

**BP 171**

Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta,  
Ústav pro životní prostředí

## **Vlastnosti druhů určující reakci na pastvu**

Bakalářská práce

Hana Mayerová



Vedoucí bakalářské práce: Mgr. Zuzana Münzbergová, PhD.

Konzultant: Prof. RNDr. Karel Pivnička, DrSc.

Praha 2007



*Pání hora, srpen 2007 (vlastní foto)*

#### Poděkování

Chtěla bych na tomto místě poděkovat zejména své školitelce Mgr. Zuzaně Münzbergové, PhD., za to, že pro mě našla místo v projektu, který mě zaujal tématem, místem i lidmi, a za rady a připomínky při sepisování práce. Další z těch, kdo umožnili vznik této práce, je můj konzultant Prof. RNDr. Karel Pivnička, DrSc. Za spolupráci a příjemně strávené chvíle chci poděkovat všem, kteří se na projektu podílejí, zejména Aničce Hofmanové, která se mnou měla trpělivost v terénu. A nesmím zapomenout na své blízké a přátele, kteří přečkali chvíle, kdy mě pohltila práce.

V Praze, srpen 2007

Hana Mayerová

.....Hana Mayerová<sup>1</sup>.....

# Obsah

Abstrakt .....	1
1. Úvod .....	2
2. Literární přehled .....	5
2.1. Reakce druhů na pastvu .....	5
2.2. Důležité vlastnosti druhu v reakci na pastvu .....	6
2.3. Vliv faktorů na reakci druhu na pastvu .....	7
2.4. Možnost předpovědi .....	8
2.5. Výsledky na různých lokalitách .....	9
2.6. Shrnutí .....	10
3. Lokalita .....	11
3.1. Český kras .....	11
3.1.1. Přírodní poměry .....	11
3.1.2. Historie obhospodařování .....	13
3.2. NPR Karlštejn .....	14
3.3. Vlastní lokalita .....	14
4. Metodika sběru a zpracování dat .....	15
4.1. Dlouhodobá reakce na pastvu .....	15
4.2. Vlastnosti přítomných druhů .....	15
4.3. Obrázková schopnost .....	15
4.4. Regenerace v souvislosti se sousedním druhem .....	15
4.5. Vyhodnocení dat .....	16
5. Závěr .....	17
6. Literatura .....	18
7. Seznam příloh.....	21

## **Abstrakt**

Travná společenstva, vzniklá nejen díky přírodním podmínkám, ale i díky výraznému vlivu člověka, jsou dnes samozřejmou součástí naší krajiny. Ovšem jejich existence závisí na správné volbě způsobu obhospodařování. Jedním z tradičních způsobů je pastva. Je důležité poznat, jak přesně rostlinná společenstva reagují na pastvu, abychom se vyhnuli případným nežádoucím účinkům. Velkým úspěchem by byla schopnost na základě nějakých vlastností druhů, přítomných ve společenstvu, předvídat reakci na pastvu celého společenstva. Ve své bakalářské práci se zabývám vlastnostmi rostlin na pasených lokalitách v Českém krasu a tím, jak mohou tyto vlastnosti předpovídat reakci společenstva na pastvu, která je na lokalitách sledována vegetačním monitoringem. Sledovanými vlastnostmi jsou základní charakteristiky, jako je výška rostliny, plocha listů, doba kvetení a další. Jednou ze sledovaných vlastností je i schopnost rostlin obrážet v rámci jedné vegetační sezóny, kterou sleduji pomocí fytoecologických snímků prováděných každé léto po ukončení pastvy. Na základě výsledků budoucí diplomové práce bude možno odhadovat reakci na zavedení pastvy na dalších lokalitách.

Klíčová slova: travinná společenstva, pastva, vlastnosti rostlin, reakce na pastvu, Český kras

## **Abstract**

Grassland communities, which originated not only due to natural conditions, but also due to strong human impact, are an indispensable part of our landscape. However, their existence depends on the right choice of management. One of the traditional ways of managing grasslands is grazing. It is important to understand how exactly vegetation reacts to grazing in order to avoid any unwanted effects. Predicting the grazing response of the whole community on the basis of functional traits of present species would be a major advance. My bachelor thesis deals with plant functional traits of species growing on grazed steppes in the Czech Karst Protected Landscape Area and the ways these traits could predict the observed response to grazing. One of the observed traits is also the ability of plants to resprout within one season. I am monitoring this ability by vegetation surveys carried out each summer after the end of grazing. Results of my future diploma thesis will allow predicting grazing response of species on other sites.

Key-words: grasslands, grazing, plant functional traits, grazing response, Czech Karst

# 1. Úvod

Travná společenstva, louky a pastviny, jsou dnes samozřejmou součástí naší krajiny, podobně jako lesy a pole. Přitom však louky, pastviny a pole mají společnou jednu zásadní charakteristiku – na jejich vzniku se výrazně podílel člověk a jeho aktivity. Toto je nejzjevnější u polí, která bez každoroční lidské údržby rychle zarůstají. Jakkoli na světě existuje řada příkladů primárního bezlesí, v našich podmínkách nevznikla většina plochy travinných společenstev samovolně, pouze přímým vlivem klimatu a podloží, nýbrž působením dalších mechanismů. Jedním z nich je oheň, odstraňující vzrostlou biomasu (Roques *et al.* 2001). Dalším mechanismem jsou pasoucí se býložravci – zde se již ale ukazuje, že není pastva jako pastva a že její účinek velmi závisí na její intenzitě. Například přílišné vypásání savan snižuje četnost požárů a tím přispívá k zarůstání savan křovinami (Roques *et al.* 2001).

Pochopení vzniku bezlesých stanovišť je důležité pro možnost jejich zachování. Pakliže lidské obhospodařování stálo u jejich zrodu, musíme v něm pro jejich zachování pokračovat, a to stejným způsobem. Proč je ale zachování těchto společenstev důležité? Luční společenstva představují druhově bohatý prvek naší krajiny, který by v zájmu zachování celkové biodiverzity neměl zaniknout.

V našich podmínkách již samotná označení travinných společenstev vyvolávají v každém zakotvenou představu obhospodařování. Na pastvinách se pase dobytek a louky se sečí na seno. Tento tradiční způsob byl ale na řadě lokalit opuštěn, a to z více rozdílných důvodů.

První úbytek pasených lokalit znamenal zákaz po staletí tradiční pastvy v lese, aby bylo možné lesy hospodářsky využívat na dřevo. Tento posun měl za následek menší heterogenitu krajiny a ztrátu některých biotopů, světlých vypásaných lesů. Při následné intenzifikaci a mechanizaci zemědělství dále klesala rozloha a četnost tradičně obhospodařovaných ploch. Například vlhké louky, do té doby sečené, byly nechány ladem, protože jsou nevhodné pro těžké stroje. Dobytek byl zahnán z pastvin do stájí. I když v současné době je snaha některých chovatelů umožnit hospodářským zvířatům život na pastvinách, přesto stále chybí pastva malých stád na méně úživných či přístupných lokalitách, kde bývala dříve běžná. Úplný návrat k dřívějším technikám, které udržovaly louky a pastviny, je za současného stavu populace a nároků na produkci nemožný.

