

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ
KATEDRA EKOLOGIE**



Fakulta životního
prostředí

**Charakteristika výskytu barvínku menšího (*Vinca minor*) na zaniklých
středověkých vesnicích**

**Distribution, ecology and plant functional traits of *Vinca minor* on the deserted
medieval villages**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vedoucí bakalářské práce: Mgr. Petr Karlík

Konzultant: Ing. Iva Ulbrychová, Ph.D.

Bakalant: Michal Vopelák

2015

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra ekologie lesa

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Michal Vopelák

Aplikovaná ekologie

Název práce

Charakteristika výskytu barvínku menšího (*Vinca minor*) na zaniklých středověkých vesnicích

Název anglicky

Distribution, ecology and plant functional traits of *Vinca minor* on the deserted medieval villages

Cíle práce

Práce se bude zabývat stálezeleným stíntolerantním polokeřem barvínkem menším, který je významným kulturním reliktem indikujícím zaniklá sídla a který je využíván k fytoindikaci v rámci nedestruktivních metod oboru archeologie.

Cílem je prohloubit poznatky o principech fytoindikace touto rostlinou, konkrétně charakterizovat jeho růstové vlastnosti na vybraných typických lokalitách zaniklých středověkých vesnic pokrytých lesem.

Metodika

V rešeršní části práce bude student charakterizovat zkoumaný druh a zvolené lokality.

V praktické části student odebere vzorky barvínku na třech typických lokalitách výskytu: na Kersku, v Dolánkách u Kostelce n. Č.L. a na Svídně u Slaného. Ve vymezených zkusných plochách student provede kvantitativní odběr nadzemní i podzemní části rostliny. Odebrány budou i vzorky půdy pro pozdější chemickou analýzu a zaznamenány budou i další proměnné prostředí (např. vlhkost, zápoj dřevin). Student následně provede přesné stanovení biomasy nadzemní (listů a stonků) a podzemní (oddenků a kořenů) části barvínku. Pomocí metod herbochronologie se student pokusí stanovit věk analyzovaných rostlin.

Doporučený rozsah práce

Minimálně 35 normostran textu bez příloh.

Klíčová slova

barvínek, fytoindikace, kulturní relikv, zaniklé středověké vesnice, klonální růst, herbochronologie

Doporučené zdroje informací

- Beneš J., Prach K. 2004. Geobotanická indikace v archeologii. – In: Kuna M. [ed.], Nedestruktivní archeologie, Academia, Praha.
- Dupouey J.L., Dambrine E., Laffite J.D. et Moares C. 2002. Irreversible impact of past land use on forest soils and biodiversity. – Ecology 83: 2978–2984.
- Hejcman M., Karlík P., Ondráček J., Klír T. 2013. Short-term medieval settlement activities irreversibly changed forest soils and vegetation in Central Europe. Ecosystems 16: 652–663.
- Hermý M., Verheyen K. 2007. Legacies of the past in the present-day forest biodiversity: a review of past land-use effects on forests plant species composition and diversity. – Ecol. Res. 22: 361–371.
- Klír T. (2008): The settlements and agriculture of the margins in the Later Middle Age and Early New Age. – Dissertationes archaeologicae brunenses/pragensesque, Charles University, Prague.
- Kuna M. (ed.) 2004. Nedestruktivní archeologie. Academia, Praha.
- Nová J., Karlík P. (2010): Vegetace zaniklých středověkých vesnic Kozelského polesí (Plzeňsko). [Vegetation of deserted medieval villages in the Kozel forest district (Pilsen region)] – Zprávy Čes. Bot. Společ., Praha, 45: 93–117.
- Prange W. 1996. Das Kleine Immergrün (Vinca minor L.) in Westdeutschland – eine Kulturreliktpflanze aus römischer Zeit. Schr. Naturwiss. Ver. Schlesw. Holst. 66: 71–96.
- Slavík B. 2000. Apocynaceae Juss. toješťovité. In: Slavík B. (ed.): Květena ČR 6. Academia, Praha: 103–121.
- Smetánka Z., 1988: Život středověké vesnice – zaniklá Svidna. Academia, Praha.

Předběžný termín obhajoby

2015/06 (červen)

Vedoucí práce

Mgr. Petr Karlík

Konzultant

Ing. Iva Ulbrychová, Ph.D.

Elektronicky schváleno dne 25. 3. 2015

doc. Ing. Miroslav Svoboda, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 10. 4. 2015

prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.

Děkan

V Praze dne 13. 04. 2015

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně pod vedením Mgr. Petra Karlíka, že jsem uvedl všechny literární prameny, ze kterých jsem čerpal.

V Praze 13. 4. 2015

.....

Poděkování

Děkuji Mgr. Petrovi Karlíkovi a Ing. Ivě Ulbrychové, Ph.D. za pomoc při sběru dat, cenné rady a připomínky při zpracování bakalářské práce. Velký dík patří také Barboře Svobodové, za podporu a pomoc i v těch nejtěžších chvílích. Nemalé poděkování patří i mým rodičům a všem přátelům.

V Praze 13. 4. 2015

.....

Abstrakt:

Barvínek menší (*Vinca minor* L.) je rostlina, která byla během středověku z léčebných a kulturních důvodů rozšířena téměř po celé Evropě. V literatuře je označována jako indikátor zaniklých sídel, kterého lze využít při nedestruktivních metodách archeologie. Cílem této práce bylo zhodnotit stav populací barvínku a zjistit faktory prostředí, které nejvíce ovlivňují tvorbu jeho biomasy. Na třech opuštěných středověkých vesnicích v Čechách byly sledovány konkrétně tyto parametry biomasy: délky prýtů a oddenků, hmotnost nadzemní a podzemní biomasy, hloubka kořenového balu a pokryvnost. Sledováno bylo i několik faktorů prostředí: typ lesa, korunový zápoj, chemické složení půd, aj. Získaná data byla statisticky vyhodnocena pomocí analýz jednocestná ANOVA, Kruskal-Wallis ANOVA, Pearsonovou korelací, Spearmanovou korelací a mnohorozměrnou analýzou PCA. Bylo prokázáno mnoho signifikantních rozdílů mezi lokalitami, pozitivní korelace mezi biomasou kořenů a jehličnatostí lesa a také vztah mezi hustotou porostu a hmotností biomasy rostlin.

klíčová slova: barvínek menší, *Vinca minor*, fytoindikace, archeologie, klonální růst, poměry biomasy, zaniklé vesnice

Abstract:

Lesser periwinkle (*Vinca minor* L.) is a plant, which has been for its medical and cultural reasons expanded throught the Europe during the Middle Ages. In literature it is known as an indicator of lost settlements, which can be used in non destructive archeology. The aim of this paper was to evaluace the condition of population and determine the environment factors which mainly affect biomass production. There were specifically monitored these biomass parameters in three deserted medieval villages in Bohemia: the lenght of shoots and rhizomes, the weight of above-ground and below-ground biomass, the depth of the root ball and the surface coverage. There were also monitored several environmental factors: a forest type, tree crown cover, chemical composition of soils, and other. The obtained data were statistically evaluated by one way ANOVA, Kruskal-Wallis ANOVA, Pearson's corelation, Spearman's corelation and the multivariate analysis PCA. There were proved many significant differences between locations, a positive correlation between the biomass of roots and number of conifers in forest and also the relationship between the density and the weight of plant's biomass.

keywords: Lesser periwinkle, *Vinca minor*, a indicator plant, archeology, clonal growth, biomass rations, deserted villages

Obsah:

1. Úvod a cíle práce.....	8
2. Literární přehled.....	10
2.1 Taxonomie druhu	10
2.2 Morfologie	11
2.3 Ekologické nároky barvínku	11
2.4 Rozšíření <i>Vinca minor</i>	12
2.5 Využití.....	13
2.6 Vegetativně se množící rostliny	15
2.6.1 Princip vegetativního množení.....	16
2.6.2 Úživnost prostředí	16
2.6.3 Kompetice	16
2.7 Herbochronologie.....	18
2.8 Archeologie	19
2.8.1 Využití fytoceologie v archeologii.....	19
2.8.2 Nedestruktivní archeologie	19
2.8.3 Archeologie zaniklých vesnic	20
2.8.4 XRF	21
3. Metodika práce.....	22
3.1 Studijní lokality.....	22
3.2 Porovnání vybraných lokalit	25
3.2.1 Rozdílnost středověkých vesnic.....	25
3.2.2 Nadmořská výška	26
3.2.3 Ovlivnění vodou.....	26
3.2.4 Druhové složení podrostů	26
3.3 Sběr dat	28
3.4 Preparace rostlinného materiálu.....	28
3.5 Sušení biomasy	28
3.6 Půdní vzorky	29
3.7 Herbochronologický výzkum.....	29
4. Výsledky	31
4.1 Výskyt barvínku v rámci lokalit.....	31
4.2 Mnohohrozměrná statistika.....	32
4.3 Popisná statistika.....	34
4.3.1 Tvorba biomasy u barvínku	34

4.3.2 Poměry nadzemních a podzemních částí	35
4.3.3 Závislost růstu biomasy na pokryvnosti barvínku	37
4.3.4 Vzájemná korelace dat	38
4.3.5 Herbochronologická data	41
5. Diskuze.....	42
5.1 Vliv stanoviště na poměry biomasy	42
5.2 Vliv pokryvnosti	43
5.3 Vliv dostupných živin	43
6. Závěr	44
7. Seznam použité literatury.....	45
8. Přílohy.....	51

1. Úvod a cíle práce

Vše kolem nás je výsledkem přes 10 000 let dlouhé interakce mezi člověkem a přírodou. Z počátku byla příroda pozměňována jen drobnými zásahy, které by po několika staletích nebyly k dohledání, avšak s postupem času začal člověk využívat přírodní zdroje stále více a projevy jeho konání jsou viditelné po stále delší dobu. Základním přelomem byl přechod z pasivního využívání krajiny na aktivní. Tento proces proběhl během neolitické revoluce (GOJDA 2000). Se vznikem zemědělství je spojeno také vytváření trvalých vesnic. Začala se utvářet mozaikovitost prostředí, jeho heterogenita a s tím související nárůst druhového bohatství. Změnami vegetace dřívějším osídlením krajiny se zabývá mnoho publikací (DUPOUEY et al. 2002; KOPECKÝ et VOJTA 2009; HEJCMAN et al. 2011; SMETÁNKA 1988; aj.). V publikaci GOJDA (2000) je krajina přirovnávána k „palimpsestu“, neboli pergamenu na kterém jsou zapsány veškeré děje minulosti. V tomto pergamenu lze číst nedestruktivními archeologickými metodami, jako jsou letecké snímkování, rozborů půd, fytoecologické průzkumy apod. I přes to, že je velké množství dnešních ploch zemědělsky využíváno (38%), čímž byla zničena velká část archeologických nalezišť, lze za pomoci sledování nápadných změn vegetace nalézt mnohá středověká osídlení. K tomuto sledování lze podle některých autorů (PRANGE 1996; DUPOUEY et al. 2002; BENEŠ et PRACH 2004; NOVÁ et KARLÍK 2010), použít barvínky menší (*Vinca minor L.*) jako pozůstatek osídlení na zříceninách hradů, zaniklých středověkých vesnicích a osídlení z Římské okupace (1. - 5. století). Barvínky je vhodným indikátorem zejména proto, protože byl využíván pro své léčebné účinky, záměrně pěstován a lidmi šířen hlouběji do Evropy.

Cílem bakalářské práce je zhodnocení vlivů faktorů prostředí na klonálně se šířící rostlinu barvínky menší (*Vinca minor L.*) vyskytující se na opuštěných středověkých vesnicích Svídná, Dolánky a Kersko. Konkrétně na to, jak prostředí ovlivňuje množství nadzemní a podzemní biomasy, jejich poměry a porovnání množství narostlé biomasy s pokryvností tohoto druhu.

Hlavní kladené otázky bakalářské práce

Odlišuje se nárůst biomasy mezi lokalitami?

Existují vzájemné korelace mezi jednotlivými parametry biomasy a prostředím?

Existuje vzájemná korelace mezi jednotlivými faktory prostředí a poměrů nadzemních a podzemních částí biomasy?

Odlišuje se množství produkované biomasy na hustě porostlých místech oproti řídkým?

2. Literární přehled

2.1 Taxonomie druhu

Jedná se o druh z čeledi toješťovitých (*Apocynaceae*). Tato čeleď spadá do vyšších dvouděložných rostlin z řádu hořcotvaré (*Gentianales*). Do čeledi se řadí přibližně 2000 druhů ve 160 – 200 rodech, ale například podle ENDRESS et BRUYNS 2000, který ve své práci udává, že by mohla čeleď toješťovitých obsahovat až 424 rodů.

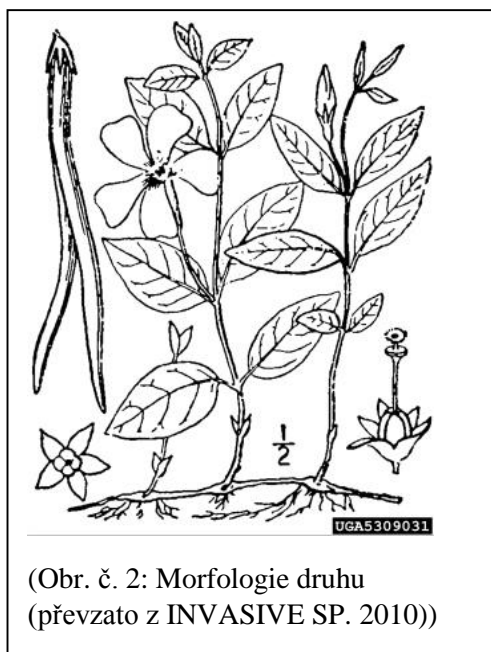
Nadříše: <i>Eucaryota</i> – jaderní
Říše: <i>Plantae</i> – rostliny
Podříše: <i>Angiospermobiota</i> – krytosemenné
Oddělení: <i>Magnoliophyta</i> – krytosemenné
Třída: <i>Magnoliopsida</i> – dvouděložné
Řád: <i>Gentianales</i> – hořcotvaré
Čeleď: <i>Apocynaceae</i> JUSS. - toješťovité
Rod: <i>Vinca</i> - barvínek
Druh: <i>Vinca minor</i> – barvínek menší
(Obr. č. 1: Zařazení do systému (SLAVÍK 2000))

Nejhojnější areál výskytu čeledě je v tropech a subtropích, kde tvoří všechny růstové formy. Vytváří sukulenty, byliny, polokeře a keře, stromy i liány. V české krajině se vyskytují pouze dva druhy a to barvínek menší (*Vinca minor*) a tolita lékařská (*Vincetoxicum hirundinaria*), u kterých se vedou spory o jejich původu. Rostliny obsahují mnoho látek, například alkaloidy, kardioaktivní klykosidy, které jsou využívány jako šípové jedy. U tropických druhů se objevují také kaučuky. Čeleď na severní polokouli zasahuje k 57° s.š., na jižní polokouli 45° j.š. (SLAVÍK 2000).

Barvínek byl dříve nazýván jako zelenec, barvinek, brčál menší, zimozelen (ČELAKOVSKÝ 1879), brčál barvínek (DOSTÁL 1950), barvínek menší (KUBÁT et al. 2002). Ve většině jazyků se nazývá podle toho, že nikdy neopadá a je po celý rok stále sytě zelený. Některé druhy jsou pěstovány, jako okrasné rostliny v zahradách. Příkladem může být *V. maior*, *V. rosea* a *V. herbacea*. *Vinca herbacea* je jediným opadavým druhem barvínku. V Čechách se nevyskytuje, ale jeho areál začíná již na Slovensku, kde roste na xerothermních oblastech (SLAVÍK 2000; JELITTO et al. 2002).

2.2 Morfologie

Na bázi dřevnatějící vytrvalá bylina. Oddenky jsou tenké válcovité, dlouhé až 70 cm. Zakořeňují v nodech, odkud vyrůstají také lodyhy, které jsou ve většině případů poléhavé, zdánlivě lysé a dlouhé až 80 cm. Lodyhy jsou většinou sterilní, jen výjimečně květonosné. Listy jsou krátce řapíkaté, kožovité se silnou voskovitou vrstvou. Plodem je 15-21 mm dlouhý měchýřek s 2-3 semeny. Semena barvínku se šíří za pomoci mravenců (myrmeokochorita). Na semenech vytváří „masité“ výběžky – elaisomy.



(Obr. č. 2: Morfologie druhu
(převzato z INVASIVE SP. 2010))

Výběžky jsou tvořeny tuky a bílkovinami, které mravence lákají a ti je odnáší k mraveništi do vzdálenosti až 100m. (HONNAY et. al. 1999 b); STOLZ 2013) V České republice nebyl doložen výskyt plodů.

Rozmnožování je velmi jednoduché. U nás je možné jen vegetativně a to zakořeněním prýtů, nebo oddenky. Zahradníky je nejčastěji prováděno vegetativním způsobem, a to především stonkovými řízků. Generativní množení je používáno jen zřídka (SLAVÍK 2000). Rozšiřování takto se reprodukcující rostlin je v přírodě velmi nepředvídatelné, proto nelze určit původní prostor výskytu (Příloha 1).

2.3 Ekologické nároky barvínku

Jedná se o vysoce konkurenčně schopnou rostlinu, což platí zejména v zastíněných místech. Preferuje polostinná až stinná stanoviště. Na prosluněných stanovištích je konkurence méně schopna a je utlačena travinami, jako je třtina křovištní. V dobrých podmínkách tvoří rozsáhlé husté porosty. Přednostně roste na čerstvě vlhkých na živiny bohatých, zásaditých až neutrálních půdách, zejména vápencích, opukách, dioritu, ale nevyhýbá se ani pískovcům (SLAVÍK 2000).

