

**Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích**  
**Biologická Fakulta**

**Magisterská diplomová práce**



**Mrtvá dřevní hmota ve smrkových porostech na Šumavě**

**Pavel Škrdla**

**2003**

**Vedoucí práce: RNDr. Anna Lepšová CSc.**

## Magisterská diplomová práce

**Škrdla P.** (2003): Mrtvá dřevní hmota ve smrkových porostech na Šumavě. [ Coarse woody debris in the *Picea abies* forests in Šumava Mountains. Mgr. Thesis, in Czech.] 42p. Faculty of biological Sciences, The University of Bohemia, České Budějovice, Czech Republic

### **Anotace**

The amount and structural characteristics of coarse woody debris was studied in the *Picea abies* forests at two localities in Šumava Mountains. These localities were affected by bark beetle outbreak.

Tato práce byla podporována jako součást projektu:

Grant 342/2000 FRVŠ MŠMT, řešitel RNDr. Anna Lepšová CSc.: Význam odumřelé dřevní hmoty pro rozvoj mykorrhiz v lesním ekosystému.

Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracoval samostatně, pouze s použitím uvedené literatury.

V Českých Budějovicích dne 22. dubna 2003

Škrdla

## Poděkování

Rád bych poděkoval Doc. RNDr. Janu Lepšovi, své školitelce RNDr. Anně Lepšové a celé rodině za velkou podporu a pomoc.

# Obsah

<b>1. Úvod</b> .....	1
<b>2. Literární přehled</b> .....	3
2.1. Mrtvá dřevní hmota .....	3
2.2. Vstupy MDH do ekosystému .....	3
2.3. Rozklad MDH .....	4
2.3.1. Určování stupně rozkladu MDH .....	5
2.4. Datování MDH .....	7
2.5. Mapování MDH .....	7
2.6. Množství MDH v ekosystému .....	8
2.7. Význam MDH .....	8
<b>3. Materiál a metody</b> .....	10
3.1. Popis lokalit .....	10
3.1.1. Strážný .....	10
3.1.2. Pytlácký kout .....	10
3.1.3. Roklanská hájovna .....	11
3.1.4. Ztracená slat' .....	11
3.2. Inventarizace mrtvé dřevní hmoty .....	11
3.2.1. Trvalé plochy .....	11
3.2.2. Mapování ploch .....	12
3.3. Popis mrtvé dřevní hmoty .....	12
3.4. Odběr vzorků .....	13
3.4.1. Souše .....	13
3.4.2. Klády .....	14
3.5. Vlhkost .....	14
3.6. Hustota .....	14

3.7. Maximální vodní kapacita .....	14
3.8. Semenáčky .....	15
3.9. Zpracování dat .....	15
<b>4. Výsledky</b> .....	<b>16</b>
4.1. Objem dřevní hmoty .....	16
4.2. Další charakteristiky .....	24
4.3. Ekologické parametry MDH .....	24
4.3.1. Parametry souší .....	25
4.3.1.1. Vlhkost .....	25
4.3.1.2. Maximální vodní kapacita .....	26
4.3.1.3. Hustota .....	27
4.3.2. Parametry ležícího tlejícího dřeva .....	27
4.3.2.1. Vlhkost .....	27
4.3.2.2. Maximální vodní kapacita .....	30
4.3.2.3. Hustota .....	32
4.4. Semenáčky .....	33
<b>5. Diskuse</b> .....	<b>35</b>
<b>6. Závěr</b> .....	<b>39</b>
<b>7. Přehled použité literatury</b> .....	<b>40</b>

# 1. Úvod

Šumava patří mezi nejkrásnější a nejméně znečištěná pohoří České republiky. Jejím největším bohatstvím jsou původní porosty jehličnanů. Bohužel tyto porosty byly v posledních letech výrazně zdecimovány kůrovcem *Ips typographus*. Při asanačních zásazích jsou běžně mrtvé a odumírající stromy káceny a odstraňovány z lesního porostu. V první zóně Národního parku Šumava byly mrtvé porosty ponechány bez zásahu, případně byly mrtvé stromy pouze pokáceny a odkorněny. Tím se vytvořily dobré podmínky pro studium množství a funkce mrtvé dřevní hmoty v původních smrkových porostech.

Mrtvá dřevní hmota (MDH, v angl. coarse woody debris - CWD) je důležitou, ale často nedoceněnou složkou mnoha terestrických ekosystémů. Ve formě stojících mrtvých stromů, klád, pařezů a odpadlých větví je běžnou složkou všech lesních ekosystémů a plní celou řadu důležitých ekologických funkcí.

MDH poskytuje vhodné životní podmínky pro mnoho druhů rostlin a živočichů. Rozkládající se dřevní hmota je klíčovým faktorem pro udržení široké biodiverzity v jehličnatém lese (HARMON 1989).

Hlavními kolonizátory MDH jsou bezpochyby dřevokazné houby, které jsou z větší části zodpovědné za její rozklad. Tímto připravují vhodné biotopy pro další druhy organismů a zároveň uvolňují důležité biogenní prvky do okolní půdy.

Dnes je široce zkoumána funkce MDH jako vhodného prostředí pro výsadbu semenáčků stromů (CZEDERPILTZ et al., 1999). Na severozápadě USA hraje MDH hlavní roli při růstu semenáčků druhu *Tsuga heterophylla* (MCKEE et al., 1982). Semenáčky, které rostou na MDH, mají větší přírůstky než semenáčky rostoucí na zemi. Liší se počtem i typem mykorrhiz, kdy semenáčky rostoucí na zemi mají větší počet a jiné typy mykorrhiz (UHLIAROVÁ 2000).

Stojící mrtvé stromy poskytují vhodné biotopy pro mnoho druhů živočichů, naproti tomu nebyli dosud nalezeni obratlovci striktně vázaní na ležící klády (MASSER et al., 1984). Význam MDH pro výskyt a přežívání mnoha druhů hmyzu je velmi dobře znám.

Ovšem největší význam má MDH jako zásobárna energie a mnoha důležitých biogenních prvků v ekosystému. Ačkoli je často v ekologických studiích opomíjena, pro svůj

pomalý rozklad a relativně nízký obsah živin, z dlouhodobého hlediska je velice významným rezervoárem limitujících prvků (TRISKA et al., 1984).

Z výše uvedených údajů vyplývá, že mrtvá dřevní hmota tvoří jeden ze základních pilířů lesních ekosystémů. Je dokumentován její význam pro mnoho druhů organismů. Přesto je metodika stanovení rozkladu dřeva dosti nejednotná.