Druhým důvodem, proč byl opuštěn tradiční, na lokalitách po dlouhou dobu zavedený způsob obhospodařování, byla obava, aby se tato společenstva zachovala. Ochrana přírody tedy, s úmyslem zachovat druhově bohatá luční společenstva, zakázala na nich hospodařit způsobem, díky kterému se ona společenstva vyvinula. Nikterak překvapivě se ukázalo, že v uzavřených a

neobhospodařovaných chráněných územích začaly cenné louky a bývalé pastviny zarůstat (Mládek *et al.* 2006).

Těmito způsoby se jedna část travinných společenstev ocitla pod mnohonásobně větším tlakem než v minulosti (intenzivně využívaná pole, pastviny a louky), druhá část byla ponechána svému osudu (lokality nevhodné pro mechanizaci, chráněná území).

V chráněných územích bylo již na mnoha místech zavedeno sečení a v současné době je snaha najít pro každou lokalitu vyhovující způsob managementu. Proto je na řadě území znovu zaváděna pastva. Provedení ovšem není tak jednoduché, jak by se zdálo. Nelze navázat na původní způsob a je tedy nutné nalézt alternativní, kterým bude dosaženo stejného účinku. Příliš nízká intenzita pastvy povede k zarůstání a příliš vysoká intenzita zase k degradaci půdy (Watkinson & Ormerod 2001). Důležité je i načasování pastvy (Bullock *et al.* 2001) a volba zvířete (Vesk & Westoby 2001).

Jak tedy najít pro konkrétní lokalitu vhodný management? Jak zjistit, jestli je pro danou lokalitu pastva vhodným způsobem obhospodařování a jak najít správné parametry pastvy? Každá lokalita má svá specifika – konkrétní druhovou skladbu, klima, podloží, dostupnost zdrojů a historii. Je tedy těžké najít jinou, ve většině parametrů podobnou lokalitu, na které již byla pastva vyzkoušena, a podívat se, zda-li vyhovovala. Zde se vynořují další problémy, a to za prvé malý počet studií, důkladně zkoumajících vliv pastvy, a za druhé krátké časové trvání většiny z nich, během kterého se nemusí projevit dynamika všech přítomných populací a výsledky tak nemusí být zcela relevantní.

Vhodným přístupem by mohlo být zkoumání rostlin pasených lokalit ne z hlediska jejich druhové příslušnosti, ale z hlediska jejich vlastností. Ty odráží celkovou povahu stanoviště a narozdíl od druhového zařazení jsou biologické charakteristiky druhů snáze zobecnitelné na floristicky odlišné regiony (Díaz *et al.* 2001, Rusch *et al.* 2003). Nalezení vlastností, které spolehlivě předznamenají určitou reakci na pastvu, by přispělo k možnosti usuzovat na vývoj společenstva po zavedení pastvy (Bello *et al.* 2005).

Ve své práci se zabývám vlastnostmi rostlin na pasené lokalitě v chráněném území Český kras. Navazuji tak na práci Anny Hofmanové, která zde sleduje dlouhodobou reakci rostlin na pastvu. Mým cílem bude zjistit vlastnosti přítomných druhů a zkusit odpovědět na otázku, jestli by některé vlastnosti mohly předpovídat pozorovanou reakci na pastvu. Z toho by pak bylo možno usuzovat na následky zavedení pastvy na jiných lokalitách.

K poznání reakce rostlinných druhů na pastvu by měla přispět i druhá část mé práce, ve které se chci zabývat obrážením rostlin po pastvě a tak sledovat jejich regeneraci v rámci jedné sezóny. Schopnost obrážet je jednou z vlastností, která může sloužit k predikci dlouhodobé reakce druhu na pastvu.

Cílem mé bakalářské a navazující diplomové práce tak bude zodpovědět na následující otázky.

1. Jaké jsou hlavní vlastnosti, které určují dlouhodobou reakci druhů na pastvu, pozorovanou v diplomové práci A. Hofmanové?
2. Do jaké míry schopnost regenerace po jedné sezóně dokáže určit dlouhodobou reakci?
3. Do jaké míry je regenerace druhu po pastvě dána přítomností různých druhů v jeho okolí?

## 2. Literární přehled

### 2.1. Reakce druhů na pastvu

Po započetí pastvy můžeme pozorovat na lokalitě změny v druhovém složení rostlinného společenstva. Některé druhy začnou ustupovat, či vymizí, jiné budou na lokalitě stále početnější (Cingolani *et al.* 2005). Různé druhy tedy mají různé odpovědi na pastvu. Čím je ale tato odpověď podmíněna? Odpověď jednotlivých druhů je jednak dána jejich vlastnostmi, dále podmínkami na stanovišti, identitou sousedních druhů, typem herbivora, načasováním a intenzitou pastvy. Všechny tyto faktory ovlivňují, jak bude rostlina reagovat na pastvu (Vesk & Westoby 2001).

Rostliny mohou v odpověď na disturbanci, jakou je pastva, uplatnit v zásadě dvě strategie, které jim umožní další růst na lokalitě, a to je tolerance, nebo avoidance (Bullock *et al.* 2001, Milchunas & Noy-Meir 2002). Který z těchto mechanismů ale převládne? Tím se zabývají například Cingolani *et al.* (2005), když si ve své studii kladou otázku, co udělá pastva s lokalitou? Změní se druhové složení, ale ve prospěch čeho? Bude to krátkostébelná louka plná dobře spasitelných, výživných druhů, prosperujících, nebo začnou ve společenstvu převládat rostliny nejedlé, tuhé, nevýživné? Když se stane to první, zvířata se na lokalitu nahnou ještě více, tedy intenzita pastvy dále poroste, čímž zase budou více prospívat tyto výživné, dobře rostoucí druhy. To je strategie tolerance, tedy snášení pastvy, tak, že se rostlina nechá okusovat. Druhá možnost naznačuje převládající strategii avoidance – rostlina prostě pastvu „snáší“ tak, že se sežrat nedá.

Aby bylo možné zvolit tolerantní strategii, musí mít rostlina jednak určité vlastnosti (rychlý růst, rychlou obnovu pletiv), dále musí mít k dispozici dostatek zdrojů, které růst umožní – v prostředí s nedostatkem zdrojů bude avoidance preferovanou strategií (Adler *et al.* 2004, Cingolani *et al.* 2005).

Rostliny, které uplatňují strategii avoidance, tak mohou činit různými způsoby. Jednou možností je, když rostlina má určité vlastnosti, díky kterým nebude tolik konzumována herbivory. Pro avoidance je typický malý vzrůst, či rozprostřená růžice listů (Adler *et al.* 2004), malá plocha listů, dále pomalý růst a chemická obrana listů před okusem (Bullock *et al.* 2001). Druhou možností, jak rostlina dosáhne strategie avoidance, jsou podmínky prostředí, které ji uchrání před okusem, například vybíravé chování herbivora či fyzické bariéry (Milchunas & Noy-Meir 2002).



