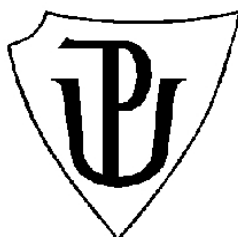


Univerzita Palackého v Olomouci

Přírodovědecká fakulta

Katedra botaniky



**Vliv klimatických a ekogeografických podmínek střední a západní
Evropy na fenotyp rozetových a stonkových listů lociky kompasové**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Bc. Renata Hanáková

Studijní program: Učitelství matematiky pro střední školy – Učitelství biologie pro střední školy

Studijní obor: 7504T089-00/Učitelství matematiky pro střední školy

7504T029-00/Učitelství biologie pro střední školy

Forma studia: prezenční

Vedoucí diplomové práce: doc. Ing. Eva Křístková, Ph.D.

Místo a rok odevzdání práce: Olomouc, 2020

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem pracovala samostatně pod vedením doc. Ing. Evy Křístkové, Ph.D.
a uvádím vždy úplný zdroj použité literatury.

.....

Podpis

Poděkování

Děkuji především vedoucí své práce doc. Ing. Evy Křístkové, Ph.D. za poskytnuté materiály a cenné rady při zpracování práce, ale také za čas, který mi věnovala. Dále bych chtěla poděkovat panu RNDr. Aleši Létalovi, Ph.D. z Katedry geografie Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého za pomoc se získáním dat v programu QGIS a paní RNDr. Marii Budíkové, Dr. z Ústavu matematiky a statistiky Přírodovědecké fakulty Masarykovy univerzity v Brně za pomoc se statistickým zpracováním dat v programu STATISTICA. Tato diplomová práce byla realizována s podporou interního grantu PřF Univerzity Palackého v Olomouci IGA-PrF-2017-001, IGA-PrF-2018-001, IGA-PrF-2019-004. IGA-PrF-2020-003.

Bibliografická identifikace:**Jméno a příjmení autora:** Renata Hanáková**Název práce:** Vliv klimatických a ekogeografických podmínek střední a západní Evropy na fenotyp rozetových a stonkových listů lociky kompasové**Typ práce:** Diplomová práce**Pracoviště:** Katedra botaniky Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci**Vedoucí práce:** doc. Ing. Eva Křístková, Ph.D.**Rok obhajoby práce:** 2020**Abstrakt:**

V této diplomové práci byla zpracována klimatická a ekogeografická data pro 50 sběrových lokalit s výskytem lociky kompasové (*Lactuca serriola* L.) z České republiky, Německa, Nizozemska a Velké Británie. Tato data jsou dána do souvislosti s morfologickými znaky rozetových a stonkových listů rostlin z těchto 50 populací. Výchozí semenný materiál, jakož i výchozí data pro morfologické znaky listů byly pořízeny v rámci mezinárodního projektu GENE-MINE. Morfologická data jsem zpracovala v rámci své bakalářské práce „Fenotypová variabilita rozetových a stonkových listů lociky kompasové z České republiky, Německa, Holandska a Velké Británie“. V diplomové práci byla data zpracována pomocí statistických metod v programu STATISTICA v.12, testem nezávislosti založeném na koeficientu korelace a porovnáním absolutních hodnot korelačních koeficientů.

Ze statistických analýz byly statisticky nejsilnější následující korelace (s korelačním koeficientem $\geq 0,8$): Nedělené rozetové listy pozitivně korelovaly s minimální teplotou nejchladnějšího měsíce a s průměrnou teplotou nejchladnějšího čtvrtletí a naopak negativně korelovaly se zeměpisnou délkou; peřenodílné rozetové listy pozitivně korelovaly spolu se zeměpisnou délkou a naopak negativně korelovaly s minimální teplotou nejchladnějšího měsíce a s průměrnou teplotou nejchladnějšího čtvrtletí; průměrná šířka rozetových listů pozitivně korelovala se zeměpisnou délkou; index délky a šířky rozetových listů pozitivně koreloval s minimální teplotou nejchladnějšího měsíce a negativně koreloval se zeměpisnou délkou. Tupý apex stonkových listů pozitivně koreloval s minimální teplotou nejchladnějšího měsíce a negativně koreloval se zeměpisnou délkou; nedělené stonkové listy pozitivně korelovaly

s minimální teplotou nejchladnějšího měsíce a průměrnou teplotou nejchladnějšího čtvrtletí a naopak negativně korelovaly se zeměpisnou délkou.

Celkově byly charakteristiky rozetových listů nejvíce ovlivněny zeměpisnou délkou, hned poté následovala minimální teplota nejchladnějšího měsíce. Charakteristiky stonkových listů byly nejvíce ovlivněny minimální teplotou nejchladnějšího měsíce, poté průměrnou teplotou nejchladnějšího čtvrtletí a poté následovala zeměpisná délka.

Charakteristiky listů ovlivňuje nejvíce nejen zeměpisná délka, ale také nižší teploty v chladných měsících, přičemž závislosti byly silnější pro rozetové listy. Naopak nejméně ovlivnil rozetové listy průměrný sklon svahu, ale malý vliv měly také srážky v měsíci s největším množstvím srážek a orientace ke světovým stranám. Stonkové listy ovlivnil nejméně průměrný sklon svahu, poté orientace ke světovým stranám a srážky v měsíci s největším množstvím srážek.

Klíčová slova: *Lactuca serriola* L., locika kompasová, fenotyp, morfologie listů, ekologické adaptace

Počet stran: 114

Počet příloh: 0

Jazyk: Čeština

Bibliographical identification:

Author's first name and surname: Renata Hanáková

Title: Impact of climatic and eco-geographical conditions in the Middle and West Europe on the phenotypes of rosette and cauline leaves of prickly lettuce

Type of thesis: Master's thesis

Department: Department of Botany, Faculty of Science, Palacky University in Olomouc

Supervisor: Assoc. Prof. Dipl. Ing. Eva Křístková, Ph.D.

The year of presentation: 2020

Abstract:

Climatic and ecogeographic data for 50 localities with occurrence of prickly lettuce (*Lactuca serriola* L.) from the Czech Republic, Germany, Netherlands and Great Britain were processed in this master's thesis. These data are put into the context with the morphological features of rosette and stem leaves of plants coming from these 50 populations. Original seed material as well as the data for the morphological features of the leaves were obtained within the international project GENE-MINE. The morphological data were processed in the autor's bachelor's thesis "Phenotypic variability of rosette and stem leaves of compass locus from the Czech Republic, Germany, the Netherlands and the United Kingdom." In the master's thesis data were analyzed using statistical methods involved the STATISTICA v.12 program, namely with the independence test based on the correlation coefficient and a comparison of the absolute values of the correlation coefficients.

Based on the statistical analysis, following correlations (with a correlation coefficient ≥ 0.8) were found to be most statistically significant: Undivided (entire) rosette leaves were positively correlated with the minimum temperature of the coldest month and with the average temperature of the coldest quarter and, conversely, they were negatively correlated with longitude; divided pinnatifid rosette leaves correlated positively with longitude and, conversely, negatively correlated with the minimum temperature of the coldest month and with the average temperature of the coldest quarter; the average width of the rosette leaves was positively correlated with longitude; the index of the length and width of rosette leaves positively correlated with the minimum temperature of the coldest month and negatively correlated with longitude. The obtuse apex of stem leaves positively correlated with the minimum temperature of the coldest month and negatively

correlated with longitude; undivided (entire) stem leaves correlated positively with the minimum temperature of the coldest month and the average temperature of the coldest quarter and, conversely, negatively correlated with longitude.

Overall, the characteristics of rosette leaves were the most affected by longitude, as well as by the minimum temperature of the coldest month. The characteristics of the stem leaves were the most affected by the minimum temperature of the coldest month, than by the average temperature of the coldest quarter, and by longitude. The characteristics of the leaves are the most affected not only by the longitude, but also by lower temperatures in the cold months, while the dependencies were stronger for rosette leaves. On the contrary, the rosette leaves were less affected by the average gradient of the slope, but the precipitation in the month with the largest amount of precipitation and orientation to the cardinal points also had a small effect. The stem leaves were less affected by the average gradient of the slope, by the orientation to the cardinal points and by the precipitations in the month with the highest amount of precipitations.

Keywords: *Lactuca serriola* L., prickly lettuce, phenotype, leaf morphology, ecological adaptations

Number of pages: 114

Number of appendices: 0

Language: Czech

Obsah

1. ÚVOD.....	1
2. CÍLE	2
3. LITERÁRNÍ PŘEHLED	3
3.1. <i>Lactuca serriola</i> L. - charakteristika.....	3
3.2. Vliv klimatických a ekogeografických podmínek na rostliny	5
3.3. Vliv klimatických a ekogeografických podmínek na tvar listů cévnatých rostlin	7
3.4. Základní informace o geomorfologii a klimatu v České republice, Německu, Nizozemsku a Velké Británii.....	10
3.4.1. Česká republika	15
3.4.2. Německo	19
3.4.3. Nizozemsko.....	20
3.4.4. Velká Británie	23
3.5. Metody zkoumání vlivu klimatických a ekogeografických podmínek na rostliny	26
3.6. Zdroje klimatických a ekogeografických dat.....	31
3.6.1. Worldclim2	31
3.6.2. Digitální model reliéfu (DSM).....	32
3.6.3. Evropské datové centrum pro půdu (ESDAC).....	33
3.6.4. GeoNetwork opensource	33
3.7. Způsoby statistického zpracování dat	34
3.7.1. CLAMP.....	34
3.7.2. CANOCO	34
3.7.3. STATISTICA.....	35
4. MATERIÁL A METODY	36
4.1. Materiál	36

4.2. Zdroje klimatických a ekogeografických dat.....	39
4.3. Statistické zpracování a vyhodnocení dat	45
4.3.1. Využití programu QGIS	45
4.3.2. Využití programu STATISTICA	46
5. VÝSLEDKY	47
5.1. Morfologické znaky rozetových a stonkových listů u 50 populací lociky kompasové (<i>Lactuca serriola</i> L.) z České republiky, Německa, Nizozemska a Velké Británie.....	47
5.2. Výsledky statistické analýzy dat v programu STATISTICA a testu nezávislosti založeném na koeficientu korelace	50
5.2.1. Rozetové listy.....	50
5.2.2. Stonkové listy.....	63
5.3. Posouzení vlivu geografických a klimatických charakteristik na charakteristiky listů pomocí absolutních hodnot korelačních koeficientů .	76
5.3.1. Rozetové listy.....	76
5.3.2. Stonkové listy.....	79
6. DISKUSE	83
7. ZÁVĚR	92
8. DIDAKTICKÁ ANALÝZA ODBORNÉHO TÉMATU	94
9. LITERATURA	101

1. ÚVOD

Rodem *Lactuca* L. jsem se již podrobněji zabývala při zpracování své bakalářské práce (HANÁKOVÁ, 2016), zaměřené na druh *Lactuca serriola* L.. Tato práce vycházela z aktivit Oddělení fytopatologie Katedry botaniky Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci, které se v letech 2001 – 2004 zapojilo do mezinárodního projektu GENE-MINE (TREUREN et al., 2008). Projekt měl za cíl komplexní zhodnocení vzorků lociky kompasové získaných sběrem nažek z 50 lokalit z České republiky, Německa, Nizozemska a Velké Británie (LEBEDA et al, 2007b). Na každé lokalitě bylo v roce 2001 odebráno z 16 individuálních rostlin 16 vzorků nažek a v následujícím roce byly rostliny vypěstovány společně ve skleníku a byly u nich hodnoceny morfologické znaky.

Ve své bakalářské práci (HANÁKOVÁ, 2016) jsem zpracovala data pro morfologické znaky rozetových a stonkových listů všech téměř 800 vzorků lociky kompasové z těchto 50 lokalit. Z výsledků vyplynulo, že v České republice a v Německu je převaha rostlin s dělenými rozetovými listy se zašpičatělým apexem, zatímco v Nizozemsku a ve Velké Británii převažují rostliny s celistvými rozetovými listy se zašpičatělým apexem. Poměr délky k šířce byl u rozetových listů vesměs stejný a v žádné zemi se nevyskytovalo antokyanové zbarvení listů (HANÁKOVÁ, 2016).

U stonkových listů locik z České republiky a Německa převažovaly dělené listy se špičatým apexem, v Nizozemsku dělené se zašpičatělým apexem a ve Velké Británii listy celistvé s tupým apexem. Poměr délky k šířce se u stonkových listů měnil se zeměpisnou šířkou v souvislosti s klimatickými podmínkami. Od České republiky na západ se index zvětšoval spolu se zužujícími se listy, kdy se zároveň měnil listový okraj od hluboce dělených listů se špičatým apexem až po celistvé listy s tupým apexem, tedy od vlhkého kontinentálního podnebí až po podnebí oceánické (HANÁKOVÁ, 2016).

Přestože byly výsledky bakalářské práce zpracovány do map, bylo vhodné zpracovat konkrétní ekogeografická a klimatická data pro jednotlivé lokality také statisticky, se zaměřením na posouzení vlivu klimatických podmínek na konkrétní morfologické parametry listů. Předložená práce se proto zabývá vlivem klimatických a ekogeografických podmínek na tvar listů lociky kompasové.

2. CÍLE

1. V návaznosti na obhájenou bakalářskou práci zpracování literární rešerše zaměřené na vliv klimatických a ekogeografických podmínek na tvar listů cévnatých rostlin.
2. Detailní zpracování dat pro morfologické znaky rozetových a stonkových listů u 50 populací lociky kompasové (*Lactuca serriola* L.) získaných v roce 2001 sběry v České republice, Německu, Nizozemsku a Velké Británii a hodnocených v roce 2002.
3. Soustředění a zpracování dostupných detailních klimatických a ekogeografických dat pro 50 sběrových lokalit v České republice, Německu, Nizozemsku a Velké Británii.
4. Posouzení vlivu klimatických a ekogeografických podmínek sběrových lokalit na tvar rozetových a stonkových listů u 50 populací lociky kompasové z České republiky, Německa, Nizozemska a Velké Británie prostřednictvím vhodných statistických metod.
5. Shrnutí výsledků a jejich interpretace.
6. Zpracování diplomové práce.

3. LITERÁRNÍ PŘEHLED

3.1. *Lactuca serriola* L. - charakteristika

V bakalářské práci HANÁKOVÁ (2016) již byly podrobněji zpracovány informace o taxonomii, ekogeografii, zástupcích a morfologii rodu *Lactuca* L. a zejména o druhu locika kompasová (*Lactuca serriola* L.).

Rod *Lactuca* L. patří do čeledi *Asteraceae* (hvězdicovité), která je jednou z druhově nejpočetnějších čeledí cévnatých rostlin. Rod *Lactuca* zahrnuje jednoleté, dvouleté byliny a vytrvalé byliny, ale také keře, pro které jsou typické vřetenovité nebo řepovité ztloustlé kořeny (DOLEŽALOVÁ, 2002; LEBEDA et al., 2007a). V současné době je rod *Lactuca* předmětem intenzivních taxonomických studií, které vedou k zásadním revizím (LEBEDA et al., 2019; MAJESKÝ et al., 2019). Z celkového počtu cca 100 planých druhů, má pouze *L. sativa* L. hospodářský význam jako listová zelenina (LEBEDA et al., 2007a), která se pěstuje hojně na polích i zahrádkách (GRULICH, 2004).

Rod *Lactuca* L. zahrnuje rostliny schopné produkovat latex (LEBEDA et al., 2014), který má nejen fyziologický význam pro samotnou rostlinu (HARMATHA, 2004), ale u některých druhů nacházíme význam také pro člověka při léčbě kardiovaskulárních chorob a rakoviny (CHADWICK et al., 2013). Dále například *Lactuca serriola* L. má potenciál pro výrobu přírodního kaučuku (BELL et al., 2015). Také je významnou rostlinou pro šlechtění salátu (lociky selé – *Lactuca sativa* L.) (LEBEDA et al., 2009). U druhu *L. serriola* a některých dalších druhů byl například zjištěn vyšší obsah β -karotenu a luteinu než u vyšlechtěných odrůd salátu (MOU, 2005). Hlavními olejovými sloučeninami u *L. serrioly* jsou isoshyobunon, isocembrol a alloaromadendren oxid-1, což poukazuje na antioxidační a alelopatickou aktivitu (ABD EL-GAWARD et al., 2019).

V České republice se uvádí celkem 8 druhů rodu *Lactuca* L. a to *Lactuca viminea* L. (locika prutnatá), která se nachází v Českém středohoří a jeho okolí a také v okolí Kadaně a Mladé Boleslavi. Na jižní Moravě se vyskytuje především *Lactuca quercina* L. (locika dubová), v severních a východních Čechách a na jižní a jihozápadní Moravě se dříve vyskytovala *Lactuca saligna* L. (locika vrbová), na polích a zahrádkách se vyskytuje *Lactuca sativa* L. (locika setá). Výskyt *Lactuca virosa* L. (lociky jízlivé) souvisel v minulosti s jejím pěstováním jako léčivé rostliny. Dalším druhem v severních a středních Čechách a především v Českém středohoří a okolí Prahy je *Lactuca perennis* L. (locika vytrvalá). Posledním druhem,

zavlečeným na území České republiky, je *Lactuca tatarica* L. (locika tatarská), která se vyskytuje vzácně v termofytiku a nižším mezofytiku (GRULICH, 2004).

Lactuca serriola L. je euroasijský druh, který je nyní rozšířen po celém světě (LEBEDA et al., 2004a). Vyskytuje se jako jednoletka či dvouletka (GRULICH, 2004) s 30 cm až 200 cm dlouhou tuhous přímou lodyhou, větvenou v horní části (GRULICH, 2004; FERÁKOVÁ, 1977). Přízemní listy jsou podlouhle vejčité, peřenolaločnaté až peřenodílné či nedělené (FERÁKOVÁ, 1977). Lodyžní listy jsou kompasovité (GRULICH, 2004), peřenolaločnaté až peřenodílné a někdy také nedělené (FERÁKOVÁ, 1977). Úbory jsou složeny z 10 až 30 (FERÁKOVÁ, 1977) žlutých květů. Listeny jsou kopinaté, zákrov úzce válcovitý a květy jsou uspořádány ve dvou kruzích (GRULICH, 2004).

Nažky jsou obvejčité (DOLEŽALOVÁ et al., 2002) či podlouhle vejčité (FERÁKOVÁ, 1977) a v horní části se zužují v zobánek (DOLEŽALOVÁ et al., 2002) s bílým opadavým chmýrem (FERÁKOVÁ, 1977).

Lactuca serriola se vyskytuje nejčastěji na slunných místech s úrodnou půdou s dostatkem uhličitánů (FERÁKOVÁ, 1997). Vyskytuje se na různých půdách, od písku po čedičové bloky. V kontinentální Evropě roste na sušších půdách, jako je písek, hlína, jíl a kamenné substráty. V Nizozemsku a Velké Británii preferuje písčité a jílovité půdy a štěrk (NOVOTNÁ et al., 2011). Často se vyskytuje na okrajích cest, ruderalizovaných okrajích polí a rumišť (GRULICH, 2004).

Lactuca serriola je terofyt s poměrně širokou ekologickou tolerancí, vyskytuje se od nížin do hor, rostliny bývají prvními kolonizátory na místech s narušeným povrchem půdy, v předměstích a městech. Locika kompasová tato místa obývá obvykle společně s druhy jako například *Chenopodium album* (merlík bílý), *Artemisia vulgaris* (pelyněk černobýl), *Artiplex tatarica* (lebeda tatarská) a *Amaranthus retroflexus* (laskavec ohnutý) (FERÁKOVÁ, 1977).

Lactuca serriola je nejrozšířenějším druhem z rodu *Lactuca*. Vyskytuje se v blízkosti lidských sídel po celém světě. Severní hranice rozšíření je v Evropě 65° severní šířky (procházející Finskem) a 55° severní šířky (procházející Velkou Británií) (FERÁKOVÁ, 1977).

Locika kompasová je morfologicky velmi proměnlivý druh. U druhu *Lactuca serriola* L. rozlišujeme varietu *coriacea*, s hustými trichomy v horní části stonku a květenství, a variety bez trichomů, které se podle tvaru stonkových listů rozlišují na var. *serriola* s dělenými stonkovými listy a var. *integrifolia* s listy celistvými (LEBEDA et al., 2001b).

Forma *serriola* s dělenými listy je mnohem častější formou než f. *integrifolia*. Forma *serriola* je rozšířena po celé Evropě, v Asii, Severní Africe, ale také v Severní Americe a

Argentině. Forma *integrifolia* se hojně vyskytuje na Britských ostrovech a byla často pozorována také ve Francii (LEBEDA et al., 2004b). V Německu f. *serriola* převažuje nad f. *integrifolia*, ve Velké Británii naopak převažuje f. *integrifolia* a v Holandsku se vyskytují obě zmiňované formy (LEBEDA et al., 2007b; PRINC & CARTER, 1977).

3.2. Vliv klimatických a ekogeografických podmínek na rostliny

Rozmanitost rostlin ovlivňují dostupné zdroje a faktory, jako je charakteristika půdy, teplota a světlo. Druhová bohatost rostlin na 13 z 20 sledovaných obhospodařovaných travních porostech v Lahn-Dill-Bergland v Německu, kdy 14 lokalit pocházelo z venkovské oblasti Erda (270–385 m.n.m., průměrná roční teplota 8 °C, průměrné roční srážky 700–800 mm) a 6 ze Steinbrückenu (320–420 m.n.m., průměrná roční teplota 6,6 °C), průměrné roční srážky 1100–1200 mm), byla podle DAUBER et al. (2003) vyšší na svazích orientovaných na jih a na vlhčích půdách ve srovnání se svahy orientovanými na jih a suššími půdami. Celkem bylo zaznamenáno 153 druhů cévnatých rostlin.

V přírodní rezervaci Aerjin Mountain Nature Reserve v Číně, kde se srážky pohybovaly od 71,74 mm do 122,45 mm, teplota se pohybovala od 5,05 °C (při nadmořské výšce 3 800 m.n.m.) do cca 7,88 °C (v nadmořské výšce cca 5 000 m.n.m.), se dle DONG et al. (2019) významně neměnila diverzita druhů rostlin ani biomasa se zeměpisnou šířkou, délkou ani s nadmořskou výškou. Jednalo se o následující typy vegetace: vysokohorská step, vysokohorská mokřadní louka a vysokohorské pouště. Vysokohorské stepi dominovaly rody kavyl, vlčíneček a kostřava (zastoupené druhy *Stipa purpurea*, *Thermopsis lupinoides* a *Festuca ovina*), vysokohorské mokřadní louce druhy *Kobresia robusta*, *Carex moorcroftii* a vysokohorské poušti druh *Salsola abrotanoides*. Diverzita rostlin pozitivně korelovala s dusíkem v půdě, celkovým i organickým uhlíkem a s vlhkostí, funkční diverzita se srážkami a vlhkostí půdy. Biomasa pozitivně korelovala s půdním dusíkem, půdní vlhkostí a organickým uhlíkem a negativně korelovala s objemovou hustotou půdy. Celkově byly účinky půdních a klimatických faktorů mnohem silnější než účinky geografických faktorů (DONG et al., 2019).

Podnebí ovlivňuje také fenologii rostlin. Introdukované populace *L. serriola* v sušších podmínkách kvetly dříve a byly konkurenčně zdatnější než domácí populace *L. serriola* (ALEXANDER et al., 2019).

Významný vliv environmentálních faktorů na distribuci druhů potvrdili také DONG et al. (2019). Podle nich ovlivňuje distribuci druhů rostlin slanost půdy, voda, dostupnost živin a

narušování lidskou činností. Z dominujících druhů rostlin byly zaznamenány například *Oxytropis aciphylla*, *Salsola abrotanoides*, *Carex moorcroftii*, *Leymus secalinus* (Alpská poušť), *Kobresia robusta*, *Carex moorcroftii*, *Poa festucacaus* (Alpské mokré louky), *Leontopodium pusillum*, *Artemisia nanschanica*, *Ceratoides compacta* (Alpská step) a další. Dle GILARDELLI et al. (2015) jsou hlavními faktory skalnatost, kamenitost, sklon a nadmořská výška. Zkoumané vegetaci v okolí lomu dominoval především dub pýřitý (*Quercus pubescens*), s velkým počtem habrovce habrolistého (*Ostrya carpinifolia*) a jasanu zimnáře (*Fraxinus ornus*). Locika kompasová (*Lactuca serriola*) a starček úzkolistý (*Senecio inaequidens*) charakterizovaly nábřeží, hořčík jestřábníkovitý (*Picris hieracioides*) a na umělých útesech se nejvýrazněji podílely mavuň červená (*Centranthus ruber*), strdivka brvitá (*Melica ciliata*) a starček úzkolistý (*Senecio inaequidens*). Podle HALBRITTER et al. (2015) se rostliny lépe přizpůsobují vyšší nadmořské výšce než velké zeměpisné šířce. Navíc rostliny z vyšších nadmořských výšek mají vyšší životnost než rostliny z velké zeměpisné šířky pěstované ve stejné nadmořské výšce (HALBRITTER et al., 2015). Tyto závěry učinili HALBRITTER et al. (2015) zkoumáním populací jitrocele kopinatého (*Plantago lanceolata*) a jitrocele většího (*Plantago major*).

U většiny druhů švýcarských Alp spolu s rostoucí nadmořskou výškou klesala pravděpodobnost výskytu nepůvodních druhů rostlin. V nižších nadmořských výškách pak byla nejen vyšší pravděpodobnost jejich výskytu, ale také byl vyšší počet jedinců v populaci u zkoumaných nepůvodních druhů turanu ročního (*Erigeron annuus*) a zlatobýlu kanadského (*Solidago canadensis*) (SEIPEL et al., 2016).

HALBRITTER et al. (2018) zjistili, že rostliny z vyšších nadmořských výšek dosahovaly nižšího vzrůstu a produkovaly méně biomasy než rostliny rostoucí v nižších nadmořských výškách. Navíc podle ALEXANDER (2010), který zkoumal populace *Lactuca serriola*, měly rostliny z vyšších nadmořských výšek tendenci vykvést v kratším vegetačním období. HALBRITTER et al. (2018) vycházeli ze 70 studií provedených mezi lety 1948 a 2015. Zpracovali průměrné hodnoty populací 74 druhů rostlin z 236 pokusných míst. U studií užívajících reciproční translační experimenty se jednalo například o druhy: starček lepkavý (*Senecio viscosus*), starček obecný (*Senecio vulgaris*), hlaváč fialový (*Scabiosa columbaria*), štirovník růžkatý (*Lotus corniculatus*), tolíce dětelová (*Medicago lupulina*), jetel horský (*Trifolium montanum*), jitrocel kopinatý (*Plantago lanceolata*), jitrocel větší (*Plantago major*) (HALBRITTER et al., 2018).

HAIDER et al. (2018) zkoumali druhové bohatství a odlišnosti cévnatých rostlin v závislosti na nadmořské výšce na 9 regionech (v Norsku, Švýcarsku, na Kanárských ostrovech, v USA (Montana, Oregon), Austrálii a v Jižní Americe (Chile a Argentina), kdy z celkového počtu 2 410 druhů byla regionální bohatost 159 až 604 druhů. Druhová bohatost byla obecně největší u nižších až středních nadmořských výšek. Ruderální a nepůvodní druhy cévnatých rostlin se však vyskytovaly bez rozdílu ve všech výškových gradientech (HAIDER et al., 2018). Šíření nepůvodních druhů podél silnic v horských oblastech zkoumali McDOUGALL et al. (2018). Podíl nepůvodních ruderálních druhů se s rostoucí nadmořskou výškou zvyšoval, zatímco podél silnic zůstával poměrně konstantní. Naopak tomu bylo u ostatních „neruderálních“ druhů. Se vzrůstající nadmořskou výškou také vzrostl podíl nepůvodních druhů rostlin, které upřednostňují chladnější místa (McDOUGALL et al., 2018).

Detailnímu studiu morfologických parametrů nažek lociky kompasové se věnovala NOVOTNÁ et al. (2011). Vzorky z padesáti lokalit čtyř evropských zemí - České republiky, Německa, Nizozemska a Velké Británie (LEBEDA et al., 2007b) byly získány v rámci projektu GENE-MINE, jak je uvedeno v prvním odstavci kapitoly Úvod v této diplomové práci. Délka a šířka zobánku u nažek populací *Lactuca serriola* se zvětšovaly směrem od východu na západ, morfologii nažek významně ovlivnila zeměpisná délka, zeměpisná šířka a struktura půdy na lokalitách, naopak nadmořská výška a velikost populace se na parametrech nažek nijak významně nepodílely (NOVOTNÁ et al., 2011).

3.3. Vliv klimatických a ekogeografických podmínek na tvar listů cévnatých rostlin

Klimatické faktory prokazatelně působí na rostliny (NICOTRA et al., 2010). Krytosemenné rostliny mají mnohem větší rozmanitost listů než jiné suchozemské rostliny. Často k ní docházelo v důsledku měnících se klimatických podmínek (YANG et al., 2015). Novým podmínkám prostředí se mohou rostliny přizpůsobit prostřednictvím fenotypové plasticity přirozeným výběrem nebo mohou migrovat do podmínek, na které jsou přizpůsobené. Změny klimatu by mohly vést také k vyhynutí některých druhů nebo ke změnám typu vegetace. Fenotypová plasticita se v reakci na daný environmentální stimul projeví spíše změnou určité vlastnosti na molekulární úrovni v rámci organismu než změnou celého organismu. Mezi

vlastnosti pro vyšetřování adaptabilní fenotypové plasticity byly zařazeny mimo jiné také: hmotnost listu na jednotku plochy, velikost, tvar a tloušťka listu, pigmentace listů. Tvar listů je důležitý pro koloběh uhlíku, změna pigmentace je spojována se schopností chránit fotosyntetický aparát před nadměrným množstvím světla. (NICOTRA, 2010)

Listy rodu *Lactuca* vykazují značnou proměnlivost od dělených listů s hlubokými zářezy až po listy celistvé (LINDQVIST, 1958). Tvar listu je spolu s velikostí důležitou charakteristikou listu. Malé listy bývají spojovány se méně příznivými podmínkami prostředí, zatímco tvar listů nelze tak dobře předvídat, protože není jen jedna ekologická strategie související s touto charakteristikou (NICOTRA et al., 2011). Teplota a voda mohou mít vliv na tvar listové čepele. Proudění tepla je totiž mnohem rychlejší přes malé listy (NICOTRA et al., 2011) a v dělených listech pravděpodobně větší než v listech nedělených (PARKHUST et al., 1968; VOGEL, 1968; LEWIS, 1972; GIVNISH, 1978; GUREVITCH & SCHUEPP, 1990). Dělení listů je považováno za adaptaci na suché podmínky prostředí a je také spojováno s klimaticky variabilním prostředím (NICOTRA et al., 2011).

Korelace mezi listovou formou a podnebím je konzistentní v celosvětovém měřítku (YANG et al., 2015). Mnoho populací rostlin se může přizpůsobit změněným klimatickým podmínkám uvnitř své klimatické niky (ALEXANDER, 2013). Nepůvodní populace *Lactuca serriola* by mohly mít schopnost přizpůsobit se klimatickým podmínkám v rámci své klimatické obálky, ale adaptace mimo tuto obálku je velmi málo pravděpodobná (ALEXANDER, 2013).

Členitost listů se vztahuje nepřímou úměrou k průměrné roční teplotě (ROYER et al., 2009b). Rostliny pěstované v chladnějších podmínkách mají tendenci k členitějším listům s více zářezy (ROYER, 2012). Studie provedené u rostlin *Acer rubrum* ukázaly, že rostliny rostoucí v Rhode Island mají listy s více zuby než listy na Floridě ze stejného zdroje semen. Kromě toho byly listové zuby u rostlin z Rhode Island mnohem ostřejší. Obecně rostliny, které rostly v chladnějším podnebí, produkovaly listy členitější s více menšími zuby (ROYER et al., 2009b).

Listové zuby se vyskytují převážně v chladnějších klimatických podmínkách, což úzce souvisí se zjištěním, že hluboce dělené listy vykazují vyšší míru transpirace než listy celistvé (ROYER et al., 2009b). Například v Austrálii je tendence k méně zubatým druhům pravděpodobně také díky absenci chladného klimatu (GREENWOOD, 2004). ROYER & WILF (2006) prokázali, že také samotné ozubené okraje listů jsou mnohem aktivnější, pokud jde o fotosyntézu a transpiraci, než neozubené okraje. Kromě toho, okraje listů jsou mnohem

aktivnější u druhů, které pocházejí z chladnějších oblastí. Nejvíce znatelný rozdíl byl na začátku vegetačního období, kdy v chladném prostředí „ozubené druhy“ maximalizují transpiraci a fotosyntézu, aby zvýšily produkci uhlíku (ROYER & WILF, 2006).

ROYER a WILF (2006) dále zkoumali měnící se efektivitu fotosyntézy a transpirace ve vztahu ke změně vegetačního období. Přišli k závěru, že okraje listů jsou aktivnější na začátku vegetačního období oproti zbylé ploše listu. Ke konci vegetačního období je naopak aktivnější vnitřní listová plocha (ROYER & WILF, 2006).

Dalším znakem, kterým se NICOTRA (2011) zabývala, je velikost listů a faktory, které ji ovlivňují. Obecně se velikost listů snižuje s rostoucí nadmořskou výškou, ubývajícími srážkami a obsahem živin v půdě. Menší velikost listů bude tedy výhodnější pro rostliny rostoucí v horkém nebo suchém prostředí (NICOTRA, 2011).

Znaky rostlin jsou určeny kombinací genotypu a schopností reagovat na změny prostředí (ROYER et al., 2009b). Proto dalšími faktory, které ovlivňují reakce rostlin na změny životního prostředí, jsou fenotypová plasticita a genetická variabilita (ALEXANDER, 2016). ROYER a kol. (2009b) zkoumali, jak rostliny reagují na globální změny klimatu. U většiny druhů se ukázalo, že při přizpůsobování se měnícím se podmínkám (jako je změna nadmořské výšky, přijímaného záření, dostupnost vody a působení rušivých podnětů) hraje svou roli jak fenotypová plasticita, tak i genotyp (ROYER et al., 2009b).

ROYER et al. (2009b) zkoumal na modelovém druhu *Acer rubrum* vliv fenotypové plasticity a genotypu na tvar listové čepele. Semena pocházející z chladnějších klimatických podmínek produkovaly listy s více zuby a s hlubšími zářezy. Dále přišli na to, že původ semen má daleko větší vliv na tvar listu než místo, kde rostlina vyrostla. Rovněž původ semen neměl výrazný vliv na plochu zubů ani na poměr plochy zubů/ploše listu. Průměr plochy jednoho zubu a poměr plochy zubu k obvodu listu byl však zpravidla větší u rostlin, které pocházely ze semen z teplejšího prostředí. Rostliny z chladnějších semenných zdrojů produkovaly častěji hluboce dělené listy s více drobnými zuby (ROYER et al., 2009b).

Přítomnost listových zubů spolu s jejich počtem a velikostí nepřímo koreluje s průměrnou roční teplotou. Rostliny pěstované při nižších teplotách, měly tendenci mít listy více členité s více zuby a zároveň s větším obvodem. Obvodový průměr (obvod listu dělený vnitřním obvodem bez listových zubů) byl u těchto listů větší (ROYER, 2012). Vztah chladného prostředí s velmi členitými „zubatými“ listy uvádí také PEPPE et al. (2011). Velikost a tvar listové čepele je v korelaci nejen s teplotou, ale také s vlhkostí. Listy rostoucí ve vlhkém prostředí mají listy obvykle větší s menším počtem malých zubů (PEPPE et al., 2011). Naopak

v sušších klimatických podmínkách rostliny produkují menší listy, aby zabránily větším ztrátám vody odpařováním (GIVNISH, 1984 in PEPPE et al., 2011). Kromě toho listové zuby negativně korelují s hmotností listu na plochu a pozitivně korelují s obsahem dusíku (ROYER et al., 2005). ROYER et al. (2005) zkoumali listové čepele pomocí techniky digitální listové fyziognomie. Potvrdili souvislost chladného klimatu s větší pravděpodobností výskytu listových zubů a většího počtu zubů, ale také zjistili, že plocha zubů v chladnějších podmínkách je větší (ROYER et al., 2005).

LI a kol.(2015) zkoumali reakci listů u dvanácti druhů rostlin na různou dostupnost půdní vody. Skupina se zhoršenou dostupností půdní vody měla nižší specifickou plochu listů, menší plochu listu a nižší obsah vody v listech, zato měla listy silnější. Což prokázalo, že morfologie listů je specifická pro dané podmínky určité lokality. Navíc skupina rostlin na zaplavených stanovištích měla mnohem vyšší rychlost fotosyntézy než skupina v suchých půdách.

