejnižšími průměrnými denními hodnotami sledovaných ukazatelů. Indexy intenzity sucha vycházející z metody efektivní srážky (**PRN/den**, **EDI/den**) dosahují nejnižších průměrných hodnot ve dnech suchého období na stanici Klatovy, jež můžeme ohraničit dny 24.4.-28.12.1947. Výskyt suchých období s extrémními hodnotami **PRN** a **EDI** pozorujeme také v letech 1976, 1953, 1954, 1921, 1922, 1893 a 1894.
- U indexů **DI** a **EvaDI** nezohledňujeme (narozdíl od **PRN** a **EDI**) počasí před začátkem suchého období. Tyto indexy hodnotí srážkové a teplotní poměry striktně pouze v dnech konkrétního suchého období. To je také hlavní důvod, proč jsme nejvyšší průměrnou intenzitou sucha podle těchto indexů zaznamenali u

nejkratších suchých období. Výsledky tedy nemají až tak velkou vypovídající hodnotu. Za povšimnutí však stojí skutečnost, že s výjimkou roků 1922 a 1915 se všechna tato období vyskytují v posledních 20 letech hodnocené periody 1876-2002 (tabulka 45 – indexy **DI**/den a **EvaDI**/den).

Tabulka 45 Nejvýraznější suchá období podle vybraných ukazatelů (metoda efektivní srážky)

Pořadí	Stanice	Období	Délka	Pořadí	Stanice	Období	APD
1	Ka	16.6.1942-21.5.1944	706	1	Ka	16.6.1942-21.5.1944	-366,7
2	Čá	26.8.1932-26.6.1934	670	2	Čá	26.8.1932-26.6.1934	-338,2
3	Kle	20.10.1942-21.5.1944	580	3	Čá	29.6.1990-25.7.1991	-267,3
4	Čá	4.8.1942-12.2.1944	558	4	Čá	4.8.1942-12.2.1944	-257,7
5	Kle	28.2.1953-6.6.1954	464	5	Kla	20.3.1942-10.6.1943	-255,1
Pořadí	Stanice	Období	P _{st}	Pořadí	Stanice	Období	PRN/den
1	Ka	16.6.1942-21.5.1944	-116,8	1	Kla	24.4.-28.12.1947	-42,7
2	Čá	26.8.1932-26.6.1934	-92,7	2	Čá	3.6.-13.11.1976	-41,1
3	Kle	20.10.1942-21.5.1944	-83,1	3	Ol	22.5.1921-23.3.1922	-38,3
4	Br	12.3.1893-27.4.1894	-79,2	4	ČB	21.7.-22.12.1947	-37,6
5	Kla	20.3.1942-10.6.1943	-79,0	5	Br	3.6.-12.11.1976	-37,2
Pořadí	Stanice	Období	EDI	Pořadí	Stanice	Období	EDI/den
1	Ka	16.6.1942-21.5.1944	-1 100,6	1	Kla	24.4.-28.12.1947	-1,715
2	Kle	20.10.1942-21.5.1944	-875,8	2	Tá	6.8.1953-21.6.1954	-1,689
3	Čá	26.8.1932-26.6.1934	-734,1	3	Br	12.3.1893-27.4.1894	-1,680
4	Br	12.3.1893-27.4.1894	-692,3	4	Br	3.6.-12.11.1976	-1,659
5	Kle	28.2.1953-6.6.1954	-664,3	5	Br	23.5.1921-31.3.1922	-1,610
Pořadí	Stanice	Období	DI	Pořadí	Stanice	Období	DI/den
1	Ka	16.6.1942-21.5.1944	-123,3	1	Ka	6.5.-10.6.1922	-0,490
2	Kle	20.10.1942-21.5.1944	-86,5	2	Kle	22.6.-1.8.1983	-0,459
3	Kla	20.3.1942-10.6.1943	-86,0	3	Kla	28.6.-1.8.1983	-0,450
4	Br	12.3.1893-27.4.1894	-82,2	4	ČB	21.4.-5.6.2000	-0,449
5	Kle	28.2.1953-6.6.1954	-80,0	5	Br	6.5.-27.6.1915	-0,439
Pořadí	Stanice	Období	EvaDI	Pořadí	Stanice	Období	EvaDI/den
1	Ka	16.6.1942-21.5.1944	-135,4	1	Kla	28.6.-1.8.1983	-0,796
2	Ka	12.8.1992-10.6.1993	-99,9	2	Ka	22.6.-1.8.1983	-0,742
3	Kla	20.3.1942-10.6.1943	-97,4	3	ČB	21.4.-5.6.2000	-0,670
4	Kla	24.4.-28.12.1947	-92,7	4	Ka	7.7.-9.8.1992	-0,662
5	Kla	16.4.1982-10.2.1983	-92,2	5	Ka	6.5.-10.6.1922	-0,643

Nejvýraznější sucha podle vybraných ukazatelů

- Přísnější kritérium na vymezení such podstatně zkracuje jejich délku v porovnání se suchými obdobími, jejichž jsou součástí. Tato skutečnost se také zákonitě projevuje v menších rozdílech mezi nejvýraznějšími suchy.
- Z nejdelšího suchého období na stanici Praha-Karlov lze vymezit patrně nejvýraznější sucho (3.11.1942-14.8.1943), které ostatní předčí nejen svou délkou, ale také podle všech kumulativních ukazatelů (**APD**, **P_{st}**, **EDI**, **DI** a **EvaDI**). Vzácnou shodu pozorujeme u moravských stanic Brno a Olomouc v případě druhého nejdelšího sucha (9.7.1921-21.3.1922), které se však při započítání teplotní abnormality (**DI** a **EvaDI**) k nejvýraznějším již neřadí. Nejdelší sucho na stanici Praha-Karlov má svůj protějšek, obdobně jako v případě suchých období,

na druhé pražské stanici Praha-Klementinum. Sucho na stanici Praha-Klementinum (čtvrté nejdelší) začíná o 37 dní (10.12.1942) později než na stanici Praha-Karlov, konec se však již v obou případech shoduje (14.8.1943).

- Výrazná sucha registrujeme na stanicích Praha-Karlov, Tábor a Praha-Klementinum také v období do srpna/září 1953 do dubna 1954. U zmíněných such na stanicích Praha-Klementinum a Tábor jsme navíc zaznamenali vůbec nejnižší průměrnou denní hodnotu ukazatele **EDI**. Intenzita sucha dosáhla v těchto obdobích opravdu extrémních hodnot, uvědomíme-li si, že hodnoty **EDI** nižší než -2,0 nejdeme v průměru pouze u necelého procenta všech sledovaných dní. Vysokou intenzitu sucha (**EDI/den**) registrujeme na stanicích Klatovy a Praha-Karlov také v druhé polovině roku 1947, na stanici Brno pak v průběhu léta 1976.
- Intenzita sucha posuzovaná dle ukazatelů **DI/den** a **EvaDI/den** hodnotí pouze teplotní a srážkové poměry ve dnech konkrétního vymezeného sucha a nijak neuvažuje počasí ve dnech mimo toto období. Do popředí se podobně jako u suchých období prosadily kratší časové úseky zejména z teplotně extrémní poslední dekády 20. století.

Tabulka 46 Nejvýraznější sucha podle vybraných ukazatelů (metoda efektivní srážky)

Pořadí	Stanice	Období	Délka	Pořadí	Stanice	Období	APD
1	Ka	3.11.1942-14.8.1943	285	1	Ka	3.11.1942-14.8.1943	-176,5
2	Br	9.7.1921-21.3.1922	256	2	Ol	9.7.1921-21.3.1922	-175,0
3	Ol	9.7.1921-21.3.1922	256	3	Čá	30.6.1921-9.1.1922	-162,1
4	Kle	10.12.1942-14.8.1943	248	4	Čá	23.6.-3.11.1878	-156,6
5	Ka	23.8.1953-20.4.1954	241	5	Br	9.7.1921-21.3.1922	-155,9
Pořadí	Stanice	Období	P _{st}	Pořadí	Stanice	Období	PRN/den
1	Ka	3.11.1942-14.8.1943	-62,5	1	Kla	14.7.-22.12.1947	-52,3
2	Kle	10.12.1942-14.8.1943	-54,5	2	Čá	23.6.-3.11.1878	-51,2
3	Ka	23.8.1953-20.4.1954	-52,7	3	ČB	9.7.-14.9.1904	-50,7
4	Tá	15.9.1953-2.4.1954	-50,3	4	Čá	3.7.-23.9.1911	-48,8
5	Kle	23.8.1953-4.4.1954	-49,7	5	ČB	16.8.-14.11.1947	-47,8
Pořadí	Stanice	Období	EDI	Pořadí	Stanice	Období	EDI/den
1	Ka	3.11.1942-14.8.1943	-517,1	1	Kle	23.8.1953-4.4.1954	-2,058
2	Br	9.7.1921-21.3.1922	-469,6	2	Tá	15.9.1953-2.4.1954	-2,042
3	Kle	23.8.1953-4.4.1954	-463,1	3	Kla	14.7.-22.12.1947	-2,017
4	Ka	23.8.1953-20.4.1954	-463,0	4	Br	11.6.-16.9.1976	-1,944
5	Kle	10.12.1942-14.8.1943	-447,5	5	Ka	15.7.-27.12.1947	-1,930
Pořadí	Stanice	Období	DI	Pořadí	Stanice	Období	DI/den
1	Ka	3.11.1942-14.8.1943	-64,2	1	Ka	10.-27.1.1993	-0,788
2	Kle	10.12.1942-14.8.1943	-59,3	2	Br	22.7.-7.8.1994	-0,704
3	Tá	15.9.1953-2.4.1954	-55,1	3	Kla	9.2.-3.3.1998	-0,686
4	Kle	23.8.1953-4.4.1954	-53,2	4	Ol	14.8.-2.9.1983	-0,658
5	Ka	23.8.1953-20.4.1954	-52,5	5	Br	3.-17.5.2000	-0,638
Pořadí	Stanice	Období	EvaDI	Pořadí	Stanice	Období	EvaDI/den
1	Ka	3.11.1942-14.8.1943	-67,5	1	Ka	10.-27.1.1993	-1,586
2	Ka	15.7.-27.12.1947	-63,9	2	Kla	9.2.-3.3.1998	-1,265
3	Kle	10.12.1942-14.8.1943	-63,1	3	Br	22.7.-7.8.1994	-1,100
4	Kla	14.7.-22.12.1947	-62,7	4	Tá	24.7.-11.8.1994	-1,043
5	Tá	15.9.1953-2.4.1954	-62,5	5	Ol	14.8.-2.9.1983	-0,955

Četnostní zastoupení dní jednoletých a výraznějších such a suchých období v letech 1876-2002 a v jednotlivých kalendářních dnech

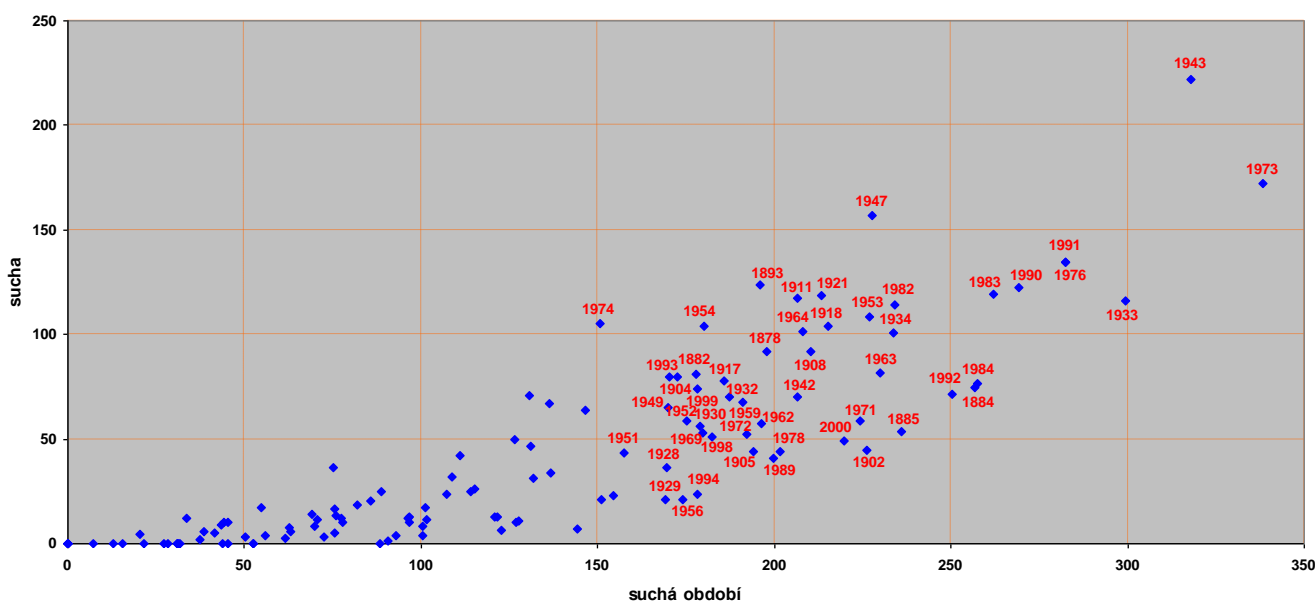
- U dní vymezených such a suchých období nás v dalším kroku zajímalo, do kterých kalendářních let zasahují. Četnostní analýzu jsme zpracovali pro každou stanicí zvlášť, prezentovat však budeme jen průměrné výsledky za všech osm stanic. Ty lze srovnávat s výsledky ukazatele **EDI** z kapitoly 5.1, podle kterého jsme sucha a suchá období metodou efektivní srážky na stanicích vymezovali. Celkově jsme vycházeli z 860 such a stejného počtu suchých období. Četnosti za jednotlivé stanice jsme po kalendářních letech sečetli a vydělili příslušným počtem stanic, za které máme pro daný rok hodnoty **EDI** k dispozici.
- Nejvyšší četnostní zastoupení mají suchá období v letech 1973, 1943 (více než 300 dní leží v některém z vymezených suchých období) a 1933, což jsou zároveň roky s nejvyšší průměrnou intenzitou sucha dle ukazatele **EDI**. Také další roky (s výjimkou 1992) s nejvyšší četností výskytů jejich dní v některém ze suchých období můžeme zařadit mezi deset nejsušších podle indexu **EDI** (tabulka 19, kapitola 5.1).
- Polovinu z deseti let s nejvyšší četností výskytů jejich dní v některém ze suchých období představují roky z osmdesátých a devadesátých let 20. století. Nejvyšší průměrnou četnost suchých období ve tříleté, resp. pětileté periodě jsme zaznamenali v časových úsecích s nejvyšší intenzitou sucha dle **EDI**. Jedná se o období 1990-1992, resp. 1989-1993. Vysokou četnost výskytu v suchých období pozorujeme také u let 1971-1973 a 1982-1984. Na úrovni dekád jsou suchá období nejvíce soustředěna do posledních tří dekád 20. století s maximem výskytu v 90. letech 20. století. Trend zvyšování pravděpodobnosti výskytu suchých období v letech 1876-2002 se nám na hladině významnosti $\alpha = 5\%$ podařilo statisticky prokázat.
- U such se pořadí na prvních dvou místech vyměnilo. Nejvyšší průměrnou četnost vykazuje rok 1943, u kterého je v průměru za všechny stanice zhruba 222 dní součástí některého z vymezených such. U such přepokládáme vyšší intenzitu jevu, což potvrzuje třetí nejvyšší četnost, kterou jsme zaznamenali v roce 1947. V tomto roce je výskyt such a suchých období významně ovlivněn extrémními srážkami, které u některých stanic znamenaly náhlé ukončení období deficitu srážek. Sedmdesátá léta 20. století jsou zastoupena roky 1973 a 1976 (nejvyšší intenzita sucha dle **EDI** ve vegetačních obdobích), devadesátá pak léty 1990 a 1991. Mezi roky s nejvyšším výskytem jejich dní v některém z vymezených such nalezneme také zástupce 19. století (1893) a prvních dekád 20. století (1921 a 1911).
- Z tabulky 47 a grafů 24, resp. 25 je vidět, že 80. a 90. léta 20. století ve výskytu such již nedominují. V tříleté i pětileté periodě se maximum výskytu přesunulo do 70. let 20. století (období 1972-1974, resp. 1972-1976), na úrovni dekád pak do 40. let 20. století. S uvedenými závěry koresponduje také skutečnost, že se nám na hladině významnosti $\alpha = 5\%$ trend zvyšování pravděpodobnosti výskytu such v letech 1876-2002 nepodařilo statisticky prokázat.
- Z analýzy četnostního zastoupení such a suchých období v letech 1876-2002 vyplývá, že se výskyt suchých období směrem ke konci 20. století zvyšuje. U such, jež se vyznačují vyšším průměrným vláhovým deficitem, není takový trend zcela zřejmý. Můžeme jen říci, že výskyt such byl ve druhé polovině sledovaného období (tedy zhruba od 40. let 20. století) vyšší než v první.
- Graf 26 uvádí spíše pro zajímavost pravděpodobnosti výskytů such a suchých období v jednotlivých dnech kalendářního roku. Metoda efektivní srážky není pro vyhodnocení četnostního zastoupení období srážkového deficitu v jednotlivých

kalendářních dnech úplně nejvhodnější, neboť jedním z mezikroků při stanovení denních hodnot **EDI** je porovnání efektivní srážky (vodních zdrojů akumulovaných v průběhu posledních 365 dní) s dlouhodobým průměrem pro daný kalendářní den roku, což zajišťuje pro jednotlivé dny v průměru přibližně stejnou hodnotu **EDI**. Následkem tohoto shlazování jsou pak poměrně vyrovnaná četnostní zastoupení, resp. pravděpodobnosti výskytů jednotlivých kalendářních dní v některém ze such nebo suchých období. Podprůměrnou pravděpodobnost výskytů registrujeme v měsících duben-září, zbylá část roku má vyšší četnostní zastoupení v některém z 860 such, resp. stejného počtu suchých období, která jsme na stanicích označili jako jednoletá a výraznější.

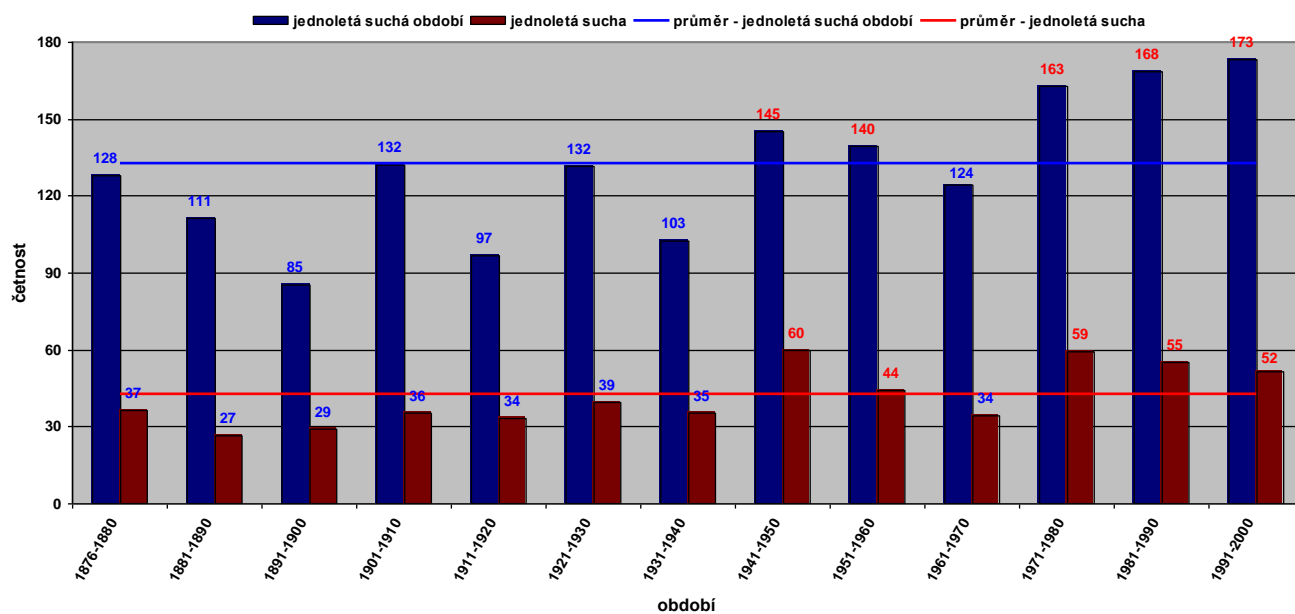
Tabulka 47 Nejvyšší průměrná četnost dní jednoletých a výraznějších such a suchých období v letech 1876-2002 (metoda efektivní srážky; průměr za všechny stanice)

Pořadí	Rok				Dekáda			
	suchá období		sucha		suchá období		sucha	
	rok	četnost	rok	četnost	období	četnost	období	četnost
1	1973	338,4	1943	222,1	1991-2000	173,4	1941-1950	59,7
2	1943	318,0	1973	172,4	1981-1990	168,5	1971-1980	59,5
3	1933	299,4	1947	156,6	1971-1980	163,0	1981-1990	55,0
4	1976	282,4	1976	134,5	1941-1950	144,9	1991-2000	51,6
5	1991	282,3	1991	134,4	1951-1960	139,5	1951-1960	44,0
6	1990	269,4	1893	123,8	1901-1910	132,4	1921-1930	39,5
7	1983	262,1	1990	122,6	1921-1930	131,5	1876-1880	36,7
8	1984	257,5	1983	119,1	1876-1880	127,9	1901-1910	35,5
9	1884	256,7	1921	118,8	1961-1970	124,5	1931-1940	35,3
10	1992	250,4	1911	117,2	1881-1890	111,2	1961-1970	34,1