Základními předpoklady pro tuto práci bylo, že MDH slouží jako zdroj biodiverzity organismů v ekosystému, zvláště hub a poskytuje vhodný biotop pro růst semenáčků smrku. Na vybraných lokalitách byly vymezeny trvalé plochy, na nich byla zmapována veškerá MDH a byly zjištěny některé její ekologické parametry, kterými může ovlivňovat jiné organismy.

### **Cíle práce:**

1. Stanovení množství a kvality MDH na lokalitách v NP Šumava.
2. Sledování vlastností MDH, které by mohly mít vliv na regeneraci semenáčků smrku.
3. Testování vlivu vlastností MDH na uchycování semenáčků smrku.

Tato magisterská práce byla součástí projektu Význam odumřelé dřevní hmoty pro rozvoj mykorrhiz v lesním ekosystému číslo 342/2000 FRVŠ MŠMT tématický okruh G4.

## 2. Literární přehled

### 2.1. Mrtvá dřevní hmota

Mrtvá dřevní hmota (MDH) zahrnuje velké množství různě nazývaných složek. V podstatě jde vždy o odumřelý strom nebo jeho část. Z širšího pohledu se jedná o jakoukoli odumřelou část stromu, kterou nalezneme v lesním ekosystému (HARMON et al., 1986).

Mrtvá dřevní hmota je v literatuře a běžné praxi dělena na několik kategorií (SIPPOLA et al., 1999, BADER et al., 1994).

1. souše a stojící pahýly
2. klády ležící na zemi
3. pařezy
4. větve
5. kořeny

Minimální velikost MDH používaná při jejím definování se výrazně liší v jednotlivých regionech, kde se touto problematikou zabývají. Typický minimální průměr používaný na severozápadě Severní Ameriky je 7,5 - 15 cm. Ve Skandinávii se používá minimální průměr 2,5 - 7,5 cm. HARMON et al., (1986) používá minimální průměr MDH 2,5 cm. Tato nejednotnost dosti výrazně ztěžuje porovnání jednotlivých studií o MDH.

### 2.2. Vstupy MDH do ekosystému

Mrtvá dřevní hmota vstupuje do ekosystému několika způsoby. Nejběžnějším vstupem MDH do lesního ekosystému je odumírání částí živých stromů (opad odumřelých větví, odumírání kořenů, atd.).

Nezanedbatelným faktorem jsou též tzv. katastrofické události - vítr, povodně, požáry atd. (HARMON et al., 1986, SIITONEN et al., 2000).



Invaze herbivorního hmyzu a činnost mnoha druhů dřevokazných hub může velmi zvýšit procento MDH v ekosystému. I když jejich škodlivý vliv se výraznějším způsobem projevuje převážně v obhospodařovaných monokulturách (ČERNÝ 1989).

Posledním důležitým faktorem ovlivňujícím vstup MDH do ekosystému jsou antropogenní vlivy. Emise dopadající na lesní porosty je značně decimují. Množství MDH též závisí na intenzitě hospodaření v lesním porostu, kdy s intenzivnějším hospodařením její množství klesá (FRIDMAN et al., 2000).

### **2.3. Rozklad MDH**

Dekompozice dřeva je pomalý proces, na který má vliv velké množství faktorů. Rozklad dřeva nelze oddělit od dalších dějů probíhajících v lesním ekosystému. Samotná dekompozice bývá často výrazněji ovlivněna spíše mikroklimatickými než makroklimatickými podmínkami (HARMON et al., 1986).

Závislost intenzity rozkladu MDH na mikroklimatických podmínkách způsobuje výraznou heterogenitu rozkladu dřeva v rámci jedné klády. Rozklad MDH se v průběhu klády mozaikovitě mění (Harmon et al., 1986).

Důležitou roli zde hraje vlhkost. Oba vlhkostní extrémů mohou zásadně ovlivňovat rychlost dekompozice dřevního materiálu. Při vlhkosti pod 30% je voda nedostupná pro organismy a rozklad téměř neprobíhá. Při vlhkosti větší než 30% se stává voda dostupnou a rozkladné procesy nabírají na intenzitě. Když se póry v MDH zaplní vodou, je ztíženo pronikání kyslíku do dřeva, veškerá aerobní aktivita je zredukována a rozkladný proces se výrazně zpomaluje (GRIFFIN 1977).

Dalším nezanedbatelným faktorem je vliv různých organismů na průběh dekompozice MDH. HARMON et al., (1986) uvádí, že u souší odumřelých vlivem kůrovce je statisticky průkazná větší rychlost rozkladu dřeva, než u stromů odumřelých jiným způsobem.

Hlavními rozkladači MDH jsou saprofytické houby. Jejich druhové složení má velký vliv na rychlost a průběh rozkladu MDH. Podle typu hniloby dělíme saprofytické houby na tři skupiny a to na druhy s bílou, hnědou a mokrou hnilobou. Průběh dekompozice MDH zvláště záleží na typu hniloby, která rozklad způsobuje (ČERNÝ 1989).

### 2.3.1. Určování stupně rozkladu MDH

Metodika určování stupně rozkladu je velmi různorodá. Je založena na mnoha rozdílných, většinou v terénu přímo pozorovatelných, znacích nebo jejich kombinacích. Příkladem může být procento kůry zůstávající na kmeni, hloubka zabodnutí nože, úder kladivem, porůstání dalšími organismy, atd. Problémem u těchto jednotlivých stupnic je jejich subjektivita, každý má jinou sílu a zabodne nůž jinak hluboko. Tento nedostatek je vyvažován šířkou navržených stupňů rozkladu.

U jednotlivých autorů se rovněž liší samotný počet používaných stupňů rozkladu. Jejich počet kolísá od tří do sedmi, vyjímečně až osmi.

V následujícím textu bude uveden stručný přehled stupňů rozkladu MDH používaných pro hodnocení dřevní hmoty jehličnanů.

Podle SIPPOLA et al., (1998) je mrtvá dřevní hmota dělena na pět stupňů rozkladu a to převážně podle přítomnosti borky na kmeni.

1. 1-2 roky od smrti, kůra a floém ještě živé
2. kůra často zůstává, ale floém už je mrtvý
3. částečně rozložený kmen, kůra opadala nebo zůstává v malých ostrůvcích
4. většina dřeva je měkká, bez kůry
5. dřevní hmota je zcela rozložena

Podle VACKEK (1982) je ležící dřevní hmota dělena do pěti stupňů rozkladu. Rozdělení je prováděno podle toho jak snadno ji lze rozrušit běžnými prostředky.