Zubatost listů pravděpodobně ovlivňuje také vzdálenost od pobřeží. Spolu s rostoucí vzdáleností přibývalo ozubených druhů *Sloanea australis*, který roste téměř výhradně podél pobřeží. U vnitrozemských druhů však zubatost listů více ovlivnila nadmořská výška. S rostoucí nadmořskou výškou (od pobřeží do hor) klesalo množství ozubených druhů.(ROYER et al., 2009a).

3.4. Základní informace o geomorfologii a klimatu v České republice, Německu, Nizozemsku a Velké Británii

Klima Evropy

Česká republika, Německo, Nizozemsko a Velká Británie jsou spolu s dalšími státy součástí jednoho většího celku, Evropy. Velký význam v rozložení teplot a srážek má západní proudění vzduchu. Často zde proniká oceánský vzduch ovlivněný teplým Severoatlantským proudem. Rozložení horských pásem a masivů také ovlivňuje klima Evropy, kdy převládající roviny západní Evropy umožňují proniknout mořskému vzduchu do vnitrozemí. Naopak Skandinávský poloostrov je chráněn těmito vlivům Skandinávským pohořím a pohoří Alp chrání před vlivem Středozemního moře (NETOPIIL et al., 1988).

Značné tlakové gradienty mezi islandskou tlakovou výší a azorskou tlakovou výší podmiňují silné jihozápadní a západní proudění vzduchu, severní proudění jde od Středozemního moře. Díky tlakové výši nad východní a severní Evropou proniká studený vzduch do střední Evropy (NETOPIL et al., 1988).

Zimy jsou v Evropě proměnlivé, závislé na proudění západního větru. Obecně převládají v zimě kladné průměrné teploty, ve střední Evropě také záporné, ve střední části Skandinávského poloostrova klesají až na $-14\text{ }^{\circ}\text{C}$. V severní Skandinávii se drží sněhová pokrývka nejdéle, až 8 měsíců. Také ve vyšších polohách, jako jsou Alpy a Pyreneje, převládají srážky sněhové. V západní a jižní Evropě se objevují srážky v podobě sněhu, nemají však dlouhé trvání. Letních srážek spadne v Evropě hojně, přibývá jich směrem na východ a nejméně jich spadne v oblasti Středozemního moře. Oblasti v dešťovém stínu hor jsou obecně sušší než návětrné části. Rozložení srážek je v rámci Evropy dosti rozdílné. V západní Evropě spadne více srážek v zimě, v jižní Evropě jak v zimě, tak i na jaře a ve střední části Evropy na jaře a v létě. Evropa leží v pásu s poměrně vyrovnanou vláhovou bilancí, avšak četnost suchých období rostou na východ a na jih Evropy (NETOPIL et al., 1988).

Obecně jsou ale v severní Evropě delší, chladnější zimy a kratší, chladnější léta než v jižní Evropě. Na východě jsou zase delší, chladnější zimy a kratší, teplejší léta než na západě. Ve většině Evropy spadne za rok 50 – 150 centimetrů srážek, obecně nejvíce srážek však spadne v oblastech na západ od hor (ANONYM, 2006).

Na území Evropy rozlišujeme čtyři typy klimatu, a to pás arktický, subarktický, mírný a subtropický (NETOPIL et al., 1988).

- 1) Do arktického pásu patří jen ostrovy Špicberky. Srážek spadne málo, převažuje výpar, klima je oceánského typu, teploty v létě mohou vystoupit i nad $10\text{ }^{\circ}\text{C}$, v zimě klesají teploty i pod $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ (NETOPIL et al., 1988).
- 2) Do subarktického pásu spadá severní část Skandinávského poloostrova a severní část Islandu. Klima je oceánského typu s mírnou zimou, chladným létem a vysokou vlhkostí přes celý rok. Srážek spadne málo, zima je dlouhá (NETOPIL et al., 1988).
- 3) Mírný pás zaujímá největší část území Evropy. Převládá zde mořský oceánický vzduch, díky kterému jsou zde vytvořena čtyři roční období. Typická je také proměnlivost počasí v průběhu celého roku. Na ostrovech je vyvinut typ přímořského klimatu západního pobřeží, pro které je typické proudění vlhkého mořského vzduchu v průběhu celého roku. Zimy jsou poměrně teplé, léta chladná, srážky jsou rozloženy poměrně rovnoměrně. Ve střední a severovýchodní Evropě se

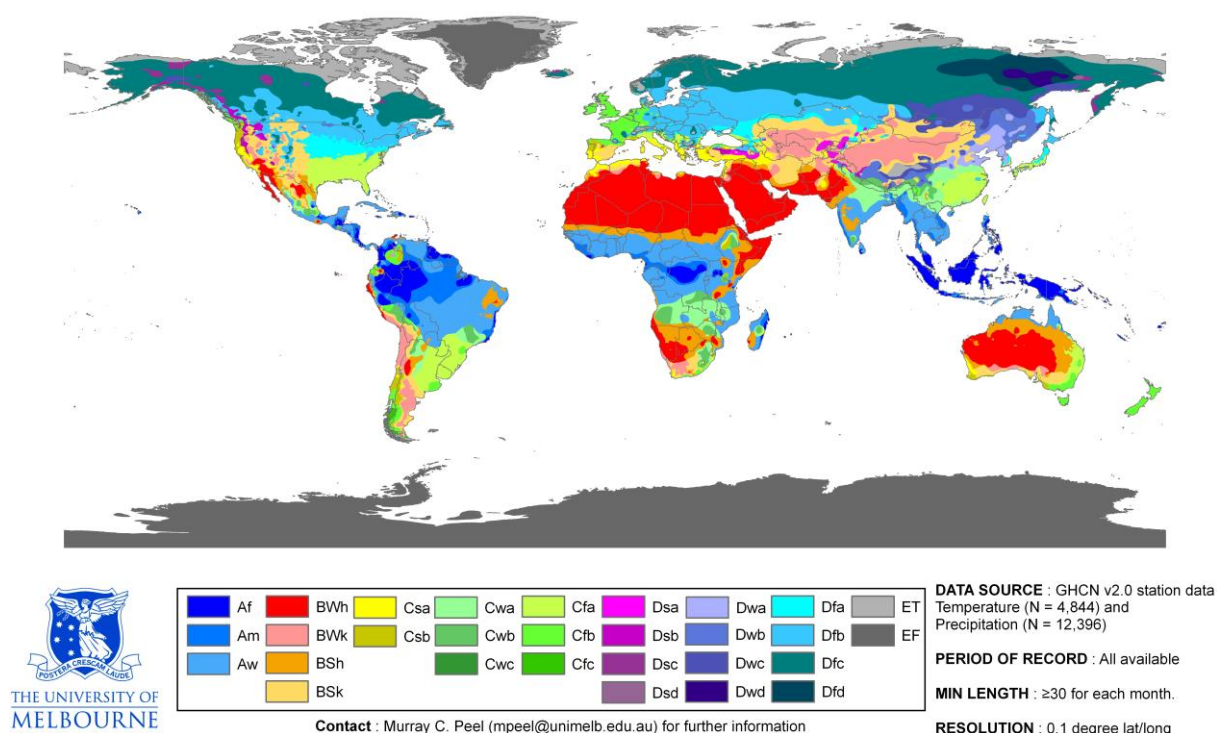
projevují prvky kontinentálního typu podnebí a to převaha letních srážek nad zimními, chladnější zimy a méně vyrovnané rozložení srážek s obdobím sucha (NETOPIL et al., 1988).

- 4) Do subtropického pásu náleží jižní Evropa. Je zde vyvinut typ klimatu nazývaný mediteránní typ. Je pro něj typický tropický vzduch v létě s vysokou relativní vlhkostí vzduchu. Vysoký tlak vzduchu přináší horké počasí. Srážky jsou ojedinělé, léto je slunné, v zimě spadne největší množství srážek, obvykle dešťových (NETOPIL et al., 1988).

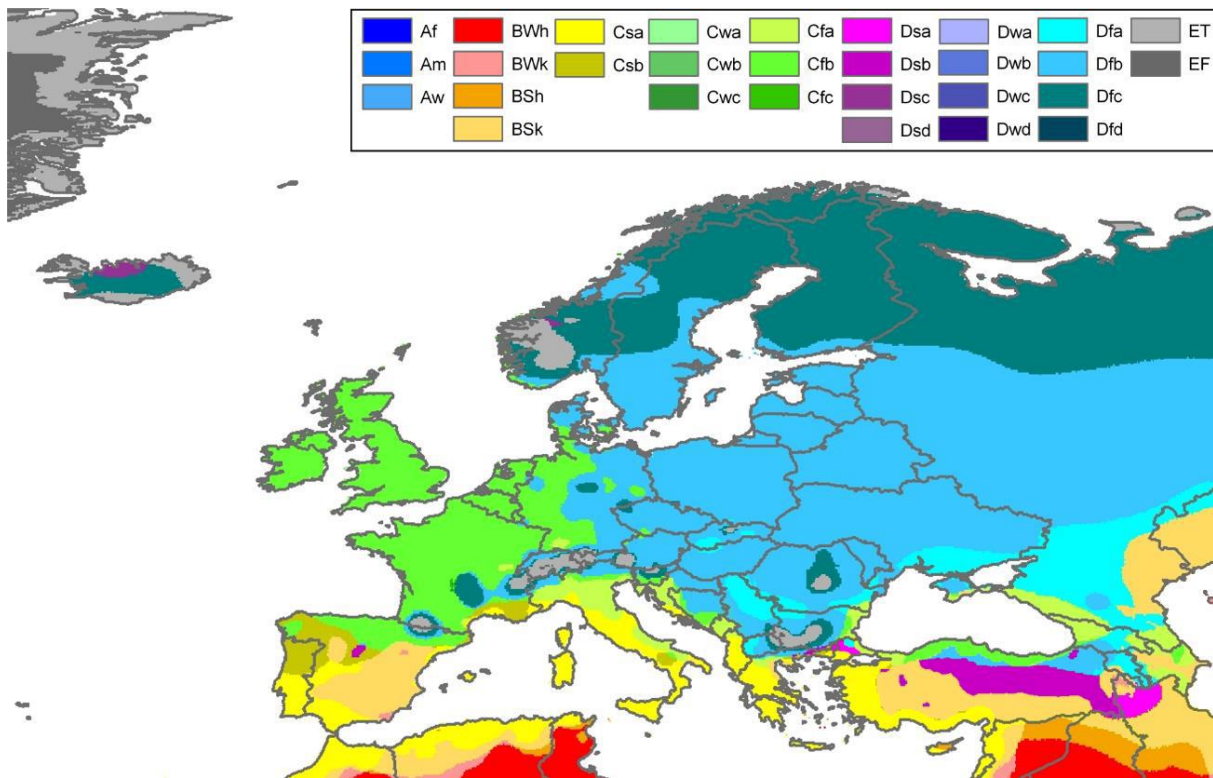
Klimatická mapa světa, kterou před více než 100 lety formuloval Wladimir Köppen, je nyní v aktualizované podobě široce užívanou klimatickou mapou světa (Obrázek 1), vycházející z rozsáhlých dlouhodobých datových souborů pro měsíční srážky a teploty na celém světě z jednotlivých stanic. Snad jediným úskalím této mapy je to, že výsledky byly vyhodnoceny podle kontinentů, nikoliv podle konkrétních lokalit (PEEL et al., 2007). Pro bakalářskou práci byla využita Köppen-Geigerova mapa Evropy (Obrázek 2).

Již od roku 1900 je Köppen-Geigerova mapa nejpoužívanější klimatickou mapou. Modely usilující o identifikaci environmentálních a klimatických vlastností jednotlivých lokalit byly použity při testování Andských rajčat. Jednalo se o metodu SDM (species distribution modeling) pro zaznamenávání distribuce druhů. Tato technika vybudovává ekologický model tolerance určitého druhu podle podmínek prostředí, ve kterém žije. Podle tohoto modelu lze poté předpovědět podobný geografický prostor (NAKAZATO, 2010).

World map of Köppen-Geiger climate classification



Obrázek 1. Köppen-Geigerova klimatická mapa světa (PEEL et al., 2007). Af = Podnebí tropického dešťového pralesa, Am = Tropické monzunové podnebí, Aw = Savanové podnebí, BWh = Horké aridní podnebí, BWk = Studené aridní podnebí, BSh = Horké semiaridní podnebí, BSk = Studené semiaridní podnebí, Csa = Středomořské podnebí s horkými léty, Csb = Středomořské podnebí s teplými léty, Cwa = Monzuny ovlivněné vlhkým subtropickým podnebí, Cwb = Monzuny ovlivněné mírným oceánickým podnebí, Cwc = Monzuny ovlivněné subpolárním oceánickým podnebí, Cfa = Vlhké subtropické podnebí, Cfb = Mírné oceánické podnebí, Cfc = Subpolární oceánické podnebí, Dsa = Středomořsky ovlivněné vlhké kontinentální podnebí s horkými léty, Dsb = Středomořsky ovlivněné vlhké kontinentální podnebí s teplými léty, Dsc = Subpolární podnebí, Dsd = Silně subpolární podnebí, Dwa = Monzuny ovlivněné vlhkým kontinentálním podnebí s horkými léty, Dwb = Monzuny ovlivněné vlhkým kontinentálním podnebí s teplými léty, Dwc = Monzuny ovlivněné subpolárním podnebí, Dwd = Monzuny ovlivněné silně subpolárním podnebí, Dfa = Vlhké kontinentální podnebí s horkými léty, Dfb = Vlhké kontinentální podnebí s teplými léty, Dfc = Subpolární podnebí, Dfd = Silně subpolární podnebí, ET = Podnebí tundry, EF = Podnebí trvalého mrazu (KÖPPEN & GEIGER, 1936) (HANÁKOVÁ, 2016).



Obrázek 2. Köppen-Geigerova klimatická mapa Evropy (PEEL et al., 2007). Af = Podnebí tropického dešťového pralesa, Am = Tropické monzunové podnebí, Aw = Savanové podnebí, BWh = Horké aridní podnebí, BWk = Studené aridní podnebí, BSh = Horké semiaridní podnebí, BSk = Studené semiaridní podnebí, Csa = Středomořské podnebí s horkými léty, Csb = Středomořské podnebí s teplými léty, Cwa = Monzuny ovlivněné vlhkým subtropickým podnebí, Cwb = Monzuny ovlivněné mírným oceánickým podnebí, Cwc = Monzuny ovlivněné subpolárním oceánickým podnebí, Cfa = Vlhké subtropické podnebí, Cfb = Mírné oceánické podnebí, Cfc = Subpolární oceánické podnebí, Dsa = Středomořsky ovlivněné vlhké kontinentální podnebí s horkými léty, Dsb = Středomořsky ovlivněné vlhké kontinentální podnebí s teplými léty, Dsc = Subpolární podnebí, Dsd = Silně subpolární podnebí, Dwa = Monzuny ovlivněné vlhkým kontinentálním podnebí s horkými léty, Dwb = Monzuny ovlivněné vlhkým kontinentálním podnebí s teplými léty, Dwc = Monzuny ovlivněné subpolárním podnebí, Dwd = Monzuny ovlivněné silně subpolárním podnebí, Dfa = Vlhké kontinentální podnebí s horkými léty, Dfb = Vlhké kontinentální podnebí s teplými léty, Dfc = Subpolární podnebí, Dfd = Silně subpolární podnebí, ET = Podnebí tundry, EF = Podnebí trvalého mrazu (KÖPPEN & GEIGER, 1936) (HANÁKOVÁ, 2016).

3.4.1. Česká republika

Obecné informace

Česká republika (Obrázek 3) má rozlohu 78 867 km², nejvyšším bodem je Sněžka (1 602,5 m.n.m.), nejnižše je položena hladina Labe na hranicích s Německem (115 m.n.m.). Většina území leží v nadmořské výšce 201-600 m.n.m. a střední nadmořská výška je 430 m (DEMEK & MACKOVČIN, 2014).

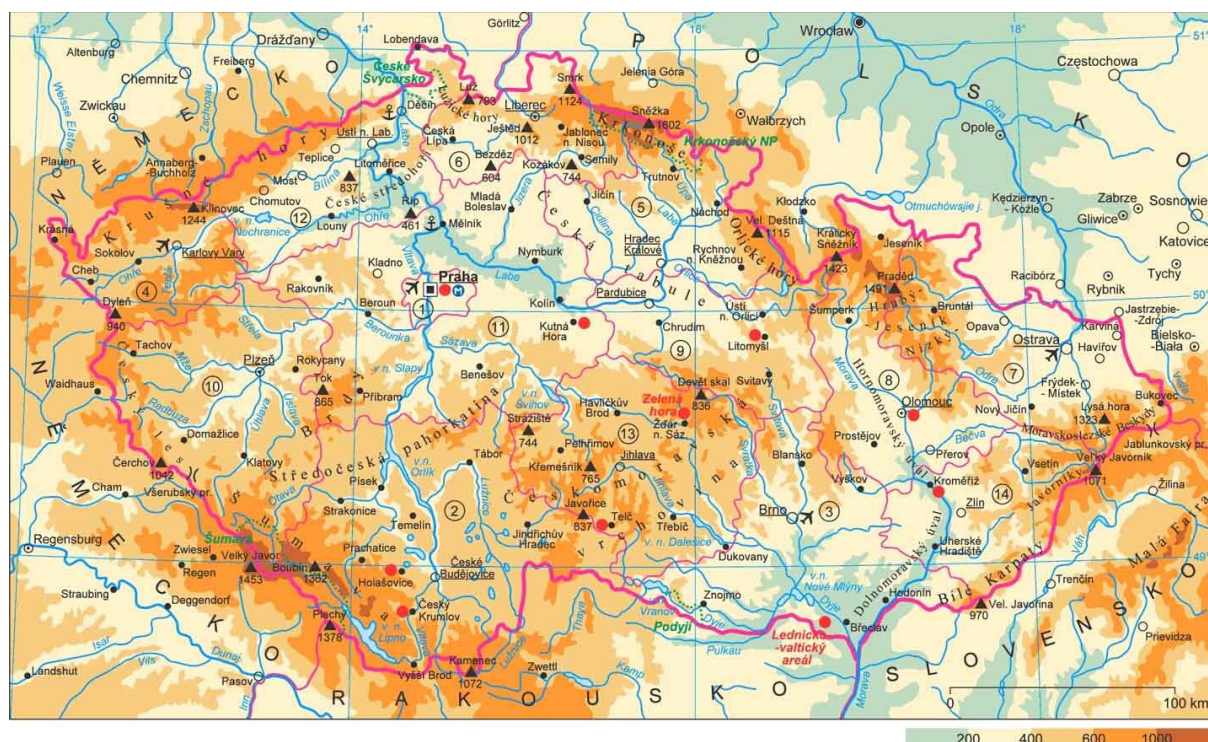
Biogeografie

Česká republika se nachází ve středu Evropy a má poměrně členitý reliéf (LOŽEK, 1988). Reliéf můžeme rozdělit na pět hlavních skupin. Jsou to akumulční roviny, sníženiny, pahorkatiny, vrchoviny a hornatiny. Jako akumulční roviny se označují území s nezpevněnými usazeninami s relativní členitostí do 30 metrů. Do sníženin patří pánve, kotliny, úvaly, brázdy, brány a prolomy. Pahorkatiny mají členitost od 30 do 150 m a tvoří největší část území Česka. Vrchoviny pak začínají na relativní členitosti 150 m, končí na 300 m, hornatiny pak od 300 m do 600 m (DEMEK & MACKOVČIN, 2014).

Nejvyššími jednotkami geomorfologického členění České republiky jsou tzv. geomorfologické provincie. Nejrozsáhlejšími jsou Česká vysočina a Západní Karpaty (DEMEK & MACKOVČIN, 2014). K dalšímu členění docházelo postupně alpínským vrásněním a sopečnou činností v Podkrušnohoří a Českém středohoří (LOŽEK, 1988). Česká vysočina se pak dělí na soustavy, a to Šumavskou, Česko-moravskou, Krušnohorskou, Krkonoško-jesenickou, Poberounskou a Českou tabuli. Západní Karpaty se dělí na Vněkarpatské sníženiny a Vnější Západní Karpaty. K dalším geomorfologickým provinciím České republiky patří Středoevropská nížina, která zahrnuje soustavu Středopolské nížiny a provincie Západopanonská pánev, pod kterou spadá soustava Vídeňská pánev. Všechny soustavy se pak dále dělí na podsoustavy a ty pak na konkrétní horopisné celky a okrsky (SMOLOVÁ et al., 2010; DEMEK & MACKOVČIN, 2014).

Díky své poloze se zde prolínají vlivy chladného severu, teplého jihu, ale také oceánického západu a kontinentálního východu. Česká republika leží v mírném pásu, který se vyznačuje počasím bez větších extrémů v zimě a v létě. Výšková členitost rozlišuje obecně Českou republiku na tři klimatické oblasti, a to suché a teplé nížiny a nižší pahorkatiny, chladnou oblast hor a mírně teplou oblast středních poloh. Průměrné roční teploty nížin jsou 8–

9 °C, hor 3–5,5 °C a mírně teplých poloh 6–7 °C. Roční průměry srážek nížin jsou 400–600 mm, hor 900–1200 mm a mírně teplých poloh 600–800 mm (LOŽEK, 1988).



Obrázek 3. Mapa České republiky (PROUZOVÁ, 2020).

Půda a vegetace

Substráty lze rozdělit na pevné, kamenité větrající horniny a kamenité sutě (LOŽEK, 1988). Na skalní podklad jsou vázány např. *Aurinia saxatilis* (tařice skalní), *Saxifraga paniculata* (lomikámen vždyživý), *Aster alpinus* (hvězdice alpská) a další. Naopak k druhům nížinných niv a slanisk patří *Tetragonolobus maritimus* (ledenec přímořský), *Serratula tinctoria* (srpice barvířská) atd. (LOŽEK, 1988).

Substráty extrémních vlastností dělíme dle chemického složení na vápence a dolomity, ultrabazické vyvřeliny a horniny přeměněné, substráty s nízkým obsahem živin tvořené především křemenem a vápnité pleistocénní spraše (LOŽEK, 1988).

Mezi vápence a dolomity patří Český a Moravský kras a Pavlovské vrchy. Sladkovodní vápence nalezneme např. v Poohří či v Polabí. K ultrabazickým vyvřelinám a horninám smíšeným patří hadce s přebytkem magnézia a nedostatkem vápníku v údolích řek (např. Mohelno) či na vrcholech (např. Mnichovské hadce u Mariánských Lázní), dále čediče,

vyvěřeliny, droliny. Substráty s nízkým obsahem živin jsou opakem bazických hornin a jsou tvořené především křemenem. Vápnité pleistocénní spraše se u nás vyskytují v nižších polohách, obvykle do 300 m.n.m. (LOŽEK, 1988).

Nejen substrát, ale i reliéf, tedy geomorfologické utváření terénu, má vliv na půdu. V České republice převládají lesní půdy hnědozemní řady, případně půdy podzolové. Spraše jsou obvykle výchozím substrátem černozemí, kde na hlinitých substrátech vystupuje černozem (LOŽEK, 1988). Půdní substrát je tvořen hlavně hnědými půdami, hnědozeměmi a pseudoglejemi (SLAVÍK, 1988).

Fytogeografie

Česká republika je geologicky různorodou oblastí s mozaikou rozličných biotopů na poměrně malé ploše (Obrázek 4). Současná flóra se zformovala za posledních 15-10 000 let v pozdním glaciálu a postglaciálu. Hlavní vegetační typ našeho území představuje les, charakteristickými lesními společenstvy jsou doubravy, habřiny a bučiny (SLAVÍK, 1988). Území České republiky patří do temperátního (mírného) pásma květenné říše Holarktis, do střeoevropské květenné oblasti opadavého listnatého lesa, z hlediska fytogeografického členění do mezofytika (SKALICKÝ, 1988).

K základním květenným elementům, které zasahují na naše území, patří element arktický, boreální, pontický, temperátně evropský, jihosibiřský, mediteránní, orientální, turánský a alpidský. Největší část ČR tvoří květenný subelement střeoevropský, který charakterizuje zonální vegetaci opadavého listnatého lesa a vyhovuje mu mírné oceánické klima s mírnými léty s bohatými srážkami a mírnou zimou s kratším obdobím mrazů. K druhům této podoblasti patří například *Atropa bella-donna* (rulík zlomocný), *Carex umbrosa* (ostřice stinná), *Carpinus betulus* (habr obecný), *Colchicum autumnale* (ocún jesenní), *Quercus petraea* (dub zimní), *Corydalis cava* (dymnivka dutá), *Ranunculus lanuginosus* (pryskyřník kosmatý). Kromě střeoevropského subelementu je v ČR významný také subelement panonský, který tvoří jih Moravy (SLAVÍK, 1988). Typickými lesními společenstvy jsou doubravy, habřiny a bučiny (SLAVÍK, 1988).

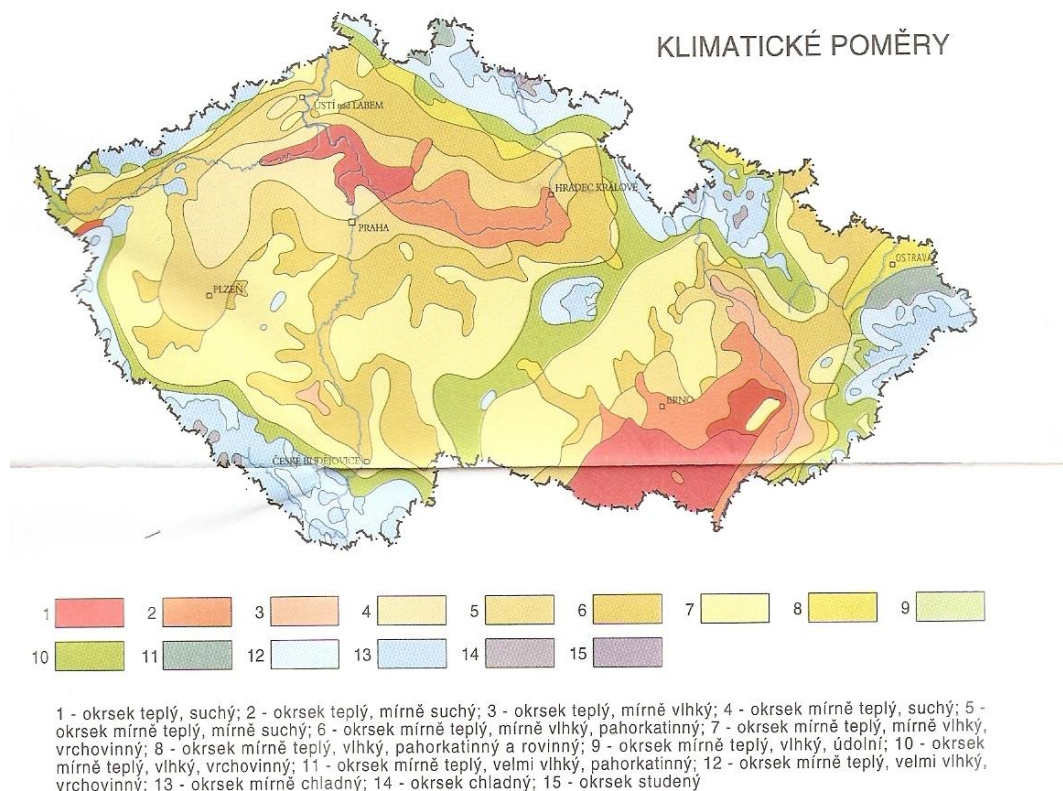
Některé geografické informace jsou pro Českou republiku zpracovány také pomocí digitální vektorové geografické databáze ArcČR® 500, která je dostupná zdarma (TESAŘOVÁ, 2019). Za zmínku stojí také mapové aplikace České geologické služby, zejména „Geologické zajímavosti České republiky“ vhodné pro využití ve výuce (FIFERNA, 2019).

Klima

Klima České republiky je dáno polohou v mírném klimatickém pásmu, ale i přesto se může klima jednotlivých částí lišit. Klima ČR můžeme označit za subatlantické na západě až subkontinentální na východě (TOMÁŠEK, 2003).

Klima je charakterizováno teplými léty a chladnými zimami se srážkami v průběhu roku (ANONYM, 2005). Nejchladnějším měsícem je leden, kdy je průměrná teplota v letech 1981-2010 je v České republice $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$, v roce 2019 $-1,8\text{ }^{\circ}\text{C}$. Nejteplejším měsícem byl v letech 1981-2010 červenec s průměrnou teplotou $17,8\text{ }^{\circ}\text{C}$, v roce 2019 byl nejteplejší červen s průměrnou teplotou $20,7\text{ }^{\circ}\text{C}$. Nejvyšší teplota byla v červnu v Jihomoravském kraji s průměrem $22\text{ }^{\circ}\text{C}$, nejnižší průměrné lednové teploty v roce 2019 byly naměřeny v Olomouckém a Moravskoslezském kraji, a to $-2,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Ministerstvo životního prostředí České republiky, 2019).

Ke změnám klimatu dochází od vzniku planety, avšak činností člověka jsou v poslední době tyto změny rychlejší. Od poloviny 70. let 19. století bylo zaznamenáno zvýšení teploty vzduchu téměř nad celým povrchem Země a s tím související období delšího a intenzivnějšího sucha. Od 2. poloviny 20. století bylo pozorováno snížení výskytu podprůměrných sezónních teplot a zvýšení četnosti výskytu nadprůměrných sezónních teplot (Český hydrometeorologický ústav, 2019).



Obrázek 4. Klimatické poměry v ČR. (TOMÁŠEK, 2003).

3.4.2. Německo

Německo je největší střeoevropskou zemí, která se nachází v západní části střední Evropy (HOBSTOVÁ, 2006), má rozlohu 248 097 km² (NETOPIL et al., 1988). Na severu má přístup k Severnímu i Baltskému moři a sousedící země jsou Česká republika, Rakousko, Švýcarsko, Francie, Belgie, Nizozemsko a Polsko (Obrázek 5). Od severu k jihu se pobřeží mírně zvedá, od nížin k pahorkatinám a vrchovinám. Nejvyšší hora Zugspitze dosahuje výšky 2963 m.n.m. V Braniborsku a podhůří Alp se nachází hustá síť řek a také jezera (ANONYM, 2007). Na severu se nachází Severoněmecká nížina, pro kterou jsou typické pastviny, vřesoviště a rašeliniště. Jižně přechází ve Středoněmeckou vysočinu s lesy, říčními údolími, nízkými kopci i náhorními rovinami, na západě zase v Porýnskou břidličnou vrchovinu s náhorními plošinami. Na hranici s Francií se nachází Černý les, kolem Českých hranic Český les a Šumava, na jihu na hranici s Rakouskem a Švýcarskem Algovské a Severotyrolské Alpy. Na jihu a jihozápadě se nachází Středoněmecká vysočina, východně na ni navazují Krušné hory a Labské pískovcové pohoří, severně zasahuje Žitavská a Lužická vrchovina (HOBSTOVÁ, 2006).

Vodstvo

Vodstvo Německa náleží povodí Baltského, Severního a Černého moře. Většina toků má během roku vyrovnaný stav vody, všechny řeky kromě Dunaje, který směřuje na jihovýchod, tečou směrem na sever a severovýchod. Největšími řekami jsou Rýn a Labe. V Německu se nachází také spousta jezer (HOBSTOVÁ, 2006).

Klima

Podnebí v Německu je mírné a vlhké (HOBSTOVÁ, 2006), mění se podle vzdálenosti od Atlantiku a spolu s nadmořskou výškou (ANONYM, 2007). Klima je převážně kontinentální s krátkým jarem, teplým létem, zima je dlouhá a větrná (HOBSTOVÁ, 2006). Srážky jsou rozloženy poměrně rovnoměrně po celý rok, avšak oblast Lipska je více deštivá (ANONYM, 2005). Největší množství srážek spadne v červenci, vnitrozemí je méně deštivé. Průměrné denní teploty v Berlíně jsou v létě 18 °C, v zimě -1 °C (HOBSTOVÁ, 2006).

Flora

Z celkové plochy Německa zaujímají čtvrtinu lesy. Na západě se vyskytují převážně smíšené lesy, na východě lesy jehličnaté. Velkou část zaujímá také zemědělská půda – pole,

louky, pastviny. Květena středoevropské oblasti se nachází v celém Německu, v blízkosti moří také slanomilné a nivní rostliny (HOBSTOVÁ, 2006).



Obrázek 5. Mapa Německa. (ANONYM, 2019c).

3.4.3. Nizozemsko

Nizozemsko (Obrázek 6) je západoevropský stát, který hraničí s Německem a Belgií (ANONYM, 2007), který leží u Severního moře a při ústí Rýna. Díky své poloze bylo Nizozemsko dříve jednou z námořních velmocí (NETOPIL et al., 1988). Západofrišské ostrovy dělí od pevniny moře Waddensee (ANONYM, 2007). Nizozemsko je země položená v deltě velkých řek (INDRA, 2005). Krajina je plochá (INDRA, 2005), země má střední nadmořskou výšku pouhých 10 m.n.m. (ANONYM, 2007) a dvě třetiny území leží dokonce pod hladinou

moře, proto jej před zaplavením chrání umělé hráze a pobřežní duny (NETOPIL et al., 1988). Nejvyšším bodem je Vaalserberg (321 m.n.m.). Nizozemsko má nejrozsáhlejší soustavu kanálů a průplavů na světě a také je zde velmi rozsáhlá síť silnic a dálnic (ANONYM, 2007).



Obrázek 6. Mapa Nizozemska. (ANONYM, 2019k)

Klima

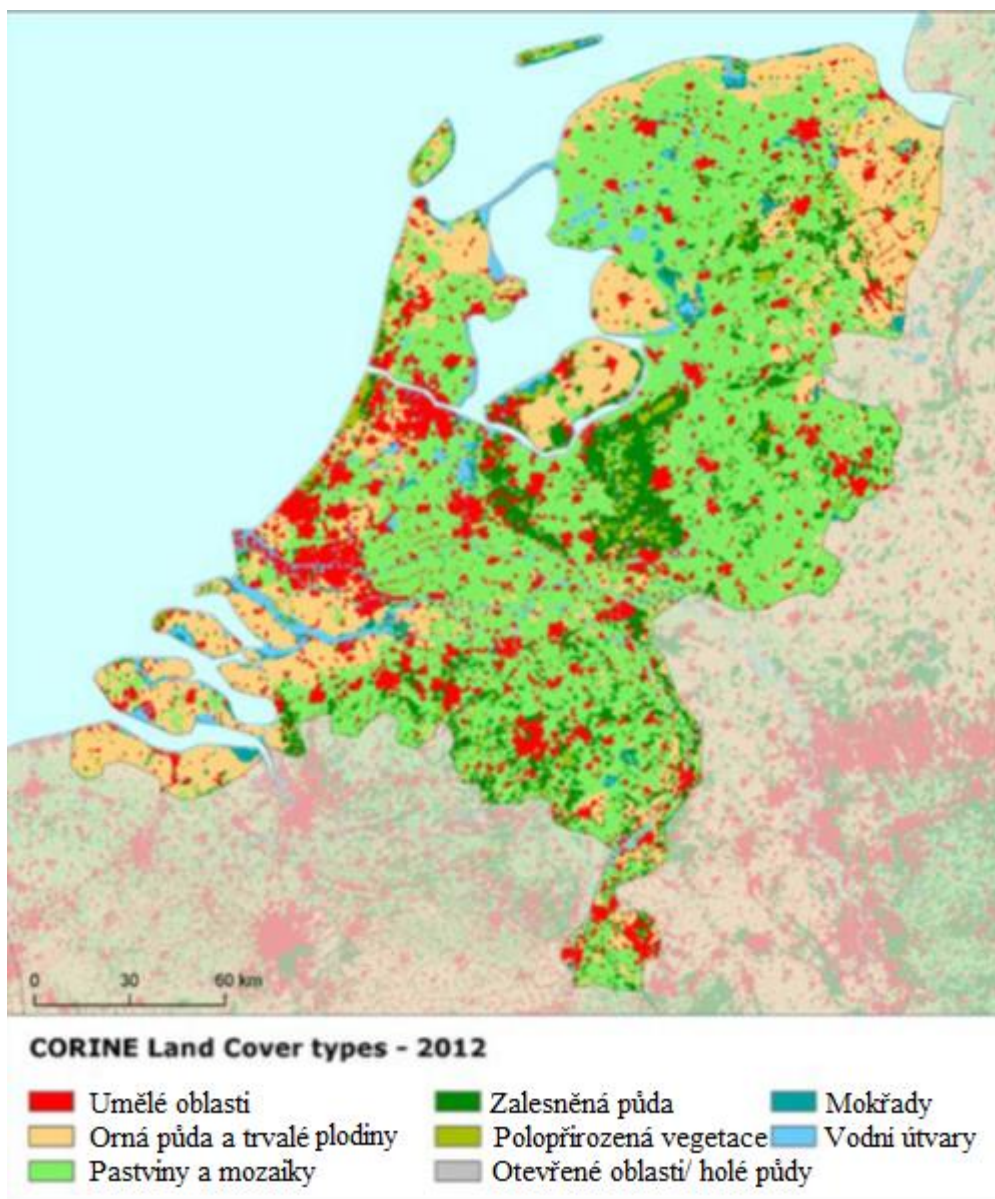
Podnebí v Nizozemsku je mírné oceánické, vlhčí (ANONYM, 2007) a s menšími výkyvy teplot (INDRA, 2005). Klimatické podmínky jsou silně ovlivněny mořem (NETOPIL et al., 1988). Dešťové srážky jsou rozdělené rovnoměrně po celý rok (INDRA, 2005), v létě jako kratší přeháňky a v zimě sněží jen ojediněle (ANONYM, 2005). Klima je podobné jako ve východní Anglii, je však v zimě chladnější. Průměrné denní teploty se pohybují v červenci kolem 19 °C, v lednu 4 °C (ANONYM, 2005).

