

Mendelova univerzita v Brně
Agronomická fakulta

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Brno 2022

Lucie Balcárková

Mendelova univerzita v Brně
Agronomická fakulta
Ústav agrosystémů a bioklimatologie



Hodnocení výsledků portálu intersucho.cz
externími zpravodaji
Bakalářská práce

Vedoucí práce:
prof. Ing. Zdeněk Žalud, Ph.D.

Vypracovala:
Lucie Balcárková

Brno 2022

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Zpracovatelka: **Bc. Lucie Balcárková**

Studijní program: Agrobiologie

Obor: Všeobecné zemědělství

Název tématu: **Hodnocení výsledků portálu intersucho.cz externími zpravodaji**

Rozsah práce: 30-40

Zásady pro vypracování:

1. Analýza hodnocení expertních formulářů v systému intersucho.cz od roku jejich zavedení (2013/2014).
2. Porovnání výsledků půdní vlhkosti a intenzity sucha z modelu SOILCLIM I s hodnocením externích zpravodajů.
3. Porovnání výsledků půdní vlhkosti a intenzity sucha z modelu SOILCLIM II (nové verze nasazené v 12/2020) s hodnocením externích zpravodajů a porovnání s předchozí verzí.
4. Vyhodnocení dopadů nové verze modelu (SOILCLIM II) na kvalitu monitoringu sucha a hodnocení externích zpravodajů.

Seznam odborné literatury:

1. TRNKA, M. – HLAVINKA, P. – SEMERÁDOVÁ, D. – BALEK, J. – MOŽNÝ, M. – ŠTĚPÁNEK, P. – ZAHRADNÍČEK, P. – HAYES, M. – EITZINGER, J. – ŽALUD, Z. Drought monitor for the Czech Republic – www.intersucho.cz. In *Mendel and bioclimatology*. 1. vyd. Brno: Masaryk University, 2014, s. 630–638. ISBN 978-80-210-6983-1.
2. JUREČKA, F. – HLAVINKA, P. – ŽALUD, Z. – TRNKA, M. a kol. Mapování sucha a odhad výnosů polních plodin pomocí indexu ESI. In *Půdní a zemědělské sucho*. 1. vyd. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, 2016, s. 130–139. ISBN 978-80-87361-55-9.
3. BARTOŠOVÁ, L. – TRNKA, M. – SEMERÁDOVÁ, D. – HLAVINKA, P. – ŠTĚPÁNEK, P. – ZAHRADNÍČEK, P. – ŽALUD, Z. Monitoring zemědělského sucha a jeho uživatelé a zpravodajové. In *Půdní a zemědělské sucho*. 1. vyd. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, 2016, s. 34–40. ISBN 978-80-87361-55-9.
4. ŽALUD, Z. a kol. *Změna klimatu a české zemědělství – dopady a adaptace*. 10. vyd. Brno: Folia Mendelovy zemědělské a lesnické univerzity v Brně, 2009. 154 s. 2. ISBN 978-80-7375-369-6.
5. ŽALUD, Z. – TRNKA, M. – HLAVINKA, P. *Zemědělské sucho v České republice – vývoj, dopady a adaptace*. Praha: AK ČR, 2020. 120 s. ISBN 978-80-88351-02-3.
6. BRÁZDIL, R. – TRNKA, M. a kol. *Sucho v českých zemích: minulost, současnost, budoucnost*. 1. vyd. Turnov, Svobodova 1431: UNIpress spol s.r.o., 2015. 400 s. ISBN 978-80-87902-11-0.

Datum zadání bakalářské práce: září 2020

Termín odevzdání bakalářské práce: duben 2022

L. S.

Bc. Lucie Balcárková

Autorka práce

prof. Ing. Zdeněk Žalud, Ph.D.

Vedoucí práce

prof. Ing. Zdeněk Žalud, Ph.D.

Vedoucí ústavu

doc. Ing. Pavel Ryant, Ph.D.

Garant studijního programu

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci:

Hodnocení výsledků portálu intersucho.cz externími zpravodaji

vypracoval/a samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a v souladu s platnou Směrnicí o zveřejňování závěrečných prací. Prohlašuji, že tištěná podoba závěrečné práce a elektronická podoba závěrečné práce zveřejněná v aplikaci Závěrečné práce v Univerzitním informačním systému je identická.

Jsem si vědom/a, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne:.....

.....

podpis

Poděkování

Děkuji panu prof. Ing. Zdeňku Žaludovi, Ph.D. za metodickou podporu, velmi podnětné rady, připomínky a doporučení, za velkou míru trpělivosti a ochoty, rychlost komunikace a lidský přístup, poskytnutou literaturu a v neposlední řadě za čas, který věnoval vedení mé bakalářské práce.

Děkuji paní Mgr. Monice Bláhové za cenné rady při práci s databází dat, za pomoc při objasnění principu funkce modelu vodní bilance a konstruktivní připomínky.

Díky patří také respondentům internetového dotazníku, bez jejichž odpovědí by tato práce nemohla vzniknout.

Ráda bych zde také poděkovala svému partnerovi za jeho trpělivý přístup a pochopení a rodině za podporu.

Abstrakt

Bakalářská práce „Hodnocení výsledků portálu intersucho.cz externími zpravodaji“ analyzuje data z internetového dotazníku dostupného na portále intersucho.cz, kde externí zpravodajové subjektivně pomocí známek hodnotí, zda vláhová bilance v půdě dle modelu SoilClim odpovídá skutečnosti na jejich pozemku. Data jsou integrována na úrovni okresů. Jejich porovnání bylo provedeno na základě sestaveného kritéria – pro okresy s více jak 100 hodnoceními za rok je spočten koeficient objektivity, pomocí kterého jsou vybrány 4 nejhůře a 4 nejlépe hodnocené okresy na základě každoročního vyhodnocení. Vývoj hodnocení je podrobněji analyzován ve vybraných okresech. Na základě provedených analýz není pozorována prokazatelná změna v hodnocení modelových výstupů externími zpravodaji od doby zavedení nové verze modelu vodní bilance SoilClim II. Prokazatelné je ale celkové zlepšení hodnocení v předchozím roce 2021, který je nejlépe hodnoceným rokem od zavedení dotazníkového šetření.

Klíčová slova

Intersucho, zemědělské sucho, SoilClim, vodní bilance, půdní vlhkost, internetový dotazník

Abstract

Bachelor thesis Evaluation of the results of intersucho.cz by external reporters analyses data from an online questionnaire available on intersucho.cz, where external reporters subjectively assess by marks whether the water balance in the soil according to the SoilClim model corresponds with reality in their region - district. The comparison of the districts was made on the basis of established criteria - for districts with more than 100 assessments per year, the objectivity coefficient is calculated by which the 4 worst-performing and the 4 best-performing districts are selected on the basis of the annual evaluation. The development of the assessment is analysed in more detail in selected districts. Based on the analyses performed, no demonstrable change in the assessment of model outputs by external reporters has been observed since the introduction of the new version of the water balance model SoilClim II. However, the overall improvement in the

assessment in the previous year, 2021, which is the best-performing year since the introduction of the questionnaire investigation, is demonstrable.

Key words

InterDrought, agricultural drought, SoilClim, water balance, soil moisture, online questionnaire

Obsah

SEZNAM OBRÁZKŮ	9
SEZNAM TABULEK	11
1 ÚVOD.....	12
2 CÍLE PRÁCE.....	18
3 LITERÁRNÍ PŘEHLED	19
3.1 INTERSUCHO	19
3.2 MODEL VODNÍ BILANCE SOILCLIM	20
3.2.1 <i>Nová verze modelu vodní bilance SoilClim</i>	<i>22</i>
3.3 EXPERTNÍ HLÁŠENÍ	24
3.3.1 <i>Internetový dotazník.....</i>	<i>25</i>
4 METODIKA, ZDROJ A CHARAKTERISTIKA DAT	26
5 ANALÝZA DAT	27
6 VÝSLEDKY	27
6.1 SOILCLIM I	27
6.1.1 <i>Kritérium pro výběr okresů</i>	<i>29</i>
6.1.2 <i>Vybrané okresy</i>	<i>31</i>
6.1.3 <i>Výběr pro podrobnou analýzu</i>	<i>33</i>
6.2 SOILCLIM II	35
6.3 PODROBNÁ ANALÝZA ZNÁMKOVÁNÍ VE VYBRANÝCH OKRESECH	37
6.3.1 <i>Vybrané nejhůře hodnocené okresy</i>	<i>38</i>
6.3.2 <i>Vybrané nejlépe hodnocené okresy.....</i>	<i>42</i>
6.3.3 <i>Prostorová analýza vybraných okresů.....</i>	<i>45</i>
7 SHRUTÍ A ZÁVĚR	47
SEZNAM LITERATURY	50

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1: Vývoj ročního úhrnu atmosférických srážek a ročního průměru teploty vzduchu v českých zemích zjištěný na základě historických pramenů od roku 1500 (srážky zeleně a teplota červeně) a vyjádřený jako odchylky od dlouhodobého průměru 1961-1990 a později na základě měření (modře) doplněný o výskyt suchých epizod (červené tečky) v konkrétních letech (Brázdil, Trnka et al., 2015)	13
Obr. 2: Vývoj průměrné roční teploty a průměrného ročního úhrnu srážek v českých zemích od roku 1961 (Žalud et al., 2019).....	13
Obr. 3: Vývoj počtu letních, tropických, ledových dnů a dnů se sněhovou pokrývkou na našem území od roku 1961 (Žalud et al., 2020).....	14
Obr. 4: Síť meteorologických stanic ČHMÚ (www.chmi.cz)	15
Obr. 5: Schéma vodní bilance (Žalud, 2015)	16
Obr. 6: Schéma propojení hlavních modulů SoilClim (Hlavinka et al., 2011).....	21
Obr. 7: Náhled databáze výstupů internetového dotazníku dostupného na portále intersucho.cz (pouze vybrané sloupce) poskytnuté pro účely této práce Ústavem agrosystémů a meteorologie MENDELU se zvýrazněním dat využitých v této bakalářské práci (zeleně).....	26
Obr. 8: Vývoj celkového množství hodnocení ze všech okresů v letech 2015-2020 dle měsíců (leden zvýrazněn)	27
Obr. 9: Vývoj celkové průměrné známky bez rozlišení okresů v letech 2015-2020 dle měsíců	28
Obr. 10: Vývoj celkového množství hodnocení ze všech okresů v letech 2015-2021 dle měsíců (leden zvýrazněn)	35
Obr. 11: Vývoj celkové průměrné známky v letech 2015-2021 dle měsíců (zvýrazněno období od zavedení SoilClim II).....	36
Obr. 12: Roční průměrná známka v letech 2015-2021 s uvedením rozptylu hodnot na základě měsíčních průměrných známek	36
Obr. 13: Vývoj hodnocení okresu Louny v letech 2015-2021 v měsíčním kroku: celkový počet hodnocení a průměrná známka; zavedení SoilClim II zvýrazněno modře	38

Obr. 14: Vývoj hodnocení okresu Pardubice v letech 2015-2021 v měsíčním kroku: celkový počet hodnocení a průměrná známka; zavedení SoilClim II zvýrazněno modře	39
Obr. 15: Vývoj hodnocení okresu Nymburk v letech 2015-2021 v měsíčním kroku: celkový počet hodnocení a průměrná známka; zavedení SoilClim II zvýrazněno modře	40
Obr. 16: Vývoj hodnocení okresu Jičín v letech 2015-2021 v měsíčním kroku: celkový počet hodnocení a průměrná známka; zavedení SoilClim II zvýrazněno modře	41
Obr. 17: Vývoj hodnocení okresu Bruntál v letech 2015-2021 v měsíčním kroku: celkový počet hodnocení a průměrná známka; zavedení SoilClim II zvýrazněno modře	42
Obr. 18: Vývoj hodnocení okresu Blansko v letech 2015-2021 v měsíčním kroku: celkový počet hodnocení a průměrná známka; zavedení SoilClim II zvýrazněno modře	43
Obr. 19: Vývoj hodnocení okresu Beroun v letech 2015-2021 v měsíčním kroku: celkový počet hodnocení a průměrná známka; zavedení SoilClim II zvýrazněno modře	44
Obr. 20: Vývoj hodnocení okresu Prachatice v letech 2015-2021 v měsíčním kroku: celkový počet hodnocení a průměrná známka; zavedení SoilClim II zvýrazněno modře	44
Obr. 21: Počty okresů v letech 2015-2021: okresy s alespoň 1 hodnocením za rok (zeleně); z toho okresy s více jak 100 hodnoceními za rok (modře)	45
Obr. 22: Prostorové zobrazení vybraných okresů 2016-2020: s nejhorším hodnocením (modře) a s nejlepším hodnocením (zeleně)	46

SEZNAM TABULEK

Tab. 1: Rozdíly mezi verzemi modelu SoilClim I a II (Řehoř et al., 2021).....	23
Tab. 2: Porovnání okresů dle průměrné známky v roce 2020: vybráno 10 nejhůře hodnocených okresů (méně než 100 hodnocení z celého okresu zvýrazněno červeně). 29	
Tab. 3: Porovnání okresů s více jak 100 hodnoceními dle koeficientu k pro rok 2020: vybráno 10 nejhůře hodnocených okresů	31
Tab. 4: Vybrané okresy pro rok 2015	32
Tab. 5: Vybrané okresy pro rok 2016	32
Tab. 6: Vybrané okresy pro rok 2017	32
Tab. 7: Vybrané okresy pro rok 2018	32
Tab. 8: Vybrané okresy pro rok 2019	32
Tab. 9: Vybrané okresy pro rok 2020	33
Tab. 10: Vybrané okresy pro rok 2021	37

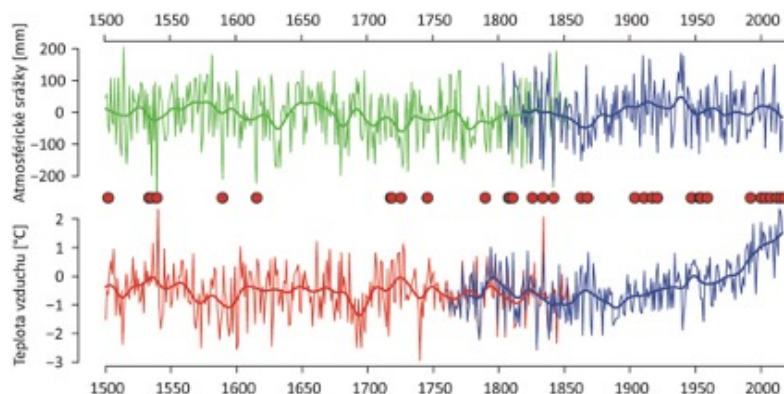
1 ÚVOD

V posledních době se téma sucha dostává do popředí, o čemž svědčí nejen nárůst množství vědeckých studií na toto téma v odborné literatuře, ale i zájem médií, která toto téma dostávají i do povědomí laické veřejnosti. Dopady sucha jsou stále více viditelné a ve spojitosti se změnou klimatu jsou jeho dopady znatelné v kvalitě života i ekonomice. Tyto změny ovlivňují prostředí, ve kterém žijeme, jeho budoucí vývoj a především jeho schopnost poskytnout lidem obživu.

Pojem sucho může být chápán různě: *meteorologické* sucho řeší množství srážek během roku v porovnání s dlouhodobými průměry pro dané období, *zemědělské* sucho se soustředí na optimální podmínky pro růst a vývoj pěstovaných plodin především z hlediska dostupné vody v půdě, *hydrologické* sucho se zabývá množstvím vody v povrchových tocích a vodních plochách a *socioekonomické* sucho vyzdvihuje dopady sucha na ekonomiku a sociální oblast obecně (dostatek vody pro občany a její dostupnost). Tato práce se věnuje problematice zemědělského sucha, a to především z hlediska jeho monitorování.

Sucho, resp. suché epizody (období s dlouhodobým nedostatkem vláhy způsobující nesprávný růst a vývoj rostlin) nejsou novinkou posledních let či desetiletí, ale přirozeným úkazem, který se již v historii mnohokrát opakoval. Sucho je extrémním projevem počasí a jeho výskyt, intenzita, četnost a dopady odpovídají klimatickým podmínkám oblasti, způsobu hospodaření a úrovni adaptace. S klimatickou změnou, tedy změnou dlouhodobého (alespoň třicetiletého) trendu vybraných meteorologických prvků, dochází i k zvýšené variabilitě počasí, což má vliv na četnost výskytu extrémů jako je např. sucho nebo povodně. (Žalud et al., 2009)

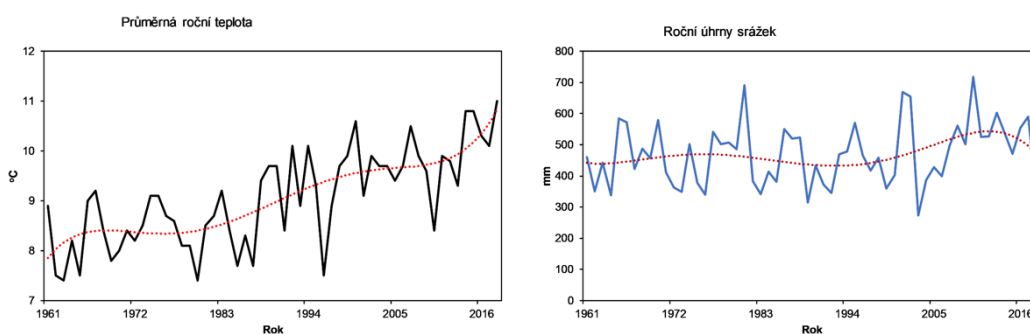
Výskyt suchých epizod znázorňuje Obr. 1, kde jsou v horní části grafu uvedeny roční úhrny srážek a ve spodní části grafu průměrná roční teplota vzduchu. Červené tečky ve střední části ukazují výskyt suchých epizod dle dochovaných historických záznamů. Od přelomu 18. a 19. století se průběh teploty vzduchu a srážkové úhrny zaznamenávají v pražském Klementinu (teplota od r. 1775, srážky od r. 1805), dřívější údaje pochází z dokumentárních pramenů.



Obr. 1: Vývoj ročního úhrnu atmosférických srážek a ročního průměru teploty vzduchu v českých zemích zjištěný na základě historických pramenů od roku 1500 (srážky zeleně a teplota červeně) a vyjádřený jako odchylky od dlouhodobého průměru 1961-1990 a později na základě měření (modře) doplněný o výskyt suchých epizod (červené tečky) v konkrétních letech (Brázdil, Trnka et al., 2015)

Z Obr. 1 je patrné, že výskyt suchých epizod je přirozeným úkazem a přímo nesouvisí se změnou klimatu v posledních desítkách až stovkách let.

Dlouhodobá měření potvrzují změnu klíčových meteorologických prvků – průměrné roční teploty vzduchu a průměrného ročního úhrnu srážek (viz Obr. 2) – které mají přímý vliv na množství výskytů suchých epizod, a z toho důvodu jsou stěžejní pro predikci vývoje a co nejpřesnější monitoring zemědělského sucha pro Českou republiku (ČR) ve 21. století.

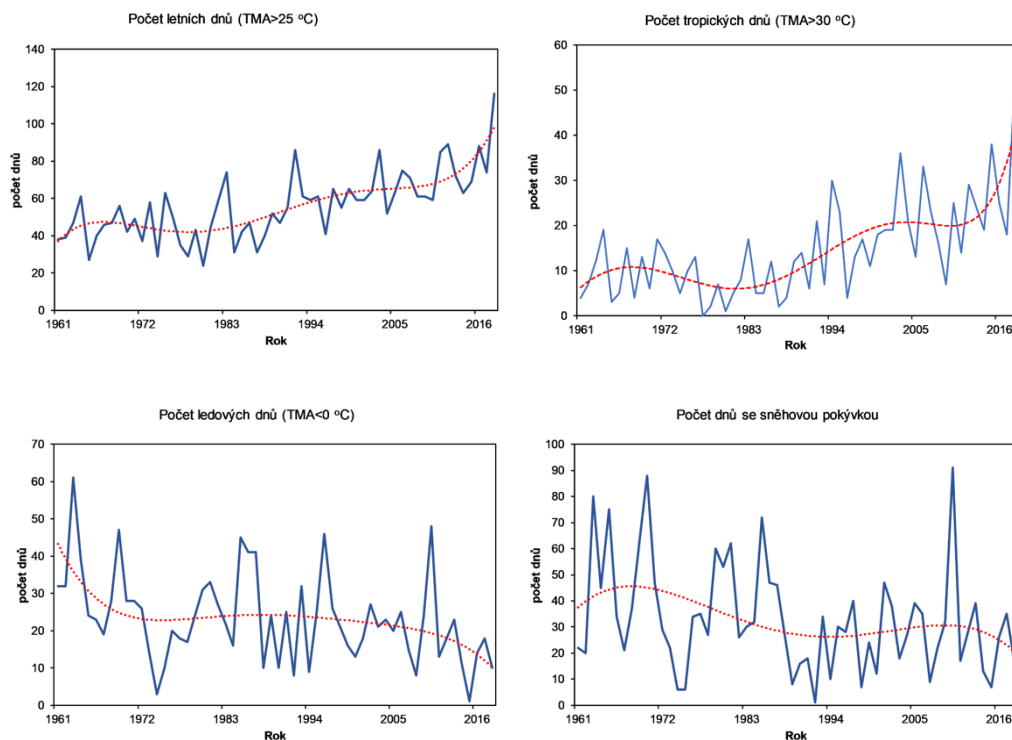


Obr. 2: Vývoj průměrné roční teploty a průměrného ročního úhrnu srážek v českých zemích od roku 1961 (Žalud et al., 2019)

Zatímco graf průměrných ročních teplot na Obr. 2 vykazuje zhruba od počátku minulého století rostoucí tendenci, roční úhrny srážek nevykazují výrazný nárůst ani

pokles, mění se však intenzita srážek a jejich rozložení v čase kdy, roste výskyt přivalových dešťů následovaných obdobími s minimem srážek nebo úplně beze srážek.