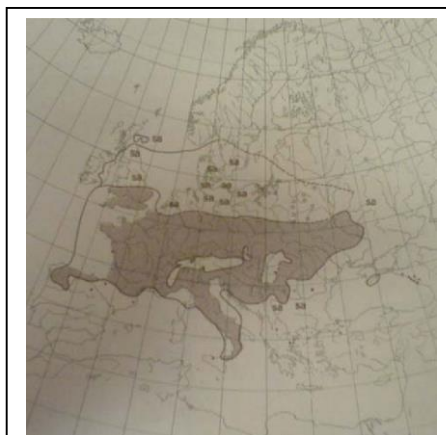
2.4 Rozšíření *Vinca minor*

Rozšíření v České republice

Mezi autochtonní oblasti výskytu se dají pokládat lokality od podhůří až do pahorkatin v dubohabřinách a bukových porostech. Maximální nadmořská výška výskytu je zaznamenána v Černé Studnici s 850 m.n.m. (SLAVÍK 2000). Jelikož se jedná o několik staletí pěstovaný druh, je odlišení původních a naturalizovaných oblastí jen velmi obtížné a často i nemožné. Barvínek je možné nalézt na všech fytogeografických okresech, přičemž se liší zejména množstvím lokalit na území a rozložením barvíniku v prostoru. Barvínek je řazen mezi archeofyty, tudíž jej lze u nás využít také jako ukazatel středověkého osídlení. Barvínek se vyskytuje pouze u staveb ze středověku a mladších. U starších známek osídlení se nevyskytuje, proto jej lze využít k odhadu, do jaké doby se lze archeologická oblast datovat (MEUSEL 1987). Mezi nepůvodní rostliny je u nás řazeno 1454 taxonů, z čehož archeofyty tvoří 24,1% (PYŠEK 2012).

Rozšíření v Evropě

Barvínek byl využíván jako okrasná, ale i léčivá rostlina již ve středověkém Římě, odkud se s vysokou pravděpodobností rozšířil po obchodních cestách téměř do celé Evropy (HEJCMAN et. al. 2013). Původní areál rozšíření je pouze v Evropě s hlavním centrem výskytu v submeridionálním pásu. Barvínek se vyskytuje v severní části Španělska, Francii, Velké Británie, až po jižní cíp Švédska, skrze Lotyšsko do západního Ruska. Jeho jihozápadní areál výskytu pokračuje z Ruska skrze Ukrajinu, Srbsko, Bosnu a Hercegovinu do Itálie. Do tohoto areálu však spadá i synantropní rozšíření.



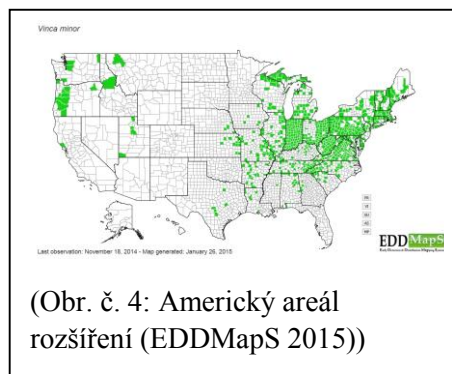
(Obr. č. 3: Evropský areál rozšíření; světlé body = synantropní výskyt, tmavé plochy a body = spontánní a v minulosti naturalizované (archeofytní) populace (MEUSEL 1987))

Původní oblast výskytu zasahuje do středního Německa, České republiky a Eurosibiřské podoblasti (MEUSEL 1987). Ve střední Evropě je původnost nejasná, zatímco v teplejších suboceánských územích je výskyt pravděpodobně spontánní. (KUBÁT et al. 2002). Rostlina se v některých částech Evropy, kde není původní, chová jako invazivní. Například v Lotyšsku byl proveden projekt, ve kterém se

sledovalo 32 hřbitovů, kde byly pozorovány nepůvodní druhy rostlin. Nalezlo se zde 47 nepůvodních druhů s nejvyšším zastoupením *Vinca minor*, *Sedum sexangulare*, *Euphorbia cyparissias*, *Dianthus barbatus*. Barvínek se spolu s ostatními rostlinami rozšiřuje za areál hřbitovů, kde rychle zplaňuje (RUTKOVSKA et al. 2011).

Rozšíření v USA

Barvínek byl sekundárně rozšířen zahrádkáři během kolonizace Ameriky. Rostliny se rychle rozšířily a začaly zplaňovat. Nyní zde tvoří rozsáhlé porosty, které snižují celkovou biodiverzitu těchto porostů (BULTMAN et DEWITT 2008). Barvínek nejen že nepříznivě ovlivňuje biodiverzitu bylin, ale také svou agresivní kompeticí potlačuje přirozenou obnovu lesa semenáčky. Ve studii (DARCY et. al. 2002) byl uveden předpoklad, že rostliny produkují inhibitory růstu a okolní rostliny tak potlačují chemickou cestou. Tato domněnka však byla vyvrácena, tudíž se jedná o kořenovou kompetici o živiny, nebo kompetici nadzemních částí o světlo. V Severní Karolíně, kde jsou porosty téměř neúnosné, byly testovány nepříliš selektivní herbicidy, aby byla možnost porosty barvínků jednoduchým způsobem redukovat a zamezit tak dalšímu šíření. Použity byly herbicidy glyfosát a triclopyr (garlon) (O'Driscoll 2009).



2.5 Využití

Rostlina má mnoho způsobů využití. Uplatňuje se zejména v zahradnictví, jako doprovodná zeleň na hřbitovech, u kostelů a u jiných sakrálních staveb. Historická výsadba u kostelů a na hřbitovech byla náboženského původu (SLAVÍK 2000). V minulosti se využíval při rituálních obřadech, kde sloužil jako dekorace. Kupříkladu se z něho pletly smuteční věnce (ŠULTYS 2011).

Zahradnictví

V zahradnictví se využívá zejména pro své vlastnosti. Je nenáročný na údržbu, vysoce odolný a má nízké nároky na půdní podmínky, vodu a především světlo. Vytváří husté stálezelené porosty, které kvetou téměř po celý rok. Díky svému půdopokryvnému charakteru mají i půdoochrannou funkci. Rostliny jsou však natolik

agresivní, že vytlačují téměř všechny ostatní druhy rostlin, krom vysokých travin a keřů. Rostlina je u zahradníků velice oblíbená, a proto bylo vyšlechtěno mnoho kultivarů, které mají panašované, odlišně velké a tvarované listy, různě barevné velké květy. V sortimentu českých zahradníků nalezneme přes 12 kultivarů této rostliny (ŠULTYS 2011).

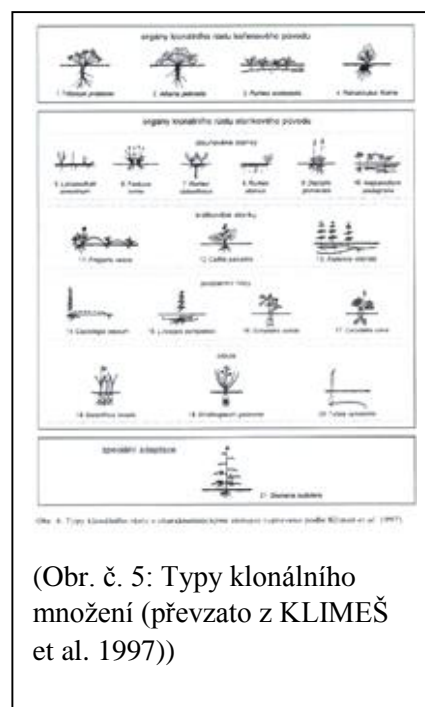
Medicína a léčitelství

Rostlina je jedovatá, ale v přiměřených dávkách ji lze užít jako léčivou bylinu. Sbírá se kvetoucí nať, která se suší od června do července. V lidovém léčitelství je používán jako nálev ke snížení krevního tlaku, při krvácení z nosu, vykašlávání krve, anemii a plicní rozedmě, zevně na rány a infekce dutiny ústní. Působí močopudně a pročišťuje krev. Ve formě klystýrů byl používán na léčbu úplavice (KORBELÁŘ et EDRIS 1981).

Do budoucna je možné využití barvínku ve farmacii a onkologii. Jeho obsahovými látkami se zabývalo již mnoho výzkumů (MOKRÝ et al. 1967; JOHANSON et al. 1963; aj.). Mezi hlavní využitelné látky jsou považovány alkaloidy (okolo 1,3%), kterých bylo z rostliny izolováno přes 45 (TULYAGANOV et NIGMATULLAEV 2000). Nejznámějším alkaloidem barvínku je Vincamin, který se prodává pod obchodním názvem Oxygeron®. Koupit jej lze i jako doplněk stravy na podporu mozkové činnosti. Jako lék se používá k léčbě hypertenze. U doplňků stravy jsou jeho hlavními účinky roztažení cév, lepší prokrvení mozku a jeho okysličení (DIAGNOSIS 2015). Dalším alkaloidem je vinkaleukoblastin, který trvale snižuje počet bílých krvinek a potlačuje růst nádorů. Těchto vlastností se využívá při léčbě zhoubných nádorů a krevních chorob. Mezi neméně důležité účinné látky se řadí saponin, třísloviny, pektin, hořčina (vincin), flavonové deriváty a kyselina ursolová (JANČA et ZENTRICH 1994).

2.6 Vegetativně se množící rostliny

Jsou to rostliny, které jsou schopny rozmnožování i bez dokončení či účasti pohlavního rozmnožování (asexuální rozmnožování nebo-li APOMIXIE). Vegetativní množení je prováděno různými částmi rostlin například: dceřinné cibule, oddenky, adventivní kořeny, pacibulky apod. (KLIMEŠ 1997). Tento druh reprodukce využívá velké množství rostlin, například v Anglii se vegetativně rozmnožuje 19% druhů (BUNCE et BARR 1988). V Evropě je podle Klimeše (KLIMEŠ et al. 1997) téměř polovina rostlin schopných tohoto rozmnožování a je předpoklad, že na Arktidě může být zastoupení takovýchto rostlin ještě vyšší. V celosvětovém měřítku je možnost vegetativního rozmnožování



(Obr. č. 5: Typy klonálního množení (převzato z KLIMEŠ et al. 1997))

rostlin odhadnuta na 28% všech rostlin. (KLIMEŠOVÁ et al. 2012) Klasifikace klonálních rostlin (KLIMEŠ et al. 1997) rozděluje tyto rostliny podle architektury jejich klonálního růstu do 21 skupin, do kterých se rostliny rozdělují podle 25 znaků. Barvínek lze zařadit do 11. skupiny „*Fragaria vesca*“. Tato skupina je charakterizována krátkověkými nadzemními stonky, které rostou těsně při povrchu (plagiotropicky) s monopodiálním růstem a jsou specializovány na vegetativní rozmnožování. Spojení zajišťují přechodnou výživu nových jedinců mateřskou rostlinou v průběhu první vegetační sezóny. Dceřiné ramety bývají dlouhověké. Při tomto typu reprodukce vzniká z mateřské rostliny více dceřiných se stejnou genetickou informací. Do této skupiny řadíme druhy jako *Ajuga reptans*, *Geum reptans*, *Glechoma hederacea*, *Potentilla anserina*, *Trifolium repens* aj. Vegetativní množení má několik výhod, jelikož jsou rostliny při oddělování již zakořenělé, mají lepší podmínky pro počáteční růst, šíření probíhá neustále bez nutnosti živiny namáhavého vytváření květů a semen, populace lépe odolává disturbancím, jelikož rostliny lze namnožit i z částí rostlin. Mezi nevýhody lze řadit ztrátu genetické variability v populaci, což může do budoucna znamenat neschopnost rozmnožování a šíření chorob.

2.6.1 Princip vegetativního množení

Rostlina vytváří dlouhé olistěné prýty, které klesnou k zemi. Z nodů vyraší pupeny axiálních prýtů a těsně pod nimi i adventivní kořeny. Nová samostatná rostlina vzniká zakořeněním prýtu, jeho přeměnou v oddenek a odumřením článku oddenku mezi matečnou rostlinou a nově zakořeněným jedincem. Dceřiná ramena mohou být i víceletá. Každoroční přírůstek je předpokládán na 10-25cm (KLIMEŠOVÁ et. DE BELLO 2009).

2.6.2 Úživnost prostředí

Jedná se o důležitý faktor, kterým je ovlivněn celý život rostliny (KLIMEŠ et al. 1997)

Chudé půdy

Většina klonálně se šířících rostlin v mírném pásu roste spíše na chudších půdách, zejména s nedostatkem dusíku (KLIMEŠ et al. 1997). Rostliny díky své klonalitě lépe snášejí horší podmínky (CHESSON et PETERSON 2002), to se potvrzuje i častějším výskytem ve vyšší nadmořských výškách, zastíněných biotopech a dokonce i u ledovců (van GROENENDAEL et al. 1996; STOCKILIN et BAUMLER 1996). Klonální rozmnožování řeší i problematiku nízko uložené podzemní vody tím, že je rameta živena po dobu, než dostatečně hluboko zakoření a bude schopna vytvářet vlastní asimiláty a stane se soběstačnou (KLIMEŠ et al. 1997). Na živiny chudých stanovištích vytváří klonální rostliny dlouhá internodia a velké úhly mezi výběžky nových výhonů, tím se rostlina snaží expandovat do míst, kde se dceřiným rostlinám bude dařit lépe. Vytváří méně výhonů na jedné rameti, čímž šetří energii a vkládá ji pouze do jediného výhonu, který tak má lepší možnost expanze. Celkový růst je lineárnější. Rostliny mají nižší poměr stonků oproti kořenům (LENSSSEN et al. 2004).

Bohaté půdy

Na živiny bohatých stanovištích tvoří rostliny krátká internodia a tím zabraňuje šíření do míst chudších. Vytváří ostré úhly mezi výhony, aby porost byl co nejkompaktnější a měl co největší pokryvnost. Má vysoký poměr výhonů oproti kořenům a vytváří mnoho výhonů z jediné ramety.

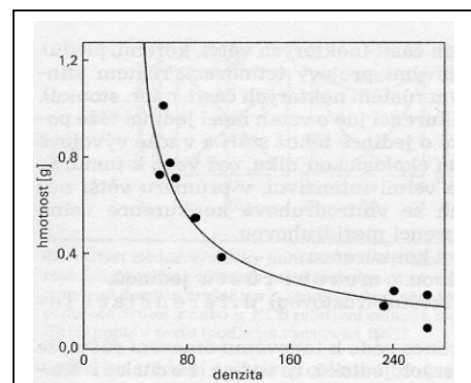
2.6.3 Kompetice

Kompetice snižuje šanci na zakořenění a růst zvláště u mladých rostlin (AARSSSEN 2008). Klonálně se šířící rostliny proto mohou v kompetičním boji využít několik

svých zvýhodnění, jako je podpora mladých rostlin již plně zakořenělou mateřskou rostlinou. Mladé ramety, které přiživuje mateřská rostlina, jsou schopnější konkurovat jiným rostlinám. Zvýšená konkurence často vede ke snížení počtu produkce ramet, což se může přikládat za následek zvýšené podpoře jediné ramety matečnou rostlinou (MARTINCOVÁ 2014). Snižování počtu ramet při vnitrodruhové kompetici bylo pozorováno u popence (*Glechoma hederacea*) a pryskyřníku (*Ranunculus reptans*) (KLUNEN et al. 2000). U popence navíc dochází k prodlužování stolonů. Tento tah je vysvětlován snahou rostliny o únik z konkurenčního prostředí a nalezení vhodnějšího a ještě neobsazeného místa (PRICE et HUTCHINGS 1996).

Dlouhodobější propojení ramet s mateřskou rostlinou je zvýhodňující i z jiných faktorů, než jen ohledně přesunu živin. Nově osamostatněné, slabé ramety mohou být ohroženy vnitrodruhovou kompeticí od mateřské rostliny, ale pokud zůstanou spojené, nemusí si téměř konkurovat. (BULLOCK et al. 1994). Příkladem je propojení traviny (*Buchloe dactyloides*) u které při styku kořenů ramety a mateřské rostliny dojde ke snížení růstu kořenů a omezení kompetice o živiny.