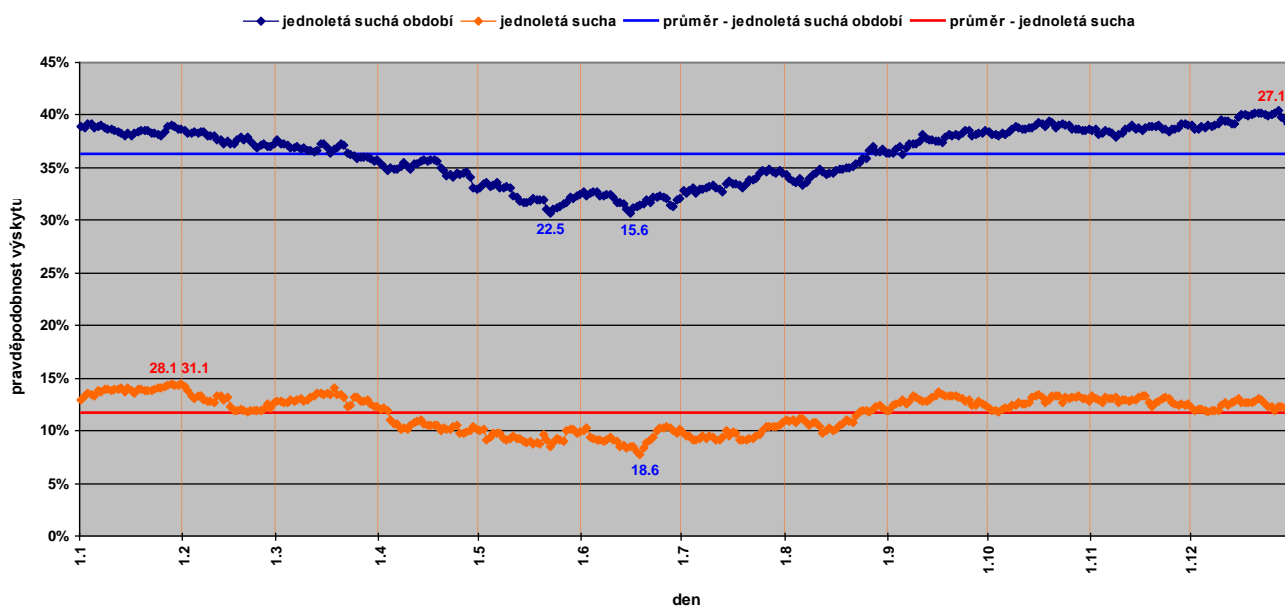
Graf 24 Průměrné četnosti dní jednoletých a výraznějších such a suchých období v letech 1876-2002 (metoda efektivní srážky; průměr za všechny stanice)



Graf 25 Průměrné četnosti dní jednoletých a výraznějších such a suchých období v jednotlivých dekádách (metoda efektivní srážky; průměr za všechny stanice)



Graf 26 Průměrné četnosti dní jednoletých a výraznějších such a suchých období v jednotlivých kalendářních dnech (metoda efektivní srážky; průměr za všechny stanice)



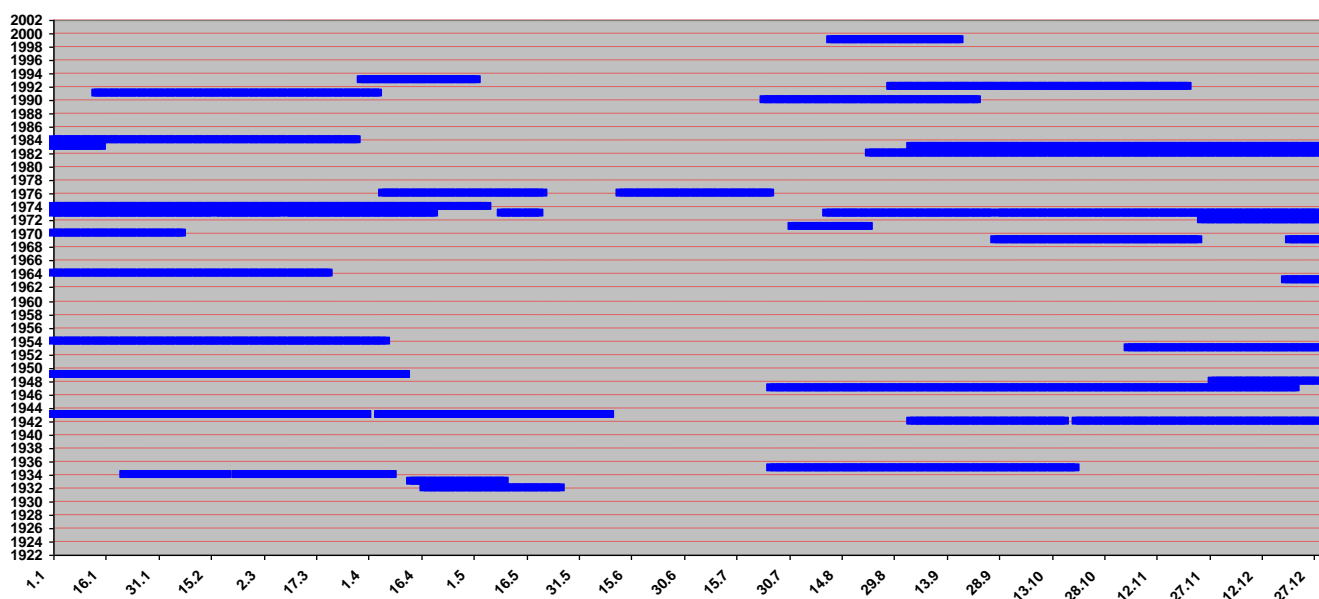
Shoda jednoletých a výraznějších such a suchých období mezi stanicemi v letech 1922-2002

- Na závěr kapitoly 6.1 jsme se snažili vymezit zcela nová sucha, resp. suchá období, jejichž dny jsou součástí such, resp. suchých období na všech osmi stanicích. Nejprve jsme za období 1922-2002, ve kterém máme k dispozici hodnoty **EDI** za všechny stanice, vybrali pro každou stanicí 81 such a stejný počet suchých období, která jsme označili jako jednoletá a výraznější. Tato suchá období se na všech stanicích shodovala ve 2349 dnech, což představuje 7,9 % všech dní z období 1922-2002. U such to bylo jen 319 dní, což znamená pouze 1,1 % z celkového počtu dní v periodě 1922-2002.
- V tabulkách 48 a 49 je uveden přehled deseti nejvýraznějších such a suchých období podle kumulovaného ukazatele **EDI**, jež jsme vymezili výše popsaným způsobem. Jedná se o období, ve kterých sucho zasáhlo celé území Česka (resp. všech osm našich stanic). Jejich zvýšený výskyt pozorujeme zejména ve čtyřicátých, sedmdesátých a osmdesátých letech 20. století.
- Nejdelší a podle kumulativních ukazatelů také nejvýraznější suché období, které je společné pro všech osm stanic, můžeme vymezit časovým úsekem 28.9.1973-5.5.1974. Nejnížší průměrné hodnoty **EDI**/den jsme zaznamenali ve dnech čtvrtého nejdelšího suchého období 4.11.1953-6.4.1954, naproti tomu nejvyšším průměrným srážkovým deficitem (**PRN**/den) se vyznačují dny v období 25.7.-22.12.1947. Prostorově nejrozsáhlejší suchá období, která zasáhla celé území Česka (tj. pozorujeme je současně na všech osmi našich sledovaných stanicích), se vyskytovala zejména v letech 1973-1974, 1953-1954, 1947, 1942-1943 a 1982-1984. Graf 27 ukazuje rozložení „společných“ suchých období v čase. Na první pohled je z něj zřejmé, že se nám nepodařilo ověřit trend (rostoucí/klesající) výskytu těchto období v periodě 1922-2002.
- Nejvýraznější „společné“ sucho lze ztotožnit s obdobím 3.9.-14.11.1947, v ostatních případech (viz tabulka 49) se jedná o jen o kratší časové úseky, které jsou součástí suchých období. Jediné letní sucho, které jsme zaznamenali současně na všech osmi stanicích, se vyskytlo v roce 1976. S ohledem na průběh grafu 28 a malý počet dní, které jsou součástí such na všech stanicích, nemá smysl trend výskytu společných such v letech 1922-2002 příliš analyzovat.

Tabulka 48 Deset nejvýraznějších suchých období podle **EDI** vytvořených jako průnik jednoletých a výraznějších suchých období ze všech stanic v období 1922-2002 (metoda efektivní srážky)

Suchá období	Délka	APD	P _{st}	EDI	DI	EvaDI
28.9.1973-5.5.1974	220	-83,0	-30,1	-286,3	-38,4	-48,5
4.11.1953-6.4.1954	154	-65,8	-27,8	-283,9	-25,4	-22,3
3.9.1983-29.3.1984	209	-86,1	-29,9	-265,7	-28,4	-26,1
25.7.-22.12.1947	151	-107,3	-20,8	-249,1	-30,2	-42,5
20.10.1942-1.4.1943	164	-66,2	-30,7	-212,8	-32,7	-35,2
22.8.1982-15.1.1983	147	-69,2	-16,6	-179,1	-29,3	-45,7
19.12.1963-21.3.1964	94	-51,0	-23,4	-127,4	-14,4	-2,6
28.11.1948-17.3.1949	110	-44,0	-22,1	-113,2	-17,8	-12,1
25.11.1972-15.2.1973	83	-43,8	-19,4	-99,6	-16,3	-11,9
25.7.-20.10.1935	88	-59,5	-10,1	-97,6	-13,1	-16,9
Průměr	75,8	-40,5	-12,6	-96,1	-14,0	-15,6
Suchá období	PRN/den	P _{st} /den	T _{st} /den	EDI/den	DI/den	EvaDI/den
28.9.1973-5.5.1974	-23,5	-0,137	0,215	-1,301	-0,175	-0,221
4.11.1953-6.4.1954	-31,5	-0,180	-0,087	-1,843	-0,165	-0,145
3.9.1983-29.3.1984	-24,9	-0,143	-0,043	-1,272	-0,136	-0,125
25.7.-22.12.1947	-40,7	-0,138	0,354	-1,650	-0,200	-0,282
20.10.1942-1.4.1943	-21,7	-0,187	0,069	-1,297	-0,199	-0,215
22.8.1982-15.1.1983	-27,4	-0,113	0,489	-1,219	-0,199	-0,311
19.12.1963-21.3.1964	-21,1	-0,249	-0,547	-1,355	-0,153	-0,027
28.11.1948-17.3.1949	-16,9	-0,201	-0,220	-1,029	-0,162	-0,110
25.11.1972-15.2.1973	-20,9	-0,234	-0,214	-1,200	-0,196	-0,144
25.7.-20.10.1935	-29,7	-0,115	0,192	-1,109	-0,149	-0,192
Průměr	-23,2	-0,177	0,116	-1,186	-0,197	-0,222

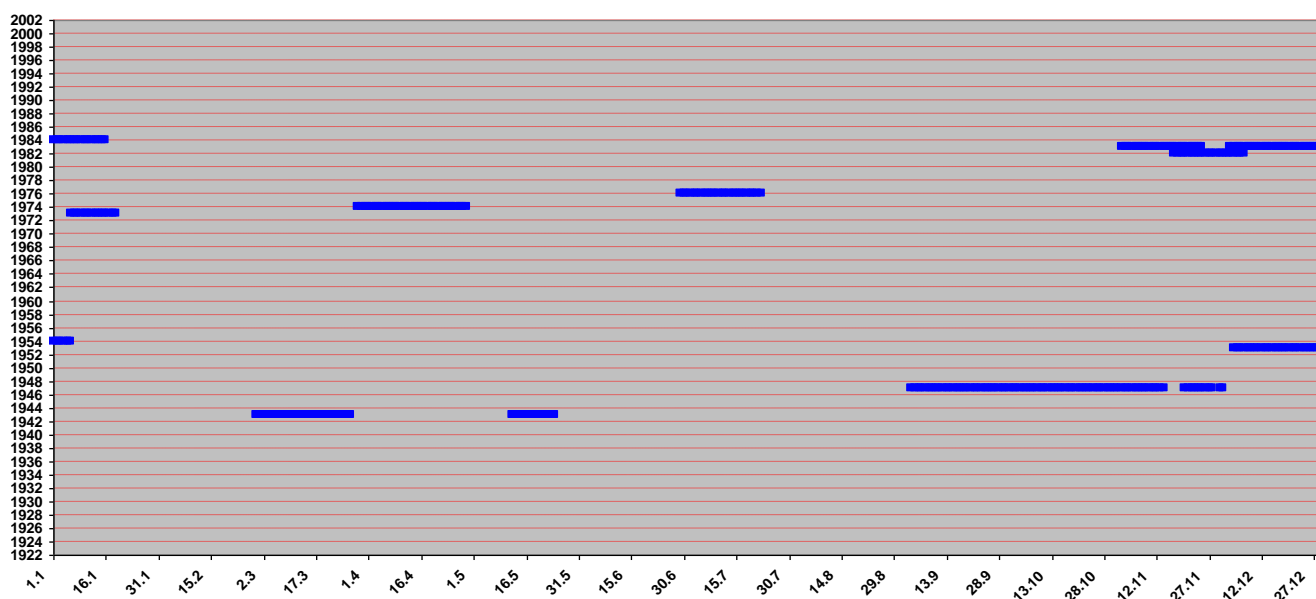
Graf 27 Suchá období podle **EDI** vytvořená jako průnik jednoletých a výraznějších suchých období ze všech stanic v období 1922-2002 (metoda efektivní srážky)



Tabulka 49 Deset nejvýraznějších such podle **EDI** vytvořených jako průnik jednoletých a výraznějších such ze všech stanic v období 1922-2002 (metoda efektivní srážky)

Sucha	Délka	APD	P _{st}	EDI	DI	EvaDI
3.9.-14.11.1947	73	-52,8	-13,6	-142,7	-19,1	-26,4
3.12.1983-16.1.1984	45	-14,4	-6,2	-72,0	-8,7	-11,9
4.12.1953-6.1.1954	34	-25,2	-11,0	-67,9	-9,9	-8,4
28.2.-27.3.1943	28	-24,7	-10,9	-55,9	-12,9	-15,7
29.3.-29.4.1974	32	-27,4	-9,2	-55,4	-10,8	-12,8
29.6.-22.7.1976	24	-45,1	-7,7	-44,6	-12,0	-17,6
2.-25.11.1983	24	-23,0	-8,3	-38,4	-5,8	-2,5
17.11.-7.12.1982	21	-10,6	-3,9	-33,8	-5,4	-7,3
12.-24.5.1943	13	-19,8	-4,0	-23,9	-4,2	-4,4
6.-19.1.1973	14	-9,3	-4,9	-21,7	-3,6	-1,9
Průměr	26,6	-21,0	-6,6	-47,7	-7,8	-9,3
Sucha	PRN/den	P _{st} /den	T _{st} /den	EDI/den	DI/den	EvaDI/den
3.9.-14.11.1947	-48,9	-0,187	0,425	-1,954	-0,262	-0,361
3.12.1983-16.1.1984	-29,9	-0,138	0,314	-1,599	-0,194	-0,264
4.12.1953-6.1.1954	-38,0	-0,325	-0,188	-1,998	-0,292	-0,246
28.2.-27.3.1943	-29,2	-0,388	0,421	-1,996	-0,462	-0,560
29.3.-29.4.1974	-27,0	-0,287	0,281	-1,732	-0,337	-0,399
29.6.-22.7.1976	-44,6	-0,319	1,018	-1,859	-0,499	-0,733
2.-25.11.1983	-35,2	-0,346	-0,586	-1,599	-0,242	-0,106
17.11.-7.12.1982	-33,0	-0,185	0,400	-1,609	-0,255	-0,347
12.-24.5.1943	-32,4	-0,306	0,076	-1,838	-0,319	-0,341
6.-19.1.1973	-26,2	-0,349	-0,526	-1,548	-0,257	-0,134
Průměr	-33,6	-0,226	0,172	-1,715	-0,256	-0,295

Graf 28 Sucha podle **EDI** vytvořená jako průnik jednoletých a výraznějších such ze všech stanic v období 1922-2002 (metoda efektivní srážky)



6.2 Stanice Praha-Klementinum

Následující dvě kapitoly jsou věnovány vymezení such a suchých období na stanici Praha-Klementinum. Vedle metody efektivní srážky (kapitola 4.2) budeme vycházet také z její modifikace, kterou jsme detailněji popsali v kapitole 4.3. Základem modifikované metody efektivní srážky je charakteristika EP_{mod} , která představuje vodní zásoby akumulované v průběhu posledních 365 dní snížené o odhad úhrnu potenciální evapotranspirace za stejně dlouhé období. Definice i způsob vymezení such a suchých období zůstává stejný jako v kapitole 6.1. Pro úplnost a větší přehlednost přeformulujeme definice z pohledu modifikované metody efektivní srážky:

- **suché období** – vymezíme jako období po sobě jdoucích dní s negativní hodnotou EDI_{mod} , zatímco
- **sucho** – značí časový úsek po sobě jdoucích dní s hodnotou EDI_{mod} nižší než -1,0.

Vymezená sucha a suchá období jsme seřadili podle sumy hodnot příslušného ukazatele vzestupně (EDI – metoda efektivní srážky; EDI_{mod} – modifikovaná metoda efektivní srážky) a prvních 127 such a stejný počet suchých období s nejnižšími hodnotami indexu jsme označili jako jednoletá a výraznější. Na nich bude také založena prezentace výsledků obou metod v kapitolách 6.2.1 a 6.2.2, jejichž vzájemné srovnání je pak obsahem kapitoly 6.2.3.

6.2.1 Metoda efektivní srážky

Na nejvýraznější sucha a suchá období stanice Praha-Klementinum jsme již částečně upozornili v předchozí kapitole. Nyní si představíme také další suché periody, které jsme metodou efektivní srážky na této stanici vymezili.

Nejvýraznější suchá období

- Parametry průměrného suchého období na stanici Praha-Klementinum se příliš neliší od průměru za všechny stanice, který jsme prezentovali v úvodu kapitoly 6.1. Významnější rozdíly pozorujeme snad jen v kumulovaném ukazateli APD , což je do značné míry dáno nižším dlouhodobým průměrem srážek ve srovnání s ostatními stanicemi (s výjimkou druhé pražské stanice Praha-Karlov), a také v charakteristice T_{st} , která ukazuje, že suchá období na stanici Praha-Klementinum jsou ve srovnání s ostatními stanicemi více teplotně abnormální.
- Nejvýznamnější část dvou nejdelších suchých období tvoří roky 1943 a 1953, které zároveň vykazují vůbec nejnižší srážkové úhrny (viz kapitola 5.2.1). Tato období svou délkou a kumulovanou hodnotou jednotlivých ukazatelů (horní část tabulky 50) výrazně převyšují ostatní suchá období, která jsme na stanici Praha-Klementinum metodou efektivní srážky vymezili.
- Také další suchá období z tabulky 50 poměrně dobře odpovídají rokům s nejnižšími úhrny srážek, resp. nejnižší průměrnou hodnotou EDI (kapitola 5.2.5). Jako třetí nejvýraznější suché období vychází podle EDI časový úsek zasahující do let 1990 a 1991, které jsou součástí tříleté periody 1989-1991 s nejnižším úhrnem srážek i průměrem hodnot EDI . Mezi suchými obdobími najdeme také zástupce srážkově velmi chudého prvního desetiletí 20. století i konce století devatenáctého. Naopak začátek 70. let a 80. let 20. století není z pohledu výskytu výrazně suchých

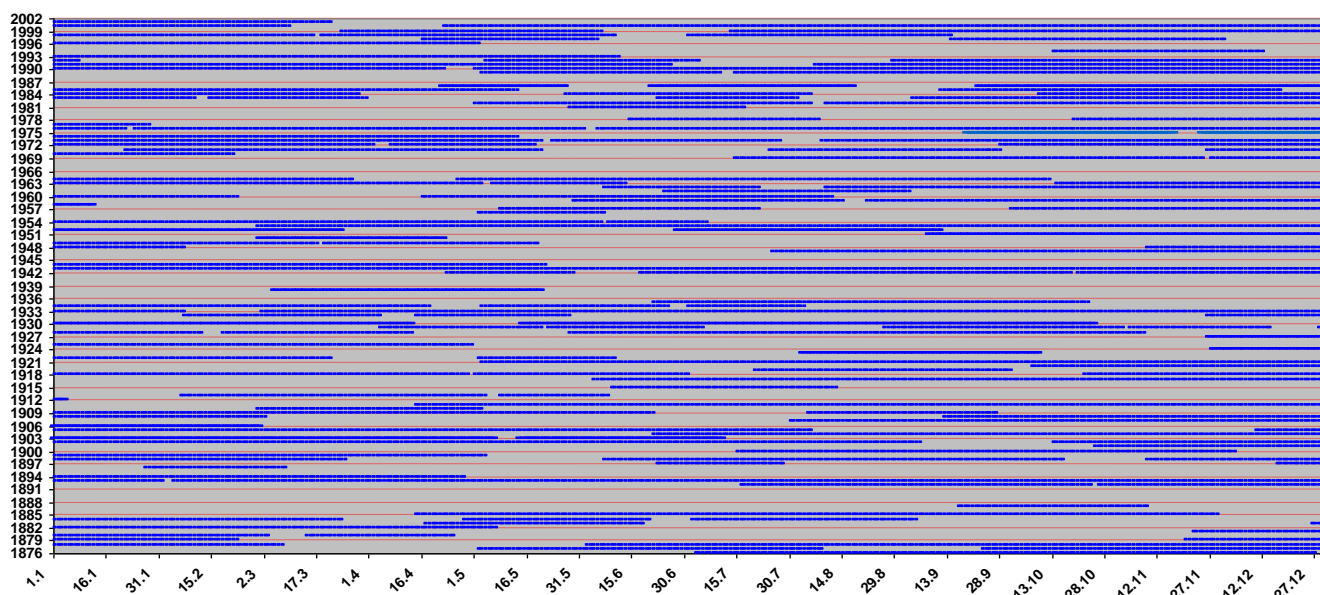
období tak významný, jako je tomu u průměru za všechny stanice. Upozornit bychom však chtěli také na periodu vymezenou dny 22.4.2000-21.3.2001, která se podle **EDI** zařadila až na 11. místo, nicméně ve výši kumulovaného ukazatele **EvaDI** (-91,1) překonala i nejvýznamnější suché období z let 1942-1944, což napovídá o extrémní teplotní a srážkové abnormalitě v průběhu vegetačního období roku 2000 a přelomu let 2000 a 2001.

- Nejvyšší průměrný deficit srážek (**PRN/den**) jsme zaznamenali u suchého období 14.4.1911-4.1.1912, které zahrnuje podstatnou část roku 1911, ve kterém byl naměřen třetí nejnižší úhrn srážek. Nejnižší průměrné hodnoty **EDI** (ukazatel **EDI/den**) se vyskytují u nejdelšího suchého období z let 1942-1944.
- Rozložení všech 127 suchých období (jednoletá a výraznější) v průběhu let 1876-2002 znázorňuje graf 29.

