

Univerzita Hradec Králové
Přírodovědecká fakulta
Katedra biologie

Dynamika populací ohroženého druhu *Arnica montana* na
vybraných lokalitách Krkonoš během vegetační sezóny a
revize rozšíření druhu v rámci oblasti

Bakalářská práce

Autor: Tereza Hrubá
Studijní program: B0114A030004 – Biologie se zaměřením na vzdělávání
Studijní obor: Biologie se zaměřením na vzdělávání – maior
Český jazyk a literatura se zaměřením na vzdělávání – minor
Vedoucí práce: RNDr. Josef Halda, Ph.D.
Odborný konzultant: RNDr. Alžběta Čejková, Ph.D.
Oddělení ochrany přírody, Správa KRNAP

UNIVERZITA HRADEC KRÁLOVÉ
Přírodovědecká fakulta
Akademický rok: 2021/2022

Studijní program: Biologie se zaměřením na vzdělávání
Forma studia: Prezenční
Specializace/kombinace: Biologie se zam. na vzd. – maior,
Český jazyk a literatura se zam. na vzd. – minor (BVBI-BVCJ)

Specializace v rámci které má být VŠKP vypracována: Biologie se zaměřením na vzdělávání

Podklad pro zadání BAKALÁŘSKÉ práce studenta

Jméno a příjmení: **Tereza Hrubá**
Osobní číslo: **S20BI032BP**
Adresa: **Prosečné 71, Prosečné, 54373 Prosečné, Česká republika**
Téma práce: **Dynamika populací ohroženého druhu *Arnica montana* na vybraných lokalitách Krkonoš během vegetační sezóny a revize rozšíření druhu v rámci oblasti**
Téma práce anglicky: **Population dynamics of the endangered species *Arnica montana* in selected localities of the Giant Mountains during the vegetation season and revision of the distribution of the species within the area**
Jazyk práce: **Čeština**
Vedoucí práce: **RNDr. Josef Halda, Ph.D.
Katedra biologie**

Zásady pro vypracování:

Cílem práce je zjištění fenologie a přežívání rostlin a jejich květů (reprodukční potenciál semen) v průběhu vegetační sezóny u několika populací ohroženého druhu *Arnica montana*. Pozornost bude věnována také revizi známých lokalit druhu v rámci sledované oblasti. Výsledkem bude popularizace fenologie a přežívání zvláště chráněných rostlin v průběhu vegetační sezóny v rámci vzdělávacích programů středních škol.

Seznam doporučené literatury:

DANIHELKA J., CHRTEK J. ml., KAPLAN Z. 2012: Checklist of vascular plants of the Czech Republic. Preslia, 84:647-811. ISSN 0032-7786.
KAPLAN Z., DANIHELKA J., CHRTEK J. jun., KIRSCHNER J., KUBÁT K., ŠTECH M. & ŠTĚPÁNEK J. (eds) . 2019: Klíč ke květeně České republiky [Key to the flora of the Czech Republic]. Ed. 2. Academia, Praha. ISBN 978-80-200-2660-6.
CHYTRÝ, M., KUČERA T., KOČÍ M., GRULICH V., LUSTYK P., ŠUMBEROVÁ K., SÁDLO J., NEUHÁUSLOVÁ Z., HÁJEK M., RYBNÍČEK K., KRAHULEC F., KUČEROVÁ A., KOLBEK J. a HUSÁK Š. 2010: Katalog biotopů České republiky. Druhé vydání. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR. ISBN 978-80-87457-02-3.
JANSSEN J.A.M., RODWELL J.S., GARCIA CRIADO M. et al. 2016: European Red List of Habitats. Part 2. Terrestrial and freshwater habitats. Luxembourg. ISBN: 978-92-79-61588-7. doi: 10.2779/091372.
JUNG M., DAHAL P.R., BUTCHART S.H.M. et al. 2020: A global map of terrestrial habitat types. Sci Data 7, 256. doi: 10.1038/s41597-020-00599-8

Podpis studenta:

Datum:

Podpis vedoucího práce:

Datum:

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně a že jsem v seznamu použité literatury uvedla všechny prameny, ze kterých jsem vycházela.

V Prosečném dne

Tereza Hrubá

Poděkování

Touto cestou bych ráda poděkovala svému vedoucímu práce, RNDr. Josefu Haldovi, PhD., který při mně stál, dával mi cenné rady a trpělivě mi byl po celou dobu tvoření nápomocen. Dále bych chtěla poděkovat Správě Krkonošskému národnímu parku, díky níž jsem měla možnost vést svůj výzkum v oblasti chráněných oblastí Krkonoš. Ve spojitosti s tím bych ráda poděkovala pracovníci KRNAPu, RNDr. Alžbětě Čejkové, PhD., která mi byla odbornou konzultantkou, a i ona mi věnovala svůj čas, který jsem potřebovala při tvorbě mé práce. Je to právě ona, která mě uvedla do práce s arnikou. Spolu s Ing. Ludmilou Harčarikovou mě naučily arniku poznávat. V neposlední řadě bych chtěla poděkovat mému partnerovi, který se mnou podnikal cesty do terénu, které byly občas fyzicky náročné, a také členům mé nejbližší rodiny, která mě po celou dobu psychicky podporovala a poskytovala mi zázemí pro tvorbu BP.

Anotace

HRUBÁ, T. *Dynamika populací ohroženého druhu Arnica montana na vybraných lokalitách Krkonoš během vegetační sezóny a revize rozšíření druhu v rámci oblasti*. Hradec Králové, 2023. Bakalářská práce na Přírodovědecké fakultě Univerzity Hradec Králové. Vedoucí bakalářské práce Josef Halda. 48 s.

Cílem práce je zjištění fenologie a přežívání rostlin a jejich květů (reprodukční potenciál semen) v průběhu vegetační sezóny u několika populací ohroženého druhu *Arnica montana*. Pozornost bude věnována také revizi známých lokalit druhu v rámci sledované oblasti. Výsledkem bude popularizace fenologie a přežívání zvláště chráněných rostlin v průběhu vegetační sezóny v rámci vzdělávacích programů středních škol.

Klíčová slova

Arnica montana, Krkonoše, fenologie, management

Annotation

HRUBÁ T. Population dynamics of the endangered species *Arnica montana* in selected localities of the Giant Mountains during the vegetation season and revision of the distribution of the species within the area. Hradec Králové, 2023. Bachelor Thesis at Faculty of Science University of Hradec Králové. Thesis Supervisor Josef Halda. 48 p.

The goals of the work are the findings of phenology and survival of plants and their flowers (the reproductive potential of seeds) during the vegetation season in some populations of the endangered species *Arnica Montana*. Attention will also be given to revision of known locations for said species within the framework of the observed area. The result will be popularization of phenology and survival of specially protected plants during the vegetation season in the scope of educational programs for secondary schools.

Keywords

Arnica montana, Krkonoše mountains, phenology, management

Obsah

Úvod.....	8
1 Metodika.....	9
1.1 Technické vybavení	9
1.2 Výběr ploch	11
1.3 Tvorba didaktické pomůcky.....	15
2 Teoretická část	16
2.1 <i>Arnica montana</i>	16
2.1.1 Základní charakteristika a vnější popis	16
2.1.2 Možná záměna	17
2.1.3 Ekologická amplituda a výskyt	17
2.1.4 Konkrétní biotopy výskytu	19
2.1.5 Využití.....	20
2.2 Fenologie.....	21
2.2.1 Historie oboru.....	21
2.2.2 Fenologické fáze	22
2.2.3 Využití.....	23
2.2.4 Fenologie arniky	23
2.2.5 Fenologie ve školách.....	24
2.3 Území Krkonoš	25
2.3.1 Zonace Krkonoš	25
2.3.2 Arnika v Krkonoších	26
2.3.3 Přírodní poměry vybraného území	29
3 Výsledky	31
3.1 Revize lokalit	31
3.2 Fenologické pozorování u arniky	34
3.3 Tvorba didaktické pomůcky.....	36
4 Diskuse.....	39
Závěr	40
Seznam tabulek a grafů.....	42
Seznam tabulek.....	42
Seznam grafů.....	42
Seznam použité literatury	43
Přílohy	47

Úvod

Při volbě tématu jsem si stanovila dvě podmínky. Chtěla jsem provádět terénní botanický výzkum, který by se dal nejlépe uskutečnit v okolí mého bydliště. Na webových stránkách Krkonošského národního parku mě zaujala nabídka námětů témat bakalářských a diplomových prací, konkrétně monitoring vzácných a chráněných druhů. Po výběru vedoucího, který práci povede, stačilo jen zpřesnit téma tak, aby bylo využitelné pro Odbor ochrany přírody Správy KRNAP.

Námětem se pro moji bakalářskou práci stala *Arnica montana* (prha arnika) a s ní spojený monitoring. Mým úkolem je potvrdit či vyvrátit předpoklad, že je arnika v současnosti opravdu tak vzácná a zda skutečně jejích lokalit ubývá. V návaznosti na to bych měla zjistit nejvhodnější způsob managementu. Dalším cílem bakalářské práce, který úzce souvisí s výše zmiňovanou problematikou, je mapování arniky pomocí mobilní aplikace poskytnuté Správou Krkonošského národního parku. Zaznamenané polygony pak bude možné porovnat s historickými údaji a diskutovat o současném rozšíření arniky. Kromě toho bych chtěla zjistit hlavní fenologické fáze arniky, kterým se plánuji podrobně věnovat v budoucnu v rámci diplomové práce. V této práci jsou uvedeny poznatky z jedné vegetační sezóny, ráda bych se však fenologii prhy arniky věnovala i v dalších letech. Poslední cíl bakalářské práce představuje didaktický přesah – tvorba přípravy do hodiny biologie na středních školách ve formě plakátu, testu či jiného didaktického materiálu, který má popularizovat fenologii rostlin a představí prhu arniku jako chráněnou rostlinu.

1 Metodika

Pro mapování bylo po doporučení Správy KRNAP vybráno několik polygonů v okolí Luční Hory a Výrovky tak, aby bylo možné monitoring dokončit ve stanovené časové dotaci. V rámci sledování fenologických fází jsem si vybrala šest trvalých ploch o rozloze 1 m² s výskytem arniky, které budu sledovat i během příštích let. Zjištěná data poslouží k tvorbě grafů, které znázorní závislosti vývoje fenofází v čase a teplotě. Na nich budu v rozmezí několika týdnů sledovat fáze arniky, ze kterých se nakonec pokusím sestavit graf v závislosti na čase a naměřených teplotách. Pro tvorbu pracovních listů a ostatních didaktických pomůcek jsem vzala v potaz svoje zkušenosti z didakticky zaměřených předmětů, které jsem absolvovala během bakalářského studia.

Do rešeršní teoretické části práce jsem se snažila zahrnout co nejpestřejší výběr zdrojů, jako jsou odborné články, internetové zdroje, různé jiné tištěné dokumenty ale i videoukázky. Pro zobrazení map byly jednak použity portály www.mapy.cz, www.geoportal.gov, k zobrazení vrstev z aplikace KRNAP také aplikace QGIS.

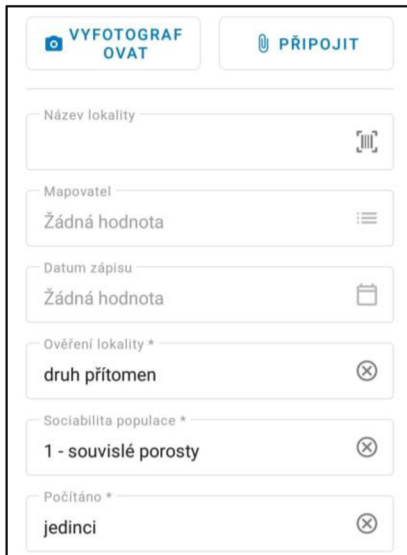
1.1 Technické vybavení

K mapování druhu *Arnica montana* jsem využívala mobilní aplikaci Arc GIS Field Maps (OS Android), kterou vyvinula a poskytla Správa KRNAP. Do aplikace byly staženy podkladové mapy z leteckého snímkování (ortofoto). Díky aplikaci bylo snadné se dopravit na správný polygon a zaznamenat do atributové tabulky všechna potřebná data.

V mapě jsem nejdříve označila polygon s výskytem arniky (místa se vyskytly potíže s přesností GPS), a následně zapsala datum, název lokality (např. Pec1, Pec2...), jméno mapovatele, odhadovanou pokryvnost s přesností na 1 m² (%), odhadovaný počet jedinců – při nízké pokryvnosti jsem zaznamenávala přesný počet jedinců, dále údaje týkající se stavu území, na kterém jsem arniku našla.

Kontrola monitoringu pracovníky Správy KRNAP a dalších externistů byla umožněna synchronizací aplikace, která probíhala po příchodu z terénu a po připojení se k internetu.

Vlastní terénní výzkum byl zahájen školením k poznávání fenologických fází podobných, snadno zaměnitelných rostlin s arnikou, s pracovníci Správy KRNAP RNDr. Alžbětou Čejkovou, Ph.D., Ing. Ludmilou Harčarikovou a školitelem BP v genové bance ve Vrchlabí. Následně proběhlo vysvětlení monitoringu v terénu.



The screenshot shows the top part of a data entry form in the Arc GIS Field Maps application. At the top left, there is a button labeled 'VYFOTOGRAFOVAT' (Take Photo) and a button labeled 'PŘIPOJIT' (Attach). Below these are several input fields:

- Název lokality** (Location name): An empty text field with a QR code icon on the right.
- Mapovatel** (Mapper): A dropdown menu currently showing 'Žádná hodnota' (No value) and a list icon on the right.
- Datum zápisu** (Recording date): A date picker field currently showing 'Žádná hodnota' (No value) and a calendar icon on the right.
- Ověření lokality *** (Verify location *): A dropdown menu showing 'druh přítomen' (species present) and a close icon on the right.
- Sociabilita populace *** (Population sociability *): A dropdown menu showing '1 - souvislé porosty' (1 - continuous stands) and a close icon on the right.
- Počítáno *** (Counted *): A dropdown menu showing 'jedinci' (individuals) and a close icon on the right.