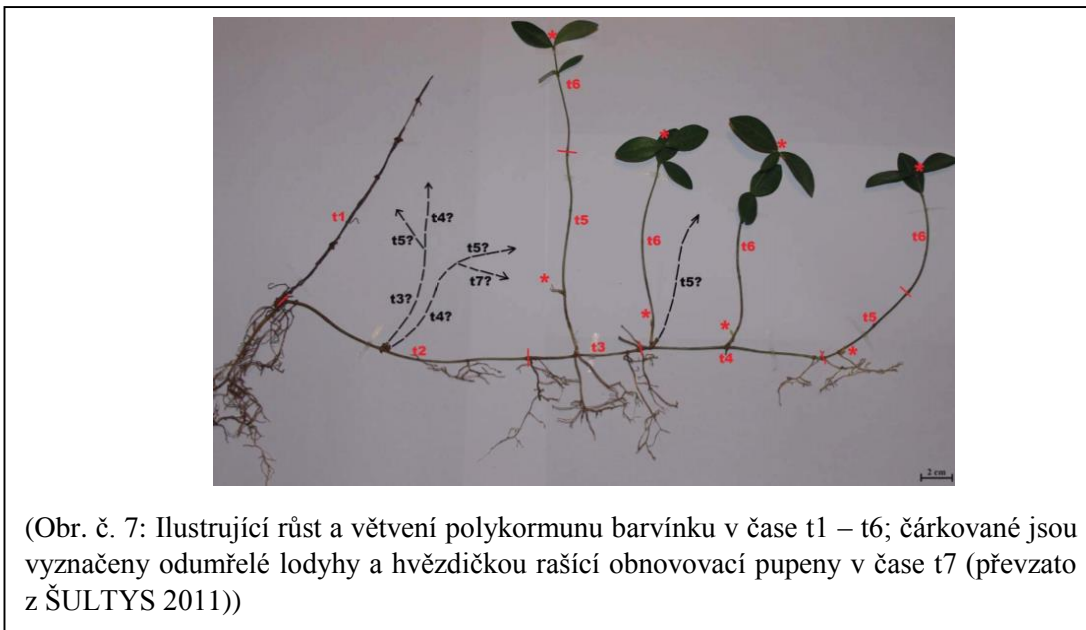
Pokud dojde k oddělení ramety, tak nově vzniklá rostlina a mateřská rostlina mezi sebou začnou reagovat jako cizí a dojde ke kompetici (GRUNTMAN et NOVOPLANSKY 2004). Z výzkumu (HUTCHINGS 1979) také vyplývá, že u některých druhů rostlina sama upravuje počet ramet tak, aby vnitrodruhová kompetice nikdy nepřekročila únosnou mez. Závislost nadzemní biomasy na hustotě rostlin také limituje nosná kapacita prostředí. Celková biomasa zůstává při překročení limitní hustoty populace stejná. Počet jedinců se pak zvyšuje na úkor biomasy produkované jednou rostlinou - hyperbolická závislost, nebo také "zákon reciproční biomasy". Ke zředování vedou dvě podmínky. První podmínkou je, že počáteční hustota jedinců v porostu je příliš vysoká. Druhou podmínkou je 100% pokryvnost nadzemních a podzemních orgánů (Van KLEUNEN et al. 2001; KLIMEŠOVÁ et al. 2012).



(Obr. č. 6: Závislost průměrné hmotnosti sušiny jedince jetele plazivého (*Trifolium repens*) na denzitě populace (HARPER 1977))

2.7 Herbochronologie

Metodami určení věkové struktury populace jsou morfologické znaky jako větvení, listové a květové jizvy, které jsou zachovány jen u některých rostlin (SCHWEINGRUBER et POSCHLOD 2005). Metoda nejpřesněji určující stáří rostliny je počítání letokruhů. Ve studii pana Šultyse (ŠULTYS 2011) byla k určení chronologie barvínku využita metoda počítání listových jizev. Data byla využívána k měření ročních přírůstků viz. Obr. č. 7.



Chronologie používaná u dřevin se nazývá dendrochronologie, je to metoda, při níž se využívá rozdílnosti tloušťkových přírůstků letokruhů v zimním a letním období. Tato metoda umožnila výzkum vztahu mezi růstem a klimatem. Dále je využívána pro věkový odhad dřevěných reliktnů a pro popis populační struktury lesa (ŠŤASTNÁ, 2011). Přítomnost letokruhů u víceletých bylin byla po mnoho let zanedbána, či dokonce ignorována. Tato skutečnost byla nedávno znovuobjevena (SCHWEINGRUBER et POSCHLOD 2005). Metoda analýzy letokruhů z víceletých lodyh byla nazvána „Herbchronology“ (DIETZ et ULLMANN 1998). V rámci této metody byla prokázána silná korelace mezi počtem letokruhů a stářím rostliny (DIETZ et ULLMANN 1998; ŠŤASTNÁ 2011). Mnoho víceletých bylin z Evropy a Severní Ameriky tvoří na bázi xylémové letokruhy, avšak problémem u většiny vytrvalých rostlin je odumírání nadzemních částí rostliny, který lze vyřešit použitím podzemních částí. Příkladem jsou oddenky, kořeny nebo krčky (KLIMEŠ 2000).

2.8 Archeologie

2.8.1 Využití fytoecnologie v archeologii

Jedná se o metodu, při které lze odhadnout vlastnosti prostředí, podle výskytu různých indikujících rostlin. Typickým příkladem jsou nitrofilní rostliny jako je kopřiva dvoudomá (*Urtica dioica*), vlaštovičník (*Cheledonium majus*) a bez černý (*Sambucus nigra*). Tyto druhy se nachází na místech, kde je vysoký přísun živin, zejména dusíku. Na archeologických nalezištích se většinou jedná o místa, kde byly hnojiště, chlévy, nebo hnojená pole. Na lokalitách, kde probíhala důlní činnost lze nalézt rostliny jako Viola žlutá (*Viola calaminaria*), které tolerují zvýšené koncentrace těžkých kovů (STOLZ 2013).

Jako indikační rostliny středověkých archeologických nalezišť lze využít tzv. archeofyty. Jak již bylo v odstavci „Rozšíření v ČR“ zmíněno, barvínek je považován za archeofytickou rostlinu. Archeofyty jsou rostliny úmyslně či neúmyslně zavlečeny do nepůvodního areálu v období mezi počátkem neolitu (počátek zemědělství) až do novověku (objevení Ameriky). Kupříkladu ve středověkých vesnicích byly záměrně pěstovány okrasné rostliny jako sněženka podsněžník (*Galanthus nivalis*), která má areál přirozeného výskytu pouze v jižní části Evropy a dále byla rozšířena lidmi. Do kategorie archeofytů je řazeno mnoho druhů rostlin například: merlík všedobr (*Chenopodium bonus-henricus*), pastinák setý (*Pastinaca sativa*), sléz přehlížený (*Malva neglecta*), aj.. (PAZDERA 2015). Tyto rostliny lze využít při nedestruktivních metodách archeologie.

2.8.2 Nedestruktivní archeologie

Pojem „nedestruktivní postup“ byl vytvořen v protikladu k terénním postupům „destruktivním“, tj. archeologickým výkopům. Jak již z názvu vyplývá, je tato metoda zaměřena na nepřímou prvotní indikaci, ale i vyhodnocení archeologických nalezišť, bez užití destruktivní zásahu do terénu. Metodu nedestruktivní archeologie lze chápat dvěma způsoby. První z nich ji chápe jakožto archeologický průzkum, který nám podává poznatky předběžného, pomocného či doplňujícího rázu. Po takovémto průzkumu přichází na řadu vlastní archeologický výzkum. V poválečném období se začal upotřebovat i druhý způsob chápání a to jako samostatného výzkumu, který si klade vlastní otázky (BENEŠ et PRACH 2004). K nedestruktivním postupům řadíme nejen zásahy, při kterých nedochází k zásahu do terénu, ale i ty, které lokalitu poškodí jen v přijatelně malé míře. Příkladem mohou být povrchové sběry, vrty, vzorkovací

sondáž, ale i použití detektorů kovů (KUNA 2004; 2006).

Způsob nedestruktivních metod byl využit i při hledání nových zaniklých vesnic v České republice. Tehdy se přibližně odhadly vzdálenosti tehdejších vesnic a následně se lokality dohledávaly v terénu za pomoci indikátorů osídlení (zborcené zdi, změna rostlinných kultur). Metoda to byla překvapivě účinná, při níž se našlo mnoho pozůstatků středověkých civilizací, ale i jedna ze zkoumaných lokalit a to Dolánky (SMETÁNKA 1987).

2.8.3 Archeologie zaniklých vesnic

Zaniklé středověké vesnice jsou jedny z nejčastějších archeologických nalezišť v Česku. V České republice jsou zaniklé vesnice archeology zkoumány již řadu let (ČERNÝ 1979, 1992; SMETÁNKA 1988 aj.). Nejvyšší počty nálezů jsou v lesích, kde nebyly pozůstatky civilizace rozrušeny orbou. Většinou jsou zachovány obvodové zdi domů, základy domů, suť, rybníky a jejich hráze a úvozové cesty. V terénu jsou tyto pozůstatky často velmi nenápadné a dohledání všech staveb vyžaduje i destruktivní metody výzkumu (NOVÁ et. al. 2010). Na polích je většina památek již zničena, avšak i dnes se dají objevit místa, kde zaniklé vesnice či hřbitovy stály. Pohřebiště i domy lze nepřímou objevit z leteckých snímků. U domů jsou v polích s vegetací vidět obvodové zdi ve formě čtyř hraných útvarů, kde obilí roste pomaleji a jeho celkový vzrůst je v porovnání s ostatní plochou nižší. Pohřebiště jsou viditelná tak, že mají zvýšený obsah živin a obilí tak přerůstá ostatní plochy pole (HEJCMAN 2014).

Pozůstatky lidského osídlení přetrvávají v sekundárně zalesněných oblastech i po dobu 300 let. Je zde však předpoklad, že středověké zásahy do krajiny jako je zemědělství, mohou být patrné i po celá tisíciletí (DUPOEY et. al. 2002). Několik autorů uvádí, že na většině zaniklých vesnic a okolních sekundárně vzniklých lesích je půda úživnější, a to v důsledku hnojení tehdejších polí (KOERNER et. al. 1997, BOSSUYT et. al. 1999, HONNAY et. al. 1999 a)). Z hnojení se do půdy dostávaly zejména živiny dusík, draslík, vápník a fosfor. Dusíkatá složka je však z půdy rychle vymývána a nezůstává po ní velká stopa. Naproti tomu zvýšená koncentrace fosforu a vápníku putuje půdou mnohem pomaleji a proto je na lokalitách zjištělná po stovky až tisíce let. Lokality se zaniklými vesnicemi doprovází i zvýšené pH (VOJTA 2007). Dle Hejcmána a dalších (HEJCMAN et. al. 2011) je zvýšená koncentrace fosforu přečehovaným faktorem, protože může být způsobena mnoha přírodními i lidskými

faktory, i když pozitivní vliv lidského osídlení na koncentraci P v půdě je obecně známý a používán v archeologických průzkumech (HOLLIDAY et al. 2007, WELLS et TERRY 2007). Zvýšená koncentrace může být i u stopových prvků například As, Cd, Cu, Pb a Zn. Rozborem sedimentů a případným nálezem těchto prvků lze identifikovat výskyt důlní a hutní činnosti (HEJCMAN et al. 2013).

2.8.4 XRF

Metod pro určení chemického složení půdy je mnoho a u většího počtu vzorků jsou i dost nákladné (VUMOP 2015). Mezi jednu z nerychlejších metod patří XRF, neboli ruční rentgenový analyzátor založený na rentgenové fluorescenci. Nejvyšší uplatnění v ČR nalézá pro kontrolu materiálů hraček, třídění jakosti kovového šrotu, analýzy drahých kovů, půdy, hornin a životního prostředí (HUKOS 2015). Tato metoda je rozšířena i v oblastech detektivní chemie (BELL 2006). Metoda je založena na vystřelení proudu rentgenového záření a následném čtení odraženého spektra. Zařízení lze kalibrovat dle potřeby například na plasty, půdy, aj (HUKOS 2015). Výhodou rentgenových spektrometrů je současná analýza prvků s nejnižšími koncentracemi až po prvky se zastoupením o desítkách procent. Měření koncentrací lze provádět jak v tuhých tak kapalných fázích. Zásadní nevýhodou jsou silná mezi prvková ovlivnění, které vyžadují referenční vzorky a kalibraci. Další nevýhodou je pořizovací cena a nároky na provoz. Aby byly vzorky půd přesně změřeny, musí být homogenní a jemně rozdrceny. Z výsledků lze vyčíst složení půdy ve formě prvků (GOGOLKOVÁ 2009), což je pro rozbory půdy nevýhodné, protože přístroj vyhodnocuje absolutní stavy prvků, a to i těch, které jsou pro rostliny v nepřijatelné formě.

3. Metodika práce

3.1 Studijní lokality



(Obr. č. 8: Lokalizace studijních lokalit v rámci České republiky (mapový podklad mapy.cz))

Byly vybrány celkem tři lokality, přičemž každá z nich má jiné podmínky prostředí. Všechny lokality se nachází na zaniklých středověkých vesnicích. Rozšíření barvínku na těchto lokalitách je považováno za následek středověkého osídlení.

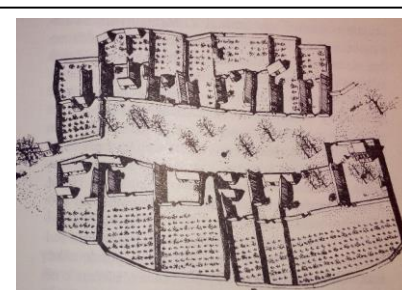
Lokalita č. 1 Svídná - Drnek

zeměpisné souřadnice: N 50°12'101'', E 013°57'156''

Lokalita se nachází ve středočeském kraji, okresu Kladno, poblíž vesnice Mšec, katastrálním území Drnek. Nejbližší osídlení je ve vzdálenosti asi 1300m v obci Drnek. Terén je zde rovinný, jelikož lokalita leží na náhorní plošině. Nadmořská výška se pohybuje okolo 426 m n. m. (VÝŠKOPIS ČR).

Z geomorfologického členění se jedná o Brdskou oblast (DEMEK 2006). Geologické podloží lokality tvoří druhohorní zpevněné sedimentární horniny z období křídý, konkrétně písčítými slínovci, spongilitickými jílovci, které jsou místy silicifikované (ČGS 2011). Podle Quittovy klimatické klasifikace (QUITT 1971) se území řadí do teplé kategorie T2. Průměrná teplota je 7 - 8 °C za rok a 13 - 14 °C za vegetační období. Roční úhrn srážek

Z geomorfologického členění se



(Obr. č. 9: Rekonstrukce vsi Svídná na základě povrchového průzkumu podle Ing. arch. A. Doležela (převzato ze SMETÁNKA 1988))

dosahuje 500 – 550 mm a 325 - 350 mm ve vegetační sezóně. Počet dní se sněhovou pokrývkou je 30-40. (TOLASZ 2007).

Z fytogeografického hlediska je lokalita v Českém termofytiku (SKALICKÝ 1988). Za přirozenou vegetaci lze považovat svaz Eu-Fagenion - lipová bučina (NEUHÄUSLOVÁ et al. 2001). Nynější stromové patro tvoří několik lesních porostů, které zahrnují smíšený les s dominantním zastoupením modřínu opadavého, monokultura borovice lesní a smíšené porosty s převahou smrku ztepilého a relativně nedávno vysazená smrková výsadba. Keřové patro je tvořeno ostružiníkem, svídou krvavou, lískou obecnou a dřínem. V bylinném patře je v hojně míře zastoupen barvínek menší a válečka prapořitá. Vyskytuje se zde i mechové patro, ve kterém se objevuje *Hypnum cupressiforme* a *Mnium punctatum*. Barvínek na lokalitě tvoří velice husté porosty, které se rozrůstají do rozlohy okolo jednoho hektaru. Nejvíce je soustředěn na kamenných zídkách.

Ve středověku mezi 13. a 14. stoletím zde vznikla vesnice, která své jméno nejpravděpodobněji získala podle dnes již méně zastoupeného keře svídy krvavé. Ves patří mezi archeologické unikáty, jelikož patří mezi první vesnice, které jsou tvořeny celokamennými stavbami. V druhé polovině 15. století byla ves postupně nenásilnou formou opouštěna z důvodů nepříznivých půdních a hydrických podmínek v období intenzifikace zemědělství. Zánik vesnice se datuje na počátek 16. století. (SMETÁNKA 1988).

Lokalita č. 2 Dolánky - Doubravčice

Zeměpisné souřadnice N 50°01'383'', E 14°48'280''

Lokalita se nachází ve středočeském kraji, okresu Kolín, katastrálním území Doubravčice, necelý kilometr od obce Doubravčice.

Terén je zde svažité s jihovýchodní expozicí a mnoha prohlubněmi. Nadmořská výška se pohybuje okolo 300-330 m n. m. (VÝŠKOPIS ČR).

Podloží tvoří prvohorní zpevněné sedimenty z karbonu a permu a to pískovcem, prachovcem, slepencem a jílovcem. Podle Quittovy klimatické klasifikace (QUITT 1971) je území zařazeno do kategorie mírně teplé – MT9. Průměrná roční teplota je 8-9 °C a 15-16°C ve vegetačním období. Roční úhrn srážek je 550-600mm. Počet dní se sněhovou pokrývkou 40-50 (TOLASZ 2007).

Z fytogeografického hlediska je lokalita v Českém termofytiku (SKALICKÝ 1988). Nynější stromové patro tvoří několik druhově odlišných porostů: smíšené listnaté

porosty buko-dubové s habrem a lípou, smíšené lesy se smrkem a modřínem, a rovněž i čistý smrkový porost. Na lokalitě jsou k dohledání tři druhy dubů a to dub červený, dub zimní i dub letní.

Na lokalitě stála vesnice Dolánky. První písemná zmínka je z roku 1360. Vesnice zanikla okolo roku 1542 – 1564 za neznámých okolností. Na lokalitě jsou stále patrné stopy po osídlení, především kamenné obvodové zdi a ploty z kamene. Uprostřed vesnice se dříve nacházel rybník, ale on, i jeho přítok vyschly. Rybník se dochoval pouze ve formě 10 metrové prohlubně. Na lokalitě byl vykopán i zbytek uhlí, které mohlo být ze spálenišť klestu po mýtní těžbě předešlého porostu, nebo jako pozůstatek bývalého osídlení. Od roku 1976 zde probíhá archeologický a geodetický výzkum. Byly zde učiněny nálezy nožů z doby bronzové, keramika, kostěné předměty, přezky, kopí, v obydlí i pece, kde se pražilo obilí (SMETÁNKA 1987). Nejzajímavější je obilnice, do které se vešlo 2,2 hl. obilí (KOZOJEDY 2015; ŠIMEK et al. 1989).

