

Západočeská univerzita v Plzni

Fakulta pedagogická

Centrum biologie, geověd a envigogiky

**PODZEMNÍ ORGÁNY ROSTLIN NÍŽINNÝCH
VŘESOVÍŠŤ**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Iva Hrušková

Biologie se zaměřením na vzdělání

Vedoucí práce: RNDr. Sylvie Pecháčková, Ph.D.

Plzeň, 2013

Prohlašuji, že jsem práci vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a zdrojů informací.

V Plzni, 15. dubna 2013

.....

Iva Hrušková

Poděkování

V první řadě bych chtěla poděkovat vedoucí mé bakalářské práce RNDr. Sylvii Pecháčkové, Ph.D. za veškeré rady, čas a ochotu během vypracování a za pomoc v terénu, cenné připomínky k textu práce a zapůjčení odborné literatury. Můj velký dík patří RNDr. Marii Šmilauerové, Ph.D. a RNDr. Petru Šmilauerovi, Ph.D. za mou účast na semináři o podzemních orgánech rostlin na Přírodovědecké fakultě Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích a užitečné informace.

V neposlední řadě bych chtěla poděkovat mé rodině za podporu a povzbuzení během celého mého studia.

OBSAH

1	ÚVOD	8
2	CÍLE PRÁCE	9
3	VŘESOVISŤE	9
3.1	Historie vřesovišť	10
3.2	Ústup vřesovišť	11
3.3	Záchrana vřesovišť	11
3.4	Druhy vřesovišť	13
3.5	Charakteristika suchých vřesovišť nížin a pahorkatin	13
3.6	Druhy rostlin na suchých vřesovištích nížin a pahorkatin	15
3.7	Druhy rostlin na plzeňských nížinných vřesovištích	16
4	PODZEMNÍ ORGÁNY	17
4.1	Rušný život v podzemí.....	18
4.2	Morfologie, architektura a topologie.....	19
4.3	Hlavní charakteristiky kořenů	19
4.3.1	Průměr.....	19
4.3.2	Textura.....	20
4.3.3	Barva.....	20
4.3.4	Růstový potenciál a dlouhověkost	20
4.4	Funkce kořene	21
4.5	Stonek jako podzemní orgán.....	22

5	METODIKA	23
5.1	Sledované lokality.....	23
5.2	Odebrané druhy rostlin na sledovaných lokalitách	24
5.3	Odběr a preparace podzemních orgánů rostlin.....	25
5.3.1	Odběr vzorku v terénu	25
5.3.2	Čištění odebraných vzorků	26
5.3.3	Dokumentace a lisování.....	27
5.4	Časová náročnost	28
5.5	Hodnocení charakteristiky podzemních orgánů	29
6	VÝSLEDKY	30
6.1	Rostlinné druhy odebrané na všech lokalitách.....	30
6.1.1	Bika ladní (<i>Luzula campestris</i>).....	30
6.1.2	Brusnice borůvka (<i>Vaccinium myrtillus</i>).....	31
6.1.3	Jahodník obecný (<i>Fragaria vesca</i>)	32
6.1.4	Metlička křivolaká (<i>Deschampsia flexuosa</i>).....	33
6.1.5	Šťovík menší (<i>Rumex acetosella</i>)	33
6.1.6	Vřes obecný (<i>Calluna vulgaris</i>).....	34
6.2	Rostlinné druhy odebrané na některých lokalitách	37
6.2.1	Borovice lesní (<i>Pinus sylvestris</i>).....	37
6.2.2	Brusnice brusinka (<i>Vaccinium vitis-idaea</i>).....	38
6.2.3	Ostřice kulkonosná (<i>Carex pilulifera</i>).....	38
6.2.4	Smrk ztepilý (<i>Picea abies</i>).....	39
7	DISKUZE.....	40
7.1	Porovnání vzorků 1 rostlinného druhu ze sledovaných lokalit	40

7.1.1	Bika ladní (<i>Luzula campestris</i>).....	40
7.1.2	Brusnice borůvka (<i>Vaccinium myrtillus</i>).....	41
7.1.3	Jahodník obecný (<i>Fragaria vesca</i>).....	41
7.1.4	Metlička křivolaká (<i>Deschampsia flexuosa</i>).....	41
7.1.5	Šťovík menší (<i>Rumex acetosella</i>).....	41
7.1.6	Vřes obecný (<i>Calluna vulgaris</i>).....	41
7.1.7	Borovice lesní (<i>Pinus sylvestris</i>).....	42
7.1.8	Brusnice brusinka (<i>Vaccinium vitis-idaea</i>).....	42
7.1.9	Ostřice kulkonosná (<i>Carex pilulifera</i>).....	42
7.1.10	Smrk ztepilý (<i>Picea abies</i>).....	42
7.2	Porovnání vlastních zjištěných údajů s literaturou.....	42
7.2.1	Bika ladní (<i>Luzula campestris</i>).....	42
7.2.2	Brusnice borůvka (<i>Vaccinium myrtillus</i>).....	43
7.2.3	Jahodník obecný (<i>Fragaria vesca</i>).....	44
7.2.4	Metlička křivolaká (<i>Deschampsia flexuosa</i>).....	44
7.2.5	Šťovík menší (<i>Rumex acetosella</i>).....	44
7.2.6	Vřes obecný (<i>Calluna vulgaris</i>).....	44
7.2.7	Borovice lesní (<i>Pinus sylvestris</i>), Smrk ztepilý (<i>Picea abies</i>).....	45
7.2.8	Brusnice brusinka (<i>Vaccinium vitis-idaea</i>).....	45
7.2.9	Ostřice kulkonosná (<i>Carex pilulifera</i>).....	45
7.3	Obecné shrnutí poznatků.....	45
8	ZÁVĚR.....	46
9	LITERATURA.....	47
10	RESUMÉ.....	51

11	PŘÍLOHY	52
11.1	Fotografie lokalit	52
11.2	Fotografie terénní práce.....	54
11.3	Fotografie podzemních orgánů rostlin odebraných na všech lokalitách	57
11.4	Fotografie podzemních orgánů rostlin odebraných na některých lokalitách.....	75

1 ÚVOD

Má bakalářská práce vznikla na podnět projektu probíhajícího v Západočeském muzeu v Plzni. Mezioborový projekt „Vřesoviště – ohrožený biotop Plzeňska“ probíhá od roku 2011. Je zaměřený na studium diverzity několika skupin organismů: cévnatých rostlin, mechorostů, lišejníků, pavouků, brouků, mravenců a dalších bezobratlých. Na vybraných lokalitách vřesovišť Plzeňska je zaznamenáváno druhové složení v rámci jednotlivých skupin organismů. Cílem je zachytit reakci sledovaných skupin na změny, kterými vřesoviště procházejí. Kromě toho budou hodnoceny vzájemné vztahy těchto organismů. (Pecháčková S., ústní sdělení)

Zkoumání podzemních orgánů cévnatých rostlin zapadá do tohoto projektu. Jako cílové druhy byly vybrány ty, které jsou typické pro vřesoviště Plzeňska a vyskytují se na převážné většině lokalit zahrnutých do projektu. Podzemní orgány mohou vypovídat o reakcích rostlin na stanovištní podmínky, příp. o historii zkoumaných lokalit. Vybrané druhy jsou všechny schopné klonálního růstu (vegetativního rozmnožování), a právě ten se může lišit mezi jednotlivými lokalitami. Na sledovaných konkrétních lokalitách se zatím nic neví především o způsobu zmlazování vřesu (*Calluna vulgaris*) – regeneruje spíše ze semen, nebo podzemními výběžky? Také údaje o zástupci trav – metličce křivolaké (*Deschampsia flexuosa*) mohou být významné: dá se totiž předpokládat, že vřesoviště, kde se metlička šíří dlouhými oddenky, mají větší potenciál k přeměně na travinný porost, oproti stanovištím, kde převládá její růst ve formě trsů. (Pecháčková S., ústní sdělení)

O podzemí rostlin se ví velmi málo. Publikace o rostlinných podzemních orgánech, dostupné v Evropě, uvádějí, že orgány v podzemí nejsou natolik probádané, aby se s jistotou mohlo říci, že studie mají definitivní výsledek bez rámce jiných možností. U některých druhů rostlin najdeme pouhou zmínku o jejich podzemních orgánech a u druhů, o kterých nějaký obrázek máme, není pravidlem, že tomu tak musí být například i na jiných stanovištích. Žádná literatura nemá doklad o tom, že podzemní orgány rostlin jednoho druhu, které se vyskytují na více biotopech či více lokalitách jednoho biotopu, jsou

shodné. Má-li vliv rozdílný substrát nebo sousední druhy rostlin na podzemní orgány určitého druhu rostliny? To jsou doposud nezodpovězené otázky.

2 CÍLE PRÁCE

- V rešerši porovnat druhy cévnatých rostlin rostoucích všeobecně na nížinných vřesovištích České republiky s druhy vyskytujícími na vřesovištních lokalitách okolí Plzně
- Vypreparovat podzemní orgány nejhojnějších rostlin z vřesovišť z okolí Plzně a provést jejich dokumentaci, jak textovou, tak obrazovou
- Získané údaje o podzemních orgánech porovnat s informacemi z literatury
- Na základě vlastního průzkumu stanovit parametry kořenových systémů, vhodné pro další sledování podzemních orgánů rostlin, rostoucích na vřesovištích
- Odbornou preparací získat kvalitní herbářové položky, zařaditelné do Srovnávací sbírky podzemních orgánů rostlin, uložené v Západočeském muzeu v Plzni

3 VŘESOVISŤE

Vřesoviště se řadí mezi biotopy bez lesů, které jsou velmi významné (MUSIL 2008).

Vřesoviště najdeme hlavně v západní i střední Evropě. Jeho podoby nalezneme i v České republice, hlavně na plochách, které byly intenzivně narušovány, například ve vojenských újezdech (MUSIL 2008).

Půdy vřesovišť jsou velmi kyselé a málo výživné, v čemž si libují keříčky, které nemusí na rozdíl od konkurenčních rostlin obnovovat svoji nadzemní biomasu. Avšak pupeny keříčků jsou méně chráněny před mrazem, proto více druhů z čeledi vřesovcovitých

Ericaceae se vyskytuje v přímořských oblastech s mírnými zimami. V místech s kontinentálním klimatem se udržuje pouze vřes obecný (*Calluna vulgaris*). Na vřesovištích se vřes často prolíná s trávami (CHYTRÝ 2010).

Převážná většina vřesovišť vznikla na místech využívaných člověkem za účelem obživy. Dlouhodobé pasení ochudilo ekosystém o živiny, což dalo podnět k rozvoji rostlinných druhů chudých na živiny (CHYTRÝ 2010). Rostlinné druhy na vřesovištích nahradily vegetaci po acidofilních a teplomilných doubravách. (CHYTRÝ et al. 2001)

Brusnice borůvka (*Vaccinium myrtillus*) v porovnání s ostatními vřesovištními zástupci vyžaduje větší vláhu. Roste na místech, která jsou v zimním období pokryta sněhem, který jej chrání před mrazem (CHYTRÝ 2010).

3.1 Historie vřesovišť

Vřesoviště vznikla v minulosti v mnoha státech (Německo, Holandsko, Španělsko, Portugalsko, Anglie, Skotsko, Irsko, Norsko, Švédsko) kolem Severního moře a Atlantského oceánu, kde panovalo oceánské klima. Základem pro vznik vřesovišť byly chudé písčité půdy. V těchto místech byly vykáceny lesy pro zemědělské účely. Vřes byl hlavním porostem, který se ujal těchto míst. Zmíněný proces vzniku vřesovištních biotopů měl vrchol největšího rozmachu v 18. století (KUBÍKOVÁ 2007).

V minulých dobách vlivem rostoucího hospodaření docházelo k postupnému ochuzování lesů. Spotřeba dřeva neúprosně vzrůstala a lesní porosty nahradila světlomilná vřesoviště. Tato místa obsadil vřes, který je typickým porostem chudých půd a oceánského klimatu. Zemědělci se naučili s nejhojnějším druhem, vřesem, pracovat (KUBÍKOVÁ 2007). Vřes se stal ústředním zdrojem obživy.

Ovce, pasoucí se na vřesovištích, se živily pouze vřesem. Byl využíván také na podestýlku, která se spolu s dusíkatými výkaly využívala k hnojení okolních polí (KUBÍKOVÁ 2007).