Za konkrétní a člověku snadno postřehnutelné projevy této změny můžeme považovat zvyšující se počet letních (max. teplota nad 25 °C) a tropických (max. teplota nad 30 °C) dnů nebo naopak klesající počet ledových dnů (max. teplota pod 0 °C) a dnů se sněhovou pokrývkou, jak je vidět na Obr. 3.



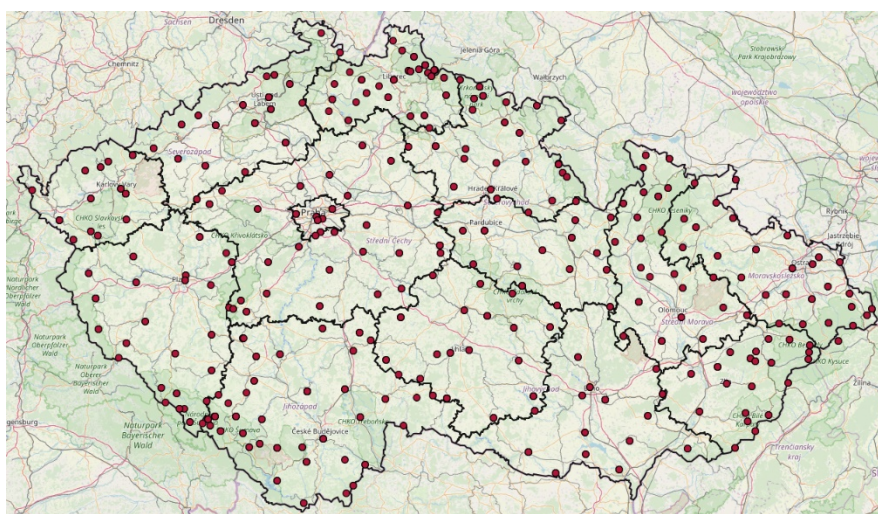
Obr. 3: Vývoj počtu letních, tropických, ledových dnů a dnů se sněhovou pokrývkou na našem území od roku 1961 (Žalud et al., 2020)

Pro co nejpřesnější předpovězení vývoje sucha i jeho monitoring je důležité stanovit předpokládanou změnu teploty, srážek a případně i dalších meteorologických prvků pro konkrétní roky a z nich odvodit pravděpodobný výskyt suchých epizod z hlediska počtu a jejich intenzity. Toto odvození, resp. popis celkového vývoje klimatu, probíhá pomocí globálních cirkulačních modelů (GCM) vytvořených světovými klimatickými centry. Těchto modelů existuje několik, každý z nich předpovídá vývoj sucha dle svých algoritmů a výstupy jsou mírně odlišné. Některé modely předpovídají budoucnost klimatu jako velmi suchou, jiné jako mírně suché, z hlediska teplot některé modely předpovídají

výrazně teplejší klima, jiné jen mírně teplé (menší nárůst teploty oproti současnému stavu).

Současné klimatické scénáře pro Evropu předpokládají pro celé území nárůst teploty během celého roku, ale zároveň rozlišují 2 hlavní oblasti, které se od sebe liší. V oblasti Skandinávie (od 60. rovnoběžky severněji) se předpokládá nárůst především zimních teplot a vyšší úhrny srážek, kdežto na jihu Evropy (od 40. rovnoběžky jižněji) je předpokládáno zvýšení letních teplot a nižší úhrny srážek. ČR svým geografickým umístěním leží mezi těmito hlavními oblastmi, a zdejší prognózy jsou proto ovlivněny oběma oblastmi. Předpovědi vývoje sucha v ČR hovoří o celoročním nárůstu teplot (především v jarních a letních měsících) a stejné úrovni srážek, ale nárůstu nevyrovnaných srážkových období během roku.

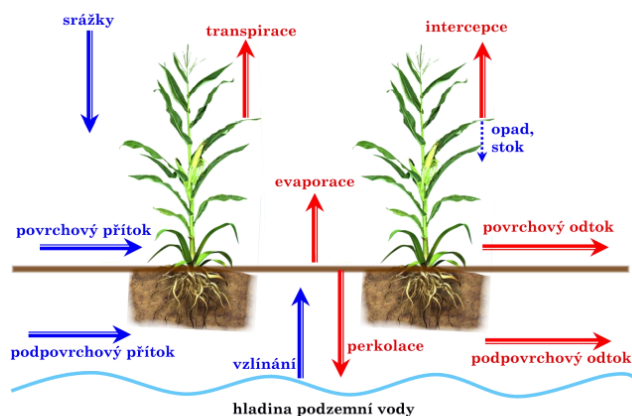
Pro tvorbu modelů a předpovědí jsou zapotřebí vstupní data. Tato data zajišťuje celosvětová síť meteorologických stanic, jejichž součástí jsou i stanice v ČR (viz Obr. 4), v současné době spravovány Českým hydrometeorologickým ústavem (ČHMÚ). Jsou to především teplota a vlhkost vzduchu, množství srážek, rychlost větru a sluneční záření.



Obr. 4: Síť meteorologických stanic ČHMÚ (www.chmi.cz)

Z hlediska zemědělského sucha a případného dopadu na rostliny je důležité monitorování vodní bilance v půdě. Zjednodušeně je vodní bilance rozdíl množství vody, které se do půdy dostává (srážky, přítok) a množství vody, které odchází pryč (výpar, odtok), jak znázorňuje Obr. 5. Výsledkem je půdní vlhkost, tedy voda v půdě dostupná

pro rostliny. Půdní vlhkost výrazně ovlivňuje celkový výnos, organizaci a kvalitu sklizně a proto je primárním indikátorem zemědělského sucha.



Obr. 5: Schéma vodní bilance (Žalud, 2015)

V ČR a v rámci projektu intersucho.cz se pro výpočet vodní bilance používá model vodní bilance SoilClim, který počítá aktuální evapotranspiraci (výpar z povrchu půdy - evaporaci a z rostlin - transpiraci). Evapotranspirací se do atmosféry dostane 15 % z jejího celkového množství. Je důležitou složkou vodního cyklu, protože zapříčiňuje vznik mraků a tím pádem i srážek.

Evapotranspirace je společný název pro dva současně probíhající procesy: evaporaci (výpar z půdy) a transpiraci (výpar z rostlin), je tedy ovlivněna vlastnostmi půdy i vlastnostmi rostliny. Dostupnost vody v půdě pro rostlinu souvisí s typem půdy, kdy lehké písčité půdy vodu rychle propouští do spodních vrstev a rostlinám se tak stává poměrně rychle nepřístupnou, půda vysychá a nedochází ani k evaporaci, zatímco těžké jílovité půdy vodu zadržují, rostlinám je přístupnější, ale snáze se také vypařuje. Vliv rostliny se projeví v její potřebě vody a způsobu, jakým s ní nakládá. Transpirace je pro rostlinu důležitá, umožňuje transport vody a živin do celého organismu, umožňuje ochlazování povrchu rostliny a fotosyntézu. Některé rostliny ztrácí transpirací mnoho vody, proto je jejich potřeba vody vyšší než u jiných rostlin, které transpiraci potlačují.

Evapotranspiraci ovlivňuje také celá řada meteorologických faktorů. S rostoucí teplotou, vyšší rychlostí větru nebo vyšším množstvím slunečního záření rychlost

evapotranspirace roste, naopak vyšší vlhkost vzduchu a nedostatek vody v půdě její rychlost snižují.

Aktuální evapotranspiraci počítá model vodní bilance SoilClim a na základě dostupných meteorologických dat modeluje aktuální zásobu vody v půdě. Podrobněji se modelu SoilClim a jeho funkci věnuje kapitola 3.2 Model vodní bilance SoilClim.

2 CÍLE PRÁCE

Práce má za cíl provést analýzu souboru dat z portálu intersucho.cz se zaměřením na vybraný parametr – validaci monitoringu sucha externími zpravodaji. Konkrétně má analyzovat jejich zpětnou vazbu hodnotící intenzitu sucha a relativní nasycení půdy a pro vybrané okresy sestavit podrobnou analýzu hodnocení od doby provozu portálu (od roku 2015). Výběr okresů bude proveden na základě zvoleného kritéria výběru – koeficientu objektivity k , který porovnává okresy na základě průměrné známky a množství hodnocení.

Dílčím cílem práce je ověřit, zda se změnou modelu výpočtu vodní bilance z verze SoilClim I na SoilClim II došlo k pozorovatelné změně v hodnocení přesnosti modelových výstupů v dotaznících externích zpravodajů.

3 LITERÁRNÍ PŘEHLED

Ve světě existují různé systémy, které pomocí matematických výpočtů a na základě vstupních dat modelují situaci v krajině. Příkladem může být systém z USA, vyvíjený NDMC (National Drought and Mitigation Center – University of Nebraska), který však nelze bez předchozí úpravy použít, protože je nastaven na podmínky severoamerického kontinentu a v podmínkách ČR tedy není spolehlivý. Tento systém se stal předlohou pro vznik českého projektu Intersucho, který se zabývá klimatickými a půdními podmínkami ČR včetně vlivu na zdejší vegetaci.

3.1 Intersucho

Projekt Intersucho vznikl za účelem poskytnutí kvalitních informací jak pracovníkům zemědělské prvovýroby a jiné odborné veřejnosti, tak i orgánům státní správy, které tím získají další nástroj pro zefektivnění mezinárodní komunikace a spolupráce. (Trnka et al. 2016)

Na vývoji projektu Intersucho spolupracovala Mendelova univerzita v Brně, Ústav výzkumu globální změny AV ČR¹ a Agrární komora ČR, tedy i zástupci zemědělců, kteří vývoj tohoto projektu podporovali a vyžadovali. Pro správnou funkci systému bylo nutné zajistit podrobné sady údajů nejen z oblasti meteorologie, ale také údaje výškopisné, údaje o chování vegetace během roku a v neposlední řadě podrobné údaje o půdě včetně způsobu jejího využívání.

Projekt je dostupný na portále intersucho.cz od srpna roku 2012 a má 2 funkce; monitoring a předpověď.

Předpovědní funkce kombinuje výstupy globálních numerických modelů simulujících atmosférické podmínky a doplňuje je o korekce tak, aby byly přesněji simulovány podmínky ČR. Takto upravená data vstupují do modelu vodní bilance SoilClim a jeho výstupem je předpověď vývoje zemědělského sucha dle aktuálních informací o stavu atmosféry. Úspěšnost předpovědí je hodnocena zpětně porovnáním se skutečně naměřenými daty ze sítě meteorologických stanic.

¹ Akademie věd České republiky

Pro účely této práce je však více podstatná druhá a také hlavní funkce projektu Intersucha, a to funkce monitorovací. Monitoring zemědělského sucha, půdní vlhkosti a dopadu na hlavní polní plodiny probíhá na základě 3 nezávislých metod:

- Výstupy matematického modelu vodní bilance SoilClim (Hlavinka et al., 2011)
- Pravidelné expertní hlášení (Bartošová et al. 2016)
- Dálkový průzkum Země pomocí senzoru neseného polární družicí Terra spravovanou organizací NASA² (Jurečka et al., 2016)

Kombinací těchto nezávislých metod je docíleno komplexního a objektivního monitoringu půdní vlhkosti a zemědělského sucha a jeho dopadů.

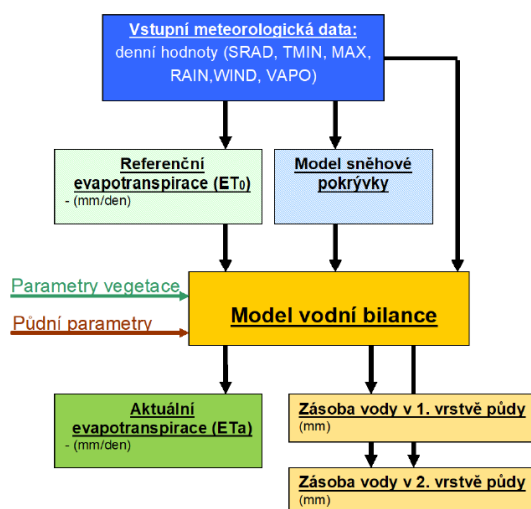
Do projektu byla od roku 2015 zahrnuta Slovenská republika a zájem projevila i řada evropských států.

3.2 Model vodní bilance SoilClim

Pro správnou indikaci zemědělského sucha je zapotřebí najít vhodný indikátor. Těžko by však bylo možné nalézt jediný univerzální indikátor pro různé půdní a podnebné podmínky, různé nároky vegetace atd. Z toho důvodu musí výpočetní model zahrnovat celou sadu indikátorů a následně je zpracovat pomocí různých diagnostických metod.

Model vodní bilance SoilClim zpracovává vstupní data odebíraná denně z automatizované sítě meteorologických stanic ČHMÚ. Konkrétně se jedná o teplotu a vlhkost vzduchu, srážky, rychlost větru a množství slunečního záření. Kromě meteorologických dat model zohledňuje také půdní podmínky a stav vegetace během roku. Schéma funkce výpočetního systému viz Obr. 6.

² National Aeronautics and Space Administration



Obr. 6: Schéma propojení hlavních modulů SoilClim (Hlavinka et al., 2011)

Ze vstupních dat model počítá aktuální evapotranspiraci a v denním kroku modeluje zásobu vody v půdě. Výstupem je mapa s rozlišením 500 x 500 m.

Mezi základní produkty projektu Intersucho patří **Intenzita sucha**, což je odhad půdní vlhkosti zpracovaný modelem SoilClim na základě aktuálních meteorologických dat. Pro konkrétní den je vyhodnocena mimořádnost tohoto odhadu vzhledem k 50 letému průměru (1961-2010) pro danou lokalitu a část roku. Intenzita sucha tedy vyjadřuje pravděpodobnost výskytu modelového odhadu a na základě její hodnoty je dané lokalitě přiřazen odpovídající stupeň intenzity sucha (S1-S5). Pro lepší lokalizaci deficitu vody je modelový odhad půdní vlhkosti rozdělen dle půdního profilu na 0-40 cm a 40-100 cm.

Kromě Intenzity sucha je k dispozici i modelový odhad **Relativního nasycení půdy**, tj. odhad nasycení půdy vodou na základě údajů o její schopnosti pojmout a zadržet vodu. Relativní nasycení půdy hodnotí využitelnou vodní kapacitu opět ve 2 vrstvách půdy 0-40 cm a 40-100 cm a to procentuálně, kdy 0 % relativního nasycení odpovídá bodu vadnutí, méně než 50 % je snižená dostupnost vody pro rostliny a 100 % relativního nasycení odpovídá plné polní vodní kapacitě. Odhad zohledňuje data o půdě jako půdní druh a hloubku profilu na základě podrobné mapy půdního zastoupení ČR.

Produktů dostupných v rámci projektu Intersucho je mnohem více, ale pro účely této práce jsou podstatné výše uvedené. Podrobnější informace si čtenář může dohledat přímo

na portále intersucho.cz, kde jsou pravidelně zveřejňovány všechny monitorované indikátory většinou ve formátu mapy s rozlišením 500 x 500 m.

Detailní mapy výše zmíněných 2 produktů (Intenzity sucha a Relativního nasycení půdy) jsou v týdenním kroku zveřejňovány i samostatně pro jednotlivé okresy na portále intersucho.cz v sekci Sucho s okresech. Zároveň jsou tyto mapy součástí internetového dotazníku pro expertní posouzení přesnosti odhadu modelu vodní bilance SoilClim. Více o internetovém dotazníku v kapitole 3.3.

3.2.1 Nová verze modelu vodní bilance SoilClim

Na základě zpětné vazby a nezávislého posouzení shody výstupů modelu vodní bilance SoilClim se skutečným stavem v krajině je model SoilClim neustále vyhodnocován a vyvíjen. Od 7. 3. 2021 byla uvedena do provozu nová verze modelu s názvem SoilClim II, která se od předchozí verze liší. Srovnání parametrů obou verzí SoilClim uvádí Tab. 1.

Vstupní meteorologická data pro SoilClim I jsou získávána se sítě meteorologických stanic Českého hydrometeorologického ústavu (ČHMÚ) ve spolupráci s Ústavem výzkumu globální změny AV ČR, v.v.i. (CzechGlobe), oproti tomu SoilClim II je propojen s pravidelně aktualizovanou globální databází meteorologických dat ERA5-Land³. Půdní data pro SoilClim I jsou převzata z detailního výzkumu RNDr. M. Tomáška, CSc. (Tomášek, 2014), SoilClim II vychází z globálního modelu půd. Využití a výškový profil půdy jsou ve verzi SoilClim II použity z databáze ERA5-Land, zatímco předchozí verze používá jiné, samostatné databáze. Nově je v SoilClim II zahrnut i LAI (Leaf Area Index – index listové plochy) rovněž z databáze ERA5-Land.

Parametry modelu – tedy samotný princip výpočtu – byl také podstatně změněn. Na rozdíl od verze SoilClim I, kde evapotranspirace i výška vegetace byly funkcí GDD (Gowing Degree Days – stupeň růstu vegetace dle počtu dní) a délka kořene byla konstantní (1 m), nová verze SoilClim II evapotranspiraci (evaporaci a transpiraci samostatně), výšku vegetace i délku kořene vyjadřuje dynamicky ve vztahu k LAI.

³ ERA5-Land Hourly Data from 1981 to Present. Available online: <https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/dataset/reanalysis-era5-land>

K úpravě došlo mj. i z hlediska členění půdního profilu: SoilClim I rozlišuje 2 vrstvy do hloubky 1 m, kdežto SoilClim II rozlišuje vrstvy 4 a na rozdíl od předchozí verze počítá s celkovou hloubkou půdního profilu až 2 m.

Tab. 1: Rozdíly mezi verzemi modelu SoilClim I a II (Řehoř et al., 2021)⁴

Parametr	SoilClim I	SoilClim II
Období simulace	1961-2020	1981-2020
Vstupní data:		
- meteorologická	ČHMI/Czechglobe	ERA5-Land
- půdní	půdní mapa (Tomášek, 2007)	SoilGrids 1 km (Hengl et al., 2014) a 250 m (Hengl et al., 2017)
Využití půdy	CORINE Land Cover 2012 v17	ERA5-Land: vysoká a nízká vegetace, holá půda
Výškový profil	Digitální výškový model pro Evropu (EU-DEM-3035)	ERA5-Land
Leaf Area Index	-	ERA5-Land
Parametry modelu:		
- evapotranspirace	jeden dynamický koeficient jako funkce GDD	duální koeficient, kde evaporace vychází z vodní bilance svrchní vrstvy půdy a transpirace je funkcí LAI
- výška porostu	výška porostu roste dynamicky jako funkce GDD	výška vegetace roste dynamicky jako funkce LAI
- kořenový systém	konstantní délka kořene (1 m)	délka kořene roste dynamicky jako funkce LAI až do maxima 2 m
- povrchový odtok	15% pro >2 mm srážek	vyjádřen pomocí CN křivek
- zachycení srážek rostlinami	zahrnuto zachycení srážek rostlinami	zahrnuto do duálního koeficientu (evaporace)
- členění půdy	2 vrstvy (0,0-0,4 a 0,4-1,0 m)	4 vrstvy (0,0-0,1; 0,1-0,4; 0,4-1,0; a 1,0-2,0 m)
- pohyb vody uvnitř půdního profilu	pouze pokud AWR > 0.5	pouze pokud AWR > 0.5 a AWR vrstvy i-1 < AWR vrstvy i

Detailní srovnání verzí SoilClim přesahující rozsah této práce popisuje Řehoř et al., 2021.

⁴ AWR – relative soil saturation – relativní nasycení půdy

3.3 Expertní hlášení

Modelování půdní vlhkosti na základě srážek a evapotranspirace se zohledněním půdních parametrů i chování vegetace během roku je stěžejním prvkem pro monitoring suchých epizod, zkoumání jejich příčin a odhadování dopadu na plodiny. Ve světě bylo vyvinuto již mnoho kvalitních systémů monitorujících zemědělské sucho, přímá pozorování však čas od času přeci jen poukážou na nedokonalost výpočetních systémů a odlišnosti jejich výstupů od reálné situace. Z tohoto důvodu je přímé pozorování důležitou a nezávislou metodou monitoringu sucha doplňující výpočetní programy. K tomu aby mohlo být přímé pozorování skutečně považováno za jednu z metod monitoringu sucha je důležitá určitá pravidelnost hlášení.

Projekt Intersucho je světově unikátní tým, že výstupy modelu vodní bilance SoilClim, který je klíčovým prvkem celého projektu, jsou doplněny o výsledky pravidelného hlášení mnoha nezávislých expertů. Tito experti, nebo také externí zpravodajové, v týdenním kroku subjektivně hodnotí, zda výstupy modelu (Intenzita sucha a Relativní nasycení půdy) odpovídají situaci v jejich lokalitě a odhadují také dopady sucha na výnos zemědělsky významných plodin. (Bartošová et al., 2016)

Hodnocení podávají zpravodajové pomocí internetového dotazníku dostupném na portále intersucho.cz v týdenním kroku. O důležitosti nezávislého hodnocení dopadů sucha zpravodajové svědčí např. situace v roce 2018, kdy zpravodajové zaznamenali zhoršující se podmínky o několik měsíců dříve, než je odhadoval model SoilClim i jiné modely (Bartošová et al., 2022).