Flóra

Lesů je zde poměrně málo, většina půdy je využita k zemědělství jako pastviny nebo k pěstování zeleniny. K původním přírodním celkům patří watová pobřeží, travní porost helm a jiné tvrdé trávy (INDRA, 2005).

Krajina

Největší část plochy Nizozemska zabírají umělé oblasti, potom následují pastviny, orná půda a trvalé plodiny, podstatně menší plochu pak polopřirozená vegetace a zalesněná půda a nejméně mokřady, vodní útvary a otevřené prostory a holé půdy (Obrázek 7)(ANONYM, 2017a).



Obrázek 7. Využití krajiny v Nizozemsku (Převzato a upraveno z ANONYM (2017a).

3.4.4. Velká Británie

Velká Británie (Obrázek 8) je stát Britského souostroví, který se nachází v severozápadní Evropě (ANONYM, 2007) a má rozlohu 244 046 km² (NETOPIL et al., 1988). Britské souostroví zahrnuje Anglii, Wales, Skotsko, Severní Irsko a dependence Man a Normanské ostrovy. Od evropské pevniny dělí Velkou Británii Lamanšský průliv (ANONYM, 2007). Krajina je velmi rozmanitá, od hor ve Walesu, Skotsku a na severu Anglie, přes pahorkatiny na jihu a západě Anglie až po roviny východní Anglie a Midlands (LEAPMAN & KOVAL, 2009).



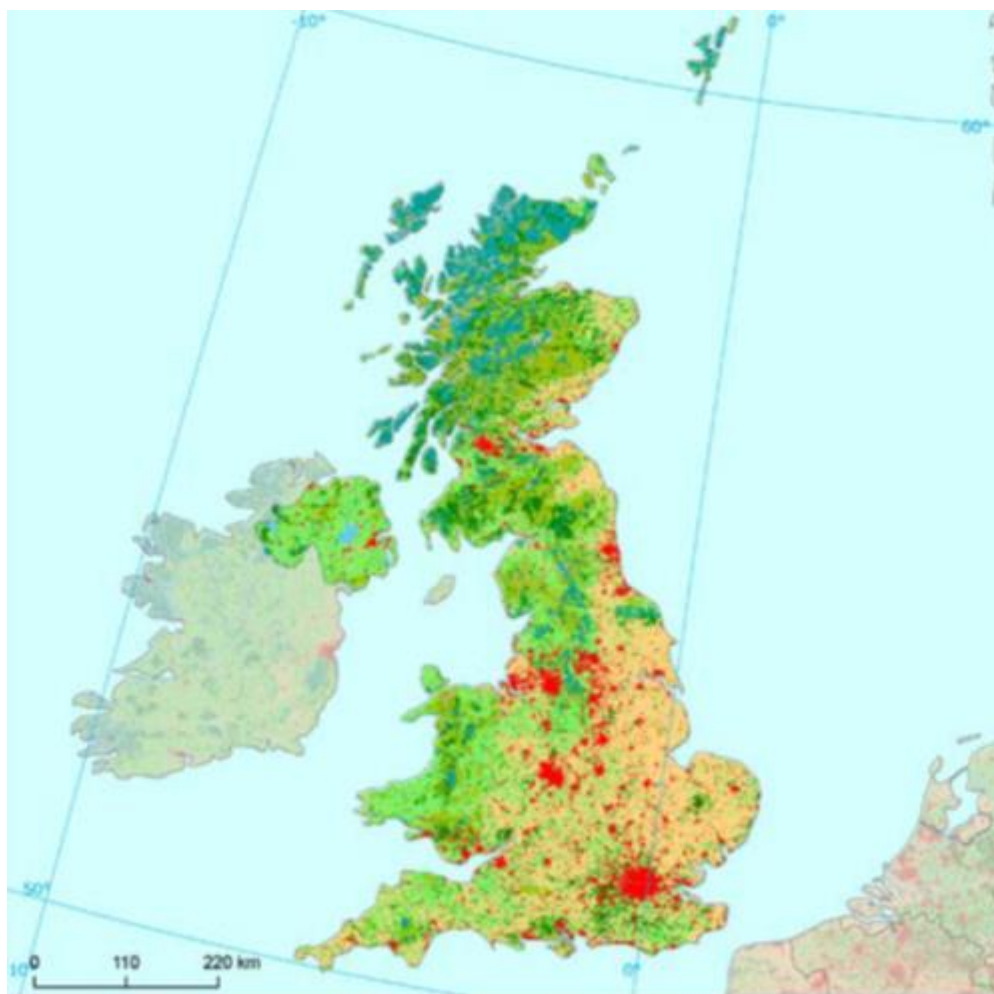
Obrázek 8. Mapa Velké Británie (ANONYM, 2019b).

Klima

Podnebí je mírné, vlhké, s oceánickými vlivy (ANONYM, 2007), avšak s žádnými teplotními extrémy (LEAPMAN & KOVAL, 2009). Zima je mírná, léto chladné s malým počtem slunných dnů, dešťové srážky jsou vydatné (NETOPIL et al., 1988). Západní pobřeží je ohříváno Golským proudem a je o něco teplejší a vlhčí než východní pobřeží (LEAPMAN & KOVAL, 2009). V červenci dosahují průměrné denní teploty v Londýně 22°C, v lednu 7°C. (ANONYM, 2005).

Krajina

Převážnou část povrchu Spojeného Království tvoří zalesněná půda, malou mírou se podílí uměle vytvořené oblasti, pastviny, orná půda, polopřirozená vegetace a téměř zanedbatelně pak holé půdy, mokřady a vodní plochy (Obrázek 9) (ANONYM, 2017b). Nepříznivější podmínky k pěstování rostlin jsou na jihu a jihovýchodě, kde jsou půdy nejúrodnější (NETOPIL et al., 1988).



CORINE Land Cover types - 2012

- | | | |
|--|---|---|
| ■ Umělé oblasti | ■ Zalesněná půda | ■ Mokřady |
| ■ Orná půda a trvalé plodiny | ■ Polopřirozená vegetace | ■ Vodní útvary |
| ■ Pastviny a mozaiky | ■ Otevřené oblasti/ holé půdy | |

Obrázek 9. Využití krajiny ve Velké Británii (Převzato a upraveno z ANONYM (2017b)).

3.5. Metody zkoumání vlivu klimatických a ekogeografických podmínek na rostliny

Klimatické změny bezesporu ovlivňují distribuci druhů (CZORTEK et al., 2018). Čím je druh citlivější na změny klimatu, tím menší klimatickou nikou obývá. Tedy pokud určitý druh toleruje jen úzký rozsah klimatických podmínek, bude citlivější na změny klimatu než druh tolerující širší rozsah podmínek (RINNAN & LAWLER, 2019).

„Pochopení toho, jak druhy reagují na změny klimatu, je důležité pro předpovídání dynamiky, škůdců, chorob a druhové rozmanitosti“ (ALEXANDER et al., 2015). Budoucí předpovídání klimatu je z tohoto důvodu zajímavým tématem, kterým se zabýval RUBEL et al. (2017) a vytvořili předpokládaná klimatická data pro období 2011–2100. Data získali pomocí regionálního atmosférického modelu RCA4 (RUBEL et al., 2017). Dále se studiem změn klimatu zabývá například instituce Climatic Research Unit (CRU) (MITCHEL & JONES, 2005).

Nejrozsáhlejší databází globálních klimatických modelů je nyní „Program pro diagnostiku a porovnávání klimatických modelů“ PCMDI (The Program for Climate Model Diagnosis and Intercomparison) dostupný online na <https://pcmdi.llnl.gov/about.html> (Český hydrometeorologický ústav, 2019). Globální změny klimatu ovlivňují nejen průměrné teploty, ale také srážky, oteplování oceánů, stoupání hladiny moří, zmenšování sněhové a ledové pokrývky na souši i na moři (ANONYM, 2018). Vzhledem k tomu, že globální klimatické modely nedokáží spolehlivě zachytit klima v regionálním měřítku, byly vytvořeny také regionální klimatické modely. Regionálnímu modelování se věnovaly projekty ENSEMBLES, PRUDENCE a CLIVAR (<http://ensembles-eu.metoffice.com>, <http://prudence.dmi.dk>, <http://www.clivar.org>). V České republice se modelování klimatu věnuje Český hydrometeorologický ústav a Katedra meteorologie a klimatologie Matematicko-fyzikální fakulty Univerzity Karlovy (Český hydrometeorologický ústav, 2019). Předpokládané změny klimatu v Evropě znázorňuje Obrázek 10, kde Česká republika spadá do oblasti „Střední a východní Evropa“, kde se předpokládá například zvýšení extrémních teplot, snížení množství letních srážek, ale také zvětšení rizika lesních požárů.

Ekologové obvykle používají jeden ze tří přístupů k předpovídání ekologických reakcí na klimatické podmínky, a těmi jsou: experimenty, dlouhodobé pozorovací záznamy a časoprostorové substituce (ELMENDOERF et al., 2015).

Způsobů experimentálního zkoumání účinků změn klimatu na rostliny je však více (ELMENDOERF et al., 2015).

In situ přístupy zahrnují experimenty, při kterých je sledovaný jev zkoumán přímo na místě, kde k němu dochází bez jakýchkoliv přesunů (ANONYM, 2020). Například studie přirozené vegetace, kde převažoval keř *Sarcopoterium spinosum* (L.) Spach v práci RYSAVY et al. (2016) zahrnovala také přístup in situ, kdy byl experiment prováděn na třech místech v Izraeli s odlišnými klimatickými podmínkami.

V ex situ experimentech, tedy tzv. přesazovacích experimentech, jsou rostliny vysazovány na původních i nových stanovištích. Metoda ex situ je často využívána u populací stejného druhu, méně často však u celých společenstev (ALEXANDER et al. 2015).

ELMENDOERF et al. (2015) uvádí tři přístupy zjišťování dopadu klimatických podmínek, a to manipulativní experimenty, historická srovnání a časoprostorové substituce. Manipulativní experimenty slouží ke zkoumání rostlin, které rostou v přirozených komunitách, kde může být zasaženo do jejich přirozeného prostředí například přidáním pesticidů (GANGE et al, 1992) či klecí (NELSON & LEE, 2001). Historická srovnání zahrnují monitorování reakce rostlin na změny klimatu pomocí opakovaného vzorkování pozemků, letokruhů stromů či fosilních organismů. Časoprostorové substituce jsou odvozené z odběru vzorků podél gradientů prostředí, tedy měnících se faktorů v prostoru a čase. Při zkoumání vlivu změn klimatických podmínek na reakci rostlinných společenstev bylo zjištěno, že časoprostorová substituce přeceňuje velikost reakcí, protože odráží dlouhodobé procesy, kdežto in situ experimentální přístupy poskytují konzistentní odhady (ELMENDOERF et al., 2015).

Dalším typem experimentu je reciproční transplantační experiment. Ke zkoumání adaptace populací rostlin *Plantago lanceolata* a *P. major* použili tento typ experimentu HALBRITTER et al. (2015). Nasbíraná semena pěstovali ve sklenících v květináčích s kompostem, ze kterých byly nejprve rostliny přesazeny do větších květináčů a následně venku aklimatizovány a přesazeny na pole. Poté byla semena z vypěstovaných rostlin transportována do pěti různých míst spolu s původní půdou, aby měly shodné počáteční podmínky, kde zkoumali vliv prostředí na tyto rostliny. Z výsledků vyplynulo, že se rostliny lépe adaptaovaly na vyšší nadmořskou výšku než na větší zeměpisnou šířku u obou druhů rostlin.

Vliv nadmořské výšky na rostliny je zkoumán v několika pracích. Pravděpodobnost výskytu nepůvodních druhů rostlin v reakci na nadmořskou výšku stanovili SEIPEL et al. (2016) pomocí Gaussova a binomického rozdělení. Nejvíce zastoupenými druhy z 29

zkoumaných druhů byl heřmánek terčovitý, poté sveřep bezbranný a turanka kanadská. Při zkoumání lokální distribuce byly zkoumány druhy: turan roční a zlatobýl kanadský.

V nadmořské výšce 200 až 2400 m.n.m. se zaznamenávala GPS poloha, obdélníkové pokrytí plochy a průměrná hustota rostlin na metr čtvereční. Analýzy byly provedeny použitím lineárních a zobecněných modelů. Rozptyl byl zkoumán pomocí Poissonových a binomických modelů a porovnáním Pearsonovy korelace s počtem stupňů volnosti. Pomocí binomického rozdělení byla zkoumána pravděpodobnost výskytu jednotlivých druhů podél výškového gradientu. Pro každý druh byl vytvořen model, který se pak porovnal s modelem pro zachycení (intercept-only model). Vypočítali Jaccardův index podobnosti and Simpsonův index diverzity. Změny druhového složení v souvislosti s rostoucí nadmořskou výškou byly stanoveny pomocí permutační analýzy rozptylu. Použili Gaussovskou prostorovou autokorelaci a Gaussovo rozdělení (SEIPEL et al., 2016).

ALEXANDER (2010) zkoumal genetické rozdíly ve výškových limitech rostlin sledováním fenologického načasování u populací *Lactuca serriola* v různých nadmořských výškách.

Ekologové zkoumají vztah mezi druhem a jeho prostředím především pomocí terénních průzkumů. Druhy jsou hodnoceny na základě hojnosti na jednotlivých stanovištích. Vztahy mezi druhy a proměnnými prostředí jsou unimodální, například rostlina roste jen za určitých optimálních podmínek a vyskytuje se tedy častěji na lokalitách, které ji tyto podmínky poskytují. Ke statistickým metodám, které jsou využívány pro unimodální vztahy, patří analýza korespondence, která je nepřímou metodou detekce vztahů mezi druhem a prostředím. Nepřímé metody však mají tu nevýhodu, že vliv některých environmentálních proměnných na druhové složení může být tak velký, že vliv jiných proměnných nemusí vůbec odhalit. K eliminaci tohoto problému se využívá pro menší objem dat nelineární regrese a pro větší objem dat pak také metoda kanonické analýzy korespondence (TER BRAAK, 1987).

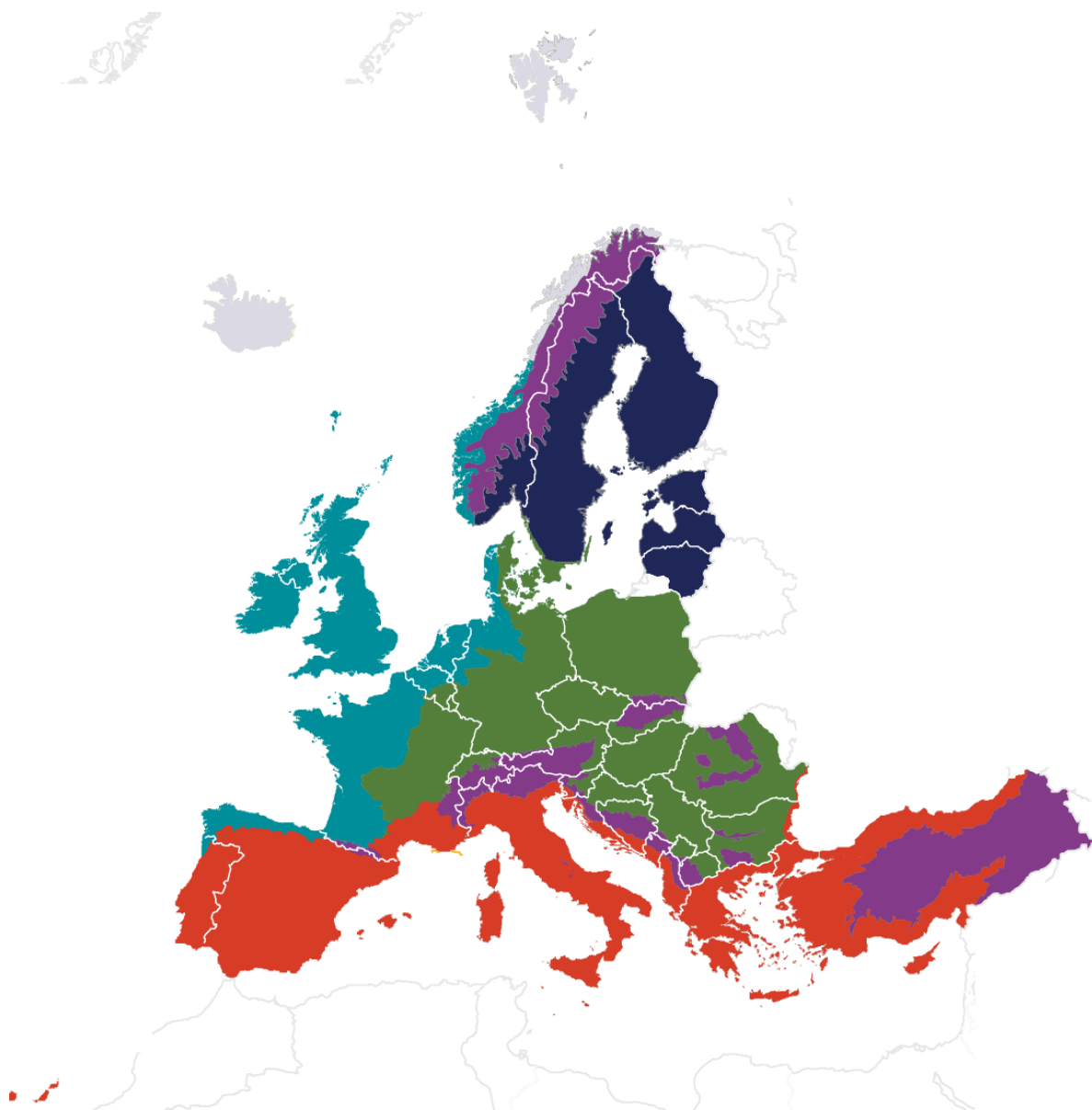
Dále jsou popsány konkrétní příklady metod. V Číně v přírodní rezervaci Aejin Mountain Nature Reserve zkoumali DONG et al. (2019) vztah environmentálních faktorů spolu s diverzitou druhů rostlin a nadzemní biomasy. Pro vzorkování byla použita metoda transect-quadrat a poté statistickým programem F-diversity v. 2011 byl vypočten index funkční diverzity a software OriginPro 9.0 byl využit k vytvoření trojrozměrných diagramů. Pro analyzování korelace mezi rostlinnou biomasou, diverzitou druhovou i funkční a environmentálními faktory byl poté využit software SPSS16.0 (DONG et al., 2019).

U identického souboru 50 populací lociky kompasové, se kterým jsem pracovala ve své bakalářské a nyní i diplomové práci, byla hodocena také morfologická variabilita nažek (NOVOTNÁ et al., 2011). Vzorky nažek byly měřeny pomocí programu ImageJ a skenovány do elektronické podoby. Data byla analyzována z průměrných hodnot pro každý znak pomocí programu STATISTICA. Mann–Whitney U test byl poté použit k vyhodnocení morfologických rozdílů nažek a k určení dalších významných rozdílů pak dále ANOVA, Scheffé test a Tukey HSD test. K odhalení souvislostí mezi morfologickými charakteristikami a ekogeografickými charakteristikami byly použity neparametrické korelační analýzy, kdy byl využit Spearmanův korelační koeficient. Všechny analýzy poté byly provedeny pomocí programu CANOCO 4.5 a CanoDraw 4.5. (NOVOTNÁ et al., 2011).

Jak listové zuby souvisí s disturbancí, dostupností vody a růstovou strategií, zkoumalí ROYER et al. (2009a) v australském subtropickém deštném pralese. K vizualizaci korelací charakteru zubu s ostatními proměnnými byl sestaven fylogenetický strom v programu Mesquite. K proměnným prostředí patřila topografická poloha, hloubka půdy, frekvence narušování ohněm, sklon a nadmořská výška. Sestavení stromu probíhalo ručně pomocí vztahů mezi taxony, kdy byly všechny rody považovány za monofyletické (ROYER et al., 2009a). Mesquite je software využívaný v evoluční biologii, který dokáže uspořádat a analyzovat srovnávací údaje o organismech, přičemž je kladen důraz na fylogenetickou analýzu (MADDISON & MADDISON, 2018). Konstrukce fylogenetických stromů mohou přinést nové informace o vztazích mezi taxony (SANDERSON et al., 1998). K porovnání pravděpodobností dvou modelů použili Pagelův test v softwaru Mesquite. V prvním modelu byla míra změny každého znaku nezávislá, v druhém modelu byla míra změny závislá na stavu jiného znaku. Z výsledků vyplynulo, že na místech s vyšším množstvím ozubených druhů je významná korelace mezi hlubšími půdami a strmějšími svahy a že ozubené druhy mají tendenci mít větší listy než druhy bez zubů. A také, že ozubené druhy jsou běžnější v prostředí narušovaném ohněm a v nízké nadmořské výšce a navíc, že jsou ozubené druhy spojeny s menšími semeny. Navíc také vyzdvihli dostupnost vody jako důležitý faktor ovlivňující distribuci druhů se zubatým listovým okrajem. (ROYER et al., 2009a).

Vztah velikosti a tvaru listu s klimatem zkoumal PEPPE et al. (2014), kdy změřili šířku řapíku, hmotnost listů na plochu a fyziognomické znaky listů 179 druhů kapradin ze 188 míst napříč šesti kontinenty. Druhy byly kategorizovány pomocí biomechanických modelů, a to dle dělení listů, listové formy, fylogenetiky. Korelačními přístupy vyhodnotili vztah mezi fyziognomií listů a podnebím. Průměrné měsíční údaje byly získány z webu WorldClim, listy

byly zpracovány digitálně a šířka řapíku a plocha listů měřeny pomocí Image J. Vztahy mezi fyziognomickými proměnnými listů a hmotností listů na plochu u kapradin a semenných rostlin byly posouzeny za použití lineární regrese nejmenších čtverců. Použitím lineární regrese testovali vztah mezi hmotností listů na plochu a okrajem listů a pomocí logistické regrese srovnávali tyto výsledky u kapradin a jiných semenných rostlin (PEPPE et al., 2014).



Obrázek 10. Předpokládané změny klimatu v Evropě (převzato, upraveno a přeloženo z ANONYM (2019e).

<p>Arktická oblast Zvýšení teploty mnohem větší, než je celosvětový průměr Zmenšení vrstvy ledu v Arktickém moři Ztenčení ledové vrstvy v Grónsku Zmenšení oblastí s věčně zmrzlou půdou Rostoucí riziko ztráty biologické rozmanitosti Zintenzivnění ložní dopravy a využívání zdrojů ropy a plynu</p>	<p>Severní Evropa Zvýšení teploty mnohem větší, než je celosvětový průměr Snížení množství sněhové pokrývky, zmenšení jezer a ledové pokrývky Zvýšení průtoků řeky Pohyb druhů na sever Zvýšení výnosů plodin Snížení spotřeby energie na vytápění Zvýšení potenciálu vodní energie Zvyšující se riziko poškození zimními bouřkami Nárůst letní turistiky</p>
<p>Pobřežní zóny a regionální moře Zvýšení hladiny moře Zvýšení teploty moře Zvýšení acidity oceánu Rozšíření druhů ryb a planktonu směrem na sever Změny ve fytoplanktonových komunitách Zvyšující se riziko pro populace ryb</p>	<p>Horské oblasti Nárůst teploty je větší než evropský průměr Zmenšení velikosti a objemu ledovců Úbytek věčně zmrzlé půdy v horských oblastech Posun rostlinných a živočišných druhů směrem nahoru Zvyšující se riziko vyhynutí druhů v alpských oblastech Zvyšující se riziko eroze půdy Snížení lyžařské turistiky</p>
<p>Severozápadní Evropa Nárůst zimních srážek Zvýšení toku řeky Pohyb druhů na sever Snížení spotřeby energie na vytápění Zvyšující se riziko povodní a pobřežních záplav</p>	<p>Střední a východní Evropa Zvýšení extrémních teplot Snížení množství letních srážek Zvýšení teploty vody Zvyšující se riziko lesních požárů Snížení ekonomické hodnoty lesů</p>
<p>Středomořská oblast Nárůst teploty je větší než evropský průměr Pokles ročních srážek Snížení ročního toku řeky Rostoucí riziko ztráty biologické rozmanitosti Rostoucí riziko dezertifikace Zvyšující se poptávka po vodě v zemědělství Pokles výnosů plodin Rostoucí riziko lesních požárů Zvýšení úmrtnosti z vln veder Rozšíření nemoci z jihu na sever Pokles vodního potenciálu Snížení cestovního ruchu v létě a potenciální zvýšení v dalších ročních obdobích</p>	

Obrázek 10 - pokračování. Popis k Obrázku 10a. Předpokládané změny klimatu v Evropě (převzato, upraveno a přeloženo z ANONYM (2019e).

3.6. Zdroje klimatických a ekogeografických dat

3.6.1. Worldclim2

Worldclim2 nabízí volně dostupná klimatická data pro období 1970 – 2000 rozpracovaná pro každý měsíc zvlášť v rozlišení přibližně na 1 km². Proměnnými jsou minimální teplota, maximální teplota, průměrná teplota, srážky, sluneční záření, rychlost větru, tlak vodní páry a bioklimatické proměnné, které vychází z měsíčních hodnot teploty a srážek. Patří sem roční průměrná teplota, denní průměrná teplota, izotermie, teplotní sezónnost, maximální teplota nejteplejšího měsíce, minimální teplota nejchladnějšího měsíce, roční rozsah

teplot, průměrná teplota nejlhčího čtvrtletí, průměrná teplota nejsuššího čtvrtletí, průměrná teplota nejteplejšího čtvrtletí, průměrná teplota nejchladnějšího čtvrtletí, roční srážky, srážky nejlhčího měsíce, srážky nejsuššího měsíce, srážková sezónnost (variační koeficient), srážky nejlhčího čtvrtletí, srážky nejsuššího čtvrtletí, srážky nejteplejšího čtvrtletí a srážky nejchladnějšího čtvrtletí (FICK & HIJMANS, 2017).

3.6.2. Digitální model reliéfu (DSM)

Evropský systém pro monitorování země s názvem Copernicus poskytuje spolehlivé informace o půdě (povrch země, využívání půdy, stav vegetace, koloběh vody) atmosféře (složení, kvalita, ozonová vstva, UV záření, sluneční záření, emise), změnách klimatu (poskytuje informace o minulosti, současnosti a budoucnosti), mořích (monitorují kvalitu vody, její znečištění, výšku hladiny, ale také teplotu, slanost, proudy, větry, led, přispívají k ochraně ryb), ale také se zabývá nouzovým řízením při mimořádných událostech, ke kterým patří různé typy katastrof a rizik a také bezpečností (s cílem krizím předcházet) globálního, celoevropského, ale i lokálního charakteru.

Copernicus je program vycházející z existujících výzkumů a znalostí infrastruktury v Evropě i mimo ni. Především spoléhá na klimatický výzkum „World Climate Research Programme“ (ANONYM, 2019m).

Data jsou ke stažení ve verzi EU-DEM v1.0, nyní v aktualizované a doplněné verzi EU-DEM v1.1. Jedná se o digitální model reliéfu (DSM), který je postaven na datech SRTM a ASTER GDEM, získaných z vážených průměrů. EU-DEM byl vyvinut za účelem získání údajů o šířce kontinentu na 1 oblouk za sekundu. Přesnost nadmořské výšky se udává ± 30 metrů a zahrnuje celou Evropu (tzv. země EHP39 zahrnující 33 členských států a 6 spolupracujících států) (ANONYM, 2019g).

3.6.3. Evropské datové centrum pro půdu (ESDAC)

ESDAC nabízí data pro půdy celé Evropy, některá data jsou i národního, případně globálního měřítka. Evropská databáze půdy (ESDB) je první kategorií a obsahuje data o vlastnostech půdy. Druhá kategorie zahrnuje data týkající se „ohrožení“ půdy, jako je například eroze, sesuvy půdy, zasolení půdy atd. Třetí kategorie charakterizuje půdu bodově, čtvrtá vychází z projektů. Na jejich stránkách se nachází atlasy, mapy i dokumenty týkající se dané problematiky (ANONYM, 2019f; ANONYM, 2019d). Jejich Evropská databáze zemin v2.0 z roku 2004 je jedinou ucelenou databází půdy Evropy rozšířenou o Eurasii. Tato databáze vychází z geografické databáze SGDBE a databáze PTRDB, ke kterým byly přidány další atributy (ANONYM, 2019h).

3.6.4. GeoNetwork opensource

Síť GeoNetwork produkuje datové sady FAO s hrubým rozlišením (pro rastrová data mezi 30 arcsec a 10 arcmin) na globální, kontinentální nebo regionální úrovni. Síť Fao „GeoNetwork opensource“ vznikla spojením organizací FAO (Food and Agriculture Organization), WFP (World Food Programme), UNEP (United Nation Environment Programme) a OCHA (United Nations Office for the Cordination of Humanitarian Affairs) a umožňuje přístup k interaktivním mapám a satelitním snímkům. Pro tvorbu map využívají software Geographic Information System (GIS) a Remote Sensing (RS). Prostřednictvím jednoho vstupního bodu pak lze získat široké spektrum informací (ANONYM, 2019i).

Pro sestavení datových sad byly využity zdroje z různých oblastí, ke kterým patří správní a politické podmínky, zemědělství, ekologie, biologické a ekologické zdroje, klima, rybolov, lesnictví, hydrologie, využití krajiny, populace, půdy, typografie (ANONYM, 2019i).

3.7. Způsoby statistického zpracování dat

3.7.1. CLAMP

CLAMP je statistická metoda, která vyhodnocuje listy dvouděložných rostlin, konkrétně dřevin, v souvislosti s klimatickými podmínkami. Je využíván především pro zpracování fosilních listů dřevin. K výchozím datům patří zeměpisná šířka, délka a nadmořská výška, druh vegetace (zda se jedná o přirozený porost, narušený, atd.), typ půdy, atd. Pro lepší práci v terénu nabízí ke stažení navíc také CLAMP v Google Earth (ANONYM, 2019j), ve kterém lze jednotlivé body v terénu přesně určit a zapsat. CLAMP úzce spolupracuje s programem CANOCO, zejména dobře funguje s verzí 4.5, ve které je zapotřebí udělat analýzu. CLAMP pak zobrazí výsledky za pomoci programu CANOCO (SPICER & YANG, 2019).

3.7.2. CANOCO

Canoco je statistický program, který umožňuje provádět vícerozměrné statistické analýzy (ŠMILAUER, 2019; TER BRAAK, 2019). CANOCO je zkratka složená ze slov CANOnical Community Ordination, tedy kanonické třídění společenství, kde se kanonickým tříděním rozumí členění společenstev na třídy podle vztahu druhového složení a jejich prostředí (TER BRAAK & ŠMILAUER, 2002)

CANOCO zahrnuje čtyři hlavní metody, a to metody k popisu struktury jednoho souboru dat (třídění, nepřímá gradientová analýza), metody k vysvětlení či k predikci dat pomocí jiných dat (kanonické třídění, přímá gradientová analýza), metody vysvětlující jeden soubor dat jiným po současném započtení odchylky získané z dalších dat (částečné kanonické třídění) a metody k popisu struktur zohledňující variabilitu podle jiných dat (částečné třídění). K základním metodám třídění patří analýza hlavních složek, analýza korespondence a analýza korespondence bez vlivu trendu (TER BRAAK & ŠMILAUER, 2002).

Nyní je nejnovější Canoco 5 ve verzi 5.11. z roku 2012. Výhodou nové verze je kromě rozšíření množství analýz především také to, že umožňuje i složitější analýzy vyhodnotit pouze v jednom kroku (ŠMILAUER, 2019).

3.7.3. STATISTICA

Program STATISTICA je nástrojem pro zpracování statistických dat, který data upravuje, analyzuje i vizualizuje a využívá nejrůznější analytické techniky a metody. Využívá se tedy od přípravy dat, přes vizualizaci až po vytvoření určitého modelu ve vědě, výzkumu, ale i v dalších oblastech, jako jsou finance, průmysl, farmacie a další. Výhodou tohoto softwaru je také široký výběr grafických výstupů (MELOUN et al., 2017).

Ke statistickým metodám využívaným v programu STATISTICA patří analýza rozptylu. Využívá se nejen v průmyslových, ale také ekologických aplikacích, k posouzení vlivu nejrůznějších faktorů na výrobní či hospodářský proces a umožňuje také zhodnotit vliv na jakost produkce apod. Celkový rozptyl se nejprve rozdělí na dílčí rozptyly náležící k jednotlivým vlivům, jejichž součástí je také tzv. reziduální rozptyl postihující další možné nekonkretizované vlivy. K vyhodnocení pak dochází porovnáním složek rozptylu pro hodnocený znak (KLÍMEK et al., 2009).

Vzhledem k tomu, že v praxi je nutné studovat nejen jednu veličinu, ale především závislosti dvou a více proměnných, využívá se k tomuto účelu regresní a korelační analýzy. Metody regresní a korelační analýzy slouží tedy ke zjištění statistických závislostí. Regresní analýza slouží ke zjištění jednostranných závislostí ve smyslu příčin a následků (průběhu závislostí) a korelační analýza ke zjištění vzájemných závislostí s důrazem na sílu vztahu (intenzitu) přičemž na rozdíl od regresní analýzy nerozlišuje mezi závisle a nezávisle proměnnými (KLÍMEK et al., 2009).

Korelační analýza používá k popisu kardinálních či ordinálních proměnných korelačních koeficientů, kterými měří směr a intenzitu závislosti proměnných. Korelační koeficient se pohybuje v rozmezí od -1 do 1. Pokud nabývá kladných hodnot, jedná se o pozitivní korelaci, pokud záporných hodnot, jde o negativní korelaci, pokud je roven 0, není mezi proměnnými žádný vztah (BORŮVKOVÁ et al., 2013).

Regresní analýza využívá vhodně zvolenou regresní funkci, pomocí které posuzujeme vztah závislé proměnné na nezávislé proměnné (BORŮVKOVÁ et al., 2013).

Kromě výše uvedených programů se využívá také řada dalších programů jako je MOM, SYN-TAX 2000 spolu s podprogramy HIERCLUS a ORDIN, dále program TREECON, SAS 8.1. a další, jejichž výčet není předmětem této diplomové práce. Více o většině programů s využitím v biologii uvádějí MARHOLD & SUDA (2002).

4. MATERIÁL A METODY

4.1. Materiál

V rámci mezinárodního projektu GENE-MINE se v roce 2001 uskutečnil sběr nažek rostlin *Latua serriola* L. v České republice, Německu, Nizozemsku a Velké Británii. Na 50 lokalitách (16 v České republice, 16 v Německu, 8 v Nizozemsku a 10 ve Velké Británii) bylo sesbíráno 800 semenných vzorků, 16 pro každou lokalitu. Každý vzorek nažek byl získán z jedné rostliny (LEBEDA et al., 2007b). Geografická lokalizace sběrových lokalit je uvedena v Tabulce 3, detailní data o typu a charakteru stanovišť a populací lociky kompasové jsou uložena na Oddělení fytopatologie a mikrobiologie Katedry botaniky PřF UP v Olomouci.