Spotřeba vřesu byla obrovská. Muselo se však dbát na to, aby vřes nebyl spotřebován úplně, neboť obnova vřesu trvala deset až čtyřicet let. Vřesovišť bylo mnohem více než polí (10:1) (KUBÍKOVÁ 2007).

3.2 Ústup vřesovišť

Velký úbytek vřesovištních ploch nastal v devatenáctém a na počátku dvacátého století (KUBÍKOVÁ 2007). Plzeňská vřesoviště také v posledních letech rapidně ustoupila. V současnosti se v Plzni vyskytují jiné, náhradní typy vřesovišť jen na několika lokalitách, oproti minulosti, kdy vřesoviska byla hojná (SOFRON et NESVADBOVÁ 1997). Proces této devastace je důsledkem změny klimatu a způsobem hospodaření (KUBÍKOVÁ 2007). Na konci 19. století změna zemědělství, soustředění hospodářství a kultury do velkých měst způsobila nemalou ztrátu vřesovištních ploch ([HTTP://UKREATE.DEFRA.GOV.UK](http://ukreate.defra.gov.uk)).

Mezi hlavní příčiny, které devastují vřesoviště, jsou pozastavení zemědělství, eutrofizace, zarůstání dřevinami či jinými konkurenčně silnějšími bylinami (DANČÁK 2004). Již bývalé pastviny nejsou obhospodařovány, v atmosféře roste obsah dusíku, živiny se hromadí v půdě, což vede k rozšiřování travnatého porostu (CHYTRÝ et al. 2001). Jelikož vřesoviště nejsou bohatá na živiny, proto zvýšení hladiny dusíku, fosforu a dalších minerálních látek vede k jejich zániku. V současnosti se minerální látky do půdy dostávají v podobě srážek a také ve formě prachu z okolních hnojených polí. Místa původních vřesů osídluje jiné druhy rostlin. Jsou to hlavně trávy, například metlička křivolatá (*Avenella flexuosa*), smilka tuhá (*Nardus stricta*) a psineček (*Agrostis*) (KUBÍKOVÁ 2007). Spalování fosilních paliv uvolňuje do atmosféry molekuly dusíku a síry. Používáním hnojiv se v půdě hromadí amoniak a oxid dusný. Tyto procesy obohacují půdy a vody o živiny. Omezení úniku dusíku a síry do ovzduší je vzhledem k nepostradatelné dopravě složité ([HTTP://UKREATE.DEFRA.GOV.UK](http://ukreate.defra.gov.uk)).

3.3 Záchrana vřesovišť

Zamezit masivnímu úhynu vřesovišť je velmi obtížné. Jedním z návrhů na pomoc je jednorázová pastva ovcí, vypálení nebo okolní rozrušení půdního povrchu

(DANČÁK 2004). Tímto způsobem minerální látky však v půdě zůstanou nadále. Proto má smysl pouze pro vřesoviště, která nedosáhla ještě tak velkého stupně ohrožení. Mnohem větším problémem jsou porosty, které jsou více poškozeny. Tam zmíněné postupy nejsou dostačující. Živiny je zapotřebí dostat hluboko z půdy. Proto je nutné odstranit porost i s humusovou vrstvou. Jedině takto může vřes vyklíčit znovu ze semen (KUBÍKOVÁ 2007). Vzhledem k úživnosti půd vřesovišť je nutné neustálé odstraňování živin z půdy, aby byl zachován nízký podíl živinných látek ([HTTP://UKCREATE.DEFRA.GOV.UK](http://ukcreate.defra.gov.uk)).

V některých státech existují i organizace, které se zabývají tímto problémem. Například *The Heathland Restoration Project* je organizace pro záchranu vřesovišť již od roku 1995. Cíl této organizace spočívá ve výzkumu různých technik na obnovu procesu nížinných vřesovišť. Vlastníkem projektu je *Woodland Education Centre in Offwell* v jihozápadní Anglii mající ve výzkumu 2 hektary plochy. Tato plocha byla dříve pokryta jehličnany a kaštanovníkem, které byly v roce 1993 zcela vymýceny. Plocha má tvar trojúhelníka a byla rozdělena do devíti sekcí. Vřesovištní porost každé sekce je kosen v rozdílných ročních obdobích a frekvenci. Tyto techniky mají ve výsledku zaznamenat, které cesta regenerace vřesoviště je nejefektivnější ([HTTP://WWW.COUNTRYSIDEINFO.CO.UK](http://www.countrysideinfo.co.uk))

Jako další příklad uvádí Čeřovský (2011) Lüneburger Heide neboli Lüneburské vřesoviště v německé spolkové zemi Dolní Sasko je velkoplošné chráněné území, které je relikvií vřesovištní krajiny vytvořené před pěti tisíci lety. Lüneburger Heide je přírodní rezervace s rozlohou 23 400 hektarů, ležících ve stejnojmenném přírodním parku. Vřesoviště je v dnešní době tradičně obhospodařováno: pastva, chov včel a vypalování starých porostů. V posledních desetiletích činí velké problémy imise zvyšující hladinu dusíku ve vřesovištích, jež podněcuje růst některých trav, zejména metličky křivolaké (*Avenella flexuosa*) Dalšími prorůstajícími trávami jsou třezalka tečkovaná (*Hypericum perforatum*), kopretina bílá (*Leucanthemum vulgare*), řebříček obecný (*Achillea*

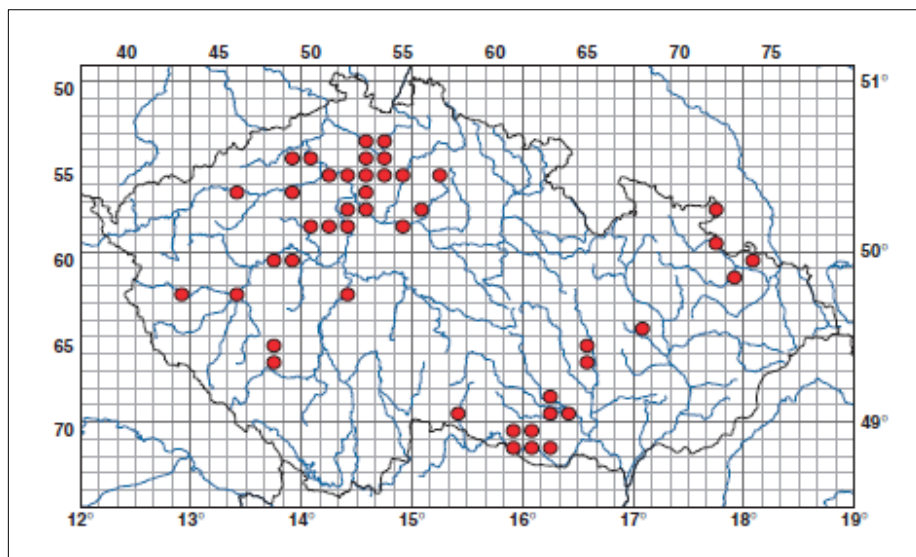
millefolium), pavinec horský (*Jasione montana*). Mimo trav se vyskytují břízy (*Betula sp.*) a borovice (*Pinus sp.*) (KUBÍKOVÁ 2007).

3.4 Druhy vřesovišť

Biotop vřesoviště rozdělujeme do tří typů podle rostoucí nadmořské výšky: suchá vřesoviště nížin a pahorkatin, suchá podhorská až subalpínská brusnicová vřesoviště a podhorská a horská brusnicová vřesoviště (CHYTRÝ 2010).

3.5 Charakteristika suchých vřesovišť nížin a pahorkatin

Suchá vřesoviště nížin a pahorkatin nalezneme v nížinách východní střední Evropy (Česká republika, Německo, Rakousko, Slovensko). V České republice jsou pro již zmíněný typ vřesoviště průměrná teplota 8 °C a průměrné srážky 500 mm za rok. Některá vřesoviště vzdálená od oceánského klimatu jsou ochuzena o atlantské a subatlantské keřové porosty. V podstatě se zachoval jen vřes obecný (*Calluna vulgaris*), který se stal určujícím. V zimním období často vřes vymrzá. Naopak často vyskytující druhy jsou kostřava ovčí (*Festuca ovina*), jestřábník chlupáček (*Hieracium pillosela*) a šťovík menší (*Rumex acetosella*), které jsou odolné kyselému a suchému substrátu. Hojnými zástupci jsou mechorosty a lišejníky. Brusnice borůvka (*Vaccinium myrtillus*) a brusnice brusinka (*Vaccinium vitis-idaea*) se vyskytují pouze vzácně, z důvodu požadavku na vlhkost (CHYTRÝ 2010).



Obrázek 1: Rozšíření suchých vřesovišť nížin a pahorkatin v ČR (CHYTRÝ et al. 2001)

Struktura vřesoviště má dvojí podobu. Buď je celé souvisle porostlé vřesem obecným (*Calluna vulgaris*) nebo má typ mozaiky, ve vřesovém porostu rostou trsy trav a dvouděložných rostlin (CHYTRÝ 2010). Půdní podloží je mělké nebo hlubší (CHYTRÝ et al. 2001)

Suchá vřesoviště nížin a pahorkatin se vyskytují na půdách ochuzených o živiny. Jelikož vřesový opad způsobuje uvolňování organické kyseliny do půdy, je silně kyselá (pH 3,5-4,5). Pouze vzácně se tato vřesoviště vyskytují jako přirozená vegetace na skalních hranách (CHYTRÝ et al. 2001). Ve většině případů se jedná o náhradní vegetaci po kyselých doubravách. K rozvoji přispěly pastviny, požáry nebo vojenské cvičiště, jelikož vřes se dobře obnovuje na silně narušených místech (CHYTRÝ 2010).

V posledních letech se změnilo soupeření mezi vřesem a travami vlivem hromadění dusíku z emisí v půdě a ubývajících pastvin. Vřesoviště se pomalu mění v chudé kyselé trávníky. Možným způsobem obnovy vřesového porostu je spásání, několikaleté vypalování nebo odstranění svrchní části půdy s dusíkem i veškerých porostem. Ochrana vřesovišť je velmi důležitá pro záchranu rostlin chudých na živiny a bezobratlých živočichů (CHYTRÝ 2010).

3.6 Druhy rostlin na suchých vřesovištích nížin a pahorkatin

V mechovém patře nížinných a pahorkatinných vřesovišť je možný výskyt jak lišejníků, tak i mechorostů, například: dutohlávka hvězdovitá (*Cladonia uncialis*), dutohlávka rozsochatá (*Cladonia furcata*), dutohlávka sobí (*Cladonia rangiferina*), ploník chluponosný (*Polytrichum piliferum*), rohozub nachový (*Ceratodon purpureus*) a rokyt cypřišový (*Hypnum cupressiforme*) (CHYTRÝ et al. 2001, CHYTRÝ 2010).

V bylinném patře se v nížinných a pahorkatinných vřesovištích objevují tyto druhy rostlin: bedrník obecný (*Pimpinella saxifraga*), bika ladní (*Luzula campestris*), hlaváč šedavý (*Scabiosa canescens*), hvozdík kartouzek (*Dianthus carthusianorum*), chrastavec rolní (*Knautia arvensis*), chrpa latnatá (*Centaurea stoebe*), jestřábník chlupáček (*Hieracium pilosella*), jestřábník Lachenalův (*Hieracium lachenalli*), jetel luční (*Trifolium pratense*), jetel plazivý (*Trifolium repens*), jitrocel kopinatý (*Plantago lanceolata*), kociánek dvoudomý (*Antennaria dioica*), kostřava ovčí (*Festuca ovina*), kostřava žlábkatá (*Festuca rupicola*), krvavec menší (*Sanguisorba minor*), len počistivý (*Linum catharticum*), lipnice luční (*Poa pratensis*), máchelka srstnatá (*Leontodon hispidus*), mařinka psí (*Asperula cynanchica*), mateřídouška časná (*Thymus praecox*), mateřídouška úzkolistá (*Thymus serpyllum*), mateřídouška vejčitá (*Thymus pulegioides*), metlička křivolaká (*Avenella flexuosa*), mochna písečná (*Potentilla arenaria*), ostřice nízká (*Carex humilis*), ovsíř luční (*Avenula pratensis*), ovsík vyvýšený (*Arrhenatherum elatius*), pavinec horský (*Jasione montana*), pryšec chvojka (*Euphorbia cyparissias*), psineček obecný (*Agrostis capillaris*), pupava bezlodyžná (*Carlina acaulis*), rozrazil klastnatý (*Pseudolysimachion spicatum*), rožec obecný (*Cerastium holosteoides*), řebříček obecný (*Achillea millefolium*), smělek štíhlý (*Koeleria macrantha*), smolnička obecná (*Lychnis viscaria*), svízel nízký (*Galium pumilum*), svízel syřiš'ový (*Galium verum*), štirovník růžkatý (*Lotus corniculatus*), š'ovík menší (*Rumex acetosella*), tomka vonná (*Anthoxanthum odoratum*), trojzubec poléhavý (*Danthonia decumbens*), třezalka tečkovaná (*Hypericum perforatum*), třtina rákosovitá (*Calamagrostis arundinacea*), vřes obecný (*Calluna vulgaris*) a zvonek okrouhlostý (*Campanula rotundifolia*) (CHYTRÝ et al. 2001, CHYTRÝ 2010).

