

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra agroekologie a rostlinné produkce**



**Fakulta agrobiologie,  
potravinových a přírodních zdrojů**

**Pěstování vinné révy ve vztahu k vývoji klimatu na území  
ČR**

**Bakalářská práce**

**Magdalena Mühlbergerová**

**Ochrana krajiny a využívání přírodních zdrojů**

**Ing. Luboš Türkott, Ph.D.**

**© 2024 ČZU v Praze**

## Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Pěstování vinné révy ve vztahu k vývoji klimatu na území ČR" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 26. dubna 2024

---

## **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala mému bratrovi Petrovi Mühlbergerovi za cenné rady o víně, způsobech pěstování vinné révy a udržování vinic. Dále mému tatínkovi, že mě k vínu již jako malou holku přivedl a předal mi tak lásku k poctivé práci. V neposlední řadě patří poděkování i mému vedoucímu bakalářské práce, panu Ing. Türkottovi, Ph.D.

# Pěstování vinné révy ve vztahu k vývoji klimatu na území ČR

## Souhrn

Klimatická změna je vědecky potvrzeným faktem, kterému se bohužel naše planeta nevyhne. Má dopad na všechny aspekty života na zemi, na zemědělství, ekonomiku či lidskou populaci a je otázkou kvality života budoucích generací.

V této práci jsem se zaměřila na pěstování vinné révy ve vztahu k vývoji klimatu na území ČR. Představila jsem, jaké pěstební podmínky réva potřebuje, jaké jsou její nároky a které z vinařských odrůd v České republice najdeme. Zároveň došlo k analýze několika studií zabývajících se vlivem oteplování planety na její pěstování. Jsou uvedeny různé metody používající se pro zpracování dat a interpretaci výsledků z toho plynoucích.

Díky zpracování těchto dat došlo k predikci odrůdových změn a mitigačních opatření, která jsou potřebná ke snížení dopadů změny klimatu. Jedním z největších problémů vyplávajících ze zpracovaných dat je stále zvyšování průměrné roční teploty vzduchu a zvyšování intenzity sucha. Ačkoliv se klima stále otepluje, vyhlídky pro révu jsou relativně pozitivní, protože se Česká republika stane ještě příznivějším místem pro pěstování vinné révy – pokud tedy opomineme nastupující problémy s nedostatkem vláhy. Je proto důležité, aby poznatky uvedené v této bakalářské práci byly s okamžitou platností aplikovány nejen při pěstování vinné révy, ale v zemědělství celkově.

**Klíčová slova:** klimatická změna, vinohradnictví, teplota vzduchu, vinařské oblasti ČR

# **Grapevine cultivation related to climate evolution in the Czech Republic**

## **Summary**

Climate change is a scientifically confirmed fact that, unfortunately, our planet cannot avoid. It has an impact on all aspects of life on earth, on agriculture, on economy and on the human population and is a question of the quality of life of future generations.

In this thesis, I focused on the cultivation of grapevines in relation to the development of the climate in the territory of the Czech Republic. I presented what growing conditions vine needs, what its requirements are and which of the wine varieties we can find in the Czech Republic. At the same time, there was an analysis of several studies dealing with the effect of the warming of the planet on its cultivation. Various methods used for data processing and interpretation of the resulting results are presented.

Thanks to the processing of this data, varietal changes and mitigation measures which are needed to reduce the effects of climate change, were predicted. One of the biggest problem arising from the processed data is the constant increase of the average annual air temperature and the increasing intensity of drought. Although the climate continues to get warmer, the outlook for the vine is relatively positive, as the Czech Republic will become even more favorable place for growing vines – if we ignore the emerging problem with lack of moisture. It is therefore important, that the knowledge presented in this bachelor's thesis, is applied with immediate effect not only in the cultivation of vines, but in agriculture in general.

**Keywords:** Climate change, viticulture, air temperature, wine regions of the Czech Republic

# Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod.....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Cíl práce.....</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Základní popis révy vinné .....</b>	<b>3</b>
<b>3.1</b>	<b>Vinná réva v České republice.....</b>	<b>4</b>
<b>3.2</b>	<b>Nároky vinné révy na pěstování .....</b>	<b>5</b>
3.2.1	Rašení, kvetení a sklizeň vinné révy .....	5
<b>4</b>	<b>Změny podnebí a zvyšování průměrné teploty .....</b>	<b>8</b>
<b>4.1</b>	<b>Použité metody hodnocení dat a kvality .....</b>	<b>11</b>
<b>4.2</b>	<b>Bioklimatické indexy vhodnosti pěstování.....</b>	<b>19</b>
4.2.1	Zařazení České republiky podle HI a WI .....	19
<b>4.3</b>	<b>Odrůdové změny a jejich popis.....</b>	<b>21</b>
<b>4.4</b>	<b>Vliv změny podnebí na obsah kyselin .....</b>	<b>22</b>
4.4.1	Konzervace.....	23
4.4.2	Chuťový profil .....	23
4.4.3	Chemické reakce.....	23
4.4.4	Barva a vzhled.....	23
4.4.5	Struktura a stárnutí.....	23
4.4.6	Senzorické vlastnosti .....	24
<b>5</b>	<b>Zmírňování důsledků změny podnebí a mitigační opatření .....</b>	<b>24</b>
<b>6</b>	<b>Závěr .....</b>	<b>27</b>
<b>7</b>	<b>Literatura.....</b>	<b>28</b>
<b>8</b>	<b>Seznam použitých zkratk a symbolů.....</b>	<b>31</b>

# 1 Úvod

S prvními zmínkami o víně a révě vinné na našem území se setkáváme kolem konce 9. století. Pěstování vinné révy má v České republice mnohaletou tradici a obliba tuzemských vín stále roste. Nejen díky tomuto faktu má dnes Česká republika přibližně 17,5 tisíc hektarů vinic a odrůdová skladba, kterou z více než 70 % tvoří bílé odrůdy, je velice různorodá.

Klimatická změna je dnes vědecky ověřeným faktem a má dopad jak na přírodu, tak i člověka. Ovlivňuje podnebí a srážky a tím pádem i celé zemědělství. Ve vinařském světě má vliv na skladbu pěstovaných odrůd po celém území České republiky. Podíváme-li se na předpoklady pro úspěšné pěstování vinné révy, zjistíme, že výsledek ovlivňuje velké množství faktorů. Mezi nejdůležitější patří povětrnostní podmínky, výskyt škůdců a v neposlední řadě i lidská péče o vinohrad. Některé z nich dokážeme ovlivnit, například při teplotách hluboce pod nulou můžeme vinice zahřívat, škůdce lze likvidovat postřiky a zelené práce na vinohradě sice stojí úsilí, ale jsme schopni je vykonat a starat se tak o zdraví vinohradu. Klimatickou změnu ale z globálního pohledu ovlivníme jen těžko. Planeta Země je náš společný domov. Péče o ni je společným, krásným a důležitým úkolem všech lidí (Nečas 2016).

Dle Veselé et al. (2022) se až do poloviny 20. století ve světě nevěřilo, že klima podléhá změnám a planeta se otepluje. Data vhodná pro analýzu klimatických změn, hlavně pak vývoje teplot a srážek, se až do začátku 20. století prakticky nezkoumala a byla nedostupná. Z výsledků měření jen během 20. století se ale zjistilo, že průměrná roční teplota se zvedla o 1,2 °C a počet tropických dnů se zvýšil až dvojnásobně.

Data dokumentující trend ve vývoji klimatu na planetě Zemi existují. Bylo by zajímavé moci je vyhodnotit s větším časovým odstupem, jenže zde jde o data alarmující, vyzývající k okamžité akci, a tak pasívně čekat na pohled z větší dálky by bylo nemoudré a nemorální, a mohlo by být až sebevražedné (Nečas 2016).

Vinná réva začíná rašit při bazální teplotě 10 °C (Cardell et al. 2019). S brzkým nástupem jarních teplot v první čtvrtině roku dochází často k předčasnému pučení, které může být zastaveno zmrznutím při pozdně jarních mrazících. To má logicky vliv na výnosnost vinohradu a ekonomiku.

Mráz ale není jediným nebezpečným faktorem. Teplejší a sušší podnebí znamená dřívější a rychlejší dozrávání hroznů, které nemají dostatečný obsah vody, cukru a acidity. Teplota při sběru také ovlivňuje průběh kvašení vylisované hroznové šťávy a může mít negativní dopad na výslednou chuť a barvu.

Mnohé ze zmíněných informací v této bakalářské práci jsou výsledky mnohaletého pozorování naší rodinné vinice na jihu Moravy. S výrobou vína a obhospodářování vinice se naše rodina zabývá dlouhá léta a jako dcera vinaře tyto zkušenosti a ráda předám dál.

## 2 Cíl práce

V této bakalářské práci je nejen ve zkratce popsán historický vývoj šíření vinné révy na území naší země, ale i vývoj změn zastoupení jednotlivých odrůd. Pomocí statisticky dostupných dat týkajících se změny podnebí bylo predikováno, jaké odrůdy se v České republice budou s největší pravděpodobností v budoucnu pěstovat častěji v souvislosti s měnícími se podmínkami stanoviště. V neposlední řadě bylo přiblíženo, jak změna klimatu ovlivňuje chuťové vlastnosti vína.

Téma této bakalářské práce je věnováno zkoumání vztahu mezi pěstováním vinné révy a vývojem klimatu na území České republiky. Hlavním cílem bylo analyzovat, jak současné klimatické podmínky ovlivňují vinice v ČR a jaké jsou možné důsledky pro vinohradníky a vinařský průmysl. Práce se dále zabývala budoucími reakcemi pěstitelů na tyto změny a zkoumala strategie adaptace a zmírňování, které mohou být použity k ochraně vinic a udržení jejich produktivity v době rychlé změny klimatických podmínek. Tato práce přinesla důležité poznatky pro vinohradníky, vinaře, agronomické odborníky a politiky, kteří se zajímají o udržitelnost a budoucnost českého vinařství.

Mohlo by se zdát, že oteplování planety a změně podnebí se můžeme jednoduše přizpůsobit tím, že začneme pěstovat teplomilnější odrůdy vinné révy. To je samozřejmě jedna z možností, jak na klimatickou změnu reagovat, nicméně nejde o nejjednodušší a nejlevnější řešení. Vykloučení vinohradu a výsadba nových hlav vinné révy je doprovázena značnými finančními výdaji a ty si ne každý vinař může dovolit. Pro účely této bakalářské práce však předpokládáme, že k obnově vinohradů a k výsadbě nových odrůd dochází postupně a přirozeně, tzn. že jsou nahrazovány staré a vyčerpané vinohrady, které už nejsou schopny kvůli svému zdravotnímu stavu vyprodukovat dostatečné množství hroznů.

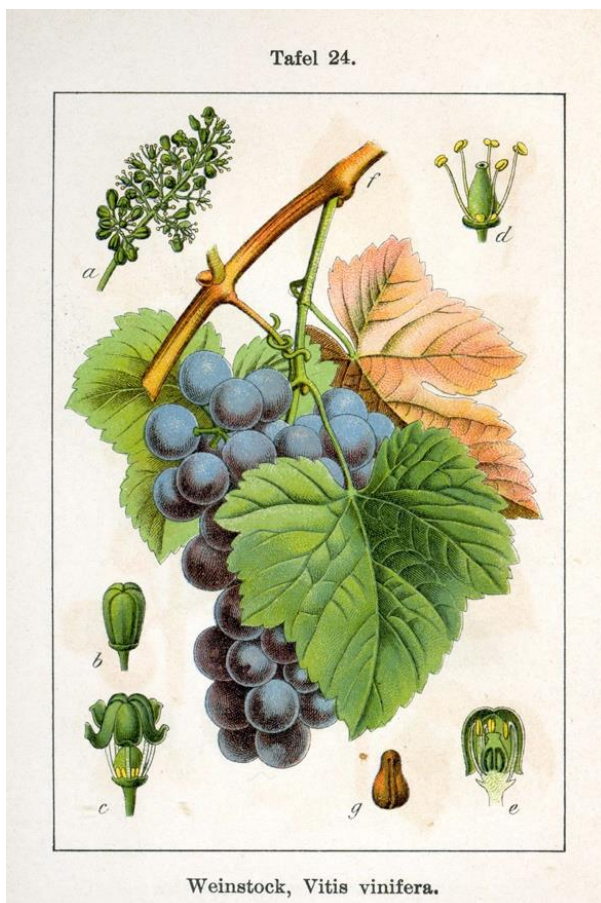
Cílem této práce bylo tedy přiblížit možnou změnu odrůdové skladby a poměrové zastoupení bílých a červených vín.



### 3 Základní popis révy vinné

Réva vinná (*Vitis vinifera*) je rostlina z čeledi révovitých (*Vitales*) a pochází pravděpodobně z oblasti Kavkazu a Střední Asie. Dnes je pěstována po celém světě v různých klimatických podmínkách, od mírného pásu po subtropické. Jde o popínavou opadavou dřevnatou liánu, která se pne po oporách a přichytává se k nim pomocí úponků. Ve volné přírodě může dosahovat výšek až 30 metrů a průměr kmene u země může být až 1,5 metru. Pro účely této bakalářské práce bude brán ohled na kulturně pěstovanou vinnou révu, jež dorůstá výšky až kolem 4 metrů při průměru kmene maximálně 50 cm. Listy jsou okrouhlé se třemi až pěti laloky o průměru do 15 cm. Borka kmene je světlehnědá a květy žlutozelené barvy vytvářejí bohaté laty. Kulturní odrůdy (*Vitis vinifera* subsp. *vinifera*) jsou jednodomé, kdežto divoké odrůdy (*Vitis vinifera* subsp. *sylvestris*) jsou dvoudomé. Plodem jsou bobule kulovitěho, vejčitého nebo zaobleně válcovitého tvaru o průměru 0,4–1,5 cm a délce až 2,5 cm; u divokých odrůd bývají však drobnější (ODRŮDY RÉVY VINNÉ v České republice 2024).

Jejich barvy jsou velmi rozmanité, od zelené přes zelenožluté, žluté až po červenou nebo dokonce tmavofialovou. Kořeny běžně dosahují délky přes 10 metrů, a to i na skalnatém podloží. Právě díky délce kořenů je vinná réva schopna dosáhnout si hluboko pro vláhu a živiny.



Obrázek 1 Réva vinná *Vitis Vinifera* (*Vitis Vinifera* Sturm07024.Jpg - Wikimedia Commons, 2024.)

### 3.1 Vinná réva v České republice

Pěstování révy vinné v České republice má dlouhou historii a je úzce spjato s kulturním a ekonomickým vývojem regionů, zejména Moravy a Čech. To jsou také dvě klíčové oblasti, kde se víno u nás pěstuje a vyrábí – na Moravě a v Čechách.

Vinařství na Moravě má tradici sahající do doby před více než 1000 lety, kdy byla réva pravděpodobně zaváděna slovanskými kmeny a později rozšířena Římskou říší (Historie a Současnost Vinařství v ČR | Národní Vinařské Centrum, o.p.s. 2024). Rozkvět vinařství nastal ve středověku hlavně díky církevním řádům, které vinařství rozvíjely. Hlavní produkce vína se odehrávala v kláštorech a šlo o naturální vína z odrůd jako je Ryzlink vlašský nebo Tramín červený. Víno bylo ve středověku nejen důležitou součástí stravy, ale také mělo významnou roli v náboženských rituálech a společenském životě. Kláštery a církve byly nejen centra výroby, ale také místa, kde se předávaly znalosti o vinařství z generace na generaci. Vývoj vinařství na Moravě během středověku položil základy pro dnešní bohatou vinařskou tradici regionu. Setkáváme se zde hlavně s odrůdami majícími přirozeně vyšší kyselost a svěžest. Jako příklad lze uvést Müller Thurgau, Chardonnay nebo Ryzlink vlašský.