Lokalita č. 3 Kersko – Hradištko

zeměpisné souřadnice: N 50°08'487'', E 014°55'533''

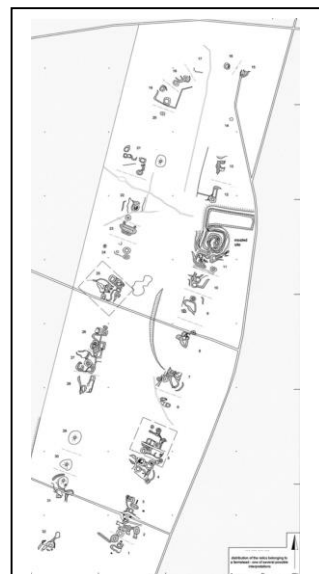
Lokalita se nachází ve středočeském kraji, okresu Nymburk, katastrálním území Hradištko. Nejbližší osídlení je ve vzdálenosti asi 1500m v obci Hradištko, avšak přibližně jeden kilometr daleko se nachází také chatová oblast. Nedaleko (1100m) se nachází vodní tok Labe, avšak ovlivnění povodněmi je vyloučené z důvodu dvaceti metrového rozdílu nadmořských výšek.

Terén je zde rovinný, pouze s místním terénním vyvýšením (zborcené hliněné domy). Nadmořská výška se pohybuje mezi 190 - 195 m n. m. (VÝŠKOPIS ČR).

Z geomorfologického členění se jedná o Středočeskou tabuli (DEMEK 2006). Geologické podloží lokality tvoří čtvrtohorní nezpevněné sedimenty z období pleistocénu a to navátými jemnozrnnými křemičitými písky (ČGS 2011). Podle Quittovy klimatické klasifikace (QUITT 1971) je území zařazeno do kategorie teplé - T2. Průměrná teplota je 8-9 °C za rok a 15-16 °C za vegetační období. Roční úhrn srážek dosahuje 500 – 550 mm a 325 - 350 mm ve vegetační sezóně. Počet dní se

sněhovou pokrývkou 30-40 (TOLASZ 2007).

Z fytogeografického hlediska je lokalita v Českém termofytiku (SKALICKÝ 1988). Za přirozenou vegetaci lze považovat svaz Carpinion - lipová doubrava (NEUHÄUSLOVÁ et al. 2001). Nynější stromové patro tvoří opět několik rozdílných lesních porostů. První z nich je listnatý les s dominantním zastoupením dubu letního, dubu zimního, olše, břízy pýřité a ojediněle i lípy. Dalším typem jsou smíšené porosty tvořené borovicí a dubem a konečně i čisté porosty borovice lesní. Lesy jsou zde poměrně staré, jejich předpokládaný věk je 100 let (HEJCMAN et al. 2013). Keřové patro tvoří lípa srdčitá a svída krvavá. V bylinném patře je v hojné míře zastoupen barvínek menší, třtina křovištní, bršlice kozí noha a konvalinka vonná. Mechové patro je na lokalitě zcela zanedbatelné, jelikož se vyskytuje jen roztroušeně.



(Obr. č. 10: Rekonstrukce vsi Svídná na základě povrchového průzkumu (převzato z HEJCMAN et al. 2013))

Barvínek na lokalitě tvoří drobné, ne příliš husté porosty, které jsou roztroušeny po velké ploše, proto nelze zcela upřesnit jeho porostní rozlohu (ŠULTYS 2011). Na lokalitě se vyskytují velmi odlišné podmínky prostředí, zejména pak v obsahu živin. Vyskytuje se zde několik staveb, které byly postaveny z hlíny. Po rozpadu těchto domů se vytvořil vysoký půdní horizont, na kterém se rostlinám barvínkou daří, avšak ho zde ve velké míře devastuje černá zvěř.

Na lokalitě původně stála vesnice Kří, která zde fungovala přibližně od roku 1357 až do 1420 našeho letopočtu. Vesnice byla podlouhlá (viz Obrázek 10.). Jako pozůstatky osídlení zde jsou patrné vyvýšeniny na místech zborcených hliněných domů a vodní nádrž s ostrůvkem.

3.2 Porovnání vybraných lokalit

Všechny lokality mají společným znakem to, že jsou na místě původních zaniklých středověkých vesnic.

3.2.1 Rozdílnost středověkých vesnic

Vesnice byly založeny během vrcholné středověké kolonizace a předpokládá se, že byly opuštěny „dobrovolně“, protože zde nebyly nalezeny žádné stopy násilného vpádu. Archeologickými výzkumy se zde nenašlo příliš kovových nástrojů, což

nejspíše znamená, že lidé měli dostatek času na opuštění vesnice. Pravděpodobnými důvody opuštění vesnic Svídné a Dolánků byl nedostatek vody a ve všech vesnicích zřejmě i neúrodnost půdy. Vesnice se liší dobou, po kterou fungovaly, což může mít vliv zvláště z chemického hlediska tím, jak dlouho byly půdy hnojeny. Nejkratší dobu fungovala vesnice Kersko a to pouhých 63 let. Přibližná doba osídlení vesnic Dolánky a Svídná je datována na 200let.

3.2.2 Nadmořská výška

Nadmořské výšky jsou poměrně odlišné, přičemž nejnižší výšku má lokalita Kersko (cca. 190 m n. m.) a nejvýše položena je lokalita Svídná (cca. 426 m n. m.).

3.2.3 Ovlivnění vodou

Lokalita, která byla nejvíce ovlivněna vodou, je Kersko. Zde je hladina podzemní vody patrná i na pohled ve formě silně podmáčených míst, kde podzemní voda v některých ročních obdobích prosakuje až na povrch a rovněž ve zbytcích jezírka u vodní tvrže. To je důvodem výskytu porostu podobajícího se tvrdému luhu. Svídná naopak patří mezi více xerothermní lokality. V Dolánkách není ovlivnění vodou patrné, potok byl na svahu dole pod úrovní vesnice, ale nejedná se o vyloženě suchou lokalitu.

3.2.4 Druhové složení podrostů

Na lokalitách se objevovaly ve většině případů lesy listnaté, nebo smíšené. Monokulturní jehličnatý les tvořil vždy jen malou část porostů v místě, nebo okolí původní vesnice, ale byl vždy přítomen. Na lokalitě Kersko to byl dospělý borový porost, zasahující nicméně jen malou část lokality, na lokalitě Dolánky rovněž pruh dospělého smrkového porostu zasahující nicméně jen menší část lokality a na lokalitě Svídná to byla nepříliš rozsáhlá cca. 25 let stará borovicová monokultura a relativně úzký pruh dospělého smrkového porostu.

Na Svídné je ve smíšených porostech v nejvyšším zastoupení smrk ztepilý. V některých částech lesa, a to hlavně tam, kde jsou rozsáhlé porosty barvínku, je les smíšený s převahou smrku a buku s příměsí modřínu, borovice a dubu letního. Jehlice jehličnatých stromů jsou jen velmi těžko rozložitelné, mají nízký poměr C:N a obsahují velké množství silic, které v půdě fungují jako inhibitory růst. Těmito podmínkami je zapříčiněno, že povrchové vrstvy půdního humusu mají kyselejší reakci a nižší dostupnost živin, než rozklad listů. Rozklad jehlic závisí na druhu jehličnanu, ale jedná se o rozmezí 3-7 let, přičemž v tomto případě to trvá nejdéle

modřínu (CHMELAR 1981).

Oproti tomu na lokalitě Kersko jsou pomístně porosty s vyšším podílem olše a naopak snadno rozložitelným a živinově bohatým humusem.

(Tab. č. 1: obecný popis prostředí)

Charakteristiky prostředí	1. Svídná- Drnek	2. Dolánky- Doubravčice	3. Kerso- Sadská
nadmořská výška (m.n.m.)	426	315	195
geologické podloží	písečné slínovce a spongilitické jílovce	pískovce, prachovce a slepenec	naváté křemičité písky
klimatický region (podle Quitta)	T2	MT9	T2
průměrná roční teplota (°C)	7	8	8
průměrná teplota ve vegetačním období (°C)	13-14	15-16	15-16
průměrný roční úhrn srážek (mm)	500-550	550-600	500-550
počet dní se sněhovou pokrývkou	30-40	40-50	30-40
sluneční svit (h/rok)	1500-1600	1600-1700	1600-1700
půdní druh	středně těžká	středně těžká	lehká
půdní typ	pararendizna	hnědozem modální	glejový podzol
potencionální přirozená vegetace	Tilio cordatae - Fagetum	Tilio-Fagetum	Tilio-Betuletum

3.3 Sběr dat

Data byla sbírána v zimě 2015. Na každé lokalitě bylo vybráno a v GPS systému zaměřeno 10 odběrných míst tak, aby byla maximálně pokryta variabilita prostředí dané lokality. Místa odběru se vybírala tak, aby bylo prostředí co nejlépe zmapováno z plošného hlediska, ale také z hlediska různorodosti podmínek důležitých pro růst. Vzorky byly odebrány z plochy o hranách 40x40cm a byly odebrány do maximální hloubky prokořenění barvínkem, přičemž byl odebrán i vzorek půdy na pedochemické analýzy. Při šetrném vyzdvihování rostlin byla zapsána hloubka zakořenění a pokryvnost barvínku. Současně jako charakteristika prostředí i hustota zápoje stromů, procentuální zastoupení dřevin v okruhu pěti metrů, svažitost terénu, ovlivnění vodou, druh půdy a souřadnice.

Vzorky byly jednotlivě uloženy do igelitových sáčků a po příjezdu na univerzitu se uložily do chladničky na 4⁰C.

3.4 Preparace rostlinného materiálu

Všechny vzorky byly během čtrnácti dnů rozplaveny od půdy, vymyty od nečistot a případných klíčnic, nebo jiných rostlin odlišných druhů tak, aby zůstal čistý rostlinný materiál barvínku. Rostlinky barvínku se dále rozdělily na nadzemní a podzemní části. Nadzemní část potom na listy a prýty, podzemní na kořínky a oddenky, přičemž se u oddenků a prýtů zapisovala jejich délka měřená klasickým pravítkem s přesností na 0,5mm. Všechny části barvínku byly následně zváženy v živém stavu na vahách s přesností na setinu gramu.

3.5 Sušení biomasy

Jako první se sušily listy a kořínky. Části rostlin se daly do nadepsaných papírových sáčků a vložily se do sušárny, která byla nastavena na 105⁰C na 12 hodin. Po uplynutí této doby se náhodně vybrané vzorky zvážíly a vložily zpět na dosušení. Vzorky se takto dosušely a převažovaly do té doby, než byla váha vzorků v konstantní hmotnosti. Doba mezi jednotlivým převažováním byla dvě hodiny. Po vysušení rostlinných částí do konstantní hmotnosti následovalo jejich zvážení. Tato data lze nalézt v příloze 3.

3.6 Půdní vzorky

Příprava vzorků

Půdní vzorky byly odebrány při vyzdvižení rostlin, označeny a uloženy do igelitových sáčků. Aby se předešlo hnití organických složek, byly vzorky uloženy do lednice na 4°C. Objem odebíraných vzorků je závislý na metodě, kterou bude rozbor prováděn. Jelikož v mém případě byla zvolena metoda rozboru za pomoci XRF spektrometru, stačilo jen malé množství vzorků, což bylo přibližně 300g suché půdy.

Vzorky půdy se nejdříve rozprostřely do vymytých plastových misek a následně proběhlo jejich sušení. Vzorky se sušily v sušárně na 35 °C, jako alternativa k sušení v pokojové teplotě, která by byla z prostorových důvodů problematická. První se sušily vzorky půd z lokality Svídná, kde vlhkost materiálu nebyla příliš vysoká, a proto do úplného vyschnutí stačilo pouze 10 hodin. U vzorků z Kerska a Dolánků byla vlhkost vyšší, tudíž sušení probíhalo delší dobu a to celých 20 hodin.



(Obr. č. 11: Zařízení s XRF spektrofotometrem)

Vyschlé vzorky se následně rozmělnily a přesily kuchyňským cedníkem s velikostí ok 1mm. Takto upravené vzorky se uložily do nadepsaných obálek.

Měření spektrometrem

Část vzorku vážící okolo 9,5 gramu byla vložena do válcovitého plastového pouzdra s foliovým dnem. Výška válečku byla přibližně 3cm. Takto připravené vzorky se postupně vkládaly do zařízení se spektrometrem, kde probíhal jejich prvkový rozbor. Data se postupně nahrávala do připojeného notebooku, kterým se řídil i proces analýzy.

3.7 Herbochronologický výzkum

Z každého naváženého pytlíku neusušené biomasy (lokality) byly vyjmuty vzorky na herbochronologii. Byl vždy vyjmut jeden vzorek oddenku a prýtu s hypokotylem, přičemž se vybral vzorek, který se jevil jako nejstarší. Bylo vyjmuto 60 vzorků (30 oddenků a 30 prýtů), každý vzorek měl přibližnou délku 5cm (tyto ztráty na biomase byly zpětně přepočítány na suchou biomasu a přičteny k usušeným vzorkům). Vzorky byly vloženy do uzavíratelných igelitových sáčků a uloženy do lednice na 4°C. Následný proces se vzorky proběhl přibližně o měsíc později. Vzorky se vyjmuly

z igelitových sáčků a na mikrotomu se řezaly na tloušťku 10-70 mikrometrů (SCHWEINGRUBER et POSCHLOD 2005), přičemž nejvhodnější se jevila hodnota 20-30 mikrometrů. Po nařezání se vzorky ihned položily na podložní sklíčko, kde byla připravena kapka vody, která zabraňovala vysychání a praskání vzorků. Takto připravené dočasné preparáty byly následně mikroskopovány se zvětšením ----. Pro zvýraznění preparátů byla použita i barviva. Barvivo Safranin je roztok vody a 1% barviva Safraninu. Na barvivo obsahující Astrablue je zapotřebí 0.5g Astrablue, 2gr kyseliny vinné, nebo octové a 100ml destilované vody (SCHWEINGRUBER et POSCHLOD 2005). Při použití prvního z barviv Safraninu, se na řezu vyznačily buňky obsahující lignin červeně. U dalších vzorků bylo použito barvivo Astrablue, kterým se označily buňky bez ligninu. Po obarvení těmito barvivy stále nebyly znatelné letokruhy, proto jsem pro ověření vyzkoušel i řezy zcela čerstvých prýtlů, u kterých bylo vyloučeno zaschnutí či rozklad.

4. Výsledky

4.1 Výskyt barvínku v rámci lokalit

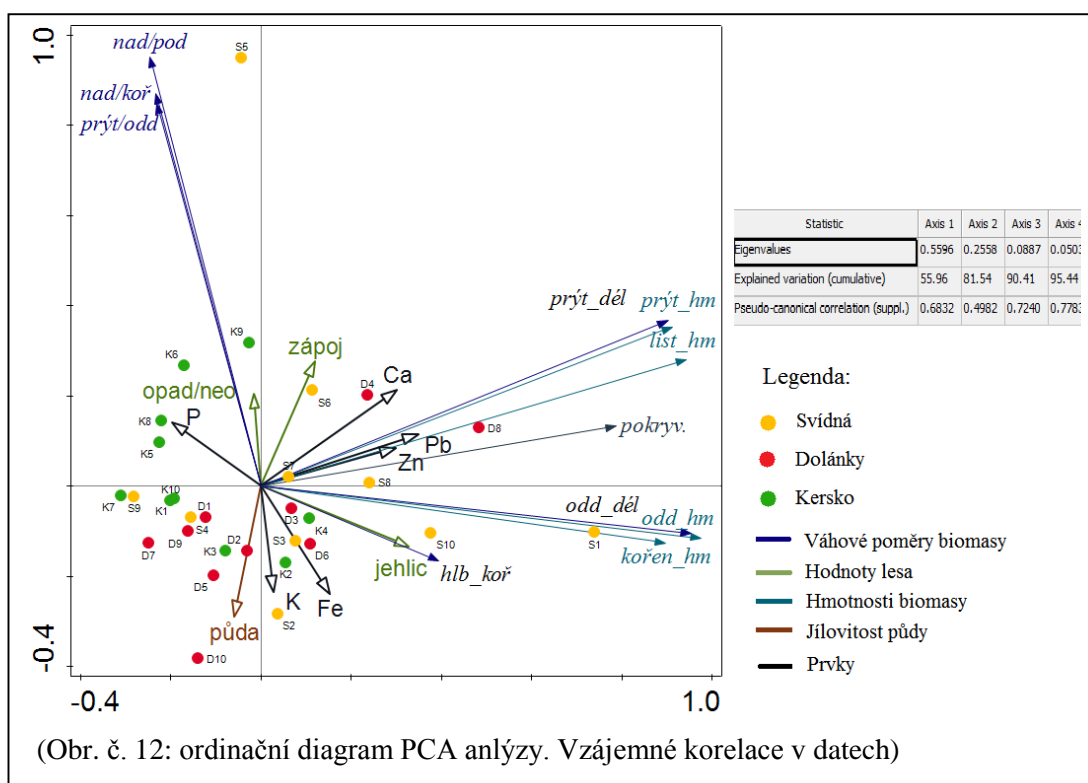
Na Svídné se rostlinky barvínku nejvíce objevovaly na kamenných zídkách, což je nejspíše důsledkem menšího zápoje stromového patra, které je na těchto stanovištích tvořeno zejména jehličnatými stromy. Následná kompetice podrostu pravděpodobně vytlačila barvínku na méně úživné a vysychavé kamenité zídky. Barvínku na takto skeletovité půdě za snahou získat vodu vytvářel dlouhé kořeny, které se nepodařilo vyjmout, proto v mých datech tyto mikrostanoviště nejsou začleněny. Dalším dobře porostlým místem na lokalitě Svídná byl ekoton mezi hustým 20ti letým borovým lesem a přibližně stejně starým bukovým porostem. Další silnější výskyt byl na kamenitých a půdou překrytých zbytcích budov v bukovém porostu. Půdní profil má na těchto mikrostanovištích vysokou organickou vrstvu, pod kterou se skrývá vrstva skeletu. Organický materiál obsahuje hůře rozložitelné jehlice borovice lesní, nebo smrku ztepilého. Půda zde byla vlhká, ale ne tolik, jak tomu bylo na lokalitě Kersko. Na lokalitě se vyskytla anomálie, představující shluk smrkového porosty, na kterém barvínku nerostl i přesto, že v okolních smíšených porostech tvořil porosty, které prospívaly. Lokalita je velice rozlehlá a téměř po celém areálu se vyskytují drobná místa s barvínkem.

