

QK – Program aplikovaného výzkumu Ministerstva zemědělství na
období 2017–2025, ZEMĚ

Podprogram 3 - životní prostředí

Projekt QK21010308: Efektivní systémy pěstování meziplodin využívající principy
biotických intenzifikací

Agroklimatické mapy podmínek pro pěstování meziplodin

Soubor specializovaných map s odborným obsahem (N-map)



**Národní centrum zemědělského
a potravinářského výzkumu**

Listopad 2025

Autoři

¹Ing. Jan Haberle, CSc.

² RNDr. Filip Chuchma, Ph.D.

¹Ing. Pavel Svoboda

¹ RNDr. Ivana Raimanová, Ph.D.

¹ Ing. Martin Káš, Ph.D.

¹Národní centrum zemědělského a potravinářského výzkumu, v.v.i.

Odbor systému hospodaření na půdě

Drnovská 507/73, 161 06 Praha 6 – Ruzyně

² ČHMÚ, pobočka Brno, Oddělení meteorologie a klimatologie

Kroftova 2578/43, 616 67 Brno

Jména oponentů a názvy jejich organizací:

Doc. Ing. Tomáš Středa, PhD.

Ústav pěstování, šlechtění rostlin a rostlinolékařství, Agronomická fakulta

Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno

tomas.streda@mendelu.cz

Ing. Marie Perglerová

Ministerstvo zemědělství ČR, oddělení strategie environmentálních podpor rozvoje venkova

Těšnov 65/17, 110 00 Praha 1

marie.perglerova@mze.gov.cz

Publikaci bylo přiděleno osvědčení č. MZe-90930/2025-14131

Soubor specializovaných map je výsledkem řešení projektu MZe ČR QK21010308. Při zpracování byla využita některá vegetační data získaná v rámci řešení projektu MZE-RO0425 (15 %).

ISBN 978-80-7427-450-3

Specializace mapy

Předkládaný soubor specializovaných map s odborným obsahem (typ Nmap) se zaměřuje na základní agroklimatické podmínky v období růstu strniskových meziplodin na území ČR, včetně analýzy jejich vývoje v posledních 60 letech. Mapy byly vytvořeny ve spolupráci s ČHMÚ (F. Chuchma), která spravuje databázi klimatických dat. Při agroklimatické analýze byla generována další statistická data, výsledky korelační analýzy, hodnoty trendů změn v posledních 60 letech a další agroklimatické mapy, které nejsou součástí výsledku Nmap, ale jsou důležité pro interpretaci map. Metodický postup je popsán níže, všechny výsledky, analýzy a mapy jsou v případě potřeby k dispozici u autorů.

Vliv klimatických podmínek na strniskové meziplodiny

Od pěstování strniskových meziplodin, vysévaných po sklizni hlavní plodiny, se očekává řada přínosů. Jde zejména o snížení rizika vodní eroze a vyplavení nitrátů, oceňuje se dodatečný přívod organické hmoty, meliorační efekt u utužených a poškozených půd a z hlediska snížení chemizace jsou významné fyto-sanitární aspekty (nematocidní a fungicidní aktivita), potlačení plevelů a výdrolu nebo zvýšení biodiverzity bezobratlých. Význam meziplodin stoupl se snížením rozmanitosti osevních sledů. S cílem zvýšit rozsah pěstování je rozmanité využití meziplodin podporováno v systému přímých plateb DZES, Ekoschémat a podopatření do Agroenvironmentálně-klimatických opatření.

K dosažení očekávaných benefitů musí meziplodiny dostatečně narůst, vytvořit odpovídající listovou plochu a biomasu, včetně kořenů. Po sklizni hlavní plodiny je vzházení a růst meziplodin často limitován nedostatkem živin, vody a povětrnostními podmínkami v době růstu, především srážkami, v létě vysokými, později naopak nízkými teplotami a slunečním zářením. Vzhledem k rozmanitosti přírodních (půda, orografie) a klimatických podmínek v zemědělských oblastech ČR, jsou i podmínky pro strniskové meziplodiny velmi odlišné. V daném projektu a výstupu jsme se zaměřili na vliv sumy teplot na rychlost vývoje rostlin, poškození různě citlivých druhů nízkou teplotou a na riziko vyčerpání nadměrného množství vody z kořenové zóny při nedostatečných srážkách, s dopadem na zásobu vody pro následnou plodinu.

Pěstitelé mají na meziplodiny specifické nároky a očekávají konkrétní přínosy nebo se chtějí vyhnout případným negativním dopadům jejich zařazení. Tyto požadavky a očekávání mohou být až protikladné. Například dosažení kvetení u nektarodárných druhů meziplodin je žádoucí pro biodiverzitu hmyzu, okolo období kvetení je také dosahována vysoká biomasa rostlin, kořenový systém má největší rozsah, který zaručuje odčerpání reziduálního N a vynášení dalších živin i z podorničí, rozrušení utužených vrstev a vytvoření biopórů, kořenové exsudáty a odumřelá pletiva podporují užitečnou půdní mikroflóru a zlepšují strukturu půdy. V pozdějších fázích vývoje rostlin se sice například u hořčice výrazně mění kvalita biomasy z hlediska zpracování zbytků, ale z pohledu sekvestrace C v půdě širší poměr C : N přispívá k pomalejšímu rozkladu posklizňových zbytků, což může mít příznivé i negativní dopady. Teplé počasí posledních let také zvyšuje (spíše nevítanou) šanci na dozrání semen některých druhů nebo přezimování a množství biomasy zbytků na jaře. Odvrácenou stranou vyšších teplot a delší doby růstu může být nadměrné vyčerpání zásoby půdní vláhy z kořenové zóny. To hrozí u brukvovitých nebo travních druhů, které vegetují dlouho na podzim, a u vzrůstných druhů meziplodin s velkou listovou plochou a vyšší spotřebou vody.