Bezpečné určení nížinných vřesovišť poskytují diagnostické druhy rostlin (CHYTRÝ 2010):

Jestřábník chlupáček (*Hieracium pilosella*). Vytrvalá bylina nízkého vzrůstu vyžaduje slunné a suché stráně, louky a písčiny (DEYL et HÍSEK 1973).

Pavinec horský (*Jasione montana*). Dvouletá bylina dosahující střední výšky se hojně vyskytuje na osvětlených písčitých substrátech, kamenitěm podloží a vřesovištích (DEYL et HÍSEK 1973).

Šťovík menší (*Rumex acetosella*). Vytrvalá bylina nízkého vzrůstu roste na písčitých podkladech, polích a vřesovištích (DEYL et HÍSEK 1973).

Vřes obecný (*Calluna vulgaris*). Dosahuje nižšího vzrůstu. Roste na málo živných rašelinných půdách, v písku a v lese (DEYL et HÍSEK 1973).

3.7 Druhy rostlin na plzeňských nížinných vřesovištích

Mechové patro se vyznačuje druhy: brvitec chlupatý (*Ptilidium ciliare*), dutohlávka lesní (*Cladonia arbuscula*), dutohlávka rozsochatá (*Cladonia furcata*), dvouhrotec chvostnatý (*Dicranum scoparium*), ploník chluponosný (*Polytrichum piliferum*) a travník Schreberův (*Pleurozium schreberi*) (SOFRON et NESVADBOVÁ 1997).

V bylinném patře byly zaznamenány rostlinné druhy: bedrník obecný (*Pimpinella saxifraga*), devaterník velkokvětý (*Helianthemum grandiflorum*), hvozdík kroupenatý (*Dianthus deltoides*), chrpa latnatá (*Acosta rhenana*), jestřábník (*Hieracium sp.*), jitrocel kopinatý (*Plantago lanceolata*), kostřava ovčí (*Festuca ovina*), mateřídouška vejčitá (*Thymus pulegioides*), mochna jarní (*Potentilla tabernaemontani*), ostružiník křovitý (*Rubus fruticosus*), ovsík vyvýšený (*Arrhenatherum elatius*), pupava bezlodyžná (*Carlina acaulis*), pupava obecná (*Carlina vulgaris*), rozrazil rezekvítek (*Veronica chamaedrys*), rožec rolní (*Cerastium arvense*), růže šípková (*Rosa canina*), řebříček obecný (*Achillea millefolium*), smělek jehlancovitý (*Koeleria pyramidata*), svízel syřišťový (*Galium verum*), štirovník růžkatý (*Lotus corniculatus*), trojzubec poléhavý (*Danthonia decumbens*), violka

psí (*Viola canina*), vítod obecný (*Polygala vulgaris*), vřes obecný (*Calluna vulgaris*) a zvonek okrouhlostý (*Campanula rotundifolia*) (SOFRON et NESVADBOVÁ 1997).

Druhy rostlin plzeňských nížinných vřesovišť jsou velmi podobné s druhy, které uvádí Chytrý et al. (2001) obecně pro suché vřesovištní nížiny a pahorkatiny.

4 PODZEMNÍ ORGÁNY

Rostliny se vyskytují všude kolem nás a máme o nich mnoho informací. Jak rostliny vypadají nad zemí, dokážeme říci hned na první pohled. To je však pouze jedna část jejich těla. Další část, ukrytou podzemí, pouhým okem nevidíme. Podzemní orgány rostlin nám jsou vzdálenější a zprvu nemáme ponětí o jejich vzhledu. Jak jsou velké, jakou mají barvu, jakým směrem rostou? Variací je spousta. Rostliny nevysílají své kořeny pouze svisle. Kořenový systém je velmi dynamický. Orgány rostlin ukryté pod zemí mohou nabírat opačného směru, než kterým daná rostlina roste. Některé druhy rostlin mají kořeny těsně pod povrchem země, jiným zasahují hluboko do půdy (PAZOUREK 2001).

Je velmi zajímavé až pozoruhodné, že některé rostliny, které výšku svých nadzemních orgánů udržují při povrchu, tak v podzemí jsou obdařeny bohatým kořenovým systémem dosahující velké hloubky.

Například pověra o stromech, která traduje, že od kmene kořeny sahají do takové dálky, jako je obvod koruny, protože při dešti voda může rovnou stékat k samotným kořenům, je pochopitelně nesmyslná. Kořeny mohou být mnohem delší (PAZOUREK 2001).

Jen proto, že rostlinné kořeny jsou schované pod zemským povrchem, nejsou méně důležité nebo zajímavé než ostatní orgány na rostlině, třeba jako jsou květy a listy. Kořeny jsou základní součástí rostlinného těla a bez nich by rostlinám nebyl umožněn život.

Kořen je definován jako nečlánkovaný osový orgán cévnatých rostlin (KLIMEŠOVÁ 2005). Kořeny vytvářejí soubory určitých pletiv, která nejsou zelená, tedy

neobsahují chlorofyl (KUBÁT et al. 2003). Typickou vlastností kořene je jeho neomezený růst do délky a to zásluhou vrcholového či apikálního meristému, který obsahuje (SLAVÍKOVÁ 1984). Každý druh rostliny má charakteristický kořenový systém (PAZOUREK 2001). Kořen se zásadně odlišuje od stonku tím, že se na něm nikdy nezakládají listy (SLAVÍKOVÁ 1984).

Během vývoje se rostlinné kořeny mohou přeměnit neboli metamorfovat. Vznikají různé kořenové typy s určitou funkcí (SLAVÍKOVÁ 1984). Kořeny jsou pozoruhodné orgány, které nejsou bezprostředně jen v půdě. Najdou se výjimky, které mají kořeny ve vodě, ve vzduchu, v kůře stromů, ba dokonce žádné kořeny nemají (ELLIOTT 1995). I kořeny dostaly možnost nahlédnout jinam než jen do půdy.

4.1 Rušný život v podzemí

V půdě není mrtvo. Jen se život pod povrchem hůře představuje. Kořenový systém je velmi živý a je v neustálém kontaktu s okolními kořeny, houbami, bakteriemi i jinými organismy.

Vzájemně prospěšné soužití rostlinných kořenů a hub se označuje odborným pojmem mykorhiza. Vlákná hub z půdy odčerpávají vodu a minerální látky, které dávají rostlině. Na oplátku rostlina houbě poskytuje živiny. Pokusy bylo prokázáno, že rostliny houbová vlákna využívají také jako komunikaci. Vlákná hub využívají jako dráhy, po kterých si zprostředkovávají informace, například o virech. Rostliny si pravděpodobně dokážou posílat signály i bez mykorhizy, ale dodnes nebyly zjištěny přesné mechanismy. Nabízí se varianta prostřednictvím chemických látek. Každopádně druh této komunikace není tak výkonný jako s pomocí houbových vláken (MARSHALL 1977). Mykorhizy se zúčastní velká skupina hub i rostlin. Dále záleží na daném vztahu rostliny a houby, zda spolu mohou vytvořit mykorhizu. Detaily mykorhizy se dají pozorovat pouze pod mikroskopem a určit druh mykorrhizní houby je schopen pouze specialista.

Kořeny umí navazovat kontakt i s bakteriemi. Tuto schopnost si vyvinuly na základě nutnosti příjmu dusíku. Rostliny ke svému životu potřebují dusík, ale nedokážou

jej přijímat ze vzduchu, pouze ze sloučenin. Výjimkou je čeled' rostlin bobovité. Mohou získat dusík i z půdního vzduchu. Bobovité žijí v symbióze s bakteriemi, které se jim z půdy dostávají do kořenů. Bakterie přežívají v kořenových hlízkách a sbírají si dusík. Po čase bakterie odumrou, hlízky se rozpadnou a kořeny si fixují dusík (PAZOUREK 2001).

4.2 Morfologie, architektura a topologie

O tom, jak kořeny vypadají, vypovídá stav půdních podmínek, stav a výživa celé rostliny (PAZOUREK 2001). Kořeny nabývají většího povrchu nejen utvářením kořenových vlásků, ale i větvením. U plavuní se konec vzrostného vrcholu rozdělí na dva kořínky a dál rostou každý vlastním opačným směrem. V ostatních případech se zakládají kořeny postranní (SLAVÍKOVÁ 1984, ČERNOHORSKÝ 1964).

Rozdíly v kořenové soustavě nacházíme mezi rostlinnými druhy, též i v jednom rostlinném druhu (WAISEL et al. 1996). Na jedné straně jsou rostliny, u kterých výlučně převažuje hlavní, kulový kořen s postranními. Na druhé jsou rostliny pouze s postranními kořeny, které přebraly hlavní funkci, a růst hlavního kořene byl potlačen (PAZOUREK 2001). Velmi dlouhé a členité kořeny mají rostliny žijící v prériích, které musí přežít dlouhá suchá období (ELLIOTT 1995).

V kořenové soustavě jsou popsány náhradní (adventivní kořeny), které se zakládají buď na stonku, listu nebo kořenu. Na stonku mohou vznikat v čluncích, uzlinách nebo v blízkosti řezné plochy jako ránové kořeny (SLAVÍKOVÁ 1984). Velmi hojný je výskyt náhradních kořenů na stonku, který je v podzemí, tedy na oddenku (ČERNOHORSKÝ 1964).

4.3 Hlavní charakteristiky kořenů

4.3.1 Průměr

Průměr koncových kořínků se liší jednak mezi jednotlivými druhy rostlin, ale i v jednom druhu. Nejjemnější koncové kořínky mají trávy čeledi lipnicovité Poaceae.

Průměr kořínků v této čeledi nepřesahuje sto mikrometrů. Naopak koncové kořínky stromů se pohybují v průměru poloviny až jednoho milimetru. V případě, že v jednom rostlinném druhu se najde rostlina, která má jemnější kořínky ve větší míře, než ostatní, může tomu tak být z důsledku nedostatku zásobních živin. Všeobecně silnější kořínky mají větší schopnost vytvářet mykorrhizní vztah s houbami, oproti jemnějším koncovým kořínkům. Průměrově silnější kořínky jsou více odolné, bohatě větvené a podporují delší životnost. Jemné koncové kořínky mají větší tendenci se otáčet, což rostlinu může vysilovat (WAISEL et al. 1996).

4.3.2 Textura

Texturou se rozumí vzhled povrchu kořenů, který se například liší i počtem, velikostí a trváním kořenových vlásků a kůrou, která pokrývá dřeviny. Textura neboli povrchy kořenů jsou v přímém kontaktu s půdní mikroflórou, což není pouhým okem patrné. (WAISEL et al. 1996).

4.3.3 Barva

Kořeny se mezi sebou neliší pouze ve velikosti, textuře a funkci, ale také v barvě. Mladší a slabší kořínky jsou téměř bezbarvé či bělavé. Eventuálně barva mladých kořenů je v odstínech růžové až oranžové. Starší kořeny mají barvu v odstínech hnědé, od světlé po tmavě sytou. Kořeny, které vystupují na zemský povrch, tedy vzdušné kořeny, jsou v přímém kontaktu se slunečním zářením, které má vliv na zelené barvivo v rostlinách. Tyto kořeny se mohou zbarvit zeleně. Kořeny podílející se na mykorrhize mohou také nabývat odlišných barev, nejčastěji v odstínech žluté. Studie možných variací barev kořenů není však dostatečně probádána a vysvětlena (WAISEL et al. 1996).

4.3.4 Růstový potenciál a dlouhověkost

Kořenový systém je velmi různorodý v průběhu jeho aktivity. Růstový potenciál a dlouhověkost spolu úzce souvisejí. V podstatě rostlinám, které mají kratší životnost, pro přežití stačí krátké kořeny. Naopak některé rostliny žijící měsíce až roky, během svého

života vyprodukují dlouhé kořeny. Jedním z faktorů ovlivňující dlouhověkost je teplota (WAISEL et al. 1996).