V Dolánkách bylo nejvíce rostlin barvínku pozorováno na rozsáhlejší terase, na které pravděpodobně stálo několik již špatně patrných kamenných domů. Nyní je zde mírně vlhký, asi 20let starý buko-dubový les s poměrně vysokou organickou vrstvou, pod kterou je silná vrstva skeletu. Tento mladý les má vysoký zástin, který brání ostatním druhům rostlin (hlavně travinám) barvínku konkurovat. Také se zde vyskytl smrkový pruh, na kterém barvínku vůbec nerostl, i přes to, že v okolních smíšených porostech tvořil silné porosty. Lokalita je malá, ale porosty se podle pohledu zdají být nejhustšími.

V Kersku nebyly porosty nikde tak husté, jako tomu bylo na předešlých lokalitách. Podle Petra Karlíka byly dříve nejhustší porosty na zborcených domech z mazanice (směs hlíny a slámy). Jelikož se na těchto domech našly stopy prasat a stopy od rypání kořínků, přisuzuji absenci barvínku na těchto mikrostanovištích přemnožené černé zvěři, která v zimním období i přes toxicitu alkaloidů rostliny požívá. Nejhustší porosty jsou nyní jen ostrůvkovité, které jsou náhodně rozprostřené po lokalitě. Proto zde není patrný žádný trend výskytu.

4.2 Mnohohrozměrná statistika

Mnohorozměrná data byla statisticky vyhodnocena programem Canoco 5. Ordinační diagram PCA analýzy (Obr. č. 12) zobrazuje vztahy mezi biomasou, lokalitami, vybranými prvky z XRF analýzy a hodnotami prostředí. Jsou zde patrné silné korelace mezi hmotnostmi biomasy a pokryvností rostlin barvínku. Dále silná korelace jehličnatosti lesa s hloubkou zakořenění a hmotností kořenového systému. Z diagramu lze nepřímou vyčíst úživnost jednotlivých lokalit. Například s lokalitou Kersko úzce koreluje obsah fosforu v půdě a poměry nadzemních částí rostlin oproti podzemním. Je zde také silná korelace obsahu vápníku v půdě s hmotností nadzemních částí biomasy.

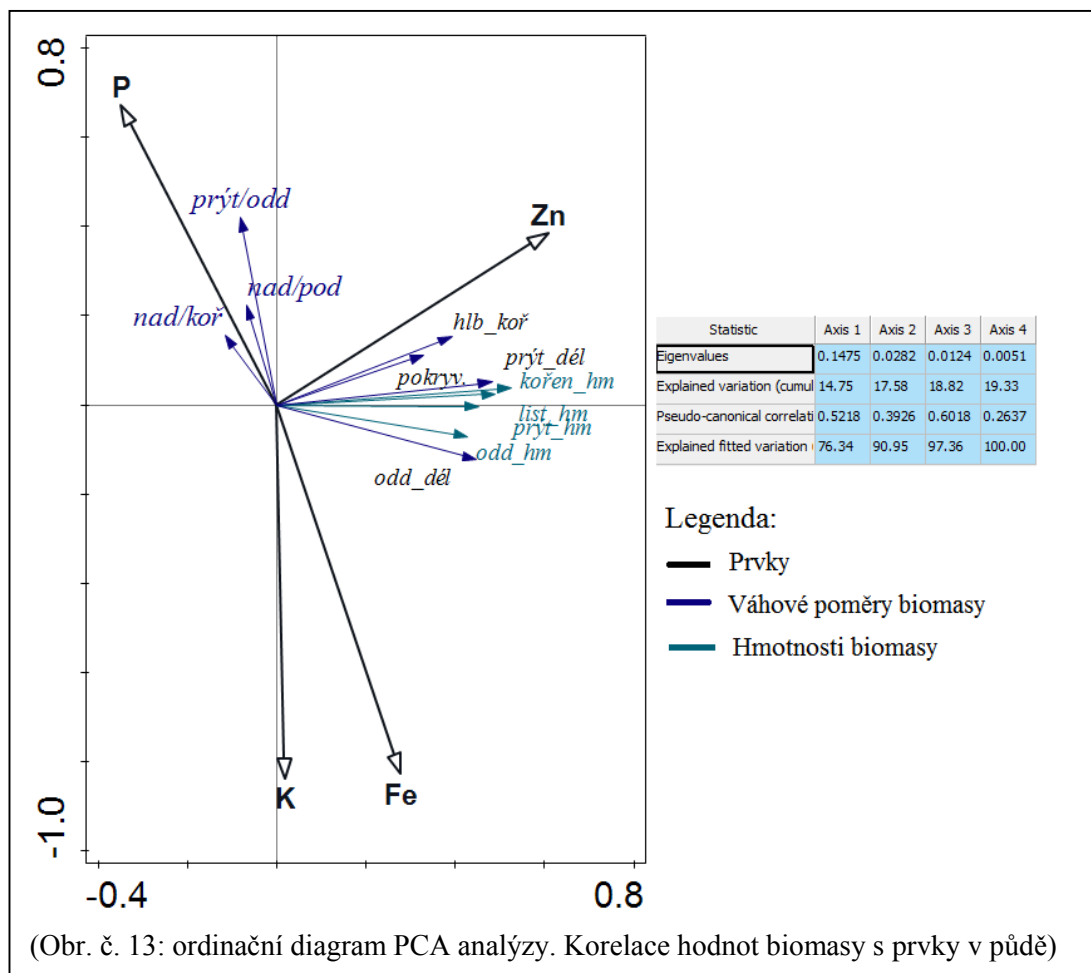


(Obr. č. 12: ordinační diagram PCA analýzy. Vzájemné korelace v datech)

Většina viditelných korelací byla otestována programem R a zobrazena v nadcházejících tabulkách (Tab. č. 2; 3; 4)

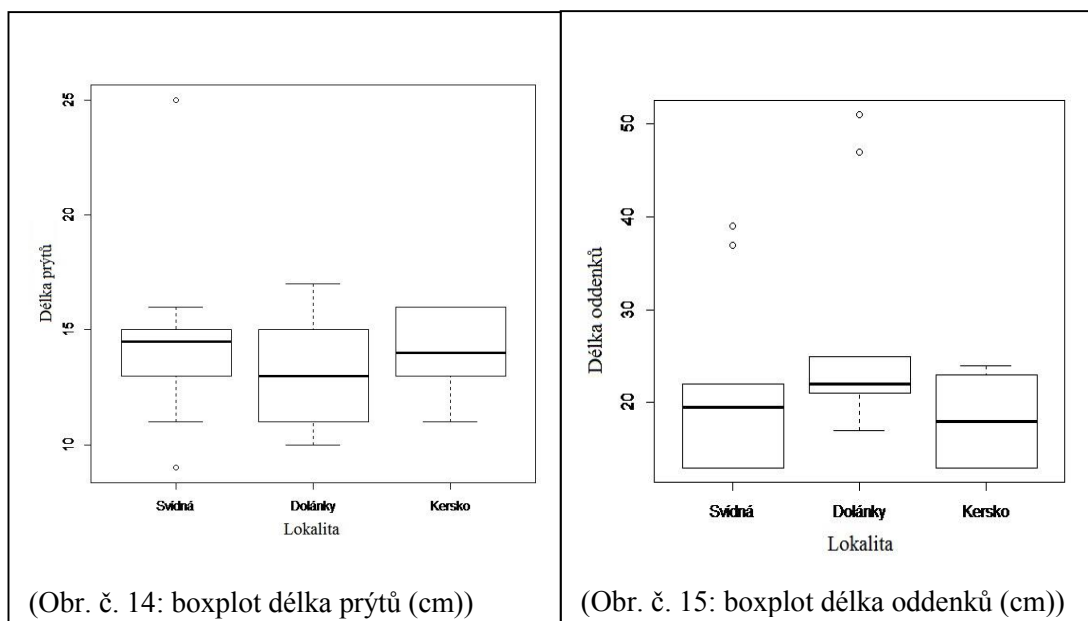
Druhý ordinační diagram (Obr. č. 13) zobrazuje korelace mezi zúženým výběrem prvků z XRF analýzy, poměrů biomasy a naměřenými hodnotami biomasy.

Z diagramu je patrná pozitivní korelace fosforu a negativní korelace draslíku a železa s poměry biomasy. Dále je viditelná korelace zinku s hmotností biomasy a pokryvností.



4.3 Popisná statistika

4.3.1 Tvorba biomasy u barvínku

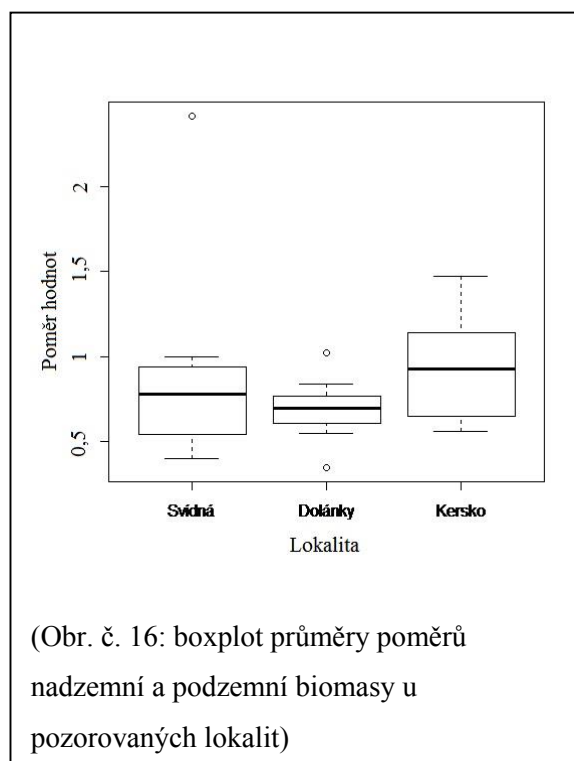


Délky prýtů jsou mezi lokalitami statisticky odlišné na hladině významnosti $p\text{-value}=0.024$, zatímco délky oddenků jsou statisticky významně stejné, ale s hladinou významnosti pouze $p\text{-value}=0.0529$. Průměrná délka prýtů na Svídné byla 14,7cm, v Dolánkách 13,2cm a v Kersku 14,2cm. Průměrná délka oddenků na Svídné byla 19,9cm, v Dolánkách 24,3cm a v Kersku 18,2cm. Rozptyl hodnot délek prýtů od 1cm do 66cm, oddenků pak od 1cm do 268cm.

4.3.2 Poměry nadzemních a podzemních částí

(Tab. č. 2: Poměr nadzemních a podzemních částí rostlin)

Lokalita	Svidná	Dolánky	Kersko
Stanoviště			
1	0,4746	0,8374	0,7561
2	0,3977	0,6102	0,5943
3	0,5437	0,6886	0,5605
4	0,8270	1,0212	0,6516
5	2,4070	0,5457	1,1390
6	0,9430	0,6070	1,2431
7	0,9042	0,7257	1,0137
8	0,7329	0,7730	1,0682
9	1,0000	0,6967	1,4657
10	0,5377	0,3533	0,8403
průměr	0,8768	0,6859	0,9332

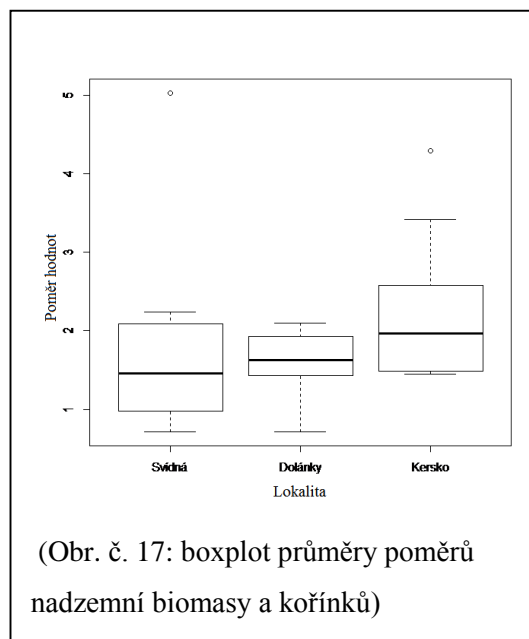


Mezi základní produkční parametry rostlin patří množství nadzemní a podzemní biomasy a její vzájemný poměr (JIRÁSKOVÁ 2009). V poměrech nadzemních a podzemních částí rostlin je poměrně silná variabilita pohybující se od 0,35 do 2,4. Průměrná hodnota nadzemní a podzemní části barvínku je 0,83, z čehož vyplývá, že barvínků tvoří více podzemní biomasy než nadzemní.

Po výpočtu Kruskal-Wallis ANOVA vyšlo najevo, že se lokality mezi sebou statisticky významně neliší. p-value: 0.1889

(Tab. č. 3: Poměr nadzemních částí rostlin a kořínků)

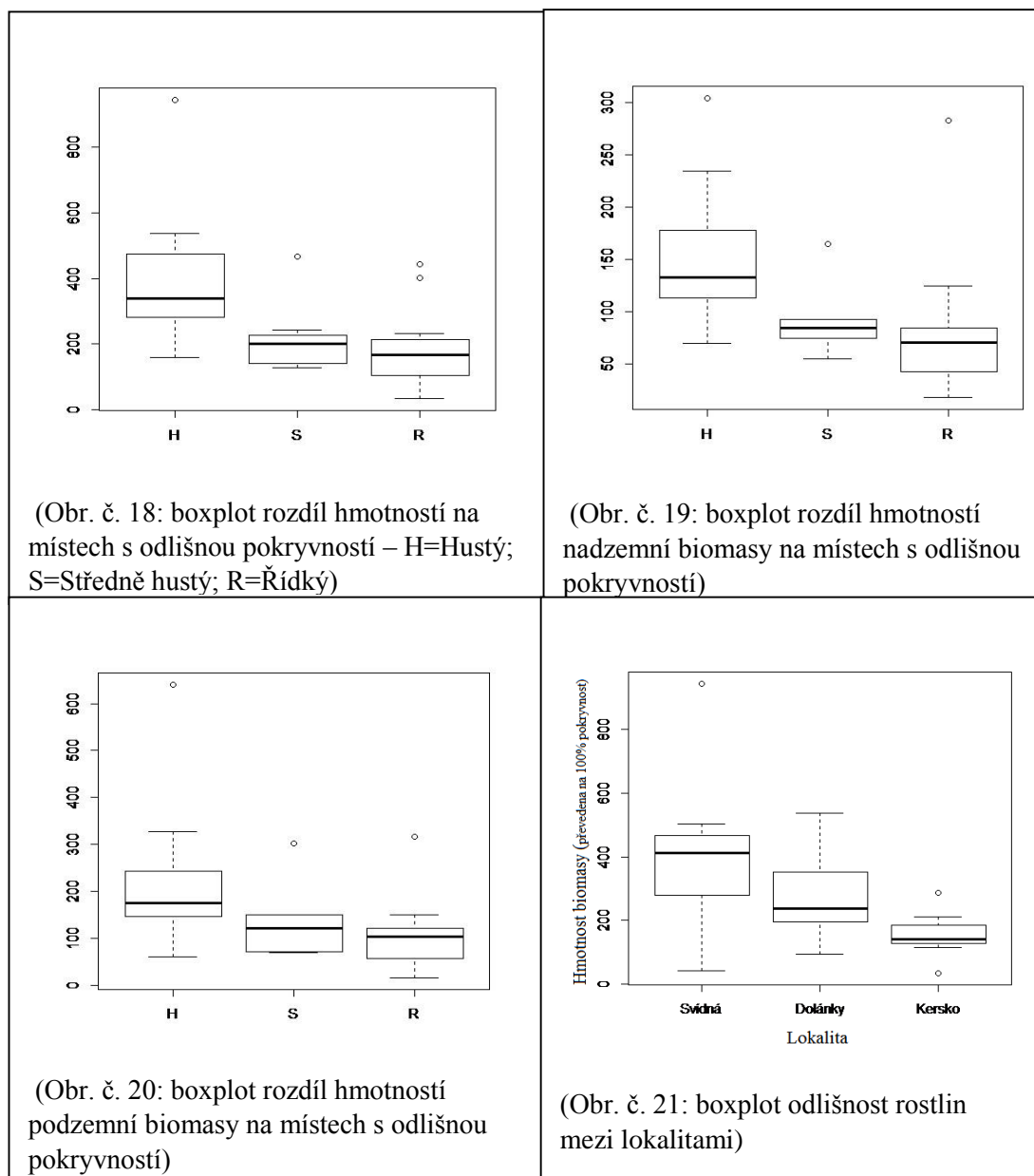
Lokalita	Svidná	Dolánky	Kersko
Stanoviště			
1	0,813893	1,494966	1,484594
2	0,711631	1,758497	1,478495
3	0,976998	1,924968	1,599206
4	1,328947	1,953271	1,624135
5	5,032075	1,017735	2,576613
6	1,592481	1,490876	3,416031
7	2,087404	2,1	1,45098
8	1,916801	1,898073	2,384106
9	2,2375	1,429719	4,295597
10	1,094017	0,710526	2,314815
průměr	1,779175	1,577863	2,262457



Poměr nadzemních částí a kořenů má ještě větší rozptyl, než tomu bylo u poměru nadzemní a podzemní biomasy. Hodnoty se pohybují v rozmezí od 0,71 do 5,03. Lokalita Kersko se i z tohoto boxplotu jeví jako na živiny nejbohatší, avšak ze statistického výpočtu vychází, že se od sebe lokality významně neliší. p-value: 0.1932

4.3.3 Závislost růstu biomasy na pokryvnosti barvínku

Rostlinná biomasa byla přepočtena na 100% pokryvnost, tím jsem dospěl k datům o průměrné váze rostlin na bodech odběrů. Pokryvnosti dat jsou rozděleny do kategorií řídké (R), středně husté (S) a husté (H).