Metodický přístup k analýze klimatických podmínek významných pro meziplodiny

1. Sumy efektivních teplot

Pro agroklimatickou analýzu vlivu klimatu a termínu setí na vývoj byla zvolena metoda efektivních teplot. Rychlost vývoje daného druhu nebo odrůdy určuje především suma efektivních teplot (SET, součet průměrných denních teplot nad danou hranici, nejčastěji 0 °C nebo 5 °C) a délka dne (zde nezohledňujeme). Například podle Russelle et al. (1984) akumulovaná suma efektivních teplot vysvětluje až 95 % rozdílů v rychlosti vývoje plodin. Fáze začátku kvetení byla vybrána jako dobře identifikovatelný stav rostlin, jehož význam je popsán v předchozí kapitole. Současně, vyšší teploty, bližší optimu (při dostatečné úrovni ostatních vegetačních faktorů), odpovídají lepšímu růstu.

Na základě biologických vlastností a zemědělského využití v ČR byly vybrány tři modelové druhy s odlišnou rychlostí vývoje a citlivostí k poklesu teplot. Pohanka obecná (*Fagopyrum esculentum* Moench), má rychlý vývoj, ale je velmi citlivá k nízkým teplotám, k poškození dochází již okolo 0 °C; hořčice bílá (*Sinapis alba* L.), nejčastěji využívaná meziplodina, kvete po šesti až osmi týdnech a snáší mírný pokles teplot pod nulu, s případným poškozením listů, a svazenka vratičolistá (*Phacelia tanacetifolia*), středně tolerantní k poklesu teplot patří také k nejčastěji pěstovaným meziplodinám. Na vybraných druzích lze dobře demonstrovat vliv termínu setí a průběhu počasí na podzim na rychlost vývoje s případnými dopady na kvalitu biomasy. Cílem studie bylo určit, při jakých termínech výsevu je na území ČR dosažena dostatečná suma teplot pro kvetení.

Hodnoty SET (> 0 °C) pro dosažení fáze začátku kvetení u pohanky, svazenky a hořčice a stanovení nízkých teplot, při kterých dochází k částečnému nebo nevratnému poškození až k usmrcení různě citlivých druhů, jsou založeny na víceletém sledování stavu rostlin meziplodin v pokusech (nejen daného projektu) a monitoringu teplot vzduchu a půdy v porostech meziplodin (Káš et al. 2021-2025, Haberle et al. 2023, 2024, 2017). Dostupné údaje z literatury jsou omezené (Wilczewski et al. 2012, Kubíková et al. 2022). Výsledné agroklimatické analýzy tedy zahrnují nevyhnutelně určitou míru nejistoty, která je dána vlivem konkrétních stanovištních podmínek, odrůdovou a druhovou variabilitou aj.

V rámci celofaremních ekoplateb jsou přitom stanoveny některé požadavky na možný termín setí, podíl nebo zařazení jednotlivých druhů meziplodin, minimální dobu růst a termínů zrušení porostu. Pro názornost jsme v následujícím výpočtu sum teplot na území ČR zkombinovali požadavky na setí meziplodin v AEKO (nejpozději do 30. 9.) a minimální dobu trvání růstu osm týdnů při zachování porostu nejméně do 31. 10. (DZES 6 a 8).

2. Analýza výskytu nízkých teplot vzduchu ve 2 m a v přízemní vrstvě

Na základě víceletého monitoringu porostů strniskových meziplodin v pokusech (Ruzyně, Lukavec) a v provozních podmínkách zemědělských podniků byly pro klimatickou analýzu zvoleny (referenční) teploty pod 0 °C (FRST0), -3 °C (FRST-3) a -5 °C (FRST-5). První výskyt poklesu teplot pod 0 °C usmrcuje nebo silně poškozuje rostliny pohanky a dalších teplomilných a citlivých druhů meziplodin (slunečnice, bér). Pokles teplot pod -3 °C představuje modelovou hranici, kdy dochází k silnému poškození listů, citlivých a středně citlivých nepřezimujících druhů (peluška, svazenka, konopí, hořčice, oves, mastňák, lnička), přičemž často nedochází k úplnému usmrcení a rostliny po oteplení v omezené míře regenerují. Pokles teplot pod -5 °C již má za následek nevratné poškození až usmrcení středně citlivých nepřezimujících druhů a poškození listové plochy i odolnějších druhů (jeteloviny). Poškození a usmrcení rostlin při určité teplotě v polních podmínkách bude více či méně ovlivněno řadou faktorů, jako je aktuální výživný a fyziologický stav (podobně jako u stresu suchem), stářím a výškou rostlin (například mladé rostliny svazenky přežívají pod vrstvou sněhu lépe než pokročilejší), mikroklimatickými podmínkami v porostu nebo vlhkostí půdy a rostlin. Porosty pozdě setých meziplodin jsou často nízké, protože rostliny ještě nedospěly do fáze prodlužování výhonů, a proto jsme analyzovaly i výskyt minimálních teplot v přízemní vrstvě.

3. Riziko vyčerpání zásoby vody pro následnou plodinu porostem meziplodin

V tříletém polním pokusu s jedno druhovými a dvoj druhovými variantami strniskových meziplodin v Ruzyně a v Lukavci byla sledována vlhkost půdy do hloubky 90 cm na začátku růstu, před nástupem zimy a na

počátku jara. Tyto dvě lokality mají výrazně odlišné půdně-klimatické podmínky, Lukavec má chladnější, vlhčí klima, kratší vegetační dobu a lehkou, propustnou půdu s nižší vodní kapacitou; Ruzyně má teplejší, suché klima, delší vegetační dobu a půdu s vysokou vodní kapacitou. To dává možnost porovnat vliv meziplodin na odběr vody a případné dopady na zásobu vody v půdním profilu v následujícím roce.