1. tvrdá hniloba, zaražený hřeb drží pevně ve dřevě
2. měkká povrchová hniloba, dřevo je silněji rozrušeno pouze do hloubky cca pět centimetrů, zaražený hřeb nedrží pevně pouze v povrchové vrstvě dřeva
3. měkká hluboká hniloba, kmen částečně rozložený v celém průřezu, při silném úderu kladivem se dřevo jen částečně propadá
4. měkká hluboká hniloba, kmen silně rozpadavý, při úderu kladivem se dřevo velmi snadno rozpadá, dřevo v povrchových vrstvách kmene se dá rozebírat rukou
5. měkká hluboká hniloba, kmen velmi silně rozpadavý, již ztratil svůj kruhový průřez, dřevo

je v celém průřezu rozebíratelné rukou

BADER et al., (1994) rozdělují ležící MDH na sedm stupňů rozkladu podle procenta kůry a vzhledu klády během rozkladu.

1. dřevo je tvrdé, kompaktní, kůra je nedotčená
2. dřevo je tvrdé, kompaktní, kůra odpadává v kusech, více jak 50% jí zůstává na kmeni
3. dřevo je tvrdé, kompaktní, kmen pokrývá méně než 50% kůry
4. dřevo se stává měkkým, jeho struktura je hladká, kmen je bez kůry
5. dřevo je měkké s malými trhlinami, malé kousky dřeva odpadávají
6. kmen je deformován množstvím odpadlého dřeva
7. vnější povrch dřeva je těžké definovat, občas ještě tvrdé jádro

JONSSON (2000) poněkud pozměnil předcházející schéma.

1. dřevo je tvrdé, kompaktní, jehličí zůstává, kůra je nedotčená
2. dřevo je tvrdé, kompaktní, kůra odpadává v kusech, více jak 50% jí zůstává na kmeni
3. dřevo je tvrdé, kompaktní, kmen pokrývá méně než 50% kůry
4. dřevo se stává měkkým
5. dřevo je měkké, malé kousky dřeva odpadávají
6. kmen je deformován, dřevo je měkké, větší kusy dřeva odpadávají

Podle RENVALL (1995) je MDH rozdělena do pěti stupňů rozkladu.

1. v současnosti odumřelý strom, případně čerstvě pokácená kláda, dřevo tvrdé, kůra a floém čerstvý, nůž proniká několik mm do kmene
2. dřevo tvrdé, většina kůry zůstává, bez čerstvého floému, nůž proniká 1-2 cm do kmene
3. dřevo částečně rozložené na povrchu, případně v jádru kmene, větší části kůry opadávají, nůž proniká 3-5 cm do kmene
4. většina dřeva je měkká, většinou bez kůry, celá čepel nože proniká do dřeva
5. dřevo je velmi měkké, při zvedání se rozpadá, kmen je pokryt na zemi rostoucími mechy a lišejníky

## 2.4. Datování MDH

Datování MDH vyžaduje dlouhodobou a pečlivou, téměř detektivní práci. Existuje mnoho prací zabývajících se datováním ležících klád, naopak je velmi málo známo o datování stojících souší.

Jednou z metod datování ležících klád je určování stáří semenáčků stromů rostoucích na kládě. Zvláště ve vlhkém klimatu začínají semenáčky růst na kládě velmi brzy po jejím pádu (TRISKA et al., 1980).

Klády se také datují pomocí historických událostí, které způsobily odumírání stromů (vichřice, požáry, kalamity škůdců).

U souší se používá k dataci především opad kůry z kmene. Tato metodika je rozpracována především na severozápadě Severní Ameriky (HARMON et al., 1986).

Velice přesnou metodou určení stáří stromu je dendrochronologie, kdy jsou počítány letokruhy na vývrtech z kmene stromu. Tato metoda je velmi problematická u více rozložených klád.

## 2.5. Mapování MDH

V literatuře jsou popisovány v základě dvě rozdílné metody mapování množství mrtvé dřevní hmoty.

První používá vytyčení různého počtu ploch v jednotlivých částech porostu. Plochy jsou různé velikosti, od několika málo metrů čtverečních po hektary a kilometry čtvereční, vždy záleží na účelu, ke kterému byla plocha vytyčena. Obecně lze říci, že plochy pro zkoumání druhového spektra dřevokazných hub jsou větší než plochy k mapování dřevní hmoty (SÖDERSTROM 1988, SIPPOLA et al., 1998, HARMON et al., 1986).

Na plochách je zakreslována a případně popisována MDH a to buď všechna nebo jen vybrané klády, souše atd. Rozhodujícím faktorem je výše zmíněný minimální průměr, případně délka klády, či výška souše (SIPPOLA et al., 1999, NORDÉN et al., 2001).

Druhá metoda používaná k dokumentaci mrtvé dřevní hmoty je metoda liniového transektu. Metoda spočívá v přesném zaměření linií v terénu pomocí kompasu a trasírovacích tyčí. Tato linie se nejčastěji zaměřuje po spojnici světových stran (sever-jih, východ-západ).

Délka této linie se v literatuře uvádí běžně 24 metrů, ale byly použity i delší liniové transekty. Při vytyčování liniových transektů se na první transekt dělá ještě transekt kolmý. Po vyznačení linie se zakreslí a popíše veškerá mrtvá dřevní hmota, která protíná danou linii. Jsou vypracována striktní pravidla, jak popisovat mrtvou dřevní hmotu, aby nedošlo k zmnožení informace (Harmon et al., 1986, SIITONEN et al., 2000).

## 2.6. Množství MDH v ekosystému

Množství MDH v ekosystému reprezentuje rozdíl mezi vstupem způsobeným odumíráním, zlomy živých stromů a ztrátami tvořenými rozkladem a transportem MDH. Avšak množství MDH v lesním porostu se výrazně mění, jak v čase, tak v prostoru a často se její množství výrazně odlišuje od předpovězené hladiny biomasy. Toto je způsobeno výraznými pulsy ve vstupech MDH (vítr, požáry, atd.) do ekosystému a jejím pomalým rozkladem. Široká variabilita v množství MDH způsobená historickými událostmi ztěžuje určení vlivu vlhkosti, teploty, kvality substrátu a dalších faktorů na biomasu MDH (HARMON et al., 1986).

Biomasa MDH se uvádí v jednotkách objemu MDH na určitou plošnou jednotku. Nejčastěji se používá vztahení na hektar, případně na metr nebo kilometr čtvereční.

Pro samotný výpočet objemu MDH se používají různé druhy matematických vztahů. Od vzorce pro výpočet objemu válce přes objem kužele, komolého kužele až po vzorce vytvořené pro určité typy transektů.

Obecně lze říci, že množství MDH je výrazně nižší v intenzivně obhospodařovaných porostech (SIITONEN et al., 2000).