4.4 Funkce kořene

Variabilita vnějších kořenových rysů může souviset právě s funkcemi kořenů (WAISEL et al. 1996). Kořeny jsou pro rostliny nepostradatelné, mají pro rostlinu více funkcí. Jednak upevňují rostliny v zemi a drží je nad zemským povrchem a tím umožňují jejich přímý růst. Prostřednictvím kořenů rostliny přijímají vodu s roztoky minerálních látek a zabezpečují její předání do nadzemních částí rostliny (SLAVÍKOVÁ 1984).

Celá rostlina, od kořenů až po listy, je protkaná vodivými pletivy. Je samozřejmé, že jediný kořen nemá v moci zásobit celý nadzemní prýt. Z tohoto důvodu kořeny musí intenzivně růst, aby dosáhly co největšího povrchu, a tak lépe mohly čerpat vodu. Čím má rostlina delší kořen, tím přirozeně i větší absorpční plochu. Není to však vždy tak jednoduché, jak se jeví na první pohled. Vzhledem k tomu, že voda se v půdě nepohybuje nebo jen minimálně, tak kořeny svůj růst musí orientovat směrem za ní (PAZOUREK 2001).

Mají také zásobní funkci a probíhá v nich syntéza organických látek. Plní úkol při vegetativním rozmnožování a mohou vytvářet symbiózu i parazitovat na jiných rostlinách (KUBÁT et al. 2003).

Často se zapomíná zmínit o poslání kořenů ve výměně dýchacích plynů, biosyntéze růstových látek a exkreci látek do okolí (KLIMEŠOVÁ 2005).

Kořeny, bohaté zásobními látkami, mají i hospodářský význam. Již od dávné doby kořeny představují důležitou složku v lidské potravě. Poskytují pro člověka zeleninu, pro dobytek píci a pro průmysl suroviny. Kořeny některých rostlin jsou využívány jako droga (ČERNOHORSKÝ 1964).

4.5 Stonek jako podzemní orgán

Během pozorování ontogenetického vývoje rostliny se zjistilo, že pod zemským povrchem nejsou ukryty jen kořeny, ale také stonky se zásobními asimiláty a pupeny. Dnešní bylinné rostliny se pyšní velkým počtem různých forem podzemních stonků. Důležitým znakem těchto stonků je jejich článkování, pravidelné opakování uzlin (nodů) a meziuzlí (internodia). Podzemní stonky se rozlišují na kaudex, hlízy, cibule a různé typy oddenků (KLIMEŠOVÁ 2006).

Kaudex je podobný kořenu, stejně má zásobní funkci. Je obdařen pupeny (SLAVÍKOVÁ 1984).

Hlíza je konec stonku, který je rozšířen a zaoblen (ELLIOTT 1995), kvůli velkému obsahu zásobních látek (KLIMEŠOVÁ 2006). Kořenové hlízy slouží pro přečkání zimy a také k rozmnožování. Rostlina si však vytváří i normální kořeny, nejen hlízy (SLAVÍKOVÁ 1984).

Cibule je složena z šupin, což je buď zdužnatělý list (ELLIOTT 1995) nebo zdužnatělé báze listů (SLAVÍKOVÁ 1984).

Oddenek je plazivý podzemní orgán, rovnoběžný s povrchem země, a v místě uzlin z něj vyrůstají kořeny. Z oddenků mohou vyrůst listy i kořeny (ELLIOTT 1995).

Význam podzemního stonku je velmi výrazný. Nadzemní části rostlin mohou být devastovány nepříznivými vlivy prostředí, zatímco orgán v půdě je v bezpečí. Je také chráněn před spásáním. Jelikož v našich podmínkách je poměrně dlouhá zima, podzemní stonek bylin se stává jediným stále žijícím orgánem. Na jaře, za vhodných podmínek, dává vznik nové rostlině (KLIMEŠOVÁ 2006).

5 METODIKA

5.1 Sledované lokality

V okolí Plzně se vyskytují pouze nížinná vřesoviště. V Plzni jsem si vytipovala tři vřesovištní stanoviště. Všechny lokality se nacházejí na severu Plzně v části Bolevec. Sledované lokality jsou velmi podobné. Jsou pod elektrickým vedením a ze stran jsou lemovány borovými lesy.

- Lokalita č. 1: U Seneckého rybníka, Plzeň-Bolevec (Foto. 1, 2)
- Lokalita č. 2: U Dostálky, Plzeň-Bolevec (Foto. 3)
- Lokalita č. 3: U Kamenného rybníka, Plzeň-Bolevec (Foto. 4)



Obrázek 2: Znázornění polohy stanovišť v Plzni-Bolevec (dostupné z [HTTP://WWW.MAPY.CZ](http://www.mapy.cz))

Tabulka 1 : Základní údaje o sledovaných lokalitách

	Poloha	Substrát	Souřadnice	Nadmořská výška [m.n.m]
Lok.1	mírný svah	písčítý, hlinitý	49°78'75,16" s.š. 13°38'80,63" v.d.	315
Lok.2	strmější svah	hlinitý, jílovitý	49°78'47,14" s.š. 13°36'86,92" v.d.	345
Lok.3	strmější svah	hlinitý	49°47'31,65" s.š. 13°22'48,22" v.d.	340

Údaje uvedené v tabulce byly získány z webového serveru ([HTTP://WWW.MAPY.CZ](http://www.mapy.cz)).

5.2 Odebrané druhy rostlin na sledovaných lokalitách

U Dostálky, Plzeň- Bolevec; sběr 26. dubna 2012: bika ladní (*Luzula campestris*), ostřice kulkonosná (*Carex pilulifera*), metlička křivolaká (*Deschampsia flexuosa*), jahodník obecný (*Fragaria vesca*), brusnice brusinka (*Vaccinium myrtillus*), vřes obecný (*Calluna vulgaris*), brusnice brusinka (*Vaccinium vitis-idaea*).

U Kamenného rybníka, Plzeň- Bolevec; sběr 30. dubna 2012: bika ladní (*Luzula campestris*), ostřice kulkonosná (*Carex pilulifera*), šťovík menší (*Rumex acetosella*), brusnice borůvka (*Vaccinium myrtillus*), brusnice brusinka (*Vaccinium vitis-idaea*), jahodník obecný (*Fragaria vesca*), metlička křivolaká (*Deschampsia flexuosa*), smrk (*Picea sp.*), borovice (*Pinus sp.*); sběr 14. dubna 2012: vřes obecný (*Calluna vulgaris*).

U Seneckého rybníka, Plzeň- Bolevec; sběr 18. 5. 2012: vřes obecný (*Calluna vulgaris*), jahodník obecný (*Fragaria vesca*), bika ladní (*Luzula campestris*), šťovík menší (*Rumex acetosella*), brusnice borůvka (*Vaccinium myrtillus*), ostřice kulkonosná (*Carex pilulifera*), metlička křivolaká (*Deschampsia flexuosa*).

5.3 Odběr a preparace podzemních orgánů rostlin

Preparace podzemních orgánů na vřesovišti je náročná. Postup metody není nikde popsán. Je založen na vlastním poznání a postupně získaných zkušenostech. Principem je schopnost vynalézat různé metody a usuzovat, která je nejvhodnější. Zamyslet se, jaký zvolit nejefektivnější přístup. Studium kořenů spočívá ve špinavé terénní práci ale i v čisté laboratoři. V terénu je potřeba zdatné síly na preparaci podzemních orgánů a následné trpělivosti pro jejich jemné pročištění. Během práce s vypreparovanými rostlinami jsem sledovala, jak jsou kořeny mezi sebou uspořádané. Zda daný rostlinný druh má své podzemní orgány uloženy pod nebo nad jinými, nebo jsou-li mezi sebou propojené.

5.3.1 Odběr vzorku v terénu

Orgány rostlin z podzemí jsem vykopala pomocí malého rýče nebo zahradní lopatky. To záleží na druhu rostliny, její velikosti. Nejde jen o to najít daný druh rostliny, vzít náčiní a hned začít kopat. V prvním kroku je dobré si rostlinu, kterou chceme vypreparovat, dobře prohlédnout a promyslet si, jak asi vypadá část rostliny pod zemí (Foto. 5).

Vřesoviště, na kterých jsem pracovala, byla hustě porostlá mechem. Nejprve jsem ručně odstranila mech okolo rostliny a zkoumala, jakým směrem kořeny povedou, abych je při kopání neponičila (Foto. 7). Dokonce některé druhy nemají své kořeny příliš hluboko a v tomto případě bylo vhodnější orgán odkrývat pouze ručně, abych zamezila případnému poničení.

Rostliny jsem nekopala kolem jejich kořenů, nýbrž ve značné vzdálenosti (10-30 cm). Je to z důvodů větvení kořenů, vytváření oddenků a různých propojení, které mohou dosahovat delší vzdálenosti (Foto. 6). Pokud se jeden rostlinný druh vyskytoval vedle sebe, tak jsem je vykopala společně, protože zde mohla být možnost, že jsou pod zemí spojeny kořeny. Následně prázdná místa po vyjmutí rostlin jsem zakryla okolním biologickým substrátem.

Po preparaci jsem získaný materiál vložila do přenosných tašek každý odděleně, aby se rostliny nepoškodily. V okolí lokalit, na kterých jsem čerpala materiál, byly v blízkosti rybníky, což bylo poměrně výhodné. Rovnou v terénu jsem podzemní orgány mohla zbavit největší části půdy a jiného organického materiálu. Tím jsem studovaný materiál zbavila velké hmotnosti a usnadnila jeho přenos.

5.3.2 Čištění odebraných vzorků

Preparace podzemních orgánů je velmi náročná práce jak fyzicky, tak časově. Získaný studijní materiál vydrží použitelný dva až tři dny, záleží na druhu rostliny. Nejlepší variantou bylo zpracovat materiál v ten samý den, kdy byl vypreparován z půdy (Foto. 8). Když jsem měla nedostatek času na zpracování, materiál jsem vložila do chladicího boxu, který jej ponechal zhruba o desítky hodin déle v zachovalém stavu.

Čištění podzemních orgánů rostlin jsem prováděla v laboratoři ve dvou fázích. První hrubé čištění jsem prováděla v lavoru o průměru 40 centimetrů a hloubce 14 centimetrů napuštěného čistou vodou a rukama jemně vymývala z kořenů a oddenků půdu a zbytky cizích rostlin (Foto. 9). Vždy v době, kdy se čistá voda znečistila tak, že jsem nerozpoznala vlastní preparovaný druh, jsem vodu vyměnila za čistou. Tento postup jsem opakovala čtyřikrát až pětkrát, dokud podzemní orgány nebyly jasně zřetelné. Během čištění jsem musela rozeznat kořinky cizích druhů rostlin a mrtvé kořeny, které se v podzemí vyskytují.

Některé větší vřesovištní rostlinné druhy mají velmi hustý a velký kořenový systém, je tomu tak například u vřesu. Preparace jeho kořenů je náročnější. Vřes jsem musela vykopat více do hloubky a také do šířky. Čištění bylo také komplikovanější kvůli většímu nánosů hlíny. Z tohoto důvodu jsem vykopaný vřes vložila do lavoru s vodou na celý den, aby se hlína částečně odmočila.

Druhou fází čištění rostlinných podzemních orgánů jsem prováděla na mělkém tácu o rozměrech 50 centimetrů na délku, 40 centimetrů na šířku a 7 centimetrů na hloubku

(Foto. 10). Do tácu jsem opět nalila čistou vodu a předem očištěnou rostlinu. Podzemní orgány jsem začala jemně čistit od drobných nečistot. Dočištění jsem prováděla nejlépe s pomocí špejle nebo pinzety. Tato práce vyžaduje obrovskou jemnost a trpělivost, aby nedošlo k přetrhání drobných až vláskovitých kořínků, které jsou velmi jemné.

5.3.3 Dokumentace a lisování

Před zahájením dokumentace jsem pomocí milimetrového měřidla zaznamenala kořenové parametry (délka, popřípadě průměr hlavního kořene a postranních, nebo oddenků). Získané údaje jsem si zapsala k poznámkám pro každý objekt.