Na boxplotu (Obr. č. 18) je viditelný trend, že čím vyšší je hustota porostu, tím více biomasy rostliny produkují. Teze byla ověřena a je statisticky významná s hladinou významnosti p-value: 0,0129. Dále byl tento trend ověřen pro biomasu pouze nadzemních částí rostlin (Obr. č. 19). Což se projevilo jako statisticky signifikantní s hladinou pravděpodobnosti p-value 0,0277. U podzemní biomasy (Obr. č. 20) vyšla p-value na pomezí přípustnosti (0.0663). Rostliny barvínku, které rostou v silném

zápoji mají celkově vyšší biomasu, než když rostou v porostu řídkém či osamoceně.

Výsledkem v grafu (Obr. č. 21) znázorňujícím porovnání mezi lokalitami bylo, že se rostliny na různých lokalitách statisticky významně liší v rozptylech. p-value: 0,00733. V průměru největší rostliny se vyskytovaly na lokalitě Svídná a nejmenší rostliny byly v Kersku.

4.3.4 Vzájemná korelace dat

Vliv složení lesa na biomasu

Z grafu mnohorozměrné analýzy je patrná možná korelace množství biomasy s jehličnatostí lesa. Proto jsou jednotlivá data otestována na případnou korelaci. Jelikož data nemají normální rozdělení, musela být použita neparametrická obdoba klasické korelace, neboli spearmanova korelace.

(Tab. č. 4: Korelace mezi jehličnatostí lesa s biomasou barvínku)

testové hodnoty	p-value	S	Rho
faktory			
Jehličnatost * nadzemní/podzemní biomasa	0.4206	5181.191	-0.1526564
Jehličnatost * nadzemní/kořenová biomasa	0.03948	6193.832	-0.3779381
Jehličnatost * hmotnost listů	0.3001	3615.418	0.19568
Jehličnatost * hmotnost kořenů	0.04084	2806.907	0.3755491
Jehličnatost * hmotnost oddenků	0.3799	3747.6	0.1662737
Jehličnatost * hmotnost oddenků	0.396	3772.298	0.160779
Jehličnatost * pokryvnost	0.5112	3934.186	0.1247639

Pouze dvě hodnoty vyšly jako signifikantní s dostatečně vysokými korelačními koeficienty -0,38 a 0,375. Korelační koeficienty těchto dvou hodnot vyjadřují trend, že s nárůstem zastoupení jehličnanů v porostu pozitivně koreluje hmotnost kořenové biomasy.

Vliv dostupných živin na růst biomasy P, Zn, Fe, K

Z mnohorozměrné statistiky se dá usoudit, že je biomasa jednotlivých částí a poměrů mezi nimi úzce korelována. Proto byl tento předpoklad otestován Pearsonovou korelací u dat s normálním rozdělením a data, která normalitu dat neměla, byla testována Spearmanovou korelací.

(Tab. č. 5: Korelace vybraných prvků s biomasou barvíčku)

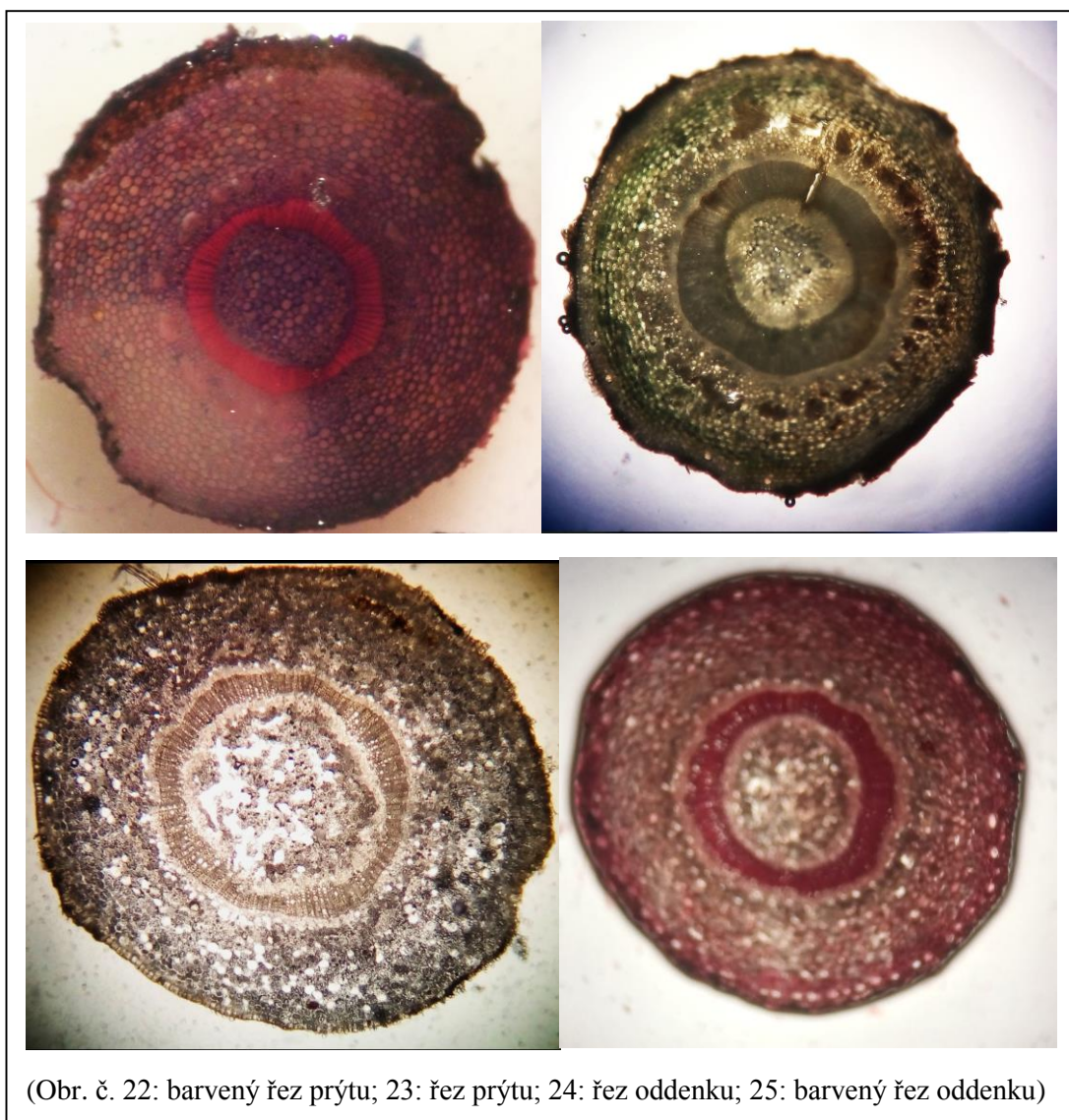
normalita dat	testové hodnoty	p-value	rho/cor	S	t
FOSFOR	faktory				
norm.	Nadzem/podzem	0.3637	0.1719088		0,9234
norm.	Nadzem/kořen	0.4752	0.1355061		0,7237
nepar.	List_hm.	0.5122	-0.1244712	5054.498	
norm.	Kořen_hm	0.777	-0.05396567		-0,286
norm.	Oddenek_hm	0.3088	-0.1922471		-1,0366
norm.	Prýt_hm	0.3015	-0.1951259		-1,0527
norm.	Pokryvnost	0.5184	-0.1226864		-0,6541
norm.	Prýt/oddenek_hm	0.3479	0.1775585		0,9547
DRASLÍK					
norm.	Nadzem/podzem	0.1782	-0.2525519		-1,3812
norm.	Nadzem/kořen	0.1745	-0.254618		-1,3932
nepar.	List_hm.	0.74	0.06322351	4210.81	
norm.	Kořen_hm	0.661	-0.08347628		-0,4433
norm.	Oddenek_hm	0.8863	0.02725253		0,1443
norm.	Pokryvnost	0.647	-0.08716208		-0,463
norm.	Prýt/oddenek_hm	0.4261	-0.1508756		-0,8076

ŽELEZO					
norm.	Nadzem/podzem	0.1908	-0.2455948		-1,3406
norm.	Nadzem/kořen	0.1849	-0.248801		-1,3593
norm.	Prýt/oddenek_hm	0.3526	-0.1758637		-0,9453
ZINEK					
nepar.	List_hm.	0.02067	0.4205369	2604.686	
norm.	Kořen_hm	0.1233	0.2876332		1,5892
norm.	Oddenek_hm	0.3477	0.177613		0,955
norm.	Prýt_hm	0.06926	0.3362434		1,8892
norm.	Pokryvnost	0.2528	0.2154666		1,1676

Z hodnot tabulky (Tab. č. 5) je statisticky akceptovatelná pouze korelace mezi zinkem a hmotností biomasy listů. Tato korelace je poměrně silná s korelačním koeficientem 0,42. Ostatní hodnoty jsou statisticky nevýznamné.

4.3.5 Herbochronologická data

U řezů byly pozorovány rozdíly morfologie prýtů a oddenků (Obr. č. 22; 23; 24; 25). I u těch nejlépe nařezaných vzorků, ať barvených či nikoli, nebyly letokruhy znatelné. Příčina je patrně v tom, že je barvínek olistěný po celý rok a růst v zimním a letním období je pomalý, ale nikdy úplně neustává. K tomu nepřispívá ani fakt, že zimy v posledních letech byly nadprůměrně teplé a tak byly rostliny barvíнку schopny neustálého růstu i v zimním období. Proto usuzují, že nejsou u těchto rostlin letokruhy patrné a herbochronologie u druhu *Vinca minor* není proveditelná



(Obr. č. 22: barvený řez prýtu; 23: řez prýtu; 24: řez oddenku; 25: barvený řez oddenku)

5. Diskuze

U listů jsem zaznamenal vysokou variabilitu šířky listové čepele, kterou příkládám za důsledek různorodých podmínek prostředí, nebo výskytu odlišných druhů. Kupříkladu *f. angustifolia* GEISENHEYNER, který má listy 4 krát delší než široké (SLAVÍK 2000). Na všech lokalitách byl nalezen alespoň jeden jedinec, který měl panašované listy, to se příkládá za důsledek nahodilé mutaci (KARLÍK 2015).

5.1 Vliv stanoviště na poměry biomasy

Na lokalitě Svídná se našlo pouze jedno stanoviště, ve kterém bylo více nadzemní biomasy, než podzemní. Jelikož byl tento poměr 2,4 ve prospěch nadzemních částí, je v tomto bodě podle pravidel klonálního růstu předpokládána vysoká úživnost půdy (KLIMEŠOVÁ et DE BELLO 2009). V průměru byl však poměr nadzemních a podzemních částí biomasy roven 0,88.

U lokality Dolánky byl tento poměr pokaždé menší, nebo roven jedné. Z průměru vyplývá, že je tato lokalita v poměru s ostatními nejméně úživná. Proto se rostliny barvínku snaží vynahradit nedostatek vody a živin produkcí většího množství podzemní biomasy, kterou nedostatky vynahrazují.

I když na lokalitě Kersko nebyl barvínku zastoupen v takovém množství, jak tomu bylo na ostatních místech, je tato lokalita z hlediska dostupnosti vody a živin pro barvínku nejvýhodnější. Průměrná hodnota poměrů biomas je 0,93, což může být nepřímým důkazem vhodného prostředí pro růst barvínku. Avšak předpokládaných důvodů, proč se zde barvínku nerozšířil do tak rozsáhlých porostů je několik.

Je možné, že dobře neroste na lokalitách s vysokou hladinou spodní vody, proto zde může být omezován příliš vlhkým půdním prostředím, což může mít za následek nižší poměr kořenové biomasy. S vlhkostí může být spojeno i předčasné odstavení dceřiných ramet matečnou rostlinou, které bylo při preparaci vzorků zpozorováno. Toto odstavení nevypadalo jako úmyslný tah rostlin, spíše jako houbové onemocnění, které napadalo nejen ramety, ale i jiné části rostlin. Projevem napadení bylo zčernání a následné odhnutí napadené části. Dalším předpokládaným důvodem nižší početnosti je vysoký zástin. Na Kersku se vyskytují hlavně listnaté porosty, které v průběhu vegetační sezony vytváří vyšší zástin než porosty smíšené či jehličnaté. Na lokalitě se také ve vegetační sezoně vyskytuje mnoho nitrofilních rostlin, které porosty barvínku zcela zastíní. Mezi neméně důležitý faktor, který ovlivňuje růst vegetace na Kersku je

i ničení porostů přemnoženou zvěří. Na lokalitě je přemnožena zejména černá zvěř, která zde rozrývá a požírá porosty barvínku.

V práci (JIRÁSKOVÁ 2009) zaměřené na biomasu alpských rostlin byl pozorován trend ve vyšším poměru nadzemní biomasy. V mém případě byl trend ve většině případů opačný. Biomasa podzemních částí je vyšší v důsledku nedostatku vody či živin (ŠULTYS 2011). Kořenová biomasa je také silně korelována se zastoupením jehličnatých stromů v porostu. Důvodem této korelace bude nejspíše zvýšené pH a s ním spojená přístupnost živin jako je fosfor, dusík, železo, mangan a zinek, nebo horší přístup k půdní vláze (BALÍK 2009).

Klonálně se šířící rostliny mají vcelku velký rozptyl v biomase a hlavně pak v poměru nadzemní a podzemní biomasy. V porovnání s podobnými rostlinami má barvínka průměrné hodnoty poměru nadzemní a podzemní biomasy. Například popenec obecný (*Glechoma hederacea*) má poměr suché biomasy 3,76 a orsej jarní (*Ficaria bulbifera*) 0,37 (KUBÍČEK et al. 2008).

5.2 Vliv pokryvnosti

Klonálně se množící rostliny mají ve vysokých pokryvnostech výhodu v tom, že i přes vysoký pokryv si rostliny barvínku mezi sebou nekonkurují. Zanechávají si propojení, kterými sdílejí živiny a vodu. U takto propojených rostlin neprobíhá ani kořenová kompetice (STUEFER et al. 1994; HUTCHINGS 1979). Rostliny tak spolupracují a vytváří vysoké husté porosty, kterými utlačí všechny ostatní rostliny (KLUNEN et al. 2001).

5.3 Vliv dostupných živin

Téměř všechny hodnoty živin byly statisticky nevýznamné, což může být zapříčiněno absolutními hodnotami prvků naměřených metodou XRF (GOGOLKOVÁ 2009). U fosforu by se dala tato hodnota obejít přepočtem na přijatelný fosfor, k čemuž je zapotřebí pH půdních vzorků a křivka závislosti přijatelného fosforu v závislosti na pH (příloha 2.). Jediná signifikantní korelace byla mezi zinkem a hmotností listové biomasy. Vysoká koncentrace zinku v půdě je pro rostliny toxická. Projevem toxicity je zpomalený růst kořenů a zhoršení fotosyntézy (OHKI 2014).

6. Závěr

Hlavním tématem této práce bylo poskytnutí základních údajů o biomase barvínku menšího na třech stanovištích v České republice. Pozorovány byly jednotlivé části nadzemní a podzemní biomasy a zejména jejich poměry. Základním kamenem celé práce bylo vyhodnocení dat o prostředí a statistické výpočty korelačních koeficientů mezi prostředím a nárůstem biomasy. Bylo sledováno celkem 30 bodů odběru na třech lokalitách. Lokality mají mezi sebou v poměru nadzemní a podzemní biomasy rozdíly, které se statisticky významně liší. Lze říci, že rozdíly mezi lokalitami jsou dostatečně velké, aby ovlivňovaly růst barvínku. Jelikož růst barvínku je ovlivňován velkým množstvím faktorů, z čehož některé nebyly z finančních a časových důvodů možné ověřit, nelze přesně říci, který faktor je pro růst zcela zásadní. Z podmínek prostředí reagovala rostlina nejvíce na míru jehličnatosti porostu. Čím větší bylo zastoupení jehličnatých stromů v porostu, tím vyšší měly rostliny poměr podzemních částí biomasy a to zejména kořenů. Jako signifikantní se projevila i závislost množství celkové biomasy na pokryvnosti barvínku. Výsledkem je, že čím hustší porost byl, tím více biomasy rostliny produkovaly. Prokazatelná korelace biomasy s prvky v půdě byla pouze jedna. Jednalo se o zinek, který měl na většině území velmi odlišné hodnoty a některé z nich byly až desetinásobné oproti normálu, přičemž tyto výkyvy korelovaly s množstvím listové biomasy. Z herbochronologického výzkumu vyplývá, že barvíněk nevytváří letokruhy, tudíž není vhodným vzorkem pro tuto metodu stanovení věku. Do budoucího výzkumu je doporučeno analyzovat prvky v biomase a stanovit pH půdních vzorků. Následující studie tohoto druhu by se mohly zaměřit na generativní množení a to zejména na to, zdali není produkce semen jen přehlídna, a zdali jsou semena schopna klíčení v našich podmínkách.

Práce může sloužit jako podklad pro metody nedestruktivní archeologie. Dá se také použít jako podklad pro popis klonálních rostlin, hlavně pak druhů z kategorie růstové formy „*Fragaria vesca*“.