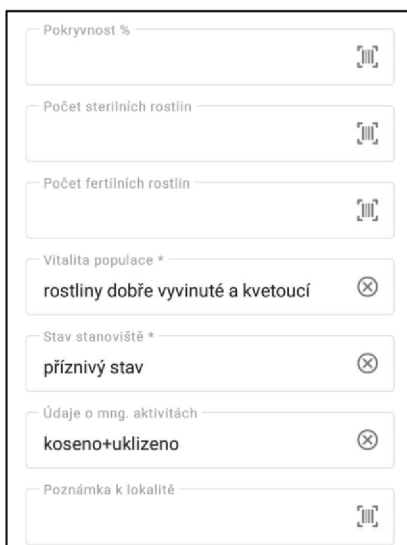
Obr. č. 1: Údaje vyplňované v aplikaci Arc GIS Field Maps, foto Tereza Hrubá, 2023



The screenshot shows two input fields from the Arc GIS Field Maps application:

- Odhad počtu jedinců *** (Estimated number of individuals *): A dropdown menu showing 'do 5 exemplářů' (up to 5 specimens) and a close icon on the right.
- Počet** (Count): An empty text field with a QR code icon on the right.

Obr. č. 2: Údaje vyplňované v aplikaci Arc GIS Field Maps, foto Tereza Hrubá, 2023



The screenshot shows the bottom part of a data entry form in the Arc GIS Field Maps application. It includes several input fields:

- Pokryvnost %** (Cover %): An empty text field with a QR code icon on the right.
- Počet sterilních rostlin** (Number of sterile plants): An empty text field with a QR code icon on the right.
- Počet fertálních rostlin** (Number of fertile plants): An empty text field with a QR code icon on the right.
- Vitalita populace *** (Population vitality *): A dropdown menu showing 'rostliny dobře vyvinuté a kvetoucí' (plants well developed and flowering) and a close icon on the right.
- Stav stanoviště *** (Site status *): A dropdown menu showing 'příznivý stav' (favorable status) and a close icon on the right.
- Údaje o mng. aktivitách** (Management activity data): A dropdown menu showing 'koseno+uklizeno' (mowed+cleaned) and a close icon on the right.
- Poznámka k lokalitě** (Note on the site): An empty text field with a QR code icon on the right.

Obr. č. 3: Údaje vyplňované v aplikaci Arc GIS Field Maps, foto Tereza Hrubá, 2023

1.2 Výběr ploch

Podrobná fenologická pozorování druhu *Arnica montana* z časového rozmezí tří vegetačních sezón budou vyhodnocena v diplomové práci. V loňském roce bylo označeno 6 trvalých ploch o rozměrech 1 x 1 m. Na plochách bylo monitorování výskytu arniky prováděno pravidelně. V další vegetační sezóně budu na plochách odečítat fytoecologické snímky. Plochy jsou z hlediska významných faktorů mírně odlišné (blízkost vody, množství osvětlení), přesto byly zvoleny tak, aby byly snadno porovnatelné.

Monitoring byl proveden v oblasti nad Sedmiroklím pod Luční horou (obr. č. 4, 5). Luční biotopy jsou v této oblasti celoročně zásobeny dostatkem vody. Voda z pramenů a potůčků proudí do Mechového vodopádu a Modrodolského vodopádu. Plochy se nachází na mírném svahu (přibližný sklon je 31 %, jihovýchodní směr). Plochy jsou označeny kovovými plátky a stužkami, aby se snáze hledaly. Plátky kruhového tvaru o výšce 8 mm a průměru 7 cm byly upevněny k podkladu hřebíkem. Každá plocha byla označena středovým kolíkem. Plochy se nachází v podobné nadmořské výšce (1 407–1 423 m n. m.), odlišují se však druhovou diverzitou rostlin. Fytoecologické snímky budou vyhodnoceny v diplomové práci. Tabulka č. 1 obsahuje lokalizace vybraných šesti ploch.

číslo plochy	biotop	lokalita	GPS	nadm. výška	datum založení
1	Subalpínská brusnicová vegetace (60 %), Subalpínské vysokostébelné trávníky (30 %), Kosodřevina (10 %)	Luční hora	N50.721845 E015.688217	1415 m	19. 6. 2022
2			N50.721880 E015.688367	1420 m	19. 6. 2022
3			N50.721894 E015.688567	1410 m	19. 6. 2022
4			N50.721898 E015.688677	1407 m	19. 6. 2022
5			N50.722197 E015.688476	1413 m	19. 6. 2022
6			N50.722387 E015.688617	1423 m	19. 6. 2022

Tabulka č. 1: Lokalizace vybraných ploch

Plocha č. 1

Plocha se nachází pod silnicí na JV svahu Luční hory mezi Výrovkou. V blízkosti plochy jsou porosty borovice kleče. Arnika zde není zastíňována jinými rostlinami. Společenstvo bezlesí tvoří na všech 6 plochách 3 typy biotopů: Subalpínská brusnicová vegetace (60 %), Subalpínské vysokostébelné trávníky (30 %) a Kosodřevina (10 %).

Plocha č. 2

Plocha je většinu dne chráněna stínem větví dospělého smrku ztepilého (*Picea abies*). Větve rostliny chrání také před silným větrem vanoucím z jihozápadu.

Plocha č. 3

Na ploše č. 3 dominuje brusnice borůvka (*Vaccinium myrtillus*) a je zde patrná vyšlapaná stezka zvěře.

Plocha č. 4

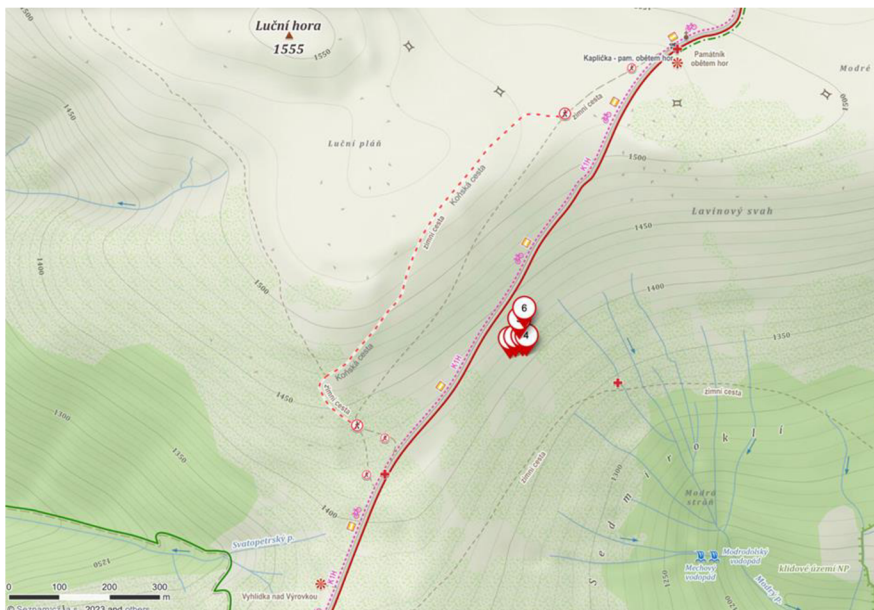
Na ploše č. 4 je nápadný výskyt oměje šalamounku (*Aconitum plicatum*).

Plocha č. 5

Předposlední vybraná plocha se od ostatních odlišuje výskytem starčku vejčitého (*Senecio ovatus*) a endemického zvonku českého (*Campanula bohémica*).

Plocha č. 6

Plocha č. 6 se nachází v těsné blízkosti vodního toku. Půda je zde silně podmáčená. Na tomto místě je arnika v mírném polostínu kryta borovicí klečí (*Pinus mugo*).



Obr. č. 4: Oblast výběru 6 ploch pro fenologické pozorování rostliny *Arnica montana* (mapy.cz, upraveno Tereza Hrubá 8.8. 2022)



Obr. č. 5: Oblast Sedmiroklí (Jiroušek, 2023). Šipka označuje monitorovanou oblast.



Obr. 6: Plocha č. 1, foto Tereza Hrubá, 2022



Obr. č. 7: Plocha č. 2, foto Tereza Hrubá, 2022



Obr. č. 8: Plocha č. 3, foto Tereza Hrubá, 2022



Obr. č. 9: Plocha č. 4, foto Tereza Hrubá, 2022



Obr. č. 10: Plocha č. 5, foto Tereza Hrubá, 2022



Obr. č. 11: Plocha č. 6, foto Tereza Hrubá, 2022

1.3 Tvorba didaktické pomůcky

Didaktické pomůcky pro moji budoucí výuku biologie na střední škole jsem vytvářela na základě vlastních zkušeností, získaných během terénního výzkumu. Protože z vlastní zkušenosti vím, že studenty příliš neoslovuje pasivní čtení, sestavila jsem stručný text k prostudování a zábavnou spojovačku, která by studenty měla motivovat k vyšší aktivitě.

Kromě textu se spojovačkou jsem připravila i pracovní list, který lze využít při exkurzích v terénu nebo jako protokol, který žáci budou doplňovat několik týdnů. Pracovní list se zaměřuje výhradně na popularizaci fenologie. Jeho cílem je žáky seznámit s hlavními fenologickými fázemi rostliny přímo v terénu. Do pracovního listu jsou zařazeny dvě běžné rostliny – bylina a dřevina, u kterých jsou fenofáze dobře prozkoumané. Úkolem žáků je zaznamenat v průběhu určitého časového rozhraní několik fází. V závěru pracovního listu se nachází krátké poučení, které zahrnuje praktické využití fenologie.

2 Teoretická část

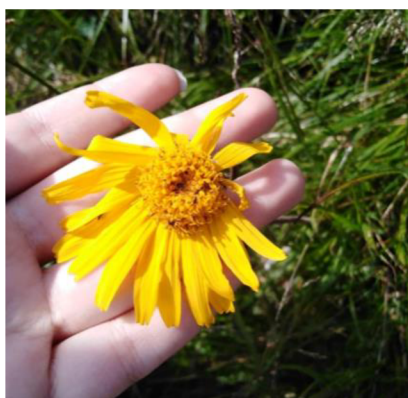
2.1 *Arnica montana*

2.1.1 Základní charakteristika a vnější popis

Hlavním předmětem pozorování se pro mou práci stala *Arnica montana*, známá i pod jinými názvy jako jsou prha arnika, prha chlumní či arnika horská. Existuje i několik dalších lidových názvů jako jsou andělský truňk, smetanice nebo šlakové koření (Beguivinová et Müllerová, 2003). V BP budu dále používat pouze zkrácený název arnika.

Arnika je vytrvalá bylina, systematicky náležející do čeledi hvězdnicovité. Řadí se mezi hemikryptofyty, což znamená, že obnovovací pupeny má uložené těsně pod povrchem půdy. Arnika disponuje lodyhou vysokou až 60 cm, která je ochlupená. Tuhé listy jsou celokrajné, uspořádané do přízemní růžice, na lodyze vyrůstají vstřícně. Sytě žluté heterogamní úbory vyrůstají na rostlině v počtu 2 až 3 (Štursa et Dvořák, 2009). Plodem arniky je nažka s chmýrem, která se rozšiřuje větrem. Kromě semen se arnika může rozmnožovat i oddenky. Pomocí silného oddenku se dokáže rozlézt do několika směrů. Rostlina kvete v červnu až červenci, dokvétá v srpnu (Feistauerová et Dvořák, 2015). Detaily rostliny znázorňují obrázky č. 12–14.

Základnímu popisu arniky se věnuje i Klíč ke květeně České republiky (Kaplan et al., 2019) nebo Databáze české flóry a vegetace (pladias.cz, 2023).



Obr. č. 12: Detail květu arniky, foto Tereza Hrubá, 2022



Obr. č. 13: Ochlupená lodyha s postavením květů, foto Tereza Hrubá, 2022



Obr. č. 14: Ochmýřené nažky arniky (Michalcová, 2021)

2.1.2 Možná záměna

Jako mnoho dalších rostlin či hub je možné také arniku v určitých fenofázích zaměnit. Mezi nejpodobnější rostliny patří silenka dvoudomá (*Silene dioica*).

Oba druhy jsou vytrvalé rostliny rostoucí v podobných polohách. Nejtěžší je rostliny od sebe rozeznat ve fázi přízemní listové růžice. Ta je totiž na první pohled totožná. Arnika má však oproti daleko běžnější silence mnohem tužší listy. Zkušený botanik arniku od silenky rozliší snadno, může se to však naučit i méně zkušený pozorovatel.

V pozdějších fázích, zejména ve fázi kvetení, je záměna již nemožná. Arnika kvete žlutě, silenka dvoudomá kvete červeně.