V okamžiku, kdy jsem dokončila měření podzemních orgánů, jsem preparační materiál vyjmula a tác dočista vymyla. Na dno tácu jsem položila buď tmavý, nebo světlý papír. Volbu papíru jsem zvolila podle barvy podzemních orgánů. Abych dosáhla největšího kontrastu, na světlé jsem použila tmavý papír, naopak na tmavé kořínky a oddenky byl vhodný světlý papír. Poté jsem do tácu konvicí opatrně nalila vodu a vzápětí vložila měřítko s milimetrovým rozlišením. Do vody jsem umístila rostlinu s vypreparovanými a dokonale očištěnými podzemními orgány a zdokumentovala.

Dokumentaci jsem prováděla dvěma způsoby. První možností byl fotoaparát. Zhotovený materiál jsem zdokumentovala fotoaparátem za použití blesku a clony. Jako druhou možnost dokumentace jsem použila scanner. Studovaný rostlinný druh s vyčištěnými podzemními orgány jsem položila na průhledné sklo o formátu A4. Pokud jsem neměla k dispozici sklo, ke zhotovení stačila průhledná folie. Tento krok jsem prováděla z důvodu, abych zamezila mokrým či vlhkým rostlinám přímému kontaktu se snímací plochou scanneru, neboť by mohlo dojít k jejímu poškození. Na průhledné skleněné desce či folii jsem též mohla lépe rozprostřít podzemní orgány rostliny (Foto. 11).

Zda k dokumentaci použít fotoaparát nebo scanner, rozhodl daný rostlinný druh. Zjistila jsem, že menší a drobnější druhy je vhodnější dokumentovat scannerem. Vznikne kvalitní obrázek celé délky rostliny i s jejími podzemními orgány. Dokumentace větších

prostornějších druhů, zejména brusnice borůvky (*Vaccinium myrtillus*) a vřesu obecného (*Calluna vulgaris*), je výhodnější fotoaparát. Mohla jsem se zaměřit na detaily a z větší dálky se zkusit zachytit celé tělo rostliny. Při pokusech o dokumentaci větších druhů ve scanneru byly zhotovené obrázky tmavší, neboť nebylo možné zcela přiložit horní desku scanneru. Z tohoto důvodu na snímací plochu pronikalo větší množství slunečního světla, které negativně ovlivnilo výsledný sejmutý obraz. V závěru se podzemní orgány na výsledném obrázku jevily kompaktně zbarvené a nebylo možné rozeznat strukturu na jejich povrchu.

Po vytvoření snímku jsem rostlinu nechala lehce oschnout a následně opatrně vložila novin. Ke každé rostlině jsem vytvořila popisek s důležitými údaji, které byly název rostliny, datum a místo sběru. Rostliny uložené v novinách jsem vložila do knih, aby při lisování vznikl co největší tlak. Jelikož rostliny byly i s kořeny, jež některé z nich byly objemnější, bylo nutné docílit největšího zatížení. Zhruba po čtyřech až pěti dnech jsem rostlinám vyměnila novinový papír za nový. Lisování rostlin trvalo čtyři až šest týdnů.

5.4 Časová náročnost

Terénní práce mi trvala v průměru dvě až tři a půl hodiny. Záleželo na tom, kolik jsem preparovala druhů rostlin a na terénních podmínkách. Výhodnější bylo zaměřit se na menší počet rostlin, abych měla dostatek času na následné důkladné zpracování. Po vypreparování další postup na sebe bez přestávek bezprostředně pokračuje.

Promývání a čištění podzemních orgánů pro mě bylo jednoznačně časově nejnáročnější. Opět záleželo na druhu rostliny, neboť každý druh měl jinak husté a dlouhé podzemní orgány. Od počátečního hrubého promývání do konečné fáze použitelné pro zdokumentování se časový interval pohyboval v rozmezí čtyři až šest hodin. Zmíněné časové období vztahuji ke čtyřem až pěti druhům.

V okamžiku, kdy jsem dokončila čištění podzemních orgánů, jsem studijní materiál zdokumentovala, zhodnotila a změřila jeho charakteristické znaky. Měření

a zaznamenávání hodnot trvalo pro jeden druh zhruba patnáct minut. K vytvoření snímku fotoaparátém jsem potřebovala více času ve srovnání se skenováním. Naaranžování rostliny ve fotomisce vyžadovalo trpělivost. Zkoušela jsem různé úhly pohledu, abych dosáhla největší kvality snímku. Instalace trvala okolo patnácti minut. Při vytváření snímku skenerem jsem nanejvýš během deseti minut rozprostřela rostlinu s jejími podzemními orgány na podložní sklo či folii a vložila na skenovací plochu. Následný průběh skenování jsem časově nijak nemohla ovlivnit.

Vkládání rostlin do novinového papíru pro lisování bylo poměrně zdlouhavé. Pečlivě jsem rostlinu v novinách rozkládala tak, aby po vylisování mohla být bezpečně určena a byly zřetelné typické znaky. Během třiceti minut jsem zvládla upravit čtyři až pět rostlin do stavu pro lisování a vytvořit k nim popisky.

5.5 Hodnocení charakteristiky podzemních orgánů

Po vypreparování a dokonalém očištění jsem zhodnotila charakteristické znaky podzemních orgánů. Nejprve jsem se zaměřila na délku hlavního a postranních kořenů, popřípadě oddenků. V případě svazčité kořenové soustavy jsem změřila délku nejdelšího postranního kořene. Měření jsem prováděla pomocí milimetrového měřítka. V dalším kroku jsem milimetrovým měřítkem zaznamenala průměr hlavního a postranních kořenů. Průměr jsem měřila vždy v nejširší části kořene, respektive při bázi kořene. Hustotu větvení kořenového systému jsem hodnotila buď chudě či řídkce nebo bohatě či hustě větvený. Místo větvení náleželo do svrchní nebo spodní vrstvy půdy. Kromě délky a průměru hlavního kořene jsem sledovala jeho uložení v půdě. Rozlišovala jsem dvě relativní hloubky: svrchní a spodní vrstvu. Též jsem zaznamenávala hloubku uložení postranních kořenů. Při hodnocení celé kořenové soustavy jsem poměřovala obvod kořenové soustavy v půdě oproti nadzemní části rostliny. V posledním kroku jsem charakterizovala barvu a pevnost kořenů.

6 VÝSLEDKY

6.1 Rostlinné druhy odebrané na všech lokalitách

6.1.1 Bika ladní (*Luzula campestris*)

- Lokalita č. 1: U Seneckého rybníka, Plzeň-Bolevec; odebraný 1 vzorek (Foto. 12):

Oddenky: nemá

Kořeny: svazčité, není zřetelný hlavní kořen, nejdelší kořen 10 cm, kořeny ve spodní vrstvě, velmi hustě větvené, obvod širší než nadzemní části, barva tmavě hnědá (silnější kořínky) a světlá hnědá (slabší kořínky), jemné, textura hladká.

- Lokalita č. 2: U Dostálky, Plzeň-Bolevec; odebraný 1 vzorek (Foto. 13):

Oddenky: nemá

Kořeny: svazčité, není zřetelný hlavní kořen, nejdelší kořen 10,5 cm, kořeny ve spodní vrstvě, velmi hustě větvené, obvod srovnatelný s nadzemní částí, barva světle hnědá až béžová, poměrně jemné, textura hladká.

- Lokalita č. 3: U Kamenného rybníka, Plzeň-Bolevec; odebraný 1 vzorek (Foto. 14):

Oddenky: v blízkosti zemského povrchu, délka 14,5 cm, průměr 0,5 mm, lysý nebo ojediněle vypouští náhradní kořínky, barva tmavě hnědá.

Kořeny: svazčité, není zřetelný hlavní kořen, nejdelší kořen 9 cm, kořeny ve spodní vrstvě, hustě větvené, obvod srovnatelný s nadzemní částí, barva tmavě hnědá (silnější kořínky) a béžová (slabší kořínky), tmavé kořínky pevnější a světlejší kořínky jemné, textura hladká.

6.1.2 Brusnice borůvka (*Vaccinium myrtillus*)

- Lokalita č. 1: U Seneckého rybníka, Plzeň-Bolevec; odebraný 1 vzorek (Foto. 15):

Oddenky: nemá

Kořeny: délka hlavního kořene 7 cm a více (jen část, nelze celý vypreparovat), délka nejdelších postranních kořenů 4-10 cm, průměr hlavního kořene 1,5 mm, průměr postranních kořenů 0,5 mm, hlavní kořen ve svrchní vrstvě, roste podélným směrem k povrchu země, postranní kořeny do spodní vrstvy, chudě větvený, obvod v půdě srovnatelný s nadzemní částí, barva hnědá, hlavní kořen velmi pevný, postranní jemné, textura zvrásněná kůra.

- Lokalita č. 2: U Dostálky, Plzeň-Bolevec; odebraný 1 vzorek (Foto. 16):

Oddenky: dřevnatí, v blízkosti zemského povrchu, délka 47,5 cm a více, náhradní kořeny až 4 cm, průměr 2,5 mm, barva tmavě hnědá (bordově červená), pevné.

Kořeny: délka hlavního kořene 12 cm a více (jen část, nelze celý vypreparovat), délka nejdelších postranních kořenů 9,5 cm, průměr hlavního kořene 5 mm, průměr postranních kořenů 1 mm a méně, hlavní kořen ve svrchní vrstvě, roste podélným směrem k povrchu země, postranní kořeny spíše ve svrchní vrstvě, chudě větvený, obvod v půdě srovnatelný s nadzemní částí, barva velmi tmavě hnědá, místy bordově červená, hlavní kořen velmi pevný, postranní velmi jemné, zvrásněná kůra.

- Lokalita č. 3: U Kamenného rybníka, Plzeň-Bolevec; odebrané 2 vzorky (Foto. 17,18):

Oddenky: dřevnatí, v blízkosti povrchu, délka 10-12 cm, náhradní kořeny 2-3,5 cm, průměr 1 mm, barva světle- tmavě hnědá, pevné.

Kořeny: Délka hlavního kořene 7-20,5 cm a více (jen část, nelze celý vypreparovat), délka nejdelších postranních kořenů kolem 2 cm, průměr hlavního kořene 1-2 mm, průměr postranních kořenů menší než 1 mm, hlavní kořen ve svrchní vrstvě, roste podélným směrem k povrchu země, postranní kořeny ve svrchní vrstvě, chudě větvený, obvod srovnatelný nebo menší s nadzemní částí, barva tmavě hnědá, hlavní kořen velmi pevný, postranní kořeny jemné, zvrásněná kůra.

6.1.3 Jahodník obecný (*Fragaria vesca*)

- Lokalita č. 1: U Seneckého rybníka, Plzeň-Bolevec; odebraný 1 vzorek (Foto. 19):

Oddenky: nemá, vytváří přízemní šlahouny, nejdelší šlahoun 24,5 cm

Kořeny: svazčité, není zřetelný hlavní kořen, nejdelší kořen 5 cm, kořeny ve spodní vrstvě, větvení řídké, obvod v půdě srovnatelný s nadzemní částí, barva tmavě hnědá, jemné, textura hrubá.

- Lokalita č. 2: U Dostálky, Plzeň-Bolevec; odebraný 1 vzorek (Foto. 20):

Oddenky: nemá

Kořeny: svazčité, není zřetelný hlavní kořen, nejdelší kořen 11,5 cm, kořeny ve spodní vrstvě, větvení poměrně husté, obvod v půdě srovnatelný s nadzemní částí, barva tmavě hnědá, jemné, textura hrubá.

- Lokalita č. 3: U kamenného rybníka, Plzeň-Bolevec; odebraný 1 vzorek (Foto. 21):

Oddenky: nemá

Kořeny: svazčité, není zřetelný hlavní kořen, délka nejdelšího kořene 12 cm, kořeny zasahují do spodní vrstvy, hustě větvení, obvod v půdě srovnatelný s nadzemní částí, barva žlutá až tmavě hnědá, poměrně pevné, textura hrubá.

6.1.4 Metlička křivolaká (*Deschampsia flexuosa*)

- Lokalita č. 1: U Seneckého rybníka, Plzeň-Bolevec; odebraný 1 vzorek (Foto. 22):

Oddenky: nemá

Kořeny: svazčité, není zřetelný hlavní kořen, nejdelší kořen 15-17,6 cm, kořeny v dolní vrstvě, bohatě větvené, obvod blízký nadzemní části, barva béžová až bělavá, velmi pevné, textura hladká.