Rostliny tedy mají různé možnosti, jak na pastvu zareagovat. Vycházejí při tom ze svých druhových vlastností, které ovšem nabývají různého významu v měnících se podmínkách prostředí.

## 2.2. Důležité vlastnosti druhu v reakci na pastvu

Vlastnosti, důležité pro reakci na pastvu, můžeme rozdělit do dvou skupin, z nichž každou ovlivňuje pastva jiným způsobem. Přímé působení okusem ovlivňuje morfologii rostliny, nepřímé působení jako disturbance má vliv na životní cyklus a způsob šíření.

Další možné třídění nabízí Bullock *et al.* (2001), když rozlišují tři mechanismy, jak se vlastnosti rostlin promítají do jejich reakce na pastvu. Vlastnosti, díky kterým bude rostlina žrána, znamenají úbytek se stoupající pastvou, vlastnosti dobrého šíření v prostoru a vlastnosti slabého kompetitora znamenají nárůst se stoupající pastvou. Důležité vlastnosti jsou tedy stavba listů, rozmnožovací charakteristiky a výška rostliny.

SLA (specific leaf area, plocha listu dělená hmotností jeho sušiny) a pevnost listů jsou vlastnostmi, které vypovídají jednak o kvalitě píce z daných druhů (Bullock *et al.* 2001, Adler *et al.* 2004), dále o volbě tolerantní či avoidantní strategie. Tyto alternativní strategie se liší rychlostí růstu a obsahem dusíku v listových pletivech (Bullock *et al.* 2001, Adler *et al.* 2004), což jsou vlastnosti zjistitelné právě pomocí listových charakteristik, jako je SLA (Pausas & Lavorel 2003).

O probíhající pastvě na lokalitě vypovídá výška rostliny (Adler *et al.* 2004). Malý vzrůst může být způsobem avoidance (tj. rostlina se schová za ostatní), ale nemusí tak tomu být vždy. V nezapojených porostech nijak malá výška rostlinu nechrání před okusem (Vesk *et al.* 2004). Krom vlastní výšky je důležité i rozložení listů – vzpřímené či polehavé (Adler *et al.* 2004).

Z rozmnožovacích charakteristik je důležitý nejen způsob rozmnožování – vegetativní či generativní – ale i jeho načasování v rámci sezóny (Pakeman 2004).

Podle Pausas & Lavorel (2003) jsou pro reakci na pastvu důležité různé vlastnosti na různých úrovních, vždy však ty, které určují možnost zachování druhu. Nejprve je důležitá odolnost samotných jedinců (schopnost obrážet po okusu nebo se okusu vyhnout), potom semen a semenné banky (kvůli zachování populace), dále kompetiční schopnost (důležitá hlavně po skončení pastvy pro zachování druhu na úrovni společenstva, zahrnuje vlastnosti jako je výška rostliny, rychlost růstu a schopnost snášet zastínění) a nakonec schopnost šíření, která určuje zachování v krajině (zde jsou opět podstatné vlastnosti semen, jejich množství, velikost, váha a způsob propagace).

### 2.3. Vliv faktorů na reakci druhu na pastvu

Reakci na pastvu určuje mnoho vnějších faktorů, protože teprve vzhledem k okolí získávají konkrétní druhové vlastnosti svůj význam (Adler *et al.* 2004). Samotná absolutní informace o výšce rostliny nám ještě neřekne, jestli bude rostlina za pasty žrána, či nikoli, výpovědní hodnotu získá teprve v kontextu výšky celého porostu. Jinými slovy, není důležitá jen absolutní hodnota znaku, ale i jeho relativní hodnota ve společenstvu a jeho výhodnost/nevýhodnost na stanovišti.

Z toho vyplývá, že ani vlastnosti rostlin ani druhy nemohou vykazovat stále stejnou odpověď na pastvu za měnících se klimatických či geografických podmínek (Vesk & Westoby 2001), když jsou pokaždé v jiném relativním postavení a mají jiný potenciál růst a prosadit se. Klima je přitom základem pro určení dostupných možných strategií a životních forem, ze kterých může pastva vybírat svým působením ty nejodolnější (Bello *et al.* 2005). Důležitým klimatickým faktorem jsou srážky; vliv pastvy na vegetaci se za různých srážkových režimů projeví různě silně (Sternberg *et al.* 2000).

Reakce druhu na pastvu ovšem není konzistentní ani v rámci jedné klimatické oblasti (Noy-Meir *et al.* 1989). Jedním z hlavních faktorů, ovlivňujících reakci druhů na pastvu je pak produktivita společenstva (Osem *et al.* 2004, Pakeman 2004), protože vyšší produktivita daná půdními poměry stanoviště nejspíše určuje možnost volby tolerantní strategie (Adler *et al.* 2004). Dalším faktorem je postavení rostliny ve společenstvu (Pakeman 2004), včetně vlastní kombinace sousedních jedinců. Sousední rostliny se ovlivňují jednak přímo, a to kompeticí o zdroje, jednak nepřímo tím, která z nich více láká herbivora ke konzumaci. Nekonzistentní odpověď druhu na pastvu může být způsobena i změnou identity herbivora, ačkoli například Vesk & Westoby (2001) se tuto domněnku nepodařilo ve své studii prokázat.

Důležitým faktorem je minulost lokality – zda-li na ní již pastva probíhala, a jestli ano, tak jak dlouho, protože tím jsou ovlivněny výchozí vlastnosti vegetace (Adler *et al.* 2004). Jestli ano, tak již většina přítomných druhů bude na pastvu přizpůsobena a změny v druhovém složení nebudou tak výrazné, jako při zavádění pastvy na lokalitě, kde nikdy neprobíhala, ačkoli i zavedení různých intenzit a načasování pastvy na již pasené lokalitě má velký vliv na druhové složení (Bullock *et al.* 2001, Adler *et al.* 2004).

Spolu s intenzitou pastvy hraje roli i selektivita herbivorů. Je-li pastva málo intenzivní, mohou si zvířata vybírat, které rostliny spasou, a které ne. Budou si tedy vybírat rostliny výživné, chutné a dobře spásitelné (Hofmanová 2006). Zato rostlinám, které vykazují znaky avoidance, tzn. mají vysoký podíl uhlíkatých struktur, jsou málo výživné, tuhé, trnité, chlupaté, či obsahují pro herbivory toxické metabolity, se budou vyhýbat. Selektivita herbivorů zvýhodní právě popsané, pastvě se vyhýbající druhy, kterým se tedy investice do obranných prostředků

vyplatí. Jednak na ně nebude vyvíjen tlak ze strany herbivorů, jednak spásáním okolních druhů se jim uvolní prostor a poklesne konkurenční tlak, se kterým by se bez pastvy musely potýkat. Sníží se zápoj stanoviště a kořenová kompetice o živiny a vodu.