Obr. č. 15: Silenka dvoudomá (Dvořák, 1995)



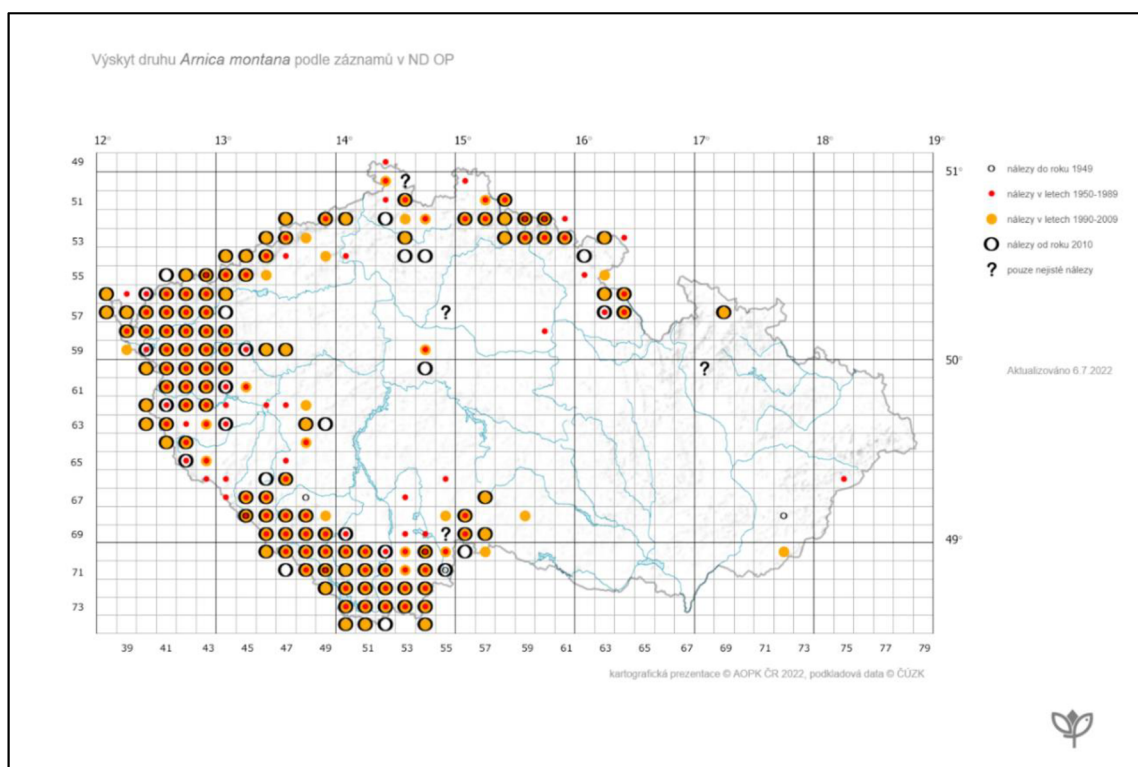
Obr. č. 16: Listová růžice prhy arniky (botanika.wendys.cz, 2023)

2.1.3 Ekologická amplituda a výskyt

Jak uvádí Turoňová a Červenková (2022), arnika má těžiště výskytu v horách střední Evropy. „Na severu zasahuje do jižního Norska, na východ do Lotyšska a Východních Karpat, na jih přes Rakousko k Jadranu, dále hranice prochází severní částí Apeninského poloostrova a jihovýchodní Francií. Ostrůvkovitě zasahuje na Pyrenejský poloostrov až do jižního Portugalska“ (Turoňová et Červenková, 2022). Arnika je v České republice vzácná a chráněná zákonem, a proto se sbírat nesmí. Stejně tak je tomu i na Slovensku, kde je také chráněná. V alpských lučních biotopech ve Švýcarsku a v Rakousku je sběr rostliny povolen, dokonce je zde považovaná za plevel (Dugasová et Dugas, 1995).

Červený seznam IUCN (Světový svaz ochrany přírody) představuje základní třídění, podle kterého probíhá jednotné zařazování organismů do kategorií podle stavu ohrožení (Štursa, 2010). V rámci tohoto seznamu se arnika řadí do kategorie NT (blízký ohrožení, near threatened) (Plesník et Chobot, 2017). Na červeném seznamu pro Českou republiku se arnika řadí mezi ohrožené druhy (C3), tj. druhy, které oproti dřívějšímu rozšíření ustoupily (Plesník et al., 2017).

V současnosti se v České republice vyskytuje arnika v Krkonošském národním parku, v oblasti Šumavy a v oblasti západních Čech (obr. č. 17). V minulosti byla hojnější v Jizerských horách, v Brdech, na Třeboňsku, v Beskydech, na Moravě už jen ojediněle (Turoňová et Červenková, 2022). Arnice se nejlépe daří na kyselé půdě, vlhkých rašelinných půdách, loukách, na lesních světlinách, ale i v prosvětleném jehličnatém lese. Hojně se vyskytuje i na horských kosodřevinách. Je to druh kalcifóbní a světlomilný (Štursa et Dvořák, 2009).



Obr. č. 17: Výskyt druhu *Arnica montana* v České republice v průběhu několika desítek let (portal.nature.cz, 2022)

2.1.4 Konkrétní biotopy výskytu

V rámci této kapitoly věnuji pozornost konkrétním biotopům, ve kterých je arnika, podle Katalogu biotopů České republiky vydané Agenturou ochrany přírody a krajiny ČR, dominantním druhem.

1) Horské smilkové trávníky s alpínskými druhy

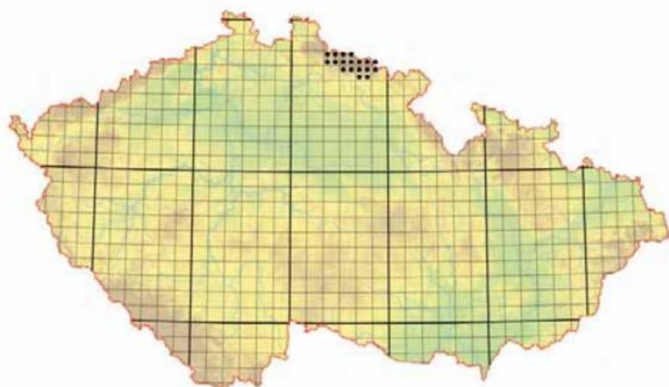
Luční biotop se vyskytuje pouze v montánních polohách Krkonoš, hlavně v sušších polohách, které jsou chudé na živiny. Kopíruje konvexní tvary reliéfu nebo horní části svahu. Podle současných výzkumů biotopu nejlépe prospívá management typu pastva či pravidelné kosení. Ohrožení či úplný zánik biotopu představuje lokální zalesňování, zánik hospodaření či eutrofizace (Krahulec, 2001).

Spolu s arnikou zde rostou druhy jako jsou rdesno hadí kořen (*Bistorta major*), tomka vonná (*Anthoxanthum odoratum*), zvonek český (*Campanula bohemica*), jestřábník jizerský (*Hieracium iseranum*), smilka tuhá (*Nardus stricta*), silenka nadmutá (*Silene vulgaris*), či bika mnohokvětá (*Luzula multiflora*) (Krahulec, 2001).

2) Sekundární podhorská a horská vřesoviště

Tento typ vegetace se vyvinul sekundárně po „odlesnění na místech acidofilních bučin, borů a horských smrčín, zpravidla na opuštěných nebo ochuzených pastvinách, narušovaných okrajích cest...“ (Chytrý, 2001, s. 159). Rozšíření tohoto typu biotopu je větší než u předešlého typu. Rovněž se vyskytuje na kyselých půdách, chudých na živiny. Kromě Krkonoš a Podkrkonoší je častý na Šumavě a v Pošumaví, v Krušných horách, Slavkovském lese, Orlických horách a ve větší míře i na Českomoravské vrchovině a v Lanškrounské kotlině. Ochrana tohoto biotopu bezlesí je zajištěna pastvou ovcí a odstraňováním náletových dřevin. Biotop není bez zásahu člověka udržitelný (Chytrý, 2001).

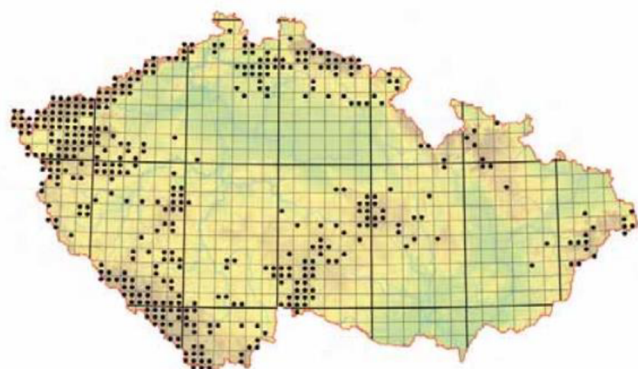
Převládající složkou biotopu je vřes obecný (*Calluna vulgaris*), brusnice borůvka (*Vaccinium myrtillus*) a brusnice brusinka (*Vaccinium vitis-idaea*). Spolu s arnikou tu dále rostou druhy metlice trstnatá (*Deschampsia cespitosa*), černýš luční (*Melampyrum pratense*), smilka tuhá (*Nardus stricta*) nebo zlatobýl obecný pravý (*Solidago virgaurea* subsp. *virgaurea*). Silně je zastoupeno i mechové patro (Chytrý, 2001).



Obr. č. 18: Rozšíření horských smilkových trávníků s alpínskými druhy (sci.muni.cz, 2010)



Obr. č. 19: Horský smilkový trávník (Kočí, 2004)



Obr. č. 20: Rozšíření sekundárních horských a podhorských vřesovišť (sci.muni.cz, 2010)



Obr. č. 21: Sekundární horská a podhorská vřesoviště pod Luční Horou, foto Tereza Hrubá, 2022

2.1.5 Využití

Prha arnika je významná léčivka. Obsahuje léčivé flavonoidy s antibiotickými, protinádorovými, antioxidačními, protizánětlivými, protiplísňovými a imunomodulačními účinky (Kriplani et al., 2017; Nieto-Trujillo et al., 2021).

Jejich účinků se využívá jak při vnějších použití, tak i při vnitřním. V tomto tvrzení se však některé zdroje rozcházejí. Autoři Dugas et Dugas (2002) uvádí povzbuzující účinky oběhové soustavy „*Užívá se i při degeneraci srdečního svalu, srdečních křečích, při přetučnělém a stařeckém srdci, při arterioskleróze, bolestech a záchvatech anginy pectoris, ale i na uvolnění žaludečních křečí, svalové bolesti*

a slabosti, brnění končetin ...“ (Dugasová et Dugas, 2002, s. 37). Dugasová však upozorňuje na vedlejší účinky při předávkování (závratě, bezvědomí). Beguivinová et Mullerová (2003) vnitřní aplikaci nedoporučují pro riziko otravy. Dokonce uvádí, že požívat arniku vnitřně není dovoleno. Tinktura vyráběná z květu arniky je běžně dostupná v internetových obchodech (tinktura.eu, 2023). Prodejci však doporučují užívání tinktury s maximální opatrností za souhlasu lékaře. Velmi zásadní je také dodržování předepsaného dávkování.

Heide Fischer (2011) v jedné ze svých příruček uvádí léčivé účinky helenalinů, tříslovin, flavonoidů, a terpenů a derivátů thymolu. Helenaliny mají schopnost tišit bolest a působit protizánětlivě, čehož se využívá zejména při bolestivých kloubech. Protizánětlivé účinky jsou v určité míře známé také u tříslovin (Fischer, 2011). Flavonoidy jsou sekundární metabolity produkované mnoha druhy rostlin. Jsou obsaženy v ovoci, zelenině a listech. Našly široké uplatnění ve farmakologii pro přípravu protirakovinných, antioxidačních, protizánětlivých a antivirových léčiv. Vyznačují se rovněž neuroprotektivními a kardioprotektivními účinky (Ullah et al., 2020).

Nejvíce oceňovaná schopnost arniky je uvolňování krevních sraženin. Obklady s výtažkem se příkládá na podlitiny, pohmožděniny, naraženiny či modřiny. Příznivě působí i na otoky, záněty kostí, svalové bolesti či na končetiny ochrnuté po mrtvici (Dugasová et Dugas, 2002). I zde však jsou rizika vzniku zdravotních problémů. U osob s citlivější pokožkou může arnika vyvolat kožní vyrážku. Běžně dostupné jsou také masti s extraktem arniky určené k ochraně pokožky (yves-rocher.cz, 2023). Pokožka po aplikaci masti zůstává hydratovaná a chráněná před vnějšími vlivy. Podobně jsou používány masážní masti a gely (anpro.cz, 2023). Arnika má stále široké spektrum využití a má smysl ji ve volné přírodě chránit.

2.2 Fenologie

2.2.1 Historie oboru

Počátky fenologie se datují daleko do naší historie. Jedná se o pozorování kvetení třešňí okolo roku 700 n. l. v Japonsku (Hájková, 2012). Pojem pochází z řeckého phænologie, kde phaino = projev, vzhled (Sdružení Tereza, 2008), a je označením pro vědní obor, který se zabývá vlivem okolních faktorů, zejména počasí, na vývoj rostlin, potažmo živočichů. Fenologie zaznamenává časově odlišená stadia životních projevů

živých organismů označovaných jako fenologické fáze. Termín fenologie zavedl Charles François Antoine Morren (Quetelet, 1796-1874).

Na českém území začali fenologické fáze zaznamenávat meteorologové Antonín Strnad, Joseph Stepling a M. A. David, kteří se o vliv počasí na vývoj a průběh života rostlin a živočichů zajímali už v 18. století. Záznamy však nikdy neuspořádali v samostatnou fenologickou práci. Další významnou osobností, která se zasloužila o vývoj fenologie na českých půdách, byl Tadeáš Haenke, mimo jiné botanik a lékař. V roce 1786 zveřejnil první fenologický kalendář. Haenke v této práci také uvedl, že by bylo žádoucí, aby se data zaznamenaná na českém území porovnála s daty z pozorování z ciziny, aby bylo možné vyhodnotit vliv klimatu a nadmořské výšky (Hájková, 2012).

Za zakladatele fenologie v Československu je však považován prof. Václav Novák. Zasloužil se o vybudování celostátní fenologické služby a věnoval se uspořádání fenologického materiálu. Této činnosti se kromě Nováka věnoval i Josef Šimek. Za roky 1923 a 1924 vyšly fenologické ročenky z Moravy a Slezska, které byly jejich dílem. Ročenka z roku 1927 dokonce obsahovala první fenologickou mapu Československé republiky (Bílovský et al., 2010).

2.2.2 Fenologické fáze

Fenologické fáze neboli fenofáze jsou fáze, při kterých se organismus vždy projevuje určitým vzhledem. Tento projev je dobře rozpoznatelný a každoročně se opakuje. Každoroční projev může nastat v trochu jiném období, a to v závislosti na měnících se klimatických podmínkách v daném roce. Každá fenofáze se projevuje konkrétními znaky, podle kterých ji můžeme rozeznat a zjistit tak, v jakém stadiu vývoje se sledovaná rostlina nachází. V rámci popisu fenologických fází je potřeba se zaměřit na nadzemní orgány rostliny, jako jsou listy, pupeny či květenství. Fenologické fáze se druhově odlišují. Trochu jiné fenofáze bude mít tedy dřevina a jiné bylina. Nástup jednotlivých fenofází je ovlivněn několika faktory, mezi které můžeme zařadit denní fotoperiody, vlastnosti půdy, přísun vody, teplotu a vlhkost vzduchu, se kterou souvisí i nadmořská výška. Fenologické fáze se kromě rostlin pozorují i na druzích živočichů a hub (Sdružení TEREZA, 2008).