Změny vlhkosti, obsahu vody v půdě do 90 cm, byly porovnány s bilancí vody v době růstu meziplodin a v mimovegetačním období a ve vztahu k biomase, včetně porovnání s neosetou půdou. Podle očekávání, druhy s nejvyšší biomasou, především hořčice, směs hořčice a pohanky a ova a vikve, odčerpaly více vody, ale rozdíly se před nástupem zimy již zmenšovaly. Na jaře (konec března) byly rozdíly v obsahu vody oproti variantám s malou biomasou (bér+konopí) a neosetou půdou v Ruzyni i v Lukavci nevýznamné, v rámci odběrové chyby. V Lukavci je to důsledek vyšších srážek a menší vodní kapacity půdy, ale v Ruzyni jde o poněkud překvapivý výsledek, vzhledem k záporné bilanci vody. Tento poznatek byl potvrzen i při odlišném zpracování půdy před se tím meziplodin (orba, podmítka, no-till). Důvodem je menší evapotranspirace při nižších podzimních teplotách a vyšší vlhkosti vzduchu a pravděpodobně i redukce výparu z půdy mulčem pomrzlých rostlin oproti holé půdě. Výnos biomasy v Ruzyni se pohyboval v širokém rozmezí, od 0,4 od 2,4 t suché hmoty na hektar. V jiných pokusech nebo na provozních pozemcích (u dříve setých porostů, například po raných bramborách) byly zaznamenány výnosy sušiny i nad 4 t/ha, které pravděpodobně doprovázela i větší spotřeba vody.

Pro potřeby zobecnění formou agroklimatických map byla počítána základní klimatická vláhová bilance. Cílem byla vizualizace průměrné bilance vody na území ČR v období růstu meziplodin (do jara následujícího roku). Dynamika půdní vláhý je komplexní, závisí na řadě biologických a fyzikálních faktorů v systému půda-rostlina-atmosféra. Prezentované výsledky jsou proto pouze indikátorem možných problémů při zařazení meziplodin v suchých oblastech. Pro přesnější kvantifikaci bude potřeba získat data z různých lokalit doplněná o výsledky plodinových modelů.

Zpracování dat a postup generování map

Pro účely vytvoření výstupu, souboru specializovaných map s odborným obsahem, byly použity následující údaje a datové podklady:

1. Sumy efektivních teplot (SET)

Byly použity tři scénáře (A až C) s různým termínem setí a minimální dobou růstu meziplodin. Použité kombinace začátku a doby růstu byla stanovena podle požadavků na agroenvironmentálně-klimatická opatření. Tyto požadavky zajišťují minimální dobu růstu meziplodin, po jejímž uplynutí lze růst krycích plodin ukončit a založit ozimé plodiny. Pro názornost jsme při výpočtu sum teplot na území ČR zkombinovali požadavky na setí meziplodin (do 30. 9.) a minimální dobu trvání růstu osm týdnů při zachování porostu nejméně do 31. 10.

Tab. 1 Délka trvání růstu a doba načítání efektivních teplot.

| Období | Výsev | Zrušení porostu | Délka trvání růstu a načítání efektivních teplot |
|---|--------|-----------------|--|
| Běžný termín výsevu při nejkratší možné době růstu | 20. 8. | 1. 11. | 11 týdnů |
| Pozdější termín výsevu při nejkratší možné době růstu | 6. 9. | 1. 11. | 8 týdnů |
| Pozdní termín výsevu a požadovaná doba růstu | 20. 9. | 15. 11. | 8 týdnů |

Rozsahy SET ($T_{base} > 0\text{ °C}$) pro začátek fáze květu, pozorované v pokusech a v provozních podmínkách, byly 420–500 °C, 490–605 °C a 595–720 °C pro pohanku, hořčici a svazenku. Jako referenční SET pro hodnocení výsledků agroklimatické analýzy jsme použili 450, 550 a 650 °C.

2. Analýza výskytu nízkých teplot vzduchu ve 2 m a v přízemní vrstvě

Pro stanovení prvního výskytu teploty pod 0 (FRST0), -3 (FRST-3) a -5 °C (FRST-5) byly analyzovány denní průměrné a minimální teploty vzduchu ve výšce 2 m a minimální přízemní teplota (5 cm nad terénem) od 1. září do 31. března následujícího roku.

Byly vypočítány roční hodnoty SET a FRST pro jednotlivé stanice. Na základě těchto údajů byly vypočítány statistiky pro jednotlivé stanice a celou ČR, včetně trendů. Byly stanoveny průměrné hodnoty SET v období 1961–1990, 1990–2020 a za celou dobu 60let a také první výskyt mrazových dnů pro první a poslední dekádu období 1961–2020. Průměrné hodnoty SET a FRST pro roky 1961 a 2020 byly vypočítány pomocí regresních rovnic. Pro zkoumání vztahů mezi SET nebo FRST a průměrnou teplotou vzduchu nebo nadmořskou výškou lokality byly vypočítány průměrné hodnoty SET a FRST na jednotlivých lokalitách za sledované období.

3. Riziko vyčerpání zásoby vody pro následnou plodinu porostem meziplodin

Byla počítána suma základní vláhové bilance pro časový úsek srpen až březen (1. 8. - 31. 3. následujícího roku), pro 3 období 1961–1990, 1991–2020 a 1961–2020 a vypočteny základní statistické ukazatele pro jednotlivé stanice a celou ČR, včetně trendů. Byl stanoven počet let s bilancí pod 0 mm a - 50 mm v období srpen až březen (1. 8. - 31. 3. následujícího roku), včetně procentického vyjádření (indikujícího pravděpodobnost výskytu) a vypočteny trendy sumy bilance pro uvedená 3 období pro jednotlivé stanice a ČR.

4. Zdroje a zpracování klimatických dat

Pro zpracování byly použity jako vstupní data denní průměrné a minimální teploty vzduchu ve 2 m pro soubor celkem 268 stanic ČHMÚ v rámci ČR v jednotlivých letech 1961–2020, což představuje několik milionů údajů. Pro analýzu výskytu prvních přízemních mrazů byla k dispozici data ze 144 stanic. Data byla podrobena kontrole kvality, doplnění chybějících hodnot a opravě chybných údajů na základě výpočtu z okolních stanic pomocí geostatistických metod (Štěpánek et al. 2008, 2013) a následně prošly datové časové řady procesem homogenizace.