Zvýší-li se intenzita pastvy, například zvýšením počtu zvířat, nebo prodloužením doby jejich pobytu na pastvině, sníží se selektivita herbivorů. Na jedno zvíře bude připadat menší podíl rostlinné biomasy, takže si nebude moci tolik vybírat. V tu chvíli začnou být spásány i méně chutné a výživné rostliny. Jestliže tedy budou okusem postiženy všechny druhy na lokalitě, není už výhodné investovat do obranných mechanismů a výhodnou strategií se stává tolerance. Prospívát budou druhy, jimž jejich vlastnosti umožňují kompenzovat ztrátu biomasy. To znamená druhy rychle rostoucí, menšího vzrůstu, s tenčími listy a převahou dusíkatých struktur nad uhlíkatými (Cingolani *et al.* 2005). Toto ovšem musí umožnit úživnost stanoviště (Adler *et al.* 2004).

Za daných podmínek (místo, klima, typ pastvy, doba, konkurence ostatních) je tedy možno říci, že druh s těmito znaky bude za pastvy prospívát a druh s jinými vlastnostmi ne. Přenositelnost těchto výsledků na lokalitu s jinými podmínkami již představuje problém (Bello *et al.* 2005).

## 2.4. Možnost předpovědi

Přesto, že sledované vlastnosti nemají za všech okolností stejnou reakci na pastvu, zůstávají vhodným nástrojem při zobecňování vegetační odpovědi. Výsledné prediktory reakce se sice mění především s klimatem (Vesk & Westoby 2001, Bello *et al.* 2005), ale v rámci klimatu si odpovídají (Díaz *et al.* 2001).

Výsledky z jedné oblasti se tak dají použít k předpovědi důsledků pastvy v oblasti jiné, s podobnými podmínkami, i když v ní neznáme druhové složení (Pakeman 2004). Dále také umožňují rozlišit důsledky různých způsobů pastevního obhospodařování (různé intenzity a načasování pastvy) (Bullock *et al.* 2001) a tak vhodnou volbou managementu ovlivnit vývoj společenstva žádoucím směrem (například k výživné pastvině). Umožňují i zhodnotit budoucí prospívání jednotlivých druhů při zavedení pastvy (Pakeman 2004). Vzhledem k současnému stavu poznání však podle Rusch *et al.* (2003) lepší predikční modely vyžadují jemnější rozlišování funkčních typů rostlin a použití jemnějšího měřítka na gradienty disturbance a režimu obhospodařování.

Důležité také je, jsou-li při hodnocení vztahu vlastností a odpovědi na pastvu hodnoceny všechny přítomné druhy stejně, bez ohledu na jejich zastoupení na lokalitě. Lepší a

zobecnitelnější výsledky dostaneme, budeme-li vážit přítomné druhy jejich abundancí na lokalitě (Pakeman 2004).

## 2.5. Výsledky na různých lokalitách

Jaké jsou tedy důležité vlastnosti pro reakci na pastvu na různých lokalitách? Podle jakých vlastností se dá reakce předpovídat?

Pro rostliny z úrodnějších podmínek, kde jejich růst není omezován nedostatkem vody, je preferovanou strategií tolerance (Díaz *et al.* 2001, Cingolani *et al.* 2005). Zde se jako dobré prediktory vegetační odpovědi na pastvu ukázaly výška rostliny (klesající s rostoucí pastvou) a hmotnost a plocha listu (Díaz *et al.* 2001, Cingolani *et al.* 2005). Tyto výsledky však Vesk *et al.* (2004) ve své studii, týkající se semi-aridních pastvin, neprokázali. Jedinou vlastností s výpovědní hodnotou pro odpověď na pastvu se ukázala být délka životního cyklu (rostliny s kratším životním cyklem spíše prospívaly za pastvy). Kvůli otevřenému charakteru porostu zde nebyl patrný vliv vlastností jako je výška rostliny (protože malá výška už nechrání před okusem ze stran) či rychlost reprodukce (v otevřeném porostu neuvolní pastva mnoho nového místa).

V teplých a suchých mediteránních oblastech se jako vhodný prediktor pozitivní odpovědi na pastvu ukázala jednoletost (Bello *et al.* 2005). Zcela rozdílné jsou výsledky ze subalpínských lokalit, kde se neprokázala výpovědní hodnota žádné tradiční vlastnosti, jako je právě délka životního cyklu, výška rostliny, či tloušťka listů. Jediným znakem s větší výpovědní hodnotou zde byla přítomnost listové růžice (Bello *et al.* 2005).

Dalším faktorem ovlivňujícím výslednou předpovědní hodnotu vlastností je intenzita probíhající pastvy. Na semi-aridních mediteránních lokalitách za vyšší intenzity pastvy prospívaly rostliny jednoleté, rychle rostoucí, nižšího vzrůstu s rozprostřenými listy (Pakeman 2004). Při nižší intenzitě již prospívaly i rostliny vytrvalé, s dlouhým setrváním semen v semenné bance. Podobné jsou i výsledky z úrodných stepí jižní Argentiny (Cingolani *et al.* 2005), či z vlhčích mediteránních lokalit (del Pozo *et al.* 2006) – vyšší intenzita pastvy podpoří rostliny nižšího vzrůstu s vyšší SLA (Cingolani *et al.* 2005). Také na subtropických lokalitách při vyšší pastvě prospívají více rostliny krátkověké (McIntyre & Lavorel 2001).

Bullock *et al.* (2001) rozlišují také účinky pastvy v různých sezónách – v létě se mezi prospívajícími druhy nachází hlavně rychle se šířící rostliny s r-strategií, ne tak již při zimní a jarní pastvě. V těchto obdobích už pastva působí méně jako všeobecná disturbance a více se projeví vliv selektivity herbivora.

## 2.6. Shrnutí

Za znalosti klimatických podmínek lokality a přesných charakteristik probíhajícího pastevního managementu je tedy možné předpovídat reakci na pastvu pomocí vlastností přítomných druhů. Předpovědní hodnota vlastností zůstává v rámci klimatu zachována, což umožňuje odhadovat reakci na pastvu na dosud nepasených lokalitách. Ukazuje se přitom ale, že není vlastnost, která by předpovídala reakci na pastvu bez ohledu na klima.

## 3. Lokalita

### 3.1. Český kras

Chráněná krajinná oblast Český kras byla vyhlášena v roce 1972. Zaujímá území mezi Prahou a Berounem, na obou březích řeky Berounky (Kos & Maršáková 1997).