Tabulka 50 Deset nejvýraznějších suchých období podle **EDI** (metoda efektivní srážky; Praha-Klementinum)

Suchá období	Délka	APD	P _{st}	EDI	DI	EvaDI
20.10.1942-21.5.1944	580	-240,5	-83,1	-875,8	-86,5	-89,3
28.2.1953-6.6.1954	464	-229,8	-71,7	-664,3	-80,0	-86,8
1.5.1990-26.6.1991	422	-189,5	-45,2	-516,2	-56,6	-65,9
4.2.1893-28.4.1894	449	-157,2	-52,9	-513,0	-53,3	-53,5
1.3.1933-18.4.1934	414	-167,0	-47,2	-492,9	-45,0	-43,2
4.6.1917-29.4.1918	330	-156,9	-45,5	-442,8	-57,2	-66,8
21.6.1904-5.8.1905	411	-198,3	-46,3	-442,1	-45,7	-45,3
14.4.1911-4.1.1912	266	-138,1	-16,1	-378,5	-29,0	-39,6
3.5.1921-21.3.1922	323	-137,9	-34,2	-375,7	-38,5	-42,0
8.8.1973-13.5.1974	279	-115,3	-35,0	-340,4	-53,1	-68,0
Průměr	131,1	-59,8	-16,4	-125,0	-18,6	-20,5
Suchá období	PRN/den	P _{st} /den	T _{st} /den	EDI/den	DI/den	EvaDI/den
20.10.1942-21.5.1944	-25,2	-0,143	0,033	-1,510	-0,149	-0,154
28.2.1953-6.6.1954	-23,9	-0,154	0,101	-1,432	-0,172	-0,187
1.5.1990-26.6.1991	-23,3	-0,107	0,152	-1,223	-0,134	-0,156
4.2.1893-28.4.1894	-19,1	-0,118	0,004	-1,142	-0,119	-0,119
1.3.1933-18.4.1934	-21,4	-0,114	-0,030	-1,191	-0,109	-0,104
4.6.1917-29.4.1918	-24,0	-0,138	0,201	-1,342	-0,173	-0,202
21.6.1904-5.8.1905	-20,2	-0,113	-0,008	-1,076	-0,111	-0,110
14.4.1911-4.1.1912	-29,9	-0,061	0,275	-1,423	-0,109	-0,149
3.5.1921-21.3.1922	-21,8	-0,106	0,075	-1,163	-0,119	-0,130
8.8.1973-13.5.1974	-20,4	-0,126	0,367	-1,220	-0,190	-0,244
Průměr	-15,1	-0,141	0,105	-0,826	-0,159	-0,175

Graf 29 Jednoletá a výraznější suchá období podle **EDI** v letech 1876-2002 (metoda efektivní srážky; Praha-Klementinum)



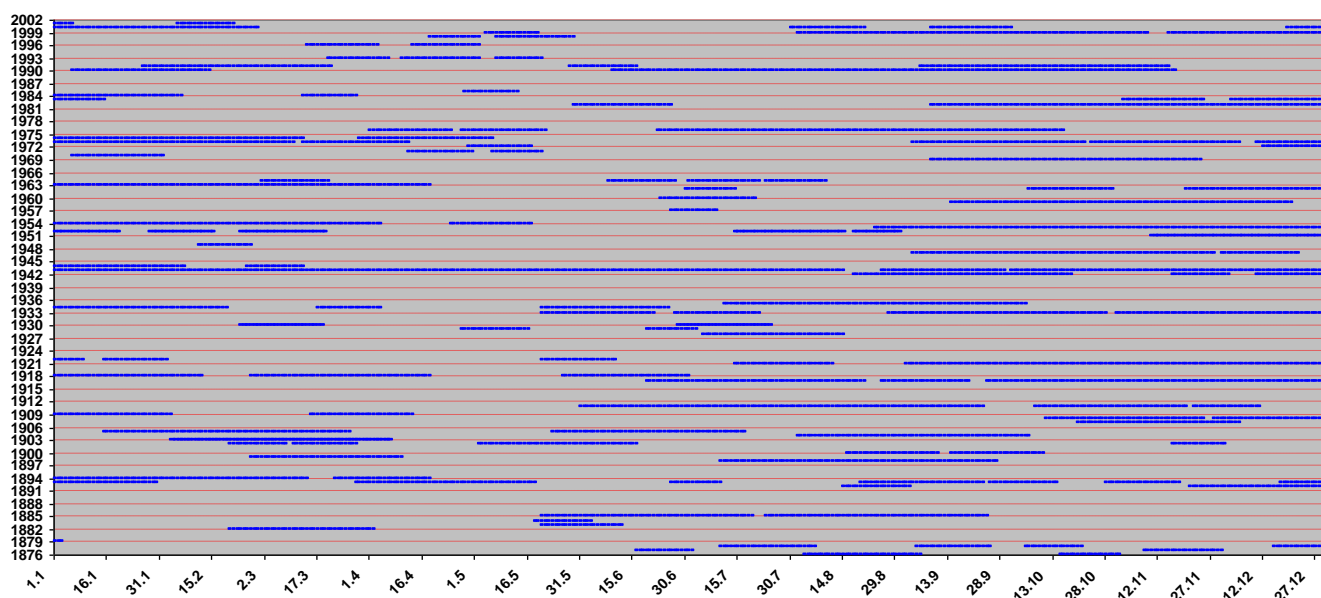
Nejvýraznější sucha

- V porovnání s průměrem za všechny stanice jsou vymezená sucha na stanici Praha-Klementinum sice o něco delší, ale na druhou stranu zde není teplotní a srážková abnormalita ve dnech sucha tak výrazná (ukazatele P_{st}/den , T_{st}/den , DI/den a $EvaDI/den$).
- Z nejvýznamnějšího suchého období let 1942-1944 lze vyčlenit dvě déle trávající sucha (s denními hodnotami **EDI** pod $-1,0$), z nichž časový úsek 10.12.1942-14.8.1943 představuje vůbec nejdelší sucho a z pohledu většiny kumulovaných ukazatelů (s výjimkou **EDI**) také nejvýraznější. Nejnižší celkovou sumu **EDI** ve dnech vymezeného sucha registrujeme u období 23.8.1953-4.4.1954, což je dáno zejména extrémními průměrnými hodnotami tohoto ukazatele (**EDI**/den), které nemají ani mezi ostatními stanicemi obdobu.
- Výrazné sucho zasáhlo také léto a podzim roku 1990, který se vyznačuje druhou nejnižší průměrnou hodnotou **EDI** (po roce 1943). Z dalších such, která svým výskytem ovlivnila podstatnou část vegetačního období daného roku, musíme zmínit sucha vymezená dny 31.5.-23.9.1911 (nejvyšší průměrný deficit srážek – **PRN**/den) a 22.6.-16.10.1976.
- V tabulce 51 nenajdeme sucho z vegetačního období roku 1947. Nástup sucha zde výrazně zpozdila již několikrát zmiňovaná extrémní srážka z 1.7.1947, která způsobila značný skok v denních hodnotách **EDI**. Nástup sucha se tak posunul z 29. června až na 3. září, jeho délka činila jen 87 dní (konec 28.11.).
- Rozložení všech 127 jednoletých a výraznějších such v letech 1876-2002 přináší graf 30.

Tabulka 51 Deset nejvýraznějších such podle **EDI** (metoda efektivní srážky; Praha-Klementinum)

Sucha	Délka	APD	P _{st}	EDI	DI	EvaDI
23.8.1953-4.4.1954	225	-127,9	-49,7	-463,1	-53,2	-56,0
10.12.1942-14.8.1943	248	-155,3	-54,5	-447,5	-59,3	-63,1
9.6.-17.11.1990	162	-120,4	-20,4	-278,9	-27,3	-33,0
1.10.1943-7.2.1944	130	-57,2	-22,0	-231,9	-26,0	-29,3
31.5.-23.9.1911	116	-112,7	-17,4	-222,4	-27,0	-34,9
24.9.1917-12.2.1918	142	-50,1	-21,1	-214,3	-20,7	-20,3
22.6.-16.10.1976	117	-103,2	-17,1	-209,4	-24,1	-29,8
20.11.1962-18.4.1963	150	-49,7	-26,3	-204,2	-13,0	-2,1
1.9.1921-9.1.1922	131	-62,4	-20,4	-202,9	-20,4	-20,3
8.9.1982-15.1.1983	130	-53,2	-13,2	-192,9	-28,4	-40,8
Průměr	46,2	-32,3	-9,5	-67,5	-10,7	-11,7
Sucha	PRN/den	P _{st} /den	T _{st} /den	EDI/den	DI/den	EvaDI/den
23.8.1953-4.4.1954	-33,8	-0,221	0,087	-2,058	-0,236	-0,249
10.12.1942-14.8.1943	-29,4	-0,220	0,108	-1,805	-0,239	-0,255
9.6.-17.11.1990	-38,3	-0,126	0,243	-1,722	-0,169	-0,204
1.10.1943-7.2.1944	-30,2	-0,169	0,175	-1,784	-0,200	-0,225
31.5.-23.9.1911	-44,2	-0,150	0,470	-1,917	-0,233	-0,301
24.9.1917-12.2.1918	-25,6	-0,149	-0,017	-1,509	-0,146	-0,143
22.6.-16.10.1976	-41,4	-0,146	0,337	-1,790	-0,206	-0,255
20.11.1962-18.4.1963	-19,2	-0,175	-0,502	-1,361	-0,087	-0,014
1.9.1921-9.1.1922	-29,5	-0,156	-0,003	-1,549	-0,156	-0,155
8.9.1982-15.1.1983	-27,8	-0,101	0,662	-1,484	-0,218	-0,314
Průměr	-24,5	-0,231	0,140	-1,355	-0,256	-0,276

Graf 30 Jednoletá a výraznější sucha podle **EDI** v letech 1876-2002 (metoda efektivní srážky; Praha-Klementinum)



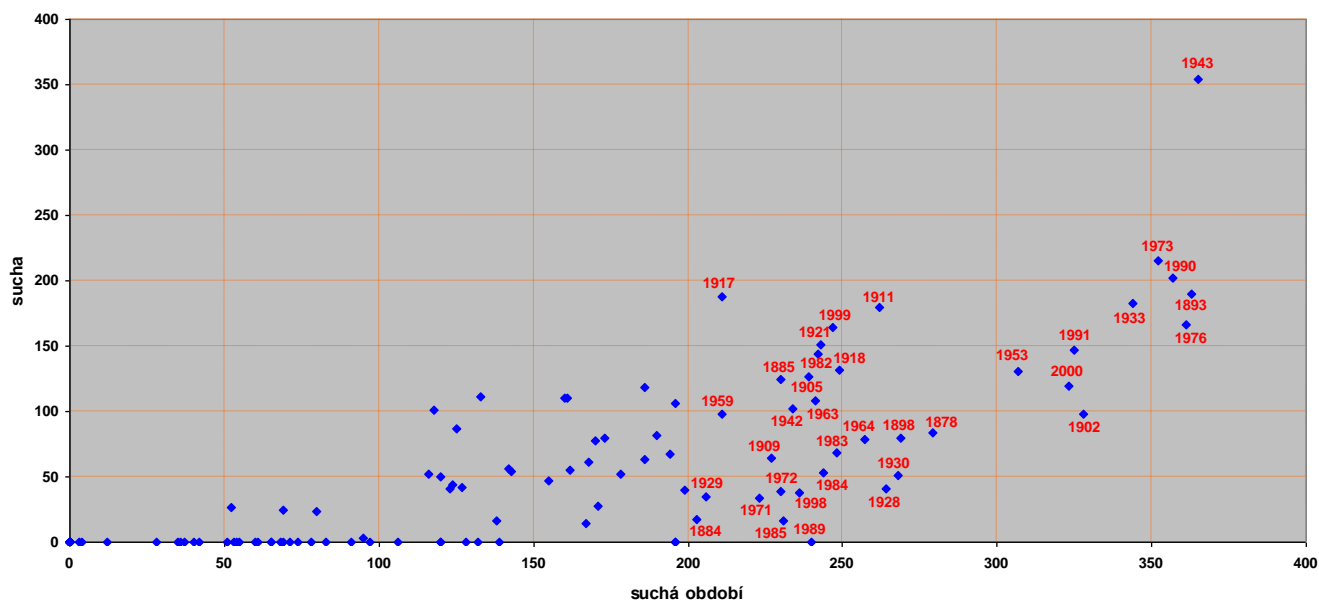
Četnostní zastoupení dní jednoletých a výraznějších such a suchých období v letech 1876-2002 a v jednotlivých kalendářních dnech

- V předcházející části textu jsme se v komentáři věnovali pouze deseti nejvýraznějším obdobím. Nyní se však podívejme na to, jak jednoletá a výraznější sucha a suchá období zasahují do jednotlivých kalendářních let. Získáme tím představu, kolik dní daného roku je součástí některého ze 127 nejvýraznějších such, resp. suchých období.
- Nejvyšší četnost výskytů dní suchých období měl v průměru za všechny stanice rok 1973. Intenzita sucha na stanici Praha-Klementinum není v tomto roce v porovnání s některými jinými stanicemi tak výrazná, přesto také zde jsou téměř všechny dny součástí některého ze tří vymezených suchých období. Nejdelší suché období zahrnuje celý rok 1943 (nejnižší průměrná hodnota **EDI**). Druhou nejvyšší četnost registrujeme poněkud překvapivě v roce 1893, ve kterém pouze dva dny nejsou součástí jednoho ze dvou suchých období. Tento rok se šestou nejvyšší průměrnou intenzitou sucha dle **EDI** představuje specifikum stanice Praha-Klementinum. Rovněž další roky (1976, 1990 a 1933) s nejvyšší četností výskytů dní suchých období řadíme mezi nejsušší také z pohledu **EDI**. Jak jsme již uvedli dříve, roky 1983-1984 nepatří na stanici v průměru k těm úplně nejsušším, což potvrzuje také jejich četnost ve dnech suchých období.
- Stejně jako u průměru za všechny stanice jsme nejvyšší četnost suchých období ve tříleté, resp. pětileté periodě zaznamenali v letech s nejvyšší intenzitou sucha dle **EDI** (1989-1991, resp. 1989-1993). V případě dekád je průměrná četnost nejvyšší v 80. a 90. letech 20. století. Až na čtvrtém místě najdeme první desetiletí 20. století s nejnižším průměrem hodnot **EDI**. Statistickou významnost nárůstu výskytů suchých období v průběhu periody 1876-2002 se nám na hladině významnosti $\alpha = 5\%$ nepodařilo prokázat přesto, že v posledních dvou dekádách 20. století výskyt suchých období kulminuje (graf 32).
- U such se pořadí na prvních dvou místech shoduje s průměrem za všechny stanice. Téměř celý rok 1943 leží v některém ze tří such, která v tomto roce můžeme z rekordního suchého období vymezit. V roce 1973 jsme zaznamenali dokonce pět kratších such. Také na dalších místech se objevují podobné roky jako ve výsledcích za suchá období (kterých jsou součástí) nebo v průměru za všechny stanice. Jedná se o roky 1990, 1893 a 1976. Nově se z tohoto pohledu mezi roky s nejvyšší četností výskytu dní jednoletých a výraznějších such zařadila léta 1917 a 1999. Podobně jako v případě suchých období chybí v tabulce 52 zástupce 80. let 20. století.
- V pětileté periodě se maximum výskytu, stejně jako u průměru za všechny stanice, přesunulo do 70. let 20. století (1972-1976). Na úrovni tří po sobě jdoucích let (1942-1944) a dekád připadá maximum průměrné četnosti výskytu such na 40. léta 20. století. Z tabulky 52 a z grafu 32 vidíme, že průměrné četnosti jsou v jednotlivých dekádách poměrně vyrovnané a nevykazují žádný trend, což jsme také regresními metodami potvrdili.
- Graf 33 uvádí pravděpodobnosti výskytů jednoletých a výraznějších such a suchých období v jednotlivých dnech kalendářního roku. Použitelnost metody efektivní srážky pro tento účel jsme diskutovali v předchozí kapitole, přesto graf alespoň v krátkosti okomentujeme. U suchých období jsme zaznamenali nejnižší pravděpodobnost výskytu na začátku dubna, maximum naopak koncem listopadu. V případě such se minimum výskytu posouvá spíše do druhé poloviny dubna, případně na polovinu května, maximum naopak registrujeme v polovině září, což časově zhruba koresponduje s babím létem.

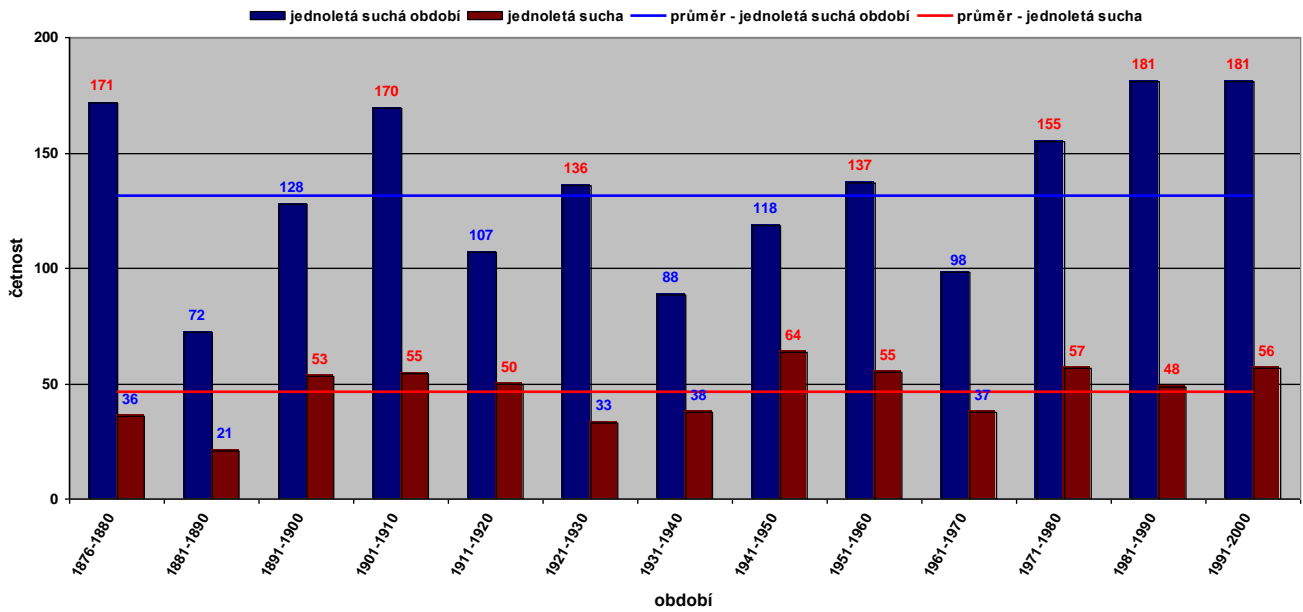
Tabulka 52 Nejvyšší průměrná četnost dní jednoletých a výraznějších such a suchých období v letech 1876-2002 (metoda efektivní srážky; Praha-Klementinum)

Pořadí	Rok				Dekáda			
	suchá období		sucha		suchá období		sucha	
	rok	četnost	rok	četnost	období	četnost	období	četnost
1	1943	365	1943	354	1981-1990	180,9	1941-1950	63,8
2	1893	363	1973	215	1991-2000	180,8	1971-1980	56,5
3	1976	361	1990	202	1876-1880	171,4	1991-2000	56,4
4	1990	357	1893	190	1901-1910	169,5	1951-1960	55,1
5	1973	352	1917	188	1971-1980	155,2	1901-1910	54,6
6	1933	344	1933	183	1951-1960	136,8	1891-1900	53,0
7	1902	328	1911	180	1921-1930	136,1	1911-1920	50,0
8	1991	325	1976	166	1891-1900	128,0	1981-1990	48,3
9	2000	323	1999	164	1941-1950	118,4	1931-1940	37,6
10	1953	307	1921	151	1911-1920	106,8	1961-1970	37,4

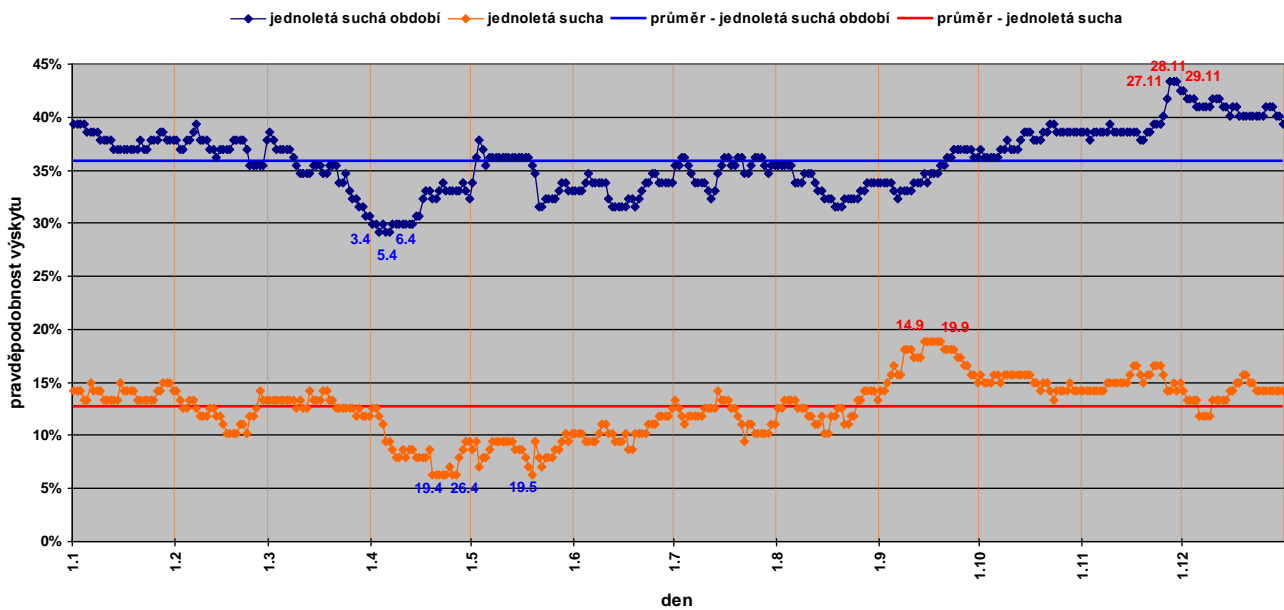
Graf 31 Průměrné četnosti dní jednoletých a výraznějších such a suchých období v letech 1876-2002 (metoda efektivní srážky; Praha-Klementinum)



Graf 32 Průměrné četnosti dní jednoletých a výraznějších such a suchých období v jednotlivých dekádách (metoda efektivní srážky; Praha-Klementinum)



Graf 33 Průměrné četnosti dní jednoletých a výraznějších such a suchých období v jednotlivých kalendářních dnech (metoda efektivní srážky; Praha-Klementinum)



6.2.2 Modifikovaná metoda efektivní srážky pracující s odhadem denní potenciální evapotranspirace

Výsledky modifikované metody efektivní srážky si představíme v následující kapitole. Kvůli snazšímu srovnání prezentovaných závěrů budeme postupovat stejně jako u metody efektivní srážky. V této kapitole však nemáme ambice porovnat průměrné charakteristiky vymezených jednoletých a výraznějších such a suchých období u obou metod. Detailnější analýzu provedeme až v kapitole následující. Nyní se v komentáři zaměříme na nejméně výraznější sucha a suchá období a také na jejich četnostní zastoupení v jednotlivých kalendářních dnech a letech. Vycházet budeme stejně jako doposud jen ze 127 such a stejného počtu suchých období, která vykazují nejnižší součet denních hodnot EDI_{mod} . Můžeme je tedy označit jako jednoletá a výraznější. Pro úplnost také poznamenejme, že ukazatele EDI_{mod} a PRN_{mod} vycházejí z modifikované metody efektivní srážky (do výpočtu efektivní srážky (EP) je implementován odhad součtu denních úhrnů potenciální evapotranspirace za posledních 365 dní) a jejich hodnoty proto nelze korektně s výsledky EDI a PRN srovnat. Jedná se o zcela jiné indexy.