Historie výroby vína v Čechách není tak rozsáhlá jako na Moravě, s větší produkcí se setkáváme až v období středověku. Během 20. století se navíc potýkáme s úbytkem vinic v Čechách jako následek urbanizace a průmyslového rozvoje.

Mezi hlavní vinařské regiony v Čechách patří Mělnicko a Litoměřicko, které mají chladnější a vlhčí klima (Vinařské Regiony v ČR | Národní Vinařské Centrum, o.p.s., n.d.). Tyto podmínky vyhovují hlavně Ryzlinkům. (Statistika Odrůd | Národní Vinařské Centrum, o.p.s. 2024).

Víno se vyrábělo přirozeným kvašením, protože nebyly k dispozici žádné moderní technologie a často nebylo možné kontrolovat teploty kvašení, které jsou jedním z hlavních klíčových faktorů při výrobě vína. Celý proces výroby byl ruční prací, používaly se jen jednoduché stroje k lisování hroznů a filtrování moštu probíhalo přes síta nebo bavlněné plachty. Hrozny se sbíraly ručně ve velmi zralém stavu, což zajistilo skvělou kvalitu a také vysoký obsah přirozeného hroznového cukru. Po sběru se šťapce buď rozšlapaly nohama nebo se použily jednoduché dřevěné nástroje na porušení slupek a uvolnění šťávy. Následně byl rmut přemístěn do dřevěných sudů, kde se odehrával proces kvašení. Spoléhalo se na kvasinky přirozeně se vyskytující na slupkách, které přeměňovaly cukry na alkohol a oxid uhličitý. Celý proces mohl trvat i několik měsíců, vše se odvíjelo od teploty na pracovišti. Po dokončení primárního kvašení mohlo víno zrát ve stejných nádobách nebo bylo přečerpáno do čistých sudů k dalšímu zrání. Ve středověku nebyly metody kontroly teploty ani techniky filtrace tak pokročilé jako dnes, což znamenalo, že vína mohla mít různorodou kvalitu a často byla méně stabilní. V současné době se objevuje trend navracet se k přírodní cestě výroby vína a obliba naturálních vín roste. V České republice je aktuální spotřeba naturálních vín okolo 2 %. Moderní technologie a znalosti již umožňují víno pravidelně kontrolovat při procesu výroby a stabilizovat ho natolik, aby nedocházelo k jeho následnému kažení.

## 3.2 Nároky vinné révy na pěstování

Pěstování vinné révy je odvětví, které vyžaduje znalost dané odrůdy, půdy a klimatu stanoviště a také správných pěstitelských technik. Vinohradníci musí rostliny pravidelně prořezávat, hnojit, chránit proti chorobám a škůdcům a po dozrání sklízet plody. Pro pěstování jsou nejvhodnější jihovýchodní, jižní a jihozápadní stanoviště. Absolutně nevhodné jsou pozemky směřující na sever. Réva vinná se dá pěstovat v podstatě na jakémkoliv tvaru pozemku, nejvíce jí však vyhovují svahy nebo terasy, které révu přirozeně chrání před jarními a podzimními mrazy díky své poloze.

V České republice se réva pěstuje zpravidla v oblastech do 300 metrů nadmořské výšky. Ve vyšších polohách může v bobulích docházet k malé produkci cukru kvůli nedostatku slunečního záření. Réva je navíc teplomilná rostlina a k rašení potřebuje minimální teplotu kolem 10 °C (Agroporadenstvo 2024.). Teplota rašení se může lišit v závislosti na odrůdě (viz Tabulka 1) a na konkrétních podmínkách daného stanoviště, proto je nutno brát uvedené teploty jako orientační.

Tabulka 1 Optimální teplota rašení odrůd pěstovaných v ČR (Agroporadenstvo 2024.)

Odrůda	Optimální teplota rašení
Ryzlink vlašský	10-12 °C
Sauvignon blanc	10-13 °C
Rulandské bílé	10-12 °C
Rulandské šedé	10-12 °C
Muškát moravský	10-13 °C
Frankovka	10-14 °C
Svatovavřínecké	10-14 °C
Tramín červený	10-12 °C
Chardonnay	10-13 °C
Veltlínské zelené	10-12 °C

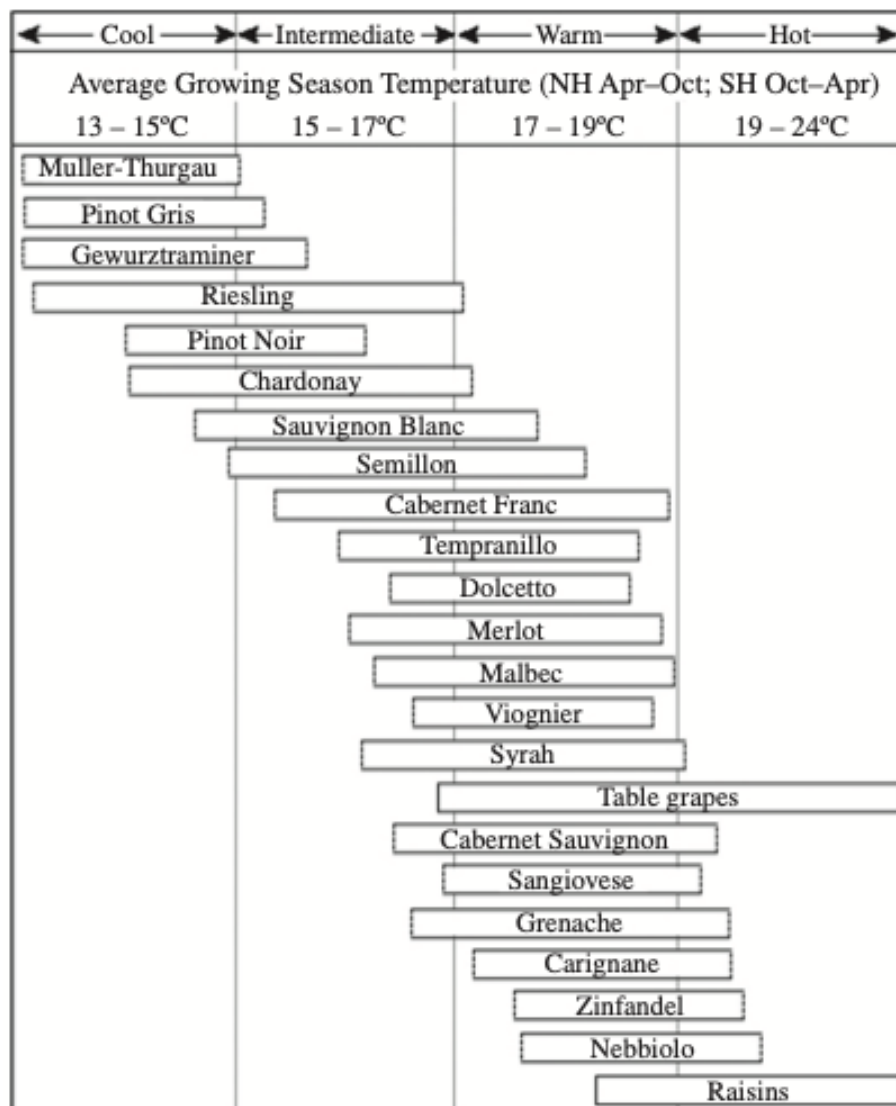
V období kvetení révy vyhovují teploty v rozmezí 20-30 °C (Agroporadenstvo 2024). Vyšší teploty během období zrání mají za následek plody s menším množstvím aroma a ztrátou pigmentů, jako je například lykopen. Lykopen je přírodní pigment patřící do skupiny karotenoidů, které jsou odpovědné za červenou, oranžovou a žlutou barvu mnoha druhů ovoce a zeleniny (Lykopen – Bezpečnost Potravin, n.d.). Je to silný antioxidant, který pomáhá chránit buňky těla rostliny před poškozením způsobeným volnými radikály. Stejně jako lykopen je ohrožen i fotosyntetický systém rostlin, pokud je dlouhodobě vystaven extrémně vysokým teplotám (Cardell et al. 2019).

### 3.2.1 Rašení, kvetení a sklizeň vinné révy

Rostoucí fáze vinné révy trvá přibližně 180 dní a aby byla schopna kvalitního vývoje, vyžaduje stále teploty bez větších výkyvů (Veselá et al. 2022). Rašení je první fází růstu

a obvykle nastává v období, kdy teploty po zimě začínají stoupat a končí tak fáze vegetativního klidu. Délka rašení se u jednotlivých odrůd může lišit, viz obrázek 2 (Fraga et al. 2012).

Během rašení dochází k probuzení spících pupenů révy. Ty začínají růst, otevírat se a vytvářet nové výhonky a listy. Rašení je ovlivněno hlavně teplotou a délkou denního světla. Čím teplejší a delší dny jsou, o to rychlejší celý proces je. Na rašení plynule navazuje fáze kvetení, kdy se na výhonech objevují květy, které jsou prvním krokem k tvorbě plodů.



Obrázek 2 Délka rašení odrůd vinné révy, délka obdelníku naznačuje délku rašení (Fraga et al. 2022)

Květenství vinné révy (obrázek 3) se skládá z drobných květů tvořících květenství nazývané hrozen. Tyto hrozny jsou technicky řazeny mezi květenství typu laty, což znamená, že jsou složeny z mnoha malých květů uspořádaných na stonku. Každý květ v hroznu je poměrně malý, nenápadný a obvykle zelené barvy (NÁVOD PRO ČINNOST FENOLOGICKÝCH POZOROVATELŮ PRO PROJEKT RÉVA VINNÁ n.d).

Květy révy vinné jsou oboupohlavné, což znamená, že obsahují jak samčí (tyčinky), tak samičí (pestíky) reprodukční orgány, umožňující rostlině se samoopýlit. Tato vlastnost je důležitá pro komerční pěstování vína, protože zajišťuje konzistenci a efektivitu při produkci hroznů. Květenství se obvykle objevuje na mladých výhonech z aktuálního roku a výsledný hrozen se vyvíjí převážně během letní sezóny. Každý květ se skládá z kalichu, koruny, tyčinky

a pestíku (NÁVOD PRO ČINNOST FENOLOGICKÝCH POZOROVATELŮ PRO PROJEKT RÉVA VINNÁ n.d.).



Obrázek 3 Květenství révy vinné (VITIS VINIFERA L. – Réva Vinná / Vinič Hroznorodý | BOTANY.Cz 2008.)

Přestože se květy vinné révy dokážou opýlit samy, často jsou opylovány i větrem nebo včelami. Ty přenášejí pyl z jednoho květu na druhý a opět tím dokazují svoji nenahraditelnou funkci pro správné fungování přírody. Opylovači většinou nejsou potřeba, protože se pyl přenáší na velmi krátkou vzdálenost. Opylení může být však ovlivněno počasím – deštivé nebo velmi vlhké podmínky mohou snížit účinnost opylení tím, že způsobí shlukování pylu a jeho špatné uchycení na bliznu.

Po opylení se začínají vytvářet bobule (Agroporadenstvo 2024), které rostou a zrají hlavně během letních měsíců. Během dozrávání je často nutný zásah lidského faktoru. Některé odrůdy, hlavně červené, vyžadují vyšší přístup slunečních paprsků, aby plody mohly správně dozrát a dosáhly optimální barvy a chuti – setkáváme se s tím např. u odrůd Dornfeldr nebo Cabernet Moravia. Skrze listy se totiž k hroznům nedostane dostatek slunečního svitu a jelikož je pro správné dozrání plodu důležitých hlavně několik posledních týdnů před sběrem, kdy se v plodech vyrovnávají hladiny cukru a kyselin, je nutné rostlinám pomoci tzv. odlistěním. Jde vcelku o jednoduchý úkon, kdy ze šlahounů v oblasti výskytu hroznů odstraníme přibližně 80 % listů a umožníme tak, aby sluneční paprsky dosáhly přímo až na bobule.

Sklizeň zpravidla nastává na přelomu léta a podzimu, záleží na povětrnostních podmínkách a obsahu cukru v plodech. Jakmile dosáhnou hrozny optimálních hodnot cukernatosti, přechází se k samotné sklizni. Je důležité si však uvědomit, že cukernatost je pouze jedním z faktorů, které ovlivňují kvalitu výsledného vína. Mezi další faktory, které hrají

klíčovou roli, spadá acidita, třísloviny, aromatické látky a v neposlední řadě i barva bobulí. Pro zajištění optimální kvality sklizených plodů je vhodné provádět komplexní analýzu hroznů ještě před sklizní. Obecně platí, že vyšší cukernatost může vést ke kvalitnějším a plnějším vínům. V praxi se většinou měří cukernatost hroznů pomocí °NM (normalizované moštoměry) (Stanovení Cukernatosti Moštu – Refraktometr.Cz, n.d.). Pro běžné odrůdy vinné révy se pohybuje optimální cukernatost při sklizni v rozmezí 17–24 °NM. Některé odrůdy (např. Ryzlink vlašský) mohou dosahovat i vyšších hodnot a vytváří tak sladké a aromatické víno.

Stolní odrůdy dozrávají obvykle již během prázdninových měsíců, nicméně nejsou vhodné pro výrobu vína, a proto se na ně nebudu dále zaměřovat.

Produkce vína má v Evropě ekonomickou, společenskou a environmentální hodnotu a představuje přibližně 70 % celosvětové výroby vína a klimatická změna je prokázaným faktorem, který dané údaje ovlivňuje (Malheiro et al. 2010). Slavné vinařské regiony v Evropě často disponují velmi specifickými environmentálními charakteristikami, ve kterých hraje klíčovou roli klima. Zaznamenané trendy v nedávné minulosti na mnoha vinohradnických oblastech v Evropě naznačují již výrazný nárůst průměrných teplot během vegetační sezóny (Fraga et al. 2012). Jak již bylo zmíněno, réva potřebuje během zrání plodů relativně stále teploty kolem 20–30 °C.

## 4 Změny podnebí a zvyšování průměrné teploty

Vzhledem k narůstajícím teplotám v Evropě se předpokládá i nárůst extrémních teplot a změny ve srážkových úhrnech. Je předpokládáno, že se teplota do konce 21.století celosvětově zvýší v průměru o 2 °C, což s sebou nese značné následky. I když je réva odolná vůči suchu, mohou ji dlouhodobě vysoké teploty nenávratně poškodit (Cardell et al. 2019). Nelze opomenout ani zvýšenou evapotranspiraci, která může znamenat nutnost dodatečné závlahy vinic.