Jako zpravodajové účinkují farmáři, kteří k tomu byli nominováni Agrární komorou ČR. Hlášení je podáváno na bázi dobrovolnosti s tím, že odměnou za pravidelné hlášení jsou farmářům poskytnuty bonusové předpovědi přímo pro jimi zvolenou lokalitu.

Zpravodajové pomocí jednoho dotazníkového formuláře hodnotí situaci ve svém katastrálním území (s možností volby více katastrálních území). Výsledky dotazníkového šetření jsou následně sloučeny do souhrnné databáze.

Množství aktivních zpravodajů se v čase vyvíjí, od spuštění dotazníkového formuláře v roce 2014 jejich počet významně vzrostl a množství získaných odpovědí se také mění během roku.

3.3.1 Internetový dotazník

Zpravodajové používají k hodnocení internetový dotazník sestávající z několika částí:

- hodnocení aktuálního stavu půdní vláh; 3 otázky: stav půdní vláh v povrchové vrstvě do 20 cm, vodní bilance za poslední 3 měsíce, hodnocení změny vodní bilance oproti předchozímu týdnu
- hodnocení mapových výstupů modelu SoilClim pro zvolené území; 1 otázka
- odhad dopadů sucha na výnos hlavních plodin
- poznámky

Dotazník je otevřený k vyplnění od pondělí 4:30 do čtvrtka 12:00, poté jsou data zpracována. Výstupem ze zpracování dat jsou mapy odhadovaných výnosů, odhadu půdní vláh a odhadu vodní bilance za poslední 3 měsíce.

Zpravodajové také subjektivně hodnotí, jak výstup modelu SoilClim pro zpravodajem zvolenou lokalitu a uplynulý týden odpovídal skutečné situaci. Hodnocení probíhá obdobně jako ve škole pomocí známek: pokud podle zpravodaje výstup modelu přesně odpovídá situaci, kterou vidí ve své lokalitě, hodnotí stupněm 1, pokud model zcela neodpovídá skutečnosti, hodnotí stupněm 5. Právě s těmito daty („známkami“) pracuje tato bakalářská práce.

4 METODIKA, ZDROJ A CHARAKTERISTIKA DAT

Data pro tuto práci byla poskytnuta Ústavem agrosystémů a bioklimatologie MENDELU. Zdrojem dat je internetový dotazník dostupný na portále intersucho.cz od roku 2014, kde registrovaní uživatelé pomocí známek subjektivně hodnotí, jak odpovídá výskyt a dopad sucha zveřejňovaný v týdenním kroku na portále intersucho.cz reálnému stavu na jimi obhospodařovaném území. Více informací o internetovém dotazníku a podávání hlášení je uvedeno v kapitole 3.3.

Zpracovaná databáze obsahuje celkem více jak 135.000 záznamů a každý záznam 50 parametrů. Pro analýzu byla použita data pouze z období 2015-2021, protože data z předchozího období byla řídká a jejich množství nekonzistentní v čase. Náhled použité databáze je uveden na Obr. 7.

Rok	Měsíc Dat	Datum mapy	Datum neděle ke které se hodnotilo	Datum dle dotazníku	Název okresu	Zkratka okresu	Kód KÚ	Název KÚ dle číselníku	Pádní vlhkost do 20 cm	Sezona vodní bilance	Týden vodní bilance	Hodno- cení mapy	Dopady na ozimé obilniny	Dopady na repku	Dopady na jarní obilniny	Dopady na cukrovku	Dopady na brambory	Dopady na kukuřici	Dopady na TTP	Využití závlahy	Spotřeba vody	Využití závlahy různý týden
2015	Duben	16.04.2015	12.04.2015	5.-12.4.	Benešov	BN	601951	Bělčice	3	-1	0	3	1	1	1	x	x	x	1	0	0	0
2015	Duben	16.04.2015	12.04.2015	5.-12.4.	Benešov	BN	618888	Čechovice	3	-1	0	3	2	1	x	x	x	x	0	0	0	1
2015	Duben	16.04.2015	12.04.2015	5.-12.4.	Benešov	BN	656151	Jablunná nad Vltavou	3	-1	0	3	1	1	1	x	x	x	1	0	0	0
2015	Duben	16.04.2015	12.04.2015	5.-12.4.	Benešov	BN	675547	Křečovice u Neveklova	3	-1	0	3	1	1	1	x	x	x	1	0	0	0
2015	Duben	16.04.2015	12.04.2015	5.-12.4.	Benešov	BN	756202	Straný	3	-1	0	3	1	1	1	x	x	x	1	0	0	0
2015	Duben	16.04.2015	12.04.2015	5.-12.4.	Brno-město	BM	612227	Brněnské Ivanovice	2	-1	0	1	x	x	x	x	x	0	1	1	1	1
2015	Duben	16.04.2015	12.04.2015	5.-12.4.	Hodonín	HO	640417	Hodonín	3	1	-1	3	1	1	x	x	x	x	0	0	0	0
2015	Duben	16.04.2015	12.04.2015	5.-12.4.	Hodonín	HO	756652	Sražnice na Moravě	3	1	-1	1	0	0	0	x	x	x	0	x	x	0
2015	Duben	16.04.2015	12.04.2015	5.-12.4.	Hodonín	HO	699233	Marešský Pšek	4	1	-1	3	0	1	0	x	x	x	0	0	0	999
2015	Duben	16.04.2015	12.04.2015	5.-12.4.	Jičín	JČ	797707	Zlatice	3	1	0	3	0	0	0	0	x	x	1	0	0	0
2015	Duben	16.04.2015	12.04.2015	5.-12.4.	Kroměříž	KM	726141	Postoupky	3	0	-1	2	0	0	0	0	x	x	0	0	0	0
2015	Duben	16.04.2015	12.04.2015	5.-12.4.	Litoměřice	LT	756288	Strážkov	4	0	0	2	0	x	0	x	x	x	0	0	0	0
2015	Duben	16.04.2015	12.04.2015	5.-12.4.	Louny	LN	683086	Liboňany	3	0	0	2	999	999	999	999	999	999	999	999	999	999
2015	Duben	16.04.2015	12.04.2015	5.-12.4.	Louny	LN	719528	Peruc	3	0	0	2	0	0	0	x	x	x	1	0	0	0
2015	Duben	16.04.2015	12.04.2015	5.-12.4.	Louny	LN	788554	Výškov u Počerad	3	-1	-2	3	2	1	1	x	x	x	x	0	0	0
2015	Duben	16.04.2015	12.04.2015	5.-12.4.	Mladá Boleslav	MB	751014	Smilovice u Luštěnic	4	-1	-1	3	1	0	2	1	x	x	1	0	0	0
2015	Duben	16.04.2015	12.04.2015	5.-12.4.	Nymburk	NB	666921	Kručovice u Městce Králové	4	0	0	3	0	0	x	0	x	x	0	0	0	999
2015	Duben	16.04.2015	12.04.2015	5.-12.4.	Nymburk	NB	787558	Vyšká	3	-1	-1	3	2	2	2	x	x	x	1	1	1	999
2015	Duben	16.04.2015	12.04.2015	5.-12.4.	Pšek	PI	671380	Kovářov	3	-1	-1	3	2	2	2	x	x	x	2	0	0	0
2015	Duben	16.04.2015	12.04.2015	5.-12.4.	Příbram-sever	PS	627771	Dobříč	3	-1	-1	3	1	1	2	x	x	x	x	0	x	0
2015	Duben	16.04.2015	12.04.2015	5.-12.4.	Příbram-sever	PS	763756	Střelčovice	3	0	-1	3	1	1	2	x	x	x	0	0	x	1
2015	Duben	16.04.2015	12.04.2015	5.-12.4.	Přerov	PR	643572	Herní Mlýsténice	4	1	0	3	0	0	0	0	x	x	0	0	0	0
2015	Duben	16.04.2015	12.04.2015	5.-12.4.	Přerov	PR	725480	Polkovice	3	0	-1	2	0	0	0	0	x	x	0	0	0	0
2015	Duben	16.04.2015	12.04.2015	5.-12.4.	Příbram	PB	673528	Krásná Hora nad Vltavou	4	-1	-1	2	1	1	x	x	x	x	0	0	0	0
2015	Duben	16.04.2015	12.04.2015	5.-12.4.	Rakovník	RA	679216	Lažovice	3	-1	-1	3	2	2	x	x	x	x	1	x	0	2

Obr. 7: Náhled databáze výstupů internetového dotazníku dostupného na portále intersucho.cz (pouze vybrané sloupce) poskytnuté pro účely této práce Ústavem agrosystémů a meteorologie MENDELU se zvýrazněním dat využitých v této bakalářské práci (zeleně)

Bakalářská práce se zabývá těmito vybranými údaji:

- Rok, měsíc a datum neděle, ke které se hodnotilo – časové zařazení záznamu
- Název okresu – prostorové zařazení záznamu
- Hodnocení mapy – subjektivní známkování externími zpravodaji

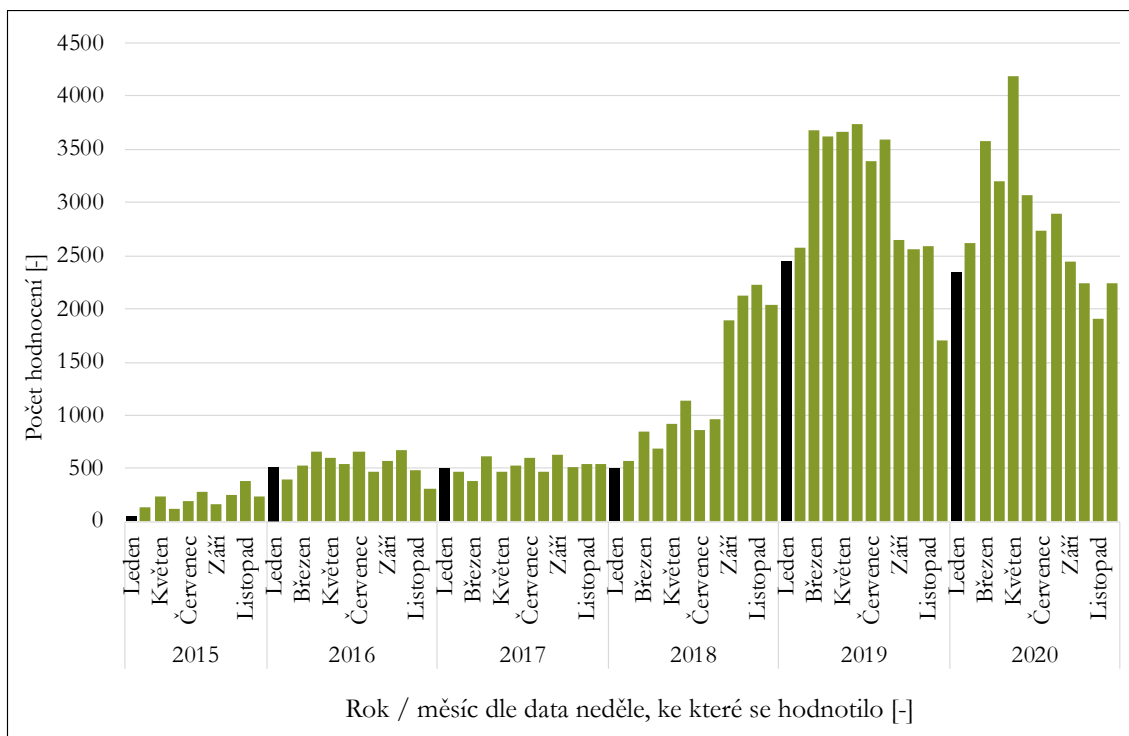
5 ANALÝZA DAT

Primární analýzy byly provedeny pro data získaná z dotazníků při provozu modelu vodní bilance SoilClim I. Na základě těchto analýz bylo vybráno 5 nejlépe a 5 nejhůře hodnocených okresů pro roky 2015-2021. Z takto zpracovaných dat bylo na základě hodnot sestaveného koeficientu objektivity (viz kapitola 6.1.1.2) vybráno několik okresů, jež byly zanalyzovány podrobněji za účelem porovnání vlivu zavedení nové verze modelu vodní bilance SoilClim II na hodnocení monitoringu sucha externími zpravodaji.

6 VÝSLEDKY

6.1 SoilClim I

Jednou ze základních analýz je vývoj celkového počtu získaných odpovědí od externích zpravodajů ze všech okresů za celou dobu provozu internetového dotazníku na portálu intersucho.cz (Obr. 8).



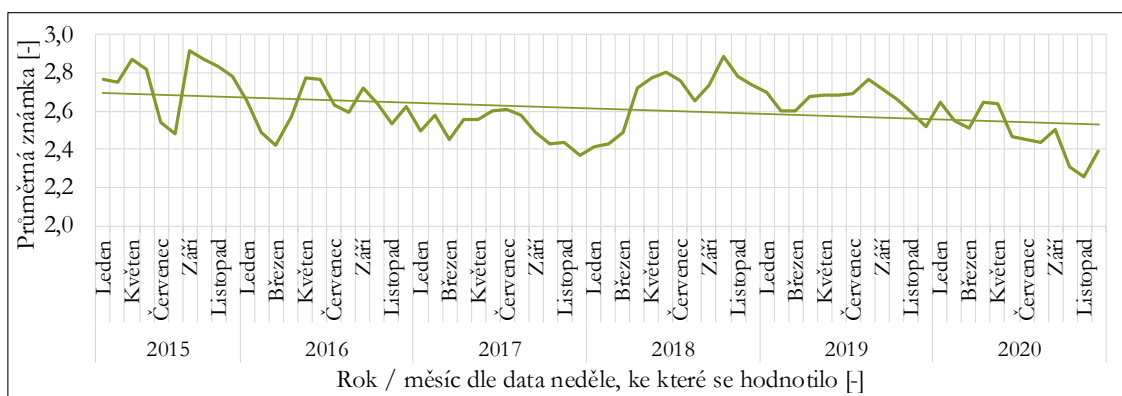
Obr. 8: Vývoj celkového množství hodnocení ze všech okresů v letech 2015-2020 dle měsíců (leden zvýrazněn)

Z Obr. 8 je patrné, že množství respondentů v letech 2015-2020 postupně vzrůstalo. Pozvolný nárůst pravděpodobně souvisí s postupným rozšiřováním povědomí o existenci projektu Intersucho a to především formou přednášek autorského týmu.

Prudký nárůst v průběhu roku 2018 mohl souviset s výrazným suchem v tomto roce a tím pádem i značným mediálním prostorem pro rozšíření povědomí o projektu Intersucho, jeho účelu a produktech.

Celkový nárůst počtu odpovědí a tedy i nárůst počtu aktivních respondentů do jisté míry souvisí také s intenzivní spoluprací s Agrární komorou ČR, Zemědělským svazem ČR a nominací jejich členů jako zpravodajů Intersucha.

Základním ukazatelem toho, jak podle zpravodajů odpovídaly zveřejněné výstupy modelu vodní bilance SoilClim skutečnosti, je vývoj celkové průměrné známky (Obr. 9).



Obr. 9: Vývoj celkové průměrné známky bez rozlišení okresů v letech 2015-2020 dle měsíců

Za celou dobu hodnocení dochází ke krátkodobým výkyvům průměrného hodnocení, přesto je vidět mírný klesající trend, tedy hodnocení monitorovacího systému intersucho.cz lepšími známkami. Výkyv k horšímu průměru v roce 2018 pravděpodobně souvisí s již zmíněnou epizodou sucha v tomto roce, kdy zpravodajové zaznamenali dopady sucha na plodiny o několik měsíců dříve, než je začal hlásit model SoilClim. (Bartošová, 2022), což může být důvod i pro horší hodnocení modelových odhadů Intenzity sucha a Relativního nasycení půdy při vyplňování dotazníku. Tento výkyv nemůže souviset se skokovým zvýšením počtu zpravodajů, protože průměrné hodnocení se začalo zhoršovat od března 2018, kdežto skokový nárůst počtu zpravodajů nastal až v září tohoto roku.

6.1.1 Kritérium pro výběr okresů

Pro následující podrobné analýzy bylo potřeba sestavit kritérium, které by umožňovalo vzájemné porovnání okresů dle hodnocení externích zpravodajů a na jehož základě by bylo možné vybrat nejhůře i nejlépe hodnocené okresy. Při výběru kritéria se vychází z údajů za 1 rok.

6.1.1.1 Průměrná známka

Porovnání okresů na základě průměrné známky se ukázalo být nedostačující. Okresy s velkým množstvím hodnocení byly při použití tohoto kritéria stejně významné jako okresy, kde během roku bylo vyplněno jen několik dotazníků. Výsledkem srovnání byl seznam, kde se objevovaly málo hodnocené okresy, které jsou však z hlediska statistické důležitosti nevýznamné. Tento jev ukazuje Tab. 2, pro názornost a dostatečné množství dat byl vybrán rok 2020.

Tab. 2: Porovnání okresů dle průměrné známky v roce 2020: vybráno 10 nejhůře hodnocených okresů (méně než 100 hodnocení z celého okresu zvýrazněno červeně)

Porovnání dle průměru 2020							
Okres	1	2	3	4	5	celkem	průměr
Louny	21	91	286	526	25	949	3,47
Nymburk	5	30	346	141		522	3,19
Plzeň-jih	88	43	393	19	138	681	3,11
Karviná			38	2		40	3,05
Pardubice	1	3	317	13		334	3,02
Pelhřimov	22	33	359	72		486	2,99
Frýdek-Místek		1	24			25	2,96
Domažlice	2	10	258			270	2,95
Brno-město		5	89			94	2,95
Jičín		44	481	5	4	534	2,94

Ve výběru jsou zahrnuty okresy Brno-město, Frýdek-Místek a Karviná, které se nízkým počtem hodnocení výrazně liší od ostatních okresů. Analýza zahrnující tyto okresy by nepřinesla dostatečně vypovídající výsledky, proto bylo sestaveno porovnávací kritérium (koeficient objektivit), pomocí kterého byly podobné situace vyloučeny.

6.1.1.2 Koeficient objektivit

Pro kvalitnější porovnání okresů, které bude zohledňovat statistickou významnost získaných dat, bylo potřeba zahrnout do porovnávacího kritéria také celkové množství hodnocení v daném okrese. Kromě celkového množství hodnocení je kladen zvýšený

důraz také na hodnotící stupně 3, 4 a 5, které se pro účely této práce považují za vyjádření nesouhlasu zpravodaje s výstupy modelu.

Výše uvedené skutečnosti se následně promítly v sestaveném porovnávacím kritériu.

Výsledkem je koeficient objektivity k :

$$k = \frac{z}{5} \cdot \frac{p}{p_c}$$

kde:

$\frac{z}{5}$ je poměr průměrné známky okresu získané na základě všech hodnocení za rok a čísla 5, tedy nejhorší možné průměrné známky. Čím horší (blíže 5) průměrná známka z je, tím vyšší je výsledná hodnota zlomku. Tento poměr může nabývat hodnot v rozsahu 0,2–1,0 (jinak zapsáno $\frac{1}{5} - \frac{5}{5}$).

$\frac{p}{p_c}$ je poměr počtu známek hodnotících stupňů 3, 4 a 5 ku celkovému počtu známek všech hodnotících stupňů (1-5). Takto jsou pro výběr upřednostněny okresy, kde je celkově vyšší (tedy významnější) počet horších známek oproti těm, kde kvůli několika 5 vychází špatná průměrná známka. Čím více je známek na hodnotících stupních 3, 4 a 5, tím vyšší je i výsledná hodnota zlomku. Poměr může nabývat hodnot v rozsahu 0–1,0 (jinak zapsáno $\frac{0}{c} - \frac{c}{c}$, kde c je celkové množství hodnocení daného okresu).

Součinem uvedených dvou poměrů je koeficient k , který v sobě zahrnuje význam průměrné známky jakožto základního porovnávacího kritéria a také vliv počtu hodnocení tak, aby byly upřednostněny okresy, kde externí zpravodaji dlouhodobě hodnotí horšími známkami. Rozsah hodnot pro k je 0–1, kde 0 znamená nejlépe hodnocený okres a 1 znamená nejhůře hodnocený okres.

Za statisticky významné budou pro účely této práce považovány okresy, kde celkový počet hodnocení za 1 rok přesáhl 100. Pro okresy s více jak 100 hodnoceními bude použit porovnávací koeficient k a následně bude vybráno 5 nejlépe a 5 nejhůře hodnocených okresů. Tyto okresy budou podrobeny hlubší analýze.

Pro výběr okresů s více jak 100 hodnoceními byla použita funkce KDYZ programu MS Excel:

$$= \text{KDYŽ}(\text{celkový počet hodnocení} > 100; \frac{z}{5} \cdot \frac{p}{p_c}; "-")$$

Jinými slovy když celkový počet hodnocení je vyšší než 100, spočti koeficient k , jinak napiš pomlčku.

Pro srovnání s výběrem na základě průměrné známky (Tab. 2) následující tabulka (Tab. 3) uvádí 10 okresů s nejvyšší hodnotou koeficientu k pro tentýž rok.