Co se týče samotného pozorování, je důležité dodržovat několik zásad, aby se výsledky daly považovat za relevantní (Sdružení TEREZA, 2008).

Hlavní zásadou pozorování je označit si stanoviště, na které se dochází, protože pozorování musí probíhat pouze na jednom konkrétním vybraném jedinci. S tím souvisí i výběr více stanovišť, může se totiž stát, že vybraný jeden jedinec může být poškozen vnějšími vlivy (lidský faktor, vítr, paraziti) v kterémkoliv stadiu vývoji rostliny a pozorování by se pak nedalo dokončit. Právě z toho důvodu je vhodnější mít v záloze více stanovišť, mezi kterými pak při vyhodnocování výsledků můžeme zkoumat i rozdíly na základě umístění stanoviště apod. Další zásadou je docházet na stanoviště pravidelně, aby byl zachycen kompletní soubor všech fází. Přesný čas sledování během dne není příliš významný. Je však vhodné dodržovat podobnou denní dobu návštěv sledovaného jedince (Sdružení TEREZA, 2008).

2.2.3 Využití

Výsledky fenologických pozorování mají široké spektrum uplatnění. Využívají se například při plánování zemědělských prací, kdy právě pomocí výsledků lze určit nástup ročních období, a tak i nejvhodnější dobu pro začátek zemědělských prací. Krška (2006) ve svém příspěvku také zmiňuje názor prof. Václava Nováka, který uvedl, že fenologická data mohou též pomoci při výběru vhodného stanoviště pro pěstování konkrétního druhu. Fenologické pozorování totiž úzce souvisí s pozorováním podnebí, respektive počasí. Na základě těchto klimatických podmínek můžeme snadno odhadnout, zda je vybrané stanoviště pro pěstování konkrétního druhu vyhovující.

Jiným nesporným využitím je i pomoc při charakteristice klimatu jednotlivých let a jeho změny. Tyto změny klimatu jsou ve vzájemném vztahu s teplotami vzduchu a s povětrnostními podmínkami. Nástupy jednotlivých fenofází jsou na klimatických podmínkách závislé (Krška, 2006).

Další neopomenutelnou oblastí využití fenologických záznamů je alergologie, která může na základě výsledků fenologického pozorování v konkrétním roce odrazit začátek podávání léků proti alergiím na jednotlivé pyly rostlin (Hájková, 2019).

2.2.4 Fenologie arniky

Oblast pozorování fenologických fází u druhu *Arnica montana* není u nás dodnes hloubkově prostudovaná, přestože její průběh vývoje známe (Štursa et Dvořák, 2009).

Fenologie arniky nepatří mezi ukázkové příklady v materiálech, které se věnují právě fenologii. Fenologie u vybraného jedince se dá pozorovat jak u volně rostoucích rostlin, tak i u kultivačně vypěstovaných rostlin. V souvislosti s arnikou existují většinou pouze publikace, které se týkají klíčivosti jejích semen, a to v laboratorních podmínkách.

V roce 2009 proběhl v Bulharsku výzkum, kdy se během jedné vegetační sezóny sledovaly fáze vývoje druhu *Arnica montana*. K pokusu byla využita semena, která byla sesbírána na Ukrajině během roku 2006. Cílem této studie bylo pozorovat fáze ontogenetického vývoje arniky a zároveň zjistit její schopnost aklimatizovat se v různých nadmořských výškách na bulharském území. Po vyklíčení v Petriho miskách byly semenáčky přesazeny na dvě odlišná stanoviště, každé v jiné nadmořské výšce (544 m n. m. a 1 450 m n. m.). Obě stanoviště měla kyselou půdu. O sazenice bylo postaráno pravidelným zavlažováním (Balabanova et Vitkova, 2009).

Výsledky studie ukazují, že půdní podmínky, u kterých se výzkumníci snažili dosáhnout stejného pH, na kterém arnika roste přirozeně, jsou vhodné. Arnika na stanovišti v nadmořské výšce 544 m n. m. rostla pomalu a její úmrtnost byla vysoká. Oproti tomu na stanovišti v nadmořské výšce 1 450 m n. m. byla úspěšnost adaptace vysoká (Balabanova et Vitkova, 2009).

2.2.5 Fenologie ve školách

Vzhledem k didakticky zaměřenému cíli BP byly prozkoumány dva Školní vzdělávací programy odlišných středních škol, aby se zjistil momentální stav zahrnutí tématu fenologie do výuky na středních školách. Zmíněny jsou pouze ŠVP obsahující zmínku o fenologii. Prohlédla jsem také ŠVP středních škol v okolí mého bydliště a v okolí Hradce Králové. Potvrdila jsem, že na školách je povědomí o fenologii nedostatečné.

Školní vzdělávací program Střední školy zemědělské a ekologické a středního odborného učiliště chladič a klimatizační techniky v Kostelci nad Orlicí zahrnuje zmínku o fenologii v povinném předmětu Pěstování rostlin. Žák by měl na konci prvního ročníku vysvětlit význam fenologických pozorování (Hladík et Miček, 2017).

Školní vzdělávací program Gymnázia a Střední odborné školy v Rýmařově zahrnuje výuku o fenologii do volitelného předmětu Seminář z biologie pro čtvrté

ročníky. V rámci terénních prací tohoto předmětu žáci mají prozkoumávat různé ekosystémy, fenologii, naučit se zpracovávat data a podklady pro vědeckou práci (Stanzel, 2017).

Z obou školních vzdělávacích programů vyplývá, že fenologie není běžnou záležitostí ve výuce na středních školách. Na odborné škole se zemědělským a ekologickým zaměřením je oblast fenologie zahrnuta v povinném předmětu, což je žádoucí. Na všeobecném gymnáziu je zahrnuta pouze v předmětu, který je pro žáky dobrovolný. Na střední škole ve Vrchlabí, jejímž jsem absolventem, či na středních školách v Hradci Králové nebyla o fenologii v ŠVP jediná zmínka.

2.3 Území Krkonoš

2.3.1 Zonace Krkonoš

Podobně jako jiné hory, i Krkonoše jsou uspořádány do několika vegetačních výškových stupňů. Evropská pohoří se vyznačují šesti výškovými stupni, oproti tomu v Krkonoších se vyvinuly vegetační výškové stupně pouze čtyři (Štursa et Dvořák, 2009).

Submontánní stupeň neboli podhorský stupeň se rozkládá v rozmezí 400–800 m n. m. a zaujímá celou polovinu z rozlohy Krkonoš. V době, kdy Krkonoše ještě neobývali lidé, se tento stupeň vyznačoval listnatými či smíšenými lesy. Postupem času však byly lesy lidmi vykáceny a nahrazeny buď smrkovými monokulturami, nebo byla vykácená místa využita k pastvinám či jiným zemědělským účelům. Zbytky těchto lesů jsou však k vidění v okolí hlavních krkonošských řek a potoků. Představují cenná stanoviště, kde je možné zahlédnout vzácné či ohrožené druhy jako je česnek medvědí, bledule jarní či sasanka pryskyřníkovitá (Štursa et Dvořák, 2009).

Montánní stupeň, zvaný horský se rozprostírá ve výškovém rozmezí 800 – 1 200 m n. m. Původně ho pokrývaly smrkové či smíšené lesy, které byly antropogenními vlivy přeměněny na horské louky, které se staly domovem pro řadu vzácných rostlinných druhů – zvonek český, prha arnika či hořec tolitovitý (Štursa et Dvořák, 2009).

V rozmezí nadmořských výšek 1 200 – 1 350 m n. m. se rozkládá stupeň subalpínský, který se vyznačuje klečovými porosty, původními i druhotně vytvořenými smilkovými loukami a rašeliništi. Rostou zde druhy jako vřes, borůvka, brusinka či vlochyně (Štursa et Dvořák, 2009).

V nejvyšších polohách se rozprostírá stupeň alpský, který je v Krkonoších zastoupen pouze v rámci Sněžky, Luční hory, Studniční hory, Smogornie, Vysokého Kola a Kotle. Zastupuje pouhých 0,7 % z celkové rozlohy Krkonoš. Drsné klimatické podmínky omezují rozšíření borovice kleče, kterou nahrazuje vřes obecný, brusnice borůvka, brusnice brusinka či různé trávy jako je sítina trojklanná nebo kostřava nízká (Štursa et Dvořák, 2009).

Mezi montánním a subalpínským vegetačním výškovým stupněm se tvoří horní hranice lesa, ve které se výrazně mění životní podmínky významné pro rozvoj rostlin. Stromy už zde růst nemohou z důvodu krátké vegetační doby. Smrkové porosty v této linii tedy nahrazuje borovice kleč, několik druhů vrb a jeřáb (Kociánová et al., 2015). V Krkonoších se horní hranice lesa rozprostírá v rozmezí 1 200 – 1 350 m n. m. (Štursa et Dvořák, 2009).

2.3.2 Arnika v Krkonoších

V minulosti hojný druh *Arnica montana* se vlivem různých faktorů postupně stal ohroženým druhem.

Biotopy krkonošského bezlesí prošly složitým vývojem. V dobách ledových a poledových je ovlivňoval ledovec. S osidlováním hor počátkem 13. stoletím se stal hlavním činitelem změn člověk. Na hřebenech se začaly vytvářet první cesty, stavěly se první boudy. Těžilo se dřevo a dolovaly rudy. V důsledku třicetileté války přicházeli lidé vysoko do hor, kde výstavba pokračovala. Se stavbou obydlí vznikaly rozlehlé pastviny pro kozy, koně a krávy. Biotopy bezlesí se kosily, hnojily, louky se rozšiřovaly na úkor kleče a smrčín. Obnažená stanoviště po vytěžené kleči erodovala a způsobila na konci 19. století sesuvy půdy a povodně (Kociánová et al., 2015). Po vysídlení německého etnika se osvědčený citlivý management luk změnil a lokality začaly degradovat. V současnosti je snaha o nápravu (Minuty z Krkonoš, 2014). Celý proces osidlování vysokých poloh hor se označuje jako budní hospodaření. S následky tohoto hospodaření (těžba dřeva, rozšiřování luk, stavba cest a bud) se Správa KRNP potýká dodnes (Kociánová et al., 2015).

Neblahý dopad na rozvoj lučních biotopů má i nárůst turismu, který vedl k rozšiřování cest, bud, a ve 20. století i zvyšování počtu automobilů a s nimi spojených

emisi. V současnosti biotopy nejvíce ohrožuje stavební činnost reprezentovaná hlavně výstavbou lyžařských resortů (Kociánová et al., 2015).

Tvorba cest, při které se využívaly nevhodné materiály (vápenec, melafyr), způsobila změnu chemismu okolních kyselých půd. Důsledkem bylo pronikání nepůvodních či plevelných rostlin do tundrové krajiny. Po následcích budního hospodaření se zejména nad alpínskou hranicí lesa začaly uměle vysazovat nové porosty kleče. Hustě vysázené porosty začaly omezovat rozvoj vzácných rostlin, mimo jiné arniky. Dalším negativním faktorem, který se objevil v 2. pol. minulého století se stalo znečištění ovzduší. Imise a kyselé deště vznikající v důsledku spalováním uhlí elektrárnami v 2. pol. 20. stol. způsobily odumírání horských smrčín, snížení životaschopnosti kleče (snížení klíčivosti semen, vyšší náchylnost k houbovým chorobám aj.) a snížení druhů mykorrhizních hub, na které je mnoha tundrových rostlin vázána (Kociánová et al., 2015). Také arnika preferující živinami chudé kyselé půdy potřebuje k získávání živin symbiotického partnera. *“In nature, Arnica is always colonized by arbuscularmycorrhizal fungi”* (Jurkiewicz et al., 2009, s. 301).

S tím souvisí i klimatická změna, kterou pozorujeme hlavně od konce 20. století. Za posledních 20 let (pozn. autora – zhruba 1995–2015) se průměrná teplota v Krkonoších zvýšila o 0,6 °C. V Krkonoších se změna projevuje několika způsoby, například rozšíření některých druhů do vyšších nadmořských výšek (např. klíště obecné). V alpínské hranici lesa se zvyšuje výskyt stromů a určité druhy rostlin zarůstají větší plochy v tundrovém pásmu – např. vřes obecný (Kociánová et al., 2015).

Způsoby péče

Kubíková (1999) uvádí obecné rady a zásady, návrhy managementů, pro konkrétní typy území. Smilkové louky na rozhraní oreofytika a mezofytika zde nahrazují vykácené smrčiny a bučiny. Jsou typické výskytem světlomilných druhů. Kromě smilky tuhé a prhy arniky se zde vyskytují např. violka sudetská, bojínek alpínský, vstavač hlavatý, kýchavice Lobelova či endemický zvonek český. Jako oligotrofní druhy nesnáší nadbytek dusíku formou hnojení. Výsledkem by bylo vymizení vstavačovitých a zvýšení počtu širokolistých lučních trav. Stejný účinek by mělo ponechání ladem, při kterém by převládla jedna dominanta. Vhodným managementem by mohlo být obnovení tradičního způsobu hospodaření, které spočívá v kombinaci pastvy a seče zajišťujících rovnováhu živin, kdy se při kosení odnímají a při pastvě se dostávají s trusem zvířat zpátky do půdy.

U vřesovišť je typ managementu podobný jako u smilkových luk. Vhodná je pastva a odstraňování náletů dřevin (Kubíková, 1999).

Správa KRNAP vytvořila pro oblast Krkonošského národního parku vlastní plán péče, který se má zasadit o co nejpřirozenější vzhled zdejšího okolí.