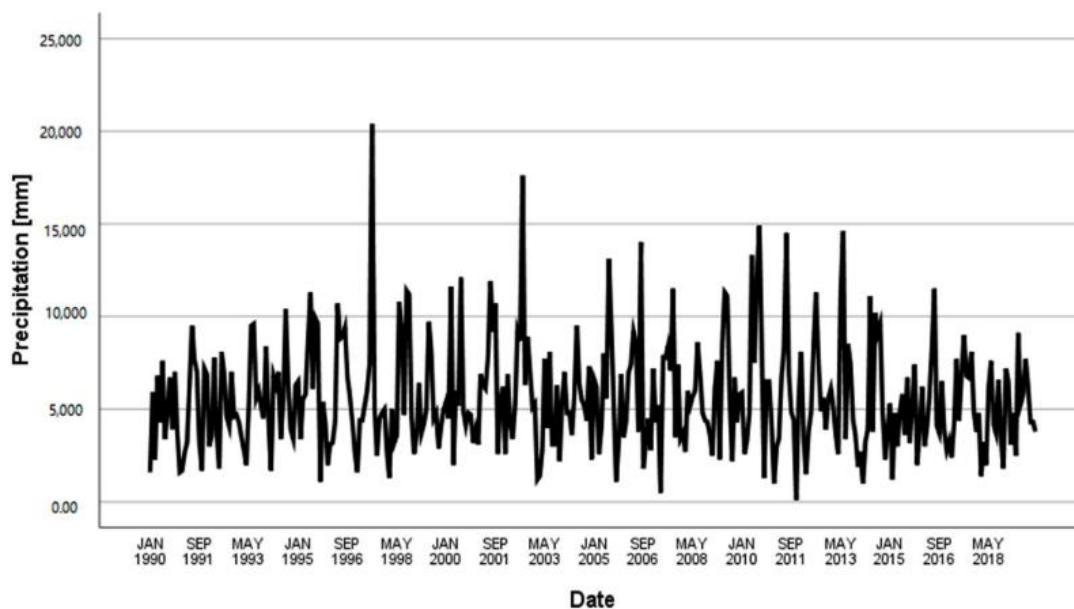
Vedra a sucho, silné srážky a pozdní mrazy budou zemědělství čím dál více zatěžovat. Přidají se nové výzvy v podobě nemocí a škůdců. Vyšší koncentrace CO<sub>2</sub> ve vzduchu může způsobit zvýšení výnosů a teplomilné plodiny, jako je kukuřice, sója, proso, ale i réva vinná, budou profitovat, pokud bude dostatečné zásobování vodou. Různorodá adaptační opatření v rostlinné výrobě a chovu dobytka jsou však nutná. Zavlažování získá primární význam při pěstování speciálních kultur a ochrana před erozí se stane nezbytným preventivním opatřením (Flaig 2021).

Dle Jones et al. (2005) se změny klimatu budou lišit odrůdu od odrůdy. Evropské vinařské oblasti mají aktuálně ideální podmínky k pěstování, nicméně je nutné vzít v potaz, že některé z odrůd už jsou na hranici své teplotní snášenlivosti. Obecně Evropa produkuje vysoce kvalitní hrozny. Nicméně, vlivem klimatických změn, může být tento fakt v blízké budoucnosti ohrožen. Do roku 2080 se totiž očekává nárůst srážek mezi 7–22 % a růst teplot v jižních oblastech může být až o 5,5 °C (Veselá et al. 2022).

Ve studii od Veselá et al. (2022) se dovídáme o dopadech změn klimatu na produkci hroznů ve České republice. Hlavním cílem bylo zhodnotit, jak změny v průměrných srážkách a teplotách ovlivňují množství produkce hroznů. Výzkum využíval různé metody pro porovnávání dat, které ale neodhalily závislost mezi celkovými srážkami a průměrnými

teplotami na změny objemu vinařské produkce. Nicméně, studie potvrdila vliv změny celkových srážek na kvalitu a hodnotu produkce vinné révy.

Základní rozbor vývoje produkce hroznů byl proveden analýzou časových řad produkce hroznů za použití dostupných dat z let 1990 až 2019. Tyto údaje byly využity ve vícečetné lineární regresi, která zkoumala závislost produkce hroznů (v tisících Kč) na průměrné teplotě vzduchu [°C] pro jednotlivé roky a na celkových srážkách (v mm). Vývoj srážek je zobrazen na obrázku 3 (Veselá et al. 2022).



Obrázek 4 Vývoj srážek od roku 1990 až 2019 (Veselá et. al 2022)

Výsledky ukázaly, že při zvýšení celkových srážek o 1 mm během vegetačního období hroznů dojde k průměrnému snížení produkce průměrně o 896 976 Kč. Oproti tomu ale při zvýšení teploty o 1 °C během vegetační fáze hroznů dojde ke zvýšení hodnoty až o 77 293 737 Kč. Hlavním důvodem takto výrazného nárůstu finanční hodnoty je vyšší obsah cukru v bobulích (Veselá et al. 2022). Jiná studie zase zkoumala regionální dopady změny klimatu na zemědělskou rostlinnou výrobu ve střední a východní Evropě, včetně místních případových studií s různým zaměřením v Rakousku, České republice a na Slovensku. Zkoumané oblasti se vyznačují kontinentálním evropským klimatem a silnými klimatickými gradienty, které mohou podporovat regionální rozdíly nebo trendy v dopadech změny klimatu na zemědělství. Pro studium regionálních aspektů a variability dopadů změny klimatu na zemědělství byl zkoumán vliv změny klimatu na vybrané budoucí agroklimatické podmínky, výnosy a variabilitu plodin (včetně vlivu vyšších koncentrací CO<sub>2</sub> v okolním prostředí) a nejdůležitější faktory limitující výnosy, jako je dostupnost vody, bilance dusíku a rizika napadení vybranými škůdci. Obecně výsledky předpověděly významné agroklimatické změny v celé oblasti během 21. století, které různými cestami ovlivní produkci zemědělských plodin. Simulované trendy výnosů plodin odhalily, že faktory limitující výnosy se mohou v jednotlivých regionech měnit (Eitzinger et al. 2000).

Dosavadní prognózy výnosů evropských plodin při změně klimatu byly založeny téměř výhradně na výstupech modelů růstu plodin. Tato strategie sice může poskytnout dobré odhady vlivu klimatických faktorů, půdních podmínek a hospodaření na výnosy plodin, tyto modely však obvykle nezachycují všechny důležité aspekty související s hospodařením s plodinami

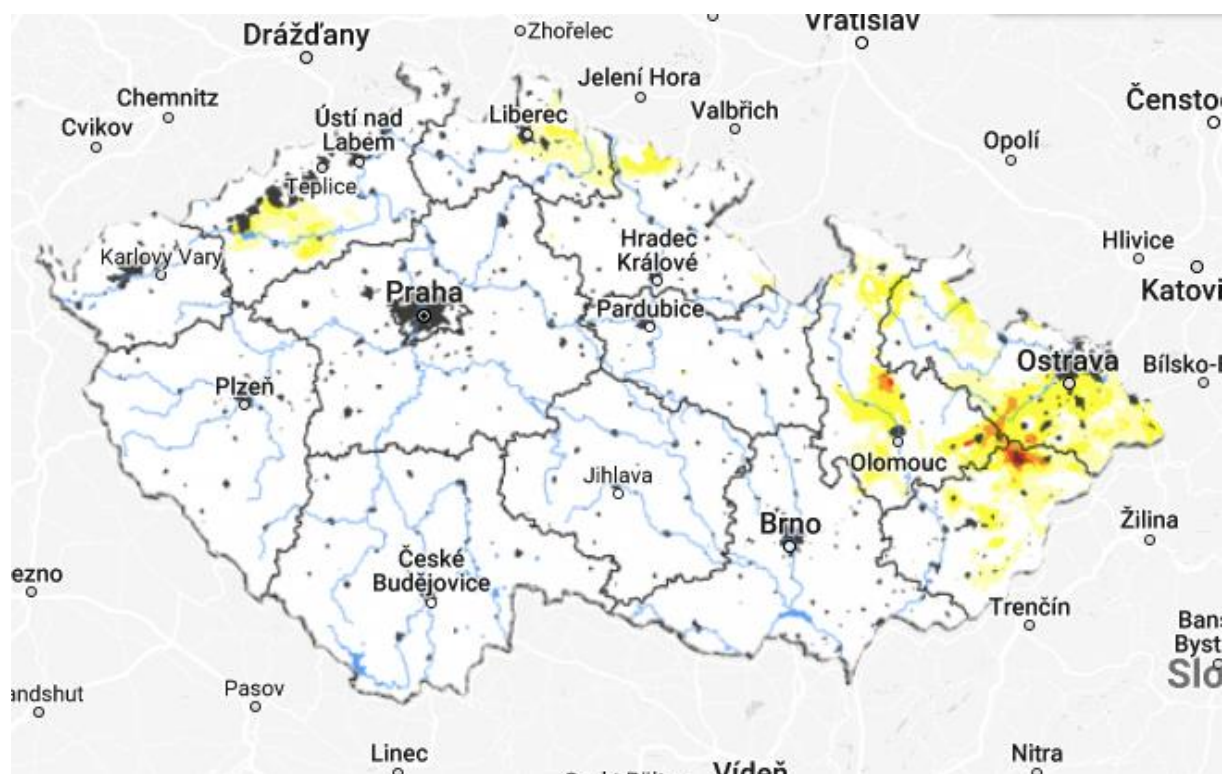
nebo relevantní faktory životního prostředí. Studie simulace plodin mají navíc často vážná omezení, pokud jde o počet zahrnutých plodin nebo prostorový rozsah (Trnka et al. 2011).

Na následujících grafech ze serveru Klimatická změna.cz je znázorněna intenzita sucha ze dne 23.dubna 2023 a 14. dubna 2024 (Model pro Extrémy a Klima | Klimatická Změna v České republice 2024.). Z porovnaných dat lze jasně vyčíst, že aktuální rok je v porovnání s minulým rokem extrémně suchý a brzký nástup vysokých teplot v první polovině roku 2024 způsobil v některých oblastech České republiky nepříjemné nedostatky vody. Rostliny při takto vysokých teplotách začínají dříve rašit a v porovnání s minulým rokem jsme přibližně o měsíc napřed.

Prognózy pro většinu oblastí ukazují výraznou potřebu adaptačních opatření, která by zvýšila dostupnost vody v půdě nebo odolnost plodin vůči suchu. V mnoha klimatických oblastech existuje riziko zvyšujícího se počtu extrémně nepříznivých let, což by mohlo vést k větší meziroční variabilitě výnosů (Trnka et al. 2011).

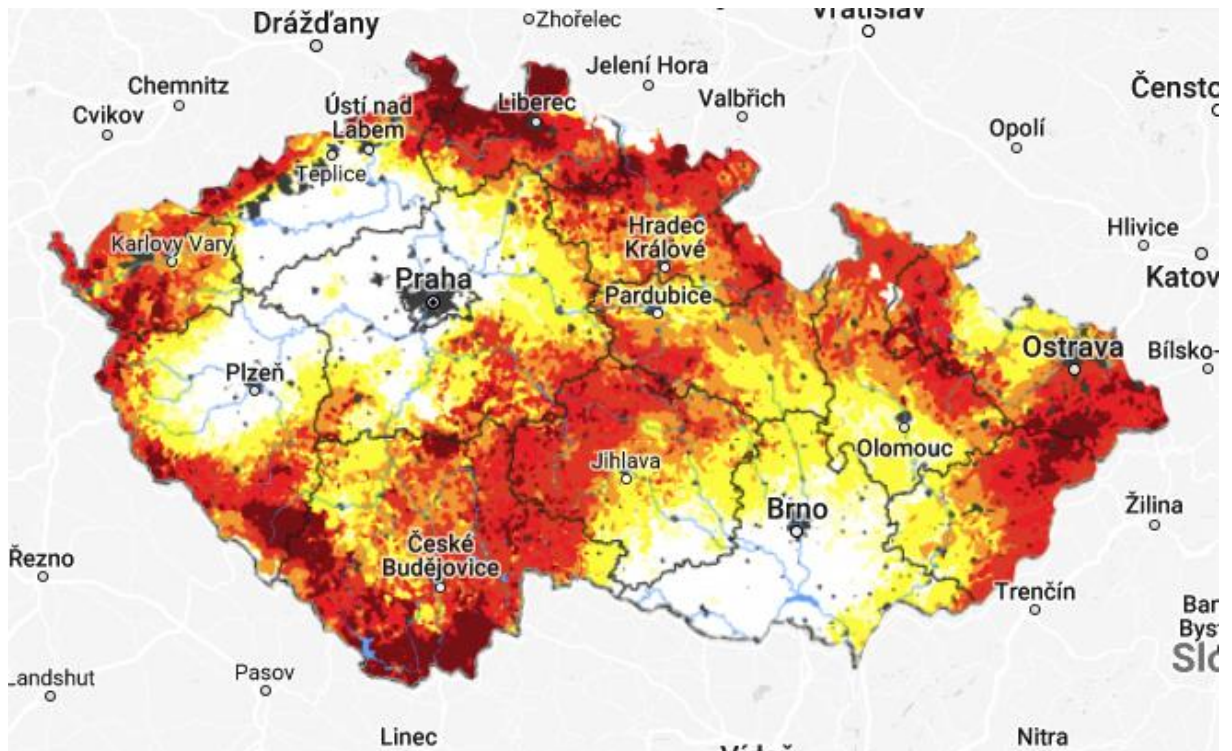


Obrázek 5 Odchylka půdní vlhkosti od obvyklého stavu v období 1961-2010 (Klimatická Změna v České republice 2024)



Obrázek 6 Intenzita sucha dne 23. dubna 2023 (Klimatická Změna v České republice 2024)





Obrázek 7 Intenzita sucha dne 14. dubna 2024 (Klimatická Změna v České Republice 2024)

#### 4.1 Použité metody hodnocení dat a kvality

Metody použité k analýze dat ve studii Veselá et al. (2022) jsou test Dickey-Fullerovy hypotézy o nestacionárnosti časových řad, dekompozice sezónnosti a vícečetné lineární regrese. Pro hodnocení kvality regresního modelu byl použit koeficient determinace, Durbin-Watsonův test pro detekci autokorelace reziduí, Shapiro-Wilkův test pro ověření normálního rozdělení reziduí a Breusch-Paganův test pro ověření homoskedasticity. Každá z těchto metod přispěla k analýze a umožnila vyvodit závěry o vlivu klimatických faktorů na produkci hroznů v České republice.

Zde je vysvětlení několika klíčových pojmů ze studie od Veselá et al. (2022):

**Vícečetná lineární regrese** byla použita k analýze vztahu mezi dvěma nezávislými proměnnými (průměrná teplota a celkové srážky) a jednou závislou proměnnou (produkce hroznů).

**Koeficient determinace  $R^2$**  ukazuje procento variability v závislé proměnné, které lze vysvětlit pomocí nezávislých proměnných v modelu. Hodnota  $R^2=0.337$  ve vícečetné lineární regresi znamená, že přibližně 33.7 % variability produkce hroznů lze vysvětlit změnami v průměrné teplotě a celkových srážkách.

**Durbin-Watsonova statistika** slouží k detekci přítomnosti autokorelace (vzájemná závislost) reziduí z regrese. Hodnota blízká 2 naznačuje, že mezi rezidui není autokorelace.

**Shapiro-Wilkův test** testuje, zda rezidua z regrese mají normální rozdělení. Významnost (p-hodnota) nad 0.05 naznačuje, že rezidua mají normální rozdělení.