#### 3.1.1. Přírodní poměry

Oblast Českého krasu patří z hlediska klimatických poměrů do oblasti mírně teplé až teplé a mírně suché s mírnou zimou (Neuhäuslová 1998). Průměrná roční teplota je 8–9°C, průměrný roční úhrn srážek dosahuje 530 mm, přičemž srážkové maximum připadá na červenec. V zimních měsících jsou srážky minimální, sněhová pokrývka je nízká a vytrvává jen krátce. Vzhledem ke členitosti terénu a rozmanitosti vegetačního pokryvu zde může docházet k výrazným mikroklimatickým rozdílům. (Správa CHKO Český kras 2001)

Geologické podloží, na kterém se nalézá Český kras, je tvořeno hlavně vápencovými souvrstvími pražské pánve, které sahají od Prahy až do oblasti jižně od Berouna. Celý prostor dle geologické hantýrky připomíná tvar koncentrického oka. Sedimentace zde probíhala hlavně během mladších prvohor. Začala v ordoviku po ústupu kontinentálního zalednění jižní polokoule, kdy byl tehdejší český masiv součástí Gondwany. Po celkovém oteplení a roztátí ledovce došlo ke zdvihu mořské hladiny a usazování černých graptolitových břidlic. Ve středním siluru se navíc začal do probíhající sedimentace významně projevovat podmořský bazaltový vulkanismus, jenž můžeme vysledovat například ve Svatém Janu pod Skalou. Sedimentace pokračovala až do středního devonu, kdy postupným pohybem k rovníku začínají přecházet sedimenty černých graptolitových břidlic do vápenců, které nakonec převládnu. Během devonu se pražská pánev dostává do rovníkové zóny a na některých místech vznikají útesy z vápnitých ras, stromatopor a útesotvorných lilijic. Do dnešního zjevu se oblast začala přetvářet především v období od třetihor, kdy pravděpodobně tekla přes území Českého krasu SZ směrem mohutná řeka. Zanechala zde písčité a štěrkovité náplavy v oblasti Kosoře, Mořiny, Litně a v polesí Koda. V tomto období rovněž pravděpodobně začínají vznikat krasové jeskyně. Během čtvrtohor se zformoval reliéf do dnešní podoby - došlo k zahloubení řeky Berounky a jejích přítoků a vzniku kaňonovitých údolí. Na dne těchto údolí před krasovými prameny vznikaly a místy ještě vznikají travertinové kupy a kaskády. (Správa CHKO Český kras 2001)

Území Českého krasu je tvořeno rozsáhlou denudační plošinou se zaoblenými vrchy a krátkými hřbety. Ta je však proříznuta hlubokým kaňonovitým údolím Berounky a jejích přítoků. Výsledkem je údolí s nevyrovnaným spádem, výraznou svažitostí a velmi členitým reliéfem. Dalším význačným rysem zájmového území jsou četné formy krasového reliéfu, vázané na silurské a devonské vápence. Jedná se především o kaňon Berounky a hluboká údolí charakteru krasových roklí jejích přítoků. Vedle drobných škrapových polí a závrťů nechybí ani jeskyně a rozsáhlejší jeskynní systémy, nebo i několik krasových vývěřů. Na vývěřech krasových vod dochází k tvorbě pěnoveců. (Kos & Maršáková 1997)

Hlavní hydrologickou osu celé oblasti tvoří řeka Berounka a její přítoky, které jsou ovšem krátké a málo vodnaté. Říční systém výraznou měrou přispívá k celkové diverzitě stanovišť. Specifický odtok povrchových toků se pohybuje v rozmezí 1,4–2,2 l/s.km<sup>2</sup>. Část srážkové vody je infiltrována do půdy, odtéká do nespojitě puklinové krasové zvodně, která je odvodňována řekou Berounkou. Celkový odtok z území Českého krasu je tedy zhruba 3,9 l/s.km<sup>2</sup> a evapotranspirace činí 77 % ročních srážek. Z hlediska dlouhodobého specifického odtoku je oblast klasifikována jako oblast se zvýšeným odtokem podzemních vod. Propadání povrchových vod do podzemní krasové cirkulace se děje dnes vzácně na několika málo místech. (Správa CHKO Český kras 2001)

Podle zákonitostí klimatické zonality patří území k oblasti s hnědozemním půdotvorným procesem (Pelíšek 1966), avšak velmi se zde projevuje vliv matečné horniny. Půdní poměry Českého krasu jsou tedy pestré. Na vápencích vznikají buď rendziny, jinde u nás vzácné (Ložek 1998), nebo vápnité hnědozemě, v oblasti se dále vyskytují zbytky fosilních půd vzniklých v tropickém třetihorním podnebí – terra rosa. Na říčních terasách panují podmínky podporující vznik podzolů. (Správa CHKO Český kras 2001)

Celé území chráněné oblasti tvoří z botanického hlediska samostatný fytogeografický okres Český kras. V oblasti se prolínají dva různorodé prvky, a to jednak teplomilné a suchomilné druhy, druhak druhy středoevropské lesní květeny. Tato variabilita je dána xerothermním klimatem, pestrou geomorfologií, geologickým podložím a hydrologickým, potažmo hydrogeologickým režimem území. Na některých lokalitách podmínky neumožňují celý průběh sukcese a vzniká ekologicky podmíněné xerothermní bezlesí s velmi mělkou půdou.

Vyskytuje se zde řada reliktních stanovišť, jako jsou skalní stepi, xerothermní trávníky a lesostepi, na nichž roste endemit Českého krasu, jeřáb krasový (*Sorbus eximia*). Z takovýchto nelesních vápencových společenstev rozeznáváme dva typy, buď osluněné nebo stinné stráně.

Na jižních stránkách nacházíme teplomilné vzácné druhy rostlin, např. koniklec luční český (*Pulsatilla pratensis ssp. bohémica*), kosatec bezlistý český (*Iris aphylla ssp. bohémica*) a devaterníček šedý (*Rhodax canus*). Na stinných a vlhčích svazích rostou druhy s optimem rozšíření v evropských horách, jako je zimostrázek alpský (*Polygala chamaebuxus*), lomikámen vždyživý (*Saxifraga paniculata*), hvozdík sivý (*Dianthus gratianopolitanus*), charakteristická je pěchava vápnomilná (*Sesleria albicans*).

Společenstvem jinde vzácným jsou šípákové doubravy s dřínem (*Cornus mas*), které se vyskytují na vápencích. Dub šípák (*Quercus pubescens*) se zde nachází na severní hranici svého areálu.

Na plošších místech s odvápněnou půdou se nachází mochnové doubravy s acidofilními druhy, např. kostřavou ovčí (*Festuca ovina*) a druhy nepropustných jílových půd, např. mochna bílá (*Potentilla alba*) či svízel severní (*Galium boreale*).

Velmi rozšířeným lesním společenstvem jsou habrové doubravy, v nichž se vyskytuje řada vzácných druhů rostlin, například medovník meduňkolistý (*Melittis melissophyllum*) a vícero lesních druhů orchidejí.

Na menších plochách můžeme najít reliktní vápnomilné bučiny s charakteristickým výskytem okrotice červené (*Cephalanthera rubra*).

Na svazích se nachází suťové lesy s javory (*Acer platanoides* a *pseudoplatanus*) a lískou (*Corylus avellana*), přičemž významným druhem je meruzalka alpská (*Ribes alpinum*). Společenstva suťová pak přechází v javorové lesy s lípou ve dnech roklí.