## 2.7. Význam MDH

MDH je důležitou složkou lesních ekosystémů. Zde tvoří součást potravních řetězců a slouží jako zásobárna organických látek a limitujících prvků, které jsou jejím pomalým rozkladem uvolňovány do okolí. Na rozkladu MDH se podílí široké spektrum organismů, od jednobuněčných bakterií a hub, přes druhy mnohobuněčných saprofytických hub až po mnoho druhů bezobratlých živočichů a rostlin. Nedůležitějšími rozkladači jsou saprofytické

houby, které jsou vybaveny enzymatickým aparátem pro rozklad různých dřevních složek a jsou tak schopny uvolňovat živiny ostatním organismům, pro které by jinak byly nedostupné. Právě dřevokazné houby mají velký vliv na koloběh dřevní hmoty v lesním ekosystému. Odstraňují přestálé stromy, způsobují pády souší a největší měrou se podílí na rozkladu MDH.

Přítomnost MDH má příznivý vliv na obnovu lesa a uchování stability a kontinuity lesního ekosystému především z hlediska zachování druhové diverzity ekosystému, obohacení svrchních vrstev půdy produkty tlení, zlepšení fyzikálních podmínek nadložního humusu a vytvoření příznivých podmínek pro rozvoj mykorrhiz (LEPŠOVÁ 2001). Velmi důležitou funkci plní MDH na lokalitách ohrožovaných introskeletovou erozí, kde zpevňuje půdní profil. Při jejím rozkladu se živiny uvolňují do okolí postupně a tím je ztiženo jejich vyplavení srážkami (JANKOVSKÝ et al., 2001).

Zároveň nelze opomíjet funkci MDH, kdy tvoří vhodné biotopy pro velké množství rostlin a živočichů. Podle HARMON et al., (1986) nebyl prokázán vliv MDH na vyšší obratlovce.

Významnou funkcí MDH je její vliv na klíčení, růst a přežívání semenáčků. Její význam pro klíčení a růst semenáčků smrku, spočívá v první řadě v tom, že tvoří vyvýšená stanoviště nad často souvislým porostem bylinného patra, čímž poskytuje vhodná místa k jejich uchycení a růstu. Zároveň mladé semenáčky využívají postupně se uvolňující živiny z pomalu se rozkládající mrtvé dřevní hmoty. Dalším nezanedbatelným faktorem je schopnost mrtvé dřevní hmoty udržovat vyšší vlhkost než je v okolní půdě. Svoji roli může hrát i nepřítomnost kompetičních tlaků kořenů dospělých jedinců smrku.

Lze pozorovat, že semenáčky rostoucí na tlejících kládách jsou vitálnější a mají větší přírůstky biomasy než ty, které rostou v nadložním humusu (LEPŠOVÁ 2001).

## 3. Materiál a metody

### 3.1. Popis lokalit

Pro studium rozkladu mrtvé dřevní hmoty byly zvoleny lokality v Národním parku Šumava v místech silného napadení kůrovcem (Map. 1). Důvodem byla vysoká koncentrace mrtvé dřevní hmoty, která se v první a místy i v druhé zóně neodstraňovala a usnadněná datace mrtvé dřevní hmoty.

*Mapa mrtvé dřevní hmoty  
na Šumavě*

#### 3.1.1. Strážný

Lokalita Strážný se nachází asi čtyři kilometry jihozápadně od hraniční obce Strážný v nadmořské výšce 900 m.n.m. Roční úhrn srážek se pohybuje mezi 950 - 1450 mm, průměrná roční teplota je 3,5 - 4,5 °C (DOHNAL et al., 1965). Plocha má charakter podmáčené rašelinné smrčiny. Zdejší porosty smrku jsou dlouhodobě napadeny kůrovcem (ZATLOUKAL nepublik.). Napadení kůrovcem zde nemá tak masový průběh a odumřelé stromy tvoří oka o průměru 50 až 100 m.

#### 3.1.2. Pytlácký kout

Tato lokalita se nachází asi tři kilometry západně od vrchu Březník v nadmořské výšce 1200 m.n.m. Roční úhrn srážek se zde pohybuje mezi 1400 - 1500 mm, průměrná roční teplota je 2°C. Lokalita je umístěna na severozápadním svahu. Vegetačně se jedná o horskou smrčinu. Bývalé smrkové porosty byly nesmíšené jen s minimální přirozenou obnovou. Smrčina byla silně napadena kůrovcem, zejména v roce 1997, nyní jsou téměř všechny smrky odumřelé (ZATLOUKAL nepublik.).

### 3.1.3. Roklanská hájovna

Lokalita Roklanská hájovna byla zvolena jako doplňková plocha pro odběr vzorků ze souší v roce 1999, protože se odumřelé souše z let 1997 a 1998 na lokalitě Pytlácký kout nevyskytovaly. Tato pokusná plocha leží asi 1,5 km od Pytláckého koutu ve stejné nadmořské výšce. Ostatní parametry jsou podobné jako u předchozí lokality.

### 3.1.4. Ztracená slat'

Tato lokalita byla použita jako doplňková plocha pro sledování vlivu stupně rozkladu MDH na semenáčky smrku. Ztracená slat' se nachází asi 4 km východně od lokality Pytlácký kout v nadmořské výšce 1100 m.n.m. (Lepšová 2001).

## 3.2. Inventarizace mrtvé dřevní hmoty

Na každé lokalitě byly vytyčeny čtyři trvalé plochy, na kterých byla dřevní hmota zakreslena a popsána. Minimální průměr MDH byl stanoven na 5 cm. MDH s nižším průměrem nebyla brána v úvahu.

### 3.2.1. Trvalé plochy

Velikost trvalé plochy byla zvolena na 10x100 m, přičemž každá byla rozdělena do deseti čtverců (10x10 m). Postup vyměřování byl následující. Pomocí pásma, kompasu a provazu byla vytyčena jedna strana trvalé plochy a poté stejným způsobem i druhá ve vzdálenosti deseti metrů. V každém čtverci bylo kontrolováno, zda jeho strany tvoří pravý úhel a zda jsou dodrženy dané vzdálenosti. Rohy čtverců byly vykolíkovány dřevěnými kůly a pro lepší orientaci označeny červenou barvou.



### 3.2.2. Mapování ploch

V každém čtverci trvalé plochy byla zakreslena veškerá dřevní hmota, včetně dosud živých stromů. Byly vytvořeny mapy jednotlivých trvalých ploch (čtverců), kde byla každá položka MDH očíslována a zakreslena.

*odhadem? Související*

### 3.3. Popis mrtvé dřevní hmoty

Na sledovaných plochách byla dřevní hmota rozdělena do čtyř kategorií: pařez, kláda, souš a živý strom (SIPPOLA et al., 1998). Ke každé položce byly zjištěny následující charakteristiky podle HARMON et al., (1986).

#### **Kůra**

Stanovovalo se procentuální pokrytí položky kůrou hrubým odhadem v rozsahu 0 - 100 % s citlivostí 5 %.