Dá se očekávat, že se zohlednění potenciální evapotranspirace (resp. teplotních poměrů) promítne do většího výskytu a také zvýraznění such a suchých období v teplotně vysoce nadprůměrných 80. a 90. letech 20. století.

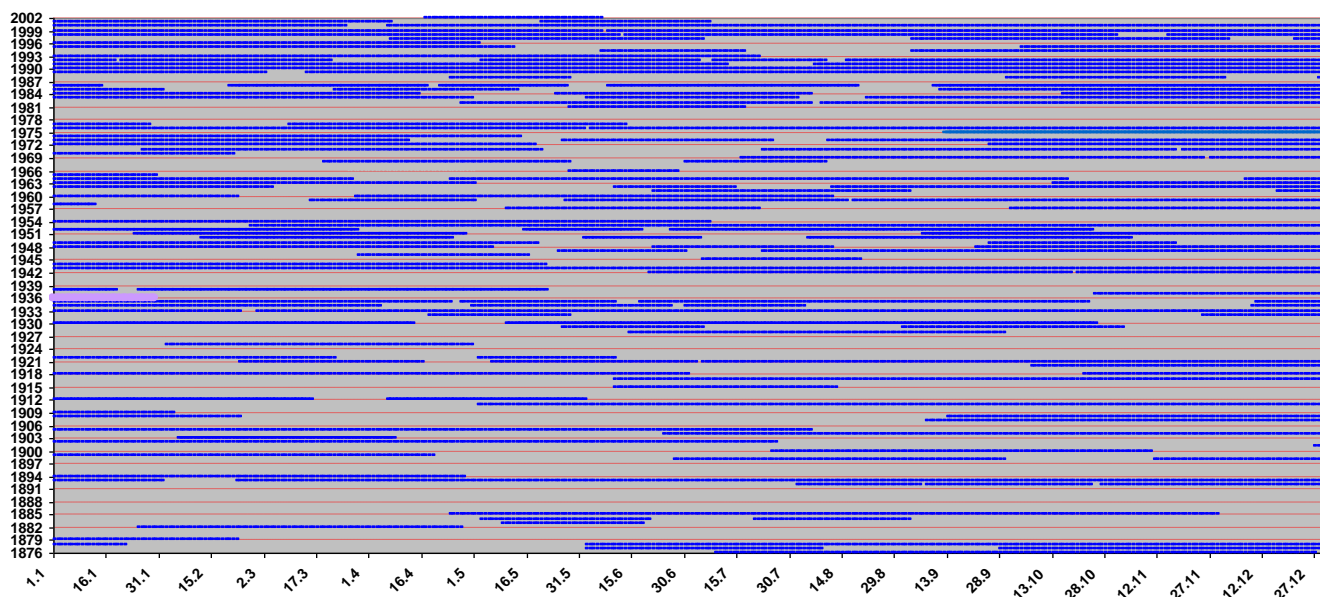
Nejméně výraznější suchá období

- Nejdelší a podle většiny kumulativních ukazatelů (s výjimkou P_{st}) také jednoznačně nejméně výraznější suché období se téměř shoduje s tříletou periodou po sobě jdoucích let s nejnižšími průměrnými hodnotami EDI_{mod} (1989-1991). Zajímavostí je, že začátek a konec druhého nejméně výraznějšího suchého období z let 1942-1944 přesně odpovídá nejdelšímu suchému období vymezenému dle metody efektivní srážky. Také suché období z let 1953 a 1954 má u modifikované metody efektivní srážky svůj protějšek, který začíná přibližně stejně a končí o měsíc později. Obdobně je tomu také u suchých období z let 1917-1918 (u modifikace metody efektivní srážky je období o 2 měsíce delší) a 1893-1894, kde se u obou metod shoduje konec. Ke shodě dochází také u dalších suchých období z let 1933-1934 a 1911-1912.
- Z kapitoly 5.2.5 víme, že vysokou průměrnou intenzitu sucha vykazaly dle ukazatele EDI_{mod} také roky 1999 a 2000 (vůbec nejteplejší rok). Tato skutečnost se ve zmíněných letech projevila rovněž ve výskytu výrazných suchých období: 6.4.2000-7.4.2001 a 8.6.1999-25.3.2000. U prvně jmenovaného jsme navíc zaznamenali vůbec nejvyšší průměrnou denní intenzitu sucha dle EDI_{mod} . Nejvyšší průměrný deficit srážek (34,4 mm – PRN_{mod}/den) jsme spočítali pro suché období 17.6.-23.10.1935.
- Lepší představu o časovém rozložení všech 127 suchých období (jednoletá a výraznější) v průběhu let 1876-2002 získáme z grafu 34.

Tabulka 53 Deset nejvýraznějších suchých období podle EDI_{mod} (modifikovaná metoda efektivní srážky; Praha-Klementinum)

Suchá období	Délka	APD	P_{st}	EDI_{mod}	DI	EvaDI
14.3.1989-12.7.1991	851	-303,4	-73,9	-1 190,6	-124,3	-165,7
20.10.1942-21.5.1944	580	-240,5	-83,1	-850,8	-86,5	-89,3
26.2.1953-7.7.1954	497	-221,2	-72,1	-708,3	-81,9	-89,9
6.4.2000-7.4.2001	367	-104,7	-20,6	-592,6	-57,3	-87,4
10.6.1917-1.7.1918	387	-203,0	-51,7	-492,8	-60,7	-68,0
15.8.1992-21.7.1993	341	-68,3	-34,1	-471,1	-54,9	-72,0
8.6.1999-25.3.2000	292	-88,8	-11,1	-441,1	-33,9	-52,7
28.2.1933-4.4.1934	401	-176,4	-51,8	-404,9	-47,7	-44,4
22.2.1893-28.4.1894	431	-157,9	-54,1	-396,6	-53,6	-53,2
2.5.1911-15.3.1912	319	-121,9	-13,1	-380,2	-24,8	-34,3
Průměr	136,0	-56,6	-15,1	-129,8	-18,7	-21,6
Suchá období	PRN_{mod}/den	P_{st}/den	T_{st}/den	EDI_{mod}/den	DI/den	EvaDI/den
14.3.1989-12.7.1991	-28,6	-0,087	0,336	-1,399	-0,146	-0,195
20.10.1942-21.5.1944	-28,4	-0,143	0,033	-1,467	-0,149	-0,154
26.2.1953-7.7.1954	-27,5	-0,145	0,111	-1,425	-0,165	-0,181
6.4.2000-7.4.2001	-33,0	-0,056	0,566	-1,615	-0,156	-0,238
10.6.1917-1.7.1918	-25,8	-0,133	0,132	-1,273	-0,157	-0,176
15.8.1992-21.7.1993	-26,2	-0,100	0,346	-1,382	-0,161	-0,211
8.6.1999-25.3.2000	-31,2	-0,038	0,444	-1,510	-0,116	-0,181
28.2.1933-4.4.1934	-20,8	-0,129	-0,057	-1,010	-0,119	-0,111
22.2.1893-28.4.1894	-17,9	-0,126	-0,007	-0,920	-0,124	-0,123
2.5.1911-15.3.1912	-26,8	-0,041	0,207	-1,192	-0,078	-0,108
Průměr	-16,1	-0,128	0,161	-0,778	-0,157	-0,180

Graf 34 Jednoletá a výraznější suchá období podle EDI_{mod} v letech 1876-2002 (modifikovaná metoda efektivní srážky; Praha-Klementinum)



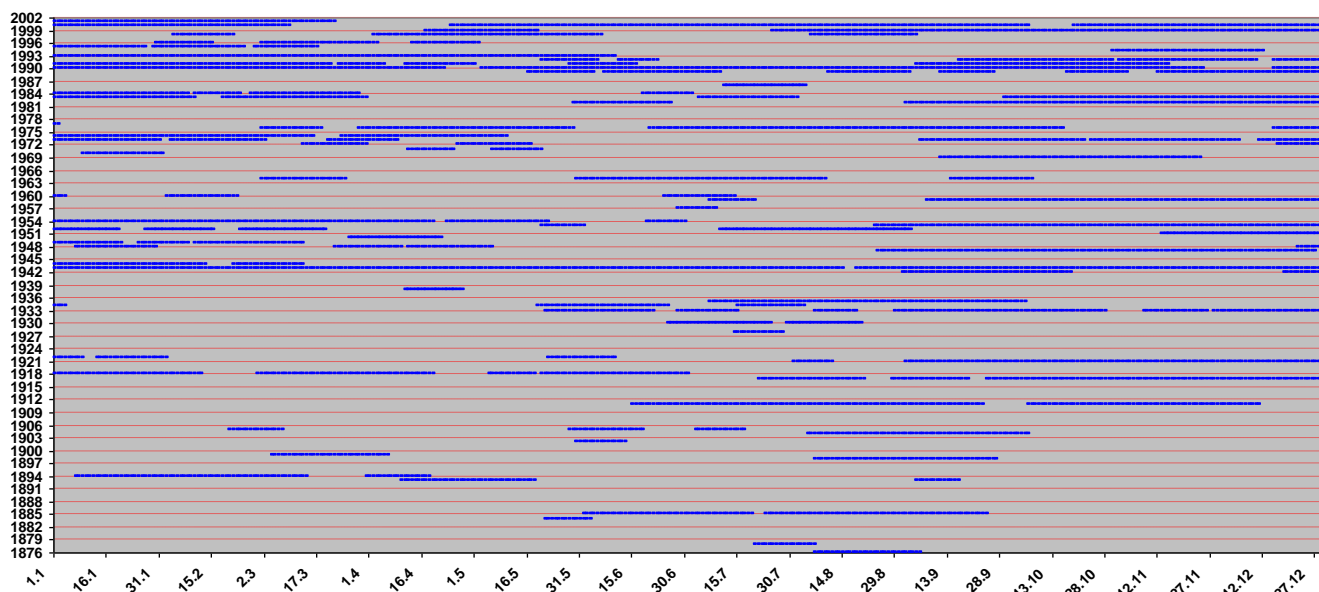
Nejvýraznější sucha

- U such, která jsou vymezována podle přísnějších kritérií, pozorujeme ještě větší shodu s výsledky metody efektivní srážky. Pořadí na prvních třech místech odpovídá předchozí kapitole, v některých případech se shodují také začátky a konce vzájemně si odpovídajících such. Nejnižší hodnotu kumulovaného ukazatele **EDI_{mod}** registrujeme u sucha z let 1953-1954, které zároveň vykazuje u tohoto indexu také nejnižší denní průměrné hodnoty. V ostatních kumulovaných ukazatelích již dominuje stejně dlouhé sucho z let 1942-1943. Z nejdelšího suchého období 14.3.1989-12.7.1991 lze vymezit několik such, z nichž dvě se dostala mezi deset nejvýraznějších.
- Nejteplejší rok 2000 je zastoupen ve třech z deseti nejvýraznějších such. Teplotní abnormalitou vzhledem k dlouhodobému průměru vyniká také sucho z let 1982-1983 a 1989-1990 (**T_{st}**). Nejvyšší deficit srážek (46,6 mm - **PRN_{mod}/den**) nalezneme u sucha z vegetačního období roku 1976 (20.6.-16.10.1976), které se však z pohledu ukazatele **EDI_{mod}** zařadilo až na 11. místo.
- Ani metodou efektivní srážky se nám ve vegetačním období roku 1947 nepodařilo vymezit déle trvající sucho. Extrémní srážka ze dne 1.7.1947 zpozdila nástup sucha o přibližně 2 měsíce. Sucho roku 1947 na stanici Praha-Klementinum je vymezeno dny 24.8.-27.12.1947 a podle ukazatele **EDI_{mod}** mu patří až 14. příčka.
- Časové rozložení všech 127 jednoletých a výraznějších such v letech 1876-2002 (graf 35) ukazuje na zvýšenou koncentraci těchto období na přelomu 80. a 90. let 20. století.

Tabulka 54 Deset nejvýraznějších such podle **EDI_{mod}** (modifikovaná metoda efektivní srážky; Praha-Klementinum)

Sucha	Délka	APD	P _{st}	EDI _{mod}	DI	EvaDI
23.8.1953-19.4.1954	240	-125,2	-47,7	-488,7	-49,2	-50,5
18.12.1942-14.8.1943	240	-148,9	-51,1	-415,2	-56,1	-60,2
3.5.-25.11.1990	207	-136,9	-19,4	-407,0	-29,6	-37,9
25.7.1999-9.3.2000	229	-78,9	-15,1	-406,3	-35,2	-51,7
15.12.1992-10.6.1993	178	-77,4	-34,0	-309,5	-49,0	-61,2
18.8.1943-13.2.1944	180	-82,5	-25,0	-302,1	-32,3	-38,3
19.10.2000-22.3.2001	155	-14,6	-6,1	-280,6	-21,1	-33,4
24.4.-6.10.2000	166	-113,1	-25,4	-275,5	-41,4	-54,4
1.9.1982-10.2.1983	163	-51,1	-7,7	-273,2	-27,4	-43,6
12.11.1989-22.4.1990	162	-49,0	-20,7	-247,5	-41,2	-58,0
Průměr	49,2	-31,4	-9,0	-74,2	-11,3	-13,2
Sucha	PRN _{mod} /den	P _{st} /den	T _{st} /den	EDI _{mod} /den	DI/den	EvaDI/den
23.8.1953-19.4.1954	-38,3	-0,199	0,036	-2,036	-0,205	-0,210
18.12.1942-14.8.1943	-32,8	-0,213	0,118	-1,730	-0,234	-0,251
3.5.-25.11.1990	-46,3	-0,094	0,279	-1,966	-0,143	-0,183
25.7.1999-9.3.2000	-36,5	-0,066	0,498	-1,774	-0,154	-0,226
15.12.1992-10.6.1993	-29,5	-0,191	0,476	-1,739	-0,275	-0,344
18.8.1943-13.2.1944	-34,8	-0,139	0,230	-1,678	-0,179	-0,213
19.10.2000-22.3.2001	-32,3	-0,039	0,548	-1,810	-0,136	-0,216
24.4.-6.10.2000	-38,8	-0,153	0,543	-1,660	-0,249	-0,328
1.9.1982-10.2.1983	-34,5	-0,047	0,685	-1,676	-0,168	-0,267
12.11.1989-22.4.1990	-25,7	-0,128	0,717	-1,528	-0,254	-0,358
Průměr	-27,3	-0,224	0,226	-1,346	-0,264	-0,297

Graf 35 Jednoletá a výraznější sucha podle EDI_{mod} v letech 1876-2002 (modifikovaná metoda efektivní srážky; Praha-Klementinum)



Četnostní zastoupení dní jednoletých a výraznějších such a suchých období v letech 1876-2002 a v jednotlivých kalendářních dnech

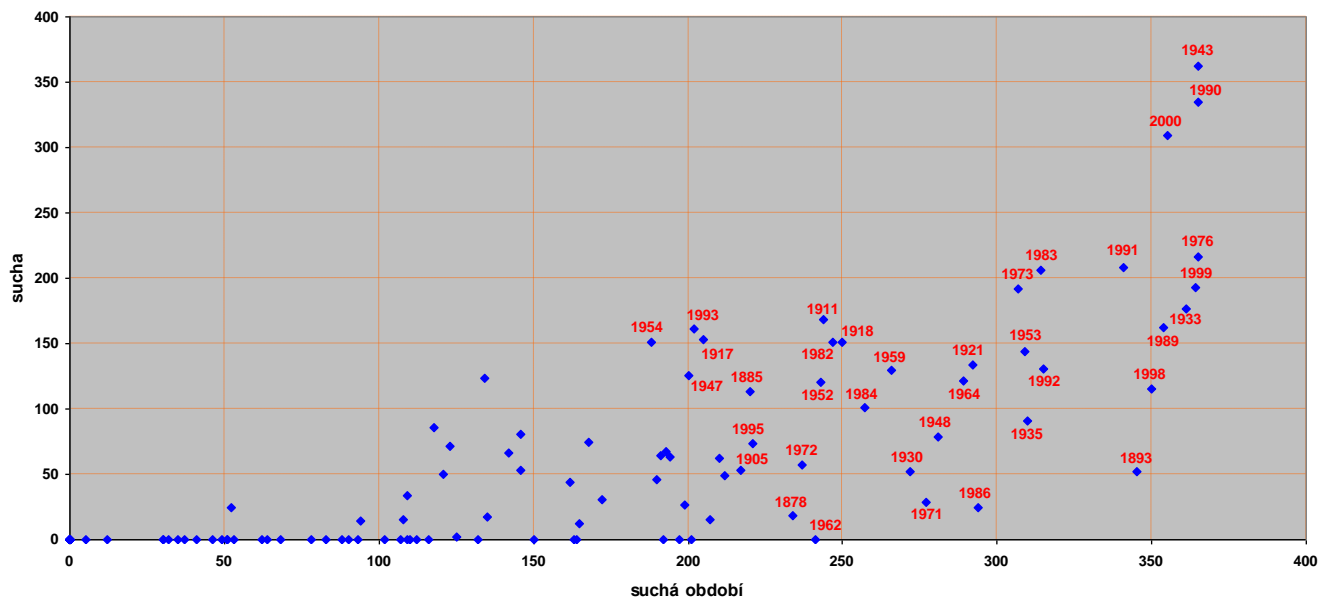
- Suchá období jsou v průměru o asi 5 dní delší než u metody efektivní srážky. Tato skutečnost se projevila nejen v případě nejdelšího období z let 1989-1991, které trvalo více než 2 roky, ale také u četností dní suchých období v jednotlivých kalendářních letech. U let 1990, 1943 a 1976 jsou všechny jejich dny součástí některého z vymezených suchých období. Jedná se zároveň o roky s vůbec nejnižší průměrnou hodnotou ukazatele EDI_{mod} . Také další roky s nejvyšší četností jejich dní v suchých obdobích se vyznačují nízkými průměrnými denními hodnotami EDI_{mod} . Můžeme je rozdělit na roky vynikající spíše vysokou průměrnou teplotou vzduchu (vůbec nejteplejší rok 2000, dále pak 1999, 1989 a 1998) a roky, které řadíme mezi srážkově nejchudší (vedle let 1943 a 1976 také např. rok 1933). Porovnáme-li výsledky modifikované metody efektivní srážky s tabulkou 52 v předcházející kapitole, vidíme, že se mezi desítkou let s nejvyšší četností v suchých obdobích místo srážkově chudých let 1973, 1902 a 1953 nově objevují teplotně výrazně nadprůměrné roky 1999, 1989 a 1998.
- V tříleté periodě po sobě jdoucích let jsme nejvyšší průměrnou četnost zaznamenali až v samotném závěru 20. století (1998-2000). Jen o něco nižší četnost jsme spočítali pro tříletý časový úsek 1989-1991, který současně tvoří první polovinu pětiletého období s nejvyšší průměrnou četností suchých období (1989-1993). To se zároveň vyznačuje také nejnižším průměrem denních hodnot EDI_{mod} .
- Graf 37 upozorňuje na vysokou četnost dní z posledních dvou dekád 20. století v některém z vymezených suchých období. V 90. letech 20. století (nejvyšší průměrná četnost) je více než 70 % dní součástí jednoletých a výraznějších suchých období. Trend zvyšování četnosti výskytů suchých období v průběhu let 1876-2002 se nám podařilo na hladině významnosti $\alpha = 1\%$ statisticky prokázat.