Rostliny byly poté v roce 2002 vypěstovány ve skleníku na Katedře botaniky PřF UP za standardních podmínek (LEBEDA et al., 2007b). Každý vzorek byl při hodnocení reprezentován jednou rostlinou, takže každá z padesáti populací byla reprezentována šestnácti rostlinami. Hodnocení morfologických znaků bylo poté provedeno pomocí klasifikátoru (DOLEŽALOVÁ et al., 2002). Přehled hodnocených znaků u rozetových a stonkových listů je v Tabulce 1 a Tabulce 2, tvary apexu a dělení listů je znázorněno na Obrázku 11 a Obrázku 12. Hodnocené rozetové listy byly vybrány ze střední části plně vyvinuté rozety, hodnocené stonkové listy byly vybrány ze střední části stonku při plném květu rostlin a následně byly skenovány.

Tabulka 1. Přehled hodnocených znaků u rozetových listů (DOLEŽALOVÁ et al., 2002).

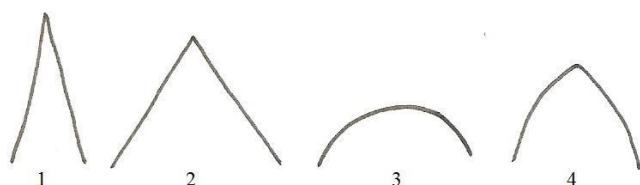
* původní definice dělených listů (DOLEŽALOVÁ et al., 2002) opravena podle KUBÁT (2002). Převzato z bakalářské práce HANÁKOVÁ (2016).

Číslo znaku	Název znaku	Projev znaku a číselná hodnota	Specifikace
1.3.4.	List rozetový – apex (tvar vrcholu)	1 špičatý 2 zašpičatělý 3 zaokrouhlený 4 tupý 99 jiný	Obr. 11
1.3.5.	List rozetový – umístění antokyjanu	0 nepřítomen 1 na žilkách 2 na ploše čepele difuzně 3 na ploše čepele v tečkách 99 jiné	
1.3.3.	List rozetový – dělený – hloubka zářezů	0 nebylo zaznamenáno žádné dělení 3 peřenolaločný 5 peřenoklaný* 7 peřenodílný* 9 peřenosečný	3 - do 1/3 5 - do 1/2 7 - do 2/3 9 - nad 2/3 Obr. 8. Hloubka zářezů čepele ke střední žilce
1.3.6.	Rozetové listy - Délka/šířka (mm)		

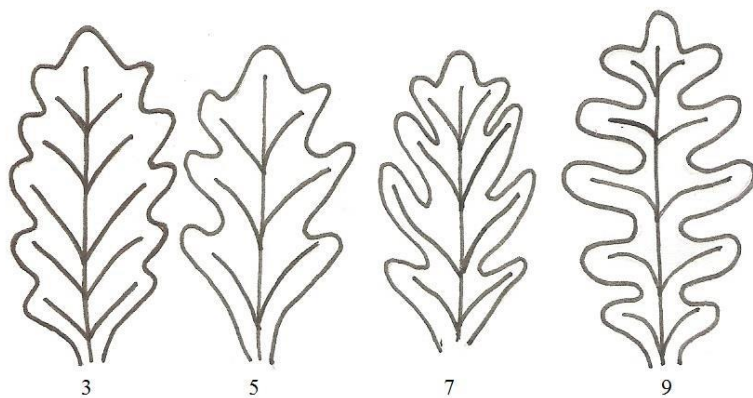
Tabulka 2. Přehled hodnocených znaků u stonkových listů (DOLEŽALOVÁ et al., 2002).
Převzato z bakalářské práce HANÁKOVÁ (2016).

Číslo znaku	Název znaku	Projev znaku a číselná hodnota	Specifikace
1.3.8.	List stonkový – apex (tvar vrcholu)	1 špičatý 2 zašpičatělý 3 zaokrouhlený 4 tupý 99 jiný	Obr. 7
1.3.7.	List stonkový – dělený – hloubka zářezů	0 nebylo zaznamenáno žádné dělení 3 peřenolaločný 5 peřenoklaný* 7 peřenodílný* 9 peřenosečný	3 - do 1/3 5 - do 1/2 7 - do 2/3 9 - přes 2/3 Obr. 8. Hloubka zářezů čepele ke střední žilce
1.3.2.	Stonkové listy - Délka/šířka (mm)		

* původní definice dělených listů (DOLEŽALOVÁ et al., 2002) opravena podle KUBÁT (2002)



Obrázek 11. Tvar apexu rozetových a stonkových listů. 1 – špičatý, 2 – zašpičatělý, 3 - zaokrouhlený, 4 – tupý (DOLEŽALOVÁ et al., 2002). Převzato z HANÁKOVÁ (2016).



Obrázek 12. Hloubka zářezů rozetových a stonkových listů. 3 – peřenolaločnatý, 5 – peřenoklaný*, 7 – peřenodílný*, 9 – peřenosečný (DOLEŽALOVÁ et al., 2002).
* původní definice dělených listů (DOLEŽALOVÁ et al., 2002) opravena podle KUBÁT (2002). Převzato z práce HANÁKOVÁ (2016).

Z posuzovaných morfologických znaků listů populací *L. serriola* z 50 sběrových lokalit byly hodnoceny pro rozetové listy: tvar apexu, hloubka zářezů listové čepele, přítomnost antokyanu, délka a šířka listů. A pro stonkové listy následující charakteristiky: tvar apexu, hloubka zářezů, délka a šířka listů. Kompletní data pro morfologické znaky jednotlivých rostlin jsou uložena na Oddělení fytopatologie a mikrobiologie Katedry botaniky PřF UP v Olomouci.

4.2. Zdroje klimatických a ekogeografických dat

Detailní data pro konkrétních 50 lokalit byla čerpána s využitím GPS souřadnic pro sběrové lokality z datových souborů dostupných na stránkách Worldclim2, ze kterých byly vybrány následující charakteristiky (Tabulka 3): průměrná roční teplota, minimální teplota nejchladnějšího měsíce, průměrná teplota nejchladnějšího čtvrtletí, průměrná teplota nejteplejšího čtvrtletí, roční srážky, srážky v měsíci s největším množstvím srážek, srážky nejteplejšího čtvrtletí, srážky nejchladnějšího čtvrtletí. Data pro zeměpisnou délku, zeměpisnou šířku a nadmořskou výšku byla získána z dostupných údajů z pasportních dat pro sběrové lokality (LEBEDA et al., 2007b). Pro lepší přehlednost a možnost srovnání jednotlivých zemí pak slouží Tabulka 4, kde jsou vypočteny průměrné hodnoty jednotlivých charakteristik.

Tabulka 3a. Klimatická a ekogeografická data pro 16 sběrových lokalit populací *L. serriola* z České republiky.

Číslo vzorku	Zeměpisná šířka	Zeměpisná délka	Nadmořská výška [m]	Orientace ke světovým stranám	Průměrný sklon svahu	Průměrná roční teplota [°C]	Minimální teplota nejchladnějšího měsíce [°C]	Průměrná teplota nejteplejšího čtvrtletí [°C]	Průměrná teplota nejchladnějšího čtvrtletí [°C]	Roční srážky [mm]	Srážky v měsíci s největším množstvím srážek [mm]	Srážky nejteplejšího čtvrtletí [mm]	Srážky nejchladnějšího čtvrtletí [mm]
CZ01	49,8872222	16,2822222	337,7099915	195,4539948	5,7428298	7,991666655	-7,699999809	16,73333327	-1,116666675	517	80	222	69
CZ02	49,9519444	16,2555556	306,7999878	222,1399994	3,35425	8,020833279	-7,5	16,76666641	-1,083333373	518	80	222	68
CZ03	50,1777778	16,1166667	292,1400146	264,5450134	1,75879	7,858333309	-7,400000095	16,5999999	-1,25000002	529	83	229	69
CZ04	50,4197222	15,8230556	289,9599915	337,3640137	1,92451	7,729166721	-8,399999619	16,70000013	-1,783333262	531	81	222	74
CZ05	50,3713889	15,5805556	294,1799927	174,3110046	1,21833	8,066666601	-7,400000095	16,86666632	-1,216666698	523	79	218	74
CZ06	50,5588889	14,2361111	253,2799988	195,7640076	5,71802	8,358333289	-7,400000095	17,3166666	-0,716666698	618	85	237	105
CZ07	50,2533333	14,6163889	170,6000061	63,2598	0,68141	8,875000005	-6,800000191	17,78333346	-0,066666762	513	77	214	71
CZ08	49,5813889	17,2805556	214,7400055	128,4179993	0,515841	8,933333304	-7,099999905	18,21666654	-0,549999952	580	88	243	80
CZ09	49,3597222	17,2977778	197,9400024	93,4179993	2,7251201	8,879166604	-7	17,89999994	-0,416666746	579	86	238	84
CZ10	49,1163889	17,5461111	192,1300049	252,1959991	2,6645999	8,887500005	-7,400000095	18,0666666	-0,566666643	618	88	245	94
CZ11	49,2608333	16,7311111	378,1099854	14,8289003	1,58786	7,891666649	-7	16,69999997	-1,049999992	542	82	214	85
CZ12	49,1194444	16,5975	223,5700073	143,3059998	3,3160601	9,224999949	-6,599999905	18,63333321	-0,283333302	495	76	197	74
CZ13	49,7625	16,9077778	286,9200134	345,5859985	2,13589	7,966666649	-7,400000095	16,8499999	-1,116666714	550	86	232	76
CZ14	49,7519444	16,6602778	354,2200012	349,401001	3,15394	7,679166669	-7,800000191	16,48333359	-1,333333373	548	86	232	76
CZ15	50,1463889	14,8247222	189,4700012	0	0,204407	8,954166589	-6,5	17,73333311	0,016666691	497	74	207	68
CZ16	49,9933333	14,84	404,3399963	327,3259888	0,90778	8,145833318	-6,900000095	17,08333333	-0,75	513	75	210	73

Tabulka 3b. Klimatická a ekogeografická data pro 16 sběrových lokalit populací *L. serriola* z Německa.

Číslo vzorku	Zeměpisná šířka	Zeměpisná délka	Nadmořská výška [m]	Orientace ke světovým stranám	Průměrný sklon svahu	Průměrná roční teplota [°C]	Minimální teplota nejchladnějšího měsíce [°C]	Průměrná teplota nejteplejšího čtvrtletí [°C]	Průměrná teplota nejchladnějšího čtvrtletí [°C]	Roční srážky [mm]	Srážky v měsíci s největším množstvím srážek [mm]	Srážky nejteplejšího čtvrtletí [mm]	Srážky nejchladnějšího čtvrtletí [mm]
D01	54,0719444	13,2061111	16,3799992	343,0400085	1,02711	8,170833235	-5,300000191	16,24999984	0,399999936	619	71	199	129
D02	53,3263889	12,5727778	78,2900009	89,6048965	1,01034	8,349999979	-6	16,73333327	0,199999988	584	68	181	135
D03	52,4180556	11,7369444	39,6399994	23,0202999	0,58802	9,229166627	-4,699999809	17,69999981	1,200000107	541	60	175	116
D04	51,8216667	11,2761111	108,4300003	14,3924999	2,0829999	9,191666643	-4,900000095	17,46666654	1,183333337	473	58	165	80
D05	51,2052778	10,7322222	299,8299866	90,5261002	1,26578	8,250000012	-5,800000191	16,46666667	0,200000008	663	75	202	145
D06	50,2	9,6213889	212,8999939	240,5449982	5,6687598	8,795833327	-5	17,03333314	0,933333397	807	85	206	220
D07	49,7519444	9,5022222	301,8900146	68,553299	4,2422299	8,816666717	-5,300000191	17,25000032	0,833333294	785	86	195	219
D08	48,9138889	8,7205556	341	6,8772998	2,73295	9,354166666	-4,300000191	17,48333343	1,583333313	926	93	242	227
D09	48,2886111	8,1902778	263,5100098	190,5639954	24,7933998	9,808333475	-3,900000095	17,78333362	2,133333301	1229	121	333	302
D10	47,6783333	7,6186111	289,6400146	273,4200134	8,9208603	10,05833325	-3,900000095	18,23333311	2,216666708	827	86	242	181
D11	51,7877778	6,3094444	15,8100004	219,0939941	0,67037	9,866666714	-2	16,81666676	3,333333353	712	70	192	170
D12	51,4669444	7,5952778	160,6699982	181,2290039	1,1917	9,42916669	-2,900000095	16,81666666	2,433333367	917	94	263	234
D13	50,7025	8,73	172,3699951	163,6100006	0,57622	8,983333362	-4,599999905	16,98333343	1,383333415	654	64	177	155
D14	49,7075	10,8836111	264,3299866	322,7070007	0,440866	8,800000084	-6	17,30000019	0,583333373	686	77	207	156
D15	49,2416667	12,2277778	412,0599976	308,4580078	1,23973	8,033333364	-6,900000095	16,85000006	-0,700000008	679	83	233	143
D16	48,3588889	13,3533333	316,6400146	47,4715996	0,457007	8,600000028	-6,699999809	17,46666654	-0,433333317	882	108	306	178

Tabulka 3c. Klimatická a ekogeografická data pro 8 sběrových lokalit populací *L. serriola* z Nizozemska.

Číslo vzorku	Zeměpisná šířka	Zeměpisná délka	Nadmořská výška [m]	Orientace ke světovým stranám	Průměrný sklon svahu	Průměrná roční teplota [°C]	Minimální teplota nejchladnějšího měsíce [°C]	Průměrná teplota nejteplejšího čtvrtletí [°C]	Průměrná teplota nejchladnějšího čtvrtletí [°C]	Roční srážky [mm]	Srážky v měsíci s největším množstvím srážek [mm]	Srážky nejteplejšího čtvrtletí [mm]	Srážky nejchladnějšího čtvrtletí [mm]
NL01	51,9972222	4,2302778	-0,7	40,0728989	1,14724	9,745833308	-1	16,45000013	3,299999992	836	97	199	197
NL02	51,7397222	3,8938889	2,97	113,651001	0,694775	10,10416663	0	16,56666644	3,950000001	744	84	197	177
NL03	52,3613889	5,1777778	-2,01	148,3249969	0,128281	9,545833374	-2,099999905	16,28333346	3,066666712	808	87	196	199
NL04	52,4886111	6,1163889	1,08	151,9490051	1,08161	9,37500006	-2,900000095	16,30000003	2,733333334	820	79	216	195
NL05	51,9419444	6,0802778	8,8800001	333,0759888	0,497577	9,770833393	-2,400000095	16,88333337	3,033333331	773	78	196	197
NL06	52,025	4,9027778	-0,52	119,9540024	0,632664	9,762499993	-2	16,58333333	3,233333349	797	83	199	195
NL07	51,8947222	5,4491667	6,73	7,0012698	0,933678	9,866666605	-1,899999976	16,71666654	3,349999964	787	76	199	193
NL08	50,845	5,7016667	49,6100006	203,3639984	3,1596401	10,3874999	-1,700000048	17,48333311	3,583333234	761	78	220	175

Tabulka 3d. Klimatická a ekogeografická data pro 10 sběrových lokalit populací *L. serriola* z Velké Británie.

Číslo vzorku	Zeměpisná šířka	Zeměpisná délka	Nadmořská výška [m]	Orientace ke světovým stranám	Průměrný sklon svahu	Průměrná roční teplota [°C]	Minimální teplota nejchladnějšího měsíce [°C]	Průměrná teplota nejteplejšího čtvrtletí [°C]	Průměrná teplota nejchladnějšího čtvrtletí [°C]	Roční srážky [mm]	Srážky v měsíci s největším množstvím srážek [mm]	Srážky nejteplejšího čtvrtletí [mm]	Srážky nejchladnějšího čtvrtletí [mm]
UK03	52,1213889	-0,4027778	26,3600006	333,2369995	0,902639	9,804166687	-0,899999976	16,08333333	4,250000089	591	55	149	144
UK04	52,2833333	-1,7761111	72,0500031	230,3630066	1,6162699	9,262500077	-1,399999976	15,10000006	4,01666675	667	65	168	175
UK05	52,5055556	-0,4280556	25,6299992	90	0,232278	9,62500001	-0,899999976	15,74999984	4,133333484	595	57	157	150
UK06	52,6436111	-0,2001667	3,5799999	190,6009979	0,883743	9,983333189	-0,5	16,01666657	4,499999836	571	55	150	141
UK07	52,5152778	0,1477778	1,5599999	103,3779984	0,833209	9,925000084	-0,699999988	15,9666667	4,466666788	561	53	148	130
UK08	52,2202778	-1,4933333	88,2399979	289,2099915	2,6031101	9,541666706	-1,200000048	15,6500001	4,149999996	623	59	159	157
UK09	52,2491667	-1,3797222	91,7600021	355,8439941	1,34587	9,491666789	-1,100000024	15,5333333	4,166666726	623	59	158	157
UK11	51,37	-2,4386111	98,2600021	349,848999	7,9226799	9,887499955	0,100000001	15,60000006	4,883333255	837	90	184	238
UK12	51,4475	-2,5805556	12,3000002	283,6619873	1,4650199	10,74166656	0,699999988	16,71666654	5,399999837	832	87	185	231
UK13	52,7	-1,0833333	56,7400017	329,2409973	0,667621	9,604166759	-0,899999976	15,75000016	4,183333407	612	58	159	154

Pro Tabulku 3a, 3b, 3c a Tabulku 3d byla zeměpisná délka, zeměpisná šířka a nadmořská výška získána z dostupných údajů z pasportních dat pro sběrové lokality (LEBEDA et al., 2007b), všechna ostatní data získána z webu Worldclim2 pro konkrétní GPS souřadnice (ANONYM, 2016).

Tabulka 4. Přehled průměrných hodnot charakteristik z 50 sběrových lokalit *lactuca serriola* L. v České republice (CZ), Německu (D), Nizozemsku (NL) a Velké Británii (UK).

Země	Zeměpisná šířka [° S]	Zeměpisná délka [° V]	Nadmořská výška [m]	Průměrná roční teplota [°C]	Minimální teplota nejchladnějšího měsíce [°C]	Průměrná teplota nejteplejšího čtvrtletí [°C]	Průměrná teplota nejchladnějšího čtvrtletí [°C]	Roční srážky [mm]	Srážky v měsíci s největším množstvím srážek [mm]	Srážky nejteplejšího čtvrtletí [mm]	Srážky nejchladnějšího čtvrtletí [mm]
CZ	49,86	16,01	274,13	8,34	-7,27	17,28	-0,83	541,94	81,63	223,88	77,5
D	50,56	10,14	205,84	8,98	-4,89	17,16	1,09	749	81,19	219,88	174,38
NL	51,91	5,19	8,26	9,82	-1,75	16,66	3,28	790,75	82,75	202,75	191
UK	52,21	1,16	47,65	9,79	-0,68	15,82	4,42	651,2	63,8	161,7	167,7

4.3. Statistické zpracování a vyhodnocení dat

Pro zpracování výchozích datových souborů byly zvoleny programy QGIS a STATISTICA.

4.3.1. Využití programu QGIS

Pro získání dat, která byla získána z WorldClim2 v podobě grafických souborů – map, byl využit program QGIS verze 3.4, který umožnil přesně zaznamenat požadovaná data do tabulky pro daných 50 lokalit, které byly stěžejní pro další zpracování a vyhodnocení. Sklonitost a orientace ke světovým stranám byly pak vypočteny ze získaných dat v programu QGIS 2.18, ArcGIS a ArcMAP 10.4 panem RNDr. Alešem Létalem (Katedra geografie, PřF Univerzity Palackého v Olomouci).

Sklon charakterizujeme následovně: rovinné plochy pro sklon 0–2°, mírně skloněné plochy pro sklon 2–5°, značně skloněné plochy 5–15°, příkře skloněné plochy 15–25°, velmi příkře skloněné plochy 25–35°, srázy se sklonem 35–55° a stěny se sklonem více než 55° (ANONYM, 2019n). Orientaci ke světovým stranám charakterizujeme rozdělením do 8 kvadrantů, kdy sever je 337,5°–22,5°, severovýchod 22,5°–67,5°, východ 67,5°–112,5°, jihovýchod 112,5°–157,5°, jih 157,5°–202,5°, jihozápad 202,5°–247,5°, západ 247,5°–292,5°, severozápad 292,5°–337,5° (Obrázek 8).



Obrázek 12. Orientace ke světovým stranám (převzato a upraveno z ANONYM (2019o)).

4.3.2. Využití programu STATISTICA

Pro statistické zpracování získaných a dostupných dat byl použit program STATISTICA verze 12, kdy byla provedena korelační analýza, zvláště pro stonkové a zvláště pro rozetové listy. K vyhodnocení při testování statistických hypotéz byl použit test nezávislosti založený na koeficientu korelace. K posouzení vlivu klimatických a ekogeografických podmínek bylo pak využito součtu absolutních hodnot korelačních koeficientů a k posouzení statisticky významného vlivu testu nezávislosti. Jak již bylo uvedeno výše, také v Tabulce 3, ke zkoumaným klimatickým a ekogeografickým charakteristikám patřily: zeměpisná šířka, zeměpisná délka, nadmořská výška, orientace ke světovým stranám, průměrný sklon svahu, průměrná roční teplota, minimální teplota nejchladnějšího měsíce, průměrná teplota nejteplejšího čtvrtletí, průměrná teplota nejchladnějšího čtvrtletí, roční srážky, srážky v měsíci s největším množstvím srážek, srážky nejteplejšího čtvrtletí a srážky nejchladnějšího čtvrtletí.

5. VÝSLEDKY

5.1. Morfologické znaky rozetových a stonkových listů u 50 populací lociky kompasové (*Lactuca serriola* L.) z České republiky, Německa, Nizozemska a Velké Británie

V této kapitole nejprve pro zachování kontextu uvedu stručný přehled výsledků, ke kterým jsem se dopracovala zpracováním dat pro morfologické znaky listů, jak jsou uvedeny v mé bakalářské práci HANÁKOVÁ (2016). S těmito daty budu dále pracovat.

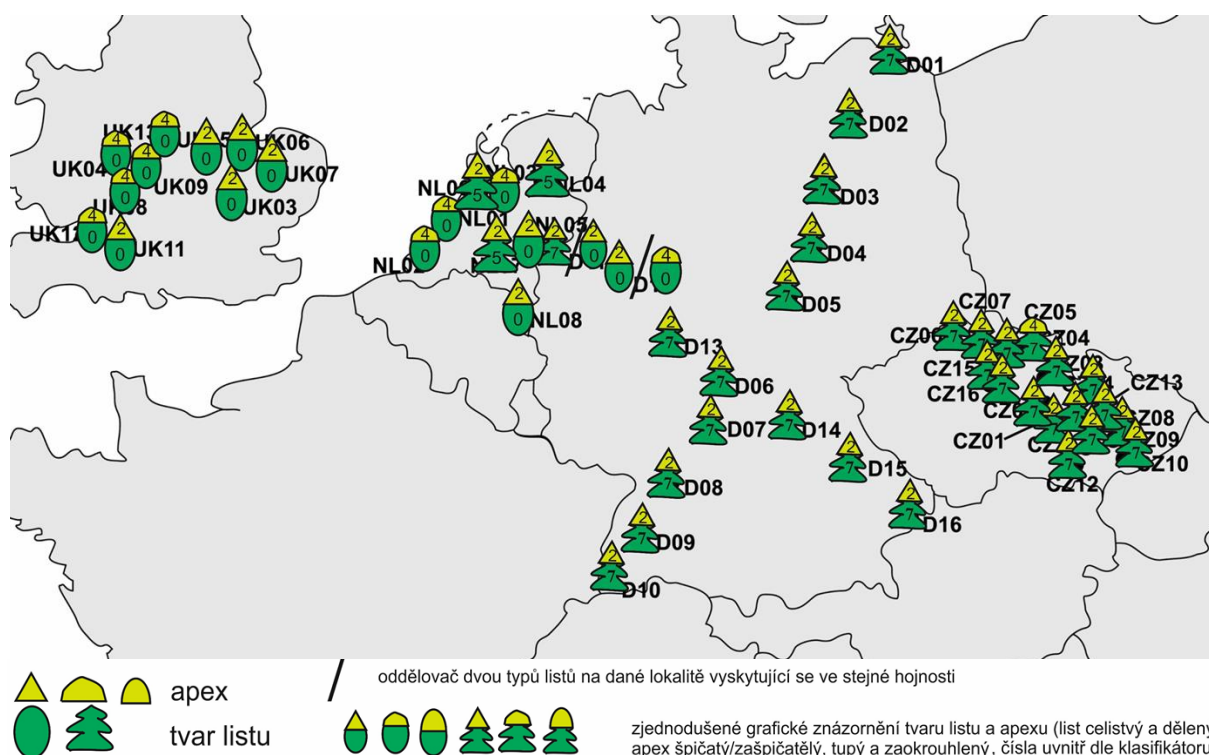
Procentuální zastoupení dělených a celistvých listů v jednotlivých zemích a jejich konkrétní podobu spolu s tvarem apexu zachycují Tabulka 5 a Tabulka 6. Geografická distribuce morfologie rozetových a stonkových listů pro jednotlivé lokality je uvedena na Obrázku 14 a 15.

Tabulka 5. Četnost výskytu rostlin *Lactuca serriola* s dělenými stonkovými a rozetovými listy a nedělenými (celistvými) stonkovými a rozetovými listy v České republice (CZ), Německu (D), Nizozemsku (NL) a Velké Británii (UK) (HANÁKOVÁ, 2016).

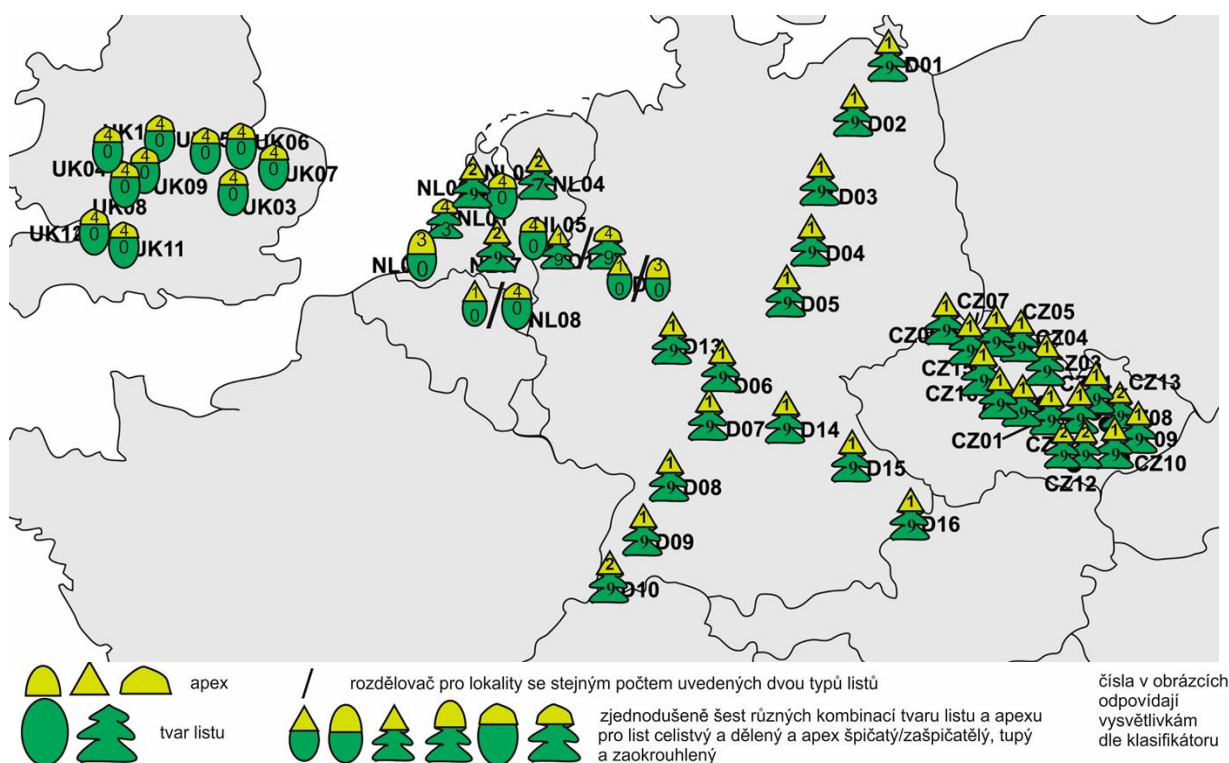
Země	<i>Lactuca serriola</i>			
	Dělené listy		Celistvé listy	
	Stonkové	Rozetové	Stonkové	Rozetové
CZ	100%	100%	0%	0%
D	95%	91%	5%	9%
NL	54%	46%	45%	54%
UK	3%	2%	97%	98%

Tabulka 6. Nejčastější fenotypový projev vybraných znaků rozetových a stonkových listů u 50 zkoumaných populací *Lactuca serriola* L. v České republice (CZ), Německu (D), Nizozemsku (NL) a Velké Británii (UK) (HANÁKOVÁ, 2016).

Znak/země	CZ	D	NL	UK
1.3.4. Tvar apexu rozetových listů	86% zašpičatělý	81% zašpičatělý	68 % zašpičatělý	58% zašpičatělý
1.3.3. Hloubka zářezů rozetových listů	94% peřenodílné	84% peřenodílné	54% nedělené	98% nedělené
1.3.8. Tvar apexu stonkových listů	73% špičatý	63% špičatý	38% zašpičatělý 29% tupý	82% tupý
1.3.7. Hloubka zářezů stonkových listů.	95% peřenosečné	83% peřenosečné	44% nedělené	95% nedělené



Obrázek 14. Nejčastější tvar listu spolu s tvarem apexu rozetových listů druhu *Lactuca serriola* na 50 lokalitách z České republiky, Německa, Nizozemska a Velké Británie. Tvar apexu: 1 – špičatý, 2 – zašpičatělý, 3 – zaokrouhlený, 4 – tupý. Hloubka zářezů převažující v dané lokalitě: 0 - nebylo zaznamenáno žádné dělení, 3 – peřenolaločný, 5 – peřenoklaný*, 7 – peřenodílný*, 9 – peřenosečný (klasifikátor podle DOLEŽALOVÁ et al., 2002; *KUBÁT, 2002; mapa převzata a upravena z LEBEDA et al., 2007a) (HANÁKOVÁ, 2016).



Obrázek 15. Tvar listu spolu s tvarem apexu pro stonkové listy druhu *Lactuca serriola* na 50 lokalitách z České republiky, Německa, Nizozemska a Velké Británie. Tvar apexu převažující na dané lokalitě: 1 – špičatý, 2 – zašpičatělý, 3 – zaokrouhlený, 4 – tupý. Hloubka zářezů převažující na dané lokalitě: 0 - nebylo zaznamenáno žádné dělení, 3 – peřenolaločný, 5 – peřenoklaný*, 7 – peřenodílný*, 9 – peřenosečný (podle DOLEŽALOVÁ et al., 2002; *KUBÁT, 2002; mapa převzata a upravena z LEBEDA et al., 2007a) (HANÁKOVÁ (2016).

Zatímco ve střední Evropě, kde převažuje vlhké kontinentální podnebí, jsou listy nejčastěji dělené, v Nizozemsku převažovaly dělené listy pouze u stonkových listů a pro rozetové listy již převažovaly listy celistvé. Ve Velké Británii, kde je podnebí oceánické, již převažovaly listy celistvé u obou typů listů. Pro oblasti s vlhkým kontinentálním podnebí (Česká republika, částečně Německo) byly typické hluboce dělené listy, kdežto v oceánickém podnebí (Nizozemsko, Velká Británie, část Německa) se listy dělené postupně vytrácely a převahu získaly listy nedělené (Tabulka 5).

U zkoumaného znaku délky a šířky listů, rozetové listy byly nejdelší a zároveň nejširší v Nizozemsku, poté následovalo Německo, Velká Británie a nejkratší a nejužší listy měly rostliny z České republiky. U stonkových listů byly hodnoty odlišné od rozetových listů. Nejdelší byly listy z Velké Británie, poté následovalo Nizozemsko, dále Německo a nakonec

Česká republika, zatímco šířka rostla opačným směrem, tedy nejdelší listy byly zároveň nejužší a nejkratší byly nejširší (HANÁKOVÁ, 2016).

5.2. Výsledky statistické analýzy dat v programu STATISTICA a testu nezávislosti založeném na koeficientu korelace

5.2.1. Rozetové listy

Tabulka 7 uvádí hodnoty korelací rozetových listů *L. serriola* spolu s klimatickými a ekogeografickými charakteristikami lokalit vycházející z testu nezávislosti založeném na koeficientu korelace. Z Tabulky 7 poté vychází Tabulka 8 a je zřejmé, že:

S rostoucí zeměpisnou šířkou, to znamená od jihu na sever, roste podíl rostlin s nedělenými listy, s tupým tvarem apexu, bez přítomnosti antokyanu a roste index délky a šířky rozetových listů, zatímco klesá podíl rostlin s peřenodílnými listy, se zašpičatělým tvarem apexu a klesá průměrná šířka listů.

S rostoucí zeměpisnou délkou, to znamená od západu na východ, roste podíl rostlin s peřenodílnými listy, se zašpičatělým apexem, s antokyanem na ploše listů difuzně a roste průměrná šířka listů. Naopak klesá počet rostlin s nedělenými listy, listy s tupým apexem, bez přítomnosti antokyanu a klesá index délky a šířky listů. Tento trend byl patrný na mapách, které jsem vytvořila v rámci své bakalářské práce. Současné výsledky statistických analýz uvedené souvislosti potvrzují.

Tyto závěry je však potřeba interpretovat odděleně, v rámci sledovaného území hrají roli klimatické a ekogeografické faktory.

S rostoucí nadmořskou výškou roste podíl rostlin s peřenodílnými listy, listy se zašpičatělým tvarem apexu a zvětšující se průměrnou šířkou listů, naopak klesá podíl nedělených rostlin, s tupým tvarem apexu, kdy klesá index délky a šířky listů.

S rostoucí průměrnou roční teplotou roste podíl rostlin s nedělenými listy, rostlin s tupým tvarem apexu a rostoucím indexem délky a šířky listů. Klesá přitom podíl rostlin s peřenodílnými listy, se zašpičatělým tvarem apexu a klesající průměrnou šířkou listů.

S rostoucí minimální teplotou nejchladnějšího měsíce roste podíl rostlin s nedělenými listy, s tupým tvarem apexu, v jejichž listech nebyl přítomen antokyan, kdy roste index délky a

šířky listů. Zároveň klesá podíl rostlin s peřenodílnými listy, se zašpičatělým tvarem apexu, s antokyanem na žilkách a zmenšuje se průměrná šířka listů.

S rostoucí průměrnou teplotou nejteplejšího čtvrtletí roste podíl rostlin s peřenodílnými listy, se zašpičatělým tvarem apexu, s antokyanem na žilkách a zvětšuje se průměrná šířka listů. Naopak s rostoucí minimální teplotou nejchladnějšího měsíce klesá počet rostlin s nedělenými listy, s tupým tvarem apexu listů, bez přítomnosti antokyanu, zmenšuje se index délky a šířky listů.

S rostoucí průměrnou teplotou nejchladnějšího čtvrtletí roste podíl rostlin s nedělenými listy, s tupým tvarem apexu, bez přítomnosti antokyanu, s rostoucím indexem délky a šířky listů. Naopak klesá podíl rostlin s peřenodílnými listy, se zašpičatělým tvarem apexu, s antokyanem na ploše listů difuzně a zmenšuje se průměrná šířka listů.

S rostoucími ročními srážkami roste index délky a šířky rozetových listů a klesá podíl rostlin s peřenodílnými listy a se zašpičatělým tvarem apexu.

S rostoucími srážkami v měsíci s největším množstvím srážek klesá podíl rostlin s nedělenými rozetovými listy.

S rostoucími srážkami nejteplejšího čtvrtletí roste podíl rostlin s peřenodílnými listy a zvětšuje se průměrná šířka listů a naopak klesá podíl rostlin s nedělenými listy a zmenšuje se index délky a šířky listů.

S rostoucími srážkami nejchladnějšího čtvrtletí roste podíl rostlin s nedělenými listy, s tupým tvarem apexu a zvětšuje se index délky a šířky rozetových listů. Naopak klesá podíl rostlin s peřenodílnými listy a zmenšuje se průměrná šířka listů.

Míra závislosti jednotlivých charakteristik je dána korelačním koeficientem, čím více se blíží 1, tím je závislost větší, naopak čím je blíže 0, tím je závislost menší (viz Tabulka absolutních korelací pro rozetové listy Tabulka 9 a Graf 1).