Statistická analýza, včetně výpočtu lineárních trendů v SET a FRST, byla provedena pomocí softwaru ProClimDB. Statistická významnost vznikajících trendů byla vyhodnocena pomocí t-testů na hladině významnosti 0,05. Vztahy mezi průměrnou hodnotou SET nebo FRST a nadmořskou výškou nebo průměrnou denní teplotou lokalit byly vyhodnoceny pomocí Pearsonova korelačního koeficientu při $p < 0,05$ s využitím programu Statistica 13 (TIBCO Software Inc., Palo Alto, CA, USA, 2018).

Agroklimatické mapy prostorového rozložení SET, FRST, vláhové bilance a mapy lineárních trendů v SET v letech 1961–2020 na území ČR byly vytvořeny pomocí regresního krigingu (s rozlišením 500 × 500 m) s ohledem na závislost teplot na zeměpisné délce, šířce, nadmořské výšce a sklonu. Výsledné rastrové vrstvy byly následně zpracovány pomocí softwarového prostředí ArcGIS 10.6.1; vyhlazení bylo provedeno metodou nejbližšího souseda (k-nearest neighbor) a byly vytvořeny mapy. Pro srovnání byly zpracovány i mapy průměrného SET a jeho trendů pro období 1961–1970 a 2011–2020.

Výsledky agroklimatické analýzy podmínek pro období růstu strniskových meziplodin pro generování map

V Metodice analýz (nahore) popisujeme řadu statistických výpočtů, které byly provedeny nad obsáhlým souborem klimatických denních dat z několika set stanic a 60 let. Tyto výsledky nejsou cílem zpracování výstupu Nmap, ale jsou důležité pro vědeckou interpretaci výsledných agroklimatických map. To se týká především standardních ukazatelů variability (například medián, variance, šikmost, kvartily) různých vypočtených agroklimatických ukazatelů v řadě analyzovaných let a z hlediska distribuce lokalit na území ČR a vypočtených korelací a trendů. Důležité jsou výsledky trendové analýzy, které například prokázaly soustavné zvyšování sumy efektivních teplot na území ČR i v období růstu strniskových meziplodin, pozdního léta a podzimu, průkazně v průměru o 1,60, 0,87, and 0,97 °C za rok pro scénáře A, B a C, mezi 1961 and 2020 (Haberle et al. 2025). Naproti tomu průměrný trend výskytu prvního mrazového dne (pod 0, -3 a -5 °C), ať už ve 2 m, při zemi nebo jako minimální teplota, nebyl průkazný v žádném případě, z důvodu velmi vysoké ročníkové variability. To snižuje použitelnost tohoto agroklimatického ukazatele (i když při hodnocení trendu na jednotlivých stanicích byl trend v řadě případů průkazný) a v praxi bude nutné se zaměřit na sběr údajů (včetně mikroklimatických) na konkrétní lokalitě. Zajímavé výsledky, použitelné pro regionalizaci agroklimatických údajů, poskytla regresní analýza, například vztah nadmořské výšky a SET ($r=-0,95$), průměrného dne prvního výskytu mrazu a průměrné roční teploty na jednotlivých lokalitách ($r=-0,98$ až $-0,92$).

V článku Haberle et al. (2024) jsou prezentovány i mapy ukazující rozložení SET při daných 3 termínech výsevu v extrémně teplém podzimu 2018 (podobné podmínky byly i v roce 2023), které ukazují možný stav v nedaleké budoucnosti, pokud trend nárůstu bude pokračovat. Některé výsledky byly publikovány (Haberle et al. 2025, Káš et al. 2024, 2025), kompletní výsledky analýz a širší soubor map jsou uloženy u autorů výstupu (F. Chuchma, J. Haberle).

Agroklimatické mapy podmínek v období růstu strniskových meziplodin

Na **obr. 1** je znázorněno průměrné (1961–2020) rozložení SET na území ČR při třech termínech výsevu meziplodin, 20. 8., 6. 9. a 20. 9., a trvání růstu po 8 nebo 11 týdnů od setí. Pro porovnání je prezentována i mapa klimatických regionů - zařazení do KR je důležité z hlediska regionalizace různých požadavků a doporučení v rámci agroklimatických aj. opatření (Nitrátová směrnice, AEKO). Při termínu výsevu 6. 9. a minimální době růstu osm týdnů, tj. do 1. 11. (tab.1), dosahuje suma teplot v teplých oblastech (zhruba klimatický region 0–3, tj. VT, T1–T3) v průměru let 600 °C a více, což indikuje minimálně začátek kvetení meziplodin s rychlým vývojem. Na velké části republiky suma teplot přesahuje 450 °C, tedy podmínky pro kvetení pohanky. Pozdní výsev 20. 9. již v průměru nezajišťuje dostatečné teploty pro kvetení hořčice, zatímco při setí v polovině srpna jsou podmínky pro kvetení na většině území. U pohanky jsou podmínky pro kvetení při výsevu 20.9. jen v nejteplejší oblasti Polabí a jižní Moravy (přibližně KR 0 a 1).