**Breusch-Paganův test** je určen k testování homoskedasticity reziduí, tedy že variančnost reziduí je konstantní a nezávisí na hodnotách nezávislých proměnných. Homoskedasticita reziduí je statistický termín používaný především v kontextu regresních modelů k popisu situace, kdy mají rezidua (rozptyl chyb) konstantní rozptyl napříč různými hodnotami nezávislé

proměnné. To znamená, že rozptyl chyb v predikcích modelu je stejný bez ohledu na úroveň, hodnotu, nebo rozsah prediktorů (nezávislých proměnných) v datovém setu. P-hodnota větší než 0.05 naznačuje, že nemáme dostatek důkazů k zamítnutí hypotézy o homoskedasticitě. Testování hypotéz. P-hodnota měří sílu důkazů proti nulové hypotéze, která je formulována před provedením testu a obvykle předpokládá, že mezi zkoumanými daty neexistuje žádný vztah nebo rozdíl.

V jiné studii od Cardell et al. (2019) jsou odvozeny perspektivy budoucího vývoje bioklimatických indexů spojených s vinařským zonováním na základě pozorovaných a projektovaných denních meteorologických údajů. Specificky byly použity denní řady srážek a maximálních a minimálních denních teplot získané z datové sady E-OBS. E-OBS je sada vysoce rozlišených mřížkovaných dat o teplotě a srážkách v Evropě. Byla vytvořena v rámci projektu EU-FP6 (Šestého rámcového programu Evropské unie) (ERA | 6. Rámcový Program EU | Národní Portál pro Evropský Výzkum, n.d.) a je spravována Evropským klimatickým hodnocením a datasetem (ECA&D) (Home European Climate Assessment & Dataset 2024.). E-OBS poskytuje denní údaje o maximálních a minimálních teplotách a o denních srážkách, což umožňuje detailní analýzu klimatických trendů a extrémů na evropském kontinentu (E-OBS: High-Resolution Gridded Mean/Max/Min Temperature, Precipitation and Sea Level Pressure for Europe & Northern Africa | Climate Data Guide, n.d.). Údaje jsou dostupné v několika oblastních rozlišeních, přičemž nejvyšší dosažitelné rozlišení je přibližně 25 km. To znamená, že Evropa je pokryta sítí, ve které každý bod mřížky představuje průměrnou hodnotu klimatické proměnné pro oblast o velikosti přibližně 25 km x 25 km. Tyto údaje jsou užitečné pro širokou škálu aplikací, od klimatologického výzkumu až po plánování v oblasti zemědělství, vodního hospodářství a ochrany životního prostředí (Veselá et al. 2022).

E-OBS je založen na pozorováních z rozsáhlé sítě meteorologických stanic po celé Evropě. Údaje z těchto stanic jsou kombinovány a interpolovány, aby bylo možné vytvořit kontinuální geografické pokrytí (E-OBS Gridded Dataset, n.d.). To je zvláště důležité v oblastech, kde jsou přímá měření vzácná nebo neexistují. Typickým příkladem takových oblastí jsou hory nebo rozsáhlé neosídlené regiony. E-OBS je pravidelně aktualizována, což z ní činí cenný zdroj pro sledování a analýzu změny klimatu v Evropě. Je volně přístupná vědecké komunitě a veřejnosti, což usnadňuje široké spektrum výzkumných a aplikovaných projektů zaměřených na pochopení a reagování na klimatické změny (Cornes et al. 2018). Pro projekce byly použity soubory regionálních klimatických modelů (RCM) z projektu European CORDEX k vytvoření budoucích scénářů emisí, tzv. Representative Concentration Pathways (RCPs). EURO-CORDEX je iniciativa, která se zaměřuje na vytváření detailních a přesných klimatických projekcí pro Evropu pomocí sady regionálních klimatických modelů (RCMs). Tyto modely jsou spuštěny na základě vstupů z globálních klimatických modelů (GCMs) a RCPs, což umožňuje předpovídat klimatické změny na regionální úrovni s větší přesností (Veselá et al. 2022).

EURO-CORDEX nabízí data s vysokým rozlišením (až do 12 km), což umožňuje lépe pochopit a modelovat lokální klimatické podmínky a jejich možné budoucí změny. To zahrnuje informace o teplotě, srážkách, větru, vlhkosti a dalších klimatických proměnných, které jsou klíčové pro různé aplikace, včetně hodnocení dopadů změny klimatu, plánování adaptací a výzkumu v oblasti udržitelnosti. Využívá se pro analýzu, jak budoucí klimatické změny ovlivní různé sektory, například zemědělství, vodní zdroje a biologickou rozmanitost a pomáhá

na regionální a místní úrovni plánovat adaptační opatření pro zmírňování negativních dopadů změny klimatu. Zároveň představuje drahocenný zdroj dat pro akademické studie zaměřené na klimatologii, ekologii, hydrologii a další související disciplíny (EURO-CORDEX, n.d.)

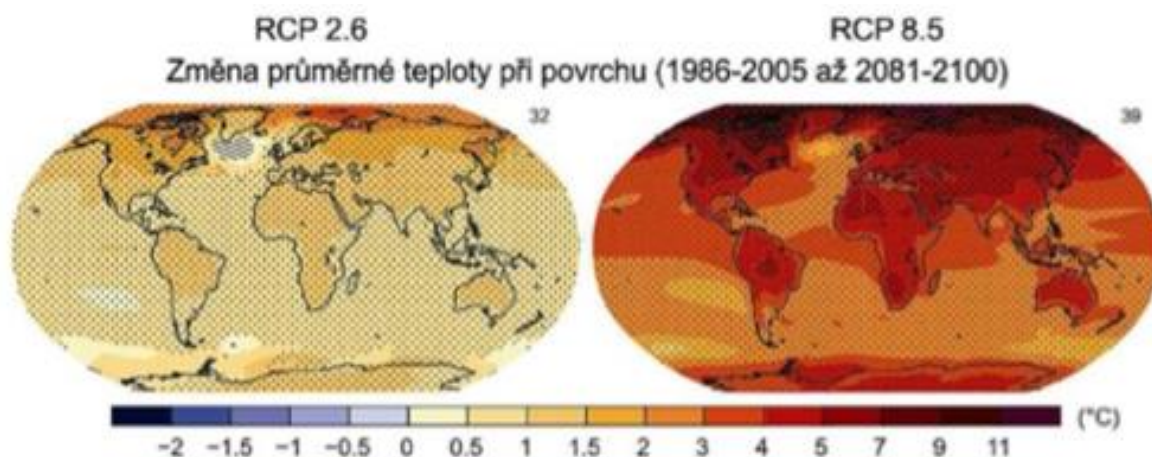
V kombinaci s RCPs, které přiblížím za chvíli, umožňují data z EURO-CORDEX vědcům a politikům lépe porozumět možným budoucím scénářům změny klimatu a jejich potenciálním dopadům na Evropu, což je klíčové pro správné rozhodování v oblasti změny klimatu.

Již zmíněné RCPs jsou scénáře, které byly vyvinuty pro předpovědi budoucího vývoje koncentrací skleníkových plynů a aerosolů v zemědělství a pro využívání půdy. Měří se zde intenzita radiace (nebo energie) dopadající na zemský povrch ve Watt/m<sup>2</sup> a používají se jako vstupní data pro simulaci možných dopadů změny klimatu v průběhu 21. století. Každý RCP reprezentuje specifickou cestu budoucího vývoje koncentrací skleníkových plynů, což umožňuje modelům predikovat různé dopady na klima v závislosti na míře emisí. Aktuálně existují čtyři hlavní RCPs:

**RCP2.6:** Představuje velmi nízkou úroveň radiativního působení (2.6 W/m<sup>2</sup>) do roku 2100. Vyžaduje výrazné snížení emisí a v některých případech i negativní emise (například absorbování CO<sub>2</sub> ze vzduchu) (Úvod Do Metodiky | Klimatická Změna v České republice 2024).

**RCP4.5 a RCP6.0:** Představují střední scénáře, kde jsou emise a koncentrace stabilizovány během 21. století pomocí různých technologií a politik snižování emisí (Úvod Do Metodiky | Klimatická Změna v České republice 2024).

**RCP8.5:** Představuje scénář s vysokou úrovní emisního znečištění (8.5 W/m<sup>2</sup>) do roku 2100. Je to "business as usual" scénář, který nepředpokládá žádné zásadní globální úsilí o snížení emisí (Úvod Do Metodiky | Klimatická Změna v České republice 2024).



Obrázek 8 Změna průměrné teploty podle scénáře RCP2.6 a RCP8.5 (Model Result for Average Surface Temperature Change for Scenario RCP... | Download Scientific Diagram, n.d.)

Pro správnou reflexi údajů z RCM ve studii od Cardell et al. (2019) byla použita metoda kvantil-kvantilového přizpůsobení na lokální úrovni. Hlavním zjištěním je, že produkce vinné révy bude na jihu Evropy negativně ovlivněna. Očekává se snížení kvality stolních vín a produkce vinné révy v této oblasti kvůli budoucímu nárůstu kumulativního tepelného stresu a sucha během vegetačního období. Navíc se očekává, že snížení srážek a vyšší míry výparu způsobené teplejším klimatem pravděpodobně zvýší potřebu vody. Na druhé straně se

predikuje, že oblasti vhodné pro kvalitní vinařství se významně rozšíří severněji v západní a střední Evropě.

Metoda kvantil-kvantilového přizpůsobení je založena na nefarametrické funkci, která opravuje chyby ve středních hodnotách, variabilitě a tvaru simulovaných kumulativních distribučních funkcí (CDF) (Cardell et al. 2019). Výchozí CDF pro současné klima jsou sestaveny z klimatických proměnných z 25letého období (1981-2005), zatímco budoucí CDF jsou založeny na simulovaných obdobích stejné délky.

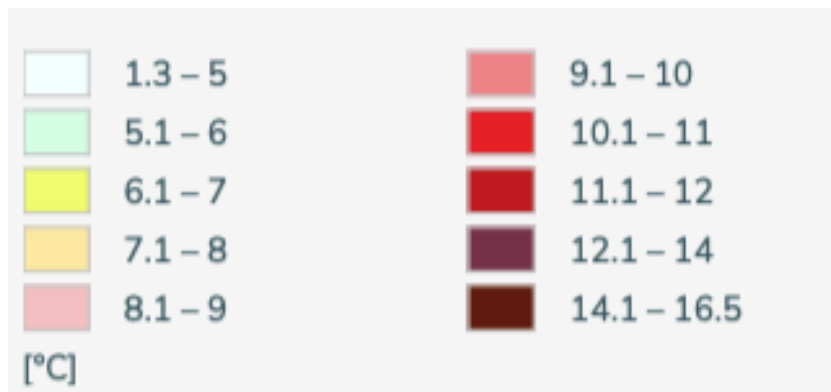
Bylo odvozeno a analyzováno sedm metrik, včetně klimatických proměnných a bioklimatických indexů běžně používaných ve vinařském zonování. Tyto indexy zahrnují maximální letní teplotu, roční srážky, průměrnou teplotu během vegetačního období (GST), Winklerův termální index (WI), Huglinův index (HI), skutečnou evapotranspiraci (RET) a vodní bilanci (WB) (Cardell et al. 2019).

Analýza trendů různých klimatických proměnných a bioklimatických indexů pro budoucí 25letá časová období naznačuje obecné zvýšení maximálních letních teplot, zejména na jihu Evropy, s nízkou mezi-modelovou standardní odchylkou, což naznačuje vysokou jistotu těchto odhadů. Prostorové vzorce změn ukazují na zvýšení GST a WI indexů přes celé území, s významným severním rozšířením vhodných oblastí pro vinařství.

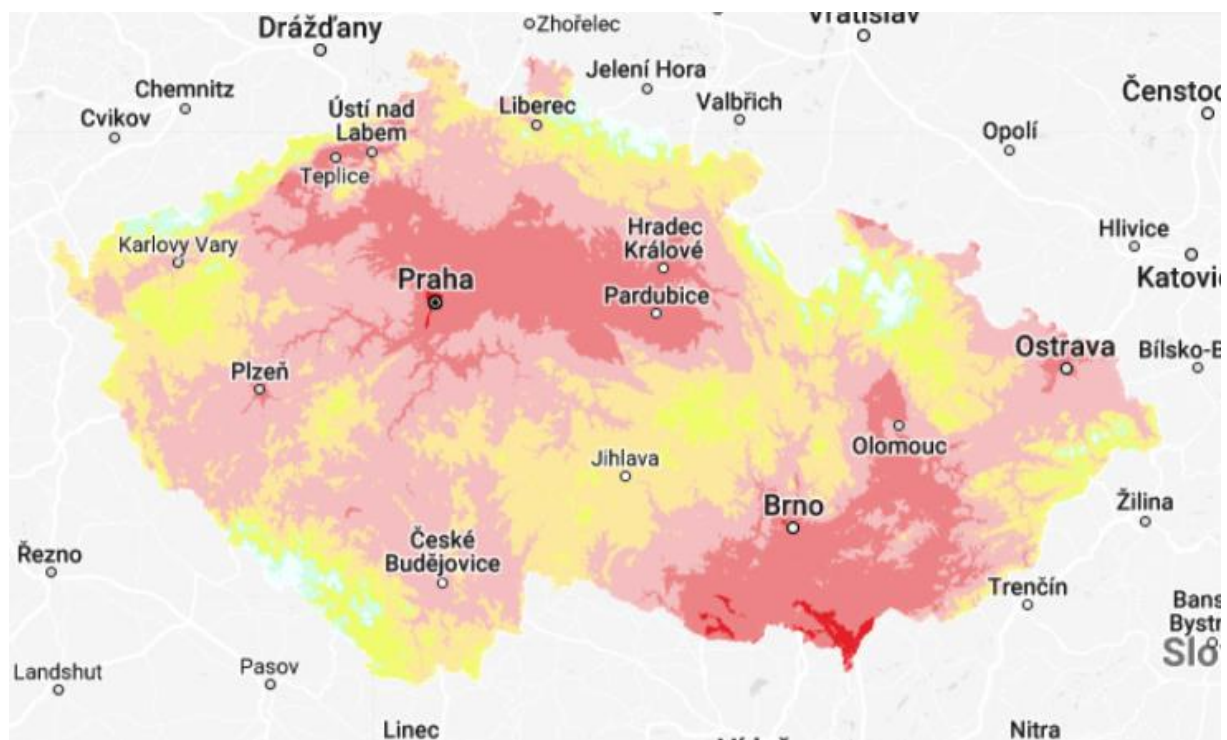
Na serveru Klimatickazmena.cz se můžeme podívat na vývoj průměrných ročních teplot vzduchu a predikce vývoje do roku 2090. Pravděpodobné budoucí klima je znázorněno pomocí 5 globálních klimatických modelů pro 3 emisní scénáře budoucího vývoje produkce skleníkových plynů (RCP 2,6, RCP 4,5 a RCP 8,5) (Úvod Do Metodiky | Klimatická Změna v České republice 2024).

Globální klimatické modely (GCM, z angl. Global Climate Model) jsou modely všeobecné cirkulace atmosféry spojené s modelem oceánu (What Is a GCM?, n.d.). Jedná se o počítačové modely klimatického systému, které slouží pro výpočet pravděpodobných budoucích klimatických podmínek. Jsou založeny na řešení pohybových a termodynamických rovnic, které popisují procesy v klimatickém systému, pomocí metod numerické matematiky. Protože řešení těchto rovnic je výpočetně velice náročné, k realizaci GCM je nutné použít ty nejrychlejší superpočítače, které jsou v dnešní době k dispozici. Regionální klimatické modely (RCM z angl. Regional Climate Model) patří mezi techniky tzv. downscalingu, tedy zmenšování měřítka, čímž je dosaženo většího rozlišení modelu a výpočty jsou prováděny pro vybrané regiony (např. pro oblast střední Evropy) (Úvod Do Metodiky | Klimatická Změna v České republice 2024).