Tab. 3: Porovnání okresů s více jak 100 hodnoceními dle koeficientu k pro rok 2020: vybráno 10 nejhůře hodnocených okresů

Porovnání dle koeficientu k pro rok 2020								
Okres	1	2	3	4	5	celkem	průměr	k
Louny	21	91	286	526	25	949	3,47	0,61
Pardubice	1	3	317	13		334	3,02	0,60
Nymburk	5	30	346	141		522	3,19	0,60
Domažlice	2	10	258			270	2,95	0,56
Jičín		44	481	5	4	534	2,94	0,54
Uherské Hradiště	14	20	380	3		417	2,89	0,53
Pelhřimov	22	33	359	72		486	2,99	0,53
Semily	7	7	145			159	2,87	0,52
Hodonín	17	1	133	12	3	166	2,90	0,52
Plzeň-jih	88	43	393	19	138	681	3,11	0,50

Okresy s nízkým celkovým počtem hodnocení (méně než 100) byly vyloučeny a proto je možné porovnat více relevantních dat. Zároveň se u okresů změnilo pořadí významnosti oproti Tab. 2 – to je způsobeno poměrem $\frac{p}{p_c}$, který upřednostňuje okresy s horšími známkami. Seřazení okresů dle hodnoty koeficientu k tedy nekoresponduje se seřazením dle průměrné známky.

6.1.2 Vybrané okresy

Za použití výše uvedeného postupu bylo pro jednotlivé roky do tabulek vypsáno 5 nejhůře a 5 nejlépe hodnocených okresů. Veličiny v tabulce: 1-5 – hodnotící stupně, c – celkový počet hodnocení, x – průměrná známka, k – koeficient objektivit (viz výše).

Pro nízký celkový počet hodnocení v prvním roce 2015 (viz Obr. 8) uvádí následující tabulka (Tab. 4) všechny okresy, pro které byl spočten koeficient k , tedy mají více jak 100 záznamů za tento rok. V ostatních letech byl celkový počet hodnocení vyšší a proto jsou záznamy rozlišeny do dvou tabulek na nejhůře a nejlépe hodnocené okresy.

Tab. 4: Vybrané okresy pro rok 2015

Vybrané okresy 2015									
Okres	1	2	3	4	5	c	x	k	
Louny	7	24	36	101	79	247	3,89	0,68	
Benešov		16	119	13		148	2,98	0,53	
Hodonín	9	32	56	11	1	109	2,66	0,33	
Rakovník	3	75	67	27	10	182	2,81	0,32	
Příbram	14	30	61	5		110	2,52	0,30	
Uherské Hradiště	6	214	98	24		342	2,41	0,17	
Znojmo	74	67	18	3	2	164	1,73	0,05	

Tab. 5: Vybrané okresy pro rok 2016

Vybrané okresy 2016 - nejhůře hodnocené										Vybrané okresy 2016 - nejlépe hodnocené									
Okres	1	2	3	4	5	c	x	k		Okres	1	2	3	4	5	c	x	k	
Louny			22	32	335	146	535	4,13	0,79	Bruntál	4	71	11	6	9	101	2,46	0,13	
Jihlava			282		1	283	3,01	0,60		Znojmo	167	172	172	8		519	2,04	0,14	
Plzeň-sever	2	25	94	22		143	2,95	0,48		Beroun	13	273	156			442	2,32	0,16	
Hodonín	25	22	118	7	2	174	2,65	0,39		Opava	64	41	87			192	2,12	0,19	
Mladá Boleslav		45	99	5		149	2,73	0,38		Benešov		126	96	13	1	236	2,53	0,24	

Tab. 6: Vybrané okresy pro rok 2017

Vybrané okresy 2017 - nejhůře hodnocené										Vybrané okresy 2017 - nejlépe hodnocené									
Okres	1	2	3	4	5	c	x	k		Okres	1	2	3	4	5	c	x	k	
Louny	3	40	19	416	11	489	3,80	0,69		Blansko	250	56	13	3	1	323	1,29	0,01	
Jičín		22	131			153	2,86	0,49		Znojmo	195	124	181	12		512	2,02	0,15	
Třebíč	10	6	88	2		106	2,77	0,47		Vyškov	90	5	40	28	6	169	2,14	0,19	
Hradec Králové		33	161			194	2,83	0,47		Benešov		108	61	9	2	180	2,47	0,20	
Plzeň-sever	9	18	96	19	1	143	2,90	0,47		Jihlava		162	133			295	2,45	0,22	

Tab. 7: Vybrané okresy pro rok 2018

Vybrané okresy 2018 - nejhůře hodnocené										Vybrané okresy 2018 - nejlépe hodnocené									
Okres	1	2	3	4	5	c	x	k		Okres	1	2	3	4	5	c	x	k	
Louny	1	44	76	385	186	692	4,03	0,75		Beroun	112	162				274	1,59	0,00	
Most		3	51	75	10	139	3,66	0,72		Kolín	8	177	12			197	2,02	0,02	
Nymburk	1		93	38	8	140	3,37	0,67		Náchod	102		21			123	1,34	0,05	
Pardubice		3	115	16		134	3,10	0,61		Klatovy	52	384	38	19		493	2,05	0,05	
Olomouc	1		241			242	2,99	0,60		Prachatice		269	43	3		315	2,16	0,06	

Tab. 8: Vybrané okresy pro rok 2019

Vybrané okresy 2019 - nejhůře hodnocené										Vybrané okresy 2019 - nejlépe hodnocené									
Okres	1	2	3	4	5	c	x	k		Okres	1	2	3	4	5	c	x	k	
Pardubice	1	4	207	159	20	391	3,49	0,69		Beroun	6	111	5			122	1,99	0,02	
Nymburk	8	49	373	346	8	784	3,38	0,63		Prachatice	336	336	39	1		712	1,59	0,02	
Plzeň-jih	62	54	258	26	329	729	3,69	0,62		Jihlava	130	194	43	1		368	1,77	0,04	
Louny	40	133	372	530	131	1206	3,48	0,60		Rokycany	78	210	49	6	1	344	1,96	0,06	
Pelhřimov	4	23	313	49	17	406	3,13	0,58		Vyškov	359	157	89	55	5	665	1,78	0,08	

Tab. 9: Vybrané okresy pro rok 2020

Vybrané okresy 2020 - nejhůře hodnocené									Vybrané okresy 2020 - nejlépe hodnocené								
Okres	1	2	3	4	5	c	x	ℓ	Okres	1	2	3	4	5	c	x	ℓ
Louny	21	91	286	526	25	949	3,47	0,61	Prachatice	546					546	1,00	0,00
Pardubice	1	3	317	13		334	3,02	0,60	Jihlava	138	164	10			312	1,59	0,01
Nymburk	5	30	346	141		522	3,19	0,60	Prostějov	14	161	25			200	2,06	0,05
Domažlice	2	10	258			270	2,95	0,56	Kolín	108	829	140	3		1080	2,04	0,05
Jičín		44	481	5	4	534	2,94	0,54	Rokycany	41	273	60			374	2,05	0,07

Na stupnici nejhůře hodnocených okresů dochází opakovaně k výskytu několika okresů, které si jen mezi sebou vyměňují umístění. Dlouhodobé prvenství nejhůře hodnoceného okresu drží okres Louny vystřídáný pouze v roce 2019 okresem Pardubice. Často se objevují také okresy Jičín a Nymburk.

Oproti tomu mezi nejlépe hodnocenými okresy k opakovanému výskytu okresů nedochází tak často. Prvenství každoročně obsazuje jiný okres, kromě let 2018 a 2019, kdy se na prvním místě v obou případech umístil okres Beroun. Na prvenství dosáhly také okresy Bruntál, Blansko a Prachatice.

Za zmínku stojí také okresy, které se na prvních 5 stupních nejlépe hodnocených okresů umístily opakovaně, nebudou však podrobně analyzovány: Znojmo – druhý nejlépe hodnocený okres v letech 2016 a 2017; Benešov – pátý nejlépe hodnocený okres v roce 2016, čtvrtý v roce 2017; Vyškov – třetí 2017, pátý 2019; Jihlava – pátý 2017, třetí 2019, druhý 2020; Kolín – druhý 2018, čtvrtý 2020 a Rokycany – čtvrtý 2019, pátý 2020.

Kompletní seznamy okresů s vypočteným porovnávacím koeficientem a mapy okresů pro jednotlivé roky jsou uvedeny v Příloze 1.

6.1.3 Výběr pro podrobnou analýzu

Jak bylo popsáno dříve, podrobná analýza bude provedena pro vybrané okresy z výše uvedených tabulek (Tab. 5 – Tab. 9). Pro nedostatečný počet dat (nelze sestavit samostatnou stupnici pro nejlépe a nejhůře hodnocené okresy) bude rok 2015 vynechán.

Jelikož meziročně dochází k opakovanému obsazení prvních míst stejnými okresy, byly na základě tabulek z předchozí kapitoly vybrány také okresy, které se ve výběrech vyskytly vícekrát (ve více letech) a má tedy význam je analyzovat.

Podrobná analýza bude provedena pro následující okresy z **nejhůře hodnocených**:

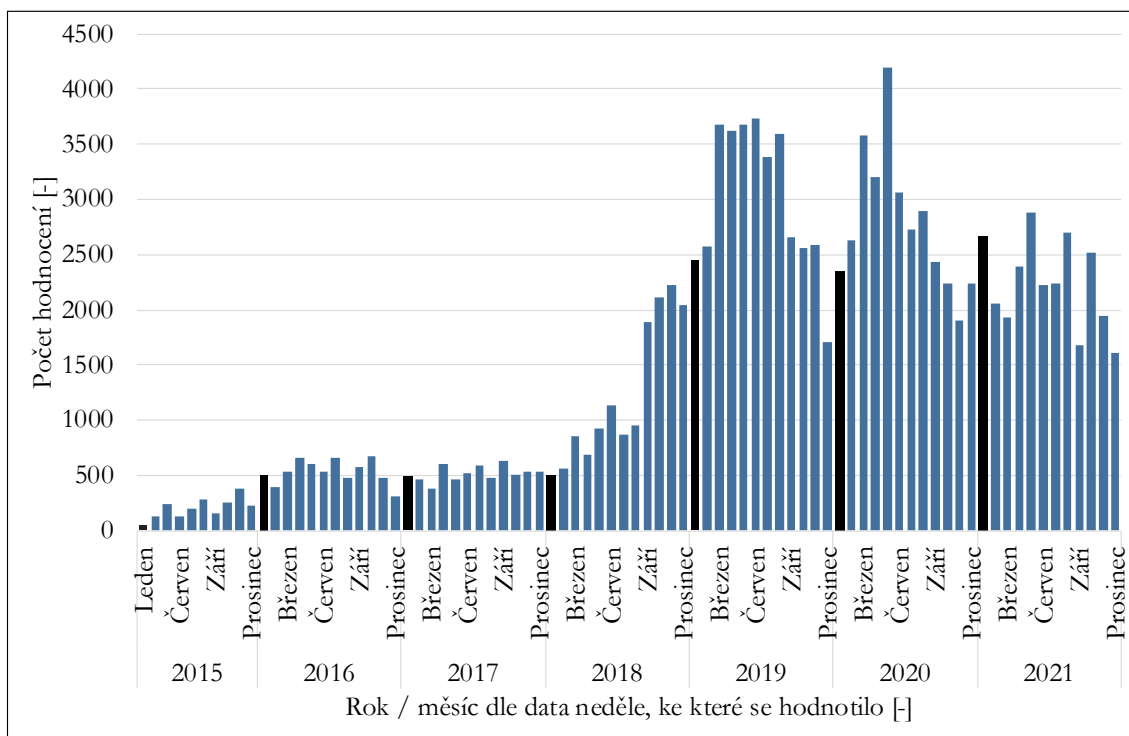
- **Louny** – nejhůře hodnocený okres v letech 2015, 2016, 2017, 2018 a 2020, v roce 2019 druhý
- **Pardubice** – nejhůře hodnocený okres v roce 2019, druhý v roce 2020 a čtvrtý v roce 2018
- **Nymburk** – v roce 2019 druhý a v letech 2018 a 2020 třetí
- **Jičín** – druhý v roce 2017 a pátý nejhůře hodnocený v roce 2020

a následující okresy z **nejlépe hodnocených**:

- **Bruntál** – nejlépe hodnocený okres v roce 2016
- **Blansko** – nejlépe hodnocený okres v roce 2017
- **Beroun** – nejlépe hodnocený okres v letech 2018 a 2019, třetí v roce 2016
- **Prachatice** – nejlépe hodnocený okres v roce 2020, druhý v roce 2019 a pátý v roce 2018

6.2 SoilClim II

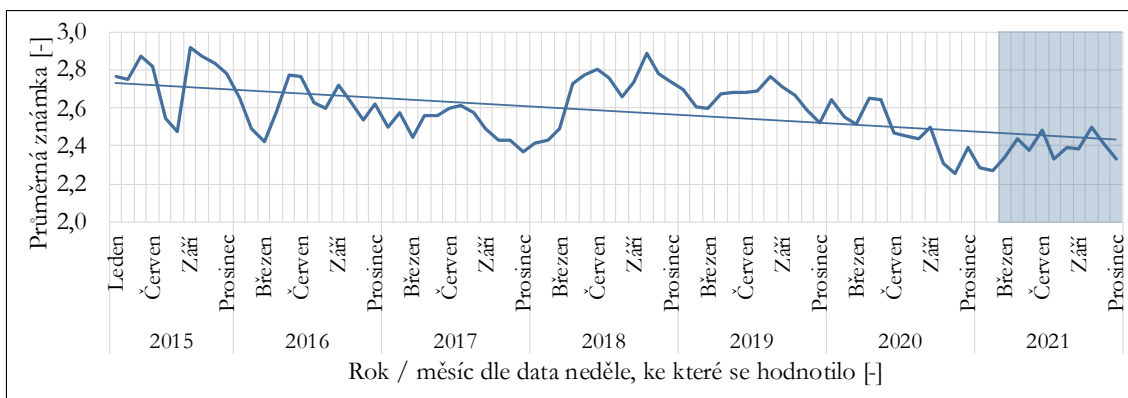
Od 7. 3. 2021 byl do předpovědního programu zaveden model SoilClim II. V následující části práce jsou dříve prezentované statistiky doplněny o data z roku 2021 a další přehledové statistiky a sleduje se, zda došlo ke změně v hodnocení předpovědí.



Obr. 10: Vývoj celkového množství hodnocení ze všech okresů v letech 2015-2021 dle měsíců (leden zvýrazněn)

V roce 2021 došlo oproti předchozím rokům 2019 a 2020 k poklesu celkového množství hodnocení (viz Obr. 10). Vývoj během roku opět koresponduje s průběhem vegetační sezóny, hodnoty jsou ale nižší a to především v jarních a letních měsících. Pravděpodobný důvod je příznivější vláhová situace v obou letech.

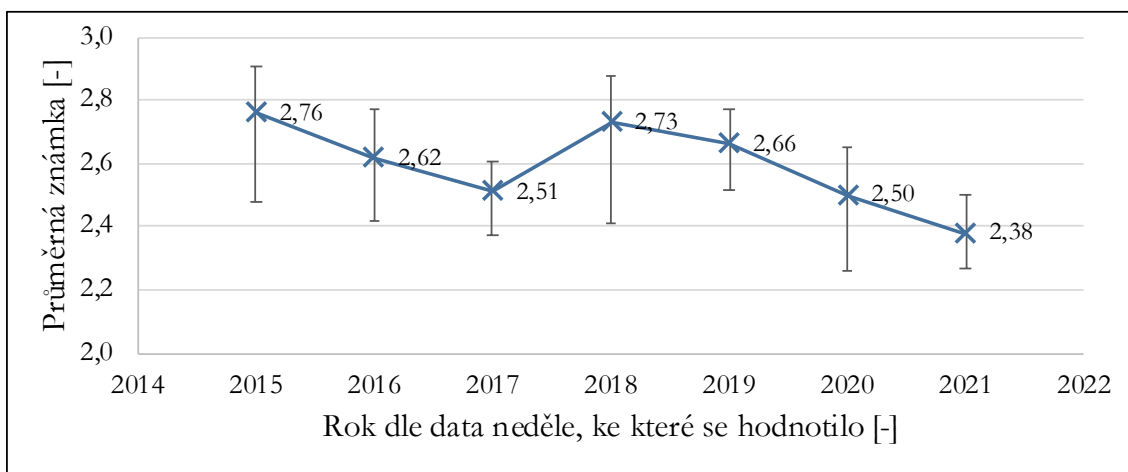
Po zavedení nové verze modelu vodní bilance SoilClim II nedošlo ke zhoršení celkového průměrného hodnocení zahrnující známky ze všech okresů, naopak toto období patří k nejlépe hodnoceným (viz Obr. 11).



Obr. 11: Vývoj celkové průměrné známky v letech 2015-2021 dle měsíců (zvýrazněno období od zavedení SoilClim II)

Dle Obr. 12, který sdružuje měsíční průměrné známky do ročních průměrů s odpovídajícím rozptylem hodnot, lze dokonce konstatovat, že rok 2021 je nejlépe hodnoceným rokem. Nejen že hodnota celkového průměru je nejnižší za celou dobu provozu dotazníkového šetření, ale i rozptyl měsíčních průměrných známek od ročního průměru je relativně malý, což ukazuje na stabilní hodnocení zpravodajů během celého roku bez výrazného kolísání během určitých měsíců.

Zhoršení průměrné známky v roce 2018 pravděpodobně souvisí s již zmíněnou epizodou sucha.



Obr. 12: Roční průměrná známka v letech 2015-2021 s uvedením rozptylu hodnot na základě měsíčních průměrných známek

Tab. 10: Vybrané okresy pro rok 2021

Vybrané okresy 2021 - nejhůře hodnocené									Vybrané okresy 2021 - nejlépe hodnocené									
Okres	1	2	3	4	5	c	x	ℓ	Okres	1	2	3	4	5	c	x	ℓ	
Pardubice			4	169	103	10	286	3,42	0,67	Prachatice	476					476	1,00	0,00
Nymburk			15	386	92		493	3,16	0,61	Jihlava	135	148	1			284	1,53	0,00
Louny	21	7	420	131	6	585	3,16	0,60	Prostějov	24	168	10			202	1,93	0,02	
Jičín		1	383	1		385	3,00	0,60	Příbram	178	250	44			472	1,72	0,03	
Hodonín	9		118	1	1	129	2,88	0,54	Kolín	84	754	149			987	2,07	0,06	

Ve srovnání s okresy vybranými pro předchozí roky nedošlo v roce 2021 k výrazné obměně (viz Tab. 10). Okresy vybrané pro podrobnou analýzu: Louny, Pardubice, Nymburk a Jičín se všechny vyskytují i mezi nejhůře hodnocenými okresy v roce 2021 jen v jiném pořadí. Také poslední okres Hodonín se již mezi nejhůře hodnocenými okresy objevil v roce 2016.

Nejlépe hodnoceným okresem v roce 2021 je okres Prachatice, který se dlouhodobě ve výběru nejlepších okresů objevuje. Také okresy Jihlava a Kolín se mezi nejlépe hodnocenými okresy již objevily. Okresy Prostějov a Příbram se ve výběru objevily poprvé, u výběru nejlépe hodnocených okresů však není výjimkou, že dochází meziročně jen k malé shodě obsazení.

Zajímavostí je okres Jihlava, který se mezi 5 nejlépe hodnocenými okresy objevil v letech 2017, 2019, 2020 i 2021. V roce 2016 se však tento okres objevil ve výběru na 2. místě mezi nejhůře hodnocenými okresy hned za okresem Louny. Došlo zde tedy ke skokovému zlepšení hodnocení mezi lety 2016 a 2017, které nadále trvá.

6.3 Podrobná analýza známkování ve vybraných okresech

Následující grafy znázorňují 3 různé ukazatele:

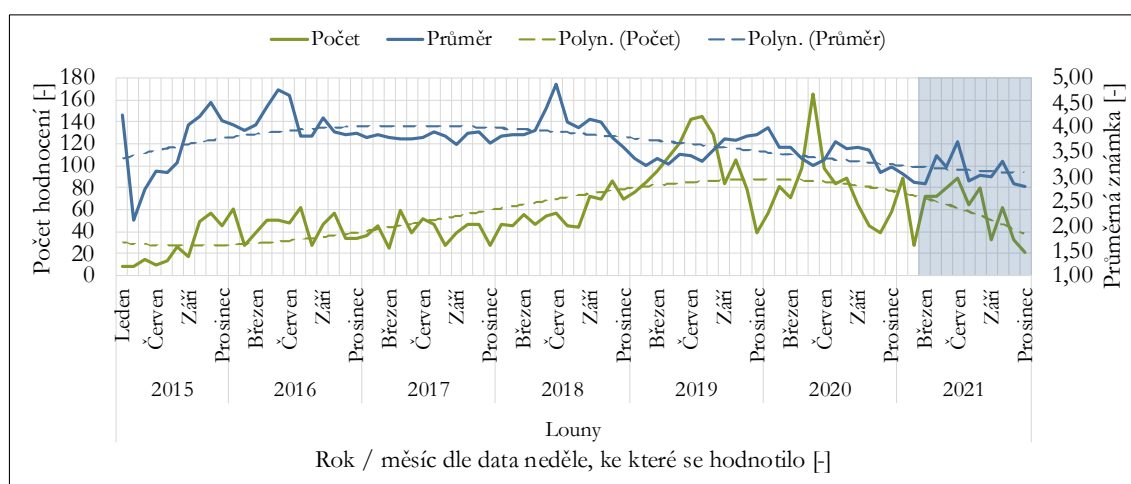
- *Kvalitativní vývoj hodnocení předpovědí* externími zpravodaji v čase s rozlišením jednotlivých hodnotících stupňů (1, 2, 3, 4 a 5), kde na svislé ose je uvedeno vždy celkové hodnocení (1,0 = 100 % relevantních odpovědí) pro daný okres, rok a měsíc; barvy znázorňují jednotlivé hodnotící stupně
- *Vývoj celkového počtu hodnocení* v čase proložený polynomiální spojnici trendu 3. stupně (zeleně)
- *Vývoj průměrné známky* v čase proložený polynomiální spojnici trendu 3. stupně (modře)

Grafické podklady jsou následně okomentovány za účelem:

- Zhodnocení vývoje celkového počtu hodnocení v čase
- Zhodnocení vývoje průměrné známky v čase
- Zhodnocení vlivu zavedení SoilClim II jako nové verze modelu vodní bilance

6.3.1 Vybrané nejhůře hodnocené okresy

Okres Louny – nejhůře hodnocený okres v letech 2015, 2016, 2017, 2018 a 2020, v roce 2019 druhý nejhůře hodnocený.