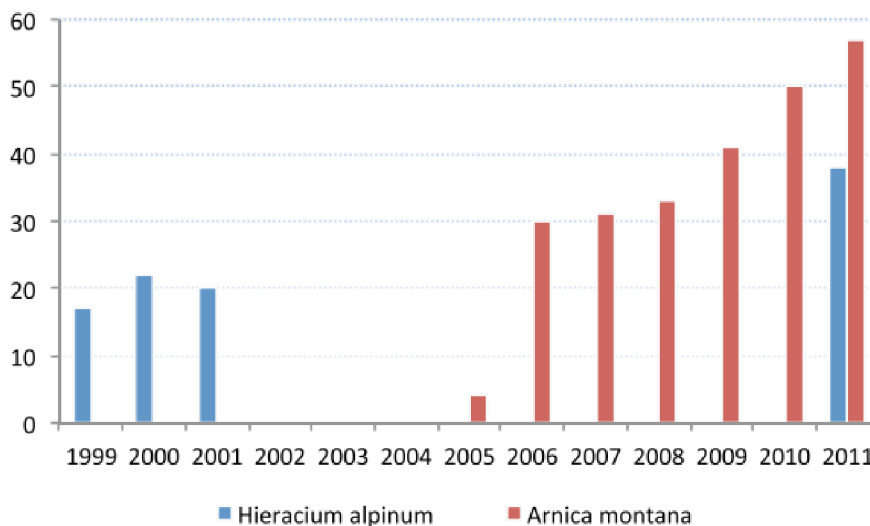
Po druhé světové válce došlo k plošnému zalesňování, které trvalo až do roku 1991. V první vlně vysazování však došlo k dovozu materiálu z Alp, a do Krkonoš se tak dostaly cizí geny. Mnoho důvodů však vedlo Správu KRNAP k rozhodnutí, že klečové porosty v Krkonoších se musí redukovat. Jádrem problému tvoří nové výsadby, které se nachází nad horní hranicí lesa. Hlavními kritérii výběru ploch a intenzitě vyřezávání kleče se staly přítomnost vzácných druhů (prha arnika, jestřábníky, koniklec bílý), které jsou porosty kleče utlačovány, ale i výskyt geomorfologických tvarů. Cílem zásahů je napodobit přirozené, nepravidelné, ostrůvkovité rozpoložení kleče. Primárně jsou však vyřezávány keře poškozené (napadené škůdci apod.), ponechány jsou kleče kolem cest, které tvoří přirozený mantinel mezi znečištěnými cestami, potažmo turisty a přirozenou krajinou (Janata et Dvořák, 2010).

Správa KRNAP začala s prořezáváním husté kleče již v 90. letech minulého století. Hlavní tři etapy se konaly v letech 2010, 2015 a 2020. Dvě z nich se týkaly západních Krkonoš, jedna východních. Cílem je chránit ekosystém arктоalpínské krkonošské tundry a uvolnit prostor ohroženým druhům, které jsou klečí omezovány. V roce 2021 probíhalo další vyřezávání, v okolí Studniční hory (krkonosky.denik.cz, 2021). Studniční hora je v těsné blízkosti Luční hory, kde byl uskutečněn výzkum BP. Arnika patří mezi ohrožené druhy, které literatura uvádí jako nejvíce zasažené rozrůstáním klečových porostů.

Stejně tak Zahradníková a Harčarik (2010) zmiňovali podobnou péči o zvláště chráněné, ohrožené a vzácné druhy rostlin včetně arniky: „...*pro ohrožené taxony připravit navazující nebo paralelní opatření ochrany ex situ (množení a kultivace rostlin v genofondové zahradě nebo v podmínkách in vitro s cílem poznat metodiku kultivace a uchovat „náhradní populace“ druhu jako zdroj pro další opatření, rekonstrukci původních populací, zakládání náhradních populací na introdukčních plochách apod.) ...*“ (Zahradníková et Harčarik, 2010, s. 28).

Problematické managementu vyřezávání klečových porostů se věnuje Harčarik (2012), který v dokumentu zároveň uvádí provedení monitoringu tohoto managementu

během několika let v závislosti na stavu populací dvou druhů – jestřábníku alpského a prhy arniky. Výsledky monitoringu ukazují, že i vzácné a ohrožené druhy jako je arnika, dokázaly rychle osídlit plochy uvolněné po vyřezané borovici kleči.



Obr. č. 27: Stav populací druhů jestřábníku alpského a prhy arniky na monitorovací ploše (10 x 20 m a 1 x 1 m) na Pančavské louce a jejich reakce na redukci kosodřeviny provedenou v roce 2005. Jestřábník alpský nebyl v letech 2002-2010 monitorován. In: Harčarik (2012).

Různým typům managementů s vlivem na arniku se věnuje i několik zahraničních studií. V Rumunských horách Apuseni roku 2013 proběhl výzkum, který zkoušel různé typy managementu (ponechání ladem, tradiční sečení, brzké sečení, sečení dvakrát ročně a sečení napodobující pastvu). Výsledky ukazují, že příznivě na arniku působilo kosení 2x ročně, sečení napodobující pastvu a tradiční seč konaná v srpnu (Morea, 2013).

Podobnému tématu se věnuje i Gert Rosenthal (2020), který spolu s týmem zkoumal arniku ve středoněmeckých nížinných pohořích. Ve své studii přisuzuje daleko větší váhu důsledkům klimatické změny na formování fitness arniky místo vybranému managementu.

2.3.3 Přírodní poměry vybraného území

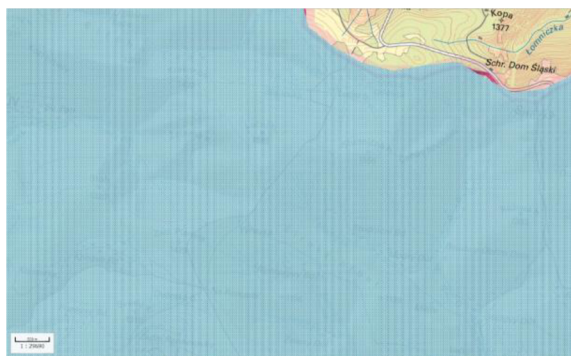
Pro mapování arniky a zjišťování její fenologie byly zvoleny lokality v blízkosti Luční hory (1 555 m n. m.). Oblast, které jsem se věnovala nejvíce, se nachází nad Modrým dolem a je velmi svažité. Rozmezí nadmořských výšek území, která čítá zhruba přes 90 000 m², kolísá v rozmezí 1 300 m n. m. a 1 482 m n. m. Nadmořská výška

určuje dominující lesní biotop: Kosodřevinu. Oblast je velice vlhká a podmáčená. Podloží je kyselé, což potvrzuje druhová diverzita přítomných rostlin, mezi kterými dominují vřes obecný, brusnice borůvka a brusnice brusinka.

Geologicky území náleží do regionu Český masiv (obr. č. 26). Formují ho metamorfované ruly a migmatity (geoportal.gov.cz; 2022).

Na lokalitě se vyskytuje typ půdy podzol, který patří do skupiny podzosolů. Substrát je zde tvořen svahovinami rul (geoportal.gov.cz, 2022).

Klimaticky území náleží do velmi chladné oblasti bohaté na srážky (více než 400 mm). Vegetační sezóna je velmi krátká (méně jak 10 letních dní), s průměrnou teplotou nižší než 12 °C. Zima je dlouhá s více než 70 ledovými dny, průměrnou teplotou menší než -4 °C, bohatými srážkami (více než 400 mm). Sněhová pokrývka vytrvává více než 120 dní. Přechnodné období je velmi dlouhé (více než 180 mrazových dní), přičemž jaro má průměrnou teplotu menší než 3 °C a podzim menší než 4 °C (geoportal.gov.cz, 2022).



Obr. č. 25: Klimatické poměry vybraného území, výřez mapy 1:29690, světle modrá barva znázorňuje velmi chladnou klimatickou oblast vyznačující se krátkým létem a dlouhou zimou a dlouhým přechodným obdobím (geoportal.gov.cz, upraveno Tereza Hrubá, 12. 09. 2022)



Obr. č. 26: Geologické poměry vybraného území, výřez mapy 1:14845, červená barva znázorňuje formování jemně zrnitými biotitickými granity, oranžová barva znázorňuje formování jemně zrnitými porfyrickými biotitickými granity a žlutá barva znázorňuje formování hlavně chloritickými muskovity a biotitickými metagranity (geoportal.gov.cz, upraveno Tereza Hrubá, 12. 09. 2022)

3 Výsledky

3.1 Revize lokalit

V rámci mapování prhy arniky bylo po jedné vegetační sezóně zmonitorováno 10 polygonů známého výskytu z předchozích let. Spolu s těmito polygony byly zjišťovány i plochy potenciálního výskytu přidružené k 10 vybraným polygonům. Celková plocha monitorovaného území činí přibližně 90 000 m². Polygony se nachází ve výškovém rozmezí 1 350 – 1 423 m n. m.

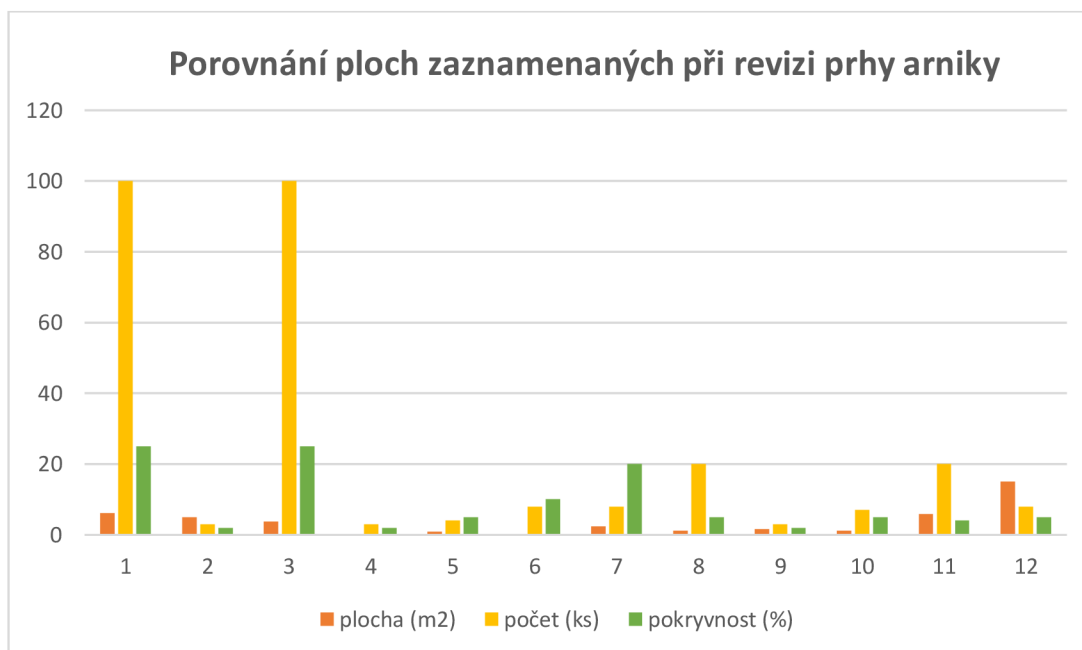
Arniku jsem zaznamenala na 12 polygonech o rozloze 43 m². V tabulce č. 2 je znázorněno všech 12 ploch se zaznamenanými údaji, jako jsou např. plocha polygonu, počet jedinců či stav stanoviště. Plochy, které jsem si vybrala na fenologické pozorování, jsou označeny zeleně, a tedy i jejich výškové rozmezí je jiné.

Číslo polygonu	Datum provedení záznamu	Plocha polygonu (m ²)	Počet zaznamenaných jedinců arniky	Odhadovaná pokryvnost (%)	Vitalita jedinců	Stav stanoviště
1	16. 9. 2022	6,1	do 100 exemplářů	25	Rostliny dobře vyvinuté, ale nekvetoucí	Koseno + uklizeno (příznivý stav)
2	16. 9. 2022	4,9	3	2	Rostliny špatně vyvinuté	Ladem (méně příznivý stav)
3	2. 9. 2022	3,7	do 100 exemplářů	25	Rostliny dobře vyvinuté, ale nekvetoucí	Ladem (nepříznivý stav)
4	31. 7. 2022	0,021	3	2	Rostliny dobře vyvinuté a kvetoucí	Koseno + ponecháno (méně příznivý stav)
5	24. 7. 2022	0,85	4	5	Rostliny dobře vyvinuté a kvetoucí	Koseno + uklizeno (příznivý stav)
6	31. 7. 2022	0,069	8	10	Rostliny poškozené	Ladem (nepříznivý stav)

7	24. 7. 2022	2,4	8	20	Rostliny špatně vyvinuté	Ladem (nepříznivý stav)
8	2. 9. 2022	1,2	Do 20 exemplářů	5	Rostliny dobře vyvinuté a kvetoucí	Ladem (nepříznivý stav)
9	16. 9. 2022	1,6	3	2	Rostliny špatně vyvinuté	Ladem (nepříznivý stav)
10	16. 9. 2022	1,2	7	5	Rostliny dobře vyvinuté, ale nekvetoucí	Ladem (nepříznivý stav)
11	1. 10. 2022	5,9	Do 20 exemplářů	4	Rostliny dobře vyvinuté, ale nekvetoucí	Ladem (nepříznivý stav)
12	1. 10. 2022	15,1	8	5	Rostliny poškozené	Ladem (méně příznivý stav)

Tabulka č. 2: Údaje zaznamenané během mapování druhu *Arnica montana* na vybrané lokalitě v Krkonoších během vegetační sezóny v roce 2022

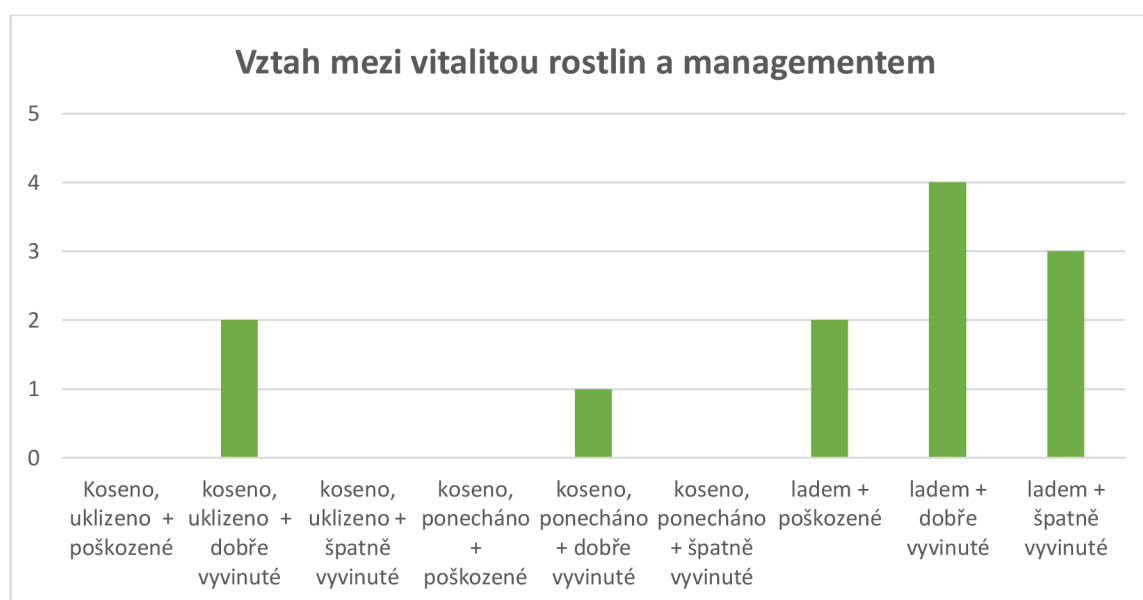
Při samotném mapování jsem zaznamenávala několik údajů včetně vitality jedinců. Ta je však závislá na datu zápisu, podle kterého lze ověřit, jaké vegetační období zrovna probíhá a ve které fázi se rostlina nachází. Proto záznam „rostlina dobře vyvinutá, ale nekvetoucí“ nemusí automaticky znamenat, že arnika v sezóně nevykvetla.