- Lokalita č. 2: U Dostálky, Plzeň-Bolevec; odebrané 2 vzorky (Foto. 24,25):

Oddenky: těsně pod zemním povrchem nebo hlouběji, délka rozmanitá 2,5-20 cm, průměr 1 mm, bez náhradních kořínků nebo ojediněle, barva béžová

Kořeny: svazčité, není zřetelný hlavní kořen, nejdelší kořen 6,5-20 cm, kořeny hluboko do spodní vrstvy, bohatě nebo méně větvené, obvod srovnatelný s nadzemní částí, barva béžová, poměrně pevné, textura hladká.

- Lokalita č. 3: U Kamenného rybníka, Plzeň-Bolevec; odebrané 2 vzorky (Foto. 26,27):

Oddenky: nemá

Kořeny: svazčité, není zřetelný hlavní kořen, nejdelší kořen 9,5-13 cm, kořeny hlouběji do spodní vrstvy, bohatě nebo méně větvené, obvod srovnatelný s nadzemní částí, barva béžová, poměrně pevné, textura hladká.

6.1.5 Šťovík menší (*Rumex acetosella*)

- Lokalita č. 1: U seneckého rybníka, Plzeň-Bolevec; odebrané 3 vzorky (Foto. 28, 29, 30, 31):

Oddenky: nad půdním povrchem pod mechovou vrstvou a lehce pod povrchem, délka 5,5 cm, průměr 1 mm a méně, do půdy náhradní kořínky, barva žluto-oranžová.

Kořeny: délka hlavního kořene 6-7 cm, délka nejdelších postranních kořenů 4-6 cm, průměr hlavního kořene 1 mm, průměr postranních kořenů menší než 1 mm, hlavní kořen do spodní vrstvy, roste kolmo k povrchu země, postranní kořeny do spodní vrstvy, málo větvený, obvod v půdě větší než nadzemní části, barva žlutá až bílá, jemné, textura hladká.

- Lokalita č. 2: U Dostálky, Plzeň-Bolevec; odebraný 1 vzorek (Foto. 32):

Oddenky: nad půdním povrchem nebo těsně pod povrchem země, délka 1,7 cm, průměr pod 1 mm, do půdy náhradní kořínky, barva žluto-oranžová.

Kořeny: odebraný pouze oddenek s rostlinou, náhradní kořeny dlouhé až 5 cm, průměr menší než 1 mm, barva světle hnědá, velmi jemné, textura hladká.

- Lokalita č. 3: U Kamenného rybníka, Plzeň-Bolevec; odebraný 1 vzorek (Foto. 33):

Oddenky: těsně pod zemským povrchem, délka 3,8 mm a více (pouze část oddenku), průměr 1 mm, do půdy náhradní kořínky, barva žluto-oranžová.

Kořeny: odebraný pouze oddenek s rostlinou, náhradní kořeny dlouhé až 2,5 cm, průměr menší než 1 mm, barva světle hnědá, velmi jemné, textura hladká.

6.1.6 Vřes obecný (*Calluna vulgaris*)

- Lokalita č. 1: U Seneckého rybníka, Plzeň-Bolevec; odebrané 3 vzorky (Foto. 34, 35, 36):

Oddenky: nemá

Kořeny: délka hlavního kořene 3-19 cm, délka nejdelších postranních kořenů 5-16,5 cm, průměr hlavního kořene 2-7 mm, průměr postranních kořenů 1 mm, řídice větvený, hlavní kořen ve svrchní vrstvě, opačným směrem oproti růstu nadzemních větví, postranní kořeny do hloubky 10 cm, větvení ve spodní vrstvě, obvod v půdě minimálně 2krát větší než nadzemní části, barva tmavě hnědá až světlá hnědá koncových kořínků, kořeny pevné, textura zvrásněná kůra.

- Lokalita č. 2: U Dostálky, Plzeň-Bolevec; odebrané 3 vzorky (2 starší a 1 zmlazující vřes) (Foto. 37, 38, 39):

Oddenky: nemá

Kořeny: délka hlavního kořene 5-17,5 cm (jen odebraná část), délka nejdelších postranních kořenů 6,5-18 cm, průměr hlavního kořene 2-5 mm, průměr postranních kořenů 1 mm a méně, bohatě větvený, hlavní kořen ve svrchní vrstvě, roste stejným i opačným směrem oproti růstu nadzemních větví, postranní kořeny do malé hloubky, větvení v blízkosti zemského povrchu, obvod v půdě srovnatelný nebo větší než nadzemní části, barva velmi tmavě hnědá, slabší až pevné, textura zvrásněná kůra.

- Lokalita č. 3: U Kamenného rybníka, Plzeň-Bolevec; odebrané 4 vzorky (2 starší a 2 zmlazující vřesy) (Foto. 40, 41, 42, 43)

Oddenky: nemá

Kořeny: délka hlavního kořene 7-33 cm (jen odebraná část), délka nejdelších postranních kořenů 13,5-21 cm, průměr hlavního kořene 3-5 mm, průměr postranních kořenů 1 mm a méně, spíše chudě větvený, hlavní kořen ve svrchní vrstvě, roste opačným směrem oproti růstu nadzemních větví, postranní kořeny do malé hloubky, větvení v blízkosti zemského povrchu, obvod v půdě srovnatelný

nebo menší než nadzemní části, barva velmi tmavě hnědá až světlá, slabší až pevné, textura zvrásněná kůra.

Tabulka 2 : Shrnutí parametrů podzemních orgánů rostlin

	ODDENKY	BARVA ODDENKŮ	TYP KOŘENOVÉ SOUSTAVY	HUSTOTA VĚTVENÍ	PEVNOST	BARVA KOŘENE	TEXTURA
Bika ladní (<i>Luzula campestris</i>)	někdy	tmavě hnědá	hlavní kořen+postranní	bohaté	jemné	světle až tmavě hnědá	hladká
Brusnice borůvka (<i>Vaccinium myrtillus</i>)	někdy	světle a tmavě hnědá	hlavní kořen+postranní	chudé	jemné i pevné	hnědá	zvrásněná kůra
Jahodník obecný (<i>Fragaria vesca</i>)	ne	-	svazčitá	chudé	jemné i pevné	hnědá	hrubá
Metlička křivolaká (<i>Deschampsia flexuosa</i>)	někdy	béžová	svazčitá	bohaté	pevné	béžová, bělavá	hladká
Šťovík menší (<i>Rumex acetosella</i>)	ano	žluto- oranžová	hlavní kořen+postranní	chudé	jemné	světle hnědá až žlutá	hladká
Vřes obecný (<i>Calluna vulgaris</i>)	ne	-	hlavní kořen+postranní	chudé i bohaté	pevné	světle až tmavě hnědá	zvrásněná kůra

6.2 Rostlinné druhy odebrané na některých lokalitách

6.2.1 Borovice lesní (*Pinus sylvestris*)

- Lokalita č. 3: U Kamenného rybníka, Plzeň-Bolevec; odebraný 1 vzorek (Foto. 44):

Oddenky: nemá

Kořeny: délka hlavního kořene 8 cm, délka nejdelších postranních kořenů 4,7-10,5 cm, průměr hlavního kořene 1,5 mm a méně, průměr postranních kořenů 1 mm a méně, hlavní kořen do spodní vrstvy, roste kolmo k povrchu země, poměrně bohatě větvený, obvod v půdě srovnatelný nebo větší než nadzemní část, barva světle hnědá, hlavní kořen pevný, postranní jemné, textura zvrásněná kůra.

6.2.2 Brusnice brusinka (*Vaccinium vitis-idaea*)

- Lokalita č. 2: U Dostálky, Plzeň-Bolevec; odebraný 1 vzorek (Foto. 45) :

Oddenky: dřevnatí, ve svrchní vrstvě, délka kolem 5 cm, náhradní kořeny kolem 5 mm, průměr 1 mm a méně, barva světle hnědá, pevné a pružné.

Kořeny: hlavní kořen 9 cm a více (vypreparovaná jen část), délka nejdelších postranních kořenů 4-5 cm, průměr hlavního kořene 1-2 mm, průměr vedlejších kořenů menší než 0,5 mm, hlavní kořen ve svrchní vrstvě, roste rovnoběžně s povrchem země, postranní kořeny ve svrchní vrstvě, chudě až bohatě větvený, obvod v půdě srovnatelný nebo větší s nadzemní částí, barva tmavě hnědá, hlavní kořen silný a pružný, postranní kořeny jemné, textura zvrásněná kůra.

- Lokalita č. 3: U Kamenného rybníka, Plzeň-Bolevec; odebraný 1 vzorek (Foto. 46):

Oddenky: dřevnatí, ve svrchní vrstvě, délka až 30 cm, délka náhradních kořenů až 3 cm, průměr 2 mm, barva světle až tmavě hnědá, pevné a pružné.

Kořeny: délka hlavního kořene 13 cm a více (vypreparovaná jen část), délka nejdelších postranních kořenů okolo 2,5 cm, průměr hlavního kořene 2-2,5 mm, průměr postranních kořenů 0,5 mm, hlavní kořen ve svrchní i spodní vrstvě, směr růstu není zřetelný, obvod v půdě srovnatelný s nadzemní částí, barva tmavě hnědá, hlavní kořen velmi pevný a pružný, postranní kořeny velmi jemné, textura zvrásněná kůra.

6.2.3 Ostřice kulkonosná (*Carex pilulifera*)

- Lokalita č. 1: U Seneckého rybníka, Plzeň-Bolevec; odebraný 1 vzorek (Foto. 47):

Oddenky: nemá

Kořeny: svazčité, není zřetelný hlavní kořen, nejdelší kořen 6,5 cm, kořeny spíše ve svrchní vrstvě, řídké větvení, obvod v půdě menší než nadzemní část, barva světle hnědá, pevné, textura hrubá.

- Lokalita č. 2: U Dostálky, Plzeň-Bolevec; odebraný 1 vzorek (Foto. 48):

Oddenky: nemá

Kořeny: svazčité, není zřetelný hlavní kořen, nejdelší kořen 15 cm, kořen spíše ve svrchní vrstvě, velmi husté větvení, obvod v půdě srovnatelný než nadzemní část, barva světle hnědá až béžová, poměrně pevné, textura hrubá.

6.2.4 Smrk ztepilý (*Picea abies*)

- Lokalita č. 3: U Kamenného rybníka, Plzeň-Bolevec; odebraný 1 vzorek (Foto. 49):

Oddenky: nemá

Kořeny: délka hlavního kořene 4,5 cm, délka nejdelších postranních kořenů až 6 cm, průměr hlavního kořene 0,8 mm, průměr postranních kořenů 2 mm a méně, hlavní kořen do spodní vrstvy, roste kolmo k povrchu země, bohatě větvený, obvod v půdě srovnatelný s nadzemní částí, barva tmavě až světle hnědá, hlavní kořen velmi pevný, postranní jemné, textura zvrásněná kůra.

Tabulka 3 : Shrnutí parametrů podzemních orgánů rostlin

	ODDENKY	BARVA ODDENKŮ	TYP KOŘENOVÉ SOUSTAVY	HUSTOTA VĚTVENÍ	PEVNOST	BARVA KOŘENE	TEXTURA
Borovice lesní (<i>Pinus sylvestris</i>)	ne	-	hlavní kořen+postranní	bohaté	pevné	hnědá	zvrásněná kůra
Brusnice brusinka (<i>Vaccinium vitis-idaea</i>)	ano	světle až tmavě hnědá	hlavní kořen+postranní	chudé i bohaté	pevné	hnědá	zvrásněná kůra
Ostřice kulkonosná (<i>Carex pilulifera</i>)	ne	-	svazčitá	chudé	pevné	světle hnědá, běžová	hrubá
Smrk ztepitý (<i>Picea abies</i>)	ne	-	hlavní kořen+postranní	bohaté	pevné	hnědá	zvrásněná kůra

7 DISKUZE

Podnětem pro mou práci byl nápad vypreparovat podzemní orgány několika rostlinných druhů na 3 plzeňských vřesovištích. Získat údaje a stanovit parametry podzemních orgánů, které by mohly posloužit k dalším výzkumům a zjištění doposud neznámých faktů.

7.1 Porovnání vzorků 1 rostlinného druhu ze sledovaných lokalit

7.1.1 Bika ladní (*Luzula campestris*)

Porovnávala jsem 3 vzorky. Všechny pozorované parametry jsou téměř shodné, kromě oddenků. Některé vzorky oddenky vytváří, jiné nikoliv. Délka kořenů vzorků má totožnou hodnotu. Všechny vzorky se hustě větví, zasahují hlouběji do půdy, jsou jemné a mají barvu světle hnědých odstínů.