Tabulka 7. Hodnoty korelací rozetových listů *L. serriola* z 50 lokalit z České republiky, Německa, Nizozemska a Velké Británie spolu s klimatickými a ekogeografickými charakteristikami lokalit vycházející z testu nezávislosti založeném na koeficientu korelace.

Proměnná	Zašpičatělý tvar apexu rozetových listů <i>L. serriola</i>	Tupý tvar apexu rozetových listů <i>L. serriola</i>	Nebylo zaznamenáno žádné dělení rozetových listů <i>L. serriola</i>	Peřenoklané rozetové listy <i>L. serriola</i>	Peřenodilné listy <i>L. serriola</i>	Nebyl přítomen antokyan	Antokyan na žilkách	Průměrná délka rozetových listů [mm]	Průměrná šířka rozetových listů [mm]	Index délky a šířky
Zeměpisná šířka	-0,31	0,31	0,55	0,17	-0,62	0,34	-0,26	-0,12	-0,53	0,41
Zeměpisná délka	0,53	-0,53	-0,88	-0,07	0,85	-0,37	0,34	-0,28	0,8	-0,82
Nadmořská výška [m]	0,31	-0,31	-0,67	-0,24	0,74	-0,26	0,17	-0,04	0,61	-0,55
Orientace ke světovým stranám	-0,16	0,17	0,21	-0,22	-0,11	0,18	-0,21	-0,15	-0,13	0,08
Průměrný sklon svahu	-0,09	0,03	-0,04	-0,14	0,12	0	-0,09	-0,02	0,13	-0,13
Průměrná roční teplota [°C]	-0,35	0,34	0,7	0,13	-0,69	0,17	-0,14	0,28	-0,62	0,65
Minimální teplota nejchladnějšího měsíce [°C]	-0,5	0,5	0,88	0,12	-0,88	0,36	-0,31	0,26	-0,79	0,8

Tabulka 7 - pokračování. Hodnoty korelací rozetových listů *L. serriola* z 50 lokalit z České republiky, Německa, Nizozemska a Velké Británie spolu s klimatickými a ekogeografickými charakteristikami lokalit vycházející z testu nezávislosti založeném na koeficientu korelace.

Proměnná	Zašpičatělý tvar apexu rozetových listů <i>L. serriola</i>	Tupý tvar apexu rozetových listů <i>L. serriola</i>	Nebylo zaznamenáno žádné dělení rozetových listů <i>L. serriola</i>	Peřenoklané rozetové listy <i>L. serriola</i>	Peřenodílné listy <i>L. serriola</i>	Nebyl přítomen antokyan	Antokyan na žilkách	Průměrná délka rozetových listů [mm]	Průměrná šířka rozetových listů [mm]	Index délky a šířky
Průměrná teplota nejteplejšího čtvrtletí [°C]	0,43	-0,45	-0,64	-0,08	0,68	-0,49	0,44	-0,1	0,59	-0,57
Průměrná teplota nejchladnějšího čtvrtletí [°C]	-0,47	0,47	0,86	0,12	-0,86	0,34	-0,3	0,27	-0,77	0,79
Roční srážky [mm]	-0,28	0,24	0,23	0,19	-0,29	0,05	-0,12	0,23	-0,23	0,29
Srážky v měsíci s největším množstvím srážek [mm]	0	-0,03	-0,29	0,04	0,26	-0,18	0,09	0,04	0,25	-0,2
Srážky nejteplejšího čtvrtletí [mm]	0,2	-0,23	-0,5	0	0,47	-0,26	0,15	0,02	0,43	-0,38

Tabulka 7 - pokračování. Hodnoty korelací rozetových listů *L. serriola* z 50 lokalit z České republiky, Německa, Nizozemska a Velké Británie spolu s klimatickými a ekogeografickými charakteristikami lokalit vycházející z testu nezávislosti založeném na koeficientu korelace.

Proměnná	Zašpičatělý tvar apexu rozetových listů <i>L. serriola</i>	Tupý tvar apexu rozetových listů <i>L. serriola</i>	Nebylo zaznamenáno žádné dělení rozetových listů <i>L. serriola</i>	Peřenoklané rozetové listy <i>L. serriola</i>	Peřenodílné listy <i>L. serriola</i>	Nebyl přítomen antokyan	Antokyan na žilkách	Průměrná délka rozetových listů [mm]	Průměrná šířka rozetových listů [mm]	Index délky a šířky
Srážky nejchladnějšího čtvrtletí [mm]	-0,38	0,35	0,45	0,17	-0,49	0,16	-0,2	0,23	-0,44	0,47

Tabulka 8. Posouzení závislosti charakteristik rozetových listů *L. serriola* z 50 lokalit z České republiky, Německa, Nizozemska a Velké Británie spolu s klimatickými a ekogeografickými charakteristikami lokalit vycházející z testu nezávislosti založeném na koeficientu korelace.

Proměnná	Zašpičatělý tvar apexu rozetových listů <i>L. serriola</i>	Tupý tvar apexu rozetových listů <i>L. serriola</i>	Nebylo zaznamenáno žádné dělení rozetových listů <i>L. serriola</i>	Peřenoklané rozetové listy <i>L. serriola</i>	Peřenodílné listy <i>L. serriola</i>	Nebyl přítomen antokyan	Antokyan na žilkách	Průměrná délka rozetových listů [mm]	Průměrná šířka rozetových listů [mm]	Index délky a šířky
Zeměpisná šířka ↑	↓	↓	↑	n.s.v.	↓	↑	n.s.v.	n.s.v.	↓	↑
Zeměpisná délka ↑	↑	↓	↓	n.s.v.	↑	↓	↑	n.s.v.	↑	↓
Nadmožská výška [m] ↑	↑	↓	↓	n.s.v.	↑	n.s.v.	n.s.v.	n.s.v.	↑	↓
Orientace ke světovým stranám ↑	n.s.v.	n.s.v.	n.s.v.	n.s.v.	n.s.v.	n.s.v.	n.s.v.	n.s.v.	n.s.v.	n.s.v.
Průměrný sklon svahu ↑	n.s.v.	n.s.v.	n.s.v.	n.s.v.	n.s.v.	n.s.v.	n.s.v.	n.s.v.	n.s.v.	n.s.v.
Průměrná roční teplota [°C] ↑	↓	↑	↑	n.s.v.	↓	n.s.v.	n.s.v.	↑	↓	↑
Minimální teplota nejméně chladnějšího měsíce [°C] ↑	↓	↑	↑	n.s.v.	↓	↑	↓	n.s.v.	↓	↑

Tabulka 8 - pokračování. Posouzení závislosti charakteristik rozetových listů *L. serriola* z 50 lokalit z České republiky, Německa, Nizozemska a Velké Británie spolu s klimatickými a ekogeografickými charakteristikami lokalit vycházející z testu nezávislosti založeném na koeficientu korelace.

Proměnná	Zašpicatělý tvar apexu rozetových listů <i>L. serriola</i>	Tupý tvar apexu rozetových listů <i>L. serriola</i>	Nebylo zaznamenáno žádné dělení rozetových listů <i>L. serriola</i>	Peřenoklané rozetové listy <i>L. serriola</i>	Peřenodílné listy <i>L. serriola</i>	Nebyl přítomen antokyan	Antokyan na žilkách	Průměrná délka rozetových listů [mm]	Průměrná šířka rozetových listů [mm]	Index délky a šířky
Průměrná teplota nejteplejšího čtvrtletí [°C] ↑	↑	↓	↓	n.s.v.	↑	↓	↑	n.s.v.	↑	↓
Průměrná teplota nejchladnějšího čtvrtletí [°C] ↑	↓	↑	↑	n.s.v.	↓	↑	↓	n.s.v.	↓	↑
Roční srážky [mm] ↑	↓	n.s.v.	n.s.v.	n.s.v.	↓	n.s.v.	n.s.v.	n.s.v.	n.s.v.	↑
Srážky v měsíci s největším množstvím srážek [mm] ↑	n.s.v.	n.s.v.	↓	n.s.v.	n.s.v.	n.s.v.	n.s.v.	n.s.v.	n.s.v.	n.s.v.

Tabulka 8 - pokračování. Posouzení závislosti charakteristik rozetových listů *L. serriola* z 50 lokalit z České republiky, Německa, Nizozemska a Velké Británie spolu s klimatickými a ekogeografickými charakteristikami lokalit vycházející z testu nezávislosti založeném na koeficientu korelace.

Proměnná	Zašpičatělý tvar apexu rozetových listů <i>L. serriola</i>	Tupý tvar apexu rozetových listů <i>L. serriola</i>	Nebylo zaznamenáno žádné dělení rozetových listů <i>L. serriola</i>	Peřenoklané rozetové listy <i>L. serriola</i>	Peřenodílné listy <i>L. serriola</i>	Nebyl přítomen antokyan	Antokyan na žilkách	Průměrná délka rozetových listů [mm]	Průměrná šířka rozetových listů [mm]	Index délky a šířky
Srážky nejteplejšího čtvrtletí [mm] ↑	n.s.v.	n.s.v.	↓	n.s.v.	↑	n.s.v.	n.s.v.	n.s.v.	↑	↓
Srážky nejchladnějšího čtvrtletí [mm] ↑	↓	↑	↑	n.s.v.	↓	n.s.v.	n.s.v.	n.s.v.	↓	↑

↑ = proměnná roste, ↓ = proměnná klesá, n.s.v. = daná charakteristika není statisticky významná na hladině významnosti 0,05

Pokud bylo vyhodnoceno $p > 0,05$ na hladině významnosti 0,05, kde p označuje chybu prvního druhu, tzv. p -hodnotu, je v tabulce zaznačeno zkráceně jako n.s.v. Poznámka: p -hodnota není již v tabulkách uváděna kvůli přehlednosti výsledků, již vyhodnocená skutečnost je proto označena zkratkou n.s.v. (= není statisticky významný).

Tabulka 9. Absolutní hodnoty korelací rozetových listů *L. serriola* z 50 lokalit z České republiky, Německa, Nizozemska a Velké Británie spolu s klimatickými a ekogeografickými charakteristikami lokalit vycházející z testu nezávislosti založeném na koeficientu korelace.

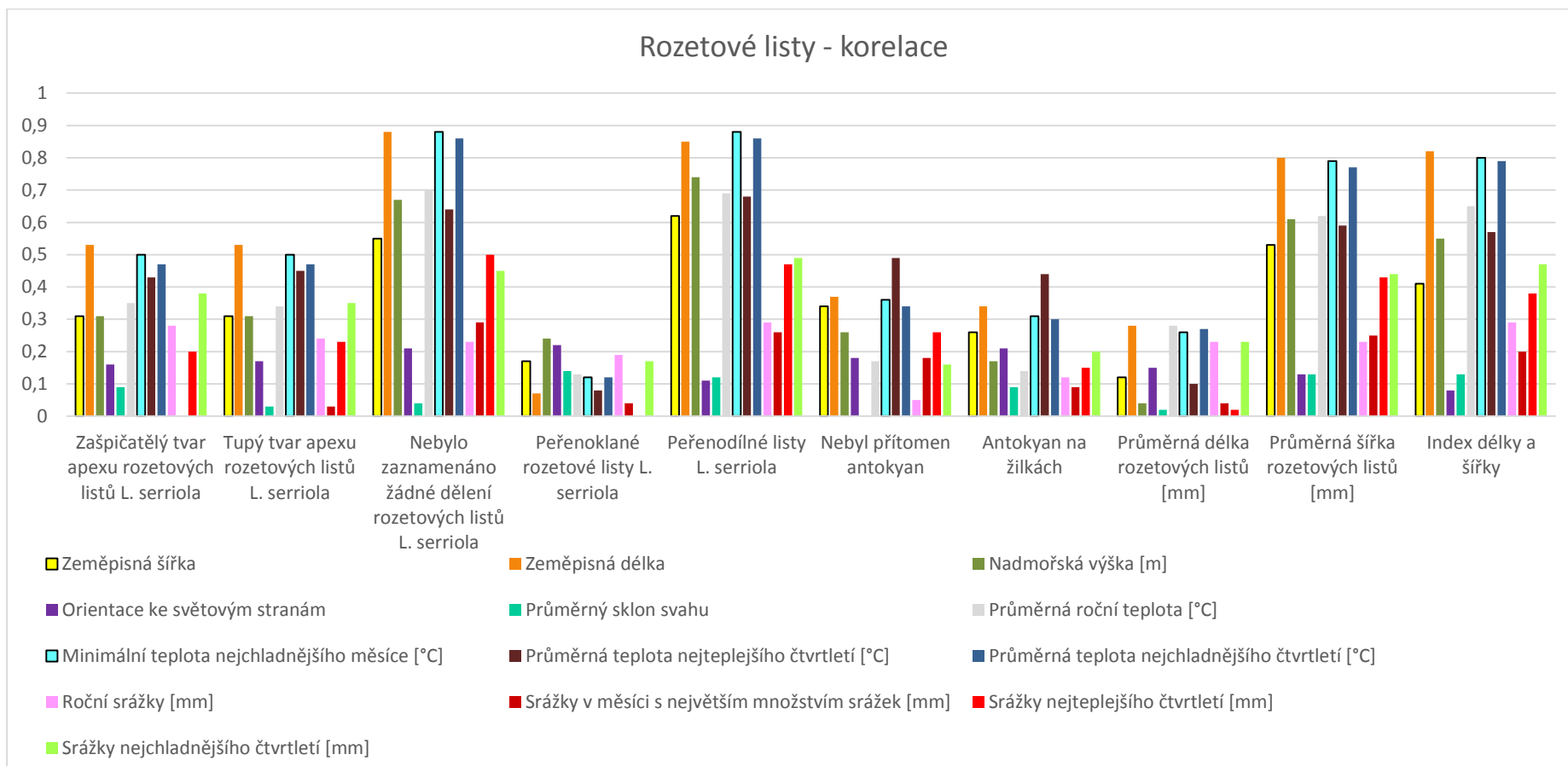
Proměnná	Zašpičatělý tvar apexu rozetových listů <i>L. serriola</i>	Tupý tvar apexu rozetových listů <i>L. serriola</i>	Nebylo zaznamenáno žádné dělení rozetových listů <i>L. serriola</i>	Peřenoklané rozetové listy <i>L. serriola</i>	Peřenodílné listy <i>L. serriola</i>	Nebyl přítomen antokyan	Antokyan na žilkách	Průměrná délka rozetových listů [mm]	Průměrná šířka rozetových listů [mm]	Index délky a šířky
Zeměpisná šířka	0,31	0,31	0,55	0,17	0,62	0,34	0,26	0,12	0,53	0,41
Zeměpisná délka	0,53	0,53	0,88	0,07	0,85	0,37	0,34	0,28	0,8	0,82
Nadmořská výška [m]	0,31	0,31	0,67	0,24	0,74	0,26	0,17	0,04	0,61	0,55
Orientace ke světovým stranám	0,16	0,17	0,21	0,22	0,11	0,18	0,21	0,15	0,13	0,08
Průměrný sklon svahu	0,09	0,03	0,04	0,14	0,12	0	0,09	0,02	0,13	0,13
Průměrná roční teplota [°C]	0,35	0,34	0,7	0,13	0,69	0,17	0,14	0,28	0,62	0,65

Tabulka 9 - pokračování. Absolutní hodnoty korelací rozetových listů *L. serriola* z 50 lokalit z České republiky, Německa, Nizozemska a Velké Británie spolu s klimatickými a ekogeografickými charakteristikami lokalit vycházející z testu nezávislosti založeném na koeficientu korelace.

Proměnná	Zašpičatělý tvar apexu rozetových listů <i>L. serriola</i>	Tupý tvar apexu rozetových listů <i>L. serriola</i>	Nebylo zaznamenáno žádné dělení rozetových listů <i>L. serriola</i>	Peřenoklané rozetové listy <i>L. serriola</i>	Peřenodílné listy <i>L. serriola</i>	Nebyl přítomen antokyan	Antokyan na žilkách	Průměrná délka rozetových listů [mm]	Průměrná šířka rozetových listů [mm]	Index délky a šířky
Minimální teplota nejchladnějšího měsíce [°C]	0,5	0,5	0,88	0,12	0,88	0,36	0,31	0,26	0,79	0,8
Průměrná teplota nejteplejšího čtvrtletí [°C]	0,43	0,45	0,64	0,08	0,68	0,49	0,44	0,1	0,59	0,57
Průměrná teplota nejchladnějšího čtvrtletí [°C]	0,47	0,47	0,86	0,12	0,86	0,34	0,3	0,27	0,77	0,79
Roční srážky [mm]	0,28	0,24	0,23	0,19	0,29	0,05	0,12	0,23	0,23	0,29

Tabulka 9 - pokračování. Absolutní hodnoty korelací rozetových listů *L. serriola* z 50 lokalit z České republiky, Německa, Nizozemska a Velké Británie spolu s klimatickými a ekogeografickými charakteristikami lokalit vycházející z testu nezávislosti založeném na koeficientu korelace.

Proměnná	Zašpičatělý tvar apexu rozetových listů <i>L. serriola</i>	Tupý tvar apexu rozetových listů <i>L. serriola</i>	Nebylo zaznamenáno žádné dělení rozetových listů <i>L. serriola</i>	Peřenoklané rozetové listy <i>L. serriola</i>	Peřenodílné listy <i>L. serriola</i>	Nebyl přítomen antokyan	Antokyan na žilkách	Průměrná délka rozetových listů [mm]	Průměrná šířka rozetových listů [mm]	Index délky a šířky
Srážky v měsíci s největším množstvím srážek [mm]	0	0,03	0,29	0,04	0,26	0,18	0,09	0,04	0,25	0,2
Srážky nejteplejšího čtvrtletí [mm]	0,2	0,23	0,5	0	0,47	0,26	0,15	0,02	0,43	0,38
Srážky nejchladnějšího čtvrtletí [mm]	0,38	0,35	0,45	0,17	0,49	0,16	0,2	0,23	0,44	0,47



Graf 1. (Pro Tabulku 9). Absolutní hodnoty korelací rozetových listů *L. serriola* z 50 lokalit z České republiky, Německa, Nizozemska a Velké Británie spolu s klimatickými a ekogeografickými charakteristikami lokalit vycházející z testu nezávislosti založeném na koeficientu korelace.

Hodnoty korelačních koeficientů zkoumaných klimatických a ekogeografických charakteristik pro rozetové listy jsou uvedeny v Tabulce 7. Z této tabulky vychází Tabulka 9 a Graf 1 - Absolutní hodnoty korelací morfologických parametrů rozetových listů *L. serriola* s klimatickými a ekogeografickými charakteristikami lokalit. Korelační koeficient absolutních hodnot nabývá hodnot od 0 do 1, přičemž závislost veličin sílí, čím více se hodnota blíží 1 a naopak čím více se blíží k 0, tím více slábne. Absolutní hodnoty korelačních koeficientů jsou pro rozetové listy uvedeny v Tabulce 9. Zda se jednalo o pozitivní či negativní korelaci jsem znázornila šipkami v Tabulce 8 pro pro statisticky významné korelace.

Z Tabulky 9 je zřejmé, že nejsilněji s nedělenými listy korelovala zeměpisná délka a minimální teplota nejchladnějšího měsíce a velmi silná korelace byla také mezi nedělenými listy a průměrnou teplotou nejchladnějšího čtvrtletí. Naopak nejslabší korelace byla mezi nedělenými listy a průměrným sklonem svahu, poté pak mezi nedělenými listy a orientací ke světovým stranám.

Velmi silná korelace je zřejmá také mezi peřenodílnými listy a minimální teplotou nejchladnějšího měsíce, mezi peřenodílnými listy a minimální teplotou nejchladnějšího čtvrtletí a mezi peřenodílnými listy a zeměpisnou délkou. Naopak velmi slabě s peřenodílnými listy korelovala orientace ke světovým stranám a průměrný sklon svahu.

Průměrná šířka listu silně korelovala se zeměpisnou délkou a naopak velmi slabá korelace byla mezi průměrnou šířkou listu a orientací ke světovým stranám a mezi průměrnou šířkou listu a průměrným sklonem svahu.

Velmi silnou korelaci lze vyčíst také mezi indexem délky a šířky listu a zeměpisnou délkou, dále pak mezi indexem délky a šířky listu a minimální teplotou nejchladnějšího měsíce. Nejslabší korelace pro index délky a šířky listu a je opět spolu s orientací ke světovým stranám.

Z Tabulky 8 (popřípadě také z Tabulky 7) lze nyní dohledat, zda byly tyto korelace pozitivní či negativní. Například pokud vezmeme korelaci mezi nedělenými listy a zeměpisnou délkou, lze snadno dle šipek dohledat, že spolu s rostoucí zeměpisnou délkou klesá podíl rostlin s nedělenými rozetovými listy.

Další souvislosti vycházející z výše uvedených tabulek pro rozetové listy jsou vypsány na začátku kapitoly 5.2.1.

5.2.2. Stonkové listy

Tabulka 10 znázorňuje hodnoty korelací stonkových listů *L. serriola* z 50 lokalit z České republiky, Německa, Nizozemska a Velké Británie spolu s klimatickými a ekogeografickými charakteristikami lokalit vycházející z Testu nezávislosti založeném na koeficientu korelace.

Tabulka 11 vychází z Tabulky 10 a lze z ní vyvodit, že:

S rostoucí zeměpisnou šířkou, to znamená od jihu na sever, roste podíl rostlin s nedělenými listy, s tupým a se zaokrouhleným tvarem apexu. S rostoucí zeměpisnou šířkou naopak klesá podíl rostlin s peřenoklanými listy a se špičatým tvarem apexu.

S rostoucí zeměpisnou délkou, to znamená od západu na východ, roste podíl rostlin se špičatým tvarem apexu a klesá podíl rostlin s nedělenými listy a s tupým tvarem apexu. Ke stejnému závěru jsem dospěla také ve své bakalářské práci, statistické výsledky doplňují vizualizaci na mapách, zde v diplomové práci je jedna z těchto map na Obrázku 15.

Tyto závěry je však potřeba interpretovat odděleně, v rámci sledovaného území hrají roli klimatické a ekogeografické faktory.

S rostoucí nadmořskou výškou roste podíl rostlin s peřenoklanými listy a se špičatým tvarem apexu, zatímco klesá podíl rostlin s nedělenými listy, s tupým a se zaokrouhleným tvarem apexu.

S rostoucí hodnotou orientace ke světovým stranám klesá podíl rostlin se zašpičatělým tvarem apexu.

S rostoucím průměrným sklonem svahu roste průměrná délka stonkových listů a zvětšuje se index délky a šířky stonkových listů.

S rostoucí průměrnou roční teplotou roste podíl rostlin s nedělenými listy, s tupým a zaokrouhleným tvarem apexu, zvětšuje se průměrná délka a šířka listů. Naopak klesá podíl rostlin se špičatým tvarem apexu stonkových listů.

S rostoucí minimální teplotou nejchladnějšího měsíce roste podíl rostlin s nedělenými listy, s tupých a se zaokrouhleným tvarem apexu stonkových listů a naopak klesá podíl rostlin se špičatým tvarem apexu stonkových listů.

S rostoucí průměrnou teplotou nejteplejšího čtvrtletí roste podíl rostlin se špičatým a zašpičatělým tvarem apexu stonkových listů a naopak klesá podíl rostlin s nedělenými listy, s tupým a zaokrouhleným tvarem apexu.

S rostoucí průměrnou teplotou nejhladnějšího čtvrtletí roste podíl rostlin s nedělenými stonkovými listy, s tupým a zaokrouhleným tvarem apexu. Naopak klesá podíl rostlin se špičatým tvarem apexu.

S rostoucími ročními srážkami roste podíl rostlin s peřenoklanými a peřenolaločnými stonkovými listy, se zaokrouhleným tvarem apexu a zvětšuje se průměrná délka a šířka listů a zároveň také index délky a šířky listů. Naopak s rostoucími ročními srážkami klesá podíl rostlin se špičatým tvarem apexu.

S rostoucími srážkami v měsíci s největším množstvím srážek roste podíl rostlin s peřenoklanými stonkovými listy a zvětšuje se průměrná šířka listů, zatímco klesá podíl rostlin s nedělenými listy, s tupým tvarem apexu.

S rostoucími srážkami nejteplejšího čtvrtletí roste podíl rostlin s peřenoklanými stonkovými listy, se špičatým tvarem apexu a zvětšuje se i průměrná šířka listů. Naopak klesá podíl rostlin s nedělenými stonkovými listy a s tupým tvarem apexu.

S rostoucími srážkami nejhladnějšího čtvrtletí roste podíl rostlin s nedělenými stonkovými listy, s tupým a se zaokrouhleným tvarem apexu a zvětšuje se průměrná délka i šířka listů. Naopak klesá podíl rostlin se špičatým tvarem apexu.

Stejně jako u rozetových listů, míru závislosti jednotlivých charakteristik listů spolu s ekogeografickými charakteristikami je znázorněna v Tabulce 12 a Grafu 2. Míra závislosti se zvětšuje, čím více se absolutní hodnota korelačního koeficientu blíží 1, a naopak se zmenšuje, čím více se korelační koeficient blíží 0.

Tabulka10. Hodnoty korelací stonkových listů *L. serriola* z 50 lokalit z České republiky, Německa, Nizozemska a Velké Británie spolu s klimatickými a ekogeografickými charakteristikami lokalit vycházející z testu nezávislosti založeném na koeficientu korelace

Proměnná	Špičatý tvar apexu stonkových listů <i>L. serriola</i>	Zašpičatělý tvar apexu rozetových listů <i>L. serriola</i>	Zaokrouhlený tvar apexu stonkových listů <i>L. serriola</i>	Tupý tvar apexu stonkových listů <i>L. serriola</i>	Nebylo zaznamenáno žádné dělení stonkových listů <i>L. serriola</i>	Peřenolaločné stonkové listy <i>L. serriola</i>	Peřenoklané stonkové listy <i>L. serriola</i>	Peřenodílné stonkové listy <i>L. serriola</i>	Průměrná délka stonkových listů <i>L. serriola</i> [mm]	Průměrná šířka stonkových listů <i>L. serriola</i> [mm]	Index délky a šířky stonkových listů <i>L. serriola</i>
Zeměpisná šířka	-0,45	-0,27	0,34	0,56	0,54	0,13	-0,35	0,03	-0,28	-0,16	-0,17
Zeměpisná délka	0,81	0,25	-0,55	-0,87	-0,87	-0,15	0,18	-0,01	-0,18	-0,13	-0,07
Nadmořská výška [m]	0,7	0,1	-0,51	-0,62	-0,62	-0,25	0,31	-0,1	-0,03	-0,1	0,04
Orientace ke světovým stranám	0,01	-0,36	0,01	0,28	0,25	-0,13	-0,19	-0,2	-0,18	-0,11	-0,22
Průměrný sklon svahu	0,05	0,06	0	-0,1	-0,07	-0,02	0,27	-0,11	0,39	0,19	0,32
Průměrná roční teplota [°C]	-0,8	0,01	0,58	0,63	0,66	0,26	-0,14	0,06	0,4	0,3	0,2
Minimální teplota nejchladnějšího měsíce [°C]	-0,86	-0,19	0,66	0,82	0,84	0,26	-0,22	0,02	0,23	0,17	0,09

Tabulka 10 - pokračování. Hodnoty korelací stonkových listů *L. serriola* z 50 lokalit z České republiky, Německa, Nizozemska a Velké Británie spolu s klimatickými a ekogeografickými charakteristikami lokalit vycházející z testu nezávislosti založeném na koeficientu korelace

Proměnná	Špičatý tvar apexu stonkových listů <i>L. serriola</i>	Zašpičatělý tvar apexu rozetových listů <i>L. serriola</i>	Zaokrouhlený tvar apexu stonkových listů <i>L. serriola</i>	Tupý tvar apexu stonkových listů <i>L. serriola</i>	Nebylo zaznamenáno žádné dělení stonkových listů <i>L. serriola</i>	Peřenolaločné stonkové listy <i>L. serriola</i>	Peřenoklané stonkové listy <i>L. serriola</i>	Peřenodílné stonkové listy <i>L. serriola</i>	Průměrná délka stonkových listů <i>L. serriola</i> [mm]	Průměrná šířka stonkových listů <i>L. serriola</i> [mm]	Index délky a šířky stonkových listů <i>L. serriola</i>
Průměrná teplota nejteplejšího čtvrtletí [°C]	0,43	0,43	-0,33	-0,68	-0,66	-0,04	0,2	0,02	0,18	0,1	0,18
Průměrná teplota nejchladnějšího čtvrtletí [°C]	-0,86	-0,18	0,61	0,83	0,84	0,22	-0,22	0,03	0,25	0,2	0,1
Roční srážky [mm]	-0,3	0,1	0,43	0,08	0,16	0,29	0,29	0,26	0,55	0,38	0,29
Srážky v měsíci s největším množstvím srážek [mm]	0,25	0,17	0,15	-0,47	-0,37	0,2	0,43	0,17	0,33	0,2	0,2

Tabulka 10 - pokračování. Hodnoty korelací stonkových listů *L. serriola* z 50 lokalit z České republiky, Německa, Nizozemska a Velké Británie spolu s klimatickými a ekogeografickými charakteristikami lokalit vycházející z testu nezávislosti založeném na koeficientu korelace

Proměnná	Špičatý tvar apexu stonkových listů <i>L. serriola</i>	Zašpičatělý tvar apexu rozetových listů <i>L. serriola</i>	Zaokrouhlený tvar apexu stonkových listů <i>L. serriola</i>	Tupý tvar apexu stonkových listů <i>L. serriola</i>	Nebylo zaznamenáno žádné dělení stonkových listů <i>L. serriola</i>	Peřenolaločné stonkové listy <i>L. serriola</i>	Peřenoklané stonkové listy <i>L. serriola</i>	Peřenodílné stonkové listy <i>L. serriola</i>	Průměrná délka stonkových listů <i>L. serriola</i> [mm]	Průměrná šířka stonkových listů <i>L. serriola</i> [mm]	Index délky a šířky stonkových listů <i>L. serriola</i>
Srážky nejteplejšího čtvrtletí [mm]	0,45	0,22	-0,12	-0,6	-0,53	0,07	0,52	0,18	0,31	0,21	0,17
Srážky nejchladnějšího čtvrtletí [mm]	-0,48	-0,01	0,5	0,34	0,39	0,26	0,11	0,19	0,45	0,3	0,25

Tabulka 11. Posouzení závislosti charakteristik stonkových listů *L. serriola* z 50 lokalit z České republiky, Německa, Nizozemska a Velké Británie spolu s klimatickými a ekogeografickými charakteristikami lokalit vycházející z testu nezávislosti založeném na koeficientu korelace.

Proměnná	Špičatý tvar apexu stonkových listů <i>L. serriola</i>	Zašpičatělý tvar apexu rozetových listů <i>L. serriola</i>	Zaokrouhlený tvar apexu stonkových listů <i>L. serriola</i>	Tupý tvar apexu stonkových listů <i>L. serriola</i>	Nebylo zaznamenáno žádné dělení stonkových listů <i>L. serriola</i>	Peřenolaločné stonkové listy <i>L. serriola</i>	Peřenoklané stonkové listy <i>L. serriola</i>	Peřenodílné stonkové listy <i>L. serriola</i>	Průměrná délka stonkových listů <i>L. serriola</i> [mm]	Průměrná šířka stonkových listů <i>L. serriola</i> [mm]	Index délky a šířky stonkových listů <i>L. serriola</i>
Zeměpisná šířka ↑	↓	n.s.v.	↑	↑	↑	n.s.v.	↓	n.s.v.	n.s.v.	n.s.v.	n.s.v.
Zeměpisná délka ↑	↑	n.s.v.	↓	↓	↓	n.s.v.	n.s.v.	n.s.v.	n.s.v.	n.s.v.	n.s.v.
Nadmořská výška [m] ↑	↑	n.s.v.	↓	↓	↓	n.s.v.	↑	n.s.v.	n.s.v.	n.s.v.	n.s.v.
Orientace ke světovým stranám ↑	n.s.v.	↓	n.s.v.	n.s.v.	n.s.v.	n.s.v.	n.s.v.	n.s.v.	n.s.v.	n.s.v.	n.s.v.
Průměrný sklon svahu ↑	n.s.v.	n.s.v.	n.s.v.	n.s.v.	n.s.v.	n.s.v.	n.s.v.	n.s.v.	↑	n.s.v.	↑
Průměrná roční teplota [°C] ↑	↓	n.s.v.	↑	↑	↑	n.s.v.	n.s.v.	n.s.v.	↑	↑	n.s.v.
Minimální teplota nejchladnějšího měsíce [°C] ↑	↓	n.s.v.	↑	↑	↑	n.s.v.	n.s.v.	n.s.v.	n.s.v.	n.s.v.	n.s.v.

Tabulka 11 - pokračování. Posouzení závislosti charakteristik stonkových listů *L. serriola* z 50 lokalit z České republiky, Německa, Nizozemska a Velké Británie spolu s klimatickými a ekogeografickými charakteristikami lokalit vycházející z testu nezávislosti založeném na koeficientu korelace.

Proměnná	Špičatý tvar apexu stonkových listů <i>L. serriola</i>	Zašpičatělý tvar apexu rozetových listů <i>L. serriola</i>	Zaokrouhlený tvar apexu stonkových listů <i>L. serriola</i>	Tupý tvar apexu stonkových listů <i>L. serriola</i>	Nebylo zaznamenáno žádné dělení stonkových listů <i>L. serriola</i>	Peřenolaločné stonkové listy <i>L. serriola</i>	Peřenoklané stonkové listy <i>L. serriola</i>	Peřenodílné stonkové listy <i>L. serriola</i>	Průměrná délka stonkových listů <i>L. serriola</i> [mm]	Průměrná šířka stonkových listů <i>L. serriola</i> [mm]	Index délky a šířky stonkových listů <i>L. serriola</i>
Průměrná teplota nejteplejšího čtvrtletí [°C] ↑	↑	↑	↓	↓	↓	n.s.v.	n.s.v.	n.s.v.	n.s.v.	n.s.v.	n.s.v.
Průměrná teplota nejchladnějšího čtvrtletí [°C] ↑	↓	n.s.v.	↑	↑	↑	n.s.v.	n.s.v.	n.s.v.	n.s.v.	n.s.v.	n.s.v.
Roční srážky [mm] ↑	↓	n.s.v.	↑	n.s.v.	n.s.v.	↑	↑	n.s.v.	↑	↑	↑
Srážky v měsíci s největším množstvím srážek [mm] ↑	n.s.v.	n.s.v.	n.s.v.	↓	↓	n.s.v.	↑	n.s.v.	↑	n.s.v.	n.s.v.

Tabulka 11 - pokračování. Posouzení závislosti charakteristik stonkových listů *L. serriola* z 50 lokalit z České republiky, Německa, Nizozemska a Velké Británie spolu s klimatickými a ekogeografickými charakteristikami lokalit vycházející z testu nezávislosti založeném na koeficientu korelace.

Proměnná	Špičatý tvar apexu stonkových listů <i>L. serriola</i>	Zašpičatělý tvar apexu rozetových listů <i>L. serriola</i>	Zaokrouhlený tvar apexu stonkových listů <i>L. serriola</i>	Tupý tvar apexu stonkových listů <i>L. serriola</i>	Nebylo zaznamenáno žádné dělení stonkových listů <i>L. serriola</i>	Peřenolaločné stonkové listy <i>L. serriola</i>	Peřenoklané stonkové listy <i>L. serriola</i>	Peřenodílné stonkové listy <i>L. serriola</i>	Průměrná délka stonkových listů <i>L. serriola</i> [mm]	Průměrná šířka stonkových listů <i>L. serriola</i> [mm]	Index délky a šířky stonkových listů <i>L. serriola</i>
Srážky nejteplejšího čtvrtletí [mm] ↑	↑	n.s.v.	n.s.v.	↓	↓	n.s.v.	↑	n.s.v.	↑	n.s.v.	n.s.v.
Srážky nejchladnějšího čtvrtletí [mm] ↑	↓	n.s.v.	↑	↑	↑	n.s.v.	n.s.v.	n.s.v.	↑	↑	n.s.v.

↑ = proměnná roste, ↓ = proměnná klesá, n.s.v. = daná charakteristika není statisticky významná na hladině významnosti 0,05

Pokud bylo vyhodnoceno $p > 0,05$ na hladině významnosti 0,05, kde p označuje chybu prvního druhu, tzv. p -hodnotu, je v tabulce zaznačeno zkráceně jako n.s.v. Poznámka: p -hodnota není již v tabulkách uváděna kvůli přehlednosti výsledků, již vyhodnocená skutečnost je proto označena zkratkou n.s.v. (= není statisticky významný).