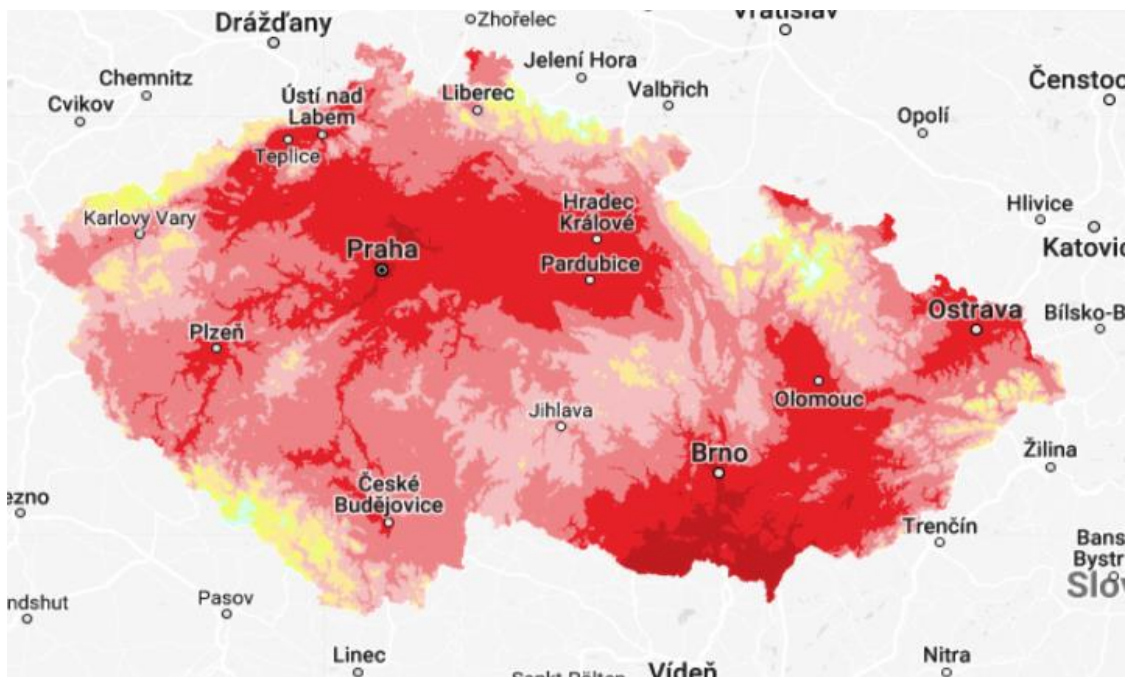
Na následujících obrázcích je vyobrazena změna průměrné roční teploty v České republice v období let 1981-2010, a následně predikované oteplení do roku 2030, 2050 a 2090. Mapy jasně ukazují, že teploty se výrazně zvýší ve všech oblastech České republiky. Mezi nejteplejší oblasti spadá Jižní Morava a Střední Čechy (Klimatická Změna v České republice 2024).



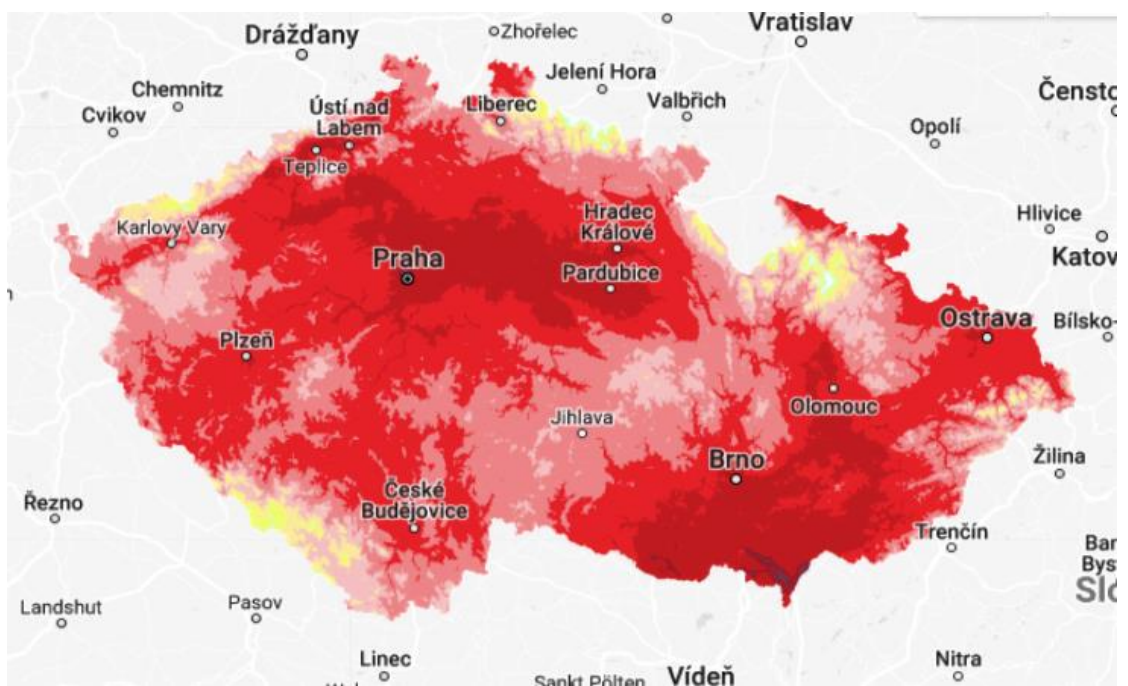
Obrázek 9 Legenda k mapám znázorňujícím průměrnou roční teplotu v letech 1981-2010, 2030, 2050 a 2090 (Klimatická Změna v České republice 2024)



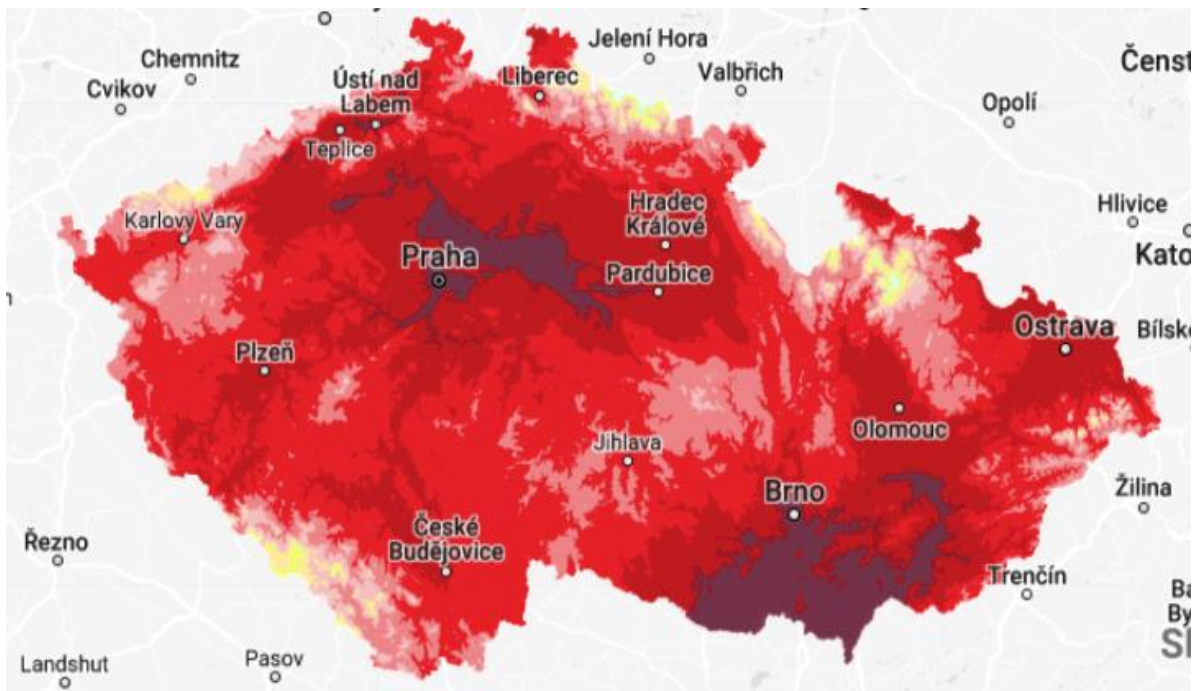
Obrázek 10 Průměrná roční teplota vzduchu založená na pozorování z období 1981-2010 (Klimatická Změna v České republice 2024}



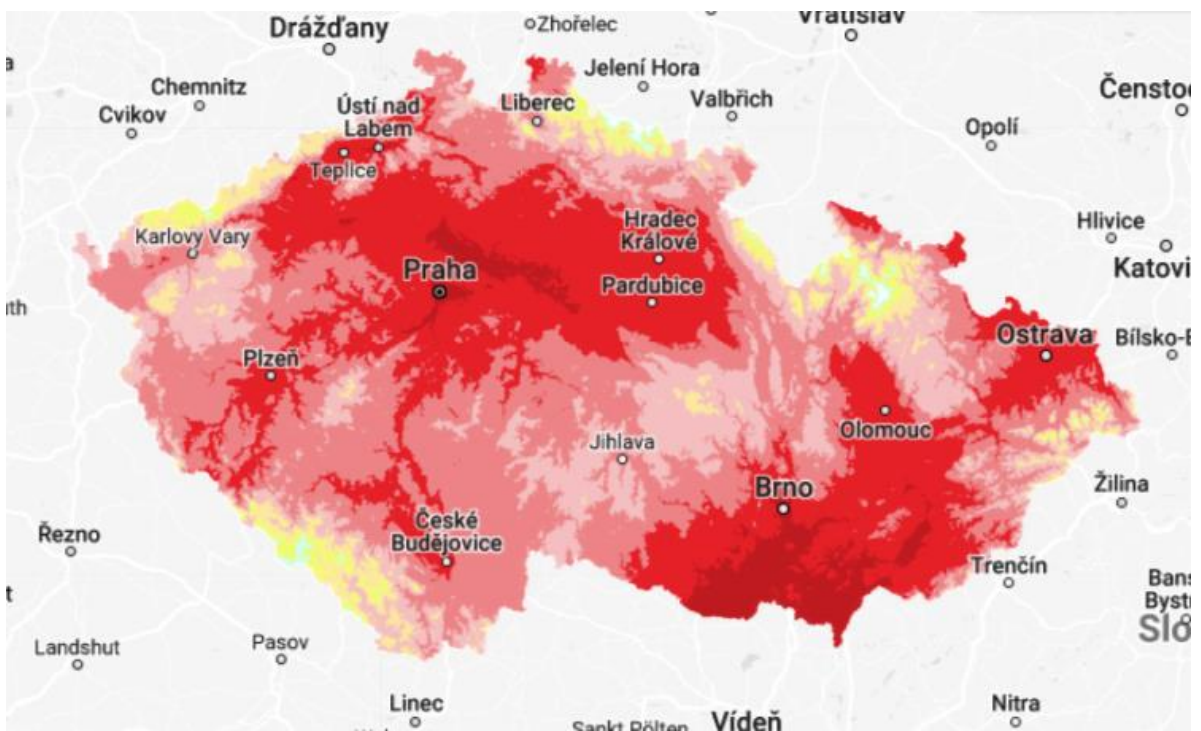
Obrázek 11 Průměrná roční teplota vzduchu v roce 2030 při RCP 4,5 (Klimatická Změna v České republice 2024)



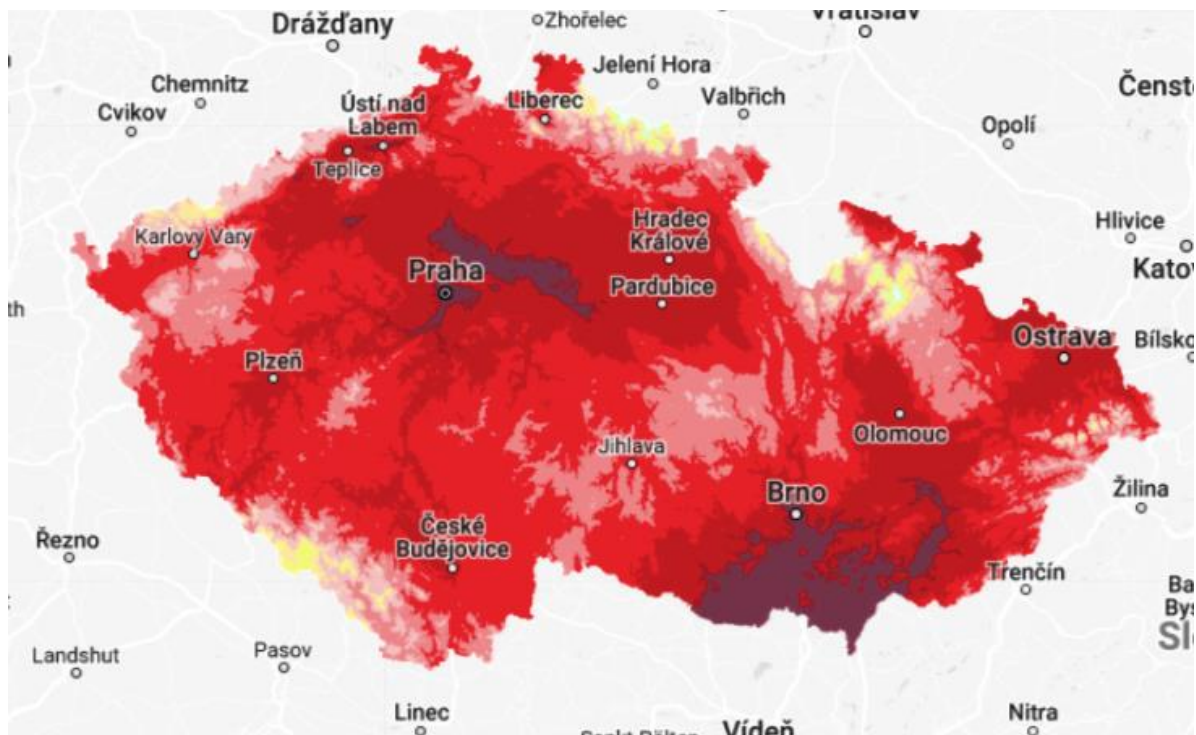
Obrázek 12 Průměrná roční teplota vzduchu v roce 2050 při RCP 4,5 (Klimatická Změna v České republice 2024)