Díky propustnému podloží nejsou v Českém krasu vyvinuta mokřadní společenstva, s výjimkou příbřežní vegetace řeky Berounky s chasticí rákosovitou (*Phalaris arundinacea*) a porosty vrb (*Salix sp.*). (Správa CHKO Český kras 2001)

### 3.1.2. Historie obhospodařování

Oblast Českého krasu patří ke starosídelní oblasti středních Čech a tamní krajina je tedy člověkem využívána již po několik tisíciletí, nejprve pro lov a sběračství, posléze pro pastevectví a zemědělství. S tím stoupalo i ovlivnění krajiny. Nasnadě je využívání jeskyní v krasu jako příbytků, v době bronzové začíná antropogenní odlesnění, následované chovem ovcí, koz, zakládáním osad a polním hospodařením. Ve středověku nicméně osídlení ustoupilo a zalesněné území pak patřilo k lovecké oblasti českých knížat. V současné době je oblast chráněna zákonem a intenzivní využívání člověkem, které by měnilo charakter oblasti, zde není připouštěno. (Správa CHKO Český kras 2001)



### 3.2. NPR Karlštejn

Jednou z národních přírodních rezervací na území CHKO je právě NPR Karlštejn, na jejímž území se nachází zájmová lokalita. NPR Karlštejn je společně s NPR Koda součástí Evropsky významné lokality Karlštejn – Koda.

NPR Karlštejn leží na sever od Berounky, ve vzdálenosti zhruba jednoho kilometru od Berouna. Jedná se o rozsáhlé lesnaté území, členěné údolími potoků Budňanského, Bubovického a Loděnice. V přirozených i lomových odkryvech, z nichž mnoho již zarůstá, se nalézají známé geologické profily a paleontologické lokality. Na území nacházíme povrchové i podzemní krasové jevy. Rezervaci pokrývá soubor ekosystémů podmíněných vápencovým podložím a reliéfovou pestrostí, sahající od okroticových bučin přes černýšové dubohabřiny a mochnové doubravy po hrachorové šipákové doubravy a kostřavové a pěchavové skalní stepi. (Správa CHKO Český kras, 2001)

### 3.3. Vlastní lokalita

Pání hora leží v katastru obce Bubovice, v těsné blízkosti lomu Čeřinka, ve kterém se stále těží. Sama lokalita patří do první zóny chráněné krajinné oblasti, lom částečně také, zbylou plochou leží v zóně druhé.

Těžba zde započala v roce 1961 na východním konci současného lomu, tedy v těsné blízkosti Pání hory. Tato část se dnes již zaváží a těžba pokračuje směrem k Mořině. Další zahlubování lomu není možné, současné dno je jen málo nad hladinou podzemní vody. Před otevřením lomu pokrývaly většinu plochy louky, na nichž se pásal dobytek. Stával zde křížek a vedla tudy historická cesta z Bubovic do Karlštejna (Libor Mucha, osobní sdělení).

Mozaikovitá vegetace stepi a křovin, tedy oblast, na které probíhá pastva, se nalézá na západním svahu a vrcholové části Pání hory. Zájmové společenstvo je step s výskytem druhů *Pulsatilla pratensis*, *Helianthemum grandiflorum*, *Veronica prostrata*, *Teucrium chamaedrys* a *Anacamptis pyramidalis*. Na zbylých svazích nalézáme habrový porost s hájovou květenou.

Lokalita tedy patří mezi takové, pro něž je pastva navrhována jako vhodný způsob obhospodařování (Chytrý 2001). Pastva by na lokalitě měla vyřešit problém zarůstání stepi mesofilními travinami (*Arrhenatherum elatius* a *Calamagrostis epigejos*) a keři (*Prunus spinosa* a *Crataegus sp.*), souvisejícím jevem je vymizení nižších druhů rostlin.

V letošním roce zde pastva probíhá již třetím rokem, vždy v letních měsících.

## 4. Metodika sběru a zpracování dat

### 4.1. Dlouhodobá reakce na pastvu

Při zjišťování dlouhodobé reakce na pastvu, kterou je mým cílem předpovědět z vlastností přítomných druhů, budu vycházet ze závěrů diplomové práce Anny Hofmanové. Ta na Pání hoře provádí od roku 2005 monitoring změn probíhajících v důsledku pastvy. Protože letošní sezónou její sledování končí, budu v započatém monitoringu pokračovat, abych získala data z delšího časového úseku.

### 4.2. Vlastnosti přítomných druhů

Aby bylo možné zkusit pozorovanou reakci předpovědět, budu zjišťovat hlavní vlastnosti pro přítomné druhy. Těmito vlastnostmi jsou výška rostliny, listová plocha, tloušťka listů, doba a délka kvetení, umístění pupenů, životní forma. Tyto údaje budu zjišťovat z dostupné literatury, databází druhových vlastností na internetu a v případě chybějících informací vlastním terénním sběrem.

### 4.3. Obrážecí schopnost

Jednou z hlavních vlastností, podle které budu chtít předpovídat pozorovanou reakci na pastvu, je schopnost obrážet v rámci jedné sezóny. Tu budu získávat z fytoecologických snímků, pořizovaných několik týdnů po ukončení pastvy na lokalitě, na trvalých plochách založených Annou Hofmanovou. Rozmístění a značení ploch je popsáno v její bakalářské práci (Hofmanová 2006). Své snímky, pořízené po pastvě, budu porovnávat s jejími snímky, pořízenými před pastvou, a se snímky kontrolních nepasených ploch. Z toho budu usuzovat na schopnost regenerace jednotlivých druhů (obr X).

### 4.4. Regenerace v souvislosti se sousedním druhem

Dalším možným směrem zkoumání je sledování obrážecí schopnosti v souvislosti se sousedním druhem, jestli identita sousedících rostlin nějak ovlivňuje obrázení druhu za pastvy. Zde bych mohla využít transektů, které na lokalitě založila Anna Hofmanová na sledování

selektivity (Hofmanová 2006), a společně s prospíváním druhu zaznamenávat i prostorové rozmístění jedinců.

#### 4.5. Vyhodnocení dat

Ze zjištěných dat (druhových vlastností, včetně obrážecí schopnosti, a pozorované reakce) bych chtěla zjistit, jestli některá z vlastností bude dobrým prediktorem odpovědi druhu na pastvu. Jednotlivé vlastnosti budou postupně vzaty jako nezávisle proměnné a reakce rostliny na pastvu jako proměnná závislá. Výsledné závislosti budou statisticky posuzovány co do výpovědní hodnoty.

Výsledky budu moci ověřit na dvou dalších pasených lokalitách v Českém krasu. Jedná se o lokalitu Zlatý kůň, kde provádí monitoring trvalých ploch Kateřina Čiháková, a lokalitu Šanůvkout, kde reakci na pastvu sleduje Eliška Trnková. Na obou lokalitách mohu z vlastností přítomných druhů zkusit opět najít nejlepšího prediktora pozorované reakce. Výhodou je stejná metodika používaná na všech třech lokalitách.