Tabulka 12. Absolutní hodnoty korelací stonkových listů *L. serriola* z 50 lokalit z České republiky, Německa, Nizozemska a Velké Británie spolu s klimatickými a ekogeografickými charakteristikami lokalit vycházející z testu nezávislosti založeném na koeficientu korelace.

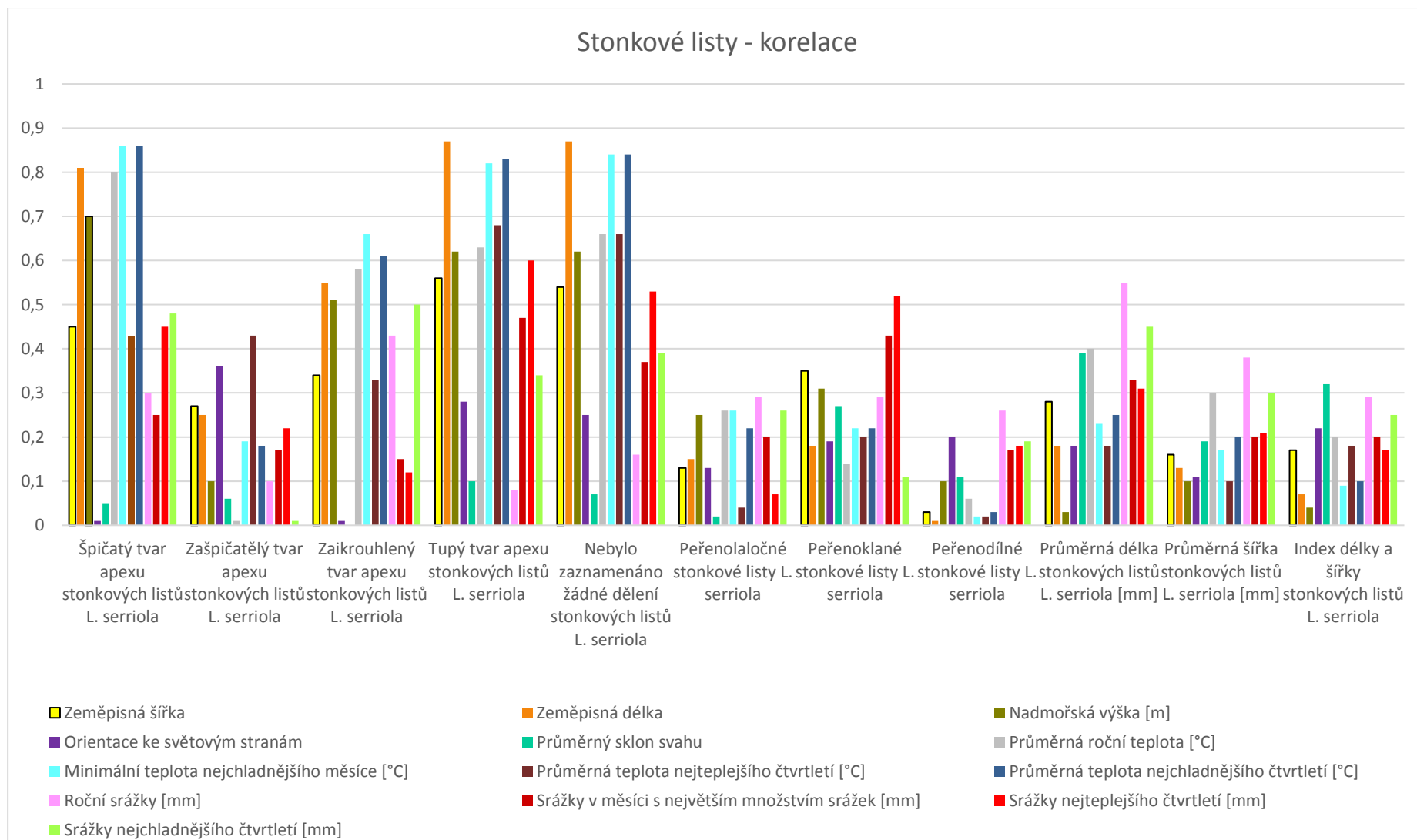
Proměnná	Špičatý tvar apexu stonkových listů <i>L. serriola</i>	Zašpičatělý tvar apexu rozetových listů <i>L. serriola</i>	Zaokrouhlený tvar apexu stonkových listů <i>L. serriola</i>	Tupý tvar apexu stonkových listů <i>L. serriola</i>	Nebylo zaznamenáno žádné dělení stonkových listů <i>L. serriola</i>	Peřenolaločné stonkové listy <i>L. serriola</i>	Peřenoklané stonkové listy <i>L. serriola</i>	Peřenodílné stonkové listy <i>L. serriola</i>	Průměrná délka stonkových listů <i>L. serriola</i> [mm]	Průměrná šířka stonkových listů <i>L. serriola</i> [mm]	Index délky a šířky stonkových listů <i>L. serriola</i>
Zeměpisná šířka	0,45	0,27	0,34	0,56	0,54	0,13	0,35	0,03	0,28	0,16	0,17
Zeměpisná délka	0,81	0,25	0,55	0,87	0,87	0,15	0,18	0,01	0,18	0,13	0,07
Nadmořská výška [m]	0,7	0,1	0,51	0,62	0,62	0,25	0,31	0,1	0,03	0,1	0,04
Orientace ke světovým stranám	0,01	0,36	0,01	0,28	0,25	0,13	0,19	0,2	0,18	0,11	0,22
Průměrný sklon svahu	0,05	0,06	0	0,1	0,07	0,02	0,27	0,11	0,39	0,19	0,32
Průměrná roční teplota [°C]	0,8	0,01	0,58	0,63	0,66	0,26	0,14	0,06	0,4	0,3	0,2

Tabulka 12 - pokračování. Absolutní hodnoty korelací stonkových listů *L. serriola* z 50 lokalit z České republiky, Německa, Nizozemska a Velké Británie spolu s klimatickými a ekogeografickými charakteristikami lokalit vycházející z testu nezávislosti založeném na koeficientu korelace.

Proměnná	Špičatý tvar apexu stonkových listů <i>L. serriola</i>	Zašpičatělý tvar apexu rozetových listů <i>L. serriola</i>	Zaokrouhlený tvar apexu stonkových listů <i>L. serriola</i>	Tupý tvar apexu stonkových listů <i>L. serriola</i>	Nebylo zaznamenáno žádné dělení stonkových listů <i>L. serriola</i>	Peřenolaločné stonkové listy <i>L. serriola</i>	Peřenoklané stonkové listy <i>L. serriola</i>	Peřenodílné stonkové listy <i>L. serriola</i>	Průměrná délka stonkových listů <i>L. serriola</i> [mm]	Průměrná šířka stonkových listů <i>L. serriola</i> [mm]	Index délky a šířky stonkových listů <i>L. serriola</i>
Minimální teplota nejchladnějšího měsíce [°C]	0,86	0,19	0,66	0,82	0,84	0,26	0,22	0,02	0,23	0,17	0,09
Průměrná teplota nejteplejšího čtvrtletí [°C]	0,43	0,43	0,33	0,68	0,66	0,04	0,2	0,02	0,18	0,1	0,18
Průměrná teplota nejchladnějšího čtvrtletí [°C]	0,86	0,18	0,61	0,83	0,84	0,22	0,22	0,03	0,25	0,2	0,1

Tabulka 12 - pokračování. Absolutní hodnoty korelací stonkových listů *L. serriola* z 50 lokalit z České republiky, Německa, Nizozemska a Velké Británie spolu s klimatickými a ekogeografickými charakteristikami lokalit vycházející z testu nezávislosti založeném na koeficientu korelace.

Proměnná	Špičatý tvar apexu stonkových listů <i>L. serriola</i>	Zašpičatělý tvar apexu rozetových listů <i>L. serriola</i>	Zaokrouhlený tvar apexu stonkových listů <i>L. serriola</i>	Tupý tvar apexu stonkových listů <i>L. serriola</i>	Nebylo zaznamenáno žádné dělení stonkových listů <i>L. serriola</i>	Peřenolaločné stonkové listy <i>L. serriola</i>	Peřenoklané stonkové listy <i>L. serriola</i>	Peřenodílné stonkové listy <i>L. serriola</i>	Průměrná délka stonkových listů <i>L. serriola</i> [mm]	Průměrná šířka stonkových listů <i>L. serriola</i> [mm]	Index délky a šířky stonkových listů <i>L. serriola</i>
Roční srážky [mm]	0,3	0,1	0,43	0,08	0,16	0,29	0,29	0,26	0,55	0,38	0,29
Srážky v měsíci s největším množstvím srážek [mm]	0,25	0,17	0,15	0,47	0,37	0,2	0,43	0,17	0,33	0,2	0,2
Srážky nejteplejšího čtvrtletí [mm]	0,45	0,22	0,12	0,6	0,53	0,07	0,52	0,18	0,31	0,21	0,17
Srážky nejchladnějšího čtvrtletí [mm]	0,48	0,01	0,5	0,34	0,39	0,26	0,11	0,19	0,45	0,3	0,25



Graf 2. (pro Tabulku 12). Absolutní hodnoty korelací stonkových listů *L. serriola* z 50 lokalit z České republiky, Německa, Nizozemska a Velké Británie spolu s klimatickými a ekogeografickými charakteristikami lokalit vycházející z testu nezávislosti založeném na koeficientu korelace.

Obdobně jako u rozetových listů, hodnoty korelací morfologických parametrů stonkových listů *L. serriola* s klimatickými a ekogeografickými charakteristikami lokalit je zaznamenána v Tabulce 10. Absolutní hodnoty korelací vycházející z Tabulky 10 jsou uvedeny v Tabulce 12 a Grafu 2. Zda se jednalo o pozitivní či negativní korelaci je pro stonkové listy znázorněno šipkami v Tabulce 11 pro statisticky významné korelace.

Je zřejmé, že zeměpisná délka velmi silně korelovala se špičatým tvarem apexu, stejně tak i průměrná roční teplota či průměrná teplota nejchladnějšího čtvrtletí silně korelovaly se špičatým apexem stonkových listů. Naopak nejméně se špičatým tvarem apexu korelovala orientace ke světovým stranám a průměrný sklon svahu.

Z Tabulky 12 dále vidíme, že zeměpisná délka nejsilněji korelovala s tupým apexem a s nedělenými listy. S tupým apexem také silně korelovala průměrná teplota nejchladnějšího čtvrtletí. Naopak nejslabší korelace tupého apexu byla s ročními srážkami a průměrným sklonem svahu.

Silná korelace byla zaznamenána také mezi minimální teplotou nejchladnějšího měsíce a nedělenými listy, stejně tak jako mezi průměrnou teplotou nejchladnějšího čtvrtletí a nedělenými listy. Nejslabší korelace nedělených listů byla pak s průměrným sklonem svahu a s ročními srážkami.

Z Tabulky 11 (případně také z Tabulky 10) pak lehce dohledáme, zda je korelace pozitivní či negativní. Například pro korelaci zeměpisné délky a tupého apexu je zřejmé, že s rostoucí zeměpisnou délkou klesá podíl rostlin s tupým apexem, korelace je tedy negativní. Další závěry vycházející z uvedených tabulek se nachází na začátku kapitoly 5.2.2.

5.3. Posouzení vlivu geografických a klimatických charakteristik na charakteristiky listů pomocí absolutních hodnot korelačních koeficientů

5.3.1. Rozetové listy

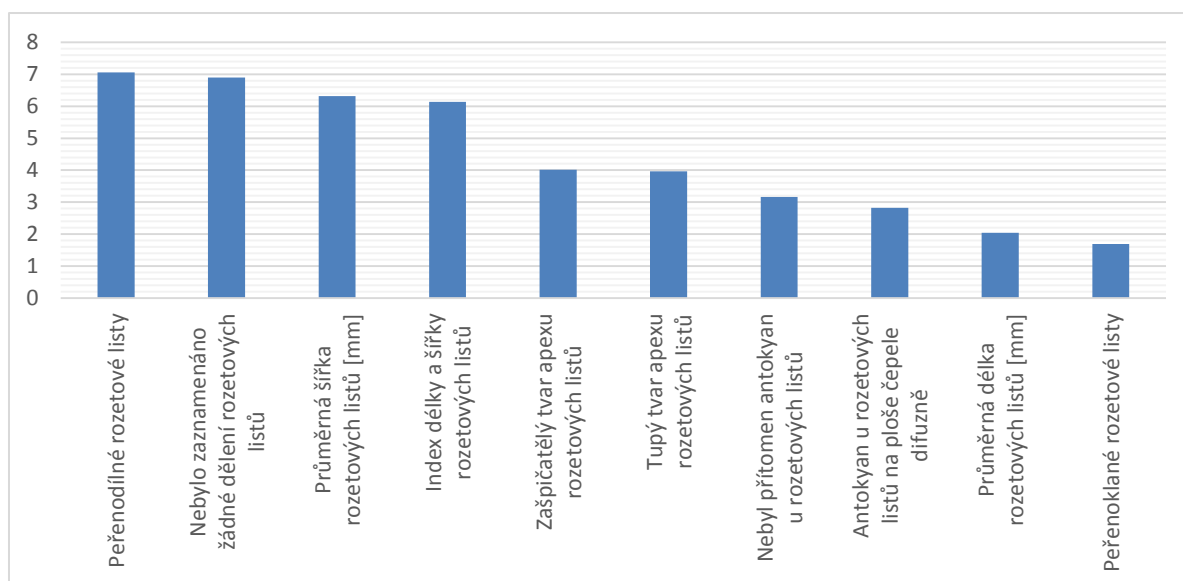
Součet absolutních hodnot korelací pro rozetové listy *L. serriola* z 50 lokalit z České republiky, Německa, Nizozemska a Velké Británie vycházející z testu nezávislosti založeném na koeficientu korelace je uveden v Tabulce 13 a v grafické podobě pak v Grafu 3.

Z tabulky (Tabulka 13) a Grafu 3 vyplývá, že geografické a klimatické charakteristiky nejvíce ovlivňují podíl rostlin s peřenodílnými rozetovými listy, kdy součet absolutních korelací činil 7,06. Naopak nejméně ovlivnily podíl rostlin s peřenoklanými rozetovými listy, kdy součet absolutních korelací činil 1,69.

Tabulka 14 a Graf 4 ukazuje, že charakteristiky rozetových listů jsou nejvíce ovlivněny zeměpisnou délkou, kdy součet absolutních korelací činil 5,47 a nejméně jsou ovlivněny průměrným sklonem svahu, kdy součet absolutních korelací činil 0,79.

Tabulka 13. Součet absolutních hodnot korelací geografických a klimatických charakteristik pro rozetové listy *L. serriola* z 50 lokalit z České republiky, Německa, Nizozemska a Velké Británie vycházející z testu nezávislosti založeném na koeficientu korelace.

Charakteristika	Součet absolutních korelací
Peřenodílné rozetové listy	7,06
Nebylo zaznamenáno žádné dělení rozetových listů	6,9
Průměrná šířka rozetových listů [mm]	6,32
Index délky a šířky rozetových listů	6,14
Zašpičatělý tvar apexu rozetových listů	4,01
Tupý tvar apexu rozetových listů	3,96
Nebyl přítomen antokyan u rozetových listů	3,16
Antokyan u rozetových listů na ploše čepele difuzně	2,82
Průměrná délka rozetových listů [mm]	2,04
Peřenoklané rozetové listy	1,69

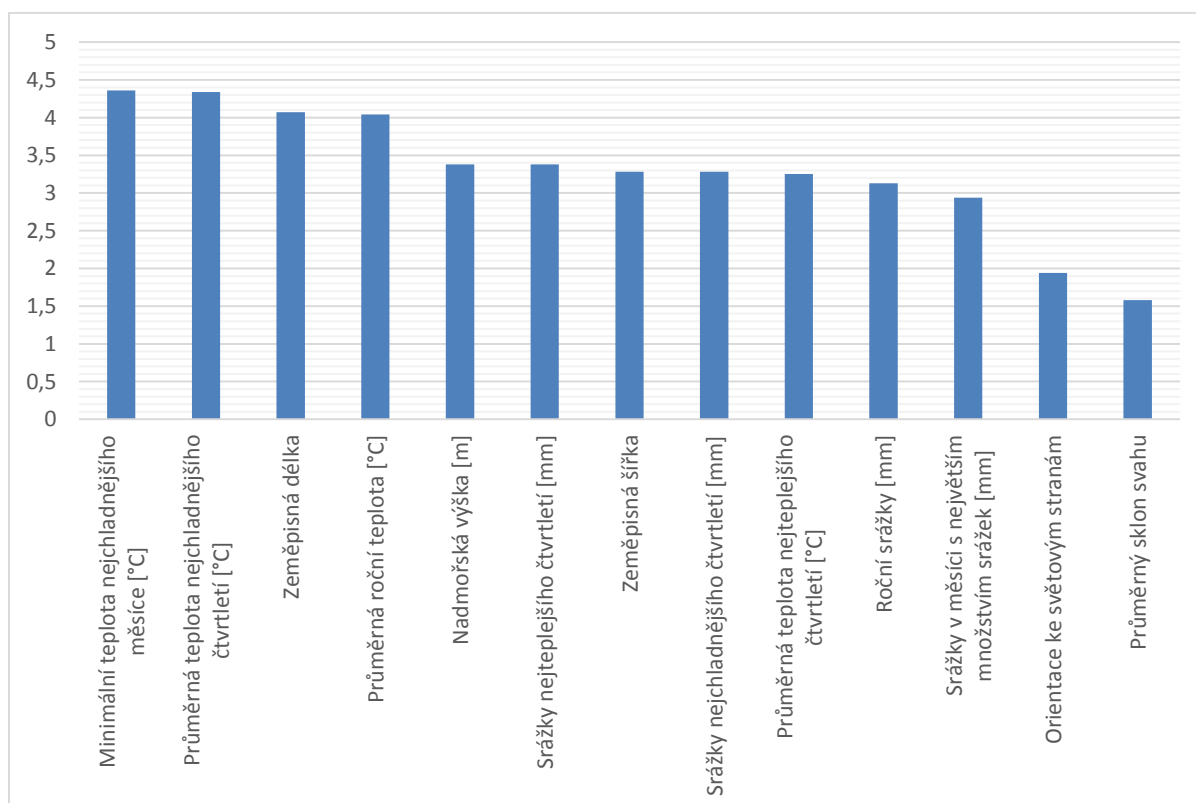


Graf 3. pro Tabulku 13. Součet absolutních korelací geografických a klimatických charakteristik rozetových listů *L. serriola* pro 50 populací z České republiky, Německa, Nizozemska a Velké Británie.

Zatímco Tabulka 13 a Graf 3 nám charakterizují, v jakém znaku rozetových listů se klimatické ekogeografické charakteristiky projeví nejvíce, v Tabulce 14 a Grafu 4 je uvedeno, která klimatická či ekogeografická charakteristika měla největší dopad na fenotypový projev listů.

Tabulka 14. Součet absolutních hodnot korelací charakteristik listů pro rozetové listy *L. serriola* z 50 lokalit z České republiky, Německa, Nizozemska a Velké Británie vycházející z testu nezávislosti založeném na koeficientu korelace.

Charakteristika	Součet absolutních hodnot korelačních koeficientů
Zeměpisná délka	5,47
Minimální teplota nejchladnějšího měsíce [°C]	5,4
Průměrná teplota nejchladnějšího čtvrtletí [°C]	5,25
Průměrná teplota nejteplejšího čtvrtletí [°C]	4,47
Průměrná roční teplota [°C]	4,07
Nadmořská výška [m]	3,9
Zeměpisná šířka	3,62
Srážky nejchladnějšího čtvrtletí [mm]	3,34
Srážky nejteplejšího čtvrtletí [mm]	2,64
Roční srážky [mm]	2,15
Orientace ke světovým stranám	1,62
Srážky v měsíci s největším množstvím srážek [mm]	1,38
Průměrný sklon svahu	0,79



Graf 4. K tabulce 14. Součet absolutních hodnot korelačních koeficientů charakteristik listů pro rozetové listy *L. serriola* pro 50 populací z České republiky, Německa, Nizozemska a Velké Británie

5.3.2. Stonkové listy

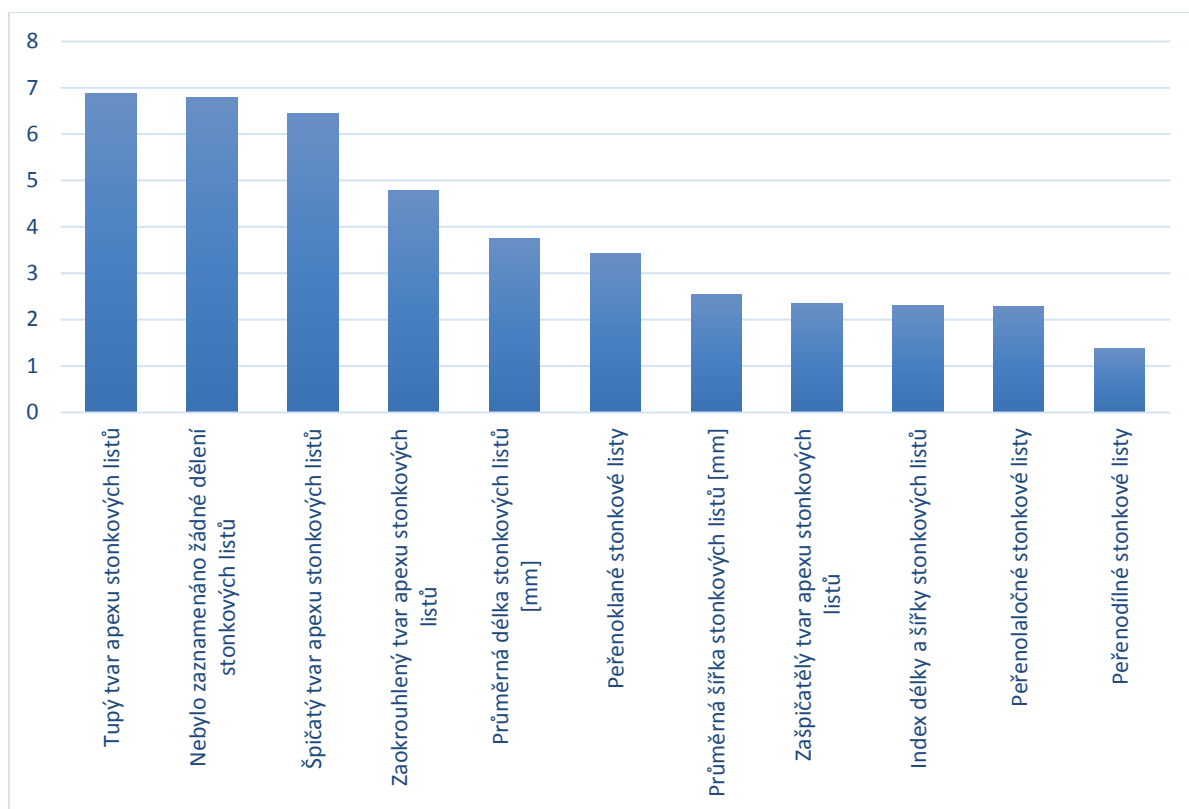
Součet absolutních hodnot korelací pro stonkové listy *L. serriola* z 50 lokalit z České republiky, Německa, Nizozemska a Velké Británie vycházející z testu nezávislosti založeném na koeficientu korelace je uveden v Tabulce 15 a v grafické podobě pak v Grafu 5.

V případě stonkových listů geografické a klimatické charakteristiky nejvíce ovlivňují podíl rostlin s tupým tvarem apexu, kde součet absolutních korelací činil 6,88 a nejméně ovlivňují podíl rostlin s peřenodílnými stonkovými listy, kde součet absolutních korelací činil 1,38 (Tabulka 15 a Graf 5).

Naopak byly zkoumány také charakteristiky listů. Z Tabulky 16 a Grafu 6 vyplývá, že charakteristiky stonkových listů jsou nejvíce ovlivněny minimální teplotou nejchladnějšího měsíce, kdy součet absolutních korelací byl roven 4,36 a nejméně průměrným sklonem svahu, kde byl součet absolutních korelací 1,58 (Tabulka 16, Graf 6).

Tabulka 15. Součet absolutních hodnot korelací klimatických a ekogeografických charakteristik pro stonkové listy *L. serriola* z 50 lokalit z České republiky, Německa, Nizozemska a Velké Británie vycházející z testu nezávislosti založeném na koeficientu korelace.

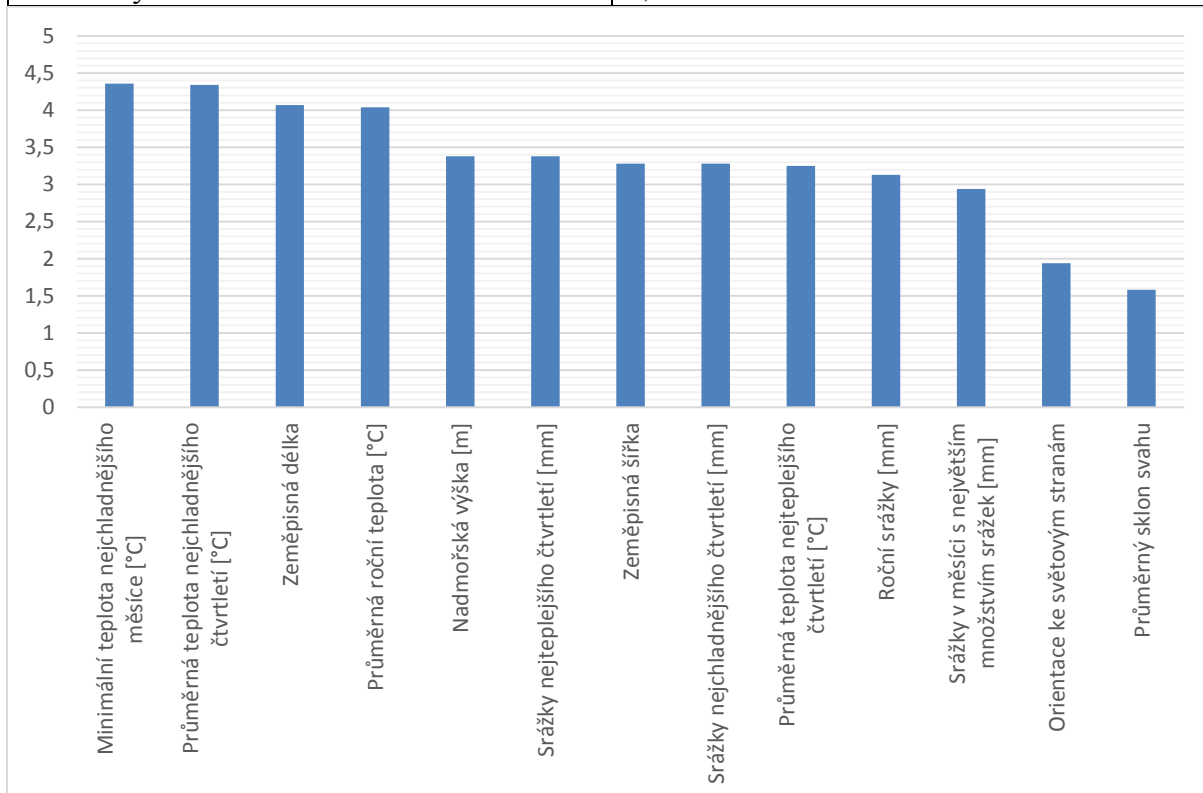
Charakteristika	Součet absolutních korelací
Tupý tvar apexu stonkových listů	6,88
Nebylo zaznamenáno žádné dělení stonkových listů	6,8
Špičatý tvar apexu stonkových listů	6,45
Zaokrouhlený tvar apexu stonkových listů	4,79
Průměrná délka stonkových listů [mm]	3,76
Peřenoklané stonkové listy	3,43
Průměrná šířka stonkových listů [mm]	2,55
Zašpičatělý tvar apexu stonkových listů	2,35
Index délky a šířky stonkových listů	2,3
Peřenolaločné stonkové listy	2,28
Peřenodílné stonkové listy	1,38



Graf 5. K tabulce 15. Součet absolutních korelací klimatických a ekogeografických charakteristik pro stonkové listy *L. serriola* pro 50 populací z České republiky, Německa, Nizozemska a Velké Británie.

Tabulka 16. Součet absolutních hodnot korelací charakteristik listů pro stonkové listy *L. serriola* z 50 lokalit z České republiky, Německa, Holandska a Velké Británie vycházející z testu nezávislosti založeném na koeficientu korelace.

Charakteristika	Součet absolutních hodnot korelačních koeficientů
Minimální teplota nejchladnějšího měsíce [°C]	4,36
Průměrná teplota nejchladnějšího čtvrtletí [°C]	4,34
Zeměpisná délka	4,07
Průměrná roční teplota [°C]	4,04
Nadmořská výška [m]	3,38
Srážky nejteplejšího čtvrtletí [mm]	3,38
Zeměpisná šířka	3,28
Srážky nejchladnějšího čtvrtletí [mm]	3,28
Průměrná teplota nejteplejšího čtvrtletí [°C]	3,25
Roční srážky [mm]	3,13
Srážky v měsíci s největším množstvím srážek [mm]	2,94
Orientace ke světovým stranám	1,94
Průměrný sklon svahu	1,58



Graf 6. K tabulce 16. Součet absolutních hodnot korelačních koeficientů charakteristik listů pro stonkové listy *L. serriola* pro 50 populací z České republiky, Německa, Nizozemska a Velké Británie.

Stejně jako u rozetových listů, také u stonkových listů, je v Tabulce 15 a Grafu 5 uvedeno, jaký znak stonkových listů klimatické a ekogeografické charakteristiky ovlivnily nejvíce, v Tabulce 16 a Grafu 6 je naopak uvedeno, jaká klimatická či ekogeografická charakteristika měla největší vliv na fenotypový projev listů.

6. DISKUSE

Dělení stonkových listů je znak, který je základem pro infraspecifickou klasifikaci řady druhů rostlin, včetně druhů rodu *Lactuca* (FERÁKOVÁ, 1977). Určení tvaru listů obecně, včetně jejich uspořádání, je však často nezbytné již pro určení čeledi. V případě rodu *Lactuca* je znalost tvaru a dělení listů definována až v zařazení do jednotlivých druhů dle klíče KUBÁT (2002). *Lactuca serriola* je zde uváděna s listy v obrysu podlouhlými až obvejčitými, z hlediska dělení listů jako peřenolaločné až peřenosečné, vzácně nečleněné se zubatými okraji. Oproti tomu například u *Lactuca saligna* uvádí KUBÁT (2002) dolní lodyžní listy peřenosečné, horní celistvé, čárkovité, celokrajné. Vedle infraspecifické klasifikace u *L. serriola* je projev tohoto znaku kritériem pro vnitrodruhovou klasifikaci například *L. sibirica* L., *L. saligna* L., *L. virosa* L. také dle FERÁKOVÁ (1977). Ovšem mezi oběma mezními formami, tedy neděleným listem a hluboce děleným listem, existují postupné přechody. U *L. saligna* to ilustrují obrázky v práci LEBEDA et al. (2016). U souboru *L. serriola* jsem měla možnost tento jev vyzorovat u skenů rozetových i stonkových listů souboru vzorků, jejichž morfologickými parametry jsem se ve své práci zabývala.

Závěry z analýz dat pro posouzení vlivu klimatických a ekogeografických podmínek stanoviště na morfologické znaky listů se týkaly souboru lokality kompasové, reprezentujícího 50 populací z České republiky, Německa, Nizozemska a Velké Británie. Tyto závěry tedy mají platnost pro dané území a vztahují se k roku 2001, kdy byly nažky sbírány přímo v terénu a k roku 2002, kdy byly vyhodnoceny morfologické znaky rozetových a stonkových listů. Pro to, aby bylo možno dosažené výsledky zobecnit, je potřeba provést podobné analýzy u vzorků z většího území, a to nejen z Evropy, ale i z jiných kontinentů.

Tvrzení, že s rostoucí nadmořskou výškou roste podíl rostlin s dělenými listy, nejspíše neplatí obecně na celém světě a pro všechny rostlinné druhy, ale v rámci Evropy se u námi zkoumaného souboru rostlin *Lactuca serriola* L. potvrdilo u obou typů listů (rozetové i stonkové listy). V Austrálii s rostoucí nadmořskou výškou klesal podíl zubatých druhů (GREENWOOD et al., 2004). Avšak obecně se na lokalitách v Austrálii ve srovnání s lokalitami v Asii a Americe se stejnou teplotou nacházelo více druhů rostlin s celistvým listovým okrajem. Jedním z možných vysvětlení je absence chladného lesního ekosystému. V Austrálii byly však pozorovány dvouděložné stromy a vegetace deštných pralesů, kde je hlavním dominujícím rodem *Eucalyptus*, dále akácie a rostliny čeledi myrtovité (*Myrtaceae*)

s typickými celistvými listy, pro které je charakteristickým biotem tvrdolistý les a deštný prales. Pouze v chladnější části deštného pralesa dominují stálezelené druhy s dělenými listy, jako je *Nothofagus cunninghamii* a *N. moorei* (GREENWOOD et al., 2004).

Na čem se však GREENWOOD et al. (2004) s našimi výsledky pro *Lactuca serriola* shoduje, je to, že teplotní proměnné byly nejsilněji korelovány s charakteristikami okrajů listů a korelace se srážkami nebyly tak významné. Například pro roční srážky byla nejsilnější korelace s charakteristikami listů *Lactuca serriola* dle našich provedených statistických analýz pouze |0,29| pro rozetové listy a |0,55| pak pro stonkové listy.

U rozetových listů námi zkoumaných rostlin lociky kompasové se roční srážky vztahovaly nepřímou úměrou k podílu rostlin s dělenými listy, naopak u stonkových listů přímou úměrou. Podle NICOTRA et al. (2011) je dělení listů považováno za adaptaci na suché podmínky, tudíž se tvrzení ve srovnání s našimi výsledky shoduje pouze u rozetových listů, jelikož u stonkových listů podíl dělených listů spolu s rostoucími srážkami roste.

Podle NICOTRA et al., (2011) jsou navíc malé listy spojovány s méně příznivými podmínkami prostředí. Vezmeme-li za méně příznivé podmínky sucho, shoduje se toto tvrzení s našimi výsledky pro lociku kompasovou, kde srážky nejteplejšího čtvrtletí přímo korelovaly s průměrnou šířkou listů a roční srážky přímo korelovaly s průměrnou délkou listů u obou typů listů.

Odlišností listů v reakci na různé vodní podmínky u alpské bažinné louky se zabývali LI et al. (2015). V reakci na dostupnost půdní vody byla u mokřadních rostlin a rostlin luk sledována reakce listů na zamokření a vysušení půdy. Rostliny luk měly navíc nižší specifickou plochu listů, menší listovou plochu a nižší relativní obsah vody v listech a současně silnější listy než měly listy mokřadních rostlin, změna půdních podmínek však již neměla výraznější vliv na morfologické charakteristiky listů. Mokřady měly výrazně vyšší rychlost fotosyntézy v zaplavených podmínkách, zatímco u lučních druhů byla nejvyšší rychlost fotosyntézy v cyklicky suchých podmínkách. Druhové složení nové komunity by tedy mohlo být citlivé na změny srážek (LI et al., 2015).

Locika kompasová se vyskytuje především na sušších ruderalních stanovištích, jen výjimečně byl zaznamenán její výskyt v blízkosti vodních toků (Křístková E., Katedra botaniky, PřF UPOL, ústní sdělení), další informace k locikám (mokřady vs. sucho) mi nejsou známy a stejně tak ani žádná obdobná práce.

ACLÁNTARA-AYALA et al. (2020) se zabývali morfologickou variací listů druhového komplexu *Ternstroemia lineata* v reakci na klimatické a geografické

změny. Nejvýznamnějšími proměnnými byly srážky nejsuššího měsíce, sezónnost srážek, srážky nejchladnějšího čtvrtletí, zeměpisná délka, zeměpisná šířka, srážky měsíce s největším množstvím srážek, teplotní sezónnost a roční průměrná teplota. Nejdůležitějšími morfologickými proměnnými byla délka listu a poměr šířky a délky listu (ACLÁNTARA-AYALA et al., 2020).