Graf č. 1: Porovnání ploch zaznamenaných při revizi prhy arniky

V grafu č. 1 můžeme vidět vztah mezi třemi zaznamenávanými údaji – plocha polygonu (vyznačena oranžově), počet jedinců arniky (vyznačen žlutě) a pokryvnost (vyznačena zeleně), kterou jsem odhadovala při rozměru 1 x 1 m. Plochu jsem zaznamenávala s pomocí GPS s omezenou přesností, výpočet plochy proto není zcela přesný. Počty jedinců čítající v grafu 20 a 100 kusů nejsou přesné. Počty jsem v aplikaci Arc GIS Field Maps zaznamenávala do předem definovaných intervalů – < 5 exemplářů, < 20 exemplářů, < 100 exemplářů, > 100 exemplářů, > 500 exemplářů a > 1000 exemplářů. Do počtu 10 exemplářů jsem jedince počítala jednotlivě, při větší pokryvnosti jsem počty určovala odhadem. Z grafu je však jasná přímá úměra mezi počty kusů a pokryvností. Čím více se na daném místě nacházelo jedinců, tím vyšší byla pokryvnost na 1 m². Výjimky tvoří exempláře č. 7, 8 a 11, u kterých mohl změnu způsobit nepřesný odhad pokryvnosti.

Nejvíce jedinců bylo zaznamenáno na plochách č. 1, 3, 8 a 11. Všechny rostliny na zmíněných čtyřech plochách byly dobře vyvinuté. Na třech z nich jsem zaznamenala stav stanoviště ponechán ladem, na jednom koseno + uklizeno. Vitalitu jedinců a stav stanoviště znázorňuje graf č. 2. Celkem zachycuje devět možností. Sama jsem jich zaznamenala pět. Nejčastěji se jednalo o kombinaci, kdy stanoviště bylo ponecháno ladem a rostliny byly dobře vyvinuté. Této kombinaci však konkurovala kombinace ponecháno ladem s výskytem rostlin špatně vyvinutých.



Graf č. 2: Vztah mezi vitalitou rostlin a managementem

Z grafu je patrné, že nejvhodnějším typem managementu je kosení s následným uklizením, nebo ponechání ladem. Možnost ponechání ladem je diskutabilní, protože na plochách ošetřených tímto způsobem managementu byl podíl zastoupení rostlin poškozených a špatně vyvinutých značně vysoký.

Tabulka č. 3 znázorňuje výskyt druhu *Arnica montana* ze všech předchozích monitoringů. Záznamy se týkají pouze oblasti, kde jsem v rámci BP prováděla revizi. Přednostně byly zaznamenávány plochy s výskytem arniky. Cílem bylo zmapovat konkrétní nálezy včetně počtu jedinců (pokryvnosti). V polygonech s nedávným výskytem byl průzkum nejpodrobnější.

Rok nálezu arniky	Plocha výskytu (m ²)
1980	16 433
2009	39 972,8
2011	810,3
2020	29 222,7
2022	43

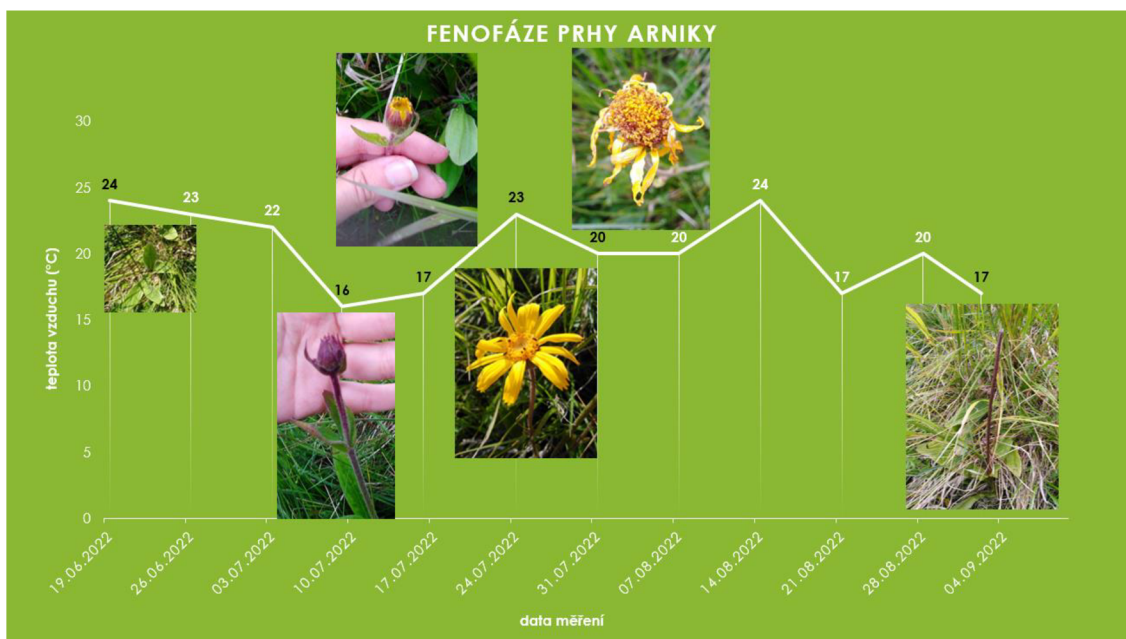
Tabulka č. 3: Výskyt prhy arniky od 80. let do současnosti

3.2 Fenologické pozorování u arniky

Fenologii arniky bude věnována větší pozornost v diplomové práci. Z důvodu nemoci bohužel nebyla v loňském roce zachycena fáze tvorby semen.

V grafu č. 3 jsou zaznamenány fenologické fáze arniky v závislosti na čase a teplotě. Fáze květu byla zachycena na konci července. Přesnou dobu, kdy rostlina dosáhne fáze květu, ovlivňuje několik faktorů. Kromě teploty vzduchu, jejíž vliv na nástup fenofází můžeme pozorovat v grafu, je to i intenzita slunečního záření, dostupnost vody či nadmořská výška.

V grafu č. 3 je zaznamenaný vývoj pouze jednoho jedince, kterého jsem vybrala po skončení sledování fenofází. Graf tak znázorňuje základní fenologické fáze arniky, kromě fáze zrání plodů.



Graf č. 3: Fenologické fáze prhy arniky v závislosti na čase a teplotě

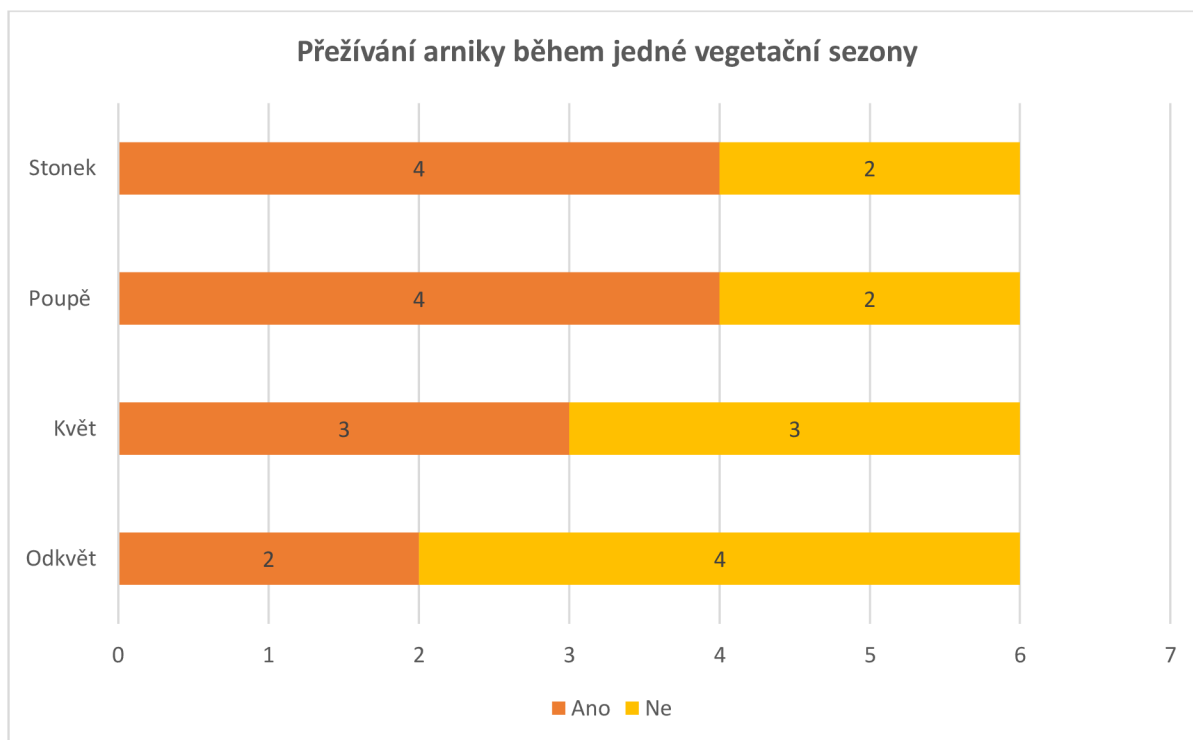
V tabulce č. 4 jsou vidět plochy vybrané k sledování fenologických fází spolu s jejich záznamy o přežívání arniky během jedné vegetační sezóny.

plocha	stonek	poupě	květ	odkvět
1	ano	ano	ano	ano
2	ne	ne	ne	ne
3	ano	ano	ano	ano
4	ne	ne	ne	ne
5	ano	ano	ano	ne
6	ano	ano	ano/ne	ano/ne

Tabulka č. 4: Přežívání arniky v rámci jedné vegetační sezóny (2022)

Z tabulky č. 4 vyplývá, že arnika monitorovaná na 6 plochách dosáhla fáze květu pouze na čtyřech plochách. Při pozdější návštěvě ploch v období odkvětu arniky došlo na některých plochách ke zničení květu důsledkem okusu zvěře.

Na některých plochách bylo jedinců více, tabulka zaznamenává pouze jedince, kteří dosáhli fáze stoneku. Na ploše č. 6 bylo takových jedinců víc, fáze květu však dosáhli pouze někteří z nich.



Graf č. 4: Přežívání arniky během jedné vegetační sezony

Graf č. 4 přehledně vyjadřuje údaje zaznamenané v tabulce č. 3. Z vybraných šesti ploch dokázala arnika dosáhnout fáze stonku jen na čtyřech plochách. Úspěšnost vývoje do dalších fenofází se však snižovala. Fáze odkvětu dosáhli jedinci pouze na dvou plochách.

3.3 Tvorba didaktické pomůcky

Obr. č. 28 a 29 představují didaktickou pomůcku, kterou plánují využít při výuce na středních školách. Cílem hry je představit fenologii a problematiku chráněných druhů v České republice. Žáci na základě několika krátkých textů propojí pojmy ve schématu na následující straně. Všechny informace jsou dostupné v textu. Pomůcku lze využít i v opačném sledu, tj. požadované pojmy vyhledat v textu. V obou případech dojde ke kýženému procvičení pojmů. Žák si u této aktivity osvojuje hlavně práci s textem.

Na závěr jsem vložila bonusovou otázku týkající se arniky. Vlastní fotografie arniky jsem použila jako grafický doplněk pomůcky. V návaznosti na otázku se dá otevřít téma léčivých bylin a jejich využití.

Spojovačku s naučným textem chci využít přímo ve výuce. Časová dotace vlastní práce je plánovaná na 10 minut. Bude pokračovat diskusí a rozvinutím tématu či

doplněním dalších informací. Například se mohou jednotlivé rostliny uvedené v textu zařadit do čeledí, popřípadě určit další druhy, které patří do jednotlivých kategorií ohrožení. Vzhledem k tomu, že se pomůcka věnuje chráněným druhům i fenologii, zařadila bych ji do výuky na konec oddílu rostlin.

Součástí jsou i užitečné odkazy a tipy k dalšímu samostudiu apod. Tímto krokem bych alespoň u některých žáků chtěla vzbudit zájem o rostliny a jejich ochranu.

V příloze č. 1 je přiložen pracovní list, který jsem vytvořila pro seznámení žáků s fenologií v praktičtějším módu. Pracovní list je využitelný zejména při volitelných rozšiřujících předmětech s přírodovědným zaměřením. Bude využitelný také při laboratorních činnostech ve formě protokolů, na kterém mohou žáci pracovat dlouhodobě. Budou procvičovat trpělivost a zodpovědné chování při práci na dlouhodobějším projektu. Vyplňování protokolu je bude motivovat k procházkám do přírody, kde budou poznávat okolní prostředí. Mimo jiné si v rámci vyplňování listu žáci osvojí práci s mapami při vyhledávání nadmořské výšky a osvěží si tvorbu jednoduchých grafů.