Obr. 13: Vývoj hodnocení okresu Louny v letech 2015-2021 v měsíčním kroku: celkový počet hodnocení a průměrná známka; zavedení SoilClim II zvýrazněno modře

Hodnocení okresu Louny je dlouhodobě nejhorším hodnocením výstupů modelu SoilClim dle zvoleného kritéria (koeficient objektivity).

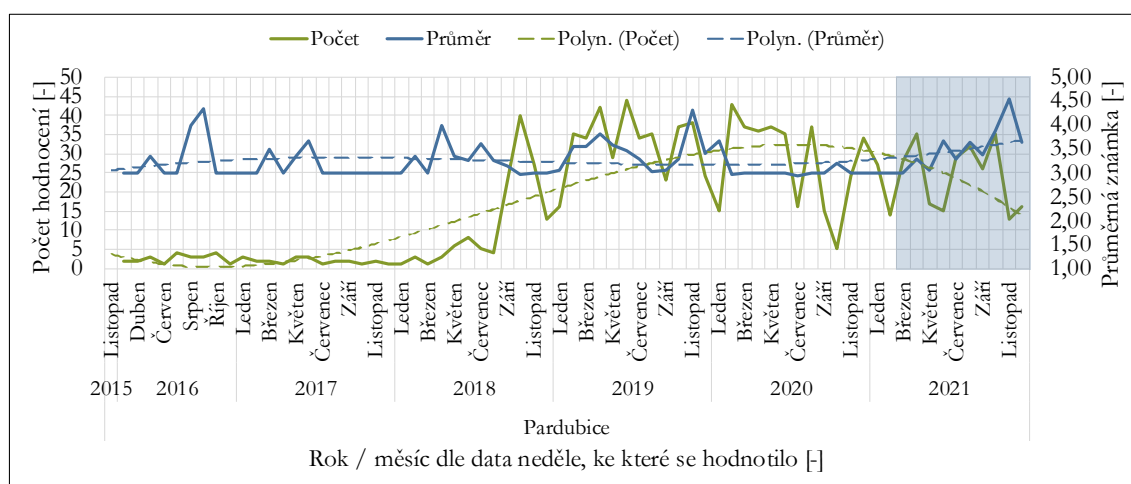
Jak ukazuje Obr. 13, dlouhodobý počet odpovědí na dotazníky v okrese Louny se pohybuje kolem 40-60 odpovědí za kalendářní měsíc. Do roku 2018 včetně byl nárůst počtu odpovědí pozvolný nebo stagnoval. V druhé polovině roku 2018 se počet odpovědí zdvojnásobil oproti hodnotám z předchozích let a to i přes končící vegetační sezónu pravděpodobně ve spojitosti s výraznou epizodou sucha v tomto roce a s tím spojeným zvýšením povědomí a zájmu o Intersucho. V letech 2019 a 2020 došlo k výraznému nárůstu počtu odpovědí spolu se začátkem vegetační sezóny, následovaném v obou případech o něco výraznějším poklesem po jejím ukončení (až na původní hodnoty 40 odpovědí/měsíc ze začátku roku 2018). V roce 2021 došlo také k nárůstu a poklesu počtu

odpovědí ve spojitosti s vegetační sezónou, nejvyšší hodnoty však jen nepatrně překonaly ty z konce roku 2018, celkově tedy došlo v loňském roce k poklesu počtu odpovědí oproti rokům 2019 a 2020. Současný trend je klesající. V prosinci 2021 bylo obdrženo celkem pouze 21 odpovědí, což je nejnižší hodnota od září 2015.

Při porovnání vývoje počtu odpovědí na internetový dotazník s vývojem průměrného hodnocení lze konstatovat, že tyto charakteristiky nevykazují souvislost. I přes relativně stabilní, neklesající počet odpovědí v letech 2015-2018 dochází k občasným výkyvům průměrného hodnocení směrem k horšímu. Od konce roku 2018 vykazuje průměrné hodnocení posun k lepším hodnotám, což je v případě okresu Louny posun od do roku 2020 převažujícího hodnotícího stupně 4 k hodnotícímu stupni 3, který převažuje v posledním roce.

Ve vazbě na zavedení nové verze modelu vodní bilance SoilClim II nelze pozorovat pro okres Louny prokazatelnou změnu v hodnocení (Obr. 13 modře zvýrazněná část grafu). Průměrné hodnocení má dlouhodobě klesající tendenci i přes snižující se počet odpovědí. Při zavedení nové verze modelu nedošlo ke změně, tendence je tedy stále klesající směrem k lepšímu průměrnému hodnocení.

Okres Pardubice – nejhůře hodnocený okres v roce 2019 a 2021, druhý nejhůře hodnocený v roce 2020 a čtvrtý nejhůře hodnocený v roce 2018.



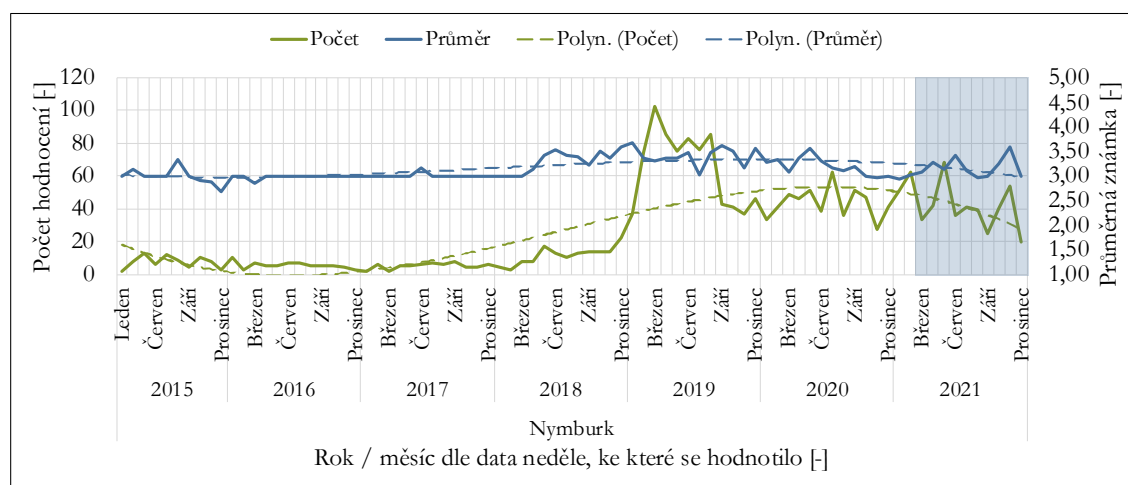
Obr. 14: Vývoj hodnocení okresu Pardubice v letech 2015-2021 v měsíčním kroku: celkový počet hodnocení a průměrná známka; zavedení SoilClim II zvýrazněno modře

Množství odpovědí na internetový dotazník v okrese Pardubice dle Obr. 14 vykazuje silnou vazbu na suchý rok 2018, kdy z původních jednotek odpovědí za měsíc množství skokově vzrostlo na 40. Od té doby se měsíční množství odpovědí pohybuje kolem 30 odpovědí za měsíc ačkoli poněkud kolísavě. V posledním roce došlo k mírnému poklesu množství odpovědí na asi 25 měsíčně a počet se více ustálil, nedochází tedy k tak výrazným výkyvům jako v předchozích letech. Není zde příliš patrný vliv vegetační sezóny na počet odpovědí.

Průměrná známka v okrese Pardubice se pohybuje kolem hodnoty 3,0 s občasnými výkyvy k horším hodnotám. Dlouhodobě převažujícím hodnotícím stupněm je 3.

Od zavedení SoilClim II v březnu 2021 došlo ke zhoršení průměrného hodnocení v tomto okrese. Roční průměr za minulý rok (průměr 3,42 a 287 odpovědí pro 2021) je po roce 2019 (průměr 3,49 a 391 odpovědí) druhý nejhorší za celé analyzované období. Vzhledem k dlouhodobě stabilnímu průměrnému hodnocení je na místě podezření na možnou souvislost zhoršení hodnocení a zavedení nové verze modelu vodní bilance SoilClim II. Data za necelých 10 měsíců provozu SoilClim II však nemohou být považována za striktně vypovídající. Situaci v tomto okrese by bylo vhodné nadále monitorovat, případně blíže prošetřit.

Okres Nymburk – v roce 2019 druhý nejhůře hodnocený a v letech 2018 a 2020 třetí nejhůře hodnocený okres.



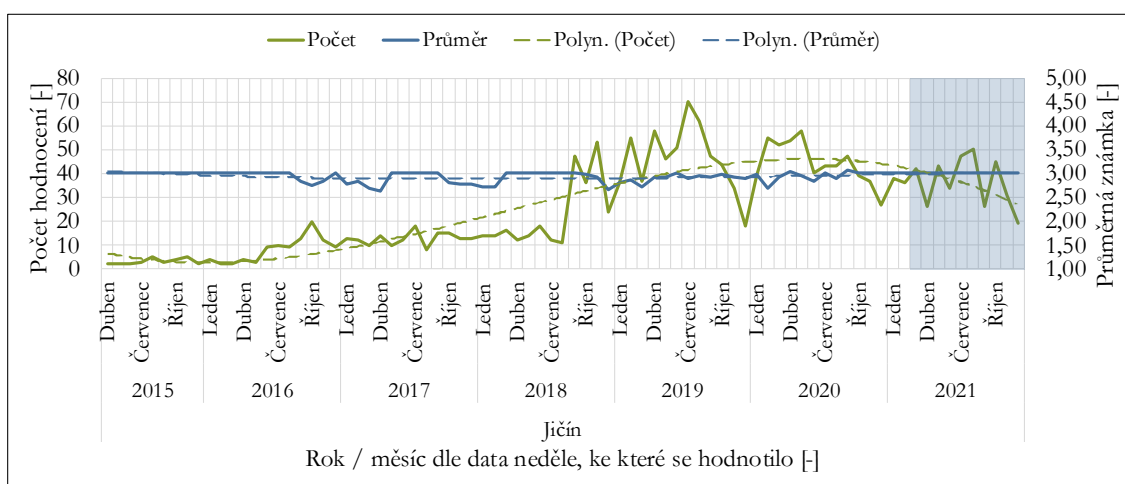
Obr. 15: Vývoj hodnocení okresu Nymburk v letech 2015-2021 v měsíčním kroku: celkový počet hodnocení a průměrná známka; zavedení SoilClim II zvýrazněno modře

Množství odpovědí v okrese Nymburk (Obr. 15) je stejně jako u předchozího okresu silně navázáno na suchý rok 2018, kdy se i přes ukončenou vegetační sezónu od prosince 2018 začal počet odpovědí prudce zvyšovat až na celkové měsíční maximum 102 odpovědí v březnu 2019. Koncem roku 2019 počet odpovědí poklesl na zhruba 40 měsíčně a na této úrovni se držel po celý rok 2020. V roce 2021 je patrný pozvolný pokles a v prosinci 2021 bylo odesláno celkem 20 odpovědí, což je nejnižší počet od listopadu 2018, tedy od doby prudkého nárůstu odpovědí. Kromě roku 2019 není pozorovatelný vliv vegetační sezóny na množství odpovědí.

Průměrná známka v okrese Nymburk se dlouhodobě pohybuje kolem hodnoty 3, což je zde také nejčastější známka. Od poloviny roku 2018 došlo ke zhoršení průměrného hodnocení zhruba o 3 desetiny na 3,3, což je patrné i z vyššího zastoupení „čtyřek“ oproti ostatním hodnotícím stupňům. Obecně lze konstatovat, že roční průměrná hodnocení 2020 a 2021 se přibližují průměrnému hodnocení před suchou epizodou 2018, ačkoli jsou hodnoty více rozkolísané.

Od zavedení SoilClim II nelze pozorovat žádnou prokazatelnou změnu v průměrném hodnocení.

Okres Jičín – druhý nejhůře hodnocený okres v roce 2017 a pátý nejhůře hodnocený v roce 2020.



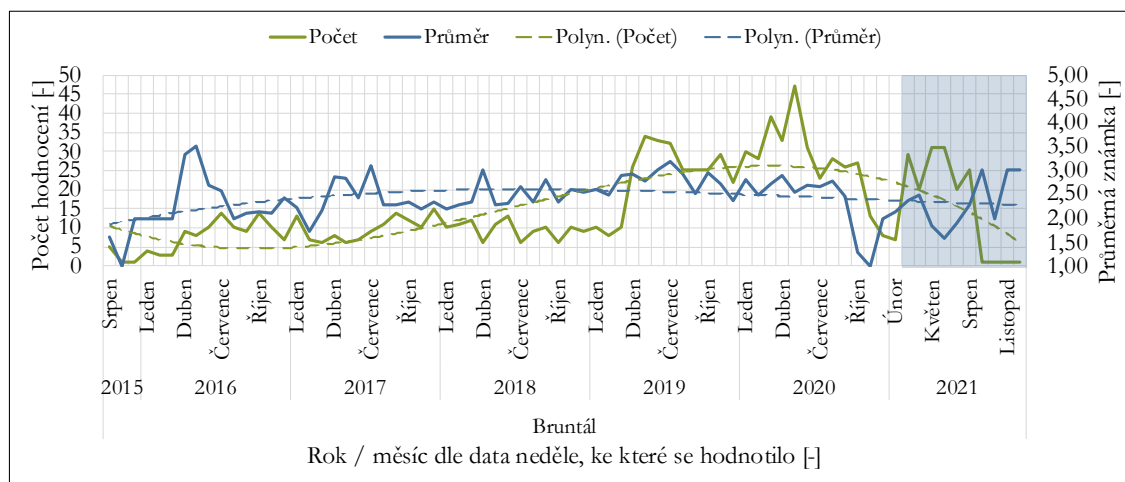
Obr. 16: Vývoj hodnocení okresu Jičín v letech 2015-2021 v měsíčním kroku: celkový počet hodnocení a průměrná známka; zavedení SoilClim II zvýrazněno modře

V okrese Jičín (Obr. 16) stejně jako v předchozích okresech došlo v reakci na suchý rok 2018 ke skokovému nárůstu počtu odpovědí z cca 10 na desítky měsíčně. Nárůst vyvrcholil v červenci 2019 počtem 70 odpovědí za tento měsíc. V prosinci roku 2019 se počet skokově snížil až na hodnoty srovnatelné s první polovinou 2018 a od opět skokového navýšení začátkem roku 2020 vykazuje počet odpovědí klesající tendenci. V tomto okrese vývoj počtu hodnocení v posledních letech ne příliš znatelně, ale přeci, koresponduje s vegetační sezónou, v letech 2019, 2020 i 2021 bylo nejméně odpovědí odesláno vždy v prosinci příslušného roku a naopak nejvíce během letních měsíců.

Průměrná známka v okrese Jičín se dlouhodobě pohybuje těsně pod 3,0. V roce 2021 bylo průměrné hodnocení pro všechny měsíce 3,0 bez souvislosti s proměnlivým počtem odpovědí. Není pozorovatelná žádná změna v hodnocení při zavedení SoilClim II.

6.3.2 Vybrané nejlépe hodnocené okresy

Okres Bruntál – nejlépe hodnocený okres v roce 2016.

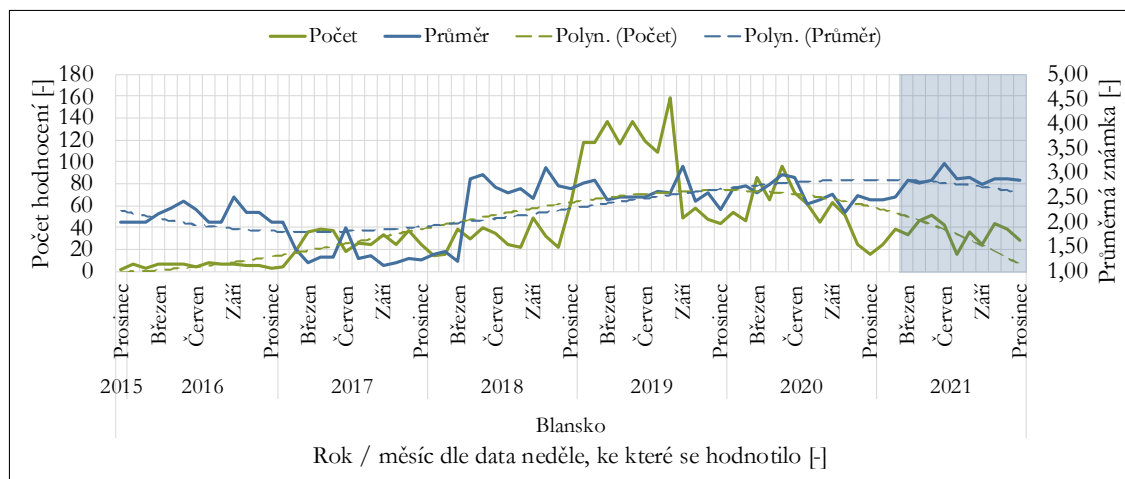


Obr. 17: Vývoj hodnocení okresu Bruntál v letech 2015-2021 v měsíčním kroku: celkový počet hodnocení a průměrná známka; zavedení SoilClim II zvýrazněno modře

Pozvolný nárůst počtu hodnocení v okrese Bruntál (Obr. 17) až na nejvyšší hodnoty v letech 2019 a 2020 je pravděpodobně reakcí na předchozí suchý rok, kdy poté následovalo zvýšení povědomí a zájmu o projekt Intersucho. V září minulého roku však počet skokově spadl na 1 odpověď/měsíc a tento stav trvá. Hodnota měsíční průměrné známky je v poslední době silně rozkolísaná oproti předchozímu vývoji a vzhledem

k nedostatečnému množství odpovědí v posledních měsících, nelze vyvodit závěr ohledně vlivu zavedení SoilClim II.

Okres Blansko – nejlépe hodnocený okres v roce 2017.



Obr. 18: Vývoj hodnocení okresu Blansko v letech 2015-2021 v měsíčním kroku: celkový počet hodnocení a průměrná známka; zavedení SoilClim II zvýrazněno modře

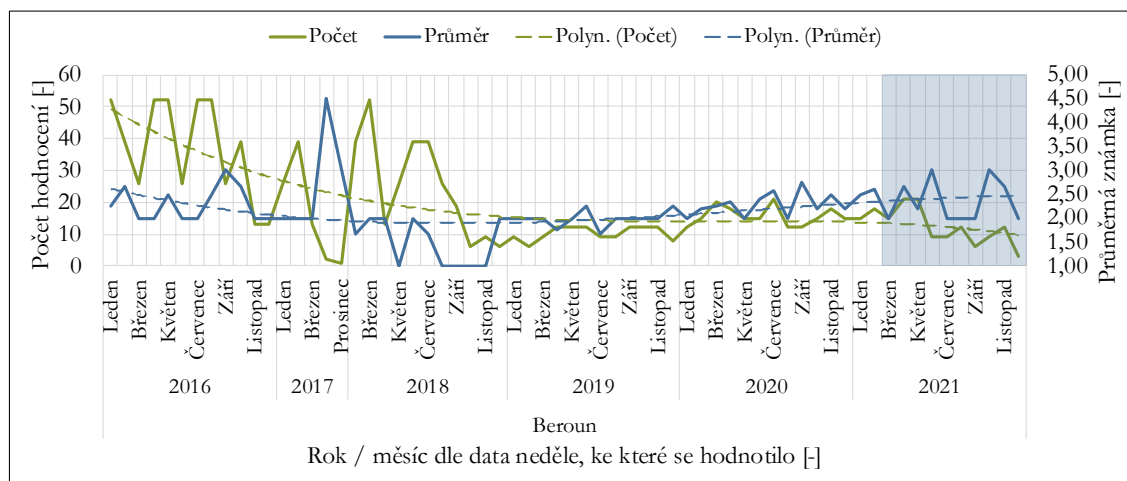
Postupný nárůst počtu odpovědí v okrese Blansko (Obr. 18) dosáhl vrcholu v roce 2019, od té doby dochází k meziročnímu poklesu s mírnými nárůsty a poklesy odpovídajícími průběhu vegetační sezóny. Roční průměrná známka zde byla nejlepší v roce 2017 (1,29 a 323 odpovědí) a od té doby se zhoršuje až na 2,83 a 425 odpovědí v roce 2021. Vliv zavedení SoilClim II není pozorován.

Okres Beroun – nejlépe hodnocený okres v letech 2018 a 2019, třetí v roce 2016.