- Téměř celý rok 1943 spadá do dvou výrazných such, z nichž to první (začínající na konci roku 1942) jsme podle některých charakteristik vyhodnotili jako vůbec nejhorší. Roky 1893 a 1917 (viz kapitola 6.2.1) z desítky let s nejvyšší četností ve dnech such vypadly a byly nahrazeny léty 1999 a 1983, které vynikají spíše teplotní abnormalitou než nízkými úhrny srážek. Nárůst četnosti ve dnech vymezených such ve srovnání s metodou efektivní srážky pozorujeme také v letech 1990 (nejnižší průměrná hodnota **EDI_{mod}**) a 2000 (nejvyšší průměrná teplota). Desítku let s nejvyšší četností ve dnech jednoletých a výraznějších such uzavírají roky s převahou srážkové abnormality nad teplotní (1973, 1933 a 1911).
- U such se maximum četnosti výskytů v tříleté i pětileté periodě shoduje s obdobími s nejnižšími průměrnými hodnotami **EDI_{mod}** (1989-1991, resp. 1989-1993).
- Z analýzy průměrného četnostního výskytu such ve dnech jednotlivých dekád (viz graf 37) dostáváme přibližně stejné výsledky jako v případě suchých období. Nejvyšší průměrnou četnost registrujeme v 90. letech 20. století, kde zhruba 36 % dní spadá do některého z vymezených jednoletých a výraznějších such. Zvyšování výskytů such v průběhu periody 1876-2002 jsme potvrdili také na základě statisticky významného lineárního trendu (hladina významnosti $\alpha = 1\%$).
- Také modifikovaná metoda efektivní srážky naráží při hodnocení četnostního zastoupení such a suchých v kalendářních dnech roku na obdobná omezení, která souvisí s konstrukcí efektivní srážky (**EP**) a jejím porovnáním s dlouhodobým průměrem. Průměrná hodnota **EDI_{mod}** se ve všech kalendářních dnech blíží nulové hodnotě, což omezuje počet výskytů záporných hodnot (suchá období) nebo hodnot nižších než -1,0 (sucha) v jednotlivých kalendářních dnech roku.
- Graf pravděpodobnosti výskytů suchých období v jednotlivých kalendářních dnech má nevýrazný průběh. Výjimkou je pouze prudké snížení pravděpodobnosti výskytu v srpnu, na které navazuje strmý vzestup, jenž kulminuje ve druhé polovině října (zhruba o měsíc dříve v porovnání s metodou efektivní srážky). U such registrujeme maximální pravděpodobnost výskytu v polovině září (babí léto), tedy přibližně ve stejnou dobu jako u metody efektivní srážky. Minimum připadá zhruba na polovinu května, v grafu 38 však není příliš patrné.

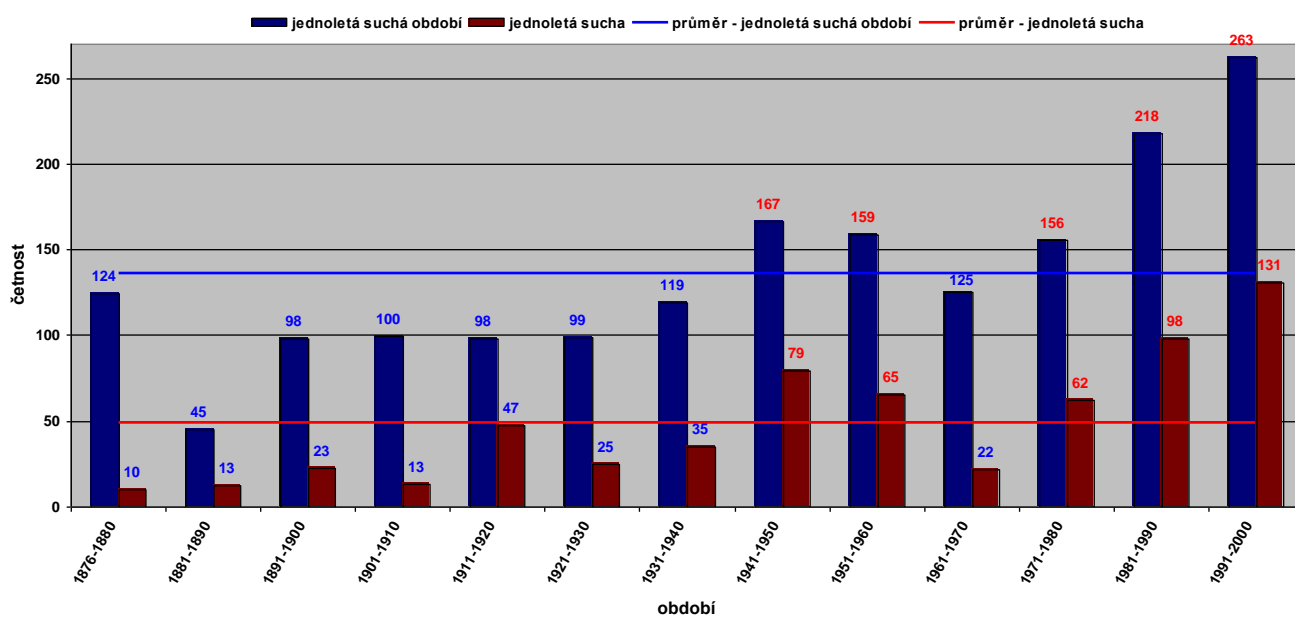
Tabulka 55 Nejvyšší průměrná četnost dní jednoletých a výraznějších such a suchých období v letech 1876-2002 (modifikovaná metoda efektivní srážky; Praha-Klementinum)

Pořadí	Rok				Dekáda			
	suchá období		sucha		suchá období		sucha	
	rok	četnost	rok	četnost	období	četnost	období	četnost
1	1943	365	1943	362	1991-2000	262,5	1991-2000	130,5
1	1976	365	1990	335	1981-1990	218,1	1981-1990	97,9
1	1990	365	2000	309	1941-1950	166,9	1941-1950	79,0
4	1999	364	1976	216	1951-1960	158,5	1951-1960	65,2
5	1933	361	1991	208	1971-1980	155,5	1971-1980	61,9
6	2000	355	1983	206	1961-1970	125,2	1911-1920	47,2
7	1989	354	1999	193	1876-1880	124,4	1931-1940	34,7
8	1998	350	1973	192	1931-1940	119,2	1921-1930	25,1
9	1893	345	1933	177	1901-1910	99,7	1891-1900	22,5
10	1991	341	1911	168	1921-1930	98,8	1961-1970	22,0

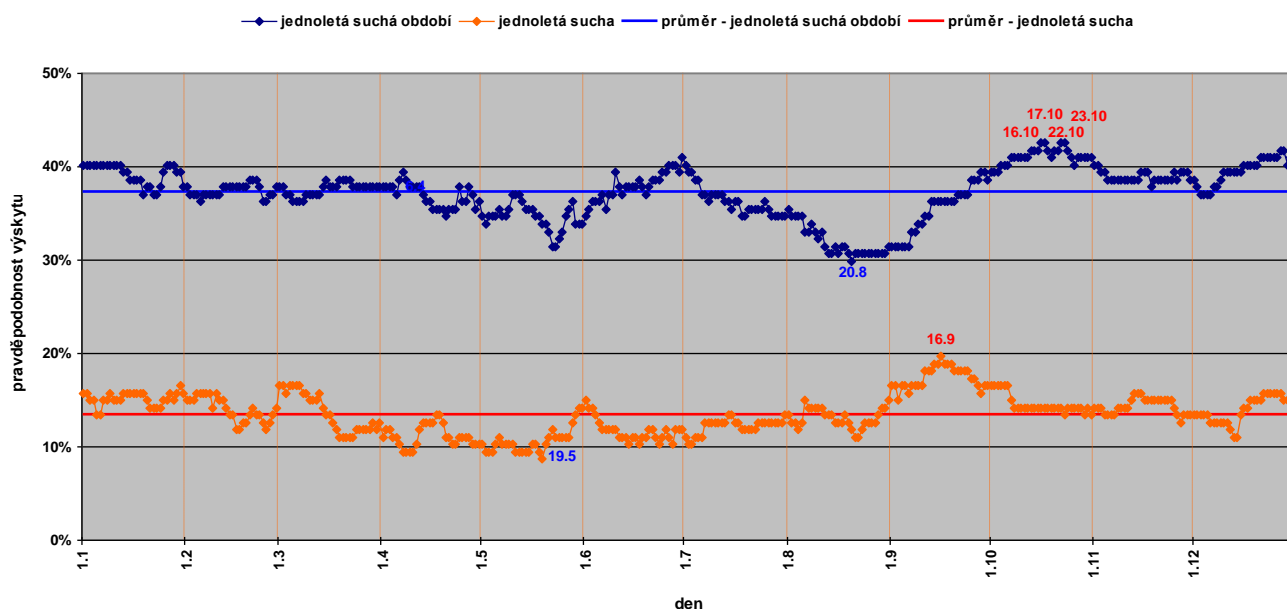
Graf 36 Průměrné četnosti dní jednoletých a výraznějších such a suchých období v letech 1876-2002 (modifikovaná metoda efektivní srážky; Praha-Klementinum)



Graf 37 Průměrné četnosti dní jednoletých a výraznějších such a suchých období v jednotlivých dekádách (modifikovaná metoda efektivní srážky; Praha-Klementinum)



Graf 38 Průměrné četnosti dní jednoletých a výraznějších such a suchých období v jednotlivých kalendářních dnech (modifikovaná metoda efektivní srážky; Praha-Klementinum)



6.2.3 Shrnutí a porovnání výsledků metody efektivní srážky s její modifikací

U obou metod je způsob vymezení such a suchých období na první pohled velmi podobný. Základní odlišnost nalezneme hned na začátku postupu stanovení denních hodnot **EDI** a **EDI_{mod}** a to ve způsobu výpočtu efektivní srážky, jež reprezentuje vodní zdroje akumulované za posledních 365 dní. V klasickém přístupu [10] je vliv denních úhrnů srážek (uvažujeme posledních 365 dní) na vodní zdroje k danému kalendářnímu dni vyjádřen vahami, které klesají v závislosti na čase, jenž uběhl ode dne, pro který výpočet provádíme. Průměrná váha, s jakou vstupuje 365 denních úhrnů srážek do výpočtu efektivní srážky, je rovna 1. Proto jsme se rozhodli „opravit“ tyto akumulované vodní zdroje o odhady denních úhrnů potenciální evapotranspirace. Modifikovaná efektivní srážka tedy vychází vedle denních úhrnů srážek také z denních průměrů teploty vzduchu, na základě kterých jsme získali odhady potenciální evapotranspirace. Důležité je připomenout, že mezikrokem postupu určení denních hodnot **EDI_{mod}** je porovnání efektivní srážky s jejím dlouhodobým průměrem pro daný kalendářní den, který představuje akumulované vodní zdroje snížené o odhad úhrnů potenciální evapotranspirace, které bychom v tento kalendářní den roku za normálních podmínek očekávali.

V kapitole 5.2.5 jsme pomocí koeficientu determinace (82 %) prokázali poměrně těsný vztah mezi průměrnými ročními hodnotami indexů **EDI** a **EDI_{mod}**. O tom, jak se roční hodnoty obou indexů naopak liší, více napovídá graf 39. První polovina hodnoceného období vykazuje vyšší intenzitu sucha podle indexu **EDI** (záporné hodnoty rozdílu **EDI-EDI_{mod}**), zhruba v polovině čtyřicátých let 20. století dochází ke zlomu. Ve druhé polovině 20. století již pozorujeme vyšší intenzitu sucha na základě ukazatele **EDI_{mod}**, u nějž jsme narozdíl od

EDI zvyšování intenzity sucha v průběhu let 1876-2002 statisticky prokázali (viz kapitola 5.2.5). Rozdíly mezi ročními hodnotami obou indexů kulminují na začátku 80. let a zejména pak v průběhu 90. let 20. století – tedy v posledních dvou dekádách, ve kterých registrujeme také absolutně nejvyšší průměrnou teplotu vzduchu v celé hodnocené periodě 1876-2002.

Statisticky významný trend oteplování v průběhu let 1876-2002 neměl vliv pouze na rozdíl mezi hodnotami indexů **EDI** a **EDI_{mod}**, ale projevil se rovněž v četnostním výskytu dní jednoletých a výraznějších such a suchých období v jednotlivých letech. Záporné hodnoty v grafu 40 značí vyšší četnosti such a suchých období podle modifikované metody efektivní srážky, které zaznamenáváme zvláště v posledních dvou dekádách 20. století, což dobře koresponduje s rozdíly v průměrných roční hodnotách obou indexů (graf 39). V grafu 40 jsme vynesli také trendy rozdílů v četnostech výskytů such a suchých období mezi oběma metodami, jejichž významnost jsme na hladině $\alpha = 1\%$ statisticky prokázali.

Přes rozdíly, které jsou v grafech 39 a 40 prezentovány, spolu výsledky obou metod také z velké části korespondují. Již v předchozí kapitole jsme upozornili na vzájemně si odpovídající nejvýraznější sucha a suchá období. Celkově lze říci, že necelých 71 % dní suchých období se u obou metod shoduje, v případě such je toto procento nižší (57 %).

V tabulce 56 srovnáváme u obou metod průměrné charakteristiky jednoletých a výraznějších such a suchých období. Rozdíly se pohybují u všech ukazatelů do 10 %. Výjimku představuje pouze charakteristika **T_{st}**, která vyjadřuje průměrnou teplotní abnormalitu ve dnech such a suchých období. V případě such a suchých období vymezených metodou efektivní srážky je teplotní abnormalita v průměru asi o 35-38 % nižší než u její modifikace, což je v souladu s naším záměrem zohlednit při vymežování suchých period také teplotní poměry vzhledem k dlouhodobému průměru. Pokles průměrné srážkové abnormality (**P_{st}/den**), který s tím nutně souvisí, není tak výrazný (pohybuje se v řádu jednotek procent).

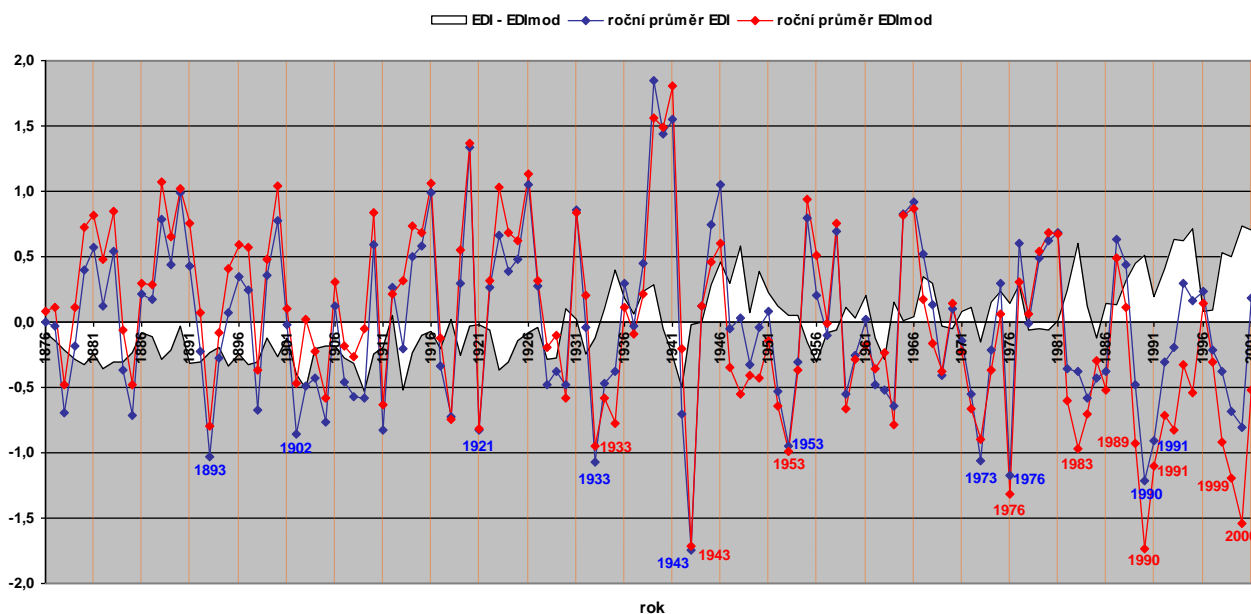
Původně jsme u stanice Praha-Klementinum chtěli prezentovat také nejvýraznější periody sucha podle indexu **EDI₂**. Tento ukazatel počítáme rovněž z metody efektivní srážky a od **EDI_{mod}** se liší tím, že ve výpočtu efektivní srážky (**EP**) pouze porovnáваме součty denních úhrnů srážek a potenciální evapotranspirace za posledních 365 dní. Srážky přitom nijak nevážíme. Definice such a suchých období i způsob jejich vymežování je stejný jako u obou metod, jejichž výsledky v této kapitole porovnáваме.

Nakonec jsme však od tohoto záměru upustili, neboť se ukázalo, že „citlivost“ této metody při stanovování začátku a konce suché periody není příliš vysoká. Vysvětlení je velmi jednoduché a spočívá v absenci vah u denních úhrnů srážek. Hodnoty indexu **EDI₂** se den ode dne mění jen velmi pomalu. Následkem toho jsou extrémně dlouhá nejvýraznější sucha (např. 16.7.1989-13.7.1991, 25.7.1999-11.6.2001, 31.10.1942-20.5.1944) a suchá období (např. 15.12.1988-20.3.1994, 20.6.1997-19.9.2001, 19.7.1982-15.5.1987). Nejúčinnějším řešením by bylo omezení počtu dní, které vstupují do výpočtu, případně by se dalo v definici sucha a suchého období pracovat s jinými prahovými hodnotami. Další zkoumání této druhé modifikace metody efektivní srážky však již není součástí disertační práce.

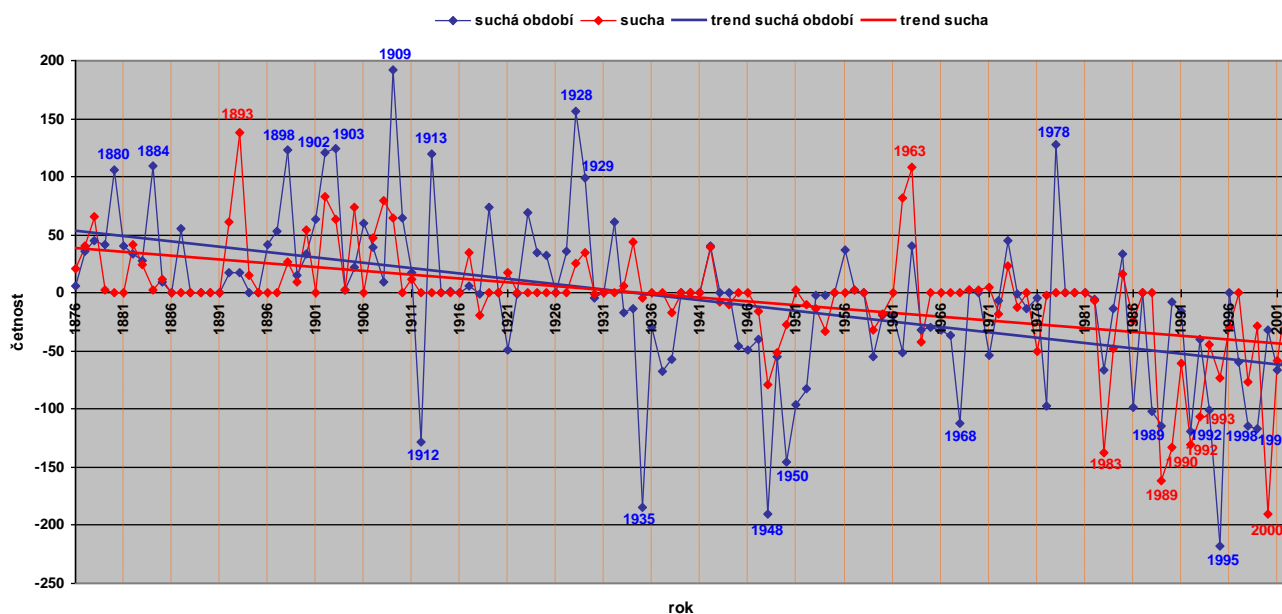
Tabulka 56 Porovnání průměrných charakteristik jednoletých a výraznějších such a suchých období na stanici Praha-Klementinum u obou metod (**EDI** – metoda efektivní srážky; **EDI_{mod}** – modifikovaná metoda efektivní srážky)

Ukazatel	Suchá období			Sucha		
	EDI	EDI _{mod}	Poměr (EDI / EDI _{mod})	EDI	EDI _{mod}	Poměr (EDI / EDI _{mod})
Délka	131,1	136,0	0,96	46,2	49,2	0,94
APD	-59,8	-56,6	1,06	-32,3	-31,4	1,03
P_{st}	-16,4	-15,1	1,08	-9,5	-9,0	1,06
DI	-18,6	-18,7	1,00	-10,7	-11,3	0,95
EvaDI	-20,5	-21,6	0,95	-11,7	-13,2	0,89
P_{st}/den	-0,141	-0,128	1,10	-0,231	-0,224	1,03
T_{st}/den	0,105	0,161	0,65	0,140	0,226	0,62
DI/den	-0,159	-0,157	1,02	-0,256	-0,264	0,97
EvaDI/den	-0,175	-0,180	0,97	-0,276	-0,297	0,93

Graf 39 Roční průměrné hodnoty indexů **EDI** a **EDI_{mod}** na stanici Praha-Klementinum v období 1876-2002



Graf 40 Rozdíly četností dní jednoletých a výraznějších such a suchých období v jednotlivých letech u metody efektivní srážky a její modifikace na stanici Praha-Klementinum v období 1876-2002



7 Shrnutí a závěr

Shrnutí

V disertační práci jsme se pokusili o komplexní analýzu sucha na území Česka v letech 1875-2002, která byla založena na dvou hlavních cílech, jež se v jistých aspektech doplňují, místy také překrývají. Nejprve jsme se soustředili na hodnocení intenzity sucha v předem zvolených kalendářních jednotkách (roky, vegetační období – měsíce duben až září). Později jsme od těchto časových úseků odhlédli a zaměřili se na vymezení nejvýraznějších period sucha. Sucho je podmíněno synoptickými procesy, proto jsme předpokládali, že začátek, konec a délku jeho trvání lze přesně stanovit.

Výzkum sucha se opíral o metodiku, kterou jsme vystavěli s ohledem na data. Vycházeli jsme z osmi vybraných stanic s rozdílnou délkou pozorování (pouze ve dvou případech se jednalo o celé hodnocené období 1875-2002), u kterých jsme měli k dispozici řady denních úhrnů srážek a denních průměrů teploty vzduchu. Pro stanici Praha-Klementinum jsme navíc matematickým postupem (transformace měsíčních úhrnů potenciální evapotranspirace dle Thornthwaita na denní bázi) získali z denních průměrů teploty vzduchu odhady denních úhrnů potenciální evapotranspirace.