Z těchto výsledků pak bude možno odhadnout reakci na případné zavedení pastvy na jiných lokalitách.

## 5. Závěr

Jak vyplývá z provedené literární rešerše, která byla hlavní náplní mé bakalářské práce, pastevní management travinných společenstev se dá sledovat nejen podle svého vlivu na druhové složení společenstev, ale i podle vlastností jednotlivých rostlin. Takovými vlastnostmi jsou zejména růstové charakteristiky (rychlost růstu a obnovy pletiv), životní cyklus (jeho délka) a morfologické charakteristiky (výška rostliny, plocha listů a jejich konzumovatelnost). Podle nich se pak dá, v rámci podobných abiotických podmínek a způsobu pasení, předpovídat reakce společenstva na zavedení pastvy.

Základem pro mou práci je pasená stepní lokalita Pání hora v CHKO Český kras, na které budu zkoumat vlastnosti přítomných druhů, včetně jejich obrážecí schopnosti. Tu budu sledovat pomocí fytoocenologických snímků prováděných po pastvě (viz příloha 2). Dále budu na lokalitě pokračovat ve vegetačním monitoringu, započatém Annou Hofmanovou. Výsledky týkající se předpovědní hodnoty vlastností rostlin pro jejich reakci na pastvu pak mohu ověřit na dvou dalších lokalitách v Českém krasu.

Informace, které z mé práce vyplynou, budou možným východiskem při dalším přemýšlení o managementu chráněných území s travinnými společenstvy.



## 6. Literatura

- ADLER P.B., MILCHUNAS D.G., LAUENROTH W.K., SALA O.E. & BURKE I.C. (2004): Functional traits of graminoids in semi-arid steppes: a test of grazing histories. *Journal of Applied Ecology* 41: 653-663
- BULLOCK J.M., FRANKLIN J., STEVENSON M.J., SILVERTOWN J., COULSON S.J., GREGORY S.J. & TOFTS R. (2001): A plant trait analysis of responses to grazing in a long-term experiment. *Journal of Applied Ecology* 38: 253-267
- CINGOLANI A.M., POSSE G. & COLLANTES M.B. (2005): Plant functional traits, herbivore selectivity and response to sheep grazing in Patagonian steppe grasslands. *Journal of Applied Ecology* 42: 52-59
- DE BELLO F., LEPS J. & SEBASTIA M.T. (2005): Predictive value of plant traits to grazing along a climatic gradient in the Mediterranean. *Journal of Applied Ecology* 42: 824-833
- DEL POZO A., OVALLE C., CASADO M.A., ACOSTA B. & DE MIGUEL J.M. (2006): Effects of grazing intensity in grasslands of the Espinal of Central Chile. *Journal of Vegetation Science* 17: 791-798
- DIAZ S., NOY-MEIR I. & CABIDO M. (2001): Can grazing response of herbaceous plants be predicted from simple vegetative traits? *Journal of Applied Ecology* 38: 497-508
- HOFMANOVÁ A. (2006): Vliv pastvy na stepní společenstva v CHKO Český kras na modelové lokalitě Pání hora. Ms., PřF UK, Praha, 21 pp.
- CHYTRÝ M. (2001): Suché trávníky. In Chytrý M., Kučera T. & Kočí M. (eds.), *Katalog biotopů České republiky*. Pp 129-139, Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha
- KOS J. & MARŠÁKOVÁ M. (1997): *Chráněná území České republiky*. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha, 247 pp.
- LOŽEK V. (1998): Půdy. In Neuhäuslová Z., Blažková D., Grulich V., Husová M., Chytrý M., Jeník J., Jirásek J., Kolbek J., Kropáč Z., Ložek V., Moravec J., Prach K., Rybníček K., Rybníčková E. & Sádlo J., *Mapa potenciální přirozené vegetace České republiky, Textová část*. Pp 18-21, Academia, Praha
- MCINTYRE S. & LAVOREL S. (2001): Livestock grazing in subtropical pastures: steps in the analysis of attribute responses and plant functional types. *Journal of Ecology* 89: 209-226
- MILCHUNAS D.G. & NOY-MEIR I. (2002): Grazing refuges, external avoidance of herbivory and plant diversity. *Oikos* 99: 113-130
- MLÁDEK J., PAVLŮ V., HEJCMAN M. & GAISLER J. (eds.) (2006): *Pastva jako prostředek údržby trvalých travních porostů v chráněných územích*. VÚRV, Praha, 104 pp.

- MUCHA L. (2007): Informace o těžbě a historii lomu Čeřinka u Bubovic. Libor Mucha, Bubovice 67, Karlštejn 267 18
- NEUHÄUSLOVÁ Z. (1998): Klimatické oblasti České republiky. In Neuhäuslová Z., Blažková D., Grulich V., Husová M., Chytrý M., Jeník J., Jirásek J., Kolbek J., Kropáč Z., Ložek V., Moravec J., Prach K., Rybníček K., Rybníčková E. & Sádlo J., Mapa potenciální přirozené vegetace České republiky, Textová část. Pp 21-25, Academia, Praha
- NOY-MEIR I., GUTMAN M. & KAPLAN Y. (1989): Responses of Mediterranean grassland plants to grazing and protection. *Journal of Ecology* 77: 290-310
- OSEM Y., PEREVOLOTSKY A. & KIGEL J. (2004): Site productivity and plant size explain the response of annual species to grazing exclusion in a Mediterranean semi-arid rangeland. *Journal of Ecology* 92: 297-309
- PAKEMAN R.J. (2004): Consistency of plant species and trait responses to grazing along a productivity gradient: a multi-site analysis. *Journal of Ecology* 92: 893-905
- PAUSAS J.G. & LAVOREL S. (2003): A hierarchical deductive approach for functional types in disturbed ecosystems. *Journal of Vegetation Science* 14: 409-416
- PELÍŠEK J. (1966): Výšková půdní pásmitost střední Evropy. Academia, Praha, 368 pp.
- ROQUES K.G., O'CONNOR T.G. & WATKINSON A.R. (2001): Dynamics of shrub encroachment in an African savanna: relative influences of fire, herbivory, rainfall and density dependence. *Journal of Applied Ecology* 38: 268-280
- RUSCH G.M., PAUSAS J.G. & LEPŠ J. (2003): Plant Functional Types in relation to disturbance and land-use: Introduction. *Journal of Vegetation Science* 14: 307-310
- STERNBERG M., GUTMAN M., PEREVOLOTSKY A., UNGAR E.D. & KIGEL J. (2000): Vegetation response to grazing management in a Mediterranean herbaceous community: a functional group approach. *Journal of Applied Ecology* 37: 224-237
- VESK P.A. & WESTOBY M. (2001): Predicting plant species' responses to grazing. *Journal of Applied Ecology* 38: 897-909
- VESK P.A., LEISHMAN M.R. & WESTOBY M. (2004): Simple traits do not predict grazing response in Australian dry shrublands and woodlands. *Journal of Applied Ecology* 41: 22-31
- WATKINSON A.R. & ORMEROD S.J. (2001): Grasslands, grazing and biodiversity: editors' introduction. *Journal of Applied Ecology* 38: 233-237