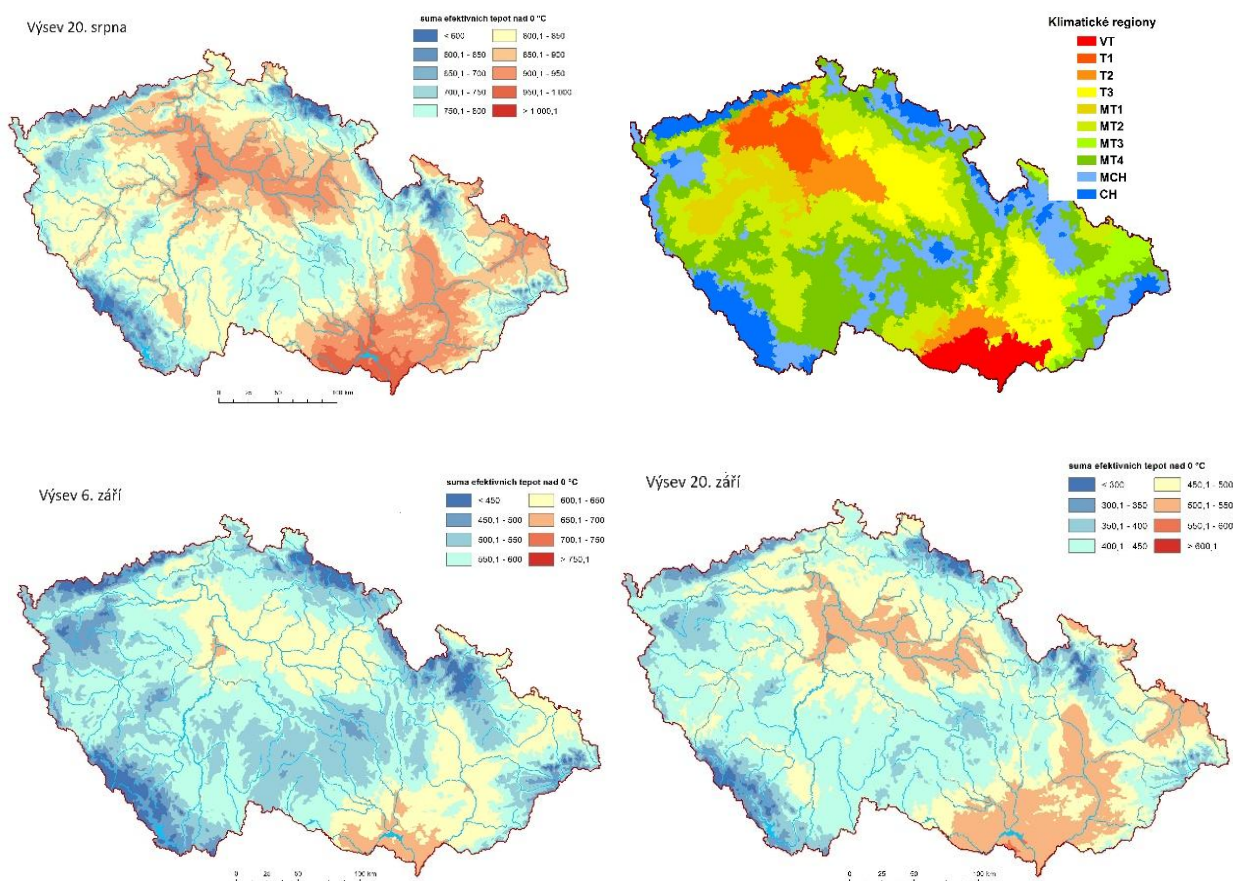
Na **obr. 2** jsou prezentovány agroklimatické mapy (průměrného) dne roku s denní teplotou pod 0, -3, and -5 °C (FRST0, FRST-3, and FRST-5) ve výšce 2 m nebo na úrovni půdy v letech 1961–2020. V průměru let se na území ČR, během sledovaného období první minimální teploty na úrovni půdy pod 0 (FRST0), -3 (FRST-3) a -5 °C (FRST-5) vyskytly v DOY 266 (23. září), 290 (17. října) a 303 (30. října). Průměrné termíny, kdy průměrné (DOY 316, 334 a 341) a minimální (DOY 287, 309 a 324) teploty vzduchu ve 2 m dosáhly úrovně mrazu, byly o 19–50 dní později než na úrovni půdy. Podle očekávání se první mráz vyskytuje nejpozději v nejnižších, teplých oblastech ČR, vesměs s úrodnými půdami a intenzivními rostlinnou výrobou a vyššími dávkami dusíkatých hnojiv. Rozdíl oproti vyšším oblastem, kde se ale z důvodu sucha zvyšuje intenzita polní produkce a je tam vyšší potřeba zařazení meziplodin (lehké půdy, vyplavení nitrátů, vyšší svažitost), je nejčastěji v rozsahu 10 až 20 dnů. To spolu s nárůstem SET ukazuje na nutnost přizpůsobení skladby druhů meziplodin,

technologie založení a potřeby zachovat porost přes zimu. Vyšší oblasti však mají vyšší srážky a lepší vláhovou bilanci, které ve značné míře rozhodují o úspěšnosti (růstu a biomase) strniskových meziplodin.

Na **obr. 3A** je znázorněna průměrná základní bilance vody od srpna do března následujícího roku v období 1961–1990 a 1990–2020. Z výsledků 3letých pokusů v Ruzyni a v Lukavci nelze odvodit spolehlivé údaje o úrovni bilance, kdy dojde k významné redukci zásoby vody pro následnou plodinu, ale budou to spíše ročníky s negativní bilancí (pod 0 mm). K té dochází jen v nejteplejších oblastech, ale toto ohrožené území se v posledních 30 letech zvětšilo oproti stavu v letech 1961–1990. Riziko zobrazují mapy počtu ročníků s bilancí pod 0 a 50 mm na území ČR za roky 1961–2020 (**obr. 3B**). Je patrné, že na části zemědělských půd se horší bilance vyskytla až v polovině let.

Přehled map (výstup Nmap)

Zde prezentujeme náhledy mapových výstupů. Originální mapy v lepším rozlišení (formát JPEG) jsou kompletně k dispozici u autorů a na webu carc.cz.