V našem případě byly nejvýznamnějšími charakteristikami u stonkových listů minimální teplota nejchladnějšího měsíce, průměrná teplota nejchladnějšího čtvrtletí, zeměpisná délka a průměrná roční teplota a srážky byly méně významné. Tvrzení se tedy pro stonkové listy shoduje se zeměpisnou délkou a průměrnou roční teplotou. Nejdůležitějšími morfologickými charakteristikami stonkových listů byly v našem případě charakteristiky udávající tvar apexu (tupý, špičatý a zaokrouhlený), nedělený okraj listů, až poté následovala délka listu. Index délky a šířky listu byl však pro stonkové listy méně významný.

U námi zkoumaného souboru lociky kompasové byly pro rozetové listy nejvýznamnějšími charakteristikami zeměpisná délka, minimální teplota nejchladnějšího měsíce, průměrná teplota nejchladnějšího čtvrtletí, průměrná teplota nejteplejšího čtvrtletí a průměrná roční teplota. Poté následovaly další charakteristiky. Tedy s výsledky ACLÁNTARA-AYALA et al. (2020) se pro rozetové listy shoduje pouze s roční průměrnou teplotou jakožto ekoklimatickou charakteristikou ovlivňující variaci listů. Nejvýznamnějšími morfologickými proměnnými rozetových listů našeho souboru lociky kompasové byly charakteristiky listového okraje (peřenodílné a nedělené listy), dále průměrná šířka rozetových listů a následně index délky a šířky listů. U rozetových listů se naše výsledky ve srovnání s výsledky ACLÁNTARA-AYALA et al. (2020) shodují v jedné statisticky významné morfologické charakteristice listů, a to poměrem délky a šířky listů.

Ve studii ACLÁNTARA-AYALA et al. (2020) se dále ukázalo, že na morfologické charakteristiky listů mělo větší vliv klima než geografické umístění. Variace způsobená pouze klimatem tvořila 31,08%, pouze geografickou polohou 13,38% a společný účinek činil 2,38% (ACLÁNTARA-AYALA et al., 2020).

U námi zkoumaného souboru vzorků lociky kompasové jsme však nedospěli ke stejnému závěru vzhledem k tomu, že se výsledky u stonkových a rozetových listů liší. Stonkové listy ovlivnily více klimatické podmínky (minimální teplota nejchladnějšího měsíce a průměrná teplota nejchladnějšího čtvrtletí) více než zeměpisná délka, kdežto charakteristiky rozetových listů byly ze všeho nejvíce ovlivněny právě zeměpisnou délkou a teprve poté následovaly klimatické proměnné.

Délka listu v práci ACLÁNTARA-AYALA et al. (2020) pozitivně korelovala s roční průměrnou teplotou a sezónními srážkami a negativně korelovala se srážkami nejsuššího měsíce, srážkami v měsících s největším množstvím srážek a srážkami v nejchladnějším čtvrtletí. Poměr šířky a délky listu pozitivně koreloval se srážkami v měsíci s největším množstvím srážek a srážkami v nejsušším měsíci a negativně koreloval s teplotní sezónností a sezónností srážek (ACLÁNTARA-AYALA et al., 2020). Ve srovnání s výsledky u našeho souboru rostlin *Lactuca serriola*, kromě proměnné „srážky nejsuššího měsíce“, která nebyla hodnocena, se výsledky shodovaly pouze u některých proměnných. Pro oba typy listů, stonkové i rozetové listy *Lactuca serriola*, se shodovala pozitivní korelace délky listu s průměrnou roční teplotou a s ročními srážkami, u rozetových listů však korelace s ročními srážkami nebyla statisticky významná. Naopak délka obou typů listů *Lactuca serriola* korelovala negativně se srážkami nejchladnějšiho čtvrtletí a se srážkami v měsíci s největším množstvím srážek a tedy výsledky se v těchto proměnných neshodují, přičemž tyto korelace nebyly pro rozetové listy statisticky významné. Pro index délky a šířky listu se naše výsledky sice shodovaly v pozitivní korelaci se srážkami v měsíci s největším množstvím srážek u stonkových listů, ale korelace nebyla statisticky významná. Pro naše další charakteristiky v korelaci s poměrem délky a šířky listů se výsledky neshodovaly pro oba typy listů, tedy s ročními srážkami koreloval index pozitivně a také pozitivně koreloval s průměrnou roční teplotou, která však u stonkových listů nebyla statisticky významná.

Členitost listů se u námi zkoumaného souboru lociky kompasové vztahovala nepřímou úměrou k průměrné roční teplotě u obou typů listů, stejně tak jako tvrdí také ROYER et al. (2009b) u *Acer rubrum*, kdy rostliny rostoucí v chladnějším Rhode Island měly listy členitější s více zuby v porovnání s rostlinami na Floridě ze stejného zdroje semen.

V teplejším prostředí je známo, že se vyskytují častěji malé, úzké a dělené listy (LEIGH et al., 2017). LEIGH et al. (2017) měřili termální časovou konstantu listů v létě, teplotní rozdíl mezi listem a vzduchem a teplotní rozsah během zimy, podzimu a léta u rostlin čeledi *Proteaceae*. Zkoumali především vliv plochy listů a jejich okrajů vzhledem k šířce listů. Rozdíly v okrajích listů neměly výraznější vliv na tepelnou dynamiku. Zastávají názor, že malé listy mají souvislost s teplými podmínkami, avšak již nesouhlasí s myšlenkou vlivu teploty na okraj listů jakožto primárního faktoru dělení listů (LEIGH et al., 2017).

S tvrzením, že vliv teploty na okraj listů není významný, však nemůžeme souhlasit, také ROYER et al. (2009a) podporuje myšlenku, že průměrná roční teplota má hlavní vliv na procento ozubených druhů. U lociky kompasové se dle našich výsledků teplota ukázala jako

jeden z hlavních faktorů ovlivňující morfologické charakteristiky listů a silně korelovala také s listovým okrajem, konkrétně pak nejvíce s nedělenými listy a s listy peřenodílnými, kde se ukázalo, že spolu s chladnějšími podmínkami přibývá podíl nedělených listů a naopak spolu s rostoucí teplotou významně přibývá listů dělených (nejsilnější korelace u listů peřenodílných). Pro stonkové listy našeho souboru *Lactuca serriola* byla jen zanedbatelně silnější korelace (nedělených) listových okrajů se zeměpisnou délkou ($|0,87|$) oproti korelacím listových okrajů s teplotními charakteristikami, jako byla korelace průměrné teploty nejchladnějšího čtvrtletí a minimální teploty nejchladnějšího měsíce s nedělenými listy ($|0,84|$). U rozetových listů našeho souboru rostlin byl vliv zeměpisné délky na listové okraje naprosto stejný jako vliv teplotních charakteristik, přičemž se jednalo o nejvýznamnější korelace. Korelace zeměpisné délky a listových okrajů (nedělených) u rozetových listů dle našich výsledků nabývala absolutní hodnoty $|0,88|$, stejně tak jako korelace minimální teploty nejchladnějšího měsíce a nedělených či peřenodílných listů.

Podle našich zjištění korelace indexu délky a šířky listů spolu s průměrnými ročními teplotami, minimální teplotou nejchladnějšího měsíce a průměrnou teplotou nejchladnějšího čtvrtletí byla pozitivní, tedy spolu s rostoucí teplotou narůstala také plocha listů. Proto dle této korelace nemohu souhlasit s tvrzením (LEIGH et al., 2017), že malé listy souvisí s teplými podmínkami. Přitom pokud se podíváme zvlášť na korelaci délky a zvlášť na korelaci šířky listu a průměrné roční teploty zjistíme, že s rostoucí průměrnou roční teplotou délka listů narůstala u obou typů listů (stonkové i rozetové), avšak s rostoucí průměrnou roční teplotou šířka listů narůstala pouze u stonkových listů a u rozetových listů se zmenšovala, přičemž ovlivnění velikostí listů teplotou bylo mnohem výraznější u rozetových listů pro všechny teplotní charakteristiky s výjimkou korelace délky listů a průměrné roční teploty.

Zajímavé je, že z našich výsledků korelací pro průměrnou teplotu nejteplejšího čtvrtletí a indexem délky a šířky listů vyplývá, že s rostoucí teplotou nejteplejšího čtvrtletí se plocha rozetových listů zmenšovala, což by tomuto tvrzení odpovídalo, avšak korelace byla slabší než u ostatních teplotních charakteristik, proto se přikláním k tvrzení, že obecně s rostoucí teplotou se plocha listů zvětšuje.

V chladnějších podmínkách mají rostliny dle ROYER (2012); ALEXANDER (2016) a ROYER et al. (2009b) tendenci k členitějším listům. Podle našich statistických výsledků pro lociku kompasovou se toto tvrzení potvrdilo pro korelace s průměrnou roční teplotou však pouze u peřenodílných rozetových listů, které byly v negativní korelaci s průměrnou roční teplotou a s nedělenými listy u stonkových listů, které byly v pozitivní korelaci s průměrnou

roční teplotou. Další korelace s dělením listů a průměrnou roční teplotou nebyly statisticky významné. Dále se nám tvrzení potvrdilo u obou typů listů lociky kompasové v souvislosti s minimální teplotou nejchladnějšího měsíce, průměrnou teplotou nejchladnějšího čtvrtletí a průměrnou teplotou nejteplejšího čtvrtletí. Pokud vezmeme v úvahu pouze silné korelace, naše statistické výsledky ukázaly, že minimální teplota nejchladnějšího měsíce a zároveň také průměrná teplota nejchladnějšího čtvrtletí pozitivně koreluje s nedělenými listy (pro stonkové i rozetové listy) a negativně koreluje s peřenodílnými rozetovými listy. A naopak, že průměrná teplota nejteplejšího čtvrtletí pozitivně koreluje s peřenodílnými rozetovými listy a negativně koreluje s nedělenými listy pro stonkové i rozetové listy.

KUSI & KARSAI (2020) studovali korelace mezi vlastnostmi listů a jejich umístěním na koruně stromů u 30 stromů druhu *Quercus alba* L., *Quercus palustris* Muench a *Quercus velutina* Lam. Studie byla provedena na East Tennessee State University v USA. Společnou vlastností listů u všech sledovaných druhů bylo, že listy, které se nacházely na jižní a severní vnější straně koruny, tedy listy více vystavené světlu, byly výrazně menší, více laločnaté a hustší než listy na stejné straně uvnitř koruny. Obecně také listy směřující na jih byly mnohem menší nebo hustší ve srovnání s listy směřujícími na sever. Poloha větve v koruně stromu ovlivnila charakteristiky, jako jsou plocha listu a hmotnost listu na plochu, avšak dělení listů ovlivněno nebylo. Avšak obecně větší hodnoty byly pozorovány v listech na špičce větve ve srovnání s listy blíže kmeni. Rozdíly v dělení listů byly i mezi jednotlivými druhy, například *Quercus palustris* a *Quercus velutina* měly listy laločnatější než *Q. alba*. Také hmotnost listů na plochu byla výrazně menší u *Q. palustris*. Schopnost druhu vyrovnat se se změnami prostředí plasticitou listů srovnali pomocí srovnání indexů plasticity. Zatímco plasticita plochy listů se lišila s umístěním na koruně stromu v *Q. alba* a *Q. palustris*, plasticita dělení listů byla stejná napříč všemi pozicemi v korunách u všech tří druhů (KUSI & KARSAI, 2020). Uvedené druhy jsou však dlouhověkové dřeviny, fenotypová plasticita listů je výsledkem dlouhodobého působení prostředí. Locika kompasová je však jednoletá rostlina a daná populace se může na stanovišti každoročními přesevy vyskytovat dlouhodobě nebo jen po několik vegetačních období. Z terénních pozorování je známo, že mladé rostliny *L. serriola* f. *serriola*, které se vyvíjejí až v pozním jaru v zastíněném prostředí, mohou mít stonkové listy méně dělené nebo téměř celistvé (HUBROVÁ, 2017). V takových případech není zřejmé, zda je tento znak geneticky fixován. Pro prověření je proto potřeba rostliny pěstovat a hodnotit v optimálních podmínkách. Tak tomu bylo právě v experimentu GENE-MINE, z něhož ocházela data, s nimiž jsem pracovala.

U lociky kompasové ze zkoumaného souboru rostlin se ukázalo, že charakteristiky listů ovlivňuje nejvíce nejen zeměpisná délka, ale také nižší teploty v chladných měsících. Přičemž závislosti byly silnější pro rozetové listy. Tento rozdíl je dán nejspíše tím, že rozetové listy jsou na rozdíl od listů stonkových vystaveny zimnímu období. Lociky tvoří rozety už na podzim a v tomto stadiu přezimují, takže případný vliv podmínek v zimním období by mohl být geneticky fixovaný. Část nažek ale může vyklíčit až na jaře, takže klimatickým vlivům zimního období „unikne“. My nemáme informace o tom, jak to bylo na sledovaných lokalitách, ale to, že by rostliny mohly být z přezimovaných rozet a zda se znak fixoval během jedné zimy, je jedna z možných hypotéz.

Rostliny vykazují plasticitu také v reakci na světelnou intenzitu. Za podmínek vysokého osvětlení jsou listy silnější než listy za podmínek nízkého osvětlení. Byly pozorovány rozdíly v mezofylu listů, kdy u silnějších listů byly buňky palisádového parenchymu větší a ve větším počtu než u tenkých listů (HOSHINO et al., 2019). U lociky kompasové se však dosud podobné anatomické studie neprováděly.

Rostlinné druhy se mohou přizpůsobit novým změnám klimatu. Změny klimatu a zvýšení obsahu CO₂ ve vzduchu vyvolávají změny ve fenotypové plasticitě rostlin. Příkladem jsou změny ve fenologii listů a doba květu. „Budoucí změny klimatu by mohly mít za následek vyhynutí, posuny rozsahu, změny hlavních typů vegetace a změny zpětné vazby mezi vegetací a atmosférou.“ (NICOTRA et al., 2010).

Schopností genotypu vytvářet odlišné fenotypy v reakci na změnu prostředí, konkrétně na změny teploty se zabývali ARNOLD et al. (2019). Přišli s otázkou, „jak analyzovat fenotypovou plasticitu rostlin v reakci na měnící se klima“. Brali v úvahu nejen reakce v rámci populace, ale také mezi genotypy. Plasticita na úrovni populace může mít vliv na rostlinnou výrobu, najít využití ve šlechtění stromů či v ekologii a ekofyziologii. Variabilita mezi jednotlivci či genotypy nám umožňuje zkoumat rozdíly ve fitness. Reakční normy, které poskytují informace o směru a velikosti fenotypové změny, jsou v dostatečně širokém rozmezí teplot obvykle nelineární. Vztah k teplotě s nelineární normou vykazoval zisk uhlíku, klíčení semen či nástup kvetení. Standardní experimenty hodnotí plastické reakce tak, že porovnávají fenotypy při jediné nízké a při vysoké teplotě, což při nelineární reakci může být zavádějící. Proto doporučují zmapování hodnot pro více teplot, konkrétně pak statistické zpracování pomocí přístupu založeném na náhodném regresním smíšeném modelu. Plasticita lze tímto způsobem porovnat nejen mezi populacemi stejného druhu, ale také mezi různými druhy. (ARNOLD et al., 2019).

Předložená diplomová práce se zaměřila na hodnocení možného vlivu klimatických a ekogeografických podmínek pouze na vybrané morfologické znaky rozetových a stonkových listů u jednoleté byliny, lociky kompasové. Zcela jistě existuje celá řada dalších parametrů na listech, např. tloušťka listů, kutikula, odění, které se vyvinuly jako ekologické adaptace.

Zajímavé poznatky přinesly studie zaměřené na morfologické parametry nažek - například variabilita morfologických znaků nažek *Lactuca serriola* ve vztahu k jejich původu byla vyhodnocována v práci KŘÍSTKOVÁ et al. (2014). Na nažkách z 34 slovinských a 12 švédských populací rostlin byly sledovány znaky jako je délka a šířka nažek, poměr délky a šířky, délka zobáku, štětín, chmýru a počet žeber. Nažky pocházející ze Slovinska byly delší, širší a měly delší štětiny pappusu než nažky pocházející ze Švédska. Nejvýznamnějším geografickým faktorem byla v tomto případě zeměpisná šířka. Rozdíly ve sledovaných parametrech (délka a šířka nažek, poměr délky a šířky nažky, délka zobáku, počet žeber a délka štětín pappusu) byly znatelné nejen mezi populacemi pocházejících z různých zemí, ale také v rámci populací z téže země. S rostoucí zeměpisnou šířkou se zvětšoval index délky a šířky těla nažky a délka zobáku a naopak se zmenšovala délka a šířka nažek. Zeměpisná délka a nadmořská výška měly menší vliv na morfologické charakteristiky nažek (KŘÍSTKOVÁ et al., 2014).

Studie zaměřená na morfologii nažek identického souboru 50 populací lociky kompasové jako v mé diplomové práci ukázala, že nažky formy *serriola* byly kratší, tenčí, s kratším zobákem a větším počtem žeber než u formy *integrifolia* (NOVOTNÁ et al., 2011). Rozměry jednotlivých částí nažek, to je vlastního těla nažky a typ struktur na povrchu, délka zobáku a velikost chmýru rozhodují o tzv. usazovací rychlosti (KŘÍSTKOVÁ et al., 2014) – čím menší usazovací rychlost, tím delší dolet nažky. Pak záleží na reprodukční strategii, to znamená, zda je na dané lokalitě dostatek živin a prostoru k tomu, aby se tam populace udržovala nebo zda mateřská rostlina „produkuje“ nažky, které mohou doletět dále a kolonizovat nové lokality.

Vliv prostředí se u zkoumaného souboru locik projevil i v dalších znacích, např. fenofázích, jak uvádějí první předběžné výsledky pro začátek kvetení (LEBEDA et al., 2007a).

Fenotypová plasticita rychlosti metabolismu podporuje odolnost organismů vůči změnám prostředí, může se lišit u jednotlivců vlivem sezónních změn, ale také mezi jedinci (FOX et al., 2020). ZETTLEMOYER et al. (2019) také zjistili, že nepůvodní druhy kvetly dříve a byly plastičtější k teplotě než původní druhy, u kterých oteplení nevyvolalo dřívější kvetení.

V rámci rodu *Lactuca* jsem měla možnost porovnat dosažené výsledky s daty pro morfologické znaky listů u *Lactuca saligna* (lociky vrbové) a *Lactuca virosa* (lociky jedovaté). U souboru 89 vzorků *L. saligna* z USA, Portugalska, Francie, Itálie, Slovenska, Maďarska, Chorvatska, Řecka, Turecka, Izraele a Jordánska pěstovaných ve skleníku byly hodnoceny morfologické znaky, včetně tvaru, resp. dělení rozetových a stonkových listů. U těchto rostlin nebyla prokázána jednoznačná souvislost mezi tvarem listů, resp. jejich dělením a místem původu daného vzorku (Matoušková, 2013). Podle sdělení doc. KŘÍSTKOVÉ (Křístková E., Katedra botaniky, PřF UPOL, ústní sdělení, 11. února 2020) z terénních pozorování rostlin *L. virosa* v Itálii, Francii a Chile nebylo možné vyvodit přímou souvislost mezi tvarem listů a jejich dělením a podmínkami stanoviště, na kterém byly rostliny pozorovány. Rozdíly v plastické reakci rostlin je tedy možné pozorovat dokonce i mezi jednotlivými druhy, což potvrdili také ARNOLD et al. (2019).

I přesto, že dělení listu ve vztahu k ekologickým podmínkám prostředí má do jisté míry obecnou platnost (NICOTRA et al., 2011), je zřejmé, že existují i další morfologické a anatomické znaky, jako je například tloušťka listů, odění (přítomnost trichomů apod.), povrch listů (struktura i chemické složení a síla voskové vrstvy), jimiž se rostliny přizpůsobují specifickým podmínkám prostředí. Jednak zkoumejme lociku kompasovou jako takovou, z různých oblastí, a zkoumejme také morfologické i anatomické parametry. Vytvoříme model, jak rostliny reagují, který lze následně porovnat s jinými druhy rostlin. V této práci byly porovnány morfologické parametry listů lociky kompasové s klimatickými a ekogeografickými parametry jejich původních lokalit. Zůstává však neprověřeno, jak je tomu z anatomického a následně pak fyziologického hlediska dělených a celistvých listů lociky kompasové ze sledovaných lokalit. Toto téma by mohlo být předmětem dalšího zkoumání a poznávání lociky kompasové.

7. ZÁVĚR

V předložené diplomové práci jsem se zabývala zpracováním klimatických a ekogeografických dat pro 50 sběrových lokalit *Lactuca serriola* L. z 50 populací z České republiky, Německa, Nizozemska a Velké Británie a jejich statistickým vyhodnocením a interpretací výsledků. Cílem práce bylo posoudit vliv klimatických a ekogeografických podmínek střední a západní Evropy na fenotyp rozetových a stonkových listů lociky kompasové. Navazují tak na bakalářskou práci „Fenotypová variabilita rozetových a stonkových listů lociky kompasové z České republiky, Německa, Holandska a Velké Británie“. Nažky byly získány ze sběrů okolo polí, příkopů a ruderalních stanovišť a stavenišť z 50 lokalit v České republice, Německu, Nizozemsku a Velké Británii. Na každé lokalitě bylo získáno 16 vzorků nažek z individuálních rostlin. Rostliny lociky kompasové byly poté pěstovány ve skleníku za stejných podmínek. U rozetových a stonkových listů byl hodnocen jejich tvar, případně hloubka zářezů, tvar apexu, délka a šířka listů a přítomnost antokyanu. U pozorovaných vzorků byly značné morfologické rozdíly. V Nizozemsku převažovaly listy dělené u stonkových listů a listy celistvé pro listy rozetové, ve Velké Británii naopak převažovaly listy celistvé u obou typů listů, pro Českou republiku a větší část Německa hluboce dělené listy, kdežto v severozápadní části Německa pak převládaly listy nedělené.

V této diplomové práci pak byla data pro morfologické znaky dále statisticky vyhodnocena ve vztahu k datům pro ekogeografické a klimatické parametry originálních stanovišť. Ze statistických analýz vyplynulo, že vlastnosti rozetových i stonkových listů jsou ovlivněny klimatem.

U rozetových listů s rostoucí zeměpisnou délkou, nadmořskou výškou, s rostoucí průměrnou teplotou nejteplejšího čtvrtletí a s klesající zeměpisnou šířkou, klesající průměrnou roční teplotou, klesající minimální teplotou nejchladnějšího měsíce a klesající průměrnou teplotou nejchladnějšího čtvrtletí roste podíl rostlin s peřenodílnými listy, se zašpičatělým apexem a roste průměrná šířka listů a naopak klesá podíl rostlin s nedělenými listy s tupým apexem. S rostoucími srážkami nejteplejšího čtvrtletí a s rostoucími srážkami v měsíci s největším množstvím srážek a klesajícími srážkami nejchladnějšího čtvrtletí a klesajícími ročními srážkami roste podíl rostlin s peřenodílnými listy, příp. se zašpičatělým tvarem apexu a naopak klesá podíl rostlin s nedělenými listy, příp. s tupým tvarem apexu. S rostoucími srážkami nejteplejšího čtvrtletí a klesajícími srážkami nejchladnějšího čtvrtletí se zvětšuje

průměrná šířka listů. S rostoucími ročními srážkami klesá podíl rostlin s peřenodílnými listy a se zašpičatělým tvarem apexu.

U stonkových listů s rostoucí zeměpisnou délkou, nadmořskou výškou, s rostoucí průměrnou teplotou nejteplejšího čtvrtletí a klesající zeměpisnou šířkou, s rostoucími srážkami v měsíci s největším množstvím srážek, rostoucími srážkami nejteplejšího čtvrtletí a klesající průměrnou roční teplotou, minimální teplotou nejchladnějšího měsíce, průměrnou teplotou nejchladnějšího čtvrtletí, klesajícími srážkami nejchladnějšího čtvrtletí roste podíl rostlin se špičatým tvarem apexu a peřenodílnými listy a klesá podíl rostlin s nedělenými listy a s tupým nebo zaokrouhleným tvarem apexu. S rostoucí hodnotou orientace ke světovým stranám klesá podíl rostlin se zašpičatělým tvarem apexu. S rostoucími ročními srážkami roste podíl rostlin s peřenoklanými a peřenolaločnými stonkovými listy.

S rostoucími ročními srážkami a srážkami nejchladnějšího čtvrtletí se zvětšuje průměrná délka a šířka listů, s rostoucími srážkami nejteplejšího čtvrtletí se zvětšuje se i průměrná šířka listů, s rostoucím průměrným sklonem svahu roste průměrná délka stonkových listů.

8. DIDAKTICKÁ ANALÝZA ODBORNÉHO TÉMATU

Začlenění tématu do výuky na středních školách podle Rámcového vzdělávacího programu pro gymnázia (RVP G) není jednoznačné. Mohlo by být součástí Biologie i Geografie v rámci oblasti Člověk a příroda. Pro oblast Člověk a příroda je typická snaha o odkrývání přírodních zákonitostí k hlubšímu poznání okolního světa (JEŘÁBEK et al., 2013). V předmětu biologie by téma náleželo k podtématu Biologie rostlin, kde by splnilo očekávaný výstup žáka: „žák zhodnotí možnosti využití rostlin v různých odvětvích lidské činnosti“, v případě, že by učitel studentům zdůraznil význam plevelných druhů rostlin, konkrétně u lociky kompasové jako zdroje rezistence např. k plísni salátové. Pro splnění dalšího očekávaného výstupu: „žák posoudí vliv životních podmínek na stavbu a funkci rostlinného těla“, by měl učitel studenty seznámit s fenotypovou variabilitou v rámci stejných druhů rostlin a její příčinou (JEŘÁBEK et al., 2013).

Jako součást Geografie v rámci probíraného tématu „Životní prostředí“, kdy má žák umět „zhodnotit rizika působení přírodních a společenských faktorů na životní prostředí v lokální, regionální a globální úrovni“ by měl učitel žáky upozornit, jaký vliv na rostliny má působení člověka. A v rámci tématu „Přírodní prostředí“ by učitel geografie-biologie při probírání klimatických pásů mohl téma propojit s vlivem klimatu na rostliny.

Co se týče průřezových témat, je možnost využití v oblasti Environmentální výchovy k tématu „Jak ovlivňuje prostředí organismy, které v něm žijí, a které abiotické/biotické vlivy na organismus působí“ (JEŘÁBEK et al., 2013).

PRACOVNÍ LISTY PRO ŠŠ

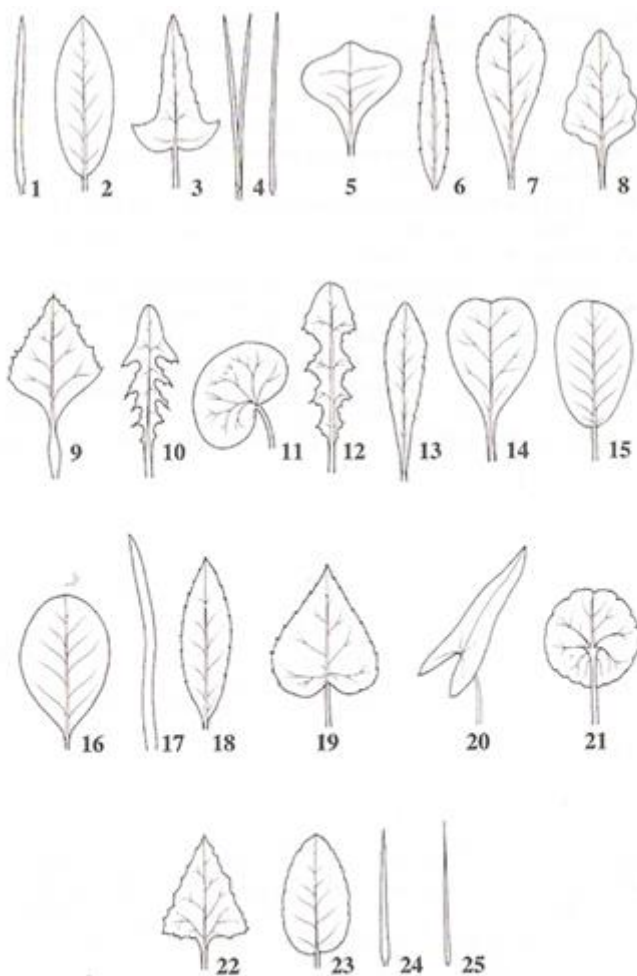
Listy – pracovní list

Teoretická část

List, obvykle zelený postranní orgán cévnatých rostlin, ve kterém probíhá fotosyntéza, transpirace a výměna plynů.

List se skládá z listové čepele (plochá část listu) a řapíku (stopkovitá část listu). Listy s řapíkem se označují jako řapíkaté, bez řapíku jako přisedlé.

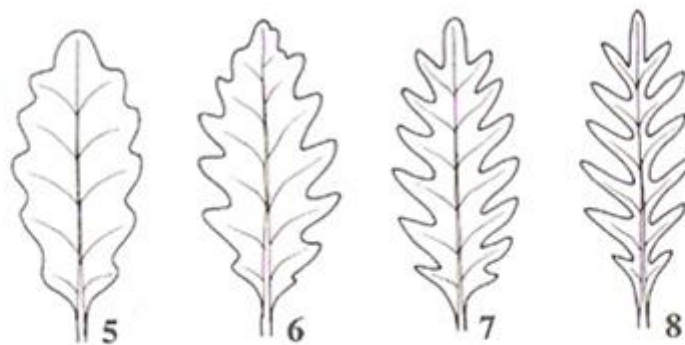
Podle tvaru čepele se rozlišují listy jednoduché a složené. V dnešní hodině se budeme zabývat listy jednoduchými, které lze dále rozdělit na listy celistvé s nečleněnou čepelí a listy dělené s členěnou čepelí s různě hlubokými zářezy (BENEŠOVÁ et al., 2003).



Tvary jednoduchých listů s nečleněnou (celistvou) čepelí

1 – čárkovitý, 2 – eliptický, 3 – hrálovitý, 4 – jehlicovitý, 5 – klinovitý, 6 – kopinatý, 7 – kopisovitý, 8 – kosníkovitý, 9 – kosočtverečný, 10 – kracovitý, 11 – ledvinitý, 12 – lyrovitý, 13 – obkopinatý, 14 – obsrdčitý, 15 – obvejčitý, 16 – široce eliptický, 17 – páskovitý, 18 – podlouhlý, 19 – srdčitý, 20 – střelovitý, 21 – štitovitý, 22 – trojúhelníkovitý, 23 – vejčitý, 24 – šídlovitý, 25 – nitovitý

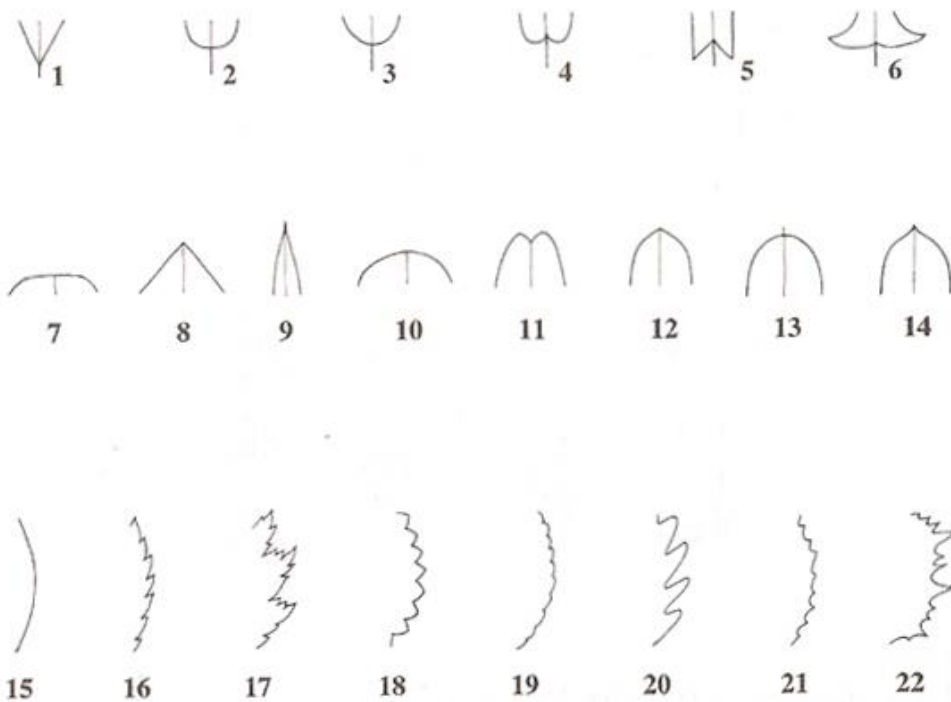
Obrázek 1. Tvary jednoduchých listů s nečleněnou čepelí (KUBÁT, 2002).



Tvary jednoduchých listů s čepelí členěnou

List peřeně členěný: 5 – peřenolaločný, 6 – peřenoklaný, 7 – peřenodílný, 8 – peřenosečný

Obrázek 2. Tvary peřeně členěných jednoduchých listů (převzato z KUBÁT (2002).



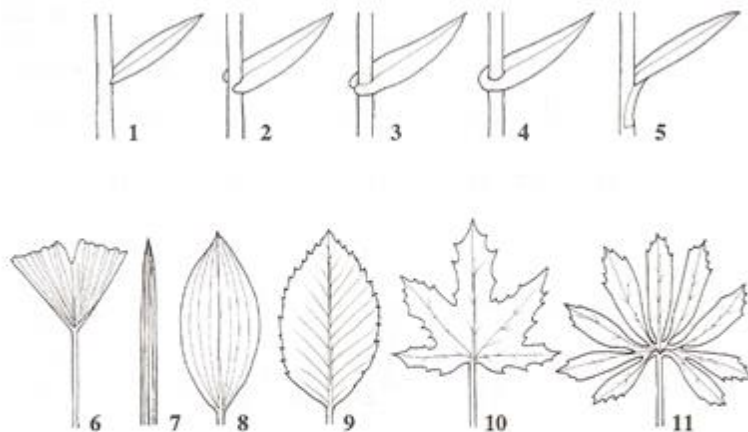
Tvary listové báze, vrcholu, okraje

Báze listu: 1 – klínovitá, 2 – uťatá, 3 – zaokrouhlená, 4 – srdčitá, 5 – střelovitá, 6 – hrálovitá

Vrchol listu: 7 – uťatý, 8 – špičatý, 9 – zašpičatělý, 10 – zaokrouhlený, 11 – vykrojený, 12 – tupý, 13 – osinkatý, 14 – hrotitý

Okraj listu: 15 – celokrajný, 16 – pilovitý, 17 – dvakrát pilovitý, 18 – zubatý, 19 – vroubkovaný, 20 – laločnatý, 21 – vykrajovaný, 22 – vyhlodávaný

Obrázek 3. Tvary listové báze, vrcholu a okraje (převzato a upraveno z KUBÁT (2002).



Nasedání listu na stoněk (obr. 1–5), typy listové žilnatiny (obr. 6–11)
 List: 1 – přisedlý, 2 – poloobjímavý, 3 – objímavý, 4 – prorostlý, 5 – sbíhavý;
 žilnatina: 6 – vidličnatá, 7 – rovnoběžná, 8 – souběžná, 9 – zpeřená, 10 – dlanitá,
 11 – znožená

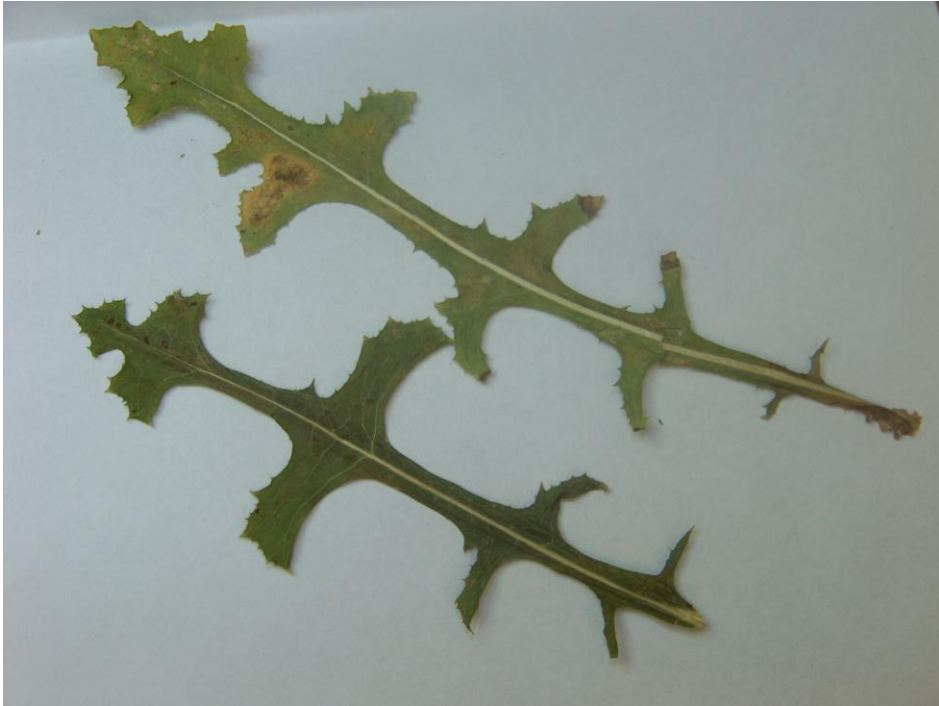
Obrázek 4. Nasedání listu na stoněk, typy listové žilnatiny (KUBÁT, 2002).