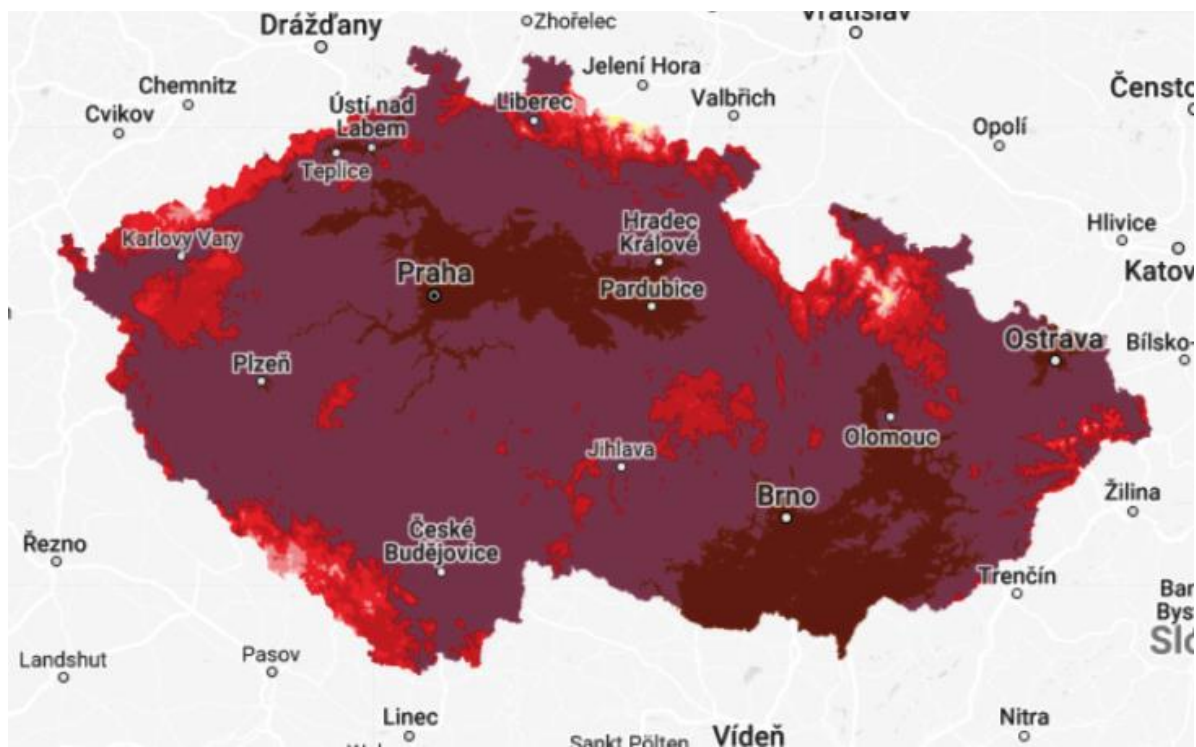
Obrázek 13 Průměrná roční teplota vzduchu v roce 2090 při RCP 4,5 (Klimatická Změna v České republice 2024)



Obrázek 14 Průměrná roční teplota vzduchu v roce 2030 při RCP 8,5 (Klimatická Změna v České republice 2024)



Obrázek 15 Průměrná roční teplota vzduchu v roce 2050 při RCP 8,5 (Klimatická Změna v České republice 2024)



Obrázek 16 Průměrná roční teplota vzduchu v roce 2090 při RCP 8,5 (Klimatická Změna v České republice 2024)

Vzhledem k těmto zjištěním se vinaři pravděpodobně budou muset vypořádat s novými výzvami, které přináší změna klimatu, včetně nutnosti adaptace vinařských praxí, změny odrůd révy vhodných pro teplejší klimatické podmínky a zvýšené potřeby efektivního zavlažování a správy vodních zdrojů (Cardell et al. 2019).



## 4.2 Bioklimatické indexy vhodnosti pěstování

Abychom mohli posoudit vhodnost určité lokality na pěstování, je třeba porovnat několik bioklimatických faktorů. Porovnává se například GST, který měří průměrnou teplotu během doby zrání hroznů (Cardell et al. 2019). Dalším indexem je hodnota evapotranspirace rostlin, která měří výpar z jejich povrchu. Dalšími hodnotami jsou indexy Winklera a Huglina.

GST (Growing Season Temperature) je bioklimatický index, který se používá k posouzení průměrné teploty během vegetačního období rostlin (Growing Season Dates and Length, n.d.). Tento index je zvláště užitečný v zemědělství a vitikultuře k hodnocení vhodnosti klimatických podmínek pro růst a vývoj konkrétních druhů rostlin nebo odrůd révy. Obvykle se vypočítává jako průměrná denní teplota v °C za celé vegetační období, což je období roku, kdy jsou teplotní podmínky příznivé pro aktivní růst rostlin. V kontextu vinohradnictví se jako vegetační období často považuje čas od začátku jara do konce podzimu (například duben až říjen na severní polokouli), ale specifické období se může lišit v závislosti na místním klimatu a odrůdě révy (Cardell et al. 2019).

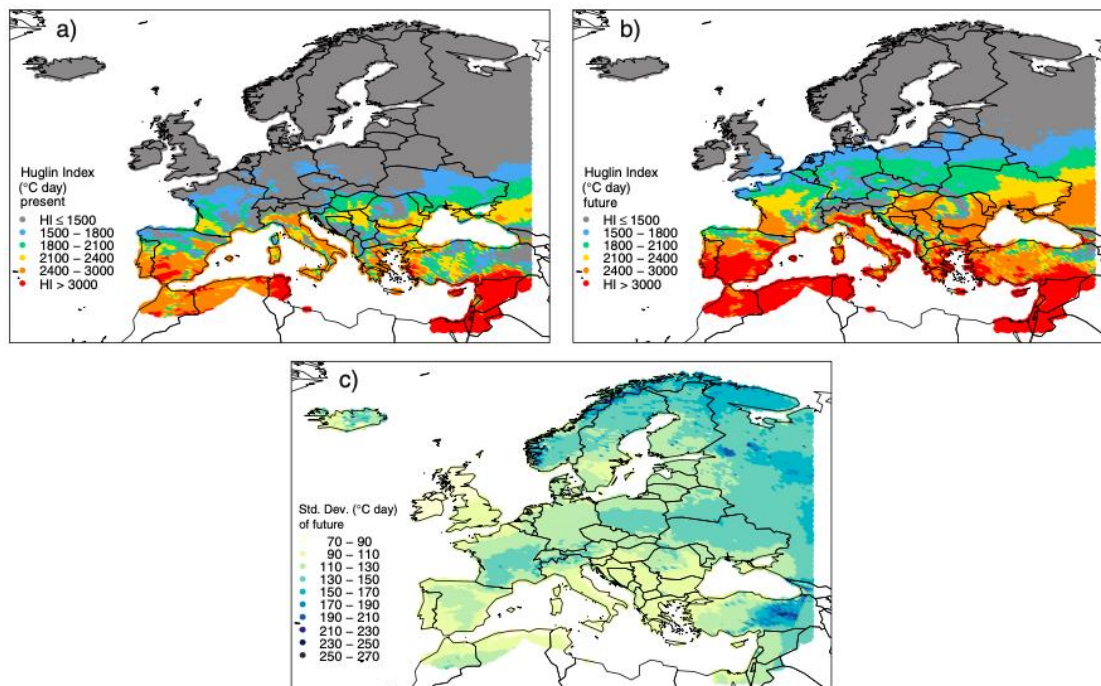
Index Winklera, pojmenovaný po americkém vědci A. J. Winklerovi, je termální index používaný v oblasti vinařství k hodnocení klimatických podmínek pro pěstování révy vinné. Tento index slouží k určení teplotních poměrů během vegetačního období révy vinné a pomáhá vinařům a vědcům určit vhodnost dané oblasti pro pěstování určitých odrůd révy vinné (Why the Winkler Index Matters to the Wine World - The Wine Data Researcher, n.d.). Obvykle se počítá na základě součtu tzv. stupňů dní (degree-days), které jsou určeny jako rozdíl mezi průměrnou denní teplotou a referenční teplotou (nejčastěji 10 °C) během období vegetace révy vinné. Tento index pomáhá odhadnout potenciální zralost hroznů révy vinné a určit ideální odrůdy révy vinné pro danou oblast na základě klimatických podmínek.

Index Huglina je termín v oblasti vinařství, který se používá k vyhodnocování klimatických podmínek pro pěstování révy vinné. Tento index, pojmenovaný po rakouském vědci Dr. L. Huglinovi, je termálním indexem, který vyjadřuje možnosti růstu a zralosti révy vinné v daném regionu na základě teplotních podmínek. Je založen na průměrných teplotách během vegetačního období révy vinné, obvykle od dubna do září. Pomáhá vinařům a vědcům určit vhodnost dané oblasti pro pěstování různých odrůd révy vinné a předpovídat potenciální kvalitu a charakteristiky vína, které se v daném regionu produkuje. Vinaři mohou používat index Huglina k rozhodování o výběru odrůd révy vinné a optimalizaci vinařských praktik v souladu s klimatickými podmínkami dané oblasti (Wetter Und Klima - Deutscher Wetterdienst - Explanations - Huglin Index, n.d.).

### 4.2.1 Zařazení České republiky podle HI a WI

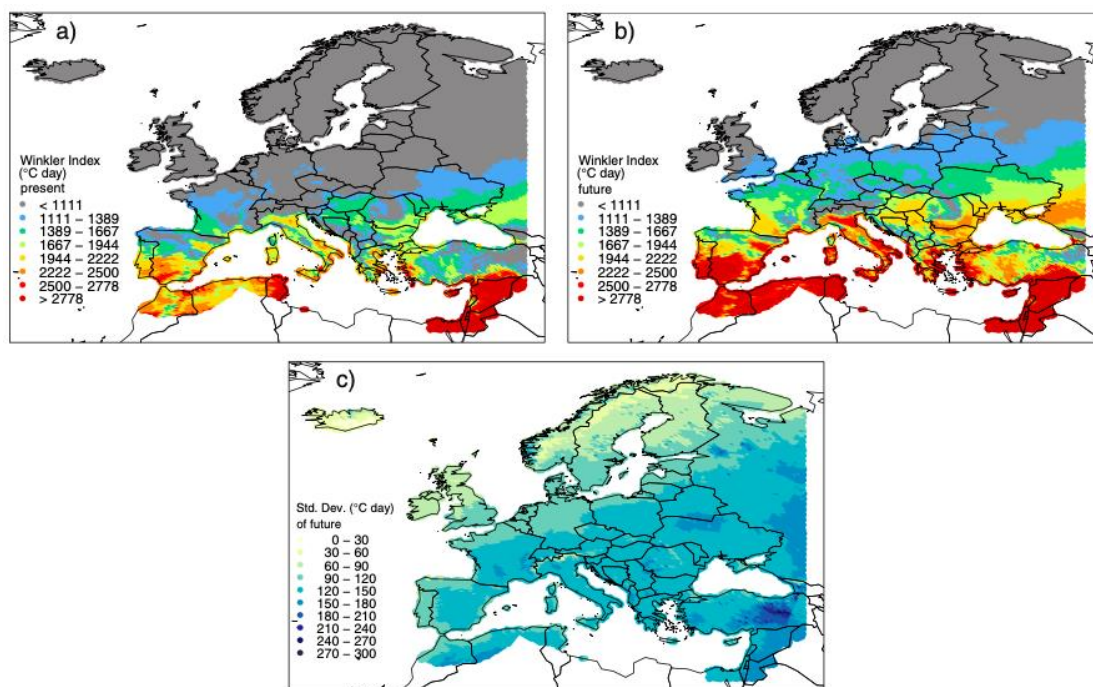
Na základě Huglinova a Winklerova indexu lze Českou republiku zařadit do několika oblastí. Aktuálně se dle HI Česká republika nachází v oblasti chladné, která umožňuje pěstování několika červených odrůd a velkého množství odrůd bílých (Malheiro et al. 2010). Příkladem může být Chardonnay, Merlot, Pinot Noir nebo Cabernet Franc. Budoucí předpoklad je, že při současném globálním oteplování o průměrně 2,7 až 4,3 °C se Česká republika dostane do kategorie mírných a teplých oblastí – teplé oblasti se budou vyskytovat hlavně na Jižní Moravě a ve středních Čechách. To může znamenat, že by u nás mohly dozrávat i odrůdy jako

Cabernet Sauvignon, Syrah, Grenache, Carginan nebo Tempranillo (Cardell et al. 2019). Ty se vyznačují vyšší teplotou zrání než aktuálně pěstované odrůdy, kterým pro rašení stačí již teploty kolem 10 °C.



Obrázek 17 Rozdělení Evropy podle Huglinova indexu a) aktuální situace založená na základě dat z let 1981–2005 b) predikce vývoje teplot během let 2046–2070 při RCP8.5 c) možná odchylka ve °C/den (Cardell et al., 2019)

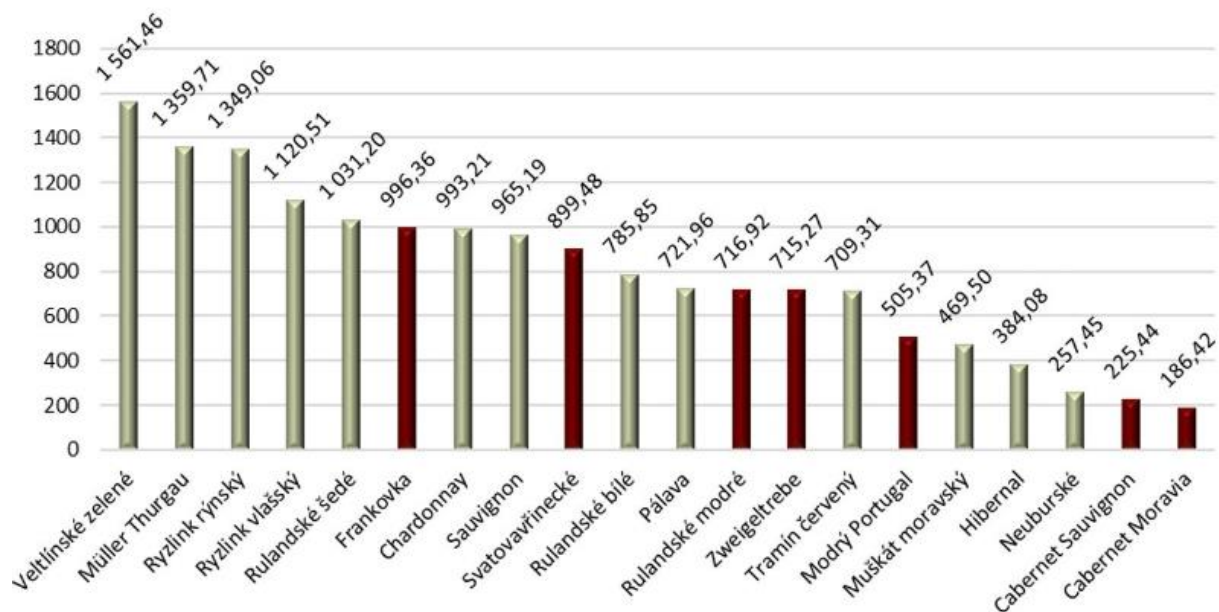
Podle WI aktuálně spadáme do oblasti Region I. Ta se vyznačuje sklizní hroznů o vysoké kvalitě jednou ročně a převažují bílé odrůdy (Cardell et al. 2019) jako Hibernál, Chardonnay, Sauvignon, Veltlínské zelené, Muškát moravský, Müller Thurgau nebo Tramín červený. Při předpokládaném oteplení zvýšeném výše by se Česká republika ale měla dostat do Regionu II, což by znamenalo možnost pěstovat révu aktuálně pěstovanou v oblastech Alsaska nebo Bordeaux. Mezi takové odrůdy spadá např. Cabernet Sauvignon, Merlot, Pinot Blanc, Ryzlinky, Gewürztraminer, Muscat nebo Cabernet Franc (Cardell et al. 2019).