7.1.2 Brusnice borůvka (*Vaccinium myrtillus*)

Z 3 lokalit jsem odebrala celkem 4 vzorky. Některé vzorky vytvářely oddenky, které dřevnatí. Nebylo možné vypreparovat celistvé podzemní orgány, z důvodu rozmanitého větvení. Průměr podzemních orgánů vzorků je rozmanitý. Pevnost a tmavě hnědá barva kořenů je zaznamenána u všech vzorků. Zkoumané vzorky se podobně větví, většinou se plazí těsně pod nebo nad zemí. Některé kořínky zasahují hlouběji do půdy.

7.1.3 Jahodník obecný (*Fragaria vesca*)

Odebrané 3 vzorky nevytvářejí oddenky, pouze přizemní dlouhé šlahouny. Délka kořenů vzorků je různá, stejně tak i větvení. Některé vzorky mají kořeny pevnější, jiné naopak jemnější. Barva kořenů všech vzorků je tmavě hnědá a zasahují hlouběji do půdy.

7.1.4 Metlička křivolaká (*Deschampsia flexuosa*)

Odebrala jsem 5 vzorků, jejichž většina parametrů byla shodná. Některé vzorky vytvářely oddenky. Délka kořenů je různá mezi jednotlivými lokalitami i v rámci jedné lokality. Kořeny všech vzorků zasahují hlouběji do půdy, jsou pevné a mají béžovou barvu.

7.1.5 Šťovík menší (*Rumex acetosella*)

Parametry jsem porovnávala na 5 vzorcích. Všechny vzorky vytvářely poměrně dlouhé oddenky nápadné žluto-oranžové barvy. Z důvodu přítomnosti oddenků se nepodařilo vypreparovat vzorek s celými podzemními orgány, proto nelze přesně specifikovat délka kořenů a oddenků. Hodnota průměru vypreparovaných částí podzemních orgánů je ze všech lokalit stejná. Kořeny mají světlou barvu a jsou jemné.

7.1.6 Vřes obecný (*Calluna vulgaris*)

Získala jsem 10 vzorků, starší i zmlazující vřesy. Vřes dosahuje poměrně velkého vzrůstu a nepodařilo se vždy získat celistvý vzorek. Žádný ze vzorků nevytvářel oddenky. Délka, větvení a pevnost kořenů se liší mezi jednotlivými lokalitami i v rámci jedné lokality. Kořeny zmlazujících vřesů dosahovaly menší vzdálenosti v porovnání se staršími vřesy. V průměru kořenů jsem nezaznamenala výrazné změny. Barva odebraných vzorků se

výrazně nelišila, pohybovala se převážně v hnědých odstínech. Kořeny vřesu jsou velmi podobné kořenům brusnice borůvky a brusinky.

7.1.7 Borovice lesní (*Pinus sylvestris*)

Odebrala jsem pouze 1 vzorek z jedné lokality, proto nelze srovnávat s dalšími vzorky. Popisovaný vzorek nemá oddenky, kořeny jsou bohatě větvené, zasahují hlouběji do půdy a mají hnědou barvu.

7.1.8 Brusnice brusinka (*Vaccinium vitis-idaea*)

Odebrané 2 vzorky vytváří oddenky, které dřevnatí, podobně jako brusnice borůvka. Opět nelze vypreparovat celé podzemní orgány kvůli rozmanitému větvení. Průměr kořenů všech vzorků je podobný, mají tmavě hnědou barvu, jsou pevné a pružné.

7.1.9 Ostřice kulkonosná (*Carex pilurifera*)

Pozorované 2 vzorky nevytváří oddenky, mají různou délku kořenů a větvení. Kořeny vzorků zasahují hlouběji do půdy, jsou pevné a mají světlou hnědou barvu a hrubší texturu.

7.1.10 Smrk ztepilý (*Picea abies*)

Odebrala jsem pouze 1 vzorek z jedné lokality. Kořeny mají podobné parametry jako borovice, pouze barva se jeví tmavší.

7.2 Porovnání vlastních zjištěných údajů s literaturou

7.2.1 Bika ladní (*Luzula campestris*)

Bika ladní má schopnost vytvářet oddenky ([HTTP://CLOPLA.BUTBN.CAS.CZ](http://CLOPLA.BUTBN.CAS.CZ)), avšak ne vždy. Kotaňska (1970) uvádí oddenky, ale Grime et al. (2007) krátké šlahouny. Zakořenění nastává hned ve svrchní vrstvě a kořenový systém se hustě větví (KUTSCHERA et LICHTENEGER 1982). Potvrdila jsem hnědé zbarvení kořenů a též vliv ročního období. Na jaře po roztátí sněhu jsou kořeny bílé a měkké, neboť pro biku

ladní jsou příznivé vlhké podmínky (KUTSCHERA et LICHTENEGER 1982). Rozdíl průměru kořenů je zanedbatelný (KUTSCHERA et al. 1982). Délka kořenů uvedená v odborné literatuře je ve srovnání s mými naměřenými údaji dvojnásobná. Výzkum byl však prováděn na travnatých plochách (KUTSCHERA et LICHTENEGER 1982). Z mnou studovaných druhů je bika ladní jediným druhem, který je zastoupený ve Srovnávací sbírce podzemních orgánů Západočeského muzea v Plzni. Zdejší vzorky se shodují s mými v barvě, jemnosti kořenů a přítomnosti oddenků.

7.2.2 Brusnice borůvka (*Vaccinium myrtillus*)

Brusnice borůvka dobře snáší stinné a méně suché oblasti ve srovnání s brusnicí brusinkou. Je však závislá na zimním pokryvu. Nepodařila se mi preparace celých podzemních orgánů z půdy kvůli husté a rozmanité kořenové síti, které borůvka vytváří. Hlavní kořen se nachází pouze u mladších rostlin, který se následně rozvětňuje na stejně silné větve. Starší rostliny bývají odpojeny od mateřské populace. Pod zemí hlavní kořen ubíhá a přerůstají jej vedlejší kořeny. Tímto způsobem nové kořenové větve nahrazují odumřelé (KUTSCHERA et al. 1997, POLOMSKI et KUHN 1998, [HTTP://CLOPLA.BUTBN.CAS.CZ](http://CLOPLA.BUTBN.CAS.CZ)). Kutschera et al. (1997) zjistili, že kořenový systém koření pouze ve svrchní, humusové vrstvě, což ověřili na dvou vzorcích v oblastech s podobnou nadmořskou výškou (1590 m.n.m. a 1850 m.n.m.). Naopak v oblasti s výrazně nižší nadmořskou (200 m.n.m) kořeny prorůstají až pod humusovou vrstvou. Na mých výzkumných lokalitách (nad 400 m.n.m.) brusnice borůvka kořenila těsně pod povrchem země, jen některé vedlejší kořeny zasahovaly hlouběji do půdy. Kořeny byly tmavě hnědé, což se shoduje s Kutschera et al. (1997), kteří popisují hnědou až bordově hnědou barvu mladších kořenů a tmavě hnědou až černou u starších kořenů. Grime et al (2007) též uvádí přítomnost oddenků.

7.2.3 Jahodník obecný (*Fragaria vesca*)

Polomski et Kuhn (1998) popisují přizemní šlahouny jahodníku obecného neztloustlé, silně protáhlé a plazící se nad i pod zemí. Grime et al. (2007) popisuje šlahouny nad i pod zemí. Zaznamenala jsem pouze nadzemní šlahouny.

7.2.4 Metlička křivolaká (*Deschampsia flexuosa*)

Báze kořenového systému metličky křivolaké je krátce rozšířená a následně se hustě a hluboce větví v kuželovité větve (KUTSCHERA et LICHTENEGER 1982) a vyvábí oddenky ([HTTP://CLOPLA.BUTBN.CAS.CZ](http://CLOPLA.BUTBN.CAS.CZ)). Též Grime et al. (2007) uvádí možnost přítomnosti oddenků, mělké i hluboké zakořenění. Kutschera et Lichteneger (1982) uvádějí rozdílnou délku kořenů v různých substrátech. Délka kořenů jejich modelové jednotky dosahovala 75 cm do písčité vrstvy půdy v travnaté lokalitě s výskytem vřesu obecného (1676 m.n.m.). Nejdelší kořeny mých vzorků metličky křivolaké dosahují do méně než poloviny ve srovnání s jejich hodnotami. Kromě mnou zjištěné béžové barvy kořenů zaznamenávají i šedivou a hnědou.

7.2.5 Šťovík menší (*Rumex acetosella*)

Potvrdila jsem přítomnost oddenků, kterou uvádí Polomski et Kuhn (1998). Oddenky vznikají na starších kořenech šťovíku menšího s pupeny, z nichž se rozvíjejí četné výhonky (POLOMSKI et KUHN 1998, [HTTP://CLOPLA.BUTBN.CAS.CZ](http://CLOPLA.BUTBN.CAS.CZ)). Grime et al. (2007) popisuje hluboké kořeny, avšak neuvádí nic o oddencích.

7.2.6 Vřes obecný (*Calluna vulgaris*)

Směr větvení kořenového systému vřesu obecného je různý a pravděpodobně závisí na typu substrátu a půdních podmínkách. Kutschera et al. (1997) zjistili, že v písčitém podloží (200 m.n.m) hlavní kořen neodbíhá do strany, široce se větví a zasahuje do hloubky až 40 cm. Naopak ve stejné nadmořské výšce na vřesovištní lokalitě pól kořenu roste a větví se opačným směrem oproti růstu nadzemní části rostliny a dosahuje zhruba poloviční hloubky v půdě. Obdobný způsob uspořádání kořenového systému vřesu

obecného je zaznamenán na lokalitách s hnědozemí zarostlého trávami, však v nadmořské výšce 1600 m.n.m. Zjistila jsem, že rozdíly ve větvení se nachází dokonce i v rámci velmi podobných lokalit. Grime et al. (2007) se nezmiňuje o podzemních orgánech vřesu obecného.

7.2.7 Borovice lesní (*Pinus sylvestris*), Smrk ztepilý (*Picea abies*)

Kutschera et al. (1992) prokazují, že kořeny borovice a smrku se od sebe výrazně neliší, hustota jemných kořenů je podobná a jemné kořeny borovice mají největší zastoupení do hloubky 10 cm.

7.2.8 Brusnice brusinka (*Vaccinium vitis-idaea*)

Brusnice brusinka má velmi podobné podzemní orgány s brusnicí borůvkou. V Kutschera et al. (1997) uvádějí, že vedlejší kořeny však nepřerůstají hlavní kořen a brusnice brusinka je spojena s mateřskou rostlinou, dokud nezahyne hlavní kořen. Vytrvalost a délka kořenů závisí na typu substrátu. Brusnice brusinka na mých výzkumných lokalitách kořenila spíše ve svrchní vrstvě půdy, podobně jako zaznamenali Kutschera et al. (1997). Nemohu vyloučit možnost hlubšího zakořenění. Grime et al. (2007) zaznamenává výskyt oddenků.

7.2.9 Ostřice kulkonosná (*Carex pilulifera*)

Jermy et Tutin (1982) zaznamenávají nachovou až hnědou barvu kořenů a hrubou texturu, shodující se s mými poznatky. Zmiňují pouze krátké oddenky. Oproti Grime et al. (2007) nemá žádné poznatky o podzemních orgánech. Ostřici kulkonosnou popisuje hustě trsnatou.

7.3 Obecné shrnutí poznatků

Během mé studie podzemních orgánů jsem zaznamenala několik parametrů. Některé parametry se druhově liší. Například barva kořenů je pro každý druh specifická. Nezaznamenala jsem změnu barvy kořenů určitého druhu rostliny mezi lokalitami. Též textura kořenů byla charakteristická pro daný rostlinný druh. Naopak směr růstu,

hustota větvení, délka podzemních orgánů (kořenů i oddenků) je rozdílná, především ve srovnání lokalit. Tyto proměnlivé a nestálé parametry jsou pravděpodobně závislé na typu substrátu, půdních a klimatických podmínkách, nadmořské výšce a sousedních rostlinných druzích.

8 ZÁVĚR

Potvrdila jsem, že rozdíly v kořenové soustavě se nacházejí jak mezi jednotlivými druhy rostlin, tak i v rámci jednoho rostlinného druhu. Některé parametry byly obzvláště variabilní (např. hustota a délka větvení podzemních orgánů) oproti parametrům, které se příliš neměnily (např. barva). Právě proměnlivé parametry odrážejí vliv okolního prostředí, proto jsou vhodné pro případnou detailní studii podzemních orgánů.