Nejprve jsme zkonstruovali dva ukazatele pro objektivní zhodnocení srážkové (P_{st}) a teplotní abnormality (T_{st}), které porovnávají naměřené denní hodnoty obou meteorologických prvků s dlouhodobým (očekávaným) průměrem pro daný kalendářní den. Tyto ukazatele byly poté implementovány do dvou zcela nových objektivních indexů sucha **DI** a **EvaDI** (umožňujících srovnání mezi stanicemi, nezávislost na sezónnosti), pomocí kterých jsme u

všech stanic v období 1875-2002 intenzitu sucha v jednotlivých kalendářních letech a vegetačních obdobích kvantifikovali. Oba ukazatele se navzájem liší velikostí vlivu charakteristik P_{st} a T_{st} na výslednou hodnotu indexu. V případě indexu **DI** odpovídá váha u ukazatele T_{st} poměru vlivu srážek a potenciální evapotranspirace (odvozena z regrese na stanici Praha-Klementinum – potenciální evapotranspirace má zhruba 31% vliv na výslednou hodnotu), u **EvaDI** je váha před T_{st} volena tak, aby byly v průměru za kalendářní roky, resp. vegetační období vlivy obou ukazatelů přibližně vyrovnané.

Vedle ukazatelů **DI** a **EvaDI** jsme u všech stanic hodnotili intenzitu sucha v kalendářních letech a vegetačních obdobích také podle indexu **EDI**, jenž vychází z metody efektivní srážky autorské dvojice H. R. Buyn a D. A. Wilhite [10]. K určení hodnoty **EDI** potřebujeme denní úhrny srážek za posledních 365 dní. Ty do výpočtu vstupují s vahami klesajícími v závislosti na počtu dní, jež uběhly ode dne, pro který index počítáme. Vzhledem ke způsobu výpočtu nelze pro první rok (1875) hodnocené periody **EDI** spočítat.

Zvláštní pozornost věnujeme stanici Praha-Klementinum, pro kterou jsme spočítali odhady denních úhrnů potenciální evapotranspirace, což znamenalo v případě této stanice další podstatné rozšíření možností analýzy sucha v periodě 1875-2002. Abnormalitu potenciální evapotranspirace vzhledem k dlouhodobému průměru pro daný kalendářní den jsme hodnotili pomocí objektivního ukazatele PET_{st} , který je obdobou P_{st} a T_{st} . V kalendářních letech a vegetačních obdobích jsme porovnali úhrny srážek a potenciální evapotranspirace a identifikovali tak kalendářní jednotky s nejvyšším deficitem srážek. Vztah mezi denními úhrny srážek a potenciální evapotranspirace je rovněž základem tří zcela nových objektivních indexů sucha (**EDI_{mod}**, **EDI₂** a **EvaDI₂**). Indexy **EDI_{mod}** a **EDI₂** jsou stejně jako ukazatel **EDI** založeny na efektivní srážce (**EP**), která reprezentuje vodní zdroje akumulované za posledních 365 dní. V případě indexu **EDI_{mod}** jsme efektivní srážku **EP** snížili o odhad úhrnu potenciální evapotranspirace za posledních 365 dní, u **EDI₂** jsme navíc odstranili také vážení denních úhrnů srážek. Efektivní srážka (**EP**) se tak při výpočtu **EDI₂** stanoví pouze na základě rozdílu denních úhrnů srážek a potenciální evapotranspirace v časovém úseku posledních 365 dní, který je pro všechny tři indexy vycházející z metody efektivní srážky stejný. Index **EvaDI₂** je obdobou charakteristiky **EvaDI**. Místo ukazatele T_{st} se však u něj ve výpočtu objevuje charakteristika PET_{st} , přičemž platí, že váha před teplotní složkou v indexu (zde PET_{st}) je volena tak, aby byl vliv srážek (P_{st}) a potenciální evapotranspirace (PET_{st}) v průměru za kalendářní roky, resp. vegetační období vyrovnaný.

Intenzitu sucha v letech a vegetačních obdobích jsme tak na stanici Praha-Klementinum analyzovali pomocí šesti objektivních indexů. Tři z nich (**EDI**, **EDI_{mod}** a **EDI₂**) přihlíží k počasí ve dnech a měsících, jež hodnoceným kalendářním jednotkám předcházejí. Nedovolují však výpočet intenzity sucha pro rok 1875, neboť ke stanovení hodnoty ukazatele potřebujeme u těchto indexů denní hodnoty meteorologických prvků za posledních 365 dní. Ostatní indexy (**DI**, **EvaDI** a **EvaDI₂**) jsou kombinací ukazatelů srážkové (P_{st}) a teplotní abnormality (T_{st} nebo PET_{st}) a hodnotí striktně intenzitu sucha pouze v jednotlivých letech a vegetačních obdobích bez ohledu na počasí, které těmto kalendářním jednotkám předcházelo. V rámci dvou zmíněných skupin pozorujeme mezi jednotlivými indexy obecně vyšší shodu ve výsledcích (měřeno koeficientem determinace), než je tomu u dvojic indexů, z nichž jeden počasí před obdobím, ve kterém intenzitu sucha kvantifikujeme, zohledňuje a druhý naopak ne.

S ohledem na rozsah disertační práce jsme v kapitole 5.1 prezentovali hodnocení intenzity sucha v letech a vegetačních obdobích pouze v průměru za všechny stanice, který reprezentuje klima na území Česka ve středních a nižších polohách.

Rozborem průměrných teplotních poměrů jsme prokázali ve sledované periodě 1875-2002 statisticky významný trend oteplování. Teploty kulminují v 90. letech 20. století, které současně vykazují nejnižší průměrné úhrny srážek. Tato skutečnost se projevila zejména při

hodnocení intenzity sucha v delších časových úsecích několika po sobě jdoucích let nebo vegetačních obdobích, u kterých můžeme tříleté i pětileté nejsušší období zařadit podle všech indexů mezi roky 1989-1994. Tomuto seskupení let konkuruje u ukazatele **EvaDI** (stejný vliv srážkové a teplotní abnormality) ještě tříleté období extrémně teplých let 1998-2000. Nejvyšší průměrnou intenzitu sucha vykazala u let i vegetačních období 90. léta 20. století. U všech tří indexů (**EDI**, **DI** a **EvaDI**) jsme také na úrovni let statistickými metodami prokázali nárůst intenzity sucha v období 1875-2002 (1876-2002 v případě **EDI**), u vegetačních období se nám totéž podařilo u ukazatelů **DI** a **EvaDI**. Při vyhodnocení nejsušších let a vegetačních období se již výsledky u jednotlivých indexů liší. Zatímco u **EDI**, kde ve výpočtu zohledňujeme z velké části srážkové poměry v roce předcházejícím, nám jako nejsušší vychází rok 1943, u **DI** se maximum roční intenzity sucha přesouvá do 50. let (1953). Maximum průměrných ročních hodnot **EvaDI** pozorujeme přibližně v polovině 90. let 20. století (1994). Srážkově nejchudší a zároveň nejteplejší vegetační období roku 1947 vykazuje nejvyšší intenzitu sucha u indexů, které hodnotí srážkovou a teplotní abnormalitu pouze ve dnech vegetačního období (**DI** a **EvaDI**). Pokud bychom uvažovali vodní zásoby na začátku vegetačního období (tj. k 1.4.), pak nejvyšší intenzitu sucha registrujeme v roce 1976 (index **EDI**).

U stanice Praha-Klementinum jsme intenzitu sucha kvantifikovali na základě šesti objektivních indexů. **EvaDI** a **EvaDI₂** dávají prakticky identické výsledky, což ukazuje na velmi těsnou závislost mezi **PET_{st}** a **T_{st}**, kterou jsme mimo jiné využili také při konstrukci ukazatele **DI**. Tříletá perioda po sobě jdoucích let nebo vegetačních období s nejvyšší průměrnou intenzitou sucha připadá u indexů vycházejících z metody efektivní srážky (**EDI**, **EDI_{mod}** a **EDI₂**) na roky 1989-1991 nebo 1990-1992, u ostatních ukazatelů (**DI**, **EvaDI** a **EvaDI₂**) pak na poslední tři roky 20. století (1998-2000). Na nejsušší pětileté periodě se již všechny indexy poměrně dobře shodují (1989-1993 nebo 1990-1994). Ve sledovaném období 1875(1876)-2002 jsme s výjimkou **EDI** u všech ostatních indexů statisticky prokázali nárůst průměrné intenzity sucha v letech a vegetačních obdobích, který kulminuje extrémně suchými 90. léty 20. století. V případě indexu **EDI** se u let i vegetačních období jeví na stanici Praha-Klementinum jako nejsušší první desetiletí 20. století. Nejvyšší intenzitu sucha jsme zaznamenali v letech 1990 (maximum intenzity dle **EDI_{mod}** a **EDI₂**), 1943 (nejnižší úhrn srážek, maximum intenzity dle **EDI** a **DI**) a 2000 (nejteplejší rok, maximum intenzity dle **EvaDI** a **EvaDI₂**), které označila za nejsušší v periodě 1805-2000 také studie [34] vycházející z **PDSI** (Palmer Drought Severity Index). V kategorii deficitů vodních zásob (rozdíl srážek a potenciální evapotranspirace) se mezi nejsušší zařadil také rok 1953. Nejvyšší intenzitu sucha pozorujeme (indexy **EDI**, **EDI_{mod}** a **EDI₂**) u vegetačních období let 1943, 1990, 2000 a 1976 s tím, že u ukazatele **EDI** se místo roku 2000 objevuje mezi nejsuššími rok 1911 (nejnižší úhrn srážek ve vegetačním období). Pokud striktně hodnotíme pouze intenzitu sucha ve dnech jednotlivých vegetačních období (**DI**, **EvaDI**, **EvaDI₂** a úhrny srážek vs. potenciální evapotranspirace), pak roky 2000 a 1911 doplňují mezi nejsuššími také vegetační období z let 1947 a 1992, ve kterých registrujeme na stanici Praha-Klementinum vůbec nejvyšší průměrnou teplotu vzduchu.

Ne všechny indexy, se kterými jsme při hodnocení intenzity sucha v kalendářních jednotkách pracovali, můžeme při vymezení období sucha použít. Vedle požadavku na co nejpřesnější kvantifikaci stavu vodních zásob k určitému konkrétnímu dni od indexu očekáváme také schopnost sucho včas identifikovat a určit jeho začátek, konec, délku trvání a intenzitu. V případě ukazatelů **DI**, **EvaDI**, **EvaDI₂** umíme stanovit intenzitu sucha v předem zvoleném období jako aritmetický průměr hodnot v jeho jednotlivých dnech, které jsou jinak na sobě zcela nezávislé. Tyto indexy, jak jsme v práci několikrát zmínili, nedokáží vyjádřit stav vodních zásob na základě počasí v předcházejících dnech nebo měsících. Proto jsme se rozhodli, že při vymezení období sucha vyjdeme z principů metody efektivní srážky a z indexů **EDI**, **EDI_{mod}**, přičemž využití modifikované metody efektivní srážky (index intenzity

sucha **EDI_{mod}**) je omezeno pouze na stanici Praha-Klementinum, u které máme k dispozici odhady denních úhrnů potenciální evapotranspirace, o jejichž součet za 365 dní snižujeme hodnotu efektivní srážky (**EP**). Na stanici Praha-Klementinum bychom mohli vymezovat periody sucha také podle modifikace metody efektivní srážky s využitím indexu **EDI₂**. Nižší „citlivost“ takto upravené metody (absence vah u denních srážek ve výpočtu efektivní srážky (**EP**)) při stanovování začátku a konce suchých period se projevila ve výrazném nárůstu jejich délky, proto tyto výsledky v práci neprezentujeme.

Periody sucha jsme definovali jako období po sobě jdoucích dní s hodnotami indexů **EDI** (metoda efektivní srážky), resp. **EDI_{mod}** (modifikovaná metody efektivní srážky; pouze u stanice Praha-Klementinum), které nepřekračují stanovenou kritickou (prahovou) hodnotu. Pracovali jsme s hodnotami 0 a -1, přičemž periodu po sobě jdoucích dní se zápornými hodnotami daného indexu (deficit vodních zásob vzhledem k dlouhodobému průměru pro daný kalendářní den) jsme označili jako *suché období* (tuto podmínku splňuje zhruba 53-54 % z celkového počtu dní). Časový úsek po sobě jdoucích dní s hodnotami ukazatele pod -1,0 (přibližně 15-16 % všech dní) jsme pojmenovali jako *sucho*. Abychom odfiltrovali méně významná sucha a suchá období, u kterých je vyšší pravděpodobnost nepřesnosti při jejich vymezování, rozhodli jsme se, že v analýzách budeme vycházet pouze z určitého počtu nejvýraznějších such a suchých období (s nejnižší sumou denních hodnot **EDI** nebo **EDI_{mod}**), který odpovídá počtu roků, za něž máme pro danou konkrétní stanici hodnoty indexu k dispozici. Proto lze tato sucha a suchá období označit také jako jednoletá a výraznější.

Suché období (jednoleté) trvalo na našich stanicích v průměru asi 132 dní. Sucha, která jsou součástí suchých období, a mají v porovnání s nimi jen přibližně třetinou délku, představují periody, v nichž intenzita sucha kulminuje. Teplotní a srážková abnormalita (ukazatele **EDI**/den, **DI**/den a **EvaDI**/den) jsou ve dnech such v porovnání se suchými obdobími v průměru o 64-81 % vyšší. Zřejmě nejvýraznější suchá období se vyskytují na stanici Praha-Karlov, kde jsme zaznamenali nejdější a také asi nejhorší (nejnižší součet denních hodnot ukazatelů **EDI**, **DI** a **EvaDI**) suché období vymezené dny 16.6.1942 a 21.5.1944. Naopak nejvyšší denní průměrnou intenzitu sucha (**EDI**/den) jsme spočítali u suchého období z roku 1947 (24.4.-28.12.1947) na stanici Klatovy. Ze zmíněného suchého období jsme na stanici Praha-Karlov vymezili také nejdější a podle většiny ukazatelů nejvýraznější sucho (3.11.1942-14.8.1943). Nejnižší denní průměr hodnot **EDI** pozorujeme u sucha na stanici Praha-Klementinum, které je ohraničeno dny 23.8.1953 a 4.4.1954. Ve zhruba stejném období jsme vymezili podobně intenzivní sucho také na stanici Tábor, vysokou intenzitu sucha (**EDI**/den) registrujeme také na stanicích Klatovy a Praha-Karlov (druhá polovina roku 1947), na stanici Brno pak v průběhu léta roku 1976.

U všech stanic jsme také provedli četnostní analýzu toho, do jakých kalendářních dní a let (1876-2002) vymezená sucha a suchá období nejčastěji zasahují. Výsledky jsme prezentovali v průměru za všechny stanice. Nejvyšší četnost výskytů dní suchých období vykazují časové úseky (roky 1943 a 1973, periody 1990-1992, 1989-1993 a 90. léta 20. století), které se zároveň vyznačují nejnižšími průměrnými hodnotami **EDI**. U such jsme nejvyšší četnost výskytu zaznamenali v roce 1943, ve tříleté i pětileté periodě se maximum výskytu přesunulo do 70. let 20. století (období 1972-1974, resp. 1972-1976), na úrovni dekád pak do 40. let 20. století. Jestliže se nám u suchých období podařilo statisticky prokázat zvyšování pravděpodobnosti jejich výskytu v průběhu let 1876-2002, pak u such, jež se vyznačují vyšším průměrným vláhovým deficitem, není takový trend zcela zřejmý. Průměr hodnot **EDI** je u metody efektivní srážky v jednotlivých kalendářních dnech přibližně stejný (blízký nule), což se projevuje v poměrně vyrovnaném četnostním zastoupení such a suchých období v jednotlivých kalendářních dnech roku.

V období 1922-2002 (k dispozici hodnoty **EDI** za všech osm stanic) jsme určili časové úseky, ve kterých se sucha, resp. suchá období vyskytovala současně na všech stanicích.

Zvýšený výskyt těchto period pozorujeme zejména ve čtyřicátých, sedmdesátých a osmdesátých letech 20. století. Nejvýraznější suché období, které zasáhlo celé území Česka (tj. všech osm našich vybraných stanic), můžeme vymezit dny 28.9.1973-5.5.1974, nejhorší „společné“ sucho připadá na období druhé poloviny roku 1947 (3.9.-14.11.1947). Výskyt such a suchých období, která postihla všechny stanice současně, nevykazuje v hodnocené periodě 1922-2002 žádný signifikantní trend.

Na stanici Praha-Klementinum jsme sucha a suchá období vymezovali navíc také pomocí modifikované metody efektivní srážky (index **EDI_{mod}**). Statisticky významný trend zvyšování intenzity sucha dle **EDI_{mod}** v průběhu let 1876-2002 související se signifikantním růstem průměrné teploty vzduchu způsobil, že výsledky metody efektivní srážky a její modifikace vykazují při vymezování such a suchých období určité odlišnosti. Nejvyšší rozdíly v průměrných ročních hodnotách obou indexů i v četnostním výskytu dní jednoletých a výraznějších such a suchých období pozorujeme v 80. a 90. letech 20. století – ve dvou nejteplejších dekadách, ve kterých intenzita sucha dle **EDI_{mod}** kulminuje. Na přelomu 80. a 90. let 20. století jsme také dle modifikované metody efektivní srážky vymezili vůbec nejvýraznější suché období (14.3.1989-12.7.1991), které se téměř shoduje s tříletou periodou po sobě jdoucích let s nejnižšími průměrnými hodnotami **EDI_{mod}**. Nejdelsí a patrně nejhorší suché období dle metody efektivní srážky (20.10.1942-21.5.1944) přesně odpovídá druhému nejvýraznějšímu suchému období vymezenému na základě její modifikace a indexu **EDI_{mod}**. Naopak sucho se začátkem 23. srpna 1953 (konec v dubnu 1954) se jeví jako nejvýraznější podle metody efektivní srážky i její modifikace. Necelých 71 % dní suchých období se u obou metod shoduje, v případě such je toto procento nižší (57 %). Porovnáním průměrného sucha, resp. suchého období u metody efektivní srážky a její modifikace jsme zjistili, že se rozdíly všech sledovaných ukazatelů pohybují do 10 % s jedinou výjimkou, kterou představuje charakteristika **T_{st}**. Teplotní abnormalita u such a suchých období vymezených metodou efektivní srážky je v průměru o 35-38 % nižší než u odpovídajících období vymezených dle její modifikace.

U metody efektivní srážky se nám na rozdíl od její modifikace nepodařilo v letech 1876-2002 prokázat statisticky významný nárůst četností výskytů dní such a suchých období (jednoletých). Nejvyšší četnost dní suchých období vykazují podle metody efektivní srážky na stanici Praha-Klementinum rok 1943 a časové úseky s nejvyšší intenzitou sucha dle **EDI** (1989-1991 a 1989-1993). U dekád je průměrná četnost nejvyšší v 80. a 90. letech 20. století. V pětileté periodě se maximum výskytu such přesunulo do 70. let 20. století (1972-1976), na úrovni roku (1943), tři po sobě jdoucích let (1942-1944) a dekád naopak do 40. let 20. století.

V případě modifikované metody efektivní srážky se mezi roky s nejvyšší četností ve dnech such a suchých období (jednoletých) prosadili ve větší míře zástupci konce 20. století (1990, 2000, 1999 a 1991), což se projevilo také v signifikantním nárůstu pravděpodobnosti výskytu such i suchých období v průběhu let 1876-2002. Nejvyšší četnosti ve dnech suchých období pozorujeme na stanici Praha-Klementinum u let 1943, 1990 a 1976. Ve tříleté periodě jsme nejvyšší průměrnou četnost zaznamenali v nejteplejším období ze závěru 20. století (1998-2000), v pětileté pak na přelomu 80. a 90. let 20. století (1989-1993). Nejvyšší četnosti dní jednoletých a výraznějších such registrujeme v roce 1943 a v periodách s nejnižšími průměrnými hodnotami **EDI_{mod}** (1989-1991, 1989-1993 a 90. léta 20. století – platí také pro suchá období).

Graf pravděpodobnosti výskytů such a suchých období na stanici Praha-Klementinum v jednotlivých kalendářních dnech má u obou metod nevýrazný průběh s maximem připadajícím u suchých období na závěr listopadu (metoda efektivní srážky) nebo druhou polovinu října (modifikace metody efektivní srážky), u such pak na polovinu září (babí léto).

Závěr

Při naplňování cílů, které jsme definovali v kapitole 2, jsme zkonstruovali pět zcela nových objektivních indexů sucha a také modifikovali metodu efektivní srážky autorské dvojice H.R.Buyn a D.A.Wilhite [10] tak, že jsme akumulované vodní zdroje „opravili“ o odhad úhrnů potenciální evapotranspirace.

Rozdílly ve výsledcích jednotlivých indexů intenzity sucha jsme podrobili detailní analýze a také jsme je srovnali se závěry z vybraných studií zabývajících se výzkumem sucha na území Česka, resp. na stanici Praha-Klementinum, se kterými jsou v poměrně dobré shodě. Vzhledem k odlišnostem ve vstupních datech (různé kombinace meteorologických prvků) a také v časovém úseku, ze kterého se hodnota indexu pro daný kalendářní den počítá, nejsou prezentované výsledky indexů zejména úrovní jednotlivých let a vegetačních období vzájemně zcela srovnatelné. Důležitější než určení, který rok a vegetační období vykazuje nejvyšší intenzitu sucha, je ukázat širokou škálu přístupů, kterými můžeme sucho v předem zvolených časových úsecích analyzovat. Protože jsme nechtěli práci neúměrně natahovat, soustředili jsme se pouze na prezentaci vybraných výsledků v průměru za všechny stanice a analýzu trendů intenzity sucha v průběhu našeho sledovaného období. Také původní odvození denních úhrnů potenciální evapotranspirace, které jsme využili při konstrukci tří nových indexů intenzity sucha, bylo omezeno pouze na stanici Praha-Klementinum. Vedle absence rozboru rozdílů intenzity sucha na jednotlivých stanicích (z důvodu rozsahu práce) nás mrzí také skutečnost, že se nám kvůli nedostatku dat nepodařilo zahrnout do disertační práce i výrazně suché vegetační období roku 2003 (např. ve studii [38] hodnoceno jako druhé nejvýraznější v periodě 1891-2003).