Praktická část

ÚKOLY:

- Podle teoretické části urči tvar listů u následujících 2 fotografií (pokud se jedná o čepel členěnou (Fotografie 1), urči ji podle Obrázku 2, v případě nečleněné čepele na Fotografii 2 podle Obrázku 1), tvar apexu listu a typ okraje listů.
- Víš, o jakou rostlinu se jedná?
- Na základě získaných informací o jaké rostliny se jedná, zkus navrhnout nebo vyhledat, jakým způsobem prostředí ovlivňuje vzhled listů?

	Fotografie č. 1	Fotografie č. 2
Tvar listů		
Tvar apexu		
Typ okraje		



Fotografie č. 1. (Foto z herbária Univerzity Palackého).



Fotografie č. 2. (Foto z herbaria Univerzity Palackého).

Pracovní list pro učitele:

Oblast: Člověk a příroda

Předmět: Biologie

Podtéma: Biologie rostlin

Téma hodiny: Morfologie listu

Výukové cíle:

1. Posoudí vliv životních podmínek na stavbu a funkci rostlinného těla

Doporučené metody výuky: Práce s textem, práce s obrazem, rozhovor, vysvětlování

Doporučené organizační formy výuky: Individualizovaná výuka, skupinová a kooperativní výuka

Postup: Učitel žákům rozdává pracovní listy – jednotlivcům, do dvojic nebo do skupin a vyzve žáky, aby zpracovali první dva úkoly. Následně si je společně zkontrolují a poté žáky vyzve k řešení 3. úkolu.

ŘEŠENÍ ÚKOLŮ:

- 1.

	Fotografie č.1	Fotografie č.2
Tvar listů	Členěný – Peřenodílný až peřenosečný	Nečleněný - Obkopinatý
Tvar apexu	Špičatý	Tupý až hrotitý
Typ okraje	Laločnatý	Celokrajný až vykrajovaný

2. Locika kompasová, na Fotografii č. 1 se jedná o formu *serriola*, která se nachází v našich zeměpisných podmínkách a na Fotografii č. 2 o formu *integrifolia*, která se vyskytuje jako hlavní forma například ve Velké Británii.
3. A) Předpokládané dedukce žáků:
Spojené království = více srážek oproti České republice, menší průměrná nadmořská výška, ne tak studené zimy, menší rozdíly teplot mezi nejchladnějším a nejteplejším měsícem na rozdíl od České republiky.

B) Objasnění problematiky klimatu učitelem:

V České republice jsou chladnější zimy, většina srážek spadne v létě, ale v zimě jsou rozloženy rovnoměrněji, což je typické pro vlhké kontinentální klima. Pro toto klima jsou typické teploty v létě do 30°C, v zimě od -10 do -30°C (ANONYM, 2019).

Ve Velké Británii je tzv. oceánické klima, které nemá příliš studené zimy ani příliš horká léta, v nejteplejším měsíci se teploty pohybují do 22°C a v zimě nad -3°C. Většina srážek spadne při silném dešti, na některých místech v zimě vůbec nemusí sněžit (ANONYM, 2018).

ZDROJE pro pracovní listy:

Anonym (2018). *Oceánické podnebí*. (2018, August 21). Retrieved January 25, 2020, from https://cs.wikipedia.org/wiki/Oceánické_podnebí

Anonym (2019). *Vlhké kontinentální podnebí*. (2019, January 25). Retrieved January 25, 2020, from https://cs.wikipedia.org/wiki/Vlhké_kontinentální_podnebí

Benešová, M., Hamplová, H., Knotová, K., Lefnerová, P., Sáčková, I., & Satrapová, H. (2003). *Odmaturuj! z biologie*. Brno: Didaktis.

Kubát, K. (2002). *Klíč ke květeně České republiky*. Praha: Academia.

9. LITERATURA

Abd-El Gawad, A. M., Elshamy, A. I., El-Nasser El Gendy, A., Al-Rowaily, S. L., & Assaeed, A. M. (2019). Preponderance of oxygenated sesquiterpenes and diterpenes in the volatile oil constituents of *Lactuca serriola* L. revealed antioxidant and allelopathic activity. *Chemistry & biodiversity*, 16(8), e1900278.

Alcántara-Ayala, O., Oyama, K., Ríos-Muñoz, C. A., Rivas, G., Ramirez-Barahona, S., & Luna-Vega, I. (2020). Morphological variation of leaf traits in the *Ternstroemia lineata* species complex (Ericales: *Penthaphylacaceae*) in response to geographic and climatic variation. *PeerJ*, 8, e8307.

Alexander, J. M. (2010). Genetic differences in the elevational limits of native and introduced *Lactuca serriola* populations. *Journal of Biogeography*, 37(10), 1951-1961.

Alexander, J. M. (2013). Evolution under changing climates: climatic niche stasis despite rapid evolution in a non-native plant. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 280(1767), 20131446.

Alexander, J. M. (2016). Experiments link competition and climate change responses. *Journal of vegetation science*, 27(2), 217-218.

Alexander, J. M., Diez, J. M., & Levine, J. M. (2015). Novel competitors shape species responses to climate change. *Nature*, 525(7570), 515-518.

Alexander, J. M., & Levine, J. M. (2019). Earlier phenology of a nonnative plant increases impacts on native competitors. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116(13), 6199-6204.

Anonym (2005). *INFOA. Evropský cestovní průvodce: pro obchod a turistiku*. Dubicko.

Anonym (2007). *Ottovo nakladatelství. Autem po Evropě*. Praha.

Arnold, P. A., Kruuk, L. E., & Nicotra, A. B. (2019). How to analyse plant phenotypic plasticity in response to a changing climate. *New Phytologist*, 222(3), 1235-1241.

Baker, G. A., & O'Dowd, D. J. (1982). Effects of parent plant density on the production of achene types in the annual *Hypochoeris glabra*. *The Journal of Ecology*, 201-215.

Bell, J. L., Burke, I. C., & Neff, M. M. (2015). Genetic and biochemical evaluation of natural rubber from eastern Washington prickly lettuce (*Lactuca serriola* L.). *Journal of agricultural and food chemistry*, 63(2), 593-602.

Blois, J. L., Williams, J. W., Fitzpatrick, M. C., Jackson, S. T., & Ferrier, S. (2013). Space can substitute for time in predicting climate-change effects on biodiversity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(23), 9374-9379.

Borůvková, J., Horáčková P. & Hanáček, M. *Statistica: úvod do zpracování dat*, 2013.1. vyd. Jihlava: Vysoká škola polytechnická Jihlava. 101 s. ISBN 978-80-87035-79-5

Cahill, A. E., Aiello-Lammens, M. E., Fisher-Reid, M. C., Hua, X., Karanewsky, C. J., Yeong Ryu, H., Sbeglia, G. C., Spagnolo, F., Waldron, J. B., Warsi, O. & Wiens, J. J. (2013). How does climate change cause extinction?. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 280(1750), 20121890. Cited in Alexander, J. M., Diez, J. M., & Levine, J. M. (2015). Novel competitors shape species' responses to climate change. *Nature*, 525(7570), 515.

Czortek, P., Delimat, A., Dyderski, M. K., Zięba, A., Jagodziński, A. M., & Jaroszewicz, B. (2018). Climate change, tourism and historical grazing influence the distribution of *Carex lachenalii* Schkuhr–A rare arctic-alpine species in the Tatra Mts. *Science of the total environment*, 618, 1628-1637.

Dauber, J., Hirsch, M., Simmering, D., Waldhardt, R., Otte, A., & Wolters, V. (2003). Landscape structure as an indicator of biodiversity: matrix effects on species richness. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 98(1-3), 321-329.)

Demek, J., & Mackovčín, P. (Eds.) (2014). *Zeměpisný lexikon ČR. Hory a nížiny. I. část*. Brno: Mendelova univerzita v Brně. Pp 13; 19-21.

Doležalová, I. (2002). *Comparative study of selected Lactuca spp. germplasm and their geographic distribution*. Autoreferát disertace k získání vědecké hodnosti doktor. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta.

Doležalová, I., Křístková, E., Lebeda, A., & Vinter, V. (2002). Description of morphological characters of wild *Lactuca* L. spp. genetic resources (English-Czech version). *Hort. Sci.(Prague)*, 29(2), 56-83.

Dong, S. K., Sha, W., Su, X. K., Zhang, Y., Shuai, L. I., Gao, X., Liu, S., Shi, J., Liu, Q. & Hao, Y. (2019). The impacts of geographic, soil and climatic factors on plant diversity, biomass and their relationships of the alpine dry ecosystems: Cases from the Aerjin Mountain Nature Reserve, China. *Ecological engineering*, 127, 170-177.

Elmendorf, S. C., Henry, G. H., Hollister, R. D., Fosaa, A. M., Gould, W. A., Hermanutz, L., Hofgaard, A., Jónsdóttir, I. S., Jorgenson, J. C., Lévesque, E., Magnusson, B., Molau, U., Myers-Smith, I. H., Oberbauer, S. F., Rixen, Ch., Tweedie, C. E. & Walker, M. D. (2015). Experiment, monitoring, and gradient methods used to infer climate change effects on plant communities yield consistent patterns. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112(2), 448-452. Cited in Alexander, J. M. (2016). Experiments link competition and climate change responses. *Journal of vegetation science*, 27(2), 217-218.

Feráková, V. (1977). *The genus Lactuca L. in Europe*. Bratislava: Univerzita Komenského.

Fick, S. E. & Hijmans, R. J. (2017). Worldclim 2: New 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*.

Fox, R. J., Donelson, J. M., Schunter, C., Ravasi, T., & Gaitán-Espitia, J. D. (2019). *Beyond buying time: the role of plasticity in phenotypic adaptation to rapid environmental change*.

Gange, A. C., Brown, V. K., & Farmer, L. M. (1992). Effects of pesticides on the germination of weed seeds: implications for manipulative experiments. *Journal of Applied Ecology*, 303-310.

Gilardelli, F., Sgorbati, S., Armiraglio, S., Citterio, S., & Gentili, R. (2015). Ecological filtering and plant traits variation across quarry geomorphological surfaces: implication for restoration. *Environmental management*, 55(5), 1147-1159.

Givnish, T. J. (1978). Ecological aspects of plant morphology: leaf form in relation to environment. *Theoretical Plant Morphology*. Cited in Peel, M. C., Finlayson, B. L., & McMahon, T. A. (2007). Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrology and earth system sciences discussions*, 4(2), 439-473.

Givnish, T. J. (1984). Leaf and canopy adaptations in tropical forests. In *Physiological ecology of plants of the wet tropics* (pp. 51-84). Springer, Dordrecht. Cited in Peppe, D. J., Royer, D. L., Cariglino, B., Oliver, S. Y., Newman, S., Leight, E., Enikolopov, G., Fernandez-Burgos, M., Herrera, F., Adams, J. M., Correa, E., Currano, E. D., Erickson, J. M., Hinojosa, L. F., Hoganson, J. W., Iglesias, A., Jaramillo, C. A., Johnson, K. R., Jordan, G. J., Kraft, N. J. B., Lovelock, E. C., Lusk, Ch. H., Niinemets, Ü., Peñuelas, J., Rapson, G., Wing, S. L. & Wright, I. J. (2011). Sensitivity of leaf size and shape to climate: global patterns and paleoclimatic applications. *New Phytologist*, 190(3), 724-739.

Grulich, V. (2004). *Lactuca* L. – locika. In Slavík, B. & Štěpánková, J. (Eds.). *Květena České republiky*, 7. Svazek. Praha: Academia, pp: 487-497.

Gurevitch, J., & Schuepp, P. H. (1990). Boundary layer properties of highly dissected leaves: an investigation using an electrochemical fluid tunnel. *Plant, Cell & Environment*, 13(8), 783-792. Cited in Peel, M. C., Finlayson, B. L., & McMahon, T. A. (2007). Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrology and earth system sciences discussions*, 4(2), 439-473.

Greenwood, D. R., Wilf, P., Wing, S. L., & Christophel, D. C. (2004). Paleotemperature estimation using leaf-margin analysis: is Australia different?. *Palaios*, 19(2), 129-142.

Chadwick, M., Trewin, H., Gawthrop, F., & Wagstaff, C. (2013). Sesquiterpenoids lactones: benefits to plants and people. *International journal of molecular sciences*, 14(6), 12780-12805.

Haider, S., Kueffer, C., Bruelheide, H., Seipel, T., Alexander, J. M., Rew, L. J., Arévalo, J. R., Cavieres, L. A., McDougall, K. L., Milbau, A., Naylor, B. J., Speziale, K. & Pauchard, A. (2018). Mountain roads and non-native species modify elevational patterns of plant diversity. *Global ecology and biogeography*, 27(6), 667-678.

Halbritter, A. H., Billeter, R., Edwards, P. J., & Alexander, J. M. (2015). Local adaptation at range edges: comparing elevation and latitudinal gradients. *Journal of evolutionary biology*, 28(10), 1849-1860.

Halbritter, A. H., Fior, S., Keller, I., Billeter, R., Edwards, P. J., Holderegger, R., Karrenberg, S., Pluess, A. R., Widmer, A. & Alexander, J. M. (2018). Trait differentiation and adaptation of plants along elevation gradients. *Journal of evolutionary biology*, 31(6), 784-800.

- Hanáková, R. (2016). *Fenotypová variabilita rozetových a stonkových listů lociky kompasové z České republiky, Německa, Holandska a Velké Británie*. Bakalářská práce (Bc.). Olomouc. Univerzita Palackého v Olomouci. Přírodovědecká fakulta. 98 pp.
- Harmatha, J. (2004). Poznámka 2. In Slavík, B. & Štěpánková, J. (Eds.). *Květena České republiky*, 7. Svazek, 1. vyd. Praha: Academia, p. 62.
- Hobstová, P. (2006). *Německo: kapesní průvodce* (1.ed.). Brno: Computer press, a.s., pp. 20-26, 39-51.
- Hoshino, R., Yoshida, Y., & Tsukaya, H. (2019). *Multiple steps of leaf thickening during sun-leaf formation in Arabidopsis*. *The Plant Journal*, 100(4), 738-753.
- Hubrová, H. (2017). *Locika kompasová v českých herbářových kolekcích první poloviny 20. století*. Bakalářská práce (Bc.). Olomouc. Univerzita Palackého v Olomouci. Přírodovědecká fakulta. 75 pp.
- Indra, B. (2005). *Nizozemsko* (1. ed.). Praha: Freytag & Berndt, pp. 8 – 37.
- Jeffrey, C. (1966). Notes on Compositae: I. *Kew Bulletin*. Cited in Lebeda, A., Doležalová, I., Feráková, V. & Astley D. (2004). Geographical Distribution of Wild *Lactuca* Species (Asteraceae, Lactuceae). *The Botanical Review*, 70, 328–356.
- Klímeček, P., Stříž, P. & Kasal, R. (2009). *Počítačové zpracování dat v programu STATISTICA*. 1. vyd. Zlín: FaME. ISBN 978-80-87106-25-9 (váz.). 200 pp.
- Křístková, E., Lebeda, A., Novotná, A., Doležalová, I., & Berka, T. (2014). Morphological variation of *Lactuca serriola* L. achenes as a function of their geographic origin. *Acta Botanica Croatica*, 73(1), 232-250.
- Kubát, K. (ed.) (2002). *Klíč ke květeně České republiky*. Praha: Academia.
- Kusi, J., & Karsai, I. (2020). Plastic leaf morphology in three species of *Quercus*: The more exposed leaves are smaller, more lobated and denser. *Plant Species Biology*.
- Leapman, M., & Koval, J. (2009). *Velká Británie: společník cestovatele*. Praha: Knižní klub, 720 pp., pp.: 21-23, 68-69.

- Lebeda, A., Doležalová, I., Feráková, V., & Astley, D. (2004b). Geographical distribution of wild *Lactuca* species (*Asteraceae*, *Lactuceae*). *The Botanical Review*, 70(3), 328.
- Lebeda, A., Doležalová, I., Křístková, E., Dehmer, K. J., Astley, D., Van de Wiel, C. C. M., & Van Treuren, R. (2007b). Acquisition and ecological characterization of *Lactuca serriola* L. germplasm collected in the Czech Republic, Germany, the Netherlands and United Kingdom. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 54(3), 555-562.
- Lebeda, A., Doležalová, I., Křístková, E., Kitner, M., Petrželová, I., Mieslerová, B., & Novotná, A. (2009). Wild *Lactuca* germplasm for lettuce breeding: current status, gaps and challenges. *Euphytica*, 170(1-2), 15.
- Lebeda, A., Doležalová, I., Křístková, E. & Mieslerová, B. (2001). Biodiversity and ecogeography of wild *Lactuca* spp. in some European countries. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 48(2), 153-164.
- Lebeda, A., Doležalová, I., Křístková, E. & Novotná, A. (2004a). Morphological and developmental characteristics of *Lactuca serriola* germplasm originating from Europe. In *Summaries and Program of 17th International Lettuce and Leafy Vegetable Conference*, Quebec, Canada: Sandman Hotel Montreal-Longueuil, 28-31 August 2004, pp. 28-31.
- Lebeda, A., Křístková, E., Doležalová, I., Kitner, M., & Widrechner, M. P. (2019). Wild *Lactuca* species in North America. In *North American Crop Wild Relatives, Volume 2* (pp. 131-194). Springer, Cham.
- Lebeda, A., Křístková, E., Kitner, M., Mieslerová, B., Jemelková, M., & Pink, D. A. (2014). Wild *Lactuca* species, their genetic diversity, resistance to diseases and pests, and exploitation in lettuce breeding. *European journal of plant pathology*, 138(3), 597-640.
- Lebeda, A., Křístková, E., Kitner, M., Mieslerová, B., & Pink, D. A. (2016). Wild *Lactuca saligna*: a rich source of variation for lettuce breeding. Enhancing crop genepool use: capturing wild relative and landrace diversity for crop improvement. *CAB International, Wallingford*, 32-46.
- Lebeda, A., Ryder, E. J., Grube, R., Doležalová, I. & Křístková E. (2007a). Lettuce (*Asteraceae*; *Lactuca* spp). In SINGH, R. J. (Ed.). *Genetic Resources, Chromosome*

Engineering, and Crop Improvement, Vol. 3, Vegetable Crops, CRC Press, Taylor and Francis Group, Boca Raton, FL, USA, pp. 377-472.

Leigh, A., Sevanto, S., Close, J. D., & Nicotra, A. B. (2017). The influence of leaf size and shape on leaf thermal dynamics: does theory hold up under natural conditions?. *Plant, Cell & Environment*, 40(2), 237-248.

Lewis, M. C. (1972). The physiological significance of variation in leaf structure. *Science Progress* (1933-), 25-51. Cited in Peel, M. C., Finlayson, B. L., & McMahon, T. A. (2007). Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrology and earth system sciences discussions*, 4(2), 439-473.

Li, H., Nicotra, A. B., Xu, D., & Du, G. (2015). Habitat-specific responses of leaf traits to soil water conditions in species from a novel alpine swamp meadow community. *Conservation physiology*, 3(1), cov046.

Lindqvist, K. (1958). Inheritance of lobed leaf form in *Lactuca*. *Hereditas*, 44, 347-377.

Ložek, V. (1988). Neživá příroda ve vztahu k flóře a vegetaci. In Hejný, S., & Slavík, B. (1988). *Květena České socialistické republiky*. Praha: Academia.

Majeský, L., Kitner, M., Křístková, E. & Lebeda A. (2019). Current view on phylogeny and taxonomy of the *Lactucinae* subtribe. In Lebeda, A. & Křístková, E (Eds.). (2019). *Eucarpia Leafy Vegetables 2019: 9th international conference on genetics and breeding of leafy vegetables : June 24-28, 2019, Palacký University in Olomouc, Czech Republic : programme and proceedings of abstracts*. 1. Edition. Kostelec na Hané: Jola, v.o.s., 120 pp.

Marhold, K., & Suda, J. (2002). *Statistické zpracování mnohorozměrných dat v taxonomii: (fenetické metody)*. Praha: Karolinum.

Matoušková Z. (2013). *Morfologické znaky Lactuca saligna L. z vybraných zemí Evropy, Asie a Ameriky*. Diplomová práce, Katedra botaniky PřF Univerzity Palackého v Olomouci, 90 stran.

McDougall, K. L., Lembrechts, J., Rew, L. J., Haider, S., Cavieres, L. A., Kueffer, C., Milbau, A., Naylor, B. J., Nuñez, M. A., Pauchard, A., Seipel, T., Speziale, K. L., Wright, G. T. & Alexander, J. M. (2018). Running off the road: roadside non-native plants invading mountain vegetation. *Biological invasions*, 20(12), 3461-3473.

- Meloun, M., Militký, J. & Hill, M. (2017). *Statistická analýza vícerozměrných dat v příkladech*. Univerzita Karlova. Praha: Karolinum. ISBN 978-80-246-3618-4. 757 pp.
- Meyer, S. E. (1997). Ecological correlates of achene mass variation in *Chrysothamnus nauseosus* (Asteraceae). *American Journal of Botany*, 84(4), 471-477.
- Mitchell, T. D., & Jones, P. D. (2005). An improved method of constructing a database of monthly climate observations and associated high-resolution grids. *International Journal of Climatology: A Journal of the Royal Meteorological Society*, 25(6), 693-712.
- Mou, B. (2005). Genetic variation of beta-carotene and lutein contents in lettuce. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 130(6), 870-876 Cited in Lebeda, A., Křístková, E., Doležalová, I., Kitner, M., & Widrlechner, M. P. (2019). Wild *Lactuca* Species in North America. In *North American Crop Wild Relatives, Volume 2* (pp. 131-194). Springer, Cham.
- Nakazato, T., Warren, D. L., & Moyle, L. C. (2010). Ecological and geographic modes of species divergence in wild tomatoes. *American Journal of Botany*, 97(4), 680-693.
- Nelson, T. A., & Lee, A. (2001). A manipulative experiment demonstrates that blooms of the macroalga *Ulvaria obscura* can reduce eelgrass shoot density. *Aquatic Botany*, 71(2), 149-154.
- Netopil, R., Bičík, I. & Brinke, J. (1988). *Geografie Evropy*. Státní pedagogické nakladatelství Praha. 1. vydání. Pp 16-24, 38, 93-95, 129-140, 150-161, 175-182.
- Nicotra A. (2011, 27.duben). *Leaf size and shape*. In *PrometheusWiki*. Retrieved [vid.2018-01-09]. Dostupné z: [/wiki-pagehistory.php?page=Leaf size and shape&preview=14](https://wiki.cs.cmu.edu/wiki/pagehistory.php?page=Leaf_size_and_shape&preview=14)
- Nicotra, A. B., Atkin, O. K., Bonser, S. P., Davidson, A. M., Finnegan, E. J., Mathesius, U., Poot, P., Purrugganan, M. D., Richards, C. L., Valladares, F. & van Kleunen, M. (2010). Plant phenotypic plasticity in a changing climate. *Trends in plant science*, 15(12), 684-692.
- Nicotra, A. B., Leigh, A., Boyce, C. K., Jones, C. S., Niklas, K. J., Royer, D. L., & Tsukaya, H. (2011). The evolution and functional significance of leaf shape in the angiosperms. *Functional Plant Biology*, 38(7), 535-552.
- Novotná, A., Doležalová, I., Lebeda, A., Kršková, M., & Berka, T. (2011). Morphological variability of achenes of some European populations of *Lactuca serriola* L. *Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*, 206(5), 473-483.

- Parkhurst, D. F., Duncan, P. R., Gates, D. M., & Kreith, F. (1968). Wind-tunnel modelling of convection of heat between air and broad leaves of plants. *Agricultural Meteorology*, 5(1), 33-47. Cited in Peel, M. C., Finlayson, B. L., & McMahon, T. A. (2007). Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrology and earth system sciences discussions*, 4(2), 439-473.
- Peel, M. C., Finlayson, B. L., & McMahon, T. A. (2007). Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrology and earth system sciences discussions*, 4(2), 439-473.
- Peppe, D. J., Lemons, C. R., Royer, D. L., Wing, S. L., Wright, I. J., Lusk, C. H., & Rhoden, C. H. (2014). Biomechanical and leaf-climate relationships: A comparison of ferns and seed plants. *American journal of botany*, 101(2), 338-347.
- Peppe, D. J., Royer, D. L., Cariglino, B., Oliver, S. Y., Newman, S., Leight, E., Enikolopov, G., Fernandez-Burgos, M., Herrera, F., Adams, J. M., Correa, E., Currano, E. D., Erickson, J. M., Hinojosa, L. F., Hoganson, J. W., Iglesias, A., Jaramillo, C. A., Johnson, K. R., Jordan, G. J., Kraft, N. J. B., Lovelock, E. C., Lusk, Ch. H., Niinemets, Ü., Peñuelas, J., Rapson, G., Wing, S. L. & Wright, I. J. (2011). Sensitivity of leaf size and shape to climate: global patterns and paleoclimatic applications. *New Phytologist*, 190(3), 724-739.
- Prince, S. D., & Carter, R. N. (1977). Prickly lettuce (*Lactuca serriola* L.) in Britain. *Watsonia*, 11, 331-338.
- Rinnan, D. S., & Lawler, J. (2019). Climate-niche factor analysis: a spatial approach to quantifying species vulnerability to climate change. *Ecography*.
- Royer, D. L. (2012). Leaf shape responds to temperature but not CO₂ in *Acer rubrum*. *PloS one*, 7(11), e49559.
- Royer, D. L., Kooyman, R. M., Little, S. A., & Wilf, P. (2009a). Ecology of leaf teeth: A multi-site analysis from an Australian subtropical rainforest. *American Journal of Botany*, 96(4), 738-750.
- Royer, D. L., Meyerson, L. A., Robertson, K. M., & Adams, J. M. (2009b). Phenotypic plasticity of leaf shape along a temperature gradient in *Acer rubrum*. *PloS one*, 4(10), e7653.

- Royer, D. L., & Wilf, P. (2006). Why do toothed leaves correlate with cold climates? Gas exchange at leaf margins provides new insights into a classic paleotemperature proxy. *International Journal of Plant Sciences*, 167(1), 11-18.
- Royer, D. L., Wilf, P., Janesko, D. A., Kowalski, E. A., & Dilcher, D. L. (2005). Correlations of climate and plant ecology to leaf size and shape: potential proxies for the fossil record. *American Journal of Botany*, 92(7), 1141-1151.
- Rubel, F., Brugger, K., Haslinger, K., & Auer, I. (2017). The climate of the European Alps: Shift of very high resolution Köppen-Geiger climate zones 1800–2100. *Meteorologische Zeitschrift*, 26(2), 115-125.
- Rysavy, A., Seifan, M., Sternberg, M., & Tielbörger, K. (2016). Neighbour effects on shrub seedling establishment override climate change impacts in a Mediterranean community. *Journal of vegetation science*, 27(2), 227-237.
- Sanderson, M. J., Purvis, A., & Henze, C. (1998). Phylogenetic supertrees: assembling the trees of life. *Trends in Ecology & Evolution*, 13(3), 105-109.
- Seipel, T., Alexander, J. M., Edwards, P. J., & Kueffer, C. (2016). Range limits and population dynamics of non-native plants spreading along elevation gradients. *Perspectives in plant ecology, evolution and systematics*, 20, 46-55.
- Skalický, V. (1988) Regionálně fytogeografické členění. In Hejný, S., & Slavík, B. (1988). *Květena České socialistické republiky*. Praha: Academia.
- Slavík, B. (1988). Fytogeografická charakteristika. In Hejný, S., & Slavík, B. (1988). *Květena České socialistické republiky*. Praha: Academia.
- Ter Braak, C. J. (1987). *Unimodal models to relate species to environment* (Doctoral dissertation, Ter Braak). Wageningen, Nizozemsko: Agricultural University.
- Ter Braak, C. J., & Šmilauer, P. (2002). *CANOCO reference manual and CanoDraw for Windows user's guide: software for canonical community ordination (version 4.5)*. www.canoco.com.
- Tomášek, M. (2003). *Půdy České republiky*. Praha: Česká geologická služba.

Treuren, R. Van, Lebeda, A., Křístková, E., Dehmer, K. J., Pink, D. A., Wiel, C. C. M. Van de, Doležalová, I., Sretenović Rajčić, T., Astley, D., Spence, N. & Hintum, T. J. L. Van (2008). Overview of studies on wild crop relatives of lettuce carried out within the framework of the EU project GENE-MINE. In Maggioni, L., Lebeda, A., Boukema, I. & Lipman, E. (Eds.). *Report of a Working Group on Leafy Vegetables*, First meeting, Olomouc, Czech Republic, 13 - 14 October, 2005, pp. 41-43.

Vogel, S. (1968). "Sun Leaves" and "Shade Leaves": Differences in Convective Heat Dissipation. *Ecology*, 49(6), 1203-1204. Cited in Peel, M. C., Finlayson, B. L., & McMahon, T. A. (2007). Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrology and earth system sciences discussions*, 4(2), 439-473.

Yang, J., Spicer, R. A., Spicer, T. E. V., Arens, N. C., Jacques, F. M. B., Su, T., Kennedy, E. M., Herman, A. B., Steart, D. C., Srivastava, G., Mehrotra, R. C., Valdes, P. J., Mehrotra, N. C., Zhou, Z. K. & Lai, J. S. (2015). Leaf form–climate relationships on the global stage: an ensemble of characters. *Global Ecology and Biogeography*, 24(10), 1113-1125.

Zettemoyer, M. A., Schultheis, E. H., & Lau, J. A. (2019). Phenology in a warming world: differences between native and non-native plant species. *Ecology letters*, 22(8), 1253-1263.

ONLINE ZDROJE

Anonym (2006). *European Climate: Picture of Europe Map*. Retrieved November 15, 2019, from

<https://web.archive.org/web/20110723020158/http://www.asparis.net/lowerschool/2dgrade/maps/climate/europe.htm>.

Anonym (2016). *WorldClim Version2*. (2016, June 1). Retrieved November 10, 2019, from <https://worldclim.org/version2>.

Anonym (2017a). *Netherlands - European Environment Agency*. (2017, September 7). Retrieved November 21, 2019, from https://www.eea.europa.eu/themes/landuse/land-cover-country-fact-sheets/nl-netherlands-landcover-2012.pdf/at_download/file.

Anonym (2017b). *United Kingdom - European Environment Agency*. (2017, September 7). Retrieved November 21, 2019, from https://www.eea.europa.eu/themes/landuse/land-cover-country-fact-sheets/uk-landcover-2012.pdf/at_download/file.

Anonym (2018). *Climate change impacts and adaptation*. Retrieved November 15, 2019, from <https://www.eea.europa.eu/soer-2015/europe/climate-change-impacts-and-adaptation>.

Anonym (2019a). *Česká republika*. Retrieved November 25, 2019, from <http://www.czechbaltic.cz/cr.html>.

Anonym (2019b). *Mapa Velké Británie*. Retrieved November 25, 2019, from <http://mapaonline.cz/mapa-velke-britanie/>.

Anonym (2019c). *Depositphotos, Inc. Fyzická mapa Německo s označením*. Retrieved November 25, 2019, from <https://cz.depositphotos.com/76114217/stock-illustration-germany-physical-map-with-labeling.html>.

Anonym (2019d). *Datasets - ESDAC - European Commission*. Retrieved November 8, 2019, from <https://esdac.jrc.ec.europa.eu/resource-type/datasets>

Anonym (2019e). *Eea.europa.eu*. Retrieved November 15, 2019, from <https://www.eea.europa.eu/soer-2015/europe/climate-change-impacts-and-adaptation/climate-change-impacts-in-europe>

Anonym (2019f). *ESDAC - European Commission*. Retrieved November 8, 2019, from <https://esdac.jrc.ec.europa.eu/>

Anonym (2019g). *EU-DEM in Copernicus Europe's eyes on Earth*. Retrieved November 8, 2019, from <https://land.copernicus.eu/imagery-in-situ/eu-dem>

Anonym (2019h). *European Soil Database v2.0 (vector and attribute data)*. Retrieved November 8, 2019, from <https://esdac.jrc.ec.europa.eu/content/european-soil-database-v20-vector-and-attribute-data>.

Anonym (2019i). *GeoNetwork*. Retrieved November 8, 2019, from <http://www.fao.org/geonetwork/srv/en/main.home>

Anonym (2019j). *Google_Earth*. Retrieved November 8, 2019, from http://clamp.ibcas.ac.cn/CLAMP_Google_Earth.html

Anonym (2019k). *Holandsko: mapa Holandska (Nizozemska)*: CK Mundo. Retrieved November 25, 2019, from <https://www.mundo.cz/holandsko/mapa>.

Anonym (2019m). *Homepage | Copernicus*. (2019). Retrieved November 8, 2019, from <https://www.copernicus.eu/en>

Anonym (2019n). *Základy klasifikace georeliéfu* [online]. Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava. Retrieved December 13, 2019, from http://geologie.vsb.cz/geomorfologie/Prednasky/2_kapitola.htm.

Anonym (2019o). *How Aspect works*. Retrieved December 13, 2019, from <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/tool-reference/spatial-analyst/how-aspect-works.htm>.

Anonym (2020). *In situ*. (2020, April 4). Retrieved April 27, 2020, from https://en.wikipedia.org/wiki/In_situ

Braak, Ter C. (2019). *Canoco for visualization of multivariate data*. Retrieved November 8, 2019, from <https://www.wur.nl/en/Research-Results/Research-Institutes/show/Canoco-for-visualization-of-multivariate-data.html>

Český hydrometeorologický ústav (2019). *Změna klimatu*. Retrieved December 17, 2019, from <http://portal.chmi.cz/historicka-data/pocasi/zmena-klimatu/zakladni-informace#>.

Fiferna, P. (Copyright) (2019). *Česká geologická služba. Služby. Mapové aplikace*. Retrieved December 15, 2019, from <http://www.geology.cz/extranet/sluzby/aplikace/mapove>.

Jeřábek, J., Krčková, S., & Hučínová, L. (2013). *Národní ústav pro vzdělávání. Rámcový vzdělávací program pro gymnázia*. Retrieved December 25, 2019, from <http://www.nuv.cz/file/159>.

Köppen, W., & Geiger, R. (1936). *Köppenova klasifikace podnebí*. Retrieved January 15, 2020, from https://cs.wikipedia.org/wiki/Köppenova_klasifikace_podnebí?fbclid=IwAR1B6RCNbRwqa6F3nhd1sz9EABhzb8ygdGj_VLhu3WBKdbAaebmptI91swk.

Maddison, D. R., & Maddison, W. P. (2018). *Mesquite: A modular system for evolutionary analysis*. Retrieved April 30, 2020, from <http://www.mesquiteproject.org/>

Ministerstvo životního prostředí České republiky (2019). ČESKÝ HYDROMETEROLOGICKÝ ÚSTAV. *Územní teploty v roce 2019*. Retrieved December 17, 2019, from <http://portal.chmi.cz/historicka-data/pocasi/uzemni-teploty#>.

Prouzová, E. (2020). Retrieved February 13, 2020, from <https://zsbcupice.cz/hot-potatoes/clovek-a-jeho-svet/3.rocnik/mapa-planek/cv2.htm>

Smolová, I., Doc, Víték, J., Dušková, M., & Šimáček, P. (2010). *Lexikon tvarů reliéfu*. Retrieved December 13, 2019, from <https://geography.upol.cz/soubory/studium/e-ucebnice/Smolova-2010/celky.html>.

Spicer, B., & Yang, J. (2019). *CLAMP online*. Retrieved November 8, 2019, from http://clamp.ibcas.ac.cn/CLAMP_Home.html

Šmilauer, P. (2019). *Canoco5 Support Site*. Retrieved November 8, 2019, from <http://www.canoco5.com/>

Tesařová, I. (2019). *Arcdata Praha. ArcČR® 500*. Retrieved December 15, 2019, from <https://www.arcdata.cz/produkty/geograficka-data/arccr-500>.