Oproti vývoji množství hodnocení v ostatních vybraných okresech, došlo v okrese Beroun koncem suchého roku 2018 z neznámého důvodu ke znatelnému poklesu z původních 50 na zhruba 10 odpovědí/měsíc (Obr. 19). Taktéž nejlepší roční průměrná známka zde byla zaznamenána paradoxně v roce 2018 (1,59 a 274 odpovědí), kdy v ostatních podrobněji analyzovaných okresech bylo hodnocení spíše horší než v jiných letech. Od roku 2018 se roční průměr postupně zhoršuje až na 2,42 a 150 odpovědí v roce

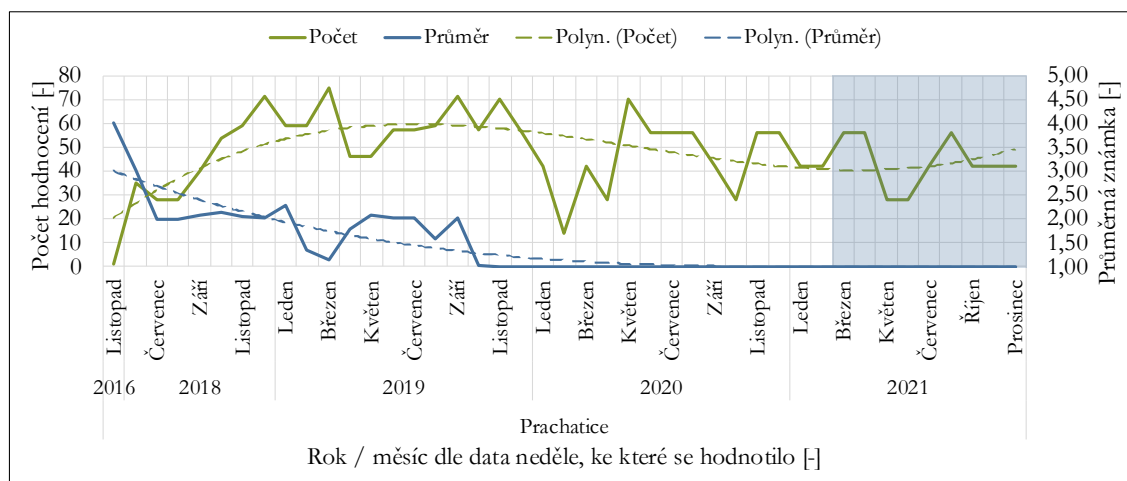
2021). Vliv zavedení SoilClim II není pro výrazné kolísání průměrného hodnocení pozorován.

Vývoj hodnocení v okrese Beroun vybočuje z celkového trendu. Důvod je neznámý a pro jeho nalezení by byla potřeba hlubší analýza.



Obr. 19: Vývoj hodnocení okresu Beroun v letech 2015-2021 v měsíčním kroku: celkový počet hodnocení a průměrná známka; zavedení SoilClim II zvýrazněno modře

Okres Prachatice – nejlépe hodnocený okres v roce 2020 a 2021, druhý v roce 2019 a pátý v roce 2018

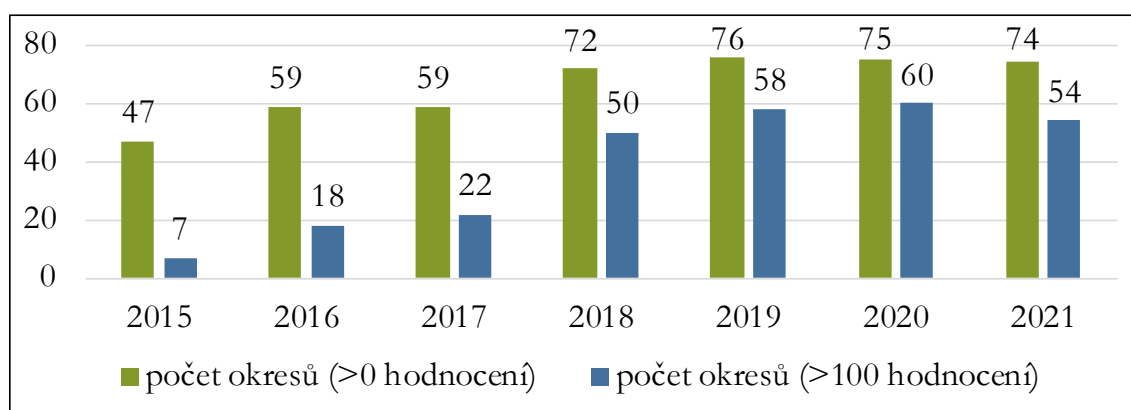


Obr. 20: Vývoj hodnocení okresu Prachatice v letech 2015-2021 v měsíčním kroku: celkový počet hodnocení a průměrná známka; zavedení SoilClim II zvýrazněno modře

V okrese Prachatice (Obr. 20) se začalo pravidelně hodnotit až od poloviny roku 2018. Množství odpovědí se od konce téhož roku pohybuje kolem 40–50 odpovědí/měsíc. Od října 2019 je průměrná známka 1,0 bez pozorovatelného vlivu zavedení SoilClim II.

6.3.3 Prostorová analýza vybraných okresů

Poměrně značné množství okresů v jednotlivých letech nepřesáhlo požadovaných 100 hodnocení za rok a nebyla pro ně určena hodnota koeficientu objektivity – nebyly tedy porovnány s ostatními okresy ani vykresleny do map v Příloze 1. Problematiku objasňuje Obr. 21.

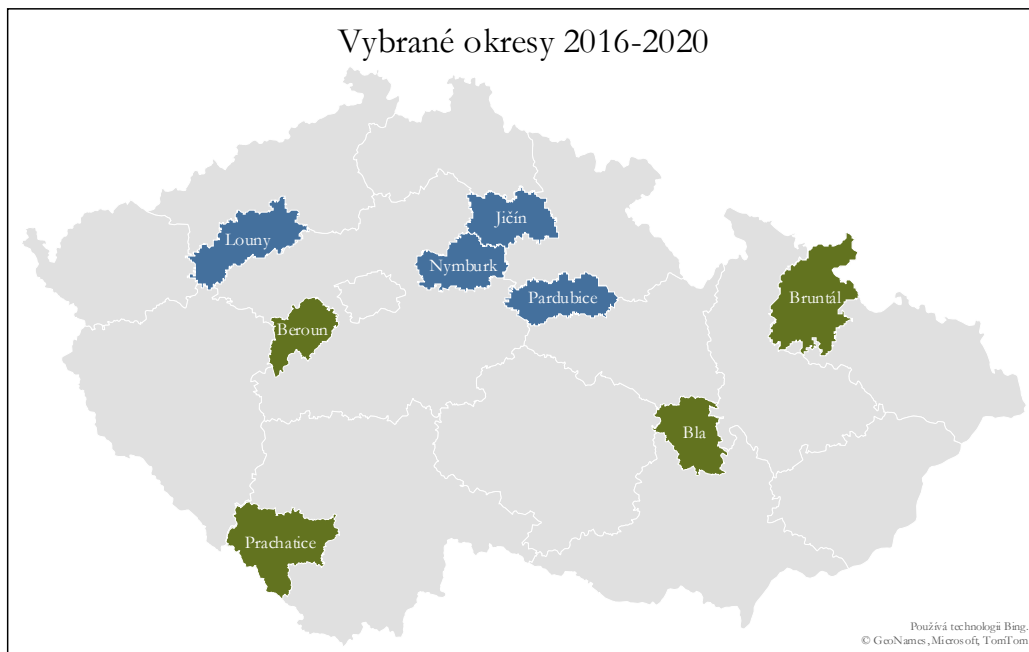


Obr. 21: Počty okresů v letech 2015-2021: okresy s alespoň 1 hodnocením za rok (zeleně); z toho okresy s více jak 100 hodnoceními za rok (modře)

V roce 2019 bylo v dotazníkovém šetření získáno hodnocení ze všech 76 okresů ČR, v příslušné mapě v Příloze 1 se však nachází prázdná místa, protože pouze 58 ze 76 okresů ČR bylo hodnoceno více jak 100 x za rok (viz Obr. 21). Málo hodnocené jsou zejména okresy s nízkým podílem zemědělsky obhospodařované půdy, kde je logicky i nižší výskyt potenciálních zpravodajů.

Všechny vybrané nejhůře hodnocené okresy se nachází v severních Čechách (viz Obr. 22). Kromě okresu Louny, který je v severozápadních Čechách, se zbylé 3 okresy (Pardubice, Nymburk a Jičín) nachází v těsné blízkosti na severovýchodě Čech. Jelikož u vybraných nejhůře hodnocených okresů je jedná o dlouhodobě špatné hodnocení, lze předpokládat, že pro pozorovanou skutečnost existuje vysvětlení.

Naproti tomu vybrané nejlépe hodnocené okresy nevykazují žádné vzájemné seskupení. Ve výběru nejlépe hodnocených okresů docházelo meziročně jen k malé shodě, proto nelze mluvit o dlouhodobém jevu.



Obr. 22: Prostorové zobrazení vybraných okresů 2016-2020: s nejhorším hodnocením (modře) a s nejlepším hodnocením (zeleně)

Pro objasnění výše popsaného jevu by bylo vhodné podrobně analyzovat, zda špatné hodnocení okresů koresponduje s určitými geomorfologickými či pedologickými parametry případně jiným faktorem, který by se mohl takto promítnout do špatného hodnocení výstupu modelu vodní bilance SoilClim externími zpravodaji.

7 SHRNU TÍ A ZÁVĚR

Analýzou poskytnutých dat byl zjištěn vývoj celkového hodnocení monitoringu sucha na portále intersucho.cz z hlediska množství odpovědí na webový dotazník a z hlediska vývoje průměrného hodnocení v čase. Tyto obecné analýzy byly provedeny pro období provozu předpovědního modelu SoilClim I a následně i pro novou verzi modelu s názvem SoilClim II v porovnání s verzí předcházející.

Z vývoje celkového množství hodnocení (Obr. 10) je patrné, že počet relevantních odpovědí na webové dotazníky od spuštění portálu intersucho.cz vzrostl z původních cca 200 za měsíc během roku 2015 až na více jak 2500 za měsíc v letech 2019 a 2020. V roce 2021 celkové množství hodnocení pokleslo, stále se však drží kolem 2000 hodnocení za měsíc, což je desetinásobek původního množství z roku 2015. Nárůst respondentů je důsledkem rozšiřování povědomí o projektu intersucho.cz mezi odbornou veřejnost.

Průměrná známka se za celou dobu trvání projektu intersucho.cz pohybuje v rozmezí 2,2-3,0 s tím, že tendence je klesající (k lepšímu hodnocení) i přes zvyšující se celkový počet respondentů. K výkyvu došlo v roce 2018, kdy příčinou byla pravděpodobně výrazná epizoda sucha v tomto roce.

Co se týče zavedení nového modelu vodní bilance SoilClim II v březnu 2021, nelze s jistotou říci, že je prokazatelný jeho vliv na celkové průměrné hodnocení. Průměrná známka dle Obr. 12 se v roce 2020 (nejlepší hodnocení za období 2015-2020) pohybuje v rozmezí 2,26-2,65 (roční průměr 2,50) a v roce 2021 v rozmezí 2,27-2,50 (roční průměr 2,38). Došlo tedy ke zlepšení celkového hodnocení, ale nelze jej s jistotou připisovat novému předpovědnímu modelu, jelikož tato tendence je dlouhodobá.

Pro podrobnou analýzu byly na základě sestaveného kritéria vybrány okresy, u kterých byla věnována pozornost vývoji hodnocení v čase s důrazem na období zavedení nového předpovědního modelu SoilClim II. Výběr nemohl být proveden pouze dle průměrné známky v okrese, proto bylo sestaveno hodnotící kritérium (koeficient objektivity), které zahrnuje i vliv množství hodnocení s důrazem na hodnotící stupně 3, 4 a 5. Vývoj hodnocení je i přes jisté společné tendence (např. reakce na suchý rok 2018) velice individuální pro každý z vybraných okresů.

Vybrané nejhůře hodnocené: V okrese Louny se hodnocení s jistými výkyvy zlepšuje již od srpna 2020. V okrese Pardubice naopak od dubna 2021 dochází ke znatelnému zhoršení hodnocení (zde by nový předpovědní model mohl mít negativní dopad). V okresech Nymburk a Jičín nelze pozorovat žádnou výraznou změnu v hodnocení.

Vybrané nejlépe hodnocené: V okrese Bruntál dochází od září 2020 ke kolísání v hodnocení a není možné vyvodit závěr. Stejně tak je tomu v okrese Blansko, kde je dlouhodobá tendence zvyšování počtu známek hodnotícího stupně 3 na úkor ostatních hodnotících stupňů. V okrese Beroun je od roku 2018 pozorovatelná dlouhodobá tendence ke zhoršování hodnocení. V okrese Prachatice je od listopadu 2019 průměrná známka 1,0.

Prokazatelný vliv zavedení nového předpovědního modelu nelze pozorovat ani na podrobných grafech vybraných okresů. Na základě provedených analýz nelze s jistotou říci, zda zavedení nového předpovědního modelu SoilClim II mělo vliv na hodnocení předpovědí externími zpravodaji v jednotlivých okresech. S jistotou lze říci, že celkové hodnocení výstupů modelu SoilClim (Obr. 12) se nezhoršilo.

Z prostorového uspořádání vybraných okresů (Obr. 22) se nabízí zamyšlení nad možnou souvislostí geomorfologických, pedologických či jiných faktorů se špatným hodnocením, z čehož plyne možné další využití zpracovaných dat a výsledků provedených analýz. Jednou z pravděpodobných hypotéz je fakt, že se jedná o okresy, které jsou suchem velmi postihovány a projevuje se zde nespokojenost z nedostatečného vyjádření míry sucha portálem intersucho.cz. Respondenti zde subjektivně považují situaci za mnohem horší, než je ve skutečnosti, a tato někdy až frustrace z negativních dopadů sucha se projevuje i v jejich hodnocení.

Na tuto bakalářskou práci je možné navázat v mnoha ohledech a to podrobnějším rozbořením hodnocení v okresech např. porovnáním, zda špatná známka odpovídá výrazně rozdílnému odhadu relativního nasycení půdy zpravodajem oproti vypočtené modelové hodnotě, případně zda se tento rozdíl výrazně odlišuje od jiných okresů, které jsou hodnoceny lépe.

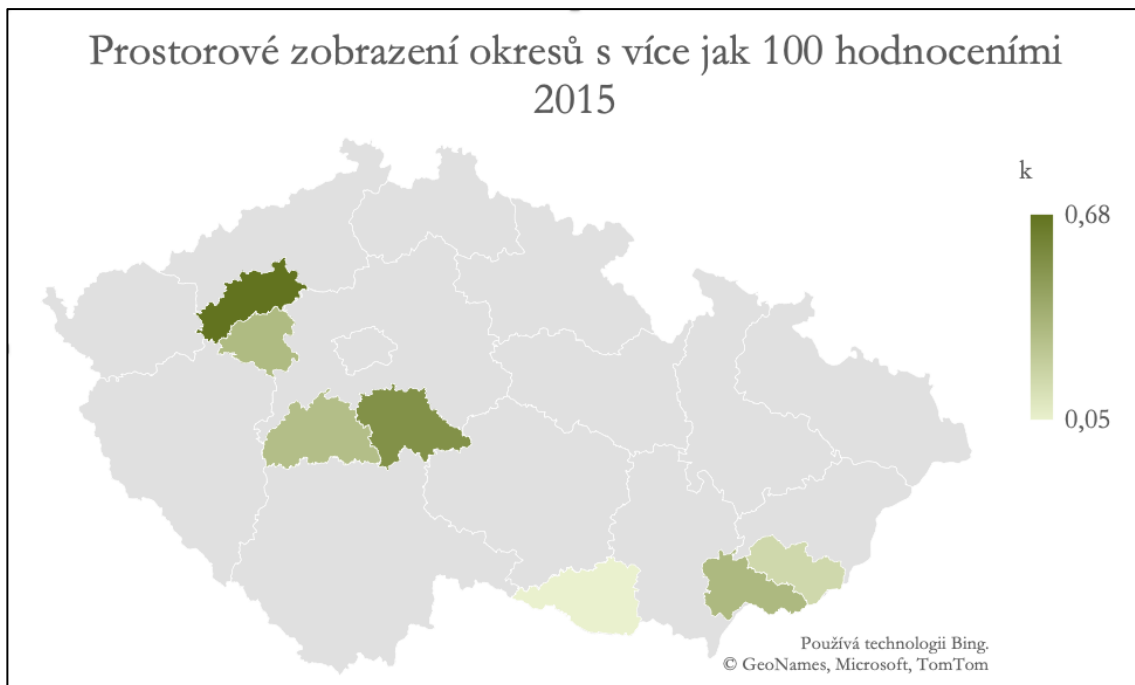
Velice vhodné by bylo zaměřit se více na geofyzikální podmínky špatně hodnocených území, kde je dle zpravodajů shoda modelu SoilClim a jejich přímého pozorování menší než v jiných krajích a případnou souvislost s počtem meteorologických stanic

v jednotlivých okresech. Takový rozbor by mohl poskytnout lepší přehled o tom, pro jaké oblasti je model vodní bilance problematický a případně vést k nalezení možných zlepšení modelových výpočtů, které by to kompenzovaly.

SEZNAM LITERATURY

- [1] BARTOŠOVÁ L., TRNKA M., SEMERÁDOVÁ D., HLAVINKA P., ŠTĚPÁNEK P., ZAHRADNÍČEK P. a ŽALUD Z. Monitoring zemědělského sucha a jeho uživatelé a zpravodajové. In: ROŽNOVSKÝ J., VOPRAVIL J., eds. *Půdní a zemědělské sucho*. Praha: VÚMOP, 2016, s. 34-40. ISBN 978-80-87361-55-9.
- [2] BARTOŠOVÁ L., FISCHER M., BALEK J., BLÁHOVÁ M., KUDLÁČKOVÁ L., CHUCHMA F., HLAVINKA P., MOŽNÝ M., ZAHRADNÍČEK P., WALL N., HAYES M., HAIN C., ANDERSON M., WAGNER W., ŽALUD Z., TRNKA M. Validity and reliability of drought reporters in estimating soil water content and drought impacts in central Europe. *Agricultural and Forest Meteorology*. 2022, 315. ISSN 01681923. Dostupné z: doi:10.1016/j.agrformet.2022.108808
- [3] BRÁZDIL R. a TRNKA M. *Historie počasí a podnebí v Českých zemích: minulost, současnost, budoucnost*. Brno: Centrum výzkumu globální změny Akademie věd České republiky, 2015. ISBN 978-80-87902-11-0.
- [4] *ERA5-Land Hourly Data from 1981 to Present* [online]. [cit. 2022-02-27]. Dostupné z: <https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/dataset/reanalysis-era5-land>.
- [5] HLAVINKA P., TRNKA M., BALEK J., SEMERÁDOVÁ D., HAYES M., SVOBODA M., EITZINGER J., MOŽNÝ M., FISCHER M., HUNT E., ŽALUD Z. Development and evaluation of the SoilClim model for water balance and soil climate estimates. *Agricultural Water Management* [online]. 2011, **98**(8), 1249-1261 [cit. 2022-02-27]. ISSN 03783774. Dostupné z: doi:10.1016/j.agwat.2011.03.011
- [6] *INTERSUCHO* [online]. Brno: Ústav výzkumu globální změny AV ČR, c2022 [cit. 2022-02-27]. Dostupné z: <https://www.intersucho.cz>.
- [7] JUREČKA F., ANDERSON M., HLAVINKA P., HAIN C., WAYNE D., GAO F., JOHNSON D. M., OTKIN J., ŽALUD Z. a TRNKA M. Mapování sucha a odhad výnosů polních plodin pomocí indexu ESI. In: ROŽNOVSKÝ J., VOPRAVIL J., eds. *Půdní a zemědělské sucho*. Praha: VÚMOP, 2016, s. 130-139. ISBN 978-80-87361-55-9.
- [8] ŘEHOŘ J., BRÁZDIL R., TRNKA M., FISCHER M., BALEK J., ŠTĚPÁNEK P., ZAHRADNÍČEK P., SEMERÁDOVÁ D., BLÁHOVÁ M. Effects of Climatic and Soil Data on Soil Drought Monitoring Based on Different Modelling Schemes. *Atmosphere* [online]. 2021, **12**(7) [cit. 2022-02-27]. ISSN 2073-4433. Dostupné z: doi:10.3390/atmos12070913
- [9] TOMÁŠEK M. *Půdy České republiky*. 5., upr. a dopl. vyd. Praha: Česká geologická služba, 2014. ISBN 978-80-7075-861-8.
- [10] TRNKA M., HLAVINKA P., SEMERÁDOVÁ D., BALEK J., MOŽNÝ M., ŠTĚPÁNEK P., ZAHRADNÍČEK P., HAYES M., EITZINGER J. a ŽALUD Z. Drought monitor for the Czech Republic-www.intersucho.cz. In: BŘEZINA J., HALOVÁ H., LITSCHMANN T., ROŽNOVSKÝ J., STŘEDA T., STŘEDOVÁ H., eds. *Mendel and Bioclimatology*. Brno: Mendel university in Brno, 2016, (2016), s. 391-397. ISBN 978-80-7509-397-4.
- [11] ŽALUD Z., ed. *Změna klimatu a české zemědělství - dopady a adaptace*. 10. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2009. Folia Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis : edition of original papers and monographs. ISBN 978-80-7375-369-6.
- [12] ŽALUD Z. *Bioklimatologie*. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2015. ISBN 978-80-7509-189-5.
- [13] ŽALUD Z., TRNKA M. a HLAVINKA P. *Zemědělské sucho v České republice - vývoj, dopady a adaptace*. Praha: Agrární komora České republiky, 2019. ISBN 978-80-88351-02-3.