Při vymezování nejsušších období jsme vycházeli z dříve osvědčené metody efektivní srážky, mezi jejíž přednosti (přes poměrně komplikovaný výpočet) patří především možnost snadné interpretace výsledků, nenáročnost na vstupní data a precizní vymezení deficitu vodních zásob. Průnikem takto vymezených období ze všech stanic dostáváme časové úseky, ve kterých sucho zasáhlo celé území Česka. Na stanici Praha-Klementinum jsme se navíc pokusili (v souladu se závěrem článku [6]) o začlenění denních odhadů úhrnů potenciální evapotranspirace do výpočtu stavu vodních zásob k danému kalendářnímu dni. Tato modifikace metody efektivní srážky tak vyžaduje na vstupu vedle denních úhrnů srážek také denní průměry teploty vzduchu, což se projevilo zejména v nárůstu výskytu period sucha v nejteplejších dekádách 80. a 90. let 20. století a ve zvýraznění jejich teplotní extremity při jen nepatrném snížení abnormality srážkové. Z porovnání četnosti výskytů period sucha u obou metod vyplývá obdobný závěr jako ten, který jsme učinili při rozboru sucha v kalendářních jednotkách, totiž, že pokud uvažujeme vedle srážek i teplotu vzduchu, pak jsme schopni statistickými metodami prokázat signifikantní nárůst intenzity sucha v průběhu hodnocené periody 1875-2002.

Jsmo přesvědčeni, že dosažené výsledky uveřejněné v práci představují významný příspěvek k výzkumu sucha na našem území. Nové metody a indexy intenzity sucha, které jsme v práci použili, mohou rovněž posloužit jako inspirace k dalšímu bádání a tím i k lepšímu poznání fenoménu sucha. Zároveň si však uvědomujeme, že kvantifikace intenzity sucha a vymezování nejsušších období jsou natolik složitou záležitostí, že námi prezentovaný přístup je pouze jednou z mnoha možností a zároveň pokusů, jak sucho analyzovat.

8 Literatura a zdroje dat

- [1] Agnew, C. T. (2000): Using the SPI to identify drought. *Drought Network News*, roč. 12, č. 1, s. 6-12.
- [2] Alley, W. M. (1984): The Palmer Drought Severity Index: limitations and assumptions. *Journal of Climate and Applied Meteorology*, roč. 23, č. 7, s. 1100-1109.
- [3] Álvarez, J. R., Estrela, T. M. (2000): Regionalization and Drought Characterisation in Europe. ARIDE Technical Report No. 9. Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX, Madrid, 55 s.
- [4] Augustin, F. (1894): Sucha v Čechách v době od roku 962-1893. Reinwart, Praha, 27 s.
- [5] Beran, M., Rodier, J. A. (1985): Hydrological aspects of drought. Studies and reports in hydrology 39, UNESCO-WMO, Paris, France, 172 s.
- [6] Blinky, P. (2005): Klimatologické hodnocení sucha a suchých období na území České republiky v letech 1876-2002. *Meteorologické zprávy*, roč. 58, č. 1, s. 10-18.
- [7] Brablec, J. (1948): Příspěvek k výzkumu a zjištění suchých oblastí v ČSR. *Meteorologické zprávy*, roč. 2, č. 5, s. 104-107.
- [8] Brablec, J. (1949): Ještě k výzkumu suchých oblastí ČSR. *Meteorologické zprávy*, roč. 3, č. 6, s. 96-99.
- [9] Briffa K. R., Jones P. D., Hulme M. (1994): Summer moisture variability across Europe, 1892-1991: an analysis based on the Palmer drought severity index. *International Journal of Climatology*, roč. 14, č. 5, s. 475-506.
- [10] Byun, H. R., Wilhite, D. A. (1999): Objective Quantification of Drought Severity and Duration, *Journal of Climate*, roč. 12, č. 9, s. 2747-2756.
- [11] Calow, R., Robins, N., Macdonald, A., Nicol, A. (1999): Planning for groundwater drought in Africa, Interdisciplinary international conference on integrated drought management, 20.-22. September 1999, Pretoria, South-Africa.
- [12] Červený, J., Kolektiv (1984): Podnebí a vodní režim ČSSR. Státní zemědělské nakladatelství v Praze, Praha, 416 s.
- [13] Demuth, S., Bakenhus, A. (1994): Hydrological Drought - A literature review. Internal Report of the Institute of Hydrology, University of Freiburg, Germany.
- [14] Demuth, S., Stahl, K. (2001): Assessment of regional impact of droughts in Europe. Final report to the European Union ENV-CT97-00553. Institute of Hydrology, University of Freiburg, Freiburg, Germany.

- [15] Dracup, J. A., Lee, K. S., Paulson, E. G. Jr. (1980): On the definition of droughts, *Water Resources Research*, roč. 16, č. 2, s. 297-302.
- [16] Estrela, M. J., Penarrocha, D., Millán, M. (2000): Multi-annual drought episodes in the Mediterranean (Valencia region) from 1950-1996. A spatio-temporal analysis. *International Journal of Climatology*, 20, s.1599-1618.
- [17] Great Britain Meteorological Office (1951): *The Meteorological Glossary*, Chemical Publishing Co., New York, USA.
- [18] Gregor, A. (1947): Sucho na jižní Moravě. *Meteorologické zprávy*, roč. 1, č. 3, s. 49-52.
- [19] Gregor, A. (1948): Thornthwaitova metoda posuzování sucha a vlhka. *Meteorologické zprávy*, roč. 2, č. 3, s. 72-75.
- [20] Havlíček, V., Kolektiv (1986): *Agrometeorologie*. Státní zemědělské nakladatelství v Praze, Praha, 264 s.
- [21] Hayes, M. (1995): Understanding and defining drought. National Drought Mitigation Center, Lincoln, Nebraska.
(web: <http://www.drought.unl.edu/whatis/concept.htm>)
- [22] Hayes, M. (1999): Drought indices. National Drought Mitigation Center, Lincoln, Nebraska.
(web: <http://www.drought.unl.edu/whatis/indices.htm>)
- [23] Hisdal, H., Tallaksen, L. M. (2000): Drought Event Definition. ARIDE Technical Report No. 6. University of Oslo, Oslo, 45 s.
- [24] Hisdal, H., Stahl, K., Tallaksen, L. M., Demuth, S. (2001): Have droughts in Europe become more severe or frequent? *International Journal of Climatology*, roč. 21, č. 3, s. 317-333.
- [25] Institute of Hydrology (IH) (1999): *Drought Events in Europe*. Wallingford & Space Applications Institute (SAI), Ispra, Italy.
- [26] Jacobs, J. M., Satti, S. R. (2001): Evaluation of Reference Evapotranspiration Methodologies and Afsirs Crop Water Use Simulation Model. Gainesville, University of Florida, Department of Civil and Coastal Engineering, 114 s.
- [27] Jílek, J. (1952): Plošné rozdělení ročního výparu vody v Čechách, na Moravě a ve Slezsku. *Meteorologické zprávy*, roč. 5, č. 3, s. 77-78.
- [28] Kakos, V. (1979): Sucho v ČSR ve vegetačním období 1976. *Meteorologické zprávy*, roč. 32, č. 4, s. 108-110.
- [29] Kakos, V. (1987): Sucho v letech 1982-1984 na území ČSR. Voda – životné prostredie VII. Hospodárenie s vodou v období sucha. *Tatranská Štrba*, s. 12-20.

- [30] Kilsby, C. G. (2001): Water resources: influence of climate change in Europe ENV4-CT97-0452. Water Resource Systems Research Laboratory, University of Newcastle: Newcastle-Upon-Tyne, UK, 96 s.
- [31] Kolektiv (1993): Meteorologický slovník výkladový a terminologický. Praha, Ministerstvo životního prostředí ČR, Akademia, 594 s.
- [32] Kolektiv (2007): Atlas podnebí Česka. ČHMÚ Praha, UP Olomouc, 256 s.
- [33] Konček, M. (1955): Index zavlaženia. Meteorologické zprávy, roč. 8, č. 4, s. 96-99.
- [34] Litschmann, T., Klementová, E., Rožnovský, J. (2002). Vyhodnocení period sucha v časových řadách pražského Klementina a Hurbanova pomocí PDSI. In: Rožnovský, J., Litschmann, T. (ed): XIV. Česko-slovenská bioklimatologická konference Bioklima – prostředí – hospodářství, Lednice 2.-4.9.2002, CD, ISBN 80-85813-99-8, Česká bioklimatologická společnost, s. 280-289.
- [35] LLoyd-Hughes, B., Saunders, M. A. (2002): A Drought Climatology for Europe. International Journal of Climatology, roč. 22, č. 13, s. 1571-1592.
- [36] Matějka, V. (1972): Potenciální evapotranspirace na území ČSSR. Meteorologické zprávy, roč. 25, č. 4-5, s. 97-101.
- [37] McKee, T. B., Doesken, N. J., Kleist, J. (1995): Drought monitoring with multiple time scales. Preprints, 9th Conference on Applied Climatology, 15-20 January, Dallas, TX, s. 233-236.
- [38] Možný, M. (2004): Hodnocení sucha na území ČR v letech 1891-2003. In: Seminář „Extrémny počasí a podnebí“, ČHMÚ, Brno, 11.3.2004, CD, ISBN 80-86690-12-1.
- [39] Novák, V. (1995): Vyparovanie vody v prírode a metódy jeho určovania. Bratislava, Veda, 260 s.
- [40] Pejml, K. (1966): Příspěvek ke kolísání klimatu v severočeské vinařské a chmelařské oblasti od roku 1500-1900. In: Sborník prací HMÚ, sv. 7, s. 23-78.
- [41] Penman, H. L. (1948): Natural Evaporation from open water, bare soil and grass. Proceedings of the Royal Society, Series A. 193, s.120-145.
- [42] Rao, G. A. (1987): Drought Probability Maps. CAgM Report No. 24, Geneva, WMO, 46 s.
- [43] Santos, M. J., Veríssimo, R., Fernandes, S., Orgando, M., Rodrigues, R. (2000): Overview of Regional Meteorological Drought Analysis on Western Europe. ARIDE Technical Report No. 10. Water Institut, Lisabon, 126 s.
- [44] Sládek, I. (2001): Spells of drought: climatological treatment. Acta Universitatis Carolinae - Geographica, č. 2, roč. 36, Praha, s. 147-153.

- [45] Sládek, I., Blinka, P., Možný, M., Hostýnek, J., Munzar, J. (2004): Dlouhodobé změny režimu výskytu extrémního sucha v Česku. Grantový projekt 205 / 03 / Z045. Praha.
- [46] Tate, E. L., Gustard, A. (2000): Drought definition: a hydrological perspective, In: Drought and Drought Mitigation in Europe (ed. by J.V.Vogt and F.Somma), Kluwer Academic Publishers, the Netherlands, s. 23-48.
- [47] Technical Note, No. 83, WMO – No. 201.TP.105, Measurement and Estimation of Evaporation and Evapotranspiration, Geneva, WMO, 1966, 121 s.
- [48] Technical Note, No. 138 WMO – No. 392, Drought and Agriculture, Geneva, WMO, 1975, 127 s.
- [49] Tomlain, J. (1979): Metódy určovania potenciálneho a skutočného výparu z povrchu pôdy. Meteorologické zprávy, roč. 32, č. 2, s. 72-77.
- [50] Tomlain, J. (1980): Výpar z povrchu pôdy a jeho rozloženie na území ČSSR. Vodohospodársky časopis, roč. 28, č. 2, s. 170-205.
- [51] Trachtulec, J. (1984): Srovnání roku 1983 se suchými roky 1947 a 1976 z hlediska zásoby půdní vláh na Znojemsku. Meteorologické zprávy, roč. 37, č. 6, s. 172.
- [52] Van Lanen, H. A. J., Peters, E. (2000): Definition, effects and assessment of groundwater droughts, In: Drought and Drought Mitigation in Europe (ed. by J.V.Vogt and F.Somma), Kluwer Academic Publishers, the Netherlands, s. 49-61.
- [53] Wilhite, D. A., Glantz, M. H. (1985): Understanding the drought phenomenon: The role of definitions, Water International, roč. 10, č. 3, s. 111-120.
- [54] Wilhite, D. A. (1991): Drought. Encyclopedia of Earth System Science, Volumes 1-4, W.A. Nierenberg, editor, Academic Press, Inc., s. 81-92.
- [55] Yevjevich, V. (1967): An objective approach to definition and investigations of continental hydrologic droughts, Hydrology papers, 23, Colorado State University, Fort Collins, USA, 18 s.

Internet

- [56] <http://across.co.nz/WorldsWorstDisasters.html> (zpracoval David B. Hall)
- [57] <http://www.drought.unl.edu/risk/us/compare.htm>
- [58] <http://www.drought.unl.edu/risk/impacts.htm>
- [59] <http://www.drought.unl.edu/whatis/predict.htm>
- [60] http://esl.jrc.it/envind/un_meths/UN_ME093.htm

- [61] <http://www.houstonoem.net/go/doc/1855/248269>
- [62] <http://www.intute.ac.uk/sciences/hazards/timeline.html>
- [63] <http://www.wimbledoncollege.org.uk/LearningResources/Geography/ASGeography/24CausesOfAridity.pdf> (The Causes of Aridity, Geo Factsheet, č. 1, duben 1997, str.1)

9 Seznam tabulek

- Tabulka 1** Srovnání sucha, povodní a hurikánů v USA podle NDMC v [57]
(kapitola 1.5 – str. 12)
- Tabulka 2** Historická sucha podle [62]
(kapitola 1.5 – str. 13)
- Tabulka 3** Přehled indexů sucha – upraveno podle [10]
(kapitola 1.6 – str. 18)
- Tabulka 4** Rozdělení suchých a mokrých let podle Augustina v [4] (období 1805-1893)
(kapitola 1.8 – str. 23)
- Tabulka 5** Historická sucha v 16.-19. století podle Munzara v [45]
(kapitola 1.8 – str. 23)
- Tabulka 6** Poloha stanic a období pozorování podle [45]
(kapitola 3 – str. 28)
- Tabulka 7** Korekce měsíčních hodnot potenciální evapotranspirace dle Thornthwaitovy metody s ohledem na zeměpisnou šířku a délku dne
(kapitola 4.1 – str. 29)
- Tabulka 8** Hodnota parametru c při výpočtu indexu **EvaDI** za jednotlivé stanice a období
(kapitola 4.5 – str. 38)
- Tabulka 9** Srážkové poměry jednotlivých stanic (průměrné úhrny srážek: rok/vegetační období)
(kapitola 5.1.1 – str. 40)
- Tabulka 10** Deset let a vegetačních období s nejvyššími a nejnižšími úhrny srážek (průměr za všechny stanice)
(kapitola 5.1.1 – str. 41)
- Tabulka 11** Roční, tříletá, pětiletá a desetiletá období s extrémními úhrny srážek (průměr za všechny stanice)
(kapitola 5.1.1 – str. 42)

- Tabulka 12** Deset let a vegetačních období s nejvyššími a nejnižšími průměrnými hodnotami P_{st} (průměr za všechny stanice)
(kapitola 5.1.1 – str. 42)
- Tabulka 13** Roční, tříletá, pětiletá a desetiletá období s nejnižšími a nejvyššími průměrnými hodnotami P_{st} (průměr za všechny stanice)
(kapitola 5.1.1 – str. 43)
- Tabulka 14** Teplotní poměry jednotlivých stanic (průměrná denní teplota vzduchu: rok/vegetační období)
(kapitola 5.1.2 – str. 45)
- Tabulka 15** Deset let a vegetačních období s nejvyšší a nejnižší průměrnou teplotou vzduchu (průměr za všechny stanice)
(kapitola 5.1.2 – str. 46)
- Tabulka 16** Roční, tříletá, pětiletá a desetiletá období s extrémními teplotními průměry (průměr za všechny stanice)
(kapitola 5.1.2 – str. 46)
- Tabulka 17** Deset let a vegetačních období s nejvyšší a nejnižší průměrnou hodnotou T_{st} (průměr za všechny stanice)
(kapitola 5.1.2 – str. 47)
- Tabulka 18** Roční, tříletá, pětiletá a desetiletá období s nejnižšími a nejvyššími průměrnými hodnotami T_{st} (průměr za všechny stanice)
(kapitola 5.1.2 – str. 47)
- Tabulka 19** Deset nejsušších let dle průměrných hodnot indexů sucha **EDI**, **DI** a **EvaDI** (průměr za všechny stanice)
(kapitola 5.1.3 – str. 53)
- Tabulka 20** Deset nejsušších vegetačních období dle průměrných hodnot indexů sucha **EDI**, **DI** a **EvaDI** (průměr za všechny stanice)
(kapitola 5.1.3 – str. 54)
- Tabulka 21** Roční, tříletá, pětiletá a desetiletá nejsušší období dle průměrných hodnot indexů sucha **EDI**, **DI** a **EvaDI** (průměr za všechny stanice)
(kapitola 5.1.3 – str. 55)
- Tabulka 22** Deset let a vegetačních období s nejvyššími a nejnižšími úhrny srážek (Praha-Klementinum)
(kapitola 5.2.1 – str. 58)
- Tabulka 23** Roční, tříletá, pětiletá a desetiletá období s extrémními úhrny srážek (Praha-Klementinum)
(kapitola 5.2.1 – str. 58)
- Tabulka 24** Deset let a vegetačních období s nejvyššími a nejnižšími průměrnými hodnotami P_{st} (Praha-Klementinum)

(kapitola 5.2.1 – str. 59)

- Tabulka 25** Roční, tříletá, pětiletá a desetiletá období s nejnižšími a nejvyššími průměrnými hodnotami P_{st} (Praha-Klementinum)
(kapitola 5.2.1 – str. 59)
- Tabulka 26** Deset let a vegetačních období s nejvyšší a nejnižší průměrnou teplotou vzduchu (Praha-Klementinum)
(kapitola 5.2.2 – str. 62)
- Tabulka 27** Roční, tříletá, pětiletá a desetiletá období s extrémními teplotními průměry (Praha-Klementinum)
(kapitola 5.2.2 – str. 62)
- Tabulka 28** Deset let a vegetačních období s nejvyšší a nejnižší průměrnou hodnotou T_{st} (Praha-Klementinum)
(kapitola 5.2.2 – str. 63)
- Tabulka 29** Roční, tříletá, pětiletá a desetiletá období s nejnižšími a nejvyššími průměrnými hodnotami T_{st} (Praha-Klementinum)
(kapitola 5.2.2 – str. 63)
- Tabulka 30** Deset let a vegetačních období s nejvyššími a nejnižšími úhrny potenciální evapotranspirace (Praha-Klementinum)
(kapitola 5.2.3 – str. 66)
- Tabulka 31** Roční, tříletá, pětiletá a desetiletá období s extrémními úhrny potenciální evapotranspirace (Praha-Klementinum)
(kapitola 5.2.3 – str. 66)
- Tabulka 32** Deset let a vegetačních období s nejvyšší a nejnižší průměrnou hodnotou PET_{st} (Praha-Klementinum)
(kapitola 5.2.3 – str. 67)
- Tabulka 33** Roční, tříletá, pětiletá a desetiletá období s nejnižšími a nejvyššími průměrnými hodnotami PET_{st} (Praha-Klementinum)
(kapitola 5.2.3 – str. 67)
- Tabulka 34** Deset let a vegetačních období s nejvyšším a nejnižším rozdílem úhrnů srážek a potenciální evapotranspirace (Praha-Klementinum)
(kapitola 5.2.4 – str. 69)
- Tabulka 35** Roční, tříletá, pětiletá a desetiletá období s nejvyššími a nejnižšími průměrnými hodnotami rozdílu úhrnu srážek a potenciální evapotranspirace (Praha-Klementinum)
(kapitola 5.2.4 – str. 70)
- Tabulka 36** Deset nejsušších let podle průměrných hodnot indexů sucha EDI , EDI_{mod} , EDI_2 , DI , $EvaDI$ a $EvaDI_2$ (Praha-Klementinum)
(kapitola 5.2.5 – str. 77)

- Tabulka 37** Roční, tříletá, pětiletá a desetiletá nejsušší období dle průměrných hodnot indexů sucha **EDI**, **EDI_{mod}**, **EDI₂**, **DI**, **EvaDI** a **EvaDI₂** (roky; Praha-Klementinum)
(kapitola 5.2.5 – str. 77)
- Tabulka 38** Deset nejsušších vegetačních období podle průměrných hodnot indexů sucha **EDI**, **EDI_{mod}**, **EDI₂**, **DI**, **EvaDI** a **EvaDI₂** (Praha-Klementinum)
(kapitola 5.2.5 – str. 79)
- Tabulka 39** Roční, tříletá, pětiletá a desetiletá nejsušší období dle průměrných hodnot indexů sucha **EDI**, **EDI_{mod}**, **EDI₂**, **DI**, **EvaDI** a **EvaDI₂** (vegetační období; Praha-Klementinum)
(kapitola 5.2.5 – str. 80)
- Tabulka 40** Matice koeficientů determinace (v %) ročních průměrných hodnot indexů sucha **EDI**, **EDI_{mod}**, **EDI₂**, **DI**, **EvaDI** a **EvaDI₂** (Praha-Klementinum)
(kapitola 5.2.5 – str. 81)
- Tabulka 41** Matice koeficientů determinace (v %) průměrných hodnot indexů sucha **EDI**, **EDI_{mod}**, **EDI₂**, **DI**, **EvaDI** a **EvaDI₂** ve vegetačních obdobích (Praha-Klementinum)
(kapitola 5.2.5 – str. 81)
- Tabulka 42** Přehled charakteristik průměrných jednoletých a výraznějších suchých období (metoda efektivní srážky)
(kapitola 6.1 – str. 90)
- Tabulka 43** Přehled charakteristik průměrných jednoletých a výraznějších such (metoda efektivní srážky)
(kapitola 6.1 – str. 90)
- Tabulka 44** Průměrné charakteristiky jednoletých a výraznějších such v % vzhledem k průměrným charakteristikám jednoletých a výraznějších suchých období (metoda efektivní srážky)
(kapitola 6.1 – str. 91)
- Tabulka 45** Nejvýraznější suchá období podle vybraných ukazatelů (metoda efektivní srážky)
(kapitola 6.1 – str. 92)
- Tabulka 46** Nejvýraznější sucha podle vybraných ukazatelů (metoda efektivní srážky)
(kapitola 6.1 – str. 93)
- Tabulka 47** Nejvyšší průměrná četnost dní jednoletých a výraznějších such a suchých období v letech 1876-2002 (metoda efektivní srážky; průměr za všechny stanice)
(kapitola 6.1 – str. 95)