Obrázek 18 Rozdělení Evropy podle Huginova indexu a) aktuální situace založená na základě dat z let 1981–2005 b) predikce vývoje teplot během let 2046–2070 při RCP8.5 c) možná odchylka ve °C/den (Cardell et al., 2019)

### 4.3 Odrůdové změny a jejich popis

Česká republika patří mezi země s velmi bohatým odrůdovým sortimentem. Réva vinná se u nás pěstuje na 18 tisících hektarech, přičemž drtivou většinu tvoří moštové odrůdy (tj. takové, ze kterých se následně vyrábí víno) a necelé 1 % odrůdy stolní a podnožové. Z celkové plochy vinic je 71 % osázeno bílými odrůdami. Mezi nejvýznamnější zástupce patří Pálava, Muškát moravský nebo Müller Thurgau, z modrých odrůd André, Cabernet Moravia nebo Svatovavřínecké (ODRŮDY RÉVY VINNÉ v České Republice, n.d.).



Obrázek 19 Nejpěstovanější odrůdy révy vinné v ČR (v ha) k 31.12.2012 (Salonvin.cz)

Jakostní vína se u nás vyrábí z 35 bílých moštových (určených pro výrobu bílých vín, mnohdy ale i s červenou barvou bobulí) a 26 modrých moštových odrůd zapsaných ve Státní odrůdové knize a z odrůd zapsaných v některé ze členských zemí EU. Zemská vína se mohou vyrábět i z odrůd Bílý Portugal, Modrý Janek, Ranuše muškátová, Šedý Portugal, Tramín žlutý a Veltlínské červenobílé (ODRŮDY RÉVY VINNÉ v České republice, n.d.). Mezi nejčastěji pěstované bílé odrůdy spadají Müller Thurgau, Ryzlink vlašský, Sauvignon, Rulandské bílé, Pálava, Híbernal nebo Sylvánské zelené. Mezi modré moštové odrůdy pak Svatovavřínecké, Rulandské modré, Cabernet Sauvignon, Cabernet Moravia nebo Merlot. Vlivem oteplování a změny klimatu se v České republice u některých odrůd pravděpodobně změní plocha, na které jsou v současné době pěstovány. Teplotní předpoklady totiž budou příznivější pro produkci červených vín, které v České republice mají menší zastoupení.

Většina odrůd, které se v České republice aktuálně pěstují, není na hranici své teplotní snášenlivosti, a proto nebude nutné vinohrady pěstující určitou odrůdu klučit. Odrůdová skladba se může díky narůstajícím teplotám měnit a může být zařazena výsadba odrůd jako Syrah, která pochází z Francie z oblasti Róny. Jde o rostlinu mající tmavé bobule a vína jsou středně tělnatá až po velmi plná, s bohatými tříslovinami.

Další novou červenou odrůdou může být Grenache, která pochází ze Španělska a vyznačuje se jemnou tříslovinou, nízkou kyselostí a chutí po zralých jahodách a malinách, s kořeněnými a bylinnými podtóny (Egaña-Juricic et al. 2023). Dalšími odrůdami ze Španělska jsou Carignan s vysokou kyselostí a tříslovinami chutnající po koření a červeném ovoci (Egaña-Juricic et al. 2023) nebo odrůda Tempranillo, která má střední tělo a charakterizuje ji chuť zralých švestek, tabáku, vanilky a kůže.

Odrůdy jako Merlot, Pinot Blanc nebo Cabernet Sauvignon jsou v České republice pěstovány už nyní. Všechny charakterizují ovocné tóny a jsou oblíbené celosvětově. Mezi další odrůdy u nás se již vyskytující spadá Müller Thurgau, Ryzlink vlašský, Ryzlink rýnský nebo Muškát moravský. Všechny charakterizují vyšší kyselost a silná aromaticita.

#### **4.4 Vliv změny podnebí na obsah kyselin**

Podle očekávání se očekává výrazné oteplení nad Evropou. V jižní Evropě se očekává, že předpokládané oteplení bude mít nepříznivé dopady na vývoj a kvalitu vinné révy, což si vyžádá další opatření k řešení tepelného stresu. Nad střední Evropou se očekává změna pěstitelských podmínek v teplejší vegetační období, což může vést ke změnám v typizaci vína. Naopak v severní Evropě se může teplejší klima ukázat jako vhodnější pro růst vinné révy, což povede k posunu současných optimálních podmínek růstu vinné révy směrem na sever (Fraga et al. 2015). S rostoucími teplotami se zvyšuje rychlost zrání hroznů, což může vést k vyšší cukernatosti a nižšímu obsahu kyselin v hroznech. Ačkoli byly v hroznech a vínech identifikovány stovky chemických sloučenin, pouze několik z nich skutečně přispívá ke smyslovému vnímání chuti vína (Polášková et al. 2008). Kyseliny jsou klíčové pro osvěžující charakter vína a jeho schopnost stárnout. V oblastech jižní Moravy (podoblasti mikulovská, slovácká, znojenská, velkopavlovická) a v podoblasti mělnické, kde tradičně dominují vysoké úrovně kyselin, může tato změna vést k produkci vín s nižším obsahem kyselin, což výrazně změní jejich typický profil. Také změna srážkového režimu, zejména větší

výskyt suchých období, může ovlivnit dostupnost vody pro révu a tím i koncentraci cukrů a kyselin v hroznech. Nedostatek vody může vést k vyšší koncentraci solí v půdě, což ovlivňuje schopnost révy absorbovat vodu a živiny.

Kyseliny ve víně hrají zásadní roli v procesu stárnutí vín a mají významný vliv na jeho chuť, stabilitu a celkovou kvalitu (Understanding Acidity in Wine | Wine Folly, n.d.). Podílejí se také na jeho vývoji a zlepšování chuťových kvalit během stárnutí. Následující kapitoly vysvětlují, jak kyseliny ovlivňují stárnutí vína.

#### **4.4.1 Konzervace**

Kyseliny, jako jsou kyselina vinná a kyselina jablečná, přirozeně působí jako konzervanty tím, že snižují pH vín a vytvářejí prostředí nepříznivé pro růst bakterií a kvasinek. Nízké pH zvyšuje stabilitu vína a prodlužuje jeho životnost.

#### **4.4.2 Chuťový profil**

S postupujícím stárnutím vína se kyseliny postupně rozkládají a transformují, což mění chuťový profil vína. Kyseliny přispívají k celkové svěžesti a živosti vína. Jak víno zraje, může dojít k úbytku kyselosti, což vínu dodává hladší a kulatější profil (Furtado et al. 2021).

#### **4.4.3 Chemické reakce**

Během stárnutí probíhají v láhvi různé chemické reakce, přičemž některé zahrnují i kyseliny. Například kyselina vinná může reagovat s ethanolom a vytvořit estery, které přispívají k složitějšímu aroma a chuťovému profilu vín. Také může docházet k malolaktické fermentaci, kdy se kyselina jablečná přeměňuje na kyselinu mléčnou, což vede k jemnější a méně kyselé chuti.

#### **4.4.4 Barva a vzhled**

Kyselost může ovlivnit i barvu vína. V červených vínech vyšší kyseliny pomáhají udržet živou rubínovou barvu tím, že zpomalují oxidační procesy, které mohou vést k nechtěnému hnědnutí. V bílých vínech může nižší kyselost přispívat ke zlatavějšímu odstínu během zrání.

#### **4.4.5 Struktura a stárnutí**

Kyseliny jsou zásadní pro strukturu vína. Vína s vyšším obsahem kyselin obvykle mají lepší potenciál pro dlouhodobé stárnutí, protože kyseliny pomáhají udržet víno svěží a živé i po mnoha letech. Vinaři často pečlivě řídí úroveň kyselin při vinifikaci, aby zajistili, že víno bude mít vhodnou strukturu pro zamýšlenou délku stárnutí (Furtado et al. 2021; Tardaguila et al. 2008).

#### 4.4.6 Senzorické vlastnosti

Kyselost ovlivňuje také celkový sensorický vjem vína, včetně jeho rovnováhy a harmonie. Vysoká kyselost může u některých vín vyžadovat delší stárnutí, aby se "změkčila" a víno se stalo příjemnější k pití.

## 5 Zmírňování důsledků změny podnebí a mitigační opatření

U mnoha environmentálních zón byly zjištěny jasné známky zhoršování agroklimatických podmínek ve smyslu zvýšeného stresu ze sucha a zkracování aktivního vegetačního období, které se v některých regionech stále více stěsnává mezi chladnou zimou a horké léto (Trnka et al. 2011). Vzhledem ke své zeměpisné šířce je podnebí na evropském kontinentu mnohem mírnější než na jiných kontinentech (Kunitake 2009).

Komplexní environmentální výzvy zasahují horizontálně napříč odvětvími a vertikálně napříč úrovněmi veřejné správy. Aby je vlády mohly řešit koordinovaně a integrovaně, uchylují se od 90. let 20. století k integrovaným, víceodvětvovým strategiím (Casado-Asensio & Steurer 2014). Přestože se Česká republika na základě výsledků studií od Cardell et al. (2019), Veselá et al. (2022), Fraga et al. (2012) a průzkumů výhledově nachází v oblasti, které pro pěstování vína budou relativně optimální, je třeba začít dopady klimatické změny zmírňovat. Většina studií pracuje s předpoklady jen do roku 2100, a protože je třeba myslet i na období po roce 2100, je nutno začít činit taková opatření, která jsou dlouhodobě udržitelná a změnu podnebí z dlouhodobého hlediska zmírní. O problémech spojených se změnou klimatu je třeba přemyslet globálně, nikoliv lokálně. Česká republika je díky své poloze v chladnějším podnebném pásu, dopady na země jako je Španělsko nebo jižní státy Evropy mohou být ale radikální.

Ačkoliv zmírňování odkazuje na opatření, která vyžadují lidský zásah, obvykle během dlouhých časových období, k redukci zdrojů nebo zvýšení schopnosti pohlcovat skleníkové plyny (IPCC 2001), adaptace může být jak lidská, tak přirozená reakce na skutečné nebo očekávané dopady klimatických změn (IPCC 2001). Přestože jsou významné vzájemné vztahy mezi adaptačními a mitigačními opatřeními, mitigační opatření jsou hlavně určována mezinárodními dohodami a národními veřejnými politikami, zatímco adaptační opatření zahrnují místní subjekty a soukromé akce (Fraga et al. 2012).

IPCC 2001 odkazuje na Třetí hodnotící zprávu Mezivládního panelu pro změnu klimatu (Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC), která byla publikována v roce 2001 (Fraga et al. 2012). IPCC je mezinárodní organizace založená v roce 1988 pod záštitou Světové meteorologické organizace (WMO) a Programu OSN pro životní prostředí (UNEP) (About the United Nations Environment Programme | UNEP – UN Environment Programme, n.d.). Jeho úkolem je poskytovat vědecky podložené informace o změně klimatu, jejích potenciálních environmentálních a socio-ekonomických dopadech a možnostech adaptace a zmírnění (IPCC – Integrovaná Prevence a Omezování Znečištění | MPO, n.d.).

Mezivládní panel pro změnu klimatu (IPCC) ve své čtvrté hodnotící zprávě (AR4, 2007) dospěl k závěru, že nejlepší možností, jak se vypořádat se změnou klimatu, bude kombinace zmírňování a přizpůsobování se (Yohe et al. 2009).

Zmírňující opatření jsou klíčová, protože dlouhodobá stabilizace koncentrací CO<sub>2</sub> může snížit poškození výnosu a kvality. Fischer & Knutti (2015) zjistili, že strategie vedoucí k nižším koncentracím skleníkových plynů, mohou snížit zemědělské nároky na vodu o přibližně 40 % ve srovnání s nezmírněným klimatem. Co se týče zemědělských zmírňujících opatření, systémy obdělávání půdy mají klíčový význam, neboť mohou mírně kompenzovat emise skleníkových plynů. Systémy bez orby a minimální orba jsou považovány za nejlepší pro tento účel, jelikož nedochází k narušení povrchu půdy, což podporuje zadržování/sekvestraci uhlíku. V oblastech s velmi strmým svahem (např. údolí Douro) mohou systémy bez orby také významně přispět k snížení eroze půdy (Fraga et al. 2012).

Udržitelné zadržování vody na vinicích je další klíčovou strategií, jak reagovat na klimatické změny a zajišťovat dostatečnou hydrataci pro révu, zejména pak v oblastech, kde se projevuje sucho a extrémní teplotní výkyvy. Zachytávání dešťové vody lze vyřešit několika způsoby, některé z nich jsou relativně beznákladové a jiné vyžadují každoroční zásah člověka a pravidelnou kontrolu a údržbu. Tyto techniky lze kombinovat a přizpůsobit specifickým podmínkám dané vinice, aby bylo dosaženo co nejefektivnějšího využití dostupných vodních zdrojů a zároveň byl minimalizován dopad na okolní ekosystémy.

Mezi jedno z možných řešení spadá instalace systémů pro sběr dešťové vody z budov a střech v okolí vinic, které mohou ukládat vodu pro pozdější použití. Tenhle způsob bohužel nelze využít všude, protože většina vinic, zvláště na Moravě, se nachází mimo zástavbu. Také instalace nádob může být nákladná v závislosti na velikosti a objemu nádoby, použitých materiálů a způsobu instalace. Nádrže se rozdělují na malé nádrže (do 300 litrů) vhodné pro menší zahrady nebo jednotlivé záhony. Ceny se obvykle pohybují od 1 000 do 3 000 Kč. Střední nádrže (300 až 1000 litrů) jsou vhodné pro větší zahrady nebo pro domácnosti, které chtějí zachytit a využít více dešťové vody. Ceny se mohou pohybovat od 3 000 do 10 000 Kč (Nadzemní Nádrže a Sudy Na Dešťovou Vodu, n.d.).

Velké nádrže (nad 1000 litrů) jsou ideální pro velké zahrady, komerční objekty, nebo zemědělské aplikace. Ceny těchto nádrží mohou být od 10 000 Kč a výše, závisle na kapacitě a specifických vlastnostech (Nádrže Na Dešťovou Vodu | Nádrže.Cz, n.d.; Nadzemní Nádrže a Sudy Na Dešťovou Vodu, n.d.).

Nádrže mohou být vyrobeny z plastu, který je obvykle levnější, nebo z kovu, který může být dražší, ale často odolnější. Některé nádrže nabízejí dodatečné funkce jako je UV ochrana, což může zvýšit jejich cenu. Nelze opomenout náklady na instalaci a ukotvení nádrží, rozvodný systém závlahy a náklady spojené s údržbou, které se liší podle rozsahu instalace. Nejčastěji se voda rozvádí pomocí kapkového zavlažovacího systému, který minimalizuje plýtvání vodou tím, že přesně dodává vodu přímo ke kořenům rostlin. Tento systém je také efektivní v oblastech s omezenými vodními zdroji. Zdrojem vody nemusí být pouze zachycená dešťová voda, ale přívod lze zajistit i z jiných vodních nádrží jako rybníky, jezera, zádržná koryta a další vodní útvary. Zavlažování lze pravidelně monitorovat a přizpůsobovat na základě potřeb. Za použití senzorů vlhkosti půdy a automatizovaných zavlažovacích systémů, které mohou optimalizovat zavlažování podle aktuální potřeby vody rostlin, zajistíme optimální využití vody a zároveň nám údaje slouží jako jisté zrcadlo rychlosti výparu a spotřeby vody.