#### **Větve**

U této položky se zjišťovala přítomnost větví, pahýlů nebo zda je zcela bez nich. Větev na rozdíl od pahýlu má alespoň první řád větvení.

#### **Průměr**

U souší a živých stromů byl měřen průměr ve výčetní výšce. V případě klád byl měřen průměr v místě vstupu a výstupu ze čtverce a střední průměr klády.

#### **Délka**

U klád byla délka určována v terénu pomocí pásma. U souší a živých stromů byla výška jedince případně výška zlomu měřena výškoměrem.

#### **Objem**

Objem byl počítán pro:

- a) souše a živé stromy pomocí tabulek ÚLT z příslušné výšky a průměru ve výčetní výšce. U zlomů byl použit Smaliánův vzorec a průměr kmene v místě zlomu se přepočítával pomocí sbíhavosti.
- b) klády podle FRIDMAN et al., (2000)

## **Umístění klád**

U klád bylo zapisováno jejich postavení ve vztahu k terénu, zda jsou ve vzduchu, leží na zemi nebo jsou zanořené. Předpokladem pro zařazení do jednotlivých kategorií bylo, že klády ve vzduchu se dotýkají podkladu (půda nebo jiná kláda) nejvíce deseti procenty své délky, ležící klády jsou ve vzduchu maximálně 10% své délky nebo zanořeny maximálně 50% svého povrchu a zanořené klády jsou alespoň padesáti procenty svého povrchu zanořeny v půdním substrátu.

## **Stupeň rozkladu**

Byl stanoven pomocí nože, který byl zaražen do dřevní hmoty. Nůž měl hmotnost 200 g a délku 21 cm. Zarážení bylo prováděno pětkrát na každém kusu dřevní hmoty a byla zaznamenána výsledná průměrná hloubka proniknutí nože do dřevní hmoty. Stupeň rozkladu byl stanovován u všech kategorií mrtvé dřevní hmoty, nikoli u živých stromů.

Mrtvá dřevní hmota byla rozdělena do pěti stupňů rozkladu upravených podle RENVALL (1995).

1. nůž proniká do hloubky několika mm
2. nůž proniká do hloubky 1-2 cm
3. nůž proniká do hloubky až 5 cm
4. nůž proniká hlouběji než 5 cm
5. dřevo je rozpadlé a stává se součástí půdního profilu

## **3.4. Odběr vzorků**

### **3.4.1. Souše**

Odběr vzorků ze souší byl proveden v létě 1999 u stromů se známou dobou úhynu. Vzorky byly odebrány ze stromů, které uhynuly v letech 1995, 1997, 1998 a 1999 z obou lokalit. Na lokalitě Pytlácký kout se nevyskytovaly souše odumřelé v letech 1998 a 1999 a proto byly odebrány na lokalitě u Roklanské hájovny.

Z každého ročníku bylo odebráno pět vzorků. Jednalo se o klínovité výřezy až do středu kmene o výšce zhruba 60 cm. Vzorky byly vyřezávány ze dvou výšek (5 m a výčetní

výšky) motorovou pilou zaměstnanci správy národního parku. Z těchto výřezů byly odebrány tři vzorky 2x3 cm z bělí a jádra ke stanovení vlhkosti, maximální vodní kapacity a hustoty.

### 3.4.2. Klády

Vzorky byly odebírány na podzim roku 2000 a v létě a na podzim roku 2001. Na každé lokalitě bylo odebráno pět vzorků z každého stupně rozkladu a pro porovnání také pět půdních vzorků. Vzorky byly vyříznuty z bělí mrtvé dřevní hmoty pomocí tenké pilky tak, aby se nepoškodila její struktura. Velikost vzorku byla zhruba 2x2x3 cm. Půdní vzorky byly odebírány Kopeckého válečky z nadložní vrstvy humusu.

### 3.5. Vlhkost

Byla měřena pomocí klasické vysoušecí metody. Vzorky byly zváženy a poté sušeny v sušárně při 105 °C do konstantní váhy. Poté byly vyjmuty ze sušárny a ponechány jednu hodinu v exikátoru, aby vychladly, a opětovně zváženy. Vlhkost byla vypočítána podle vzorce

$$V = (M_m - M_s) / M_m$$

V - vlhkost

M<sub>m</sub> - hmotnost před vysušením

M<sub>s</sub> - hmotnost po vysušení

### 3.6. Hustota

Přesný objem vzorku byl stanoven ponořením do odměrného válce se známým množstvím kapaliny, kdy objem vzorku byl určen vytlačeným množstvím kapaliny. Hustota byla vypočtena podle vzorce

$$\rho = M_s / V$$

ρ - hustota

M<sub>s</sub> - hmotnost suchého vzorku

V - objem

### 3.7. Maximální vodní kapacita

Byla určována namočením vzorku do vody na tak dlouho, až se jeho váha neměnila. Vzorky byly zcela zatopeny a zatíženy, aby nevyplavaly. Po vyjmutí byly ponechány hodinu přikryté, aby okapaly a poté byly zváženy. Maximální vodní kapacita byla spočtena podle vzorce

$$P = (M_m - M_s) / M_m$$

P - maximální vodní kapacita

$M_m$  - hmotnost po namočení

$M_s$  - suchá hmotnost

— zvaná

### 3.8. Semenáčky

Na lokalitách Strážný a Ztracená slat' byly vytyčeny dva na sebe kolmé liniové transekty, na kterých byla sledována frekvence výskytu semenáčků na MDH. Transekty byly dlouhé 100 m a byly zaznamenány veškeré klády protínající transekt. U ležících klád byly sledovány všechny výše uvedené charakteristiky MDH a přítomnost či nepřítomnost semenáčků smrku.

### 3.9. Zpracování dat

Byl použit  $\chi^2$  test pro shodu dat s rozdělením v programu Statistika 5.5. Pro testování vlivu zjištěných charakteristik na stupeň rozkladu MDH byly vybrány Obecné lineární modely ve statistickém programu S-plus 4.5. Vztah maximální vodní kapacity, vlhkosti a hustoty k době od odumření souše a typu dřevní hmoty byl testován metodou mnohocestná anova v programu Statistika 5.5. Vztah výše uvedených charakteristik ke stupni rozkladu ležící MDH byl testován Obecnými lineárními modely, analýzou kovariance, přičemž hodnoty vlhkosti vzorků odebraných z klád byly pozitivně šikmé, proto byly použity zlogaritmované hodnoty. Pro testování vlivu stupně rozkladu MDH na růst semenáčků byla použita lineární diskriminační analýza s postupným výběrem proměnných v programu Canoco for Windows (Lepš et al., 2000). Grafy byly vytvořeny v programu Excel 95 a Statistika.