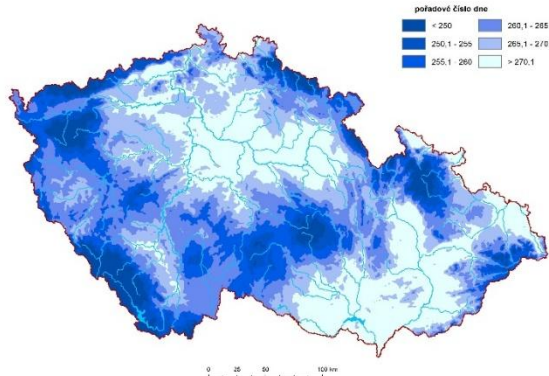
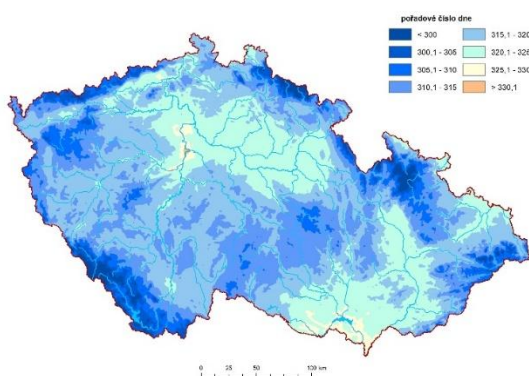


Obr. 1 Agroklimatické mapy rozložení sumy efektivních teplot (SET) na území ČR při třech termínech výsevu meziplodin, 20. 8., 6. 9. a 20. 9., a trvání růstu po 8 nebo 11 týdnů od setí (průměr 1961–2020). Mapa klimatických regionů je prezentována pro porovnání KR a SET, a není výsledkem řešení.

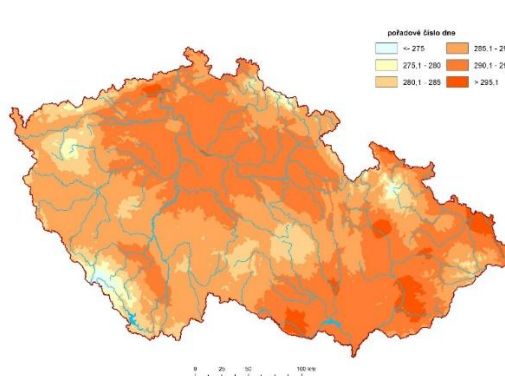
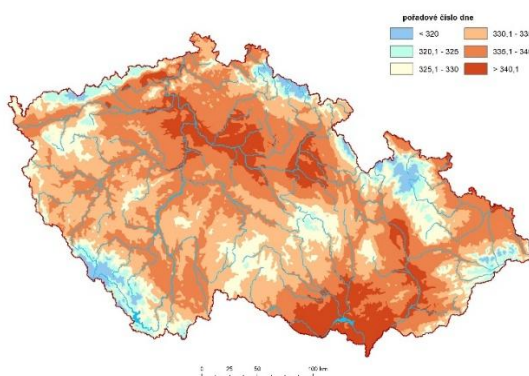
Průměrná teplota vzduchu ve 2 m

Minimální vzduchu v 5 cm

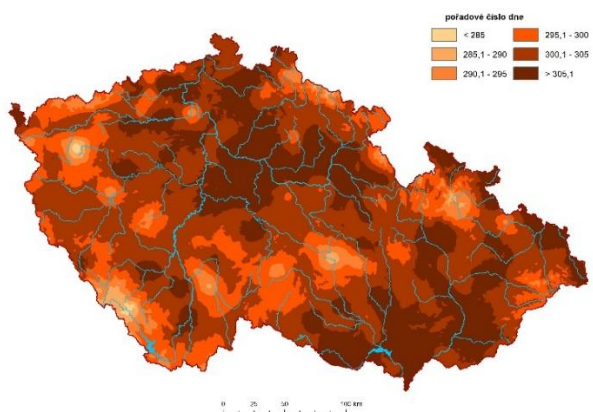
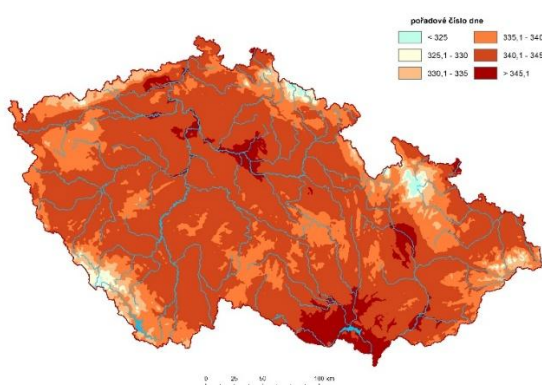
FRST0