- Tabulka 48** Deset nejvýraznějších suchých období podle **EDI** vytvořených jako průnik jednoletých a výraznějších suchých období ze všech stanic v období 1922-2002 (metoda efektivní srážky)
(kapitola 6.1 – str. 98)
- Tabulka 49** Deset nejvýraznějších such podle **EDI** vytvořených jako průnik jednoletých a výraznějších such ze všech stanic v období 1922-2002 (metoda efektivní srážky)
(kapitola 6.1 – str. 99)
- Tabulka 50** Deset nejvýraznějších suchých období podle **EDI** (metoda efektivní srážky; Praha-Klementinum)
(kapitola 6.2.1 – str. 101)
- Tabulka 51** Deset nejvýraznějších such podle **EDI** (metoda efektivní srážky; Praha-Klementinum)
(kapitola 6.2.1 – str. 103)
- Tabulka 52** Nejvyšší průměrná četnost dní jednoletých a výraznějších such a suchých období v letech 1876-2002 (metoda efektivní srážky; Praha-Klementinum)
(kapitola 6.2.1 – str. 105)
- Tabulka 53** Deset nejvýraznějších suchých období podle **EDI_{mod}** (modifikovaná metoda efektivní srážky; Praha-Klementinum)
(kapitola 6.2.2 – str. 108)
- Tabulka 54** Deset nejvýraznějších such podle **EDI_{mod}** (modifikovaná metoda efektivní srážky; Praha-Klementinum)
(kapitola 6.2.2 – str. 109)
- Tabulka 55** Nejvyšší průměrná četnost dní jednoletých a výraznějších such a suchých období v letech 1876-2002 (modifikovaná metoda efektivní srážky; Praha-Klementinum)
(kapitola 6.2.2 – str. 111)
- Tabulka 56** Porovnání průměrných charakteristik jednoletých a výraznějších such a suchých období na stanici Praha-Klementinum u obou metod (**EDI** – metoda efektivní srážky; **EDI_{mod}** – modifikovaná metoda efektivní srážky)
(kapitola 6.2.3 – str. 115)

10 Seznam grafů

- Graf 1** Váhy pro srážky P_m ve výpočtu EP_{365}
(kapitola 4.2 – str. 32)
- Graf 2** Průměrné úhrny srážek v jednotlivých dekádách (průměr za všechny stanice)
(kapitola 5.1.1 – str. 42)
- Graf 3** Průměrné hodnoty ukazatele P_{st} v jednotlivých dekádách (průměr za všechny stanice)
(kapitola 5.1.1 – str. 43)
- Graf 4** Průměrná teplota vzduchu v jednotlivých dekádách (průměr za všechny stanice)
(kapitola 5.1.2 – str. 46)
- Graf 5** Průměrné hodnoty ukazatele T_{st} v jednotlivých dekádách (průměr za všechny stanice)
(kapitola 5.1.2 – str. 47)
- Graf 6** Termopluviogram – jednotlivé roky – srovnání s dlouhodobým průměrem za období 1875-2002 (průměr za všechny stanice)
(kapitola 5.1.3 – str. 53)
- Graf 7** Termopluviogram – vegetační období – srovnání s dlouhodobým průměrem za období 1875-2002 (průměr za všechny stanice)
(kapitola 5.1.3 – str. 54)
- Graf 8** Roční průměrné hodnoty indexů sucha **EDI**, **DI** a **EvaDI** v jednotlivých dekádách (průměr za všechny stanice)
(kapitola 5.1.3 – str. 55)
- Graf 9** Průměrné hodnoty indexů sucha **EDI**, **DI** a **EvaDI** ve vegetačních obdobích jednotlivých dekád (průměr za všechny stanice)
(kapitola 5.1.3 – str. 56)
- Graf 10** Průměrné úhrny srážek v jednotlivých dekádách (Praha-Klementinum)
(kapitola 5.2.1 – str. 59)
- Graf 11** Průměrné hodnoty ukazatele P_{st} v jednotlivých dekádách (Praha-Klementinum)
(kapitola 5.2.1 – str. 60)
- Graf 12** Průměrná teplota vzduchu v jednotlivých dekádách (Praha-Klementinum)
(kapitola 5.2.2 – str. 62)
- Graf 13** Průměrné hodnoty ukazatele T_{st} v jednotlivých dekádách (Praha-Klementinum)
(kapitola 5.2.2 – str. 63)
- Graf 14** Průměrné úhrny potenciální evapotranspirace v jednotlivých dekádách (Praha-Klementinum)

(kapitola 5.2.3 – str. 66)

- Graf 15** Průměrné hodnoty ukazatele PET_{st} v jednotlivých dekádách (Praha-Klementinum)
(kapitola 5.2.3 – str. 67)
- Graf 16** Rozdíly úhrnů srážek a potenciální evapotranspirace ve vybraných letech a vegetačních obdobích (Praha-Klementinum)
(kapitola 5.2.4 – str. 70)
- Graf 17** Průměrné hodnoty rozdílu úhrnu srážek a potenciální evapotranspirace v jednotlivých dekádách (Praha-Klementinum)
(kapitola 5.2.4 – str. 71)
- Graf 18** Termopluviogram – jednotlivé roky – srovnání s dlouhodobým průměrem za období 1875-2002 (Praha-Klementinum)
(kapitola 5.2.5 – str. 76)
- Graf 19** Roční průměrné hodnoty indexů sucha EDI , EDI_{mod} a EDI_2 v jednotlivých dekádách (Praha-Klementinum)
(kapitola 5.2.5 – str. 78)
- Graf 20** Roční průměrné hodnoty indexů sucha DI , $EvaDI$ a $EvaDI_2$ v jednotlivých dekádách (Praha-Klementinum)
(kapitola 5.2.5 – str. 78)
- Graf 21** Termopluviogram – vegetační období – srovnání s dlouhodobým průměrem za období 1875-2002 (Praha-Klementinum)
(kapitola 5.2.5 – str. 79)
- Graf 22** Průměrné hodnoty indexů sucha EDI , EDI_{mod} a EDI_2 ve vegetačních obdobích jednotlivých dekád (Praha-Klementinum)
(kapitola 5.2.5 – str. 80)
- Graf 23** Průměrné hodnoty indexů sucha DI , $EvaDI$ a $EvaDI_2$ ve vegetačních obdobích jednotlivých dekád (Praha-Klementinum)
(kapitola 5.2.5 – str. 81)
- Graf 24** Průměrné četnosti dní jednoletých a výraznějších such a suchých období v letech 1876-2002 (metoda efektivní srážky; průměr za všechny stanice)
(kapitola 6.1 – str. 95)
- Graf 25** Průměrné četnosti dní jednoletých a výraznějších such a suchých období v jednotlivých dekádách (metoda efektivní srážky; průměr za všechny stanice)
(kapitola 6.1 – str. 96)
- Graf 26** Průměrné četnosti dní jednoletých a výraznějších such a suchých období v jednotlivých kalendářních dnech (metoda efektivní srážky; průměr za všechny stanice)
(kapitola 6.1 – str. 96)

- Graf 27** Suchá období podle **EDI** vytvořená jako průnik jednoletých a výraznějších suchých období ze všech stanic v období 1922-2002 (metoda efektivní srážky)
(kapitola 6.1 – str. 98)
- Graf 28** Sucha podle **EDI** vytvořená jako průnik jednoletých a výraznějších such ze všech stanic v období 1922-2002 (metoda efektivní srážky)
(kapitola 6.1 – str. 99)
- Graf 29** Jednoletá a výraznější suchá období podle **EDI** v letech 1876-2002 (metoda efektivní srážky; Praha-Klementinum)
(kapitola 6.2.1 – str. 102)
- Graf 30** Jednoletá a výraznější sucha podle **EDI** v letech 1876-2002 (metoda efektivní srážky; Praha-Klementinum)
(kapitola 6.2.1 – str. 103)
- Graf 31** Průměrné četnosti dní jednoletých a výraznějších such a suchých období v letech 1876-2002 (metoda efektivní srážky; Praha-Klementinum)
(kapitola 6.2.1 – str. 105)
- Graf 32** Průměrné četnosti dní jednoletých a výraznějších such a suchých období v jednotlivých dekáдах (metoda efektivní srážky; Praha-Klementinum)
(kapitola 6.2.1 – str. 106)
- Graf 33** Průměrné četnosti dní jednoletých a výraznějších such a suchých období v jednotlivých kalendářních dnech (metoda efektivní srážky; Praha-Klementinum)
(kapitola 6.2.1 – str. 106)
- Graf 34** Jednoletá a výraznější suchá období podle **EDI_{mod}** v letech 1876-2002 (modifikovaná metoda efektivní srážky; Praha-Klementinum)
(kapitola 6.2.2 – str. 108)
- Graf 35** Jednoletá a výraznější sucha podle **EDI_{mod}** v letech 1876-2002 (modifikovaná metoda efektivní srážky; Praha-Klementinum)
(kapitola 6.2.2 – str. 110)
- Graf 36** Průměrné četnosti dní jednoletých a výraznějších such a suchých období v letech 1876-2002 (modifikovaná metoda efektivní srážky; Praha-Klementinum)
(kapitola 6.2.2 – str. 112)
- Graf 37** Průměrné četnosti dní jednoletých a výraznějších such a suchých období v jednotlivých dekáдах (modifikovaná metoda efektivní srážky; Praha-Klementinum)
(kapitola 6.2.2 – str. 112)

- Graf 38** Průměrné četnosti dní jednoletých a výraznějších such a suchých období v jednotlivých kalendářních dnech (modifikovaná metoda efektivní srážky; Praha-Klementinum)
(kapitola 6.2.2 – str. 113)
- Graf 39** Roční průměrné hodnoty indexů **EDI** a **EDI_{mod}** na stanici Praha-Klementinum v období 1876-2002
(kapitola 6.2.3 – str. 115)
- Graf 40** Rozdíly četností dní jednoletých a výraznějších such a suchých období v jednotlivých letech u metody efektivní srážky a její modifikace na stanici Praha-Klementinum v období 1876-2002
(kapitola 6.2.3 – str. 116)

11 Seznam vybraných zkratk, pojmů a vzorců

- a** konstanta ve vzorci pro výpočet měsíční úhrnů potenciální evapotranspirace dle Thornthwaitovy metody
(kapitola 4.1 – str. 29)
- AMS** annual maximum/minimum series model; používá se pro hodnocení hydrologického sucha; vychází z metody prahové hodnoty
(kapitola 1.6 – str. 17)
- ANES** Accumulation of Consecutive Negative **SEP**; charakteristika odvozená v rámci postupu metody efektivní srážky
(kapitola 4.2 – str. 33)
- APD** Accumulated Precipitation Deficit; součet odchylek denních úhrnů srážek od dlouhodobých srážkových průměrů pro tyto kalendářní dny
(kapitola 4.5 – str. 37; vzorec (18))
- Br** klimatologická stanice Brno (resp. Brno-Pisárky, Brno-Květná a Brno-Tuřany)
(kapitola 3 – str. 28; tabulka 6)
- c** korekční faktor; parametr ve vzorcích **EvaDI**, **EvaDI₂** a **DI**, kterým násobíme teplotní složku daného indexu (**T_{st}**, resp. **PET_{st}**)
(kapitola 4.5 – str. 37-39; vzorce (19)-(25))
- CMI** Crop Moisture Index; index intenzity sucha
(kapitola 1.6 – str. 16; tabulka 3 – str. 18)
- CNS** Consecutive Days of Negative **SEP**; délka suchého období; charakteristika odvozená v rámci postupu metody efektivní srážky
(kapitola 4.2 – str. 33)
- Čá** klimatologická stanice Čáslav

(kapitola 3 – str. 28; tabulka 6)

- ČB** klimatologická stanice České Budějovice
(kapitola 3 – str. 28; tabulka 6)
- Decily** angl. **Deciles**; index/metoda hodnocení intenzity sucha
(kapitola 1.6 – str. 15; tabulka 3 – str. 18)
- DEP** Deviation of **EP** from **MEP**; charakteristika odvozená v rámci postupu metody efektivní srážky
(kapitola 4.2 – str. 33; vzorec (10))
- DI** Drought Index; index intenzity sucha vycházející z denních normovaných (standardizovaných) hodnot srážek (P_{st}) a teploty vzduchu (T_{st})
(kapitola 4.5 – str. 38; vzorec (22))
- DR** Dependable Rains; index intenzity sucha
(kapitola 1.6 – str. 15)
- EDI** Effective Drought Index; výsledný index intenzity sucha v rámci postupu metody efektivní srážky
(kapitola 4.2 – str. 34; vzorec (13))
- EDI₂** Effective Drought Index 2; výsledný index intenzity sucha v rámci modifikovaného postupu metody efektivní srážky; efektivní srážka se stanoví pouze z rozdílu úhrnů srážek a potenciální evapotranspirace za posledních 365 dní (modifikovaná efektivní srážka; vzorec (26) – str. 39)
(kapitola 4.5 – str. 39)
- EDI_{mod}** Effective Drought Index Modified; výsledný index intenzity sucha v rámci modifikovaného postupu metody efektivní srážky (**EP_{mod}**; vzorec (14) – str. 34)
(kapitola 4.5 – str. 39)
- EP** Effective Precipitation; efektivní srážka; výchozí charakteristika stejnojmenné metody; v naší práci jsme pracovali s **EP₃₆₅**, která reprezentuje vodní zdroje akumulované během posledních 365 dní
(kapitola 4.2 – str. 31; vzorce (8) a (9))
- EP_{mod}** Effective Precipitation Modified; modifikovaná efektivní srážka; výchozí charakteristika upravené metody efektivní srážky; reprezentuje vodní zdroje akumulované během posledních 365 dní snížené o odhad úhrnů potenciální evapotranspirace v tomto období
(kapitola 4.3 – str. 34; vzorec (14))
- EvaDI** Evaluation Drought Index; index intenzity sucha vycházející z denních normovaných (standardizovaných) hodnot srážek (P_{st}) a teploty vzduchu (T_{st})
(kapitola 4.5 – str. 37; vzorec (19))

EvaDI₂	Evaluation Drought Index 2; index intenzity sucha vycházející z denních normovaných (standardizovaných) hodnot srážek (P_{st}) a potenciální evapotranspirace (PET_{st}) (kapitola 4.5 – str. 38-39; vzorec (23))
I / i	heat (ohřevný) index celoroční / měsíční; uplatňuje se při výpočtu měsíčních úhrnů potenciální evapotranspirace dle Thornthwaitovy metody (kapitola 4.1 – str. 29)
IHS	Index hydrometeorologického sucha; index intenzity sucha (kapitola 1.8 – str. 25)
IMMS	Index meteorologicky možného sucha; index intenzity sucha (kapitola 1.8 – str. 25)
Ka	klimatologická stanice Praha-Karlov (kapitola 3 – str. 28; tabulka 6)
kds / ds	koeficienty délky světlého dne / délka světlého dne; uplatňují se při výpočtu denních úhrnů potenciální evapotranspirace (kapitola 4.1 – str. 30; vzorec (4))
Kla	klimatologická stanice Klatovy (kapitola 3 – str. 28; tabulka 6)
Kle	klimatologická stanice Praha-Klementinum (kapitola 3 – str. 28; tabulka 6)
MEP	Mean of EP ; charakteristika odvozená v rámci postupu metody efektivní srážky; jedná se o dlouhodobý průměr hodnot EP pro daný kalendářní den roku (kapitola 4.2 – str. 32)
MEP_{mod}	Mean of EP_{mod} ; charakteristika odvozená v rámci postupu modifikované metody efektivní srážky; jedná se o dlouhodobý průměr hodnot EP_{mod} pro daný kalendářní den roku (kapitola 4.3 – str. 35)
NDMC	National Drought Mitigation Center, Nebraska, USA (kapitola 1.1 – str. 7)
OI	klimatologická stanice Olomouc (resp. Olomouc-Slavonín a Olomouc-Holice) (kapitola 3 – str. 28; tabulka 6)
P	obecný symbol pro srážky
PDS	partial duration series model; používá se pro hodnocení hydrologického sucha; vychází z metody prahové hodnoty (kapitola 1.6 – str. 17)
PDSI	Palmer Drought Severity Index; index intenzity sucha

(kapitola 1.6 – str. 15; tabulka 3 – str. 18)

- PET** potenciální evapotranspirace
(kapitola 4.1 – str. 29 a 30; výpočet měsíčních úhrnů - vzorec (1); výpočet denních úhrnů - vzorec (7))
- PET_{st}** normované (standardizované) úhrny potenciální evapotranspirace (vypočtené)
(kapitola 4.4 – str. 36; denní - vzorec (17))
- PN** Percent of Normal; index intenzity sucha
(kapitola 1.6 – str. 15; tabulka 3 – str. 18)
- PRN** Precipitation Needed for a Return to Normal Condition; denní srážka potřebná k vyrovnání deficitu zásob vodních zdrojů akumulovaných v průběhu posledních 365 dní; charakteristika odvozená v rámci postupu metody efektivní srážky
(kapitola 4.2 – str. 33; vzorec (12))
- P_{st}** normované (standardizované) úhrny srážek
(kapitola 4.4 – str. 36; denní - vzorec (15))
- RAI** Rainfall Anomaly Index; index intenzity sucha
(kapitola 1.6 – str. 15; tabulka 3 – str. 18)
- RDI** Reclamation Drought Index; index intenzity sucha
(kapitola 1.6 – str. 16; tabulka 3 – str. 18)
- RI** National Rainfall Index; index intenzity sucha
(kapitola 1.6 – str. 15; tabulka 3 – str. 18)
- S** Kritérium sucha; používá se pro kvantifikaci intenzity sucha v obdobích vymezených na základě metody součtových řad
(kapitola 1.8 – str. 25)
- SEP** Standardized Value of **DEP**; charakteristika odvozená v rámci postupu metody efektivní srážky
(kapitola 4.2 – str. 33; vzorec (11))
- SPI** Standardized Precipitation Index; index intenzity sucha
(kapitola 1.6 – str. 15; tabulka 3 – str. 18)
- suchá období** období po sobě jdoucích dní s negativní hodnotou **EDI** / **EDI_{mod}**; v textu se může jednat také o označení pro jednoleté a výraznější suché období
(kapitola 6.1 – str. 88; kapitola 6.2 – str. 100)
- sucho** období po sobě jdoucích dní s hodnotou **EDI** / **EDI_{mod}** nižší než -1,0; v textu se může jednat také o označení pro jednoleté a výraznější sucho
(kapitola 6.1 – str. 88; kapitola 6.2 – str. 100)
- SWSI** Surface Water Supply Index; index intenzity sucha

(kapitola 1.6 – str. 16; tabulka 3 – str. 18)

- T** obecný symbol pro teplotu vzduchu
- T_a** klimatologická stanice Tábor
(kapitola 3 – str. 28; tabulka 6)
- T_{st}** normované (standardizované) průměry teploty vzduchu (při výpočtu jsou záporné denní průměry teploty vzduchu nahrazeny nulami)
(kapitola 4.4 – str. 36; denní - vzorec (16))
- WMO** World Meteorological Organization, Ženeva, Švýcarsko
(kapitola 1.6 – str. 13)

12 Přílohy

Příloha 1 Faktory, které významně ovlivňují hodnotu indexů sucha prezentovaných v kapitole 4.5

Index sucha	Srážky v předchozím období	Srážky v daném období	Různá váha srážek v čase	Teplota/Pot. evapotranspirace v předchozím období	Teplota/Pot. evapotranspirace v daném období	Ukazatele v těsném vztahu s indexem sucha
APD	ne	ano	ne	ne	ne	srážky, P_{st}
EDI*	ano	ano	ano	ne	ne	srážky, P_{st}
EDI_{mod}*	ano	ano	ano	ano	ano	srážky, P_{st} , pot. evapotranspirace, PET_{st}
EDI₂*	ano	ano	ne	ano	ano	srážky, P_{st} , pot. evapotranspirace, PET_{st}
DI	ne	ano	ne	ne	ano	P_{st} , T_{st} – obecně vyšší vliv na hodnotu indexu má P_{st}
EvaDI	ne	ano	ne	ne	ano	P_{st} , T_{st} – stejný vliv na hodnotu indexu
EvaDI₂	ne	ano	ne	ne	ano	P_{st} , PET_{st} – stejný vliv na hodnotu indexu

Pozn. Indexy sucha označené hvězdičkou vycházejí při výpočtu z denních úhrnů srážek, případně také z potenciální evapotranspirace za posledních 365 dní. Berou tedy v úvahu srážkové a teplotní podmínky v období, které předchází časovému úseku, pro nějž denní hodnoty indexů sucha počítáme.

Sloupec „Různá váha srážek v čase“ znamená, že denní úhrny srážek vstupují do výpočtu s různými vahami, které s liší v závislosti na čase, který uběhl ode dne, pro který index stanovujeme (viz graf 1 v kapitole 4.2).

Vliv ukazatele T_{st} na výslednou hodnotu indexu **DI** je v porovnání s charakteristikou P_{st} v průměru o zhruba 55-56 % nižší.

Příloha 2 Průměrné srážkové a teplotní poměry na území Česka v jednotlivých měsících roku (období 1875-2002)

Měsíc	Srážky v mm	Teplota ve °C
leden	26,1	-1,76
únor	24,2	-0,39
březen	31,4	3,48
duben	40,6	8,37
květen	61,4	13,53
červen	74,7	16,72
červenec	80,2	18,39
srpen	69,1	17,71
září	47,7	13,86
říjen	40,2	8,64
listopad	34,2	3,43
prosinec	32,0	0,23
rok	561,6	8,53
veg. období	373,5	14,79

Pozn. Hodnoty v tabulce představují aritmetický průměr z osmi vybraných stanic (kapitola 3). Pro období 1875-1920, ze kterého nemáme k dispozici data ze všech stanic, jsme vypočítaný průměr opravili o tzv. korekční faktor (kapitola 4.4).

Příloha 3 Průměrná teplota vzduchu, průměrné úhrny srážek a potenciální evapotranspirace na stanici Praha-Klementinum v období 1875-2002 v jednotlivých měsících roku

Měsíc	Srážky v mm	Potenciální evapotranspirace v mm	Teplota ve °C
leden	20,1	5,1	-0,38
únor	19,4	7,4	0,87
březen	26,6	21,1	4,54
duben	36,0	47,8	9,35
květen	58,6	90,2	14,59
červen	65,1	115,7	17,94
červenec	68,1	128,8	19,62
srpen	61,2	112,7	18,93
září	40,8	73,4	14,96
říjen	32,9	40,1	9,66
listopad	27,9	15,1	4,52
prosinec	24,9	6,6	1,04
rok	481,5	664,1	9,68
veg. období	329,7	568,6	15,93