Vřesovištní lokality, na kterých jsem zahájila své studie, byly podmínkami velmi podobné. Přesto po vypreparování a naměření délky podzemních orgánů jsem zjistila, že se hodnota délky značně mění.

Mé zjištěné hodnoty nebyly vždy v souladu s hodnotami v odborné literatuře. Jelikož některé údaje o podzemních orgánech v literatuře pocházely z výzkumů prováděných v oblastech s jiným půdním profilem a nadmořskou výškou, potvrzují vliv proměnlivosti na těchto faktorech.

Tato práce poukazuje na různorodost orgánů v podzemí, které doposud skrývají odpovědi na mnoho otázek. Jak v odborné literatuře, tak i v mé studii výsledky shrnují poznatky z malého počtu vzorků. Proto jde spíše o základ pro případné hypotézy, ale hlavně o rozšíření srovnávacího materiálu, včetně mých herbářových položek zařazených do Srovnávací sbírky podzemních orgánů Západočeského muzea v Plzni, dostupných pro badatele podzemních orgánů.

9 LITERATURA

- ČERNOHORSKÝ, Z. 1964. Základy rostlinné morfologie. – *Státní pedagogické nakladatelství*, 195s. Praha.
- ČEŘOVSKÝ, J. 2011. Lüneburger Heide- legenda (nejen) německé ochrany přírody. – *Ochrana přírody* **2011**(6): 28-31
- DEYL, M. et HÍSEK, K. 1973. Naše květiny. – *Academia*, 690s. Praha.
- ELLIOTT, D. 1995. Kořeny planých rostlin. – *VOLVOX GLOBATOR*, 146s. Praha.
- GRIME, J.P., HODGSON, J.G. et HUNT, R. 2007. Comparative Plant Ecology. – *Castlepoint Press*, 752s. Colvend.
- CHYTRÝ, M. 2010. Vegetace České republiky. 1, Travná a keříčková vegetace/Vegetation of the Czech Republic. 1, Grassland and heathland vegetation. – *Academia*, 528s. Praha.
- CHYTRÝ, M., KUČERA, T. et KOČÍ, M. 2001. Katalog biotopů České republiky. – *Agentura ochrany přírody a krajiny ČR*, 263s. Praha.
- JERMY, A.C. et TUTIN, T.G. 1982. Sedges of the British Isles. – *Botanical Society of the British Isles*, 554s. London.
- KLIMEŠOVÁ, J. 2005. Je kořen základní morfologická kategorie?. – *Živa* **2005**(4): 153
- KLIMEŠOVÁ, J. 2006. Jak se stonky dostávají pod zem. – *Živa* **2006**(6): 249-256.
- KOTAŇSKA, M. 1970. Morfologia i biomasa podziemnych ogranow roslin w zbiorowiskach lakowych Ojcowskiego parku narodowego. – *Instituti Botanici Universitatis Jagellonicae Cracoviensis et Academiae Scientiarum Polonae*, 109s. Kraków.

- KUBÁT, K., KALINA, T., KOVÁČ, J., KUBÁTOVÁ, D., PRACH, K. et URBAN, Z. 2003. Botanika. – *Scientia*, 231s. Praha.
- KUBÍKOVÁ, J. 2007. Atlantská vřesoviště- evropské kulturní dědictví. – *Živa* **2007**(4): 158-160.
- KUTSCHERA, L. et LICHTENEGGER, E. 1982. Wurzelatlas mitteleuropäischer Grünlandpflanzen. Band I, Monocotyledonae. – *Gustav Fischer Verlag*, 516s. Stuttgart.
- KUTSCHERA, L., LICHTENEGGER, E. et SOBOTIK, M. 1992. Wurzelatlas mitteleuropäischer Grünlandpflanzen. – *Gustav Fischer Verlag*, 851s. Stuttgart.
- KUTSCHERA, L., SOBOTIK, M. et LICHTENEGGER, E. 1997. Wurzeln: Bewurzelung von Pflanzen in verschiedenen Lebensräumen. – *Stapfia* **49**, 331s. Linz.
- MARSHALL, J.K., 1977. The Belowground ekosystém: a synthesis of plant-associated processes. – *Colorado State University*, 351s. Fort Collins, Colorado.
- PAZOUREK, J. 2001. Vyprávění o rostlinách. – *Academia*, 159s. Praha.
- POLOMSKI, J. et KUHN, N. 1998. Wurzelsysteme. – *Haupt*, 290s. Bern, Stuttgart, Wien.
- SLAVÍKOVÁ, Z. 1984. Morfologie rostlin. – *Státní pedagogické nakladatelství*, 238s. Praha.
- SOFRON, J. et NESVADBOVÁ, J. 1997. Flóra a vegetace města Plzně. – *Prepress EUROVERLAG s.r.o.*, 200s. Plzeň: Západočeské muzeum.
- WASEL, Y., ESHEL, A. et KAFKAFI, U. 1996. Plant roots: the hidden half. – *Marcel Dekker*, 1002s. New York.

Elektronické zdroje:

The Heathland Restoration Project. [online]. 2000 [citováno dne 2.12.2012].

Dostupné z http://www.countrysideinfo.co.uk/hpr_history.htm

MUSIL, Z. Hnanická stráň. [online]. 2008 [citováno dne 26.3.2012].

Dostupné z <http://www.casopis.ochranaprirody.cz/fotografie-z-obalky/hnanicka-stran.html>

DANČÁK, M. Ohrožení a ochrana vegetace České republiky - nelesní biotopy. [online]. 2004 [citováno dne 16.4.2012].

Dostupné z <http://botany.upol.cz/atlas/spolecenstva/index.html>

The impacts of acid and nitrogen deposition on: Lowland Heath. 2010 [online]. [citováno dne 29.1.2013].

Dostupné z <http://ukcreate.defra.gov.uk/PDFs/Leaflets/Lowland%20heath.pdf>

KLIMEŠOVÁ, J. at KLIMEŠ, L. CLO-PLA- a database of clonal growth in plants. 2006 [online]. [citováno dne 5.3.2013].

Dostupné z <http://clopla.butbn.cas.cz/drawing/Avenella%20flexuosa2.jpg>

KLIMEŠOVÁ, J. at KLIMEŠ, L. CLO-PLA- a database of clonal growth in plants. 2006 [online]. [citováno dne 5.3.2013].

Dostupné z <http://clopla.butbn.cas.cz/drawing/Luzula%20campestris%201505.JPG>

KLIMEŠOVÁ, J. at KLIMEŠ, L. CLO-PLA- a database of clonal growth in plants. 2006 [online]. [citováno dne 6.3.2013].

Dostupné z <http://clopla.butbn.cas.cz/drawing/Vaccinium%20myrtillus2.jpg>

KLIMEŠOVÁ, J. at KLIMEŠ, L. CLO-PLA- a database of clonal growth in plants. 2006 [online]. [citováno dne 6.3.2013].

Dostupné z <http://clopla.butbn.cas.cz/drawing/Rumex%20acetosella%20698.jpg>

10 RESUMÉ

Tato studie je zaměřena na podzemní orgány nejhojnějších rostlin na třech plzeňských nížinných vřesovištích. Sleduje parametry podzemních orgánů, které následně porovnává v rámci jednoho druhu, též s ostatními sledovanými druhy vřesovištních rostlin a mezi jednotlivými lokalitami. Získané poznatky srovnává s odbornou literaturou a vysvětluje možné příčiny nesrovnalostí. Zahrnuje obrazovou dokumentaci vypreparovaných podzemních orgánů. Na základě výzkumu podává základní informace o parametrech podzemních orgánů a vhodné parametry pro další výzkumy. Součástí této bakalářské práce je vypracování herbářových položek podzemních orgánů rostlin, které jsou zařazené do Srovnávací sbírky podzemních orgánů rostlin v Západočeském muzeu v Plzni.

In general this study is focused on the belowground organs of plants which are the most common in a three heathlands near Pilsen. First of all the study observes the parameters of belowground organs, which are after that compared within one species to other species in a heathlands and between three localities, and finally it compares the results of study to non-fiction literature and explains possible causes of optionally discrepancies. Furthermore the study includes pictorial documentation of belowground organs. According the research the study also provides basic information about the belowground organs and gives the appropriate parameters for the next research. In addition to this Bachelor's thesis, there is a herbarium of belowground organs, which is included in the Comparative collection of belowground organs in the West Bohemian Museum in Pilsen.

11 PŘÍLOHY

11.1 Fotografie lokalit



Fotografie 1: Lokalita č. 1, U Seneckého rybníka, Plzeň-Bolevec



Fotografie 2: Lokalita č. 1, U Seneckého rybníka, Plzeň-Bolevec



Fotografie 3: Lokalita č. 2, U Dostálky, Plzeň-Bolevec



Fotografie 4: Lokalita č. 3, U Kamenného rybníka, Plzeň-Bolevec

11.2 Fotografie terénní práce



Fotografie 5: Preparace



Fotografie 6: Preparace



Fotografie 7: Preparace



Fotografie 8: Čištění



Fotografie 9: Čištění



Fotografie 10: Čistění



Fotografie 11: Dokumentace

11.3 Fotografie podzemních orgánů rostlin odebraných na všech lokalitách



Fotografie 12: Bika ladní, lok.č. 1



Fotografie 13: Bika ladní, lok.č. 2



Fotografie 14: Bika ladní, lok.č. 3



Fotografie 15: Bрусnice borůvka, lok.č. 1



Fotografie 16: Bрусnice borůvka, lok.č. 2



Fotografie 17: Bрусnice borůvka, lok.č. 3



Fotografie 18: Bрусnice borůvka, lok.č. 3



Fotografie 19: Jahodník obecný, lok.č. 1



Fotografie 20: Jahodník obecný, lok.č. 2



Fotografie 21: Jahodník obecný, lok.č. 3



Fotografie 3: Metlička křivolaká, lok.č. 1



Fotografie 23: Metlička křivolaká, lok.č. 2



Fotografie 24: Metlička křivolaká, lok.č. 2



Fotografie 25: Metlička křivolaká, lok.č. 2



Fotografie 26: Metlička křivolaká, lok.č. 3



Fotografie 27: Metlička křivolaká, lok.č. 3



Fotografie 28: Šťovík menší, lok.č. 1



Fotografie 29: Šťovík menší, lok.č. 1



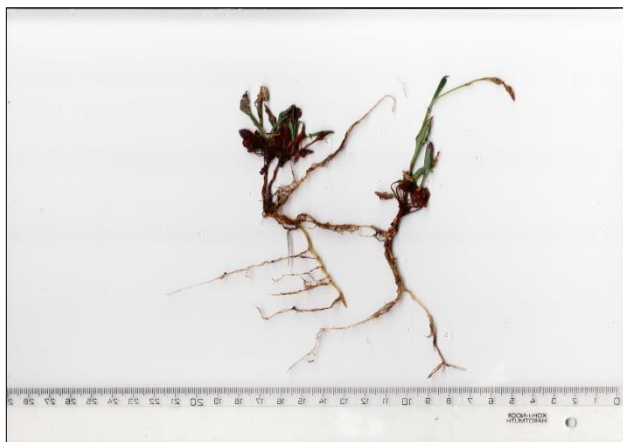
Fotografie 30: Šťovík menší, lok.č. 1



Fotografie 31: Šťovík menší, lok.č. 1



Fotografie 32: Šťovík menší, lok.č. 2



Fotografie 33: Šťovík menší, lok.č. 3



Fotografie 34: Vřes obecný, lok.č. 1



Fotografie 35: Vřes obecný, lok.č. 1



Fotografie 36: Vřes obecný, lok.č. 1



Fotografie 37: Vřes obecný, lok.č. 2



Fotografie 38: Vřes obecný, lok.č. 2



Fotografie 39: Vřes obecný, lok.č. 2



Fotografie 40: Vřes obecný, lok.č. 3



Fotografie 41: Vřes obecný, lok.č. 3



Fotografie 42: Vřes obecný, lok.č. 3



Fotografie 43: Vřes obecný, lok.č. 3

11.4 Fotografie podzemních orgánů rostlin odebraných na některých lokalitách



Fotografie 44: Borovice lesní, lok.č. 3



Fotografie 45: Brusnice brusinka, lok.č. 2



Fotografie 46: Brusnice brusinka, lok.č. 3



Fotografie 47: Ostrice kulkonosná, lok.č. 1



Fotografie 48: Ostrice kulkonosná, lok.č. 2



Fotografie 49: Smrk ztepilý, lok.č. 3