7. Seznam použité literatury

- AARSSSEN L. W., 2008: Death without sex - the 'problem of the small' and selection for reproductive economy in flowering plants. - *Evolutionary Ecology* 22: 279 - 298 s.
- BABIÁNEK P. et. TVRDÍK P., 2014: Revoluce ve hnojení fosforem. – *Úroda* 11, Praha: 14 - 15 s.
- BALÍK J., 2009: Význam rhizosféry v životním prostředí. - Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha: 64 s.
- BELL S., 2006: *Forensic Chemistry*. 1st edition. - Pearson Education, New York: 614 s.
- BENEŠ J. et. PRACH K. 2004: Geobotanická indikace v archeologii. – In: Kuna M. [ed.], *Nedestruktivní archeologie*, Academia 11: 297 - 303 s.
- BOSSUYT B., HERMY M., DECKERS J., 1999: Migration of herbaceous plant species across ancient-recent forest ecotones in central Belgium. – *J. Ecol.* 87: 628 – 638 s.
- BULLOCK J. M., MORTIMER A. M. et. BEGON M., 1994: Physiological integration among tillers of *Holcus lanatus*: Agedependence and responses to clipping and competition. - *New Phytol* 128, Liverpool: 737 – 747 s.
- BULTMAN T. L. et DEWITT D. J., 2008: Effect of an invasive ground cover plant on the abundance and diversity of a forest floor spider assemblage. - *Biological Invasions* 10, Holland: 749 – 756 s.
- BUNCE R. G. H. et. BARR C. J., 1988: The extent of land under different management regimes in the uplands and the potential for changes. *Ecological Changes in the Uplands*. – Blackwell Science Publications, Oxford: 415 – 426 s.
- BURTON I., 1987: Report on Reports: Our Common Future: The World Commission on Environment and Development. - *Environment: Science and Policy for Sustainable* 29: 25 - 29 s.
- ČELAKOVSKÝ L., 1879: *Analytická květena česká*. - F. Tempský, Praha: 412 s.
- ČERNÝ E., 1979: Zaniklé středověké osady a jejich plužiny. *Metodika historickogeografického výzkumu v oblasti Dražanské vrchoviny*. – Academia, Praha: 167 s.
- ČERNÝ E., 1992: Výsledky výzkumu zaniklých středověkých osad a jejich plužin. *Historicko-geografická studie v regionu Dražanské vrchoviny*. – Muzejní a vlastivědná společnost, Brno: 143 s.
- ČGS, 2011: GeoINFO – geovědní informace na území ČR. – Česká geologická služba, Praha, online: <http://mapy.geology.cz/website/geoinfo/>, cit 13. 3. 2015

- DARCY, A. J., BURKART M. C. et. MURRAY K. G., 2002: Allelopathic potential of *Vinca minor*, an invasive exotic plant in west Michigan forests. - BIOS 73: 127 - 132 s.
- DEMEK J. [ed.], 2006: Zeměpisný lexikon. Hory a nížiny. – AOPK ČR, Brno: 580 s.
- DIAGNOSIS, 2015: Oxygeron - Diagnosia Internetservices GmbH. Tous droits réservés, online: <http://www.diagnosia.com/fr/medicament/oxygeron>, cit 12. 4. 2015
- DIETZ H. et. ULLMANN I., 1998: Ecological Application of 'Herbchronology': Comparative Stand Age Structure Analyses of the Invasive Plant *Bunias orientalis* L. - Annals of Botany 82: 471 – 480 s.
- DOSTÁL J., 1950: Květena ČSR a ilustrovaný klíč k určení všech cévnatých rostlin. - Přírodovědecké nakladatelství, Praha: 2269 s.
- DOUST L. et DOUST L., 2006: Clonal dispersal. In: BEGON M, TOWNSEND C. R., HARPER J. L. [eds.]: Ecology. – from individuals to ecosystems. – Blackwell Publishing, Oxford: 166 s.
- DUPOUEY J. L., DAMBRINE E., LAFFITE J. D. et. MOARES C., 2002: Irreversible impact of past land use on forest soil and biodiversity. - the Ecological Society of Americ - Ecology 83: 2978 – 2984 s.
- EDDMapS. 2015. Early Detection & Distribution Mapping System - The University of Georgia - Center for Invasive Species and Ecosystem Health, online: <http://www.eddmaps.org/>, cit 21. 3. 2015
- ENDRESS M. E. et BRUYNS P. V., 2000: A Revised Classification of the *Apocynaceae* s.l. – The Botanical Review: 66: 1 – 56 s.
- GOGOLKOVÁ K., 2009: XRF analýza. - Univerzita Tomáše Bati, Zlín: 64 s.
- GOJDA M., 2000: Archeologie krajiny – vývoj archetypů kulturní krajiny. – Academia, Praha: 238 s.
- GROENENDAEL J. [eds.]: The ecology and evolution of clonal plants. - Backhuys Publishers, Leiden: 1 - 29 s.
- GRUNTMAN M. et. NOVOPLANSKY A. Y., 2004: Physiologically-mediated self/nonsel discrimination in roots. - Proceedings of the National Academy of Sciences, USA 101: 3863 – 3867 s.
- HARPER J. L., 1977: Population biology of plants. - Academic Press, London: 892 s.
- HEJCMAN M., 2014: *Ústní sdělení*. (8. 10. 2014)
- HEJCMAN M., KARLÍK P., ONDRÁČEK J. et. KLÍR T., 2013: Short-term medieval settlement activities irreversibly changed forest soils and vegetation in Central Europe. - Ecosystems 16: 652 – 663 s.
- HEJCMAN M., ONDRÁČEK J. et. SMRŽ Z., 2011: Ancient waste pits with wood ash irreversibly increase crop production in Central Europe. - Plant Soil 339: 341 – 50 s.

- HOLLIDAY V. T. et. GARTNER W. G., 2007: Methods of soil P analysis in archaeology. – J. Archaeol 34: 301 – 332 s.
- HONNAY O., HERMY M. et. COPPIN P., 1999 a): Effects of area, age and diversity of forest patches in Belgium on plant species richness, and implications for conservation and reforestation. – Biol. Conserv 87: 73 – 84 s.
- HONNAY O., HERMY M., COPPIN P., 1999 b): Impact of habitat quality on forest plant species colonization. - Forest Ecology and Management 115: 157 – 170 s.
- HUKOS 2015: Rentgenové analyzátořy, online: <http://www.hukos.cz/xrf-rentgenove-analyzatory/>, cit. 9. 4. 2015
- HUTCHINGS M. J., 1979: Weight-density relationships in ramet populations of clonal perennial herbs, with special reference to the – 3/2 thinning law. – J. Ecol. 67: 21 - 33 s.
- CHESSON P. et. PETERSON A. G., 2002: The quantitative assessment of the benefits of physiological integration in clonal plants. - Evolutionary Ecology Research 4: 1153 – 1176 s.
- CHMELAŘ J., 1981: Dendrologie s ekologií lesních dřevin, 1. část. - SPN Praha VŠZ: 64 - 66 s.
- INVASIVE SP., 2010: USDA PLANTS Database, online: <http://www.invasive.org/browse/subject.cfm?sub=3081>, cit 17. 3. 2015
- JANČA J. et ZENTRICH J., 1994: Herbář léčivých rostlin 1. Díl. – Eminent, Praha: 288 s.
- JAVORSKÝ J., 1985: Chemické rozbory v zemědělských laboratořích. – SZN Praha: 190 - 260 s.
- JELITTO L., SCHACHT W. et SIMON H., 2002: Die Freiland-Schmuckstauden: Handbuch und Lexikon der Gartenstauden. Band 2, I bis Z. – Verlag Eugen Ulmer. Stuttgart: 488 s.
- JIRÁSKOVÁ E., 2009: Změny v produkčních parametrech alpínských vřesovišť indukované globálními změnami prostředí. - Univerzita Palackého, Olomouc: 23 s.
- JOHANSON T. S., ARMSTRONG J. G., GORMAN M. et. BURNETT J. P., 1963: The vinca alkaloids: a new class of oncolytic agents. - Cancer Res. 23: 1390 – 1427 s.
- KARLÍK P., 2015: Ústní sdělení (12. 2. 2015)
- KLIMEŠ L., 2000: Phragmites australis at an extreme altitude: rhizome architecture and its modeling. - Folia Geobotanica 35: 403 – 417 s..
- KLIMEŠ L., KLIMEŠOVÁ J., HENDRIKS R. et VAN GROENENDAEL J., 1997: Clonal plant architecture: a comparative analysis of form and function. - In: de Kroon H. et VAN GROENENDAEL J. [eds.]: The ecology and evolution of clonal plants. - Backhuys Publishers, Leiden: 1 – 29 s.

- KLIMEŠOVÁ J. et DE BELLO F., 2009: CLO-PLA: The database of clonal and bud bank traits of Central European flora. - *Journal of Vegetation Science* 20: 511 - 516 s.
- KLIMEŠOVÁ J., DOLEŽAL J., PRACH K. et. KOSNAR K., 2012: Clonal growth forms in Arctic plants and their habitat preferences: a study from Petuniabukta, Spitsbergen. - *Polish Polar Research* 33: 421 - 442 s.
- KLUNEN M., FISHER M. et. SCHMID B., 2000: Clonal integration in *Ranunculus reptans*: by-product or adaptation? - *Journal of Evolutionary Biology* 13 : 237 - 248 s.
- KLUNEN M., FISHER M., SCHMID B., 2001: Effects of intraspecific competition on size variation and reproductive allocation in a clonal plant. - *Oikos* 94 : 515 - 524 s.
- KOERNER W., DUPOUEY J., L., DAMBRINE E. et. BENOIT M. 1997: Influence of past land use on the vegetation and soils of present day forest in the Vosges mountains, France. – *J. Ecol.* 85: 351 – 358 s.
- KOPECKÝ M. et VOJTA J., 2009: Land use legacies in post-agricultural forests in the Doupovské Mountains, Czech Republic. - *Applied Vegetation Science* 12: 251 – 260 s.
- KORBELÁŘ J. et. ENDRIS Z., 1981: Naše rostliny v lékařství. – Avicenum, Praha: 501 s.
- KUBÁT K., HROUDA L., CHRTEK J. jun., KAPLAN Z., KIRSCHNER J. et ŠTĚPÁNEK J. [eds.], 2002: Klíč ke květeně české republiky. – Academia, Praha: 928 s.
- KUBÍČEK F., ŠIMONOVÍČ V., KOLLÁR J. et. KANKA R., 2008: Herb layer biomass of the Morava river floodplain forests. - *Ekológia Bratislava* 27: 23 – 30 s.
- KUNA M., 2006: Nedestruktivní archeologie Teorie, metody a cíle. - Akademie věd České republiky, Praha: 20 s.
- KUNA M. [ed.], 2004: Nedestruktivní archeologie. – Academia, Praha: 555 s.
- LENSSSEN J. P. M., VAN KLEUNEN M. FISCHER M. et. DE KROON H., 2004: Local adaptation of the clonal plant *Ranunculus reptans* to flooding along a small-scale gradient. - *Journal of Ecology* 92: 696 – 706 s.
- MARTINCOVÁ N., 2014: Vztah délky trvání klonálního spojení rostlin a parametrů prostředí. – Nепublikováno, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Karlova v Praze.
- MEUSEL H., 1987: Vergleichende chorologie der Zentraleuropäischen Flora. Band II. - VEB Gustav Fischer Verlag, Jena: 418 s.
- MOKRÝ J., KOMPIŠ I. et. SPITELLER G., 1967: Alkaloids from *Vinca minor* L. XX. Further minor alkaloids. - *Collect. Czech. Chem. Commun* 32: 2523 - 2531 s.
- NEUHÄSLOVÁ Z. [ed.], 2001: Mapa potencionální vegetace české republiky. – Academia, Praha: 341 s.

- NOVÁ J. et KARLÍK P., 2010: Vegetace zaniklých středověkých vesnic Kozelského polesí (Plzeňsko). – Zprávy Čes. Bot. Společ., Praha 45: 93 – 117 s.
- O'DRISCOLL M. G., 2009: Exotic Plant Management at the Guilford Courthouse National Military Park, Greensboro, North Carolina, with Observations on the Spread and Control of Common Periwinkle (*Vinca minor*). - Raleigh, North Carolina: 299 s.
- KOZOJEDY, 2015: Historie obce: Středověk, online: <http://www.obeckozojedy.cz/index.php?stranka=historie>, cit 24. 3. 2015
- OHKI K., 2014: Effect of Zinc Nutrition on Photosynthesis and Carbonic Anhydrase Activity in Cotton. - *Physiologia Plantarum* 38: 300 – 304 s.
- PAZDERA Z., 2015: Botanický slovník: Archeofyt – Wendys, online: <http://botanika.wendys.cz/slovník/heslo.php?28>, cit. 13. 3. 2015
- PRANGE W., 1996: Das Kleine Immergrün (*Vinca minor* L.) in Westedeutschland – eine Kulturreliktpflanze aus römischer Zeit. – *Schr. Naturwiss. Ver. Schlesw. – Holst.* 66: 71 – 96 s.
- PRICE E. A. C. et HUTCHINGS M. J., 1996: The effects of competition on growth and form in *Glechoma hederacea*. - *Oikos* 75: 279 - 290 s.
- PYŠEK P., KAPLAN Z., CHYTRÝ M. et. DANIHELKA J., 2012: Catalogue of alien plants of the Czech Republic (2nd edition). - *Preslia* 84: 393 – 396 s.
- QUITT, 1971: Klimatické oblasti Československa. – Academia Praha: 73 s.
- RUTKOVSKA S., NOVICKA I. et. PUČKA I., 2011: Analysis of Invasive Flora in Cemetery Territories of the City of Daugavpils (Latvia). - *Rezeknes Higher education Institution, Environment. Tchnology. Resources. 8th international scientific conference maerials* 2: 344 - 350 s.
- SCHWEINGRUBER F. H. et. POSCHLOD P., 2005: Growth Rings in Herbal and Shrubs, Forest snow and landscape research. – Swiss Federal Rresearch Institute WSL, Birmensdorf 79: 195 - 415 s.
- SKALICKÝ M., 1988: Regionální fyto geografické členění. In: HEJNÝ S. et SLAVÍK B. [eds.]: *Květena České socialistické republiky 1.* – Academia, Praha: 103 – 121 s.
- SLAVÍK B., 2000: *Apocynaceae* JUSS. – toješťovitě. In: SLAVÍK B. [ed.]: *Květena ČR 6.* – Academia, Praha: 10 – 121 s.
- SMETÁNKA Z., 1987: Hledání zmizelého věku. - Mladá fronta Praha: 336 s.
- SMETÁNKA Z., 1988: Život středověké vesnice - Zaniklá Svídna. - Academia, Praha: 176 s.
- STOLZ C., 2013: Archäologische Zeigerpflanzen: Fallbeispiele aus dem Taunus und dem nördlichen Schleswig-Holstein. Plants as indicators for archaeological find sites: Case studies from the Taunus Mts. and from the northern part of Schleswig-Holstein (Germany). - *Schriften des Arbeitskreises Landes* 11: 1 - 30 s.

STUEFER J. F., DURING H. J. et. KROON H., 1994: High benefits of clonal integration in two stoloniferous species, in response to heterogeneous light environments. – *Journal of Ecology* 82: 511 - 518 s.

ŠIMEK T., KOPAČKA L. et. LOUDA J., 1989: Hrady, zámky a tvrže v Čechách, na Moravě a ve Slezsku: východní Čechy. - 1. vyd. Praha: Svoboda: 91 s.

ŠŤASTNÁ P., 2011: Ecology of *Rumex alpinus* – a retrospective studies using annual growth markers on rhizomes. - Academy of Sciences of the Czech Republic, Třeboň: 23 s.

ŠULTYS M., 2011: Vliv podmínek prostředí na růst druhu *Vinca minor* L. – Fakulta životního prostředí, ČZU v Praze.

TOLASZ R., 2007: Atlas podnebí Česka. - Český hydrometeorologický ústav, Praha: 255 s.

TULYAGANOV T. S. et. NIGMATULLAEV A. M., 2000: Chemistry of Natural Compounds: Alkaloids of *Vinca minor*. - Plenum 36: 540 s.

Van KLEUNEN M., FISHER M. et. SCHMID B., 2001: Effects of Intraspecific competition on size variation and reproductive allocation in a clonal plant. – *Oikos* 94: 515 – 524 s.

VOJTA J., 2007: Relative importance of historical and natural factors influencing vegetation of secondary forests in abandoned villages. - *Preslia* 79: 223 – 244 s.