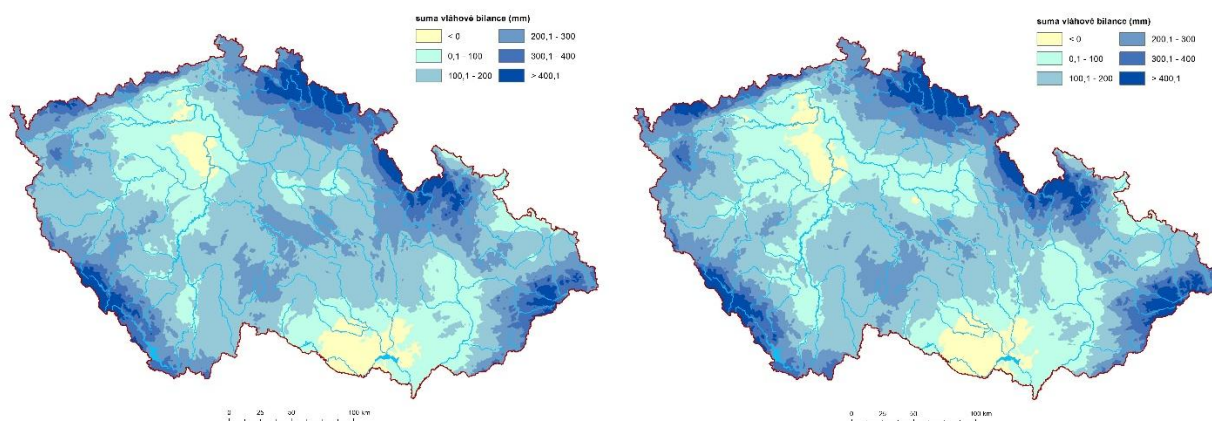
FRST-3



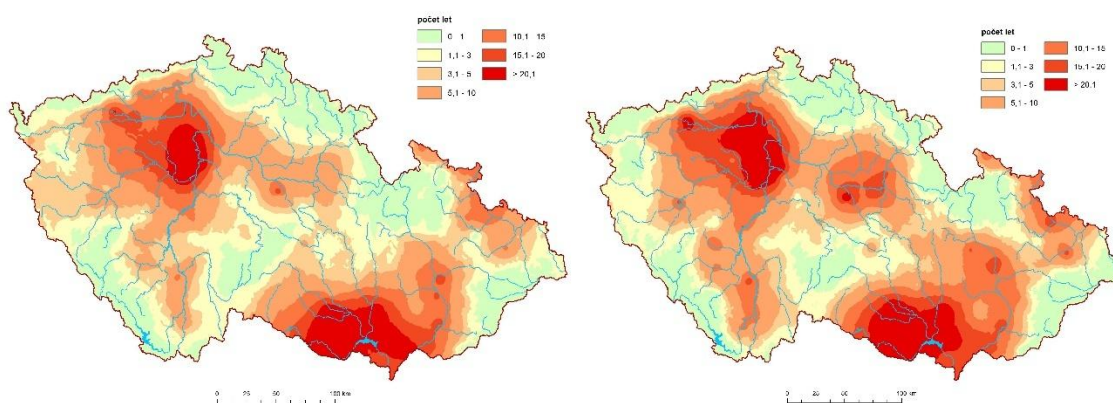
FRST-5



Obr. 2 Agroklimatické mapy průměrného čísla (pořadí) dne roku s prvním výskytem denní teploty pod 0, -3, and -5 °C (FRST0, FRST-3, and FRST-5) ve výšce 2 m nebo na úrovni půdy v letech 1961–2020.



Obr. 3a Agroklimatické mapy průměrné základní vláhové bilance v období srpen–březen. Průměrné údaje za roky 1961–1990 (vlevo) a 1991–2020 (vpravo).



Obr. 3b Mapy počtu let, kdy základní vláhová bilance v období v období srpen–březen klesla pod -50 mm. Průměrné údaje za roky 1961–1990 (vlevo) a 1991–2020 (vpravo).

Nový přínos mapy (novost)

Předložené mapové výstupy byly vytvořeny s cílem analýzy a regionalizace/rajonizace agroklimatických podmínek pro období pěstování strniskových meziplodin (plodiny pěstované po sklizni hlavní plodiny). V ČR se agroklimatické analýzy v minulosti zaměřovaly z pochopitelných důvodů především na období roku relevantní pro pěstování hlavních plodin, tj. především jaro–léto. Novost spočívá v podrobné analýze podmínek v úseku roku rozhodujícím o vývoji a růstu strniskových meziplodin, tj. v závislosti na termínu sklizně hlavní plodiny převážně srpen, září a říjen, v teplých oblastech a letech pro některé ozimé druhy i listopad. Nový přínos spočívá také v zohlednění nízkých přízemních teplot, které mohou poškodit nebo i usmrtit citlivé druhy meziplodin. Využití přirozeného poškození rostlin se začíná uplatňovat jako přirozený způsob regulace spotřeby vody porostem, redukcí biomasy pro zapravení a představuje určitou možnost manipulace dostupnosti N z rozkladu zbytků v ekologickém zemědělství. Rozložení úrovně bilance vody,

indikující riziko vyčerpání vody pro následnou plodinu na území ČR, představuje pouze první odhad a pro přesnější výpočet rizika bude potřeba větší množství experimentálních dat.

Uplatnění mapy

Mapy jsou jedním z podkladů pro rajonizaci druhů a odrůd meziplodin s ohledem na očekávané přínosy a snížení případných negativních aspektů zařazení meziplodin v daných půdně-klimatických a výrobních podmínkách. Mapy prezentují v názorné formě rajonizaci (regionalizaci) klíčových podmínek, které rozhodují o úspěšnosti a dopadech zařazení meziplodin. Vzhledem k vysoké ročníkové variabilitě klimatických podmínek je důležitá i informace o pravděpodobnosti určitého průběhu.

Předkládaný soubor specializovaných map poslouží jako jeden z podkladů pro sestavení směsí strniskových meziplodin s ohledem na cíle pěstování, jak popsáno výše. Trendy změn v posledních 60 letech jsou podkladem pro plánování případných administrativních opatření pro podporu a kontrolu zařazení meziplodin v rámci (například vymezení hraničních termínů založení, trvání nebo likvidace porostů nebo výběr doporučených druhů).