#### Webové stránky

- PORTÁL VEŘEJNÉ SPRÁVY ČESKÉ REPUBLIKY – mapové podklady, <http://geoportal.cenia.cz/> (23.8.2007)
- SPRÁVA CHKO ČESKÝ KRAS (2001): Podrobné informace o CHKO Český kras, <http://ceskras.schkocr.cz/info.html> (20.7.2007)

## 7. Seznam příloh

**Příloha 1** – Mapa lokality Pání hora 1:10 000 (zdroj dat: Portál veřejné správy České republiky)

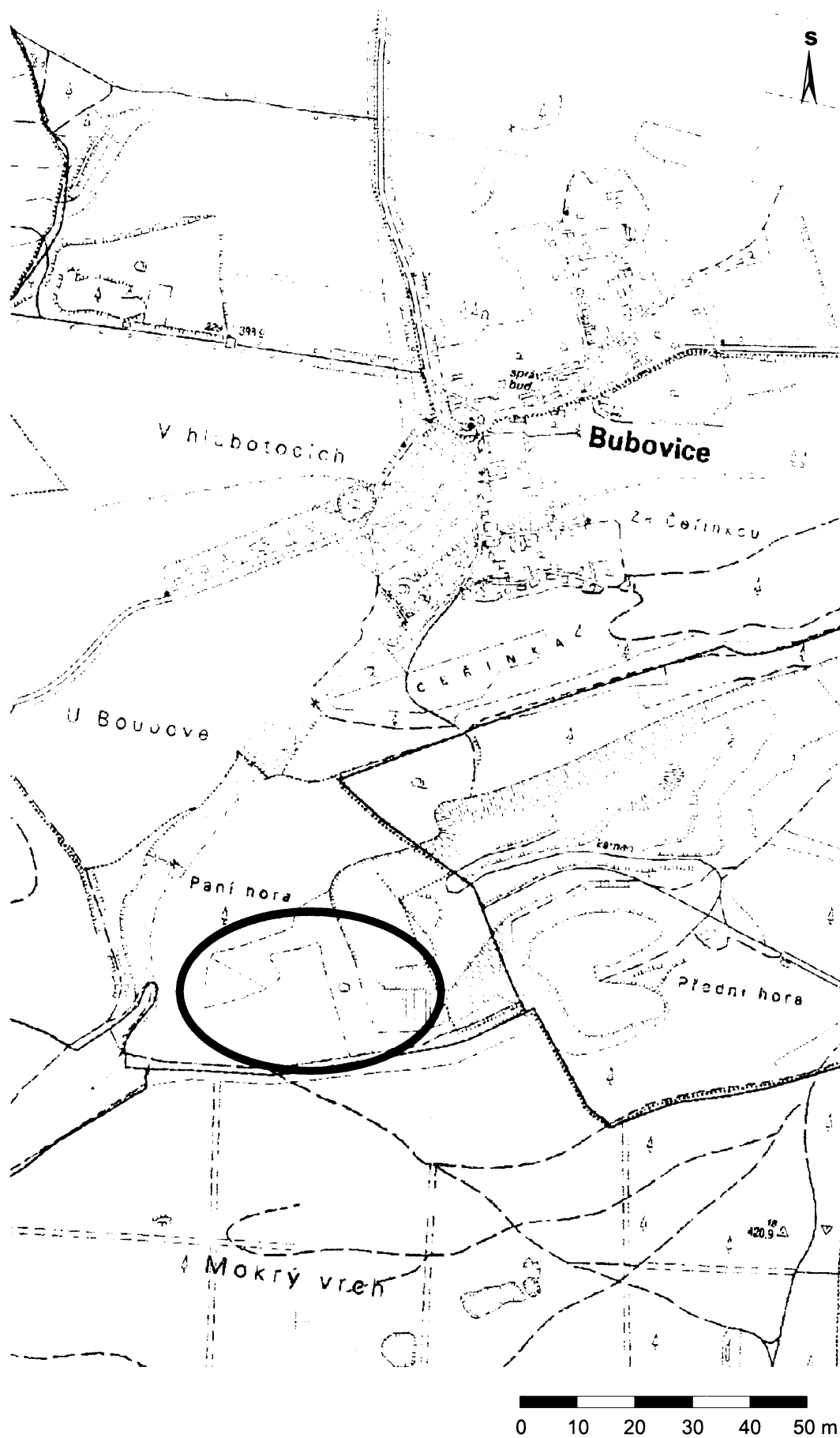
**Příloha 2** – Pání hora dva měsíce po ukončení pastvy, konec srpna 2007 – vlastní fotografie

**Příloha 3** – Fytocenologické snímky z lokality – srpen 2007



# Příloha 1 - Mapa lokality Pání hora 1 : 10 000

(zdroj dat: Portál veřejné správy České republiky)



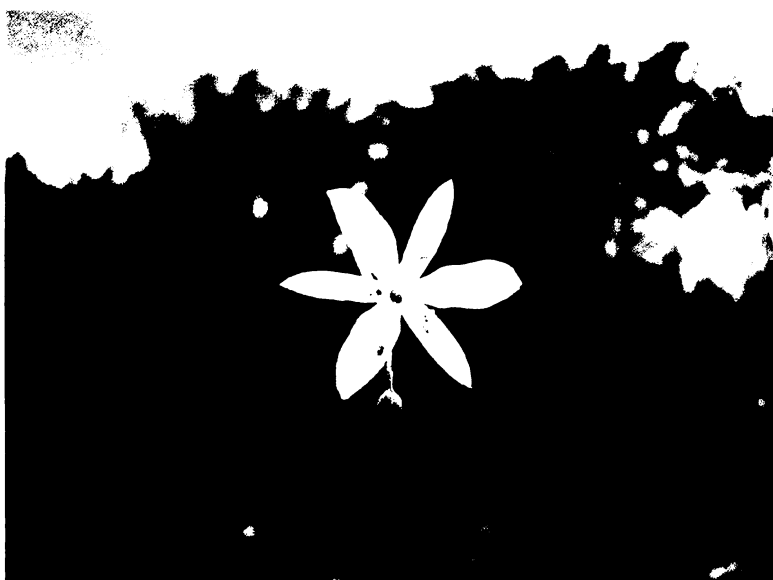
**Příloha 2** – Pání hora dva měsíce po ukončení pastvy, konec srpna 2007 – vlastní fotografie



*Pání hora*



*Pohled z Pání hory na  
část NPR Karlštejn*



*Anthericum liliago –  
bělozářka liliovitá*



*Lom Čeřinka*



*Rozdíl mezi pasenou  
(vně rámu) a  
nepasenou (uvnitř  
rámu) plochou dva  
měsíce po pastvě*



*Pozdrav na  
rozloučenou po  
skončení snímkování*