VUMOP 2015: Analýza půd, online: http://www.vumop.cz/index.php?p=cenik_pudy&site=default, cit. 15. 2. 2015

VÝŠKOPIS ČR, 2015: online: vyskopis.cz, cit. 23. 3. 2015

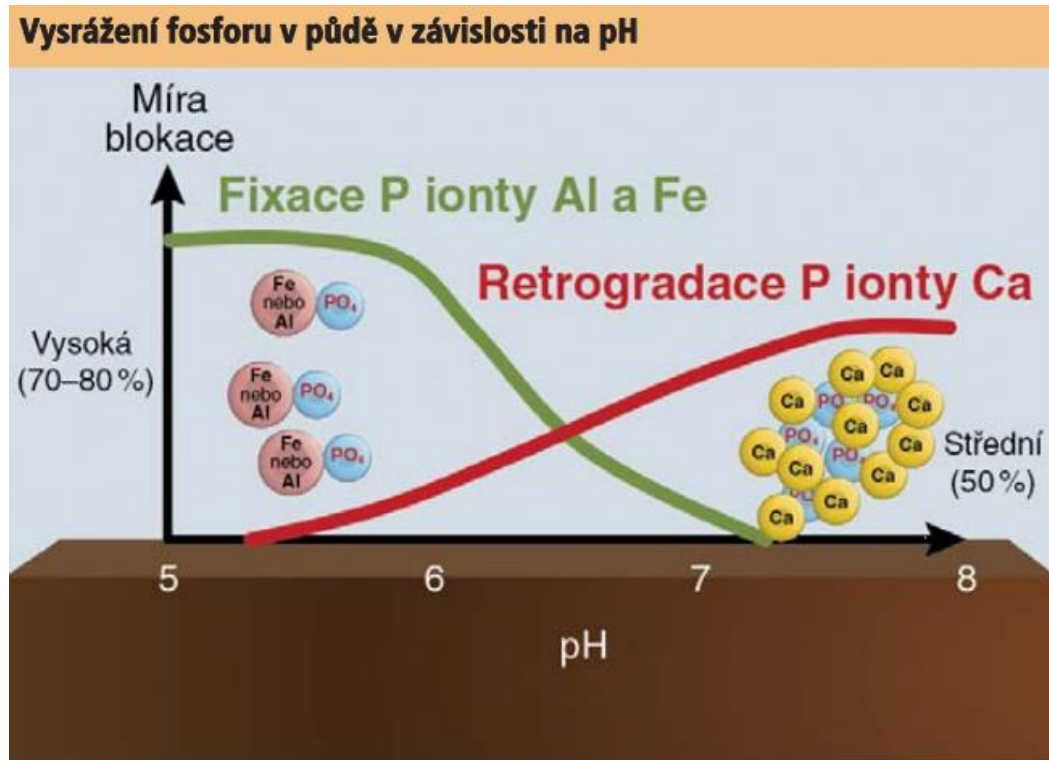
WELLS E. C. et. TERRY R. E., 2007: Special issue: advances in geoarchaeological approaches to anthrosol chemistry, part I: agriculture introduction. - *Geoarchaeology* 22: 285 – 90 s.

8. Přílohy

Příloha 1. – Animace šíření klonálních rostlin

www.butbn.cas.cz/klimes

Příloha 2. – Křivka rostlinám dostupného fosforu v závislosti na pH (BABIÁNEK 2014)



Příloha č. 3 Měřené hodnoty barvínku (hmotnostní hodnoty jsou v gramech na plochu 40*40cm; délky jsou v centimetrech na plochu 40*40cm)

vzorek	List_hm	Kořen_h m	Odd_h m	Prýt_h m	Celková_hm	nad/pod
S1	159,9	339,2	242,4	116,1	857,7	0,5
S2	44,6	104,3	82,3	29,6	260,8	0,4
S3	59,7	108,7	86,6	46,5	301,5	0,5
S4	29,2	38,0	23,1	21,3	111,6	0,8
S5	83,8	33,1	36,1	82,9	235,9	2,4
S6	63,9	83,1	57,3	68,5	272,8	0,9
S7	55,2	48,6	63,6	46,3	213,8	0,9
S8	75,3	77,4	125,0	73,1	350,7	0,7
S9	7,9	5,0	6,2	3,3	22,4	1,0
S10	94,7	153,6	158,9	73,3	480,4	0,5
D1	27,3	37,3	29,3	28,4	122,2	0,8
D2	31,3	34,9	65,8	30,1	162,1	0,6
D3	51,0	48,3	86,8	42,0	228,1	0,7
D4	107,3	100,3	91,6	88,7	387,8	1,0
D5	22,9	45,8	39,6	23,7	132,1	0,5
D6	53,3	68,5	99,8	48,8	270,4	0,6
D7	11,8	10,0	18,9	9,3	49,9	0,7
D8	113,0	123,3	179,4	120,9	536,6	0,8
D9	19,1	31,1	32,8	25,4	108,4	0,7
D10	13,1	33,3	33,6	10,5	90,5	0,4
K1	18,7	22,3	21,5	14,4	76,9	0,8
K2	37,6	46,5	69,2	31,2	184,4	0,6
K3	26,0	31,5	58,4	24,4	140,3	0,6
K4	55,9	63,2	94,3	46,7	260,1	0,7
K5	24,1	15,5	19,6	15,9	75,0	1,1
K6	32,8	16,4	28,6	23,2	100,9	1,2
K7	5,3	6,4	2,8	3,9	18,4	1,0
K8	26,0	18,9	23,3	19,0	87,1	1,1
K9	47,4	19,9	38,4	37,9	143,6	1,5
K10	17,4	13,5	23,7	13,9	68,4	0,8

vzorek	odd_dél	prýt_dél	nad/koř	prýt/odd	hlb_koř	pokryv.
S1	216,6	236,6	0,8	1,1	12,0	0,9
S2	69,8	76,8	0,7	1,1	11,0	0,3
S3	55,5	104,6	1,0	1,9	10,0	0,5
S4	20,6	41,4	1,3	2,0	9,0	0,3
S5	37,0	191,9	5,0	5,2	8,0	0,3
S6	47,1	171,8	1,6	3,6	12,0	0,8
S7	74,1	112,8	2,1	1,5	12,0	0,7
S8	140,1	166,8	1,9	1,2	8,0	0,8
S9	7,0	12,6	2,2	1,8	9,0	0,1
S10	142,8	176,2	1,1	1,2	11,0	1,0
D1	28,6	51,4	1,5	1,8	10,0	0,4
D2	71,9	73,0	1,8	1,0	9,0	0,5
D3	98,8	116,6	1,9	1,2	7,0	0,7
D4	75,3	174,0	2,0	2,3	10,0	0,9
D5	30,9	52,4	1,0	1,7	12,0	0,3
D6	105,0	101,3	1,5	1,0	8,0	0,7
D7	25,3	23,9	2,1	0,9	5,0	0,1
D8	161,2	251,8	1,9	1,6	10,0	1,0
D9	22,9	44,5	1,4	1,9	9,0	0,2
D10	40,8	23,4	0,7	0,6	12,0	0,2
K1	11,3	31,7	1,5	2,8	10,0	0,4
K2	54,5	63,6	1,5	1,2	15,0	1,0
K3	38,3	56,6	1,6	1,5	10,0	0,5
K4	69,0	99,9	1,6	1,4	11,0	0,9
K5	16,3	34,0	2,6	2,1	7,0	0,3
K6	16,6	46,1	3,4	2,8	7,0	0,7
K7	4,4	10,1	1,5	2,3	5,0	0,1
K8	13,4	38,0	2,4	2,8	5,0	0,4
K9	43,1	84,2	4,3	2,0	15,0	0,9
K10	15,1	26,9	2,3	1,8	10,0	0,3

Příloha č. 4 Hodnoty prostředí (ovl_H2O: 0-neovlivněno, 1-ovlivněno;
půda: 0-skelet, 1-písčítá, 2- lehká písčítá, 3-hlinitopísčítá, 4-hlinitá, 5- střední, 7-spraš, 9-
ulehlá, 10-jílovitá)

vzorek	zápoj	porost	opad/neo	ovl_H2O	půda	skelet_hl
S1	0,7	jehlič	1	0,5	0	15
S2	0,7	jehlič	0,35	0,5	0	15
S3	0,8	jehlič	0,5	0,5	5	30
S4	0,5	list	1	0,5	10	30
S5	1	list	1	0,5	0	8
S6	0,9	jehlič	0	0,5	5	30
S7	0,95	jehlič	0	0,5	0	5
S8	1	list	1	0,5	0	8
S9	0,9	mix	1	0,5	5	30
S10	0,8	mix	0,65	0,5	4	30
D1	0,6	list	1	0	7	30
D2	1	list	1	0,5	7	30
D3	1	list	1	0,5	9	30
D4	0,9	mix	0,55	0,5	7	30
D5	0,65	mix	0	0,5	7	30
D6	0,8	list	0,25	0,5	7	30
D7	0,9	list	1	0,5	9	30
D8	0,9	mix	1	0,5	9	30
D9	0,8	list	1	0,5	7	30
D10	1	list	1	1	7	30
K1	0,9	mix	0,2	0,5	2	30
K2	0,7	mix	0,5	0,5	4	30
K3	0,8	list	1	0,5	3	30
K4	0,95	list	1	0,5	3	30
K5	0,8	list	1	1	1	30
K6	0,95	list	2	0,5	3	30
K7	0,6	jehlič	0	0	1	30
K8	0,6	mix	0,8	0,5	1	30
K9	0,9	list	1	1	3	30
K10	0,9	mix	0,5	0,5	3	30

Příloha č. 5 tabulky prvků z XRF analýzy

prvek vzorek	Al	Si	P	S	K	Ca	Ti
	S1	3,046667	22,36	0,076767	0,2381	0,891	0,635567
S2	3,096667	26,48667	0,083133	0,162533	1,023533	0,337833	0,343933
S3	2,826667	30,04333	0,042067	0,1	1,1714	0,045133	0,3581
S4	2,983333	34,94667	0	0,017467	1,3778	0	0,459267
S5	2,61	29,52	0,0536	0,123567	1,172567	0,236767	0,396933
S6	2,816667	28,44	0,075067	0,0999	1,112267	1,3596	0,3796
S7	3,08	30,11	0,059867	0,083567	1,243433	0,68	0,4173
S8	3,37	29,8	0,031067	0,042433	1,2569	0,93	0,411033
S9	3,096667	30,62	0,041733	0,0941	1,1043	0,048	0,3633
S10	3,23	32,78667	0,009833	0,029133	1,1375	0,1201	0,386267
D1	6,406667	27,58	0,0294	0	1,988567	0	0,462333
D2	5,053333	29,32333	0,032933	0	1,833167	0	0,493967
D3	4,963333	30,74	0,023167	0	1,894933	0	0,521267
D4	5,293333	30,27	0,0196	0	1,9126	0	0,537933
D5	5,016667	28,19667	0,035433	0	1,7947	0	0,464
D6	4,823333	29,48667	0,035433	0	1,838933	0	0,5043
D7	4,993333	31,37667	0,0193	0	1,829	0	0,5603
D8	4,42	31,96667	0,008233	0	1,739633	0	0,541033
D9	4,13	30,88	0,040133	0	1,7664	0	0,516967
D10	4,146667	31,23667	0	0	1,735933	0	0,551667
K1	3,66	28,56667	0,116033	0,076633	1,147833	0,1236	0,286633
K2	3,66	28,53	0,041733	0,022567	1,2111	1,060667	0,249733
K3	3,36	29,90667	0,039	0,0581	1,092133	0,073767	0,289233
K4	3,116667	29,21667	0,082367	0,1106	0,887067	0,065867	0,250333
K5	3,123333	29,85	0,068133	0,033033	0,9827	0,03	0,277733
K6	3,636667	30,30333	0,043067	0,034467	1,204233	0,0348	0,2934
K7	2,646667	29,00667	0,0984	0,121267	0,918867	0,008767	0,243533
K8	2,573333	30,95667	0,0734	0,0692	0,8561		0,221533
K9	2,61	25,42	0,066667	0,199033	0,688033	1,429733	0,1801
prvek vzorek	V	Cr	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn
	S1	0	0	0,016467	1,715433	0,000567	0,002633
S2	0	0	0,028267	1,6559	0	0,002467	0,008567
S3	0,009533	0	0,006067	1,272167	0	0,002567	0,0062
S4	0,0053	0	0,016667	1,259	0	0,002067	0,0066
S5	0	0	0,019833	1,207267	0	0,003067	0,0066
S6	0,0112	0	0,196733	1,1828	0	0,003867	0,0294
S7	0,006967	0,002067	0,102167	1,347333	0	0,003933	0,0158
S8	0,0186	0	0,208533	1,373033	0,001133	0,0025	0,008467
S9	0,004633	0	0,025867	1,4181	0	0,002667	0,006867

S10	0	0	0,0355	1,387133	0,001267	0,002333	0,007533
D1	0,021933	0,0022	0,160167	2,6892	0,0026	0,002067	0,0075
D2	0,024967	0	0,095133	2,439567	0,001067	0,002567	0,006733
D3	0,020333	0	0,0351	1,829867	0,001833	0,001833	0,005233
D4	0,024833	0,003367	0,1381	2,338667	0,001567	0,002267	0,0069
D5	0,021333	0,002133	0,079067	2,292633	0,001367	0,003467	0,006667
D6	0,022367	0	0,100967	2,141433	0,001267	0,002033	0,006733
D7	0,026133	0	0,0796	1,835	0,000567	0,001833	0,005533
D8	0,020567	0,0024	0,094167	1,7271	0,0006	0,0024	0,005433
D9	0,025133	0	0,037667	1,881	0,002133	0,0022	0,005833
D10	0,007733	0,0026	0,147933	1,5307	0	0,002333	0,0052
K1	0,0095	0	0,0197	1,312833	0	0,002	0,005867
K2	0,018533	0,002967	0,0787	1,137067	0,0014	0,000967	0,0044
K3	0,004867	0	0,010167	1,0333	0,000633	0,001367	0,0027
K4	0,005167	0	0,008867	0,936467	0	0,000633	0,002267
K5	0,0117	0	0,0593	1,630433	0	0,000433	0,002967
K6	0,007633	0	0,0143	1,235767	0,000533	0,000933	0,003433
K7	0,014967	0	0,023767	0,951133	0	0,001633	0,002333
K8	0,0091	0	0,040667	0,782833	0	0,000867	0,002067
K9	0,0105	0,003333	0,009867	1,163133	0,0005	0,001333	0,002433
K10	0,0064	0	0,0334	1,160433	0	0,001667	0,0041
prvek							
vzorek	As	Se	Rb	Sr	Y	Zr	Ag
S1	0,002033	0	0,006367	0,009467	0	0,016033	0,001833
S2	0,002267	0	0,007067	0,011867	0	0,0206	0,0007
S3	0,002467	0	0,006867	0,011033	0,0003	0,027633	0
S4	0,002133	0	0,0076	0,010267	0	0,0368	0
S5	0,002033	0	0,0063	0,0086	0	0,029067	0
S6	0,002333	0	0,0064	0,013767	0	0,029767	0
S7	0,0023	0	0,0073	0,0112	0	0,032033	0
S8	0,0021	0,0001	0,007767	0,0112	0	0,029667	0
S9	0,0024	0	0,007333	0,010867	0	0,0278	0
S10	0,0024	0	0,008233	0,010533	0	0,028567	0
D1	0,003167	0	0,0143	0,009067	0	0,023833	0
D2	0,0024	0	0,013633	0,009733	0	0,043833	0
D3	0,002533	0	0,012067	0,0099	0	0,044767	0
D4	0,002833	0	0,012733	0,009533	0	0,0428	0
D5	0,002933	0	0,014033	0,010033	0	0,032133	0
D6	0,0026	0	0,013467	0,009933	0	0,041767	0
D7	0,002067	0	0,0119	0,009667	0	0,045933	0
D8	0,002067	0	0,010967	0,009667	0	0,0485	0
D9	0,0022	0	0,010167	0,009267	0	0,048433	0
D10	0,0021	0	0,010733	0,0093	0	0,0491	0
K1	0,001633	0	0,006467	0,005333	0	0,024333	0
K2	0,001367	0	0,006733	0,006933	0	0,0227	0

K3	0,001433	0	0,005567	0,005533	0	0,0302	0
K4	0,001567	0	0,004533	0,005067	0	0,020667	0
K5	0,002367	0	0,005267	0,005167	0	0,026067	0
K6	0,0018	0	0,0054	0,005167	0	0,017933	0
K7	0,0017	0	0,0052	0,004467	0	0,014	0
K8	0,001533	0	0,004067	0,004067	0	0,018233	0
K9	0,0012	0	0,003433	0,010067	0	0,0122	0
K10	0,001733	0	0,0046	0,004367	0	0,0143	0
prvek							
vzorek	Cd	Sn	W	Pb	Th	U	LE
S1	0	0	0	0,008667	0,001333	0,000233	70,67
S2	0	0,001333	0	0,0101	0,000433	0,000267	66,71667
S3	0	0	0	0,0088	0,001367	0	64,05667
S4	0	0	0,001033	0,006067	0,001167	0	58,85667
S5	0,000867	0	0,001167	0,0096	0,001033	0,000267	64,59333
S6	0	0	0	0,009833	0,0007	0	64,23
S7	0	0	0	0,0096	0,0011	0	62,78333
S8	0	0	0	0,007433	0,000833	0	62,48667
S9	0	0	0,001067	0,010233	0,0003	0,000267	63,11
S10	0	0	0	0,006367	0,001133	0	60,80667
D1	0	0	0	0,004567	0,0013	0	60,59333
D2	0	0	0	0,005333	0,000767	0	60,61333
D3	0	0	0	0,0047	0,001233	0	59,89333
D4	0	0	0	0,005933	0,001267	0	59,37667
D5	0	0	0	0,007033	0,0012	0	62,01667
D6	0	0	0	0,005833	0,001267	0	60,96333
D7	0	0	0	0,004933	0,001167	0,0003	59,19667
D8	0	0	0	0,005567	0,001267	0	59,39667
D9	0	0	0	0,004533	0,001167	0	60,63667
D10	0	0,001167	0	0,005533	0,0013	0	60,55333
K1	0	0	0	0,004167	0	0	64,63
K2	0	0	0	0,002833	0,0003	0	63,94
K3	0	0	0	0,003333	0,0003	0	64,08333
K4	0	0	0	0,004233	0	0	65,28333
K5	0	0	0	0,0027	0,000267	0	63,88667
K6	0	0	0	0,003767	0	0	63,15
K7	0	0	0	0,0033	0	0	65,93333
K8	0	0	0	0,002733	0,0003	0	64,38333
K9	0	0	0	0,0035	0	0	68,18667
K10	0	0	0	0,003733	0	0	67,78667