PŘÍLOHA 1 – SEZNAMY OKRESŮ DLE KOEFICIENTU K VČETNĚ ZOBRAZENÍ V MAPĚ

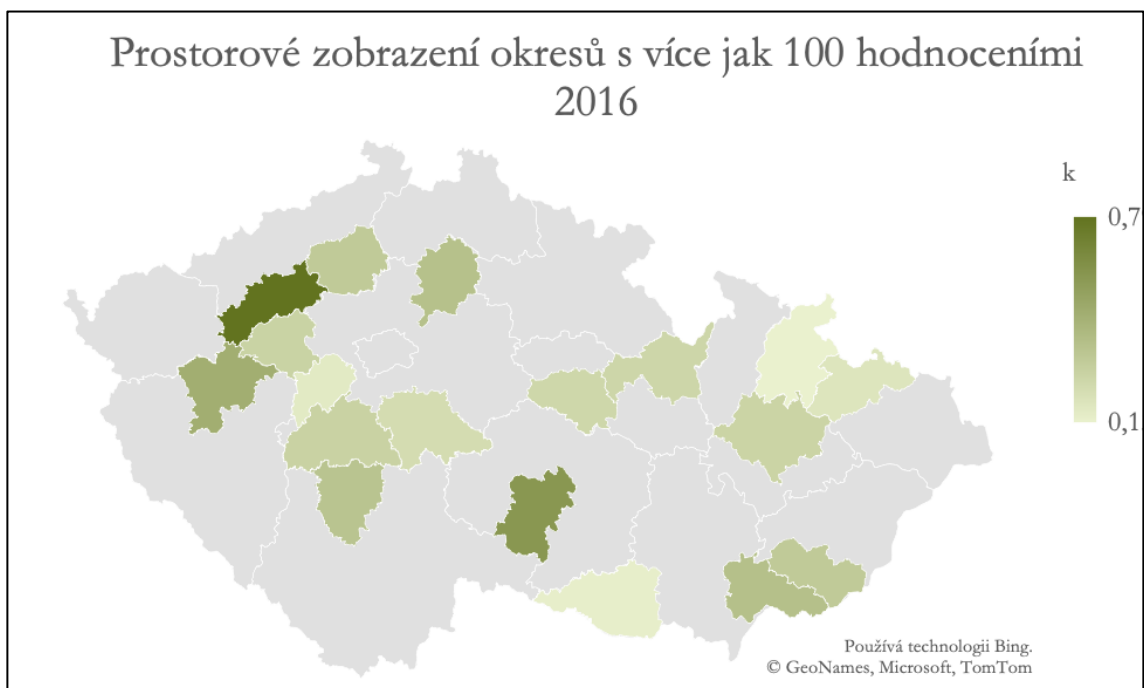


Obrázek P1. 1: Mapa okresů dle k pro 2015

Tabulka P1. 1: Seznam okresů dle k pro 2015

Celkové porovnání okresů dle k pro 2015									
Okres	1	2	3	4	5	celkem	x	k	
Znojmo	74	67	18	3	2	164	1,73	0,05	
Uherské Hradiště	6	214	98	24		342	2,41	0,17	
Příbram	14	30	61	5		110	2,52	0,30	
Rakovník	3	75	67	27	10	182	2,81	0,32	
Hodonín	9	32	56	11	1	109	2,66	0,33	
Benešov		16	119	13		148	2,98	0,53	
Louny	7	24	36	101	79	247	3,89	0,68	
Blansko		1				1	2,00	-	
Brno-město	3	1	1			5	1,60	-	
Brno-venkov	1	1	19	19	1	41	3,44	-	
Bruntál	3	4				7	1,57	-	
Břeclav	1	6	7	12	1	27	3,22	-	
České Budějovice	4	16	4			24	2,00	-	
Český Krumlov				2		2	4,00	-	
Domažlice				1		1	4,00	-	
Havlíčkův Brod				1		1	4,00	-	

Celkové porovnání okresů dle k pro 2015								
Okres	1	2	3	4	5	celkem	x	k
Hlavní město Praha	1	2				3	1,67	-
Hradec Králové				4		4	4,00	-
Chrudim			7			7	3,00	-
Jičín			28			28	3,00	-
Jihlava			2		1	3	3,67	-
Jindřichův Hradec		1				1	2,00	-
Kladno	3	20	2			25	1,96	-
Kolín	6	4	13			23	2,30	-
Kroměříž	4	16	2			22	1,91	-
Kutná Hora		3	7			10	2,70	-
Litoměřice	5	19	32	3		59	2,56	-
Mladá Boleslav	1	30	35	9		75	2,69	-
Nový Jičín		4				4	2,00	-
Nymburk		3	69	2	1	75	3,01	-
Olomouc		5	4			9	2,44	-
Opava	11					11	1,00	-
Ostrava	1					1	1,00	-
Přísek	2	9	43	2		56	2,80	-
Plzeň-jih		4	1			5	2,20	-
Plzeň-sever		5	42	27	5	79	3,41	-
Prostějov		1				1	2,00	-
Přerov	2	22	37			61	2,57	-
Rokycany	1				3	4	4,00	-
Semily	1					1	1,00	-
Strakonice					1	1	5,00	-
Svitavy	2		3			5	2,20	-
Tábor	1					1	1,00	-
Ústí nad Orlicí	5	2	16	8	4	35	3,11	-
Vyškov			4			4	3,00	-
Zlín		2	1			3	2,33	-
Žďár nad Sázavou	3	5	16	1		25	2,60	-

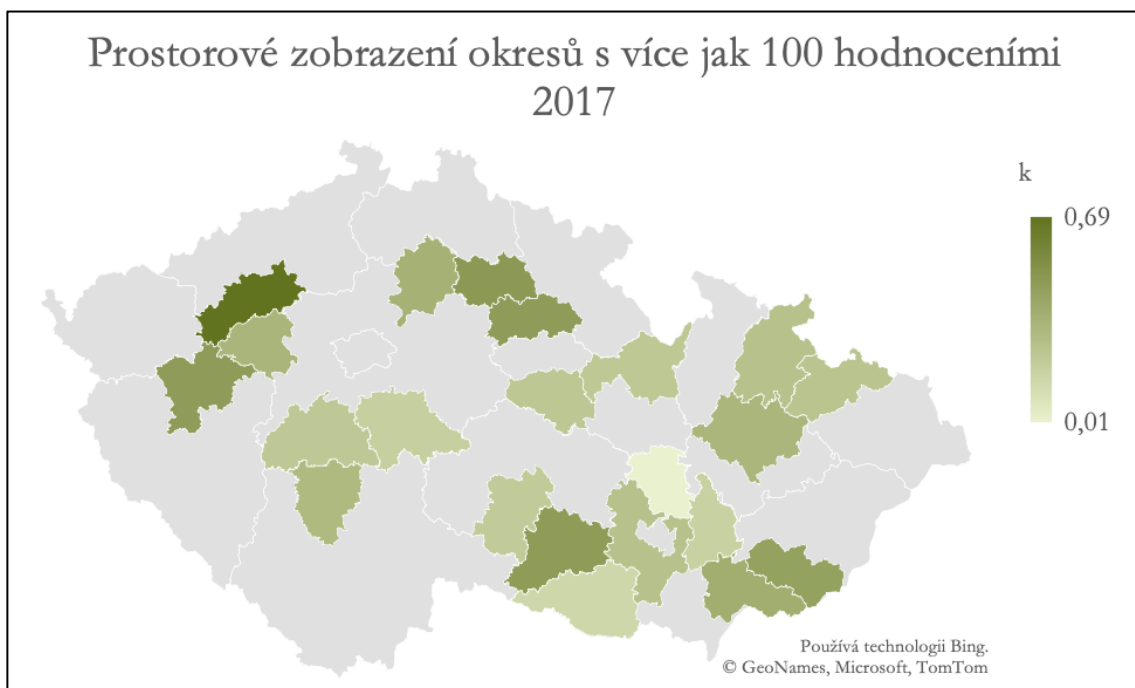


Obrázek P1. 2: Mapa okresů dle k pro 2016

Tabulka P1. 2: Seznam okresů dle k pro 2016

Celkové porovnání okresů dle k pro 2016									
Okres	1	2	3	4	5	celkem	x	k	
Bruntál	4	71	11	6	9	101	2,46	0,13	
Znojmo	167	172	172	8		519	2,04	0,14	
Beroun	13	273	156			442	2,32	0,16	
Opava	64	41	87			192	2,12	0,19	
Benešov		126	96	13	1	236	2,53	0,24	
Chrudim	35	18	63	6		122	2,33	0,26	
Ústí nad Orlicí	27	71	109	6	2	215	2,47	0,27	
Olomouc	23	60	108	2		193	2,46	0,28	
Rakovník	5	130	94	46	9	284	2,73	0,29	
Příbram	46	86	116	36	13	297	2,61	0,29	
Uherské Hradiště	13	148	280	2		443	2,61	0,33	
Litoměřice	29	15	92			136	2,46	0,33	
Písek	31	21	122	5		179	2,56	0,36	
Mladá Boleslav		45	99	5		149	2,73	0,38	
Hodonín	25	22	118	7	2	174	2,65	0,39	
Plzeň-sever	2	25	94	22		143	2,95	0,48	
Jihlava			282		1	283	3,01	0,60	
Louny		22	32	335	146	535	4,13	0,79	
Blansko		56	10	1		67	2,18	-	
Brno-město		39				39	2,00	-	

Celkové porovnání okresů dle k pro 2016								
Okres	1	2	3	4	5	celkem	x	k
Brno-venkov	13	15	44	9	1	82	2,63	-
Břeclav	1	3	48	4		56	2,98	-
Česká Lípa	1	35				36	1,97	-
České Budějovice	14	31	3			48	1,77	-
Český Krumlov	3	8	9	1	1	22	2,50	-
Domažlice		22	18			40	2,45	-
Havlíčkův Brod	11	16	9	22		58	2,72	-
Hlavní město Praha		1				1	2,00	-
Hradec Králové	1	23	56			80	2,69	-
Chomutov	1	1	54	1		57	2,96	-
Jičín		9	88			97	2,91	-
Kladno	1	45	4			50	2,06	-
Klatovy	1	1				2	1,50	-
Kolín	43	5	31			79	1,85	-
Kromčříž	19	33	18	4		74	2,09	-
Kutná Hora		2	31			33	2,94	-
Liberec	11	27	20			58	2,16	-
Náchod	16	17	3			36	1,64	-
Nový Jičín	1		20			21	2,90	-
Nymburk		1	65			66	2,98	-
Pardubice			17	4	2	23	3,35	-
Pelhřimov		2				2	2,00	-
Plzeň-jih	21	16	2			39	1,51	-
Praha-východ	1	26	10			37	2,24	-
Praha-západ	6	15	27			48	2,44	-
Prachatice				1		1	4,00	-
Prostějov	5	10	3			18	1,89	-
Přerov	15	23	55			93	2,43	-
Rokycany	15	6	10	7	1	39	2,31	-
Rychnov nad Kněžnou		28	33	4		65	2,63	-
Semily			8			8	3,00	-
Strakonice		1	3	1		5	3,00	-
Svitavy		6	13			19	2,68	-
Tábor		2				2	2,00	-
Trutnov			1			1	3,00	-
Třebíč	4		64	8		76	3,00	-
Vyškov	42	4	31			77	1,86	-
Zlín	6	19	13			38	2,18	-
Žďár nad Sázavou			86	1		87	3,01	-

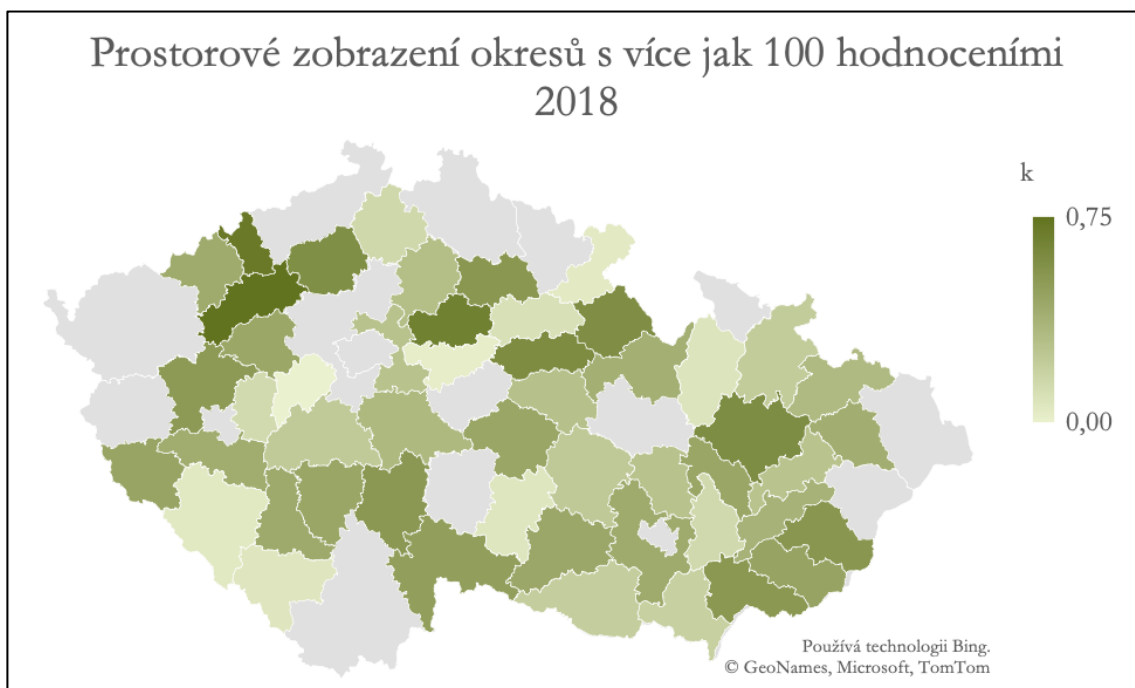


Obrázek P1. 3: Mapa okresů dle k pro 2017

Tabulka P1. 3: Seznam okresů dle k pro 2017

Celkové porovnání okresů dle k pro 2017								
Okres	1	2	3	4	5	celkem	x	k
Blansko	250	56	13	3	1	323	1,29	0,01
Znojmo	195	124	181	12		512	2,02	0,15
Vyškov	90	5	40	28	6	169	2,14	0,19
Benešov		108	61	9	2	180	2,47	0,20
Jihlava		162	133			295	2,45	0,22
Příbram	58	99	95	34	11	297	2,46	0,23
Ústí nad Orlicí	70	27	112			209	2,20	0,24
Chrudim	40	15	66			121	2,21	0,24
Opava	32	45	90	1	1	169	2,37	0,26
Brno-venkov	15	45	53	16		129	2,54	0,27
Bruntál	31	19	60	8		118	2,38	0,27
Písek	32	45	101	20		198	2,55	0,31
Olomouc	8	62	125			195	2,60	0,33
Rakovník	7	88	109	27	10	241	2,77	0,34
Mladá Boleslav	7	40	101			148	2,64	0,36
Hodonín	31	8	80	9	7	135	2,65	0,38
Uherské Hradiště	12	33	171	6		222	2,77	0,44
Plzeň-sever	9	18	96	19	1	143	2,90	0,47
Hradec Králové		33	161			194	2,83	0,47
Třebíč	10	6	88	2		106	2,77	0,47

Celkové porovnání okresů dle k pro 2017								
Okres	1	2	3	4	5	celkem	x	k
Jičín		22	131			153	2,86	0,49
Louny	3	40	19	416	11	489	3,80	0,69
Beroun		78	1	1	1	81	2,07	-
Brno-město		43				43	2,00	-
Břeclav	8	10	36	4	1	59	2,66	-
České Budějovice	17	9				26	1,35	-
Český Krumlov	8	8	5	1		22	1,95	-
Domažlice		24	19	1		44	2,48	-
Havlíčkův Brod	1	15	22	25		63	3,13	-
Chomutov			48	1		49	3,02	-
Jindřichův Hradec		2	7	2		11	3,00	-
Kladno		43	3	2		48	2,15	-
Klatovy	40	8	16	1	2	67	1,76	-
Kolín	24	23	7			54	1,69	-
Kroměříž		20	13	7		40	2,68	-
Kutná Hora	1		9			10	2,80	-
Liberec	12	3	18	1		34	2,24	-
Litoměřice	10	10	62			82	2,63	-
Náchod	12	22				34	1,65	-
Nový Jičín	2	2	30			34	2,82	-
Nymburk			60	1		61	3,02	-
Ostrava	5	2				7	1,29	-
Pardubice			19	4		23	3,17	-
Pelhřimov				5		5	4,00	-
Plzeň-jih	9	32	2	8	7	58	2,52	-
Praha-východ		24	15			39	2,38	-
Praha-západ		4	31			35	2,89	-
Prostějov		42	12	3		57	2,32	-
Přerov	35	6	45			86	2,12	-
Rokycany	12	5	5	3		25	1,96	-
Rychnov nad Kněžnou	2	32	35			69	2,48	-
Semily	13	3	5			21	1,62	-
Strakonice		2	2	4	8	16	4,13	-
Svitavy			14	5		19	3,26	-
Šumperk		1				1	2,00	-
Tábor		1	18	1		20	3,00	-
Trutnov	4					4	1,00	-
Zlín	2	1	26	2	2	33	3,03	-
Žďár nad Sázavou	13	28	52			93	2,42	-



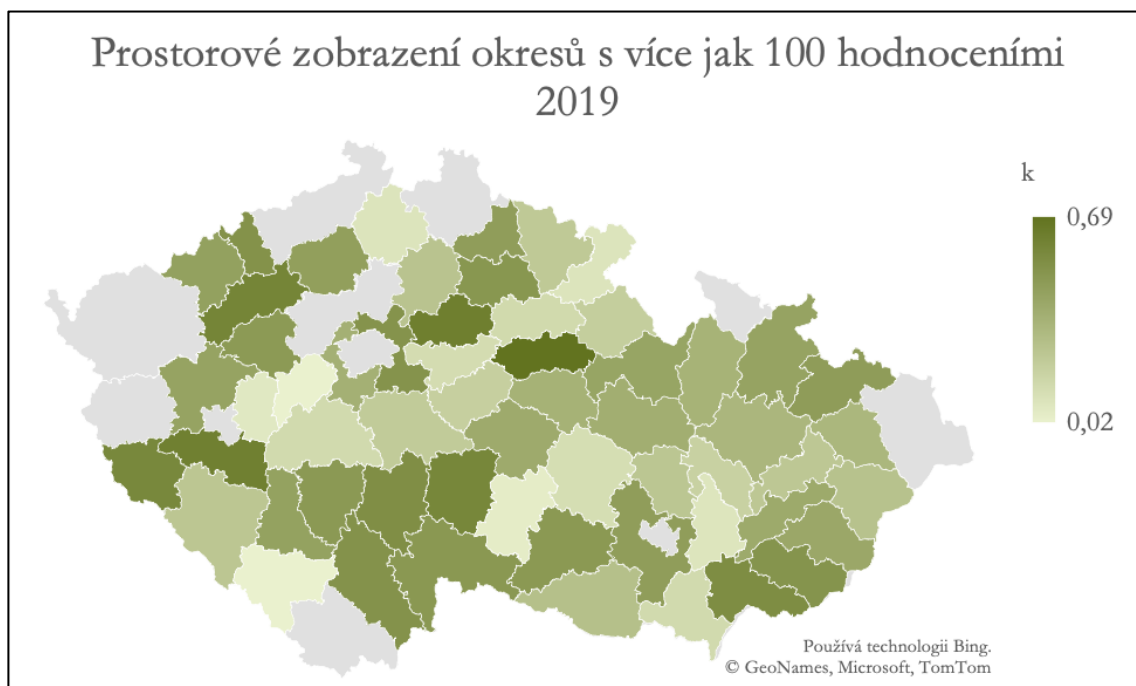
Obrázek P1. 4: Mapa okresů dle k pro 2018

Tabulka P1. 4: Seznam okresů dle k pro 2018

Celkové porovnání okresů dle k pro 2018								
Okres	1	2	3	4	5	celkem	x	k
Beroun	112	162				274	1,59	0,00
Kolín	8	177	12			197	2,02	0,02
Náchod	102		21			123	1,34	0,05
Klatovy	52	384	38	19		493	2,05	0,05
Prachatice		269	43	3		315	2,16	0,06
Jihlava	17	244	48			309	2,10	0,07
Šumperk	18	214	36	13		281	2,16	0,08
Hradec Králové	79	99	59	3		240	1,94	0,10
Rokycany	32	55	43			130	2,08	0,14
Vyškov	135	84	109	12		340	1,99	0,14
Česká Lípa	34	54	48	1		137	2,12	0,15
Břeclav	75	27	83	6		191	2,10	0,20
Znojmo	149	248	170	54	71	692	2,49	0,21
Bruntál	27	35	34	8	9	113	2,44	0,22
Příbram	87	161	128	72	15	463	2,50	0,23
Žďár nad Sázavou	22	81	80	13	3	199	2,47	0,24
Přerov	33	15	62	4	1	115	2,35	0,27
Praha-východ	3	50	54	8		115	2,58	0,28
Blansko	56	109	195	21	2	383	2,49	0,28
Chrudim	34	26	91	3		154	2,41	0,29