Dalším efektivním způsobem zadržení vláhy v zemině je mulčování, kdy se organický nebo anorganický mulč použije k pokrytí půdy mezi vinicemi. Mulč pomáhá udržovat vlhkost v půdě, snižuje evaporaci a potlačuje růst plevelů. Zároveň vylepšuje strukturu půdy svým

postupným rozkladem. Tu lze zlepšit i pomocí organických hnojiv a kompostu. Přidání biocharu a dalších materiálů může zvýšit porozitu a vodní kapacitu půdy.

Mezi další způsoby zachycení vody spadají i terénní úpravy (KATALOG PŘÍRODĚ BLÍZKÝCH OPATŘENÍ PRO ZADRŽENÍ VODY V KRAJINĚ, n.d.). Vytvoření terasovitých struktur nebo úpravou svahů ke zvýšení retence vody a snížení eroze, je zvláště užitečné ve vinicích na svazích. Nejen erozi půdy také lze zabránit vysazováním meziplodin, které mohou pomoci zlepšit strukturu půdy a zvýšit její schopnost zadržovat vodu. Rostliny jako jetel nebo hořčice mohou být vysazovány mezi řádky vinic.

Zachytávání a udržování vody v půdě je jedním z nejdůležitějších faktorů, se kterými se budou zemědělci muset vypořádat. Brzké nástupy vysokých jarních teplot mají za následek nedostatek vláhy v pozdějších období roku a je proto kritické, aby byl na vinicích v suchých obdobích zajištěn dostatek vláhy.



## 6 Závěr

Výsledkem této bakalářské práce bylo provést literární rešerši na téma Pěstování vinné révy ve vztahu k vývoji klimatu na území ČR. Z dostupných dat bylo zjištěno, že při současném oteplování planety se klima v České republice změní. Dopady na pěstování vinné révy z pohledu odrudové skladby však nebudou do roku 2100 zcela zásadní. Stále zde bude možné pěstovat aktuálně zastoupené odrůdy, ke kterým přibudou další s nižšími nároky na kyseliny. Co je ale zásadní, je intenzita sucha spojená s oteplováním. Z toho lze vyvodit závěr, že zemědělci se nutně musí zaměřit na vodní management a začít přizpůsobovat svoje pozemky k zachytávání vody.

Extrémní klimatické jevy mohou způsobovat ekonomické ztráty na soukromém i veřejném majetku, dočasné narušení ekonomických a sociálních aktivit a dále další dopady i mimo zasažené oblasti. Extrémní jevy budou mít mnohem větší dopad na sektory, které mají přímou vazbu na klima, kam spadá i zemědělství (8. Kapitola\_očekavane Dopady Zmen Klimatu, n.d.).

## 7 Literatura

8. kapitola\_ocekavane\_dopady\_zmen\_klimatu. Retrieved April 16, 2024, from <https://www.klimatickazmena.cz/cs/metodika/uvod-do-metodiky/>
- About the United Nations Environment Programme | UNEP - UN Environment Programme. (n.d.). Retrieved April 23, 2024, from <https://www.unep.org/who-we-are/about-us>
- Agroporadenstvo. (n.d.). Retrieved April 24, 2024, from <https://www.agroporadenstvo.sk/rastlinna-vyroba-vinic-a-vino?article=2054>
- Cardell, M. F., Amengual, A., & Romero, R. (2019). Future effects of climate change on the suitability of wine grape production across Europe. *Regional Environmental Change*, 19(8). <https://doi.org/10.1007/s10113-019-01502-x>
- Casado-Asensio, J., & Steurer, R. (2014). Integrated strategies on sustainable development, climate change mitigation and adaptation in Western Europe: communication rather than coordination. *Journal of Public Policy*, 34(3), 437–473. <https://doi.org/10.1017/S0143814X13000287>
- Cornes, R. C., van der Schrier, G., van den Besselaar, E. J. M., & Jones, P. D. (2018). An Ensemble Version of the E-OBS Temperature and Precipitation Data Sets. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 123(17), 9391–9409. <https://doi.org/10.1029/2017JD028200>
- Cz, W. F. (n.d.). NÁVOD PRO ČINNOST FENOLOGICKÝCH POZOROVATELŮ PRO PROJEKT RÉVA VINNÁ.
- Egaña-Juricic, M. E., Gutiérrez-Gamboa, G., & Moreno-Simunovic, Y. (2023). Vinification and Aging of Carignan Wines in Pañul's Clay Vessels: Study of Wine Volatile Compounds. *Revista Iberoamericana de Viticultura Agroindustria y Ruralidad*, 10(30). <https://doi.org/10.35588/rivar.v10i30.5751>
- Eitzinger, J., Trnka, M., Semerádová, D., Thaler, S., Svobodová, E., Hlavinka, P., Šiška, B., Takáč, J., Takáč, T., Malatinská, L., Nováková, M., Dubrovský, M., & Žalud, Z. (2000). CLIMATE CHANGE AND AGRICULTURE RESEARCH PAPER Regional climate change impacts on agricultural crop production in Central and Eastern Europe-hotspots, regional differences and common trends. <https://doi.org/10.1017/S0021859612000767>
- E-OBS gridded dataset. (n.d.). Retrieved April 23, 2024, from <https://www.ecad.eu/download/ensembles/download.php>
- E-OBS: High-resolution gridded mean/max/min temperature, precipitation and sea level pressure for Europe & Northern Africa | Climate Data Guide. (n.d.). Retrieved April 23, 2024, from <https://climatedataguide.ucar.edu/climate-data/e-obs-high-resolution-gridded-meanmaxmin-temperature-precipitation-and-sea-level>
- ERA | 6. rámcový program EU | Národní portál pro evropský výzkum. (n.d.). Retrieved April 23, 2024, from <https://www.evropskyvyzkum.cz/cs/nastroje-spoluprace/ramcove-programy/fp6>
- EURO-CORDEX. (n.d.). Retrieved April 23, 2024, from <https://www.euro-cordex.net/>
- File:Vitis vinifera Sturm07024.jpg - Wikimedia Commons. (n.d.). Retrieved April 24, 2024, from [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Vitis\\_vinifera\\_Sturm07024.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Vitis_vinifera_Sturm07024.jpg)
- Fischer, E. M., & Knutti, R. (2015). Anthropogenic contribution to global occurrence of heavy-precipitation and high-temperature extremes. *Nature Climate Change*, 5(6), 560–564. <https://doi.org/10.1038/NCLIMATE2617>
- Flaig, H. (2021). Effects of climate change on agriculture in Baden-Württemberg. *WasserWirtschaft*, 111(6). <https://doi.org/10.1007/s35147-021-0849-9>
- Fraga, H., Malheiro, A. C., Moutinho-Pereira, J., & Santos, J. A. (2012). An overview of climate change impacts on European viticulture. *Food and Energy Security*, 1(2). <https://doi.org/10.1002/fes3.14>

- Fraga, H., Malheiro, A. C., Moutinho-Pereira, J., & Santos, J. A. (2015). Grapevines Growing Under Future RCP Scenarios in Europe. *Procedia Environmental Sciences*, 29, 20. <https://doi.org/10.1016/J.PROENV.2015.07.133>
- Furtado, I., Lopes, P., Oliveira, A. S., Amaro, F., Bastos, M. de L., Cabral, M., de Pinho, P. G., & Pinto, J. (2021). The impact of different closures on the flavor composition of wines during bottle aging. In *Foods* (Vol. 10, Issue 9). <https://doi.org/10.3390/foods10092070>
- Growing Season Dates and Length. (n.d.). Retrieved April 23, 2024, from <https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/wcc/home/climateSupport/wetlandsClimateTables/growingSeasonDatesLength>
- Historie a současnost vinařství v ČR | Národní vinařské centrum, o.p.s. (n.d.). Retrieved April 23, 2024, from <https://www.vinarskecentrum.cz/o-vine/historie-a-soucasnost>
- Home European Climate Assessment & Dataset. (n.d.). Retrieved April 23, 2024, from <https://www.ecad.eu/>
- IPPC - integrovaná prevence a omezování znečištění | MPO. (n.d.). Retrieved April 23, 2024, from <https://www.mpo.cz/ippc/>
- Jones, G. V., White, M. A., Cooper, O. R., & Storchmann, K. (2005). Climate change and global wine quality. *Climatic Change*, 73(3), 319–343. <https://doi.org/10.1007/S10584-005-4704-2>
- Klimatická změna v České Republice. (n.d.). Retrieved April 23, 2024, from <https://www.klimatickazmena.cz/cs/?l=37>
- Kunitake, K. (2009). The Climate and Agriculture of Europe. *Japan Rising*, 473–476. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511721144.094>
- Lykopen – Bezpečnost potravin. (n.d.). Retrieved April 24, 2024, from <https://bezpecnostpotravin.cz/termin/lykopen/>
- Malheiro, A. C., Santos, J. A., Fraga, H., & Pinto, J. G. (2010). Climate change scenarios applied to viticultural zoning in Europe. *Climate Research*, 43(3). <https://doi.org/10.3354/cr00918>
- Model pro extrémny a klima | Klimatická změna v České Republice. (n.d.). Retrieved April 23, 2024, from <https://www.klimatickazmena.cz/cs/metodika/model-pro-extremy-a-klima/>
- Model result for average surface temperature change for scenario RCP... | Download Scientific Diagram. (n.d.). Retrieved April 24, 2024, from [https://www.researchgate.net/figure/Model-result-for-average-surface-temperature-change-for-scenario-RCP-26-and-RCP-85\\_fig2\\_310610917](https://www.researchgate.net/figure/Model-result-for-average-surface-temperature-change-for-scenario-RCP-26-and-RCP-85_fig2_310610917)
- Nádrže na dešťovou vodu | Nádrže.cz. (n.d.). Retrieved April 23, 2024, from [https://nadrze.cz/retencni-nadrze/?\\_gl=1\\*14byszi\\*\\_up\\*MQ..&gclid=CjwKCAjwuJ2xBhA3EiwAMVjkVAYOLpYk3JPqjNzk0dR-PiGqdPX-\\_AuaEXTIOTpp7vKyEhi5OyUDNhoCQ24QAvD\\_BwE](https://nadrze.cz/retencni-nadrze/?_gl=1*14byszi*_up*MQ..&gclid=CjwKCAjwuJ2xBhA3EiwAMVjkVAYOLpYk3JPqjNzk0dR-PiGqdPX-_AuaEXTIOTpp7vKyEhi5OyUDNhoCQ24QAvD_BwE)
- Nadzemní nádrže a sudy na dešťovou vodu. (n.d.). Retrieved April 23, 2024, from <https://www.destovenadrze.cz/nadzemni-nadrze/>
- Nečas, J. (2016). Klimatická změna – široké, stále aktuální téma. *Envigogika*, 11(1). <https://doi.org/10.14712/18023061.519>
- ODRŮDY RÉVY VINNÉ v české republice. (n.d.). Retrieved April 23, 2024, from [www.salonvin.cz](http://www.salonvin.cz),
- Polášková, P., Herszage, J., & Ebeler, S. E. (2008). Wine flavor: Chemistry in a glass. *Chemical Society Reviews*, 37(11). <https://doi.org/10.1039/b714455p>
- PŘÍLOHA 1 KATALOG PŘÍRODĚ BLÍZKÝCH OPATŘENÍ PRO ZADRŽENÍ VODY V KRAJINĚ. (n.d.).
- Stanovení cukernatosti moštu - refraktometr.cz. (n.d.). Retrieved April 23, 2024, from <https://www.refraktometr.cz/cukernatost-mostu>

- Statistika odrůd | Národní vinařské centrum, o.p.s. (n.d.). Retrieved April 23, 2024, from <https://www.vinarskecentrum.cz/o-vine/statistika-odrud>
- Tardaguila, J., Diago, M. P., De Martinez Toda, F., Poni, S., & Vilanova, M. (2008). Effects of timing of leaf removal on yield, berry maturity, wine composition and sensory properties of CV. grenache grown under non irrigated conditions. *Journal International Des Sciences de La Vigne et Du Vin*, 42(4). <https://doi.org/10.20870/oenone.2008.42.4.810>
- Trnka, M., Olesen, J. E., Kersebaum, K. C., Skjelvåg, A. O., Eitzinger, J., Seguin, B., Peltonen-Sainio, P., Rötter, R., Iglesias, A., Orlandini, S., Dubrovský, M., Hlavinka, P., Balek, J., Eckersten, H., Cloppet, E., Calanca, P., Gobin, A., Vučetić, V., Nejedlik, P., ... Žalud, Z. (2011). Agroclimatic conditions in Europe under climate change. *Global Change Biology*, 17(7), 2298–2318. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2011.02396.x>
- Understanding Acidity in Wine | Wine Folly. (n.d.). Retrieved April 23, 2024, from <https://winefolly.com/deep-dive/understanding-acidity-in-wine/>
- Úvod do metodiky | Klimatická změna v České Republice. (n.d.-a). Retrieved April 23, 2024, from <https://www.klimatickazmena.cz/cs/metodika/uvod-do-metodiky/>
- Úvod do metodiky | Klimatická změna v České Republice. (n.d.-b). Retrieved April 23, 2024, from <https://www.klimatickazmena.cz/cs/metodika/uvod-do-metodiky/>
- Veselá, K., Severová, L., & Svoboda, R. (2022). The Impact of Temperature and Precipitation Change on the Production of Grapes in the Czech Republic. *Sustainability (Switzerland)*, 14(6). <https://doi.org/10.3390/su14063202>
- Vinařské regiony v ČR | Národní vinařské centrum, o.p.s. (n.d.). Retrieved April 24, 2024, from <https://www.vinarskecentrum.cz/o-vine/vinarske-regiony-v-cr>
- VITIS VINIFERA L. – réva vinná / vinič hroznorodý | BOTANY.cz. (n.d.). Retrieved April 24, 2024, from <https://botany.cz/cs/vitis-vinifera/>
- Wetter und Klima - Deutscher Wetterdienst - Explanations - Huglin index. (n.d.). Retrieved April 23, 2024, from [https://www.dwd.de/EN/ourservices/germanclimateatlas/explanations/elements/\\_functions/faqkarussel/huglin.html](https://www.dwd.de/EN/ourservices/germanclimateatlas/explanations/elements/_functions/faqkarussel/huglin.html)
- What is a GCM? (n.d.). Retrieved April 23, 2024, from [https://www.ipcc-data.org/guidelines/pages/gcm\\_guide.html](https://www.ipcc-data.org/guidelines/pages/gcm_guide.html)
- Why the Winkler Index Matters to the Wine World - The Wine Data Researcher. (n.d.). Retrieved April 23, 2024, from <https://winedataresearcher.com/why-the-winkler-index-matters-to-the-wine-world/>
- Yohe, G. W., Tol, R. S. J., Richels, R. G., & Blanford, G. J. (2009). Climate change. *Global Crises, Global Solutions*, 236–304. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511807633.006>

## 8 Seznam použitých zkratek a symbolů

Zkratka	Název pojmu
°NM	Normalizovaný moštoměr
CDF	Kumulativné distribuční funkce
ECA&D	Evropské klimatické hodnocení a dataset
EU-FP6	Šestý rámcový program Evropské unie
GCM	Globální klimatické modely
GST	Vegetační období
HI	Huglinův index
IPCC 2001	Mezivládní panel pro změnu klimatu
RCM	Regionální klimatický model
RCP	Reprezentační modely koncentrací emisí
RET	Skutečná hodnota evapotranspirace
UNEP	Program OSN pro životní prostředí
W/m <sup>2</sup>	Watty na metr čtvereční
WB	Vodní bilance
WI	Winklerův termální index
WMO	Světová meteorologická organizace