## 4. Výsledky

V roce 1999 byly na obou lokalitách vytyčeny pokusné plochy a MDH v nich byla podrobně zmapována. V následujících letech (2000-2002) byly zaznamenány změny v množství a rozdělení MDH (Map. 2-7).

### 4.1. Objem dřevní hmoty

V letech 1999-2001 byl na jednotlivých plochách sledován objem dřevní hmoty. Celkový objem dřevní hmoty na obou sledovaných lokalitách ukazuje (Tab. 1). Během let, kdy byly pokusné plochy pozorovány, docházelo ke změnám v objemu dřevní hmoty. Objem MDH narůstal na obou lokalitách. Objem živých stromů na lokalitě Strážný klesal, protože docházelo k dalšímu odumírání porostu a šíření kůrovcových ok.

Tab.1 Objem dřevní hmoty v m<sup>3</sup>/ha na obou lokalitách ve třech sledovaných letech

Lokalita	Pytlácký kout			Strážný		
Rok	1999	2000	2001	1999	2000	2001
MDH	353,821	360,571	365,171	179,101	187,722	196,451
Živé stromy	0,765	0,765	0,765	302,621	298,321	298,301
Celkem	354,586	361,336	365,936	481,722	486,043	494,752

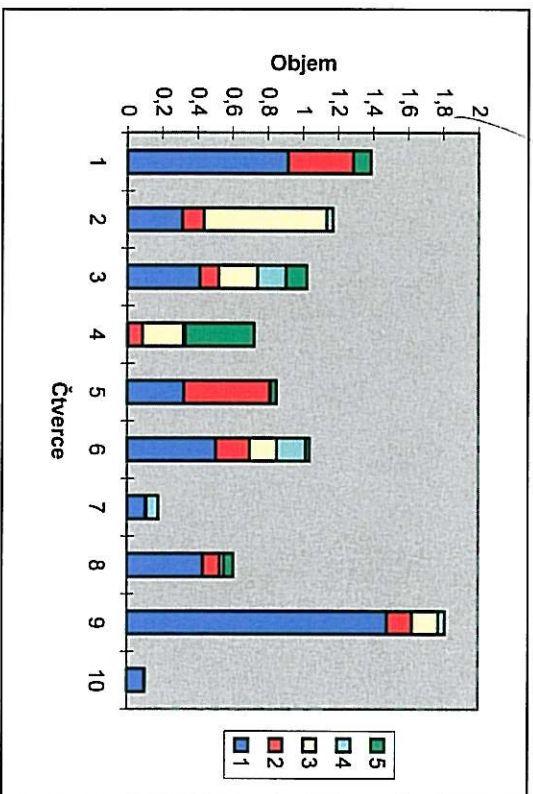
← při rozkladu!

Ležící mrtvá dřevní hmota byla rozdělena do pěti kategorií podle stupňů rozkladu. Na obou lokalitách byl stanoven celkový objem ležící MDH pro každý stupeň rozkladu v jednotlivých letech (Tab. 2). Největší objemy ležící MDH jsou v prvních dvou stupních rozkladu. Na lokalitě Strážný je větší podíl MDH ve vyšších stupních rozkladu.

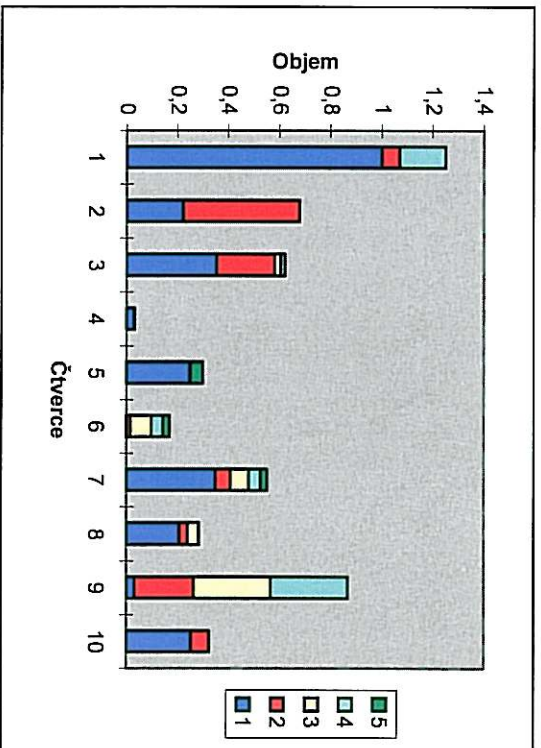
Tab. 2 Objem ležící MDH v m<sup>3</sup> / lokalitu ve jednotlivých stupních rozkladu

Lokalita	Pytlácký kout			Strážný		
Rok	1999	2000	2001	1999	2000	2001
Stupeň rozkladu						
1	5,488	9,011	13,153	7,126	8,676	11,167
2	4,488	4,655	4,941	3,146	4,116	4,116
3	2,493	2,493	2,493	2,091	2,091	2,091
4	1,615	1,615	1,615	0,846	0,846	0,846
5	1,175	1,175	1,175	2,481	2,481	2,481

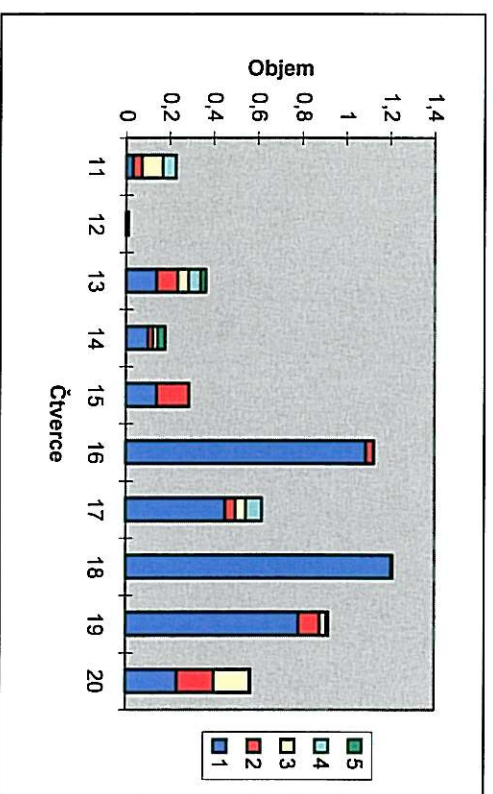
Objem ležící MDH byl stanoven v jednotlivých čtvercích pokusných ploch na obou lokalitách. Je zřetelná dominance prvních dvou stupňů rozkladu způsobená hromadným odumřením stromů po kůrovcové kalamitě. Vyšší objemy MDH v jednotlivých čtvercích na lokalitě Pytlácký kout jsou způsobeny kompletním odumřením porostu (Obr. 1a-d, 2a-d).