Celkové porovnání okresů dle k pro 2018								
Okres	1	2	3	4	5	celkem	x	k
Mladá Boleslav	32	67	129	9	5	242	2,54	0,30
Opava	58	32	149	18	1	258	2,50	0,33
Benešov	3	198	125	72	60	458	2,97	0,33
Kroměříž	9	41	77	16	7	150	2,81	0,37
Ústí nad Orlicí	51	38	253	10		352	2,63	0,39
Nový Jičín	20	15	87	14		136	2,70	0,40
Plzeň-jih	10	65	62	11	58	206	3,20	0,41
Chomutov	1	37	73	26		137	2,91	0,42
Brno-venkov	51	78	231	96	17	473	2,89	0,42
Strakonice	53	88	224	148	4	517	2,93	0,43
Třebíč	30	16	136	19	9	210	2,81	0,44
Rakovník	10	101	181	68	41	401	3,07	0,44
Písek	28	37	113	55	20	253	3,01	0,45
Prostějov	1	20	83	1		105	2,80	0,45
Havlíčkův Brod	1	40	71	47		159	3,03	0,45
Domažlice		23	84	1	5	113	2,89	0,46
Uherské Hradiště	10	63	238	50		361	2,91	0,46
Jindřichův Hradec		34	144	18	3	199	2,95	0,49
Plzeň-sever	12	56	248	94	15	425	3,10	0,52
Tábor	7	95	460	122	26	710	3,09	0,53
Hodonín	32		189	38	15	274	3,01	0,53
Jičín		22	248	1		271	2,92	0,54
Zlín		50	144	83	23	300	3,26	0,54
Litoměřice	8	5	210	41	1	265	3,08	0,59
Rychnov nad Kněžnou	7	9	288	60		364	3,10	0,59
Olomouc	1		241			242	2,99	0,60
Pardubice		3	115	16		134	3,10	0,61
Nymburk	1		93	38	8	140	3,37	0,67
Most		3	51	75	10	139	3,66	0,72
Louny	1	44	76	385	186	692	4,03	0,75
Brno-město	27	9	28			64	2,02	-
České Budějovice	11	11	7	7	3	39	2,49	-
Český Krumlov	7	15	8	3		33	2,21	-
Frýdek-Místek		4	10			14	2,71	-
Hlavní město Praha			2	1	1	4	3,75	-
Cheb			2			2	3,00	-
Jablonec nad Nisou	2					2	1,00	-
Jeseník			12			12	3,00	-
Karlovy Vary	2	1	40	51	1	95	3,51	-
Karviná	6		28	3		37	2,76	-
Kladno	2	26	16	4		48	2,46	-
Kutná Hora		14	23	12		49	2,96	-

Celkové porovnání okresů dle k pro 2018								
Okres	1	2	3	4	5	celkem	x	k
Liberec	20	16	21			57	2,02	-
Ostrava	5			1		6	1,50	-
Pelhřimov		2	25	6		33	3,12	-
Praha-západ	18	6	33			57	2,26	-
Semily	18	3	35	6		62	2,47	-
Svitavy	1	2	66	9	2	80	3,11	-
Teplice			4	3	2	9	3,78	-
Trutnov	3	50	30			83	2,33	-
Ústí nad Labem	3	7	3	3		16	2,38	-
Vsetín			24			24	3,00	-



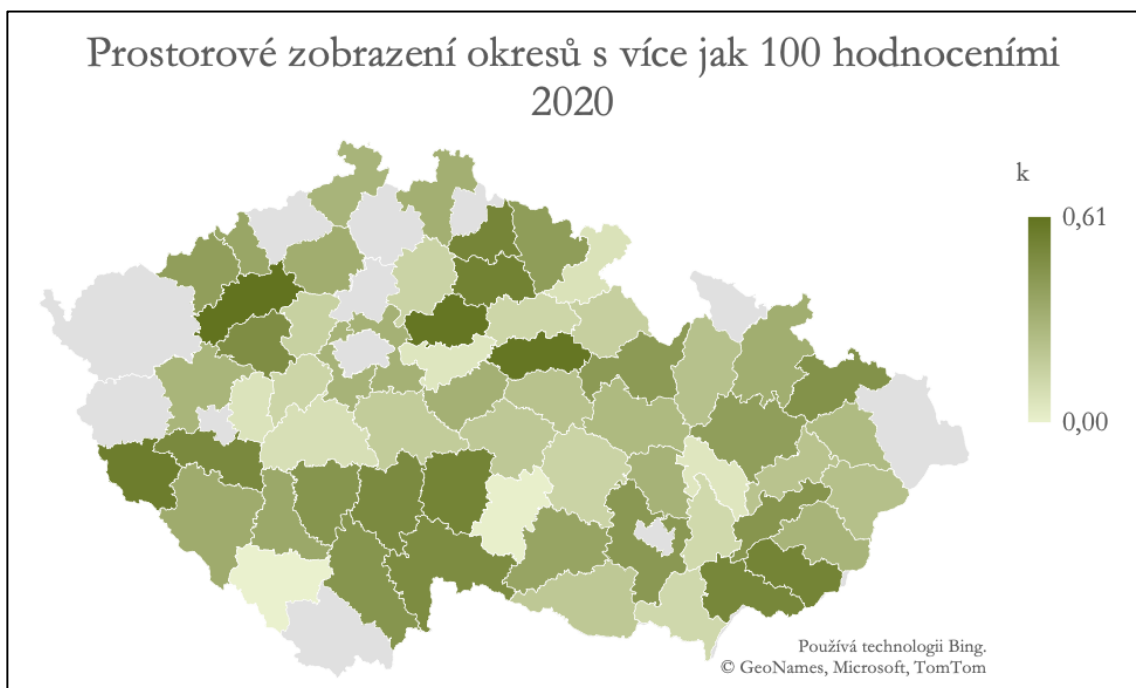
Obrázek P1. 5: Mapa okresů dle k pro 2019

Tabulka P1. 5: Seznam okresů dle k pro 2019

Celkové porovnání okresů dle k pro 2019								
Okres	1	2	3	4	5	celkem	x	k
Beroun	6	111	5			122	1,99	0,02
Prachatice	336	336	39	1		712	1,59	0,02
Jihlava	130	194	43	1		368	1,77	0,04
Rokycany	78	210	49	6	1	344	1,96	0,06
Vyškov	359	157	89	55	5	665	1,78	0,08
Náchod	397	73	134	18	8	630	1,68	0,09
Česká Lípa		210	49	2		261	2,20	0,09
Žďár nad Sázavou	391	143	135	102		771	1,93	0,12
Kolín	48	746	312	3		1109	2,24	0,13
Břeclav	107	136	93	22	4	362	2,12	0,14
Příbram	341	209	207	76	4	837	2,04	0,14
Hradec Králové	107	196	147	6		456	2,11	0,14
Prostějov		95	61			156	2,39	0,19
Kutná Hora	62	465	310	54		891	2,40	0,20
Rychnov nad Kněžnou	90	565	502	3		1160	2,36	0,21
Benešov	11	303	201	45		560	2,50	0,22
Trutnov	76	80	57	42	30	285	2,54	0,23
Přerov	46	17	75			138	2,21	0,24
Klatovy	325	219	629	10		1183	2,27	0,25
Blansko	7	626	457	82	35	1207	2,60	0,25
Mladá Boleslav	105	233	238	109	8	693	2,54	0,26

Celkové porovnání okresů dle k pro 2019								
Okres	1	2	3	4	5	celkem	x	k
Vsetín	9	56	76			141	2,48	0,27
Znojmo	135	303	368	91	51	948	2,60	0,28
Nový Jičín	34	33	125	3		195	2,50	0,33
Olomouc	9	213	379			601	2,62	0,33
Šumperk	19	282	591			892	2,64	0,35
Chrudim	48	99	288	21		456	2,62	0,35
Praha-západ	16	24	93	1		134	2,59	0,36
Svitavy	25	25	102	15	1	168	2,65	0,37
Havlíčkův Brod	20	185	262	169		636	2,91	0,39
Kroměříž	11	121	274	46	2	454	2,80	0,40
Zlín	26	187	294	161	24	692	2,96	0,41
Ústí nad Orlicí	82	73	583	4		742	2,69	0,42
Bruntál	40	25	162	49	3	279	2,82	0,43
Plzeň-sever	20	268	713	84	55	1140	2,90	0,43
Strakonice	176	192	1240	153	5	1766	2,78	0,44
Chomutov	36	48	302	29	1	416	2,79	0,44
Litoměřice	44	171	736	103		1054	2,85	0,45
Brno-venkov	85	179	632	256	37	1189	2,98	0,46
Semily	8	15	117			140	2,78	0,46
Opava	54	41	311	89	3	498	2,89	0,47
Rakovník	26	137	433	171	21	788	3,03	0,48
Písek	26	39	273	34	14	386	2,92	0,49
Třebíč	19	36	283	21	4	363	2,88	0,49
Jindřichův Hradec	5	94	579	19		697	2,88	0,49
Jičín	2	77	457	12	10	558	2,91	0,50
Uherské Hradiště	17	32	363	20	1	433	2,90	0,51
Praha-východ	2	40	241	37		320	2,98	0,52
České Budějovice	10	41	411	15	4	481	2,92	0,52
Most	1	25	139	27	2	194	3,02	0,52
Tábor	29	143	1331	225	3	1731	3,02	0,54
Hodonín	18		189	21	6	234	2,99	0,55
Domažlice	3	10	325	12	3	353	3,01	0,58
Pelhřimov	4	23	313	49	17	406	3,13	0,58
Louny	40	133	372	530	131	1206	3,48	0,60
Plzeň-jih	62	54	258	26	329	729	3,69	0,62
Nymburk	8	49	373	346	8	784	3,38	0,63
Pardubice	1	4	207	159	20	391	3,49	0,69
Brno-město	8	3	51			62	2,69	-
Český Krumlov	22	34	2			58	1,66	-
Děčín	4	35	22	9		70	2,51	-
Frýdek-Místek	10	7	50		1	68	2,63	-
Cheb			1			1	3,00	-

Celkové porovnání okresů dle k pro 2019								
Okres	1	2	3	4	5	celkem	x	k
Jablonec nad Nisou	5	1		6		12	2,58	-
Jeseník			2			2	3,00	-
Karlovy Vary	21	13	32	10	5	81	2,57	-
Karviná			44	2		46	3,04	-
Kladno		29	48	2		79	2,66	-
Liberec	30	40	29	1		100	2,01	-
Mělník		3	17	7	1	28	3,21	-
Ostrava		2	1			3	2,33	-
Plzeň-město		1	1			2	2,50	-
Sokolov		1				1	2,00	-
Tachov		2	20	6	2	30	3,27	-
Teplice			11	1		12	3,08	-
Ústí nad Labem	1	38	11	9	3	62	2,60	-



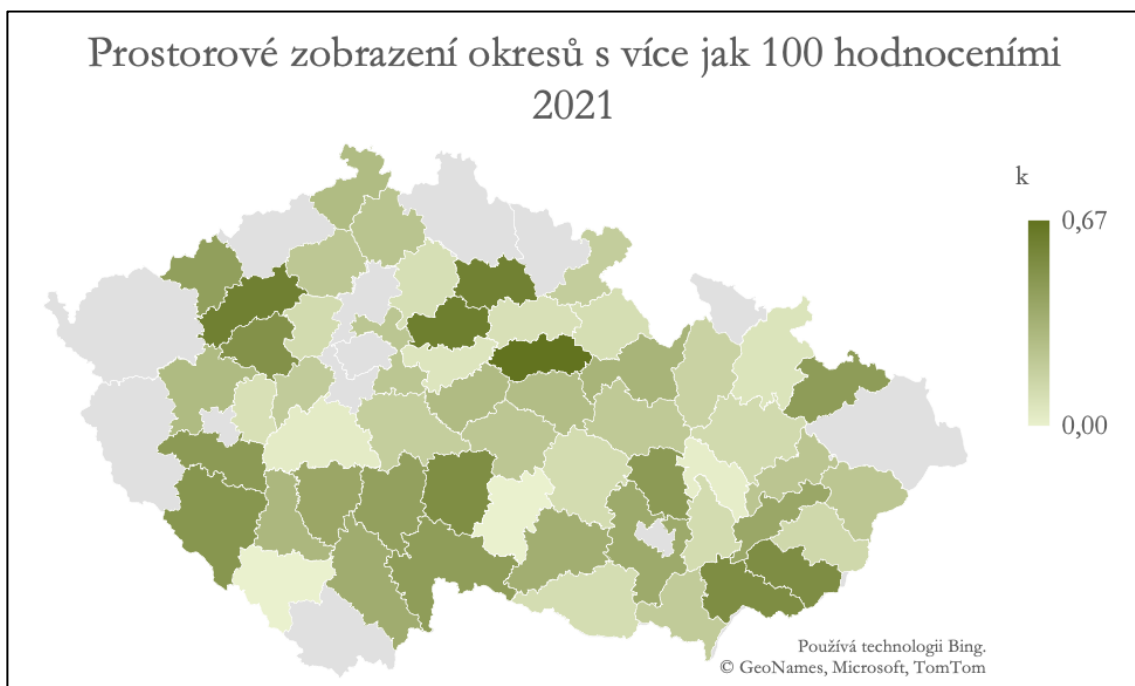
Obrázek P1. 6: Mapa okresů dle k pro 2020

Tabulka P1. 6: Seznam okresů dle k pro 2020

Celkové porovnání okresů dle k pro 2020								
Okres	1	2	3	4	5	celkem	x	k
Prachatice	546					546	1,00	0,00
Jihlava	138	164	10			312	1,59	0,01
Prostějov	14	161	25			200	2,06	0,05
Kolín	108	829	140	3		1080	2,04	0,05
Rokycany	41	273	60			374	2,05	0,07
Náchod	376	60	102	22	2	562	1,60	0,07
Příbram	212	373	134	26	2	747	1,97	0,09
Vyškov	329	35	155	25		544	1,77	0,12
Břeclav	217	67	108	18	7	417	1,88	0,12
Hradec Králové	159	164	130	20	4	477	2,05	0,13
Beroun		132	56			188	2,30	0,14
Žďár nad Sázavou	378	49	230	33	1	691	1,89	0,14
Mladá Boleslav	164	415	282	10		871	2,16	0,14
Kladno	2	85	42	2		131	2,34	0,16
Rychnov nad Kněžnou	118	428	310	5		861	2,23	0,16
Benešov	112	431	302	47	1	893	2,32	0,18
Havlíčkův Brod	68	335	296			699	2,33	0,20
Znojmo	173	224	255	52	2	706	2,27	0,20
Přerov	60	15	80	1		156	2,14	0,22
Chrudim	144	144	288	1		577	2,25	0,23

Celkové porovnání okresů dle k pro 2020								
Okres	1	2	3	4	5	celkem	x	k
Šumperk	1	449	398			848	2,47	0,23
Vsetín	10	67	74			151	2,42	0,24
Nový Jičín	58	41	125	4		228	2,33	0,26
Svitavy	43	14	76	4		137	2,30	0,27
Plzeň-sever	225	349	597	147	25	1343	2,55	0,29
Děčín	34	72	133	17		256	2,52	0,30
Zlín	69	209	249	103	8	638	2,64	0,30
Praha-západ	28	19	77	1		125	2,41	0,30
Blansko	46	243	329	32	30	680	2,64	0,30
Praha-východ	54	63	176	17		310	2,50	0,31
Kutná Hora	42	103	229	10		384	2,54	0,32
Liberec	26	30	96		3	155	2,51	0,32
Bruntál	72	41	209	11		333	2,48	0,33
Litoměřice	73	321	638	44		1076	2,61	0,33
Klatovy	292	188	989	24		1493	2,50	0,34
Strakonice	233	125	767	55		1180	2,55	0,35
Most		48	52	31		131	2,87	0,36
Třebíč	55	57	290			402	2,58	0,37
Chomutov	60	72	232	97	3	464	2,81	0,40
Olomouc	28	88	348			464	2,69	0,40
Trutnov	28	2	52	15	12	109	2,83	0,41
Ústí nad Orlicí	91	47	505	14		657	2,67	0,42
Brno-venkov	110	182	762	163	12	1229	2,83	0,43
Kroměříž	27	39	214	36		316	2,82	0,45
Písek	10	73	299	18	2	402	2,82	0,45
České Budějovice	53	53	472	7		585	2,74	0,45
Opava	68	15	392	31	1	507	2,77	0,46
Rakovník	23	112	585	74	5	799	2,91	0,48
Jindřichův Hradec	36	40	469	20		565	2,84	0,49
Tábor	81	89	1059	86		1315	2,87	0,50
Plzeň-jih	88	43	393	19	138	681	3,11	0,50
Hodonín	17	1	133	12	3	166	2,90	0,52
Semily	7	7	145			159	2,87	0,52
Pelhřimov	22	33	359	72		486	2,99	0,53
Uherské Hradiště	14	20	380	3		417	2,89	0,53
Jičín		44	481	5	4	534	2,94	0,54
Domažlice	2	10	258			270	2,95	0,56
Nymburk	5	30	346	141		522	3,19	0,60
Pardubice	1	3	317	13		334	3,02	0,60
Louny	21	91	286	526	25	949	3,47	0,61
Brno-město		5	89			94	2,95	-
Česká Lípa		23	37	1		61	2,64	-

Celkové porovnání okresů dle k pro 2020								
Okres	1	2	3	4	5	celkem	x	k
Český Krumlov	42	10	1			53	1,23	-
Frydek-Místek		1	24			25	2,96	-
Hlavní město Praha		35	1			36	2,03	-
Jablonec nad Nisou	6	6	3	3	1	19	2,32	-
Jeseník		3	28			31	2,90	-
Karlovy Vary	81	10	5	2		98	1,27	-
Karviná			38	2		40	3,05	-
Mělník		12	4	7	1	24	2,88	-
Ostrava-město		1	6			7	2,86	-
Plzeň-město	1	6	3			10	2,20	-
Tachov		10	33	4		47	2,87	-
Teplice	2	17	8			27	2,22	-
Ústí nad Labem	4	51				55	1,93	-



Obrázek P1. 7: Mapa okresů dle k pro 2021

Tabulka P1. 7: Seznam okresů dle k pro 2021

Celkové porovnání okresů dle k pro 2021								
Okres	1	2	3	4	5	celkem	x	k
Prachatice	476					476	1,00	0,00
Jihlava	135	148	1			284	1,53	0,00
Prostějov	24	168	10			202	1,93	0,02
Příbram	178	250	44			472	1,72	0,03
Kolín	84	754	149			987	2,07	0,06
Bruntál	21	111	26	2		160	2,06	0,07
Hradec Králové	162	173	90	14		439	1,90	0,09
Rokycany	48	114	48			210	2,00	0,09
Mladá Boleslav	144	536	176	30		886	2,10	0,10
Rychnov nad Kněžnou	20	422	134	1		577	2,20	0,10
Znojmo	195	214	123	30		562	1,98	0,11
Vyškov	306	52	150	20		528	1,78	0,11
Žďár nad Sázavou	408	43	202	20		673	1,75	0,12
Kladno		139	50			189	2,26	0,12
Olomouc	108	192	125	2		427	2,05	0,12
Zlín	267	128	189	17	4	605	1,95	0,14
Šumperk	2	575	313			890	2,35	0,17
Benešov	207	273	360	2	3	845	2,20	0,19
Náchod	221	64	242	3	2	532	2,06	0,19
Beroun		63	45			108	2,42	0,20
Břeclav	198	30	217	7		452	2,07	0,21

Celkové porovnání okresů dle k pro 2021								
Okres	1	2	3	4	5	celkem	x	k
Svitavy	45	13	58	1		117	2,13	0,21
Litoměřice	295	151	455	9		910	2,20	0,22
Havlíčkův Brod	24	312	281	12		629	2,45	0,23
Vsetín	20	58	74			152	2,36	0,23
Praha-východ	68	74	140	6		288	2,29	0,23
Přerov	36	23	65			124	2,23	0,23
Česká Lípa		128	121			249	2,49	0,24
Chrudim	126	85	297	6		514	2,36	0,28
Děčín	22	50	100			172	2,45	0,29
Kutná Hora	57	134	231	17	6	445	2,51	0,29
Plzeň-sever	289	211	669	65	9	1243	2,43	0,29
Strakonice	176	82	457	5		720	2,40	0,31
Ústí nad Orlicí	86	21	224			331	2,42	0,33
Třebíč	37	40	178	1		256	2,56	0,36
České Budějovice	50	22	183	4		259	2,54	0,37
Brno-venkov	143	151	714	45	5	1058	2,64	0,38
Kroměříž	17	60	194	14		285	2,72	0,40
Písek	15	90	290	3		398	2,71	0,40
Tábor	121	15	593			729	2,65	0,43
Chomutov	18	31	181	9		239	2,76	0,44
Jindřichův Hradec	64	38	483	1		586	2,72	0,45
Opava	54	3	295	4		356	2,70	0,45
Blansko	14	56	305	16		391	2,83	0,46
Plzeň-jih	51	29	440			520	2,75	0,47
Klatovy	98	35	947			1080	2,79	0,49
Rakovník	41	56	633	70		800	2,92	0,51
Pelhřimov	17	14	323	10		364	2,90	0,53
Uherské Hradiště	1	34	345	8		388	2,93	0,53
Hodonín	9		118	1	1	129	2,88	0,54
Jičín		1	383	1		385	3,00	0,60
Louny	21	7	420	131	6	585	3,16	0,60
Nymburk		15	386	92		493	3,16	0,61
Pardubice		4	169	103	10	286	3,42	0,67
Brno-město			98			98	3,00	-
Český Krumlov	25	38	5			68	1,71	-
Domažlice		1	19			20	2,95	-
Frýdek-Místek	7	1	6			14	1,93	-
Hlavní město Praha		3				3	2,00	-
Jablonec nad Nisou		2	1			3	2,33	-
Jeseník		1	37			38	2,97	-
Karlovy Vary	81	3				84	1,04	-
Karviná			38			38	3,00	-

Celkové porovnání okresů dle k pro 2021								
Okres	1	2	3	4	5	celkem	x	k
Liberec	6	3	73			82	2,82	-
Mělník			1			1	3,00	-
Most	1	47	9	6		63	2,32	-
Nový Jičín	17	22	24			63	2,11	-
Praha-západ	41	7	35			83	1,93	-
Semily	9	1	8			18	1,94	-
Sokolov			1			1	3,00	-
Tachov	4	3	44	6		57	2,91	-
Teplice	1	27				28	1,96	-
Trutnov	2	1	36	5		44	3,00	-
Ústí nad Labem		32	13			45	2,29	-