Pro sledování fenofází jsem pro žáky vybrala jednu rostlinu a jednu dřevinu (sněženka podsněžník a třešeň ptačí). Oba druhy jsem vybrala z důvodu dobré dostupnosti. Protože je sněženka v červeném seznamu rostlin zařazena do kategorie NT (blízký ohrožení), bude se moci i pracovní list využít k otevření tématu ohrožených rostlin. Dalším kritériem výběru byla doba kvetení. Oba druhy kvetou na jaře, kdy mají žáci dostatek času k pozorování. V červnu, v době závěrečných testů a zkoušení, nebo dokonce během letních prázdnin, by žáky motivovat k práci bylo obtížnější.

Grafické zpracování pracovního listu jsem záměrně zpracovala jednoduše, bez fotografií a obrázků. Chtěla jsem věnovat prostor hlavně žakovským kresbám či fotografiím, se kterými pracovní list nabude konečného stavu. Žáci si rostliny také prohlédnou mnohem pečlivěji, když budou rostliny kreslit podle živé předlohy. Pracovní list určený žákům základních škol bych zpracovala jinak.

Samotné téma fenologie chci do výuky zařadit v rámci obecného úvodu do rostlin, kde se rozebírají témata jako ontogeneze, vývojové fáze, životní cyklus či faktory ovlivňující vývoj rostlin. V tomto sledu témata nabízí středoškolská učebnice od nakladatelství Didaktis (Benešová, 2013).

4 Diskuse

Zaznamenala jsem shodu výskytu arniky na biotopech uváděných literárními údaji (Chytrý, 2001; Krahulec, 2001) s biotopy, kde jsem její výskyt potvrdila sama. Arniku jsem nejčastěji nacházela v přítomnosti zvonku českého, smilky tuhé či jestřábníku (patrně jizerského). Všechny jmenované druhy jsou typické pro horské smilkové trávníky. Arniku jsem zaznamenala také v blízkosti porostů brusnice brusinky nebo brusnice borůvky. Oba druhy jsou dominantami horských a podhorských vřesovišť. Jmenované biotopy se vyznačují mnoha přechody. Dalšími druhy, které se často objevují ve společenstvech s arnikou, jsou hořec tolitovitý, oměj šalamounek či kýchavice Lobelova.

Plochy reálného výskytu arniky za vegetační sezónu 2022 jsem zaznamenávala v rozmezí nadmořské výšky 1 350 – 1 423 m n. m., které podle teoretických poznatků (Štursa et Dvořák, 2009) neodpovídají optimálním podmínkám výskytu. Arnice se podle uvedené práce nejlépe daří v montánním stupni, v rozmezí nadmořské výšky 800 – 1 200 m n. m. Je možné, že probíhající klimatická změna zapříčinila postupné stěhování druhů do vyšších nadmořských výšek. (Kociánová et al., 2015; Harčarik, 2015). Tak si vysvětluji vlastní potvrzené nálezy arniky z letošního roku z nadmořské výšky 1 423 m n. m., tedy již nad horní hranicí lesa. Jak však ukázal bulharský výzkum, úspěšnost na přežití arniky ve vyšších nadmořských výškách je vysoká (Balabanova et Vitkova, 2009).

Plány péče doporučují jako nejvhodnější management k prospívání arniky kosení a následné sklizení travní hmoty. Na některých lokalitách bezlesí nad horní hranicí lesa se plánuje nepravidelný bezzásahový management (určitou dobu ponechání ladem) doplněný o vyřezávání nově vysázených porostů borovice kleče (Harčarik, 2018).

Závěr

V bakalářské práci jsem studovala morfologii, životní podmínky a rozšíření arniky na několika lokalitách v Krkonoších.

Výzkum byl uskutečněn v rámci spolupráce UHK a Správy KRNAP ve Vrchlabí. Přispěla jsem vlastními silami a zapojila se do většího projektu monitoringu ohrožených druhů administrovaným Správou KRNAP. Dostala jsem možnost revidovat několik lokalit s výskytem arniky a zdokonalit se jako terénní botanička.

V rámci BP jsem se zaměřila celkem na tři základní cíle. Prvním z cílů byl monitoring druhu *Arnica montana* ve středních Krkonoších, kdy jsem si všímala i vlivů různých způsobů managementu a zjišťovala, který by mohl nejlépe vyhovovat rozvoji společenstev s arnikou. Po návštěvě terénu s pracovníci Správy KRNAP a názorné ukázce revize lokalit jsem očekávala, že monitoring nebude obtížný. Na Rýchorách roste arnika poměrně hojně. Na lokalitě v okolí Luční hory však byla situace jiná. Arnika zde byla mnohem vzácnější, jak dokládají výsledky revize lokality a rozloha ploch aktuálního výskytu arniky. Z 90 000 m² jsem populace arniky potvrdila jen na 43 m². To jasně dokládá ústup arniky. Je zřejmé, že se arnika v různých oblastech Krkonoš vyskytuje v různém množství. Původně jsem plánovala prozkoumat větší území, dala jsem však přednost kvalitě nad kvantitou. Každý jedinec arniky totiž nedospívá do fáze květu, či dokonce stonku, a proto bylo nezbytné procházet plochy velmi pečlivě a rozhrnovat vegetaci, pod kterou se listová růžice arniky mohla skrývat. Postupem času jsem vzhledem k předešlým zkušenostem v určitém typu vegetace arniku očekávala a její objevení bylo snazší. Občas mě stanoviště výskytu přece jen překvapila (např. pod smrkem ztepilým či borovicí klečí). Téměř vždy se potvrdilo, že v ploše, kde dominovala brusnice borůvka, arnika nalezena nebude. Nejvíce exemplářů arniky bylo zjištěno v polygonech, které byly založeny v nedávné době. Našly se však i plochy výskytu arniky, které se shodovaly s polygony, které byly označeny pouze jako potencionální plochy založené na předpokladu optimálních podmínek pro vývoj arniky. Na polygonech s historickými nálezy z roku 1980 jsem výskyt arniky nepotvrdila.

Vlastním výzkumem jsem tedy ověřila úbytek ohroženého druhu *Arnica montana* na několika lokalitách v Krkonoších. Úbytek arniky je způsoben více faktory, například nevhodným managementem. Negativně působí i další vlivy, které jsou v posledních letech prioritou výzkumu (např. klimatická změna).

V roli začátečníka v monitorování jsem po jedné vegetační sezóně získala důležité zkušenosti. V příštím monitoringu posunu dobu mapování do časného jara, kdy trávy ještě arniku nepřerůstají nebo do období, kdy je arnika v květu. Tyto dva aspekty velmi usnadňují hledání. Časové možnosti a povinnosti ve škole mi bohužel umožnily mapování až během léta (červenec–říjen). Překvapilo mě, jak časově náročnou aktivitu monitoring představuje.

Dalším cílem bylo zaměřit se na fenologické fáze arniky. Z šesti ploch vybraných za účelem fenologického pozorování byla arnika schopna dosáhnout květu pouze na čtyřech. Rostliny jsou vyhledávány zvěří a často jsou poškozeny okusem. Proto je možnost dozrávání semen a přirozená reprodukce rostliny omezena. Plochy byly vyznačeny v různém typu vegetace v podobné nadmořské výšce, na zastíněných, vysluněných ale i podmáčených stanovištích. Období fáze květu uváděné v literatuře (červen až srpen) (Feistauerová et Dvořák, 2015) jsem potvrdila také vlastním sledováním (viz graf č. 3).

Praktickým výstupem BP, a zároveň posledním cílem, bylo vytvoření didaktických materiálů do výuky přírodovědných předmětů na středních školách popularizujících zejména fenologii, která je na SŠ často opomíjeným tématem. Svoje teoretické a praktické poznatky jsem využila při výrobě didaktických materiálů využitelných v mé budoucí pedagogické praxi při výuce biologie na střední škole. Porovnáváním několika školních vzdělávacích programů různých středních škol jsem zjistila, že téma fenologie se jen těžko uchopuje a je mu věnováno minimum času. Jako povinnou součást výuky ji mají například na školách, které mají přírodovědné zaměření. Na gymnáziích (ne však na každém!) se fenologie zmiňuje v rámci volitelného předmětu, který má prohlubovat přírodovědné znalosti. Spojovačku s naučným textem chci využít přímo v hodině tak, aby žáci snadno pochopili význam fenologie. Spojovačka zároveň otevírá téma chráněných druhů rostlin. Pracovní list slouží pro aktivizaci žáků hlavně mimo školní budovy, kdy budou žáci dlouhodobě a samostatně sledovat určité vývojové fáze rostlin. Využití pracovního listu vidím právě ve volitelných přírodovědných seminářích, kde se soustředují žáci s vlastním zájmem o přírodu. Svoje didaktické pomůcky jsem zatím v praxi nevyzkoušela, ale věřím, že se jejich účel naplní.

Seznam tabulek a grafů

Seznam tabulek

- 1) Tabulka č. 1: Lokalizace vybraných ploch, s. 11
- 2) Tabulka č. 2: Údaje zaznamenané během mapování druhu *Arnica montana* na vybrané lokalitě v Krkonoších během vegetační sezóny v roce 2022, s. 32
- 3) Tabulka č. 3: Výskyt prhy arniky od 80. let do současnosti, s. 34
- 4) Tabulka č. 4: Přežívání arniky v rámci jedné vegetační sezóny (2022), s. 35

Seznam grafů

- 1) Graf č. 1: Porovnání ploch zaznamenaných při revizi prhy arniky, s. 32
- 2) Graf č. 2: Vztah mezi vitalitou rostlin a managementem, s. 33
- 3) Graf č. 3: Fenologické fáze prhy arniky v závislosti na čase a teplotě, s. 35
- 4) Graf č. 4: Přežívání arniky během jedné vegetační sezony, s. 36

Seznam použité literatury

- 1) anpro.cz, 2023: Alpa Emulze masážní s Arnikou 100ml. *Anpro.cz* [online]. Dostupné z: https://www.anpro.cz/alpa-emulze-masazni-s-arnikou-100ml-2315cz257/?gclid=CjwKCAjw5dggBhBNEiwA7PryaLsXW5Q-QGnR9NDKf_poYVS3reo8SEwNp2lGQqdueerRa0VProcvAhoCzfoQAvD_BwE
- 2) BALABANOVA V., VITKOVA, A., 2009: Peculiarities in ontogenesis of *Arnica montana* L. in Bulgaria. *Comptes rendus de l'Académie bulgare des Sciences* [online]. 63(9), s. 1301–1306. Dostupné z: https://www.researchgate.net/profile/Vessela-Balabanova/publication/283457383_Peculiarities_In_Ontogenesis_Of_Arnica_Montana_L_In_Bulgaria/links/60c33392299bf1949f49daef/Peculiarities-In-Ontogenesis-Of-Arnica-Montana-L-In-Bulgaria.pdf
- 3) BEGUIVINOVA H., MÜLLEROVA H., 2003: *Rostlinná medicína*. Praha: Reader's Digest Výběr, s. 159. ISBN 80-86196-73-9.
- 4) BENEŠOVÁ M., 2013: *Odmaturuj! z biologie. 2.*, přeprac. vyd. Brno: Didaktis, c2013, 256 s. Odmaturuj!. ISBN 978-80-7358-231-9.
- 5) BÍLOVSKÝ J., TVARŮŽEK L., BERNARDOVÁ M., 2010: Monitoring, prognóza a signalizace chorob a škůdců zemědělských plodin – fenologická a meteorologická pozorování jako praktické pomůcky ke zdárnému pěstování. *Obilnářské listy* [online]. 18(2), s. 62-63. Dostupné z: https://www.vukrom.cz/userfiles/files/obilnarske_listy/2010/2010_2/62_63.pdf
- 6) DUGASOVÁ A., DUGAS D., 1995: *Babiččiny bylinky*. Praha: OTTOVO NAKLADATELSTVÍ, s. 37. ISBN 80-7181-696-5.
- 7) FEISTAUEROVÁ J., DVOŘÁK J., 2015: Pro malé zvědavce – prha arnika. *Krkonoše – Jizerské hory*. Správa Krkonošského národního parku, 48(2), 25-28. ISSN 1214-9381.
- 8) FISCHER H., 2011: *Babiččin receptář: bylinky pro ženy*. Praha: Ottovo nakladatelství, s. 27–30. Babiččin receptář. ISBN 978-80-7451-025-0.
- 9) HÁJKOVÁ L., 2012: *Atlas fenologických poměrů Česka = Atlas of the phenological conditions in Czechia*. Praha: Český hydrometeorologický ústav, 311 s. ISBN 978-80-86690-98-8.
- 10) HÁJKOVÁ L. (ed.), 2019: *Fenologie – metodika a pracovní listy* [online]. Praha: Vzdělávací centrum TEREZA, z. ú. Dostupné z: https://globe-czech.cz/files/userfiles/fenologie_M_2019_4.pdf
- 11) HARČARIK J., 2012: Obnova alpského bezlesí v krkonošské tundře. In: JONGEPIEROVÁ, I., PEŠOUT P., JONGEPIER J. W., PRACH K. *Ekologická obnova v České republice* [online]. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, s. 61-63. ISBN 978-80-87457-31-3. Dostupné z: http://restoration-ecology.eu/common_files/uploads/Ekologicka-obnova-CZ.pdf
- 12) HARČARIK, J., 2018: Obnova alpského bezlesí v krkonošské tundře. In: JONGEPIEROVÁ, I., PEŠOUT P., PRACH K. *Ekologická obnova v České republice II* [online]. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky, s. 50-54. ISBN 978-80-88076-83-4. Dostupné z: http://restoration-ecology.eu/common_files/uploads/eko.pdf