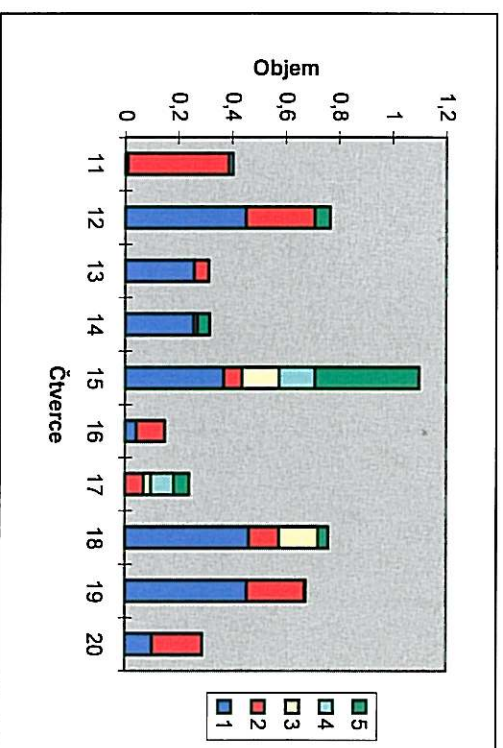
Obr. 1a Pokusná plocha 1



Obr. 1c Pokusná plocha 3

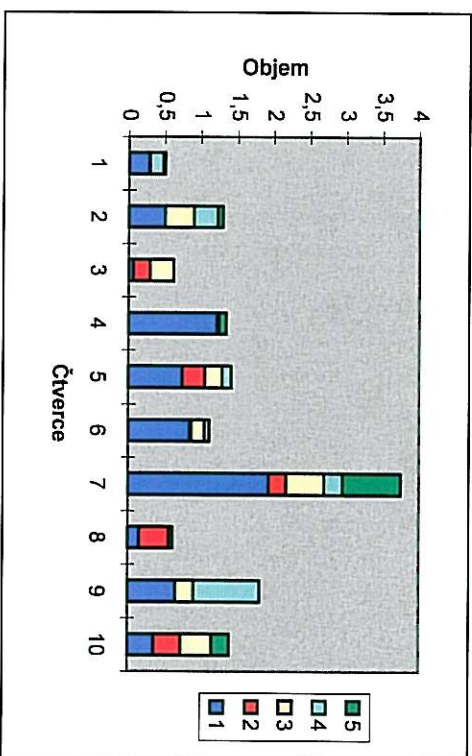


Obr. 1b Pokusná plocha 2

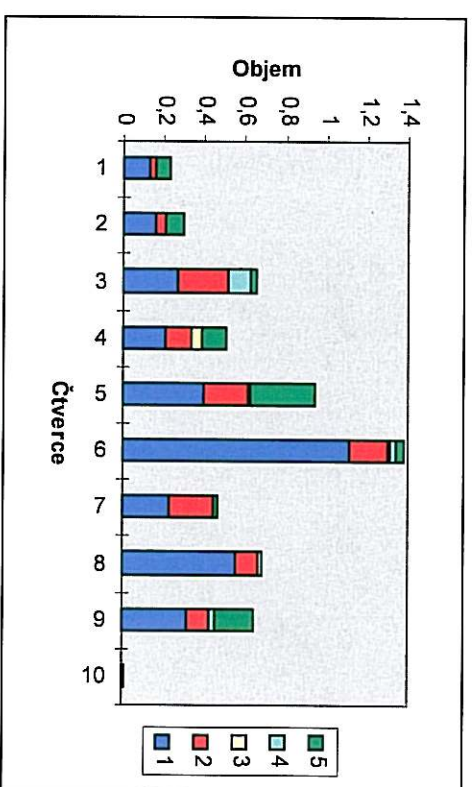


Obr. 1d Pokusná plocha 4

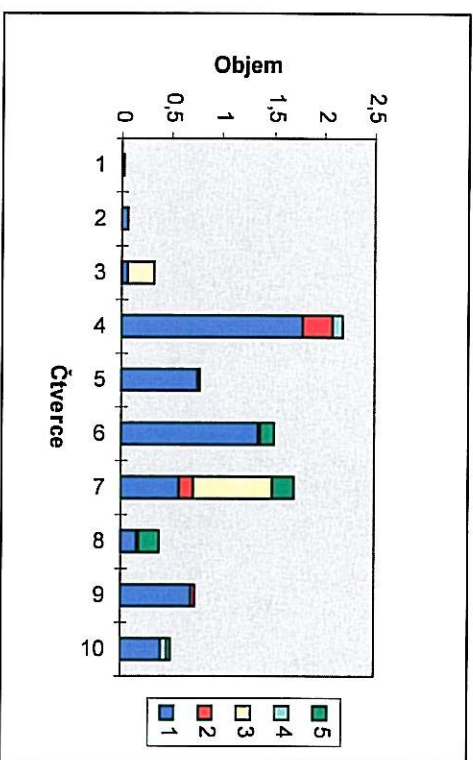
Obr. 1a,b,c,d Objem ležící MDH v m<sup>3</sup> ve stupních rozkladu na čtyřech pokusných plochách, lokalita Pytlácký kout



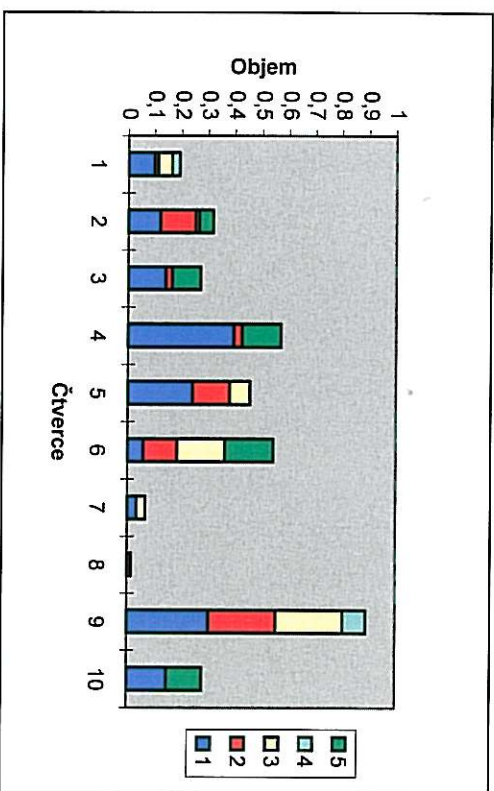
Obr. 2a Pokusná plocha 1



Obr. 2c Pokusná plocha 3



Obr. 2b Pokusná plocha 2



Obr. 2d Pokusná plocha 4

Obr. 2a, b, c, d Objem ležící MDH v m<sup>3</sup> ve stupních rozkladu na čtyřech pokusných plochách, lokalita Strážný