Mapy jsou umístěny na stránkách <https://www.agronavigator.cz/>

Seznam použité literatury

- Alonso-Ayuso, M. et al. 2018: Assessing cover crop management under actual and climate change conditions. *Science of the Total Environment* 621, 1330-1341.
- Brant, V., Kroulík, M. et al. 2019: Pomocné plodiny v pěstebních systémech polních plodin. Agrární komora ČR, Praha. 164 s.
- Brandt V., Pivec J., Fuksa P., Neckář K., Kocourková D., Venclová V. 2011: Biomass and energy production of catch crops in areas with deficiency of precipitation during summer period in central Bohemia. *Biomass and Bioenergy* 35: 1286-1294.
- Brant V., Balík J., Fuksa P., Hakl J., Holec J., Kasal P., Neckář K., Pivec J., Prokinová E. 2008: Meziplodiny. Kurent s.r.o., České Budějovice, 86 s. ISBN 978-80-87111-10-9.
- Gentsch, N. 2022. Soil nitrogen and water management by winter-killed catch crops. *SOIL* 8, 269–281.
- J Haberle, P Svoboda: Calculation of available water supply in crop root zone and the water balance of crops. *Contributions to Geophysics and Geodesy* 45: 285–298, 2015.
- Haberle J., Svoboda P., Káš M. 2008: The efficiency of stubble catch crops - comparison of two seasons with different meteorological conditions. *Italian Journal of Agronomy*, 3(3 suppl.): 333 – 334.
- Handlířová M., Procházková B., Smutný V. 2016: Yields of selected catch crops in dry conditions. *Acta Universitatis agriculturae et silviculturae Mendelianae Brunensis*, 2016, 64 (4): 1139-1148.
- Káš M., Haberle J. 2015: Meziplodiny. In: Pěstování vybraných plodin v ekologickém zemědělství (ed. P. Konvalina). kap.10. JČU 2015: 267-284.
- Klír J., Haberle J., Růžek P., Šimon T., Svoboda P. 2018. Postupy hospodaření pro efektivní využití dusíku a snížení jeho ztrát. Certifikovaná metodika. VÚRV, v.v.i.: 44 s. ISBN 978-80-7427-273-8
- Kohut M., Rožnovský J., Chuchma F. 2010. Dlouhodobá zásoba využitelné půdní vody a její variabilita na území České republiky. In Rožnovský, J., Litschmann, T. (ed): "Voda v krajině"
- Kohut M., Rožnovský J., Chuchma F., Hora P. 2011 Variabilita vlhkosti půdy za období 1961 až 2010 na území České republiky. In Půda v 21. století, ÚZPI.
- Kubíková, Z.; Smejkalová, H.; Hutýrová, H.; Kintl, A.; Elbl, J. Effect of Sowing Date on the Development of Lacy Phacelia (*Phacelia Tanacetifolia* Benth.). *Plants* 2022, 11, 3177. <https://doi.org/10.3390/plants11223177>.
- Květoň V., Haberle J., Žák M. 2016: New indicator for classification of agroclimatic conditions for the cultivation of catch crops. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 63 (2), 250-260.
- Miller, P. et al. 2001: Using Growing Degree Days to Predict Plant Stages. Montana State University. MT200103 AG 7/2001. <http://store.msuxextension.org/publications/AgandNaturalResources/MT200103AG.pdf>
- Russelle, M.P. et al. 1984: Growth analysis based on degree days. *Crop Science* 24, 28–32.

- Středa, T., Středová, H., Jovanič, I. 2021: Prodlužování vegetačního období. Fakta, příležitosti rizika. Osivo a sadba, 4. 2. 2021.
- Středová H. et al. 2024. Nitrates directive restriction: To change or not to change in terms of climate change, that is the question. *Science of Total Environment*, 917, 99/24
- Středová H., Středa T., Rožnovský J., Chuchma F., Vopravil J. 2021. Metodika vymezení klimatických regionů v rámci systému bonitovaných půdně ekologických jednotek. Mendelova Univerzita 2021.
- Štěpánek, P. 2008: ProClimDB – software for processing climatological datasets. CHMI, regional office Brno. <http://www.climahom.eu/ProcData.html> (ověřeno 25.1.2024)
- Štěpánek, P. 2008. ProClimDB—Software for Processing Climatological Datasets. In Proceedings of the 6th Seminar for Homogenization and Quality Control in Climatological Databases, Budapest, Hungary, 26–30 May 2008.
- Štěpánek, P.P.Z.; Farda, A. Experiences with Data Quality Control and Homogenization of Daily Records of Various Meteorological Elements in the Czech Republic in the Period 1961–2010. *Időjárás* 2013, 17, 123–141.
- Wilczewski E., Skinder Z., Szczepanek M. 2012: Effects of weather conditions on yield of tansy phacelia and common sunflower grown as stubble catch crop. *Polish Journal of Environmental Studies* 21:1053-1060.

Seznam odborných podkladů předcházejících mapě

- Haberle J., Chuchma F., Brant V., Káš M. 2024. Sumy efektivních teplot a vývoj meziplodin v podzimním období. *Úroda* 6/2024, 88–91.
- Haberle J., Chuchma F., Raimanová I., Wollnerová J. 2025 Agroclimatic Zoning of Temperature Limitations for Growth of Stubble Cover Crops. *Climate* 13(1):15. <https://doi.org/10.3390/cli13010015>
- Haberle J., Káš M., Raimanová I., Moulík M., Svoboda P., 2023: První podzimní mráz a meziplodiny. https://www.vurv.cz/wp-content/uploads/2023/10/Mraz_a_meziplodiny.pdf
- Haberle J., Raimanová I., Svoboda P., Moulík M., Lhotská M., Kas M. 2025: The impact of reduced tillage after cereals on cover crop biomass. *Agronomy* (rukopis).
- Haberle J., Žák M., Káš M., Svoboda P. 2017. Strniskové meziplodiny a nízké teploty v podzimním období. Rožnovský, J., Litschmann, T. (eds): *Mrazy a jejich dopady* Hrubá Voda 26. – 27. 4. 2017, ISBN 978-80-87577-69-1
- Káš a kol. 2023, 2024, 2025. Průběžné a závěrečná zpráva (v přípravě) o řešení projektu QK21010308: Efektivní systémy pěstování meziplodin využívající principy biotických intenzifikací. CARC Praha-Ruzyně.
- Káš M. 2024, 2025: Přednášky pro praxi: Pěstování meziplodin při různém zpracování půdy. Meziplodiny pro zachování obsahu organické hmoty v půdě. Ekologické a ekonomické přínosy pěstování meziplodin. Pěstování meziplodin.
- Káš a kol. 2025: Optimalizace pěstování meziplodin v podmínkách kolísání povětrnostních podmínek. Metodika (v přípravě).
- Moulík M., Raimanová I., Haberle J. 2023. Využití dusíku z biomasy vojtěšky následnou plodinou. *Úroda* 12/2023, vědecká příloha časopisu. 277–282.
- Svoboda et al. 2025. Effects of tillage on the root length and depth distribution of stubble cover crops. *Scientific Reports* (v tisku, stránky a č. bude doplněno).