- 13) HLADÍK J., MIČEK L., eds., 2017: *ŠKOLNÍ VZDĚLÁVACÍ PROGRAM* [online]. Kostelec nad Orlicí: ŠVP Agropodnikání. Dostupné z: https://www.szeskostelec.cz/wp-content/uploads/2017/11/svp_Agropodnikani_2017_m.pdf
- 14) CHYTRÝ, M., 2001: Nížinná až horská vřesoviště. In: CHYTRÝ M., KUČERA T., KOČÍ, M. *Katalog biotopů České republiky: interpretační příručka k evropským programům Natura 2000 a Smaragd*. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, s. 157-161. ISBN 80-86064-55-7.
- 15) JANATA T., DVOŘÁK J., 2010: Jak to bude s klečí?. *Krkonoše – Jizerské hory*. Správa Krkonošského národního parku, 2010, 43(7), 4-9. ISSN 1214-9381.
- 16) JURKIEWICZ A., ANIELSKA T., WALIGÓRSKI P., RYSZKA P., 2009: Optimization of culture conditions of *Arnica montana* L.: Effects of mycorrhizal fungi and competing plants. *Mycorrhiza* [online]. 20(5), s. 293–306. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/38019884_Optimization_of_culture_conditions_of_Arnica_montana_L_Effects_of_mycorrhizal_fungi_and_competing_plants
- 17) KAPLAN Z., DANIHELKA J., CHRTEK J. jun., KIRSCHNER J., KUBÁT K., ŠTECH M., ŠTĚPÁNEK J., eds., 2019: *Klíč ke květeně České republiky [Key to the flora of the Czech Republic]*. Ed. 2. Academia, Praha. ISBN 978-80-200-2660-6.
- 18) KOCIÁNOVÁ M., ŠTURSA J., VANĚK, J., 2015: *Krkonošská tundra*. Vrchlabí: Správa Krkonošského národního parku, 2015, 44 s. ISBN 978-80-87706-95-4.
- 19) KRAHULEC, F., 2001: Smilkové trávníky. In: CHYTRÝ M., KUČERA T., KOČÍ, M. *Katalog biotopů České republiky: interpretační příručka k evropským programům Natura 2000 a Smaragd*. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, s. 125-128. ISBN 80-86064-55-7.
- 20) KRIPLANI, P., GUARVE, K., BAGHAEL, U. S., 2017: *Arnica montana* L. – a plant of healing: review. *Journal of Pharmacy And Pharmacology* [online]. S. 925-945]. Dostupné z: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/jphp.12724?cidada_org_mdm=direct&cidada_org_src=healthwebmagazine.com&crsi=662496674
- 21) krkonosky.denik.cz, 2021: Vrtulník v Krkonoších svázel vyřezanou kleč, jejíž porosty KRNAP likviduje. In: *Krkonosky.denik.cz* [online]. Dostupné z: https://krkonosky.denik.cz/zpravy_region/vrtulnik-v-krkonosich-svazel-dnes-vyrezanou-klec-jejiz-porosty-krnep-omezuje-202.html
- 22) KRŠKA K., 2006: FENOLOGIE JAKO NAUKA, METODA A PROSTŘEDEK. In: ROŽNOVSKÝ, J., LITSCHMANN T., VYSKOT I. *Fenologická odezva proměnlivosti podnebí* [online]. Praha: Český hydrometeorologický ústav. ISBN 80-86690-35-0. Dostupné z: <http://www.cbks.cz/sborn%EDk06/prispevky/Krska.pdf>
- 23) KUBÍKOVÁ J., 1999: Acidofilní travinná a keříčkovitá společenstva. In: PETŘÍČEK, V. a kol. *Péče o chráněná území: I, Nelesní společenstva*. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, s. 237-244. ISBN 80-86064-42-5.
- 24) Minuty z Krkonoš, 2014: *Budní hospodaření*, Česká televize. [2023-04-09]. Dostupné z: <https://www.ceskatelevize.cz/porady/11071612092-minuty-z-krkonos/215382560050024/>

- 25) MOREA A., 2013: The Influence of Different Type of Management upon the Floristic Structure of Grasslands Systems, with Special Attention on *Arnica montana* L. *Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca: Agriculture* [online]. 70(1), s. 44–46. Dostupné z: <https://journals.usamvcluj.ro/index.php/agriculture/article/view/9766>
- 26) NIETO-TRUJILLO, A., CRUZ-SOSA, F., LURIA-PÉREZ, R., GUTIÉRREZ-REBOLLEDO, G. A., ROMÁN-GUERRERO, A., BURROLA-AGUILAR, C., ZEPEDA-GÓMEZ, C., ESTRADA-ZÚÑIGA, M. E., 2021: *Arnica montana* Cell Culture Establishment, and Assessment of Its Cytotoxic, Antibacterial, α -Amylase Inhibitor, and Antioxidant In Vitro Bioactivities. *Plants* [online]. 10(11). Dostupné z: <https://www.mdpi.com/2223-7747/10/11/2300>
- 27) pladias.cz, 2023: Pladias – databáze české flóry a vegetace. *Www.pladias.cz* [online]. Dostupné z: <https://pladias.cz/taxon/data/Arnica%20montana>
- 28) PLESNÍK J., CHOBOT K., 2017: Červené seznamy a knihy jako významný přístup k hodnocení druhů a dalších vybraných složek biologické rozmanitosti. *Příroda* [online]. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, (35), s. 6-35. Dostupné z: https://portal.nature.cz/publik_syst/files/rl_cevnate2017.pdf
- 29) PLESNÍK J., CHOBOT K., GRULICH V., 2017: Kategorie a kritéria IUCN a jejich použití pro červené seznamy cévnatých rostlin ČR. *Příroda* [online]. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, (35), s. 47-61. Dostupné z: https://portal.nature.cz/publik_syst/files/rl_cevnate2017.pdf
- 30) QUETELET L.A.J., 1796-1874: Instructions pour l'observation des phénomènes périodiques. *Royal College of Surgeons of England* [online]. 1842. Dostupné z: <https://archive.org/details/b22271302/page/12/mode/2up>
- 31) ROSENTHAL G., STANIK N., LAMPEI Ch., 2020: Summer aridity rather than management shapes fitness-related functional traits of the threatened mountain plant *Arnica montana*. *Ecology and Evolution* [online]. 10(11), s. 5069–5078. Dostupné z: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ece3.6259>
- 32) Sdružení TEREZA, 2008: *Fenologie-metodika* [online]. Dostupné z: <https://globe-czech.cz/files/userfiles/Metodika.pdf>
- 33) STANZEL V., ed., 2017: *Školní vzdělávací program pro čtyřleté gymnázium a vyšší stupeň víceletého gymnázia* [online]. Rýmařov: Gymnázium střední odborná škola Rýmařov, příspěvková organizace. Dostupné z: <https://www.gymsosrym.cz/files/documents/183/SVP-GR-ctyrylete-web.pdf>
- 34) ŠTURSA J., 2010: ŠTURSA, Jan. Seznam ohrožené květeny Krkonoš. *Krkonoše – Jizerské hory*. Správa Krkonošského národního parku, 43(4), 4-9. ISSN 1214-9381.
- 35) ŠTURSA J., DVOŘÁK J., 2009: *Atlas krkonošských rostlin*. [České Budějovice]: Karmášek, 329 s. ISBN 978-80-87101-06-3.
- 36) tinktura.eu, 2023: Arnika (prha) - bylinné kapky (tinktura) 50 ml. *Tinktura.eu* [online]. Dostupné z: https://www.tinktura.eu/cs/tinkтуры-z-lecivych-rostlin/3337-arnika-prha-bylinne-kapky-tinktura-50-ml-8592814050071.html?gclid=Cj0KCQjw8amWBhCYARIsADqZJoU68bGI0bUADbM-1S-9ZSvCCGq79AykPiq73A_SgikXTPcBulSxAE8aAuYBEALw_wcB
- 37) TUROŇOVÁ D., ČERVENKOVÁ Z., 2022: *Arnica montana*. In: *Portal.nature.cz* [online]. Dostupné z: https://portal.nature.cz/publik_syst/nd_nalez-public.php?idTaxon=35479

- 38) ULLAH, A., MUNIR, S., BADSHAH, S. L., KHAN, N., GHANI, L., POULSON, B. G., EMWAS, A. H., JAREMKO, M., 2020: Important Flavonoids and Their Role as a Therapeutic Agent. *Molecules* [online]. 25(22). Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33187049/>
- 39) yves-rocher.cz 2023: Vyživující krém na ruce s bio arnikou. *Yves-rocher.cz* [online]. Dostupné z: https://www.yves-rocher.cz/vyzivujici_krem_na_ruce_s_bio_arnikou_1?gclid=CjwKCAjw3POhBhBQEiwAqTCuBj0wmtDyTw3fSgdf5-5F-KS3P0k_zwJFpqCKhNdpVVPg1cjNaAXPShoCcq0QAvD_BwE
- 40) ZAHRADNÍKOVÁ J., HARČARIK J., 2010: Péče o zvláště chráněné, ohrožené a vzácné taxony rostlin a hub. In: *PLÁN PÉČE: KRKONOŠSKÝ NÁRODNÍ PARK A JEHO OCHRANNÉ PÁSMO* [online]. Vrchlabí: Správa Krkonošského národního parku, s. 28 [cit. 2023-04-17]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/105041909-Plan-pece-krkonosky-narodni-park-a-jeho-ochrann-pasmo-cast-b-navrh-sprava-krkonoskeho-narodniho-parku-vrchlabi.html>

Obrázky

Obr. č. 5: JIROUŠEK J. Modrý důl, Sedmiroklí /J543. In: *www.nebeske.cz* [online]. Dostupné z: <https://www.nebeske.cz/krkonose-podzimni/>

Obr. č. 14: MICHALCOVÁ D. *Arnica montana* – prha arnika (prha chlumní). In: *Botanickafotogalerie.cz* [online]. 2021. Dostupné z: https://www.botanickafotogalerie.cz/cz/Arnica_montana/

Obr. č. 15: DVOŘÁK V. *Silene dioica* – silenka dvoudomá. In: *www.naturabohemica.cz* [online]. Dostupné z: http://www.naturabohemica.cz/images/silene%20dioica_1995.jpg

Obr. č. 16: *Arnica montana* – Prha arnika. In: *Botanika.wendys.cz* [online]. Dostupné z: <https://botanika.wendys.cz/images/stories/arnika/6.jpg>

Obr. č. 17: Výskyt druhu *Arnica montana* podle záznamů v ND OP. In: *portal.nature.cz* [online]. AOPK ČR, 2022. Dostupné z: https://portal.nature.cz/nd-dev/nd_atlas_mapa_q_nova.php?idTaxon=35479

Obr. č 18: Rozšíření horských smilkových trávníků s alpínskými druhy. In: *sci.muni.cz* [online]. 2010. Dostupné z: https://www.sci.muni.cz/botany/chytry/Chytry_etal2010_Katalog-biotopu-CR-2.pdf

Obr. č. 19: KOČÍ, M. Festuco supinae-Nardetum strictae. Druhově chudý trávník se smilkou tuhou (*Nardus stricta*) u horní hranice lesa na Pradědu v Hrubém Jeseníku. In: *docplayer.cz* [online]. 2004. Dostupné z: <https://docplayer.cz/docs-images/96/128921977/images/5-0.jpg>

Obr. č. 20: Rozšíření sekundárních horských a podhorských vřesovišť. In: *sci.muni.cz* [online]. 2010. Dostupné z: https://www.sci.muni.cz/botany/chytry/Chytry_etal2010_Katalog-biotopu-CR-2.pdf

Pracovní list

Fenologické pozorování

Jméno a příjmení pozorovatele:

Ročník:

Předmět:

Úkol: Pozorování fenologických fází

Postup:

Najděte si lokalitu s výskytem dvou požadovaných rostlin (sněženka podsněžník - *Galanthus nivalis*, třešeň ptačí - *Prunus avium*) a dobře si ji zapamatujte (třešeň případně označte stužkou). Vyberte si jednoho jedince (sněženka) či jednu větev (třešeň), kterou budete po dobu několika týdnů sledovat). Po každé návštěvě si zaznamenejte do tabulky potřebné informace.

- datum pozorování
- denní teplota
- název fáze
- náskres fáze/fotografie fáze

Rovněž si zaznamenejte lokalitu svého stanoviště a jeho nadmořskou výšku (práce s mapami). Pokuste se zaznamenat minimálně 3 fáze, maximálně 5 fází. Na závěr sestrojte jednoduchý graf zaznamenaných fází v závislosti na čase a teplotě.

Výběr fenologických fází

Pro bylinu

- počátek prodlužování stonku
- rašení květu
- kvetení
- odkvět
- nezralý plod
- plod

Pro dřevinu

- rašení
- plné olistění
- počátek kvetení
- konec kvetení
- žloutnutí listů
- opad listů
- zralost plodů

SNĚŽENKA PODSNĚŽNÍK



Datum	Denní teplota	Název fáze	Náskres/foto fáze

Lokalita pozorovaného jedince:

Nadmořská výška stanoviště:

TŘEŠŇ PTACÍ

Datum	Denní teplota	Název fáze	Nákres/foto fáze

Lokalita pozorovaného jedince:

Nadmořská výška stanoviště:

Graf fenofází sněžanky podsněžník v závislosti na čase a teplotě

Graf fenofází třešně ptací v závislosti na čase a teplotě

Závěr:

Fenologie jakožto vědní obor se zabývá vlivem okolních faktorů, zejména klimatických podmínek, na vývoj rostlin, potažmo živočichů či hub. Termín fenologie zavedl Charles François Antoine Morren. Pojem pochází z řeckého phaino (phaenologie (phaino = projev, vzhled). Fenologie zaznamenává stadia životních projevů konkrétního organismu. Tato stadia jsou označována jako fenologické fáze. Za zakladatele fenologie v Československu je považován Václav Novák, profesor mimo jiné meteorologie a klimatologie.

Fenologie má nemalé spektrum využití. Data získaná z fenologických pozorování se dají využít například v rámci alergologie, kdy se dá určit počátek podávání léků proti alergiím, dají se využít při plánování zemědělských prací (data pomáhají určit nástup ročních období) ale i při charakteristice klimatu jednotlivých let a jeho změn.

Nástup fenofází je ovlivněn několika faktory, mezi které patří vlastnosti půdy, denní fotoperiody, teplota vzduchu či právě nadmořská výška.