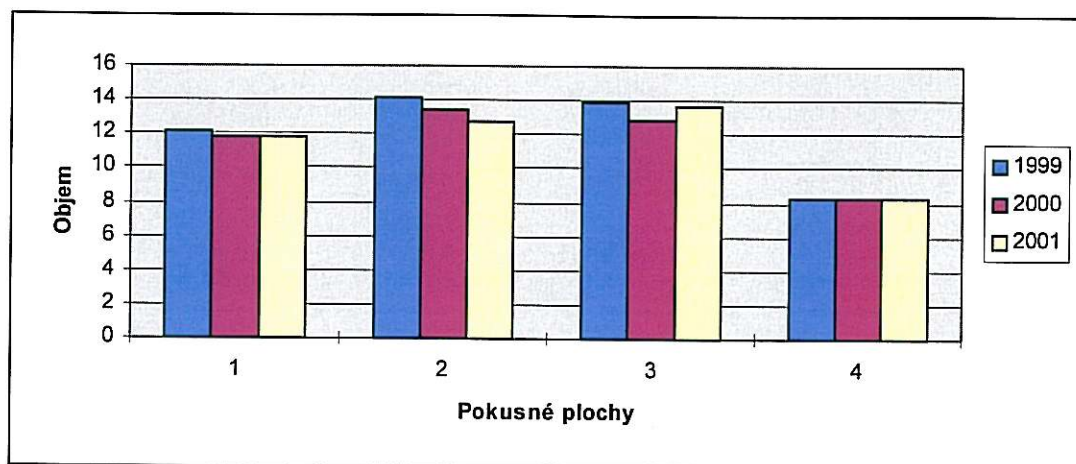
Během monitorování trvalých ploch došlo ke změnám v množství MDH v jednotlivých kategoriích (Tab. 3 a 4). Objem dřevní hmoty u souší v průběhu let klesal. Naopak u klád na obou lokalitách objem dřevní hmoty stoupal. Objem živých stromů na lokalitě Strážný klesal, na lokalitě Pytlácký kout nedošlo u objemu dřeva živých stromů ke změnám (Obr. 3-7).

Tab. 3 Objem dřevní hmoty v m<sup>3</sup>/ pokusnou plochu v kategoriích MDH na lokalitě Pytlácký kout

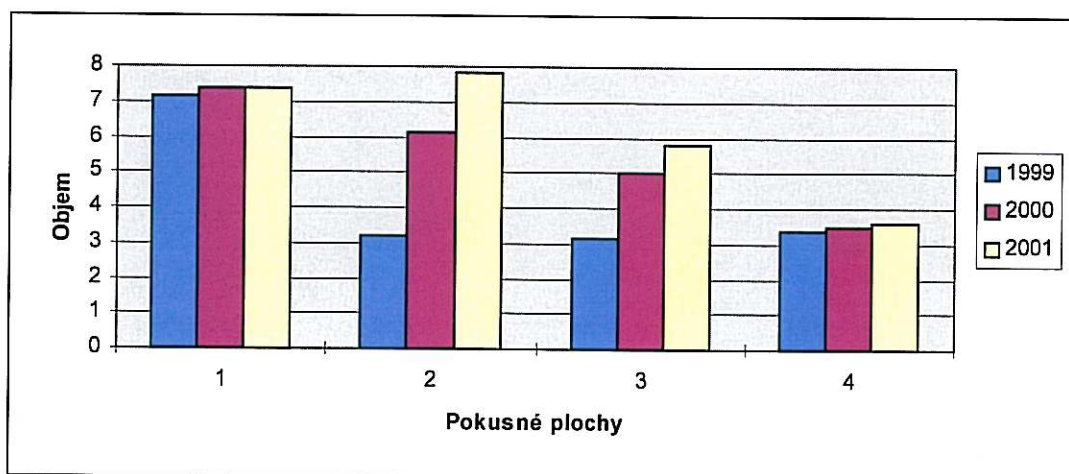
Lokalita	Pytlácký kout								
Rok	1999			2000			2001		
Kategorie	Souše	Kláda	Ž strom	Souše	Kláda	Ž strom	Souše	Kláda	Ž strom
Plocha									
1	54,957	5,532	0	52,033	7,287	0	50,925	8,920	0
2	33,947	2,400	0,765	32,790	3,775	0,765	31,700	5,700	0,765
3	22,990	3,525	0	22,687	4,054	0	22,125	5,554	0
4	19,847	3,644	0	19,660	4,107	0	19,660	4,929	0

Tab. 4 Objem dřevní hmoty v m<sup>3</sup>/ pokusnou plochu v kategoriích MDH na lokalitě Strážný

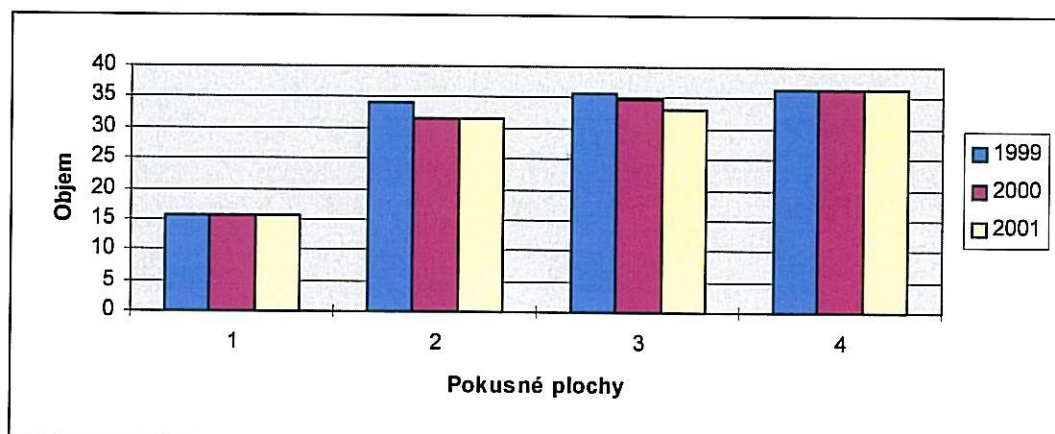
Lokalita	Strážný								
Rok	1999			2000			2001		
Kategorie	Souše	Kláda	Ž strom	Souše	Kláda	Ž strom	Souše	Kláda	Ž strom
Plocha									
1	12,180	7,140	15,693	11,852	7,360	15,693	11,852	7,360	15,693
2	14,130	3,210	34,153	13,425	6,150	31,570	12,717	7,820	31,57
3	13,954	3,140	35,670	12,828	4,997	34,950	13,617	5,796	33,17
4	8,240	3,406	36,480	8,240	3,496	36,480	8,240	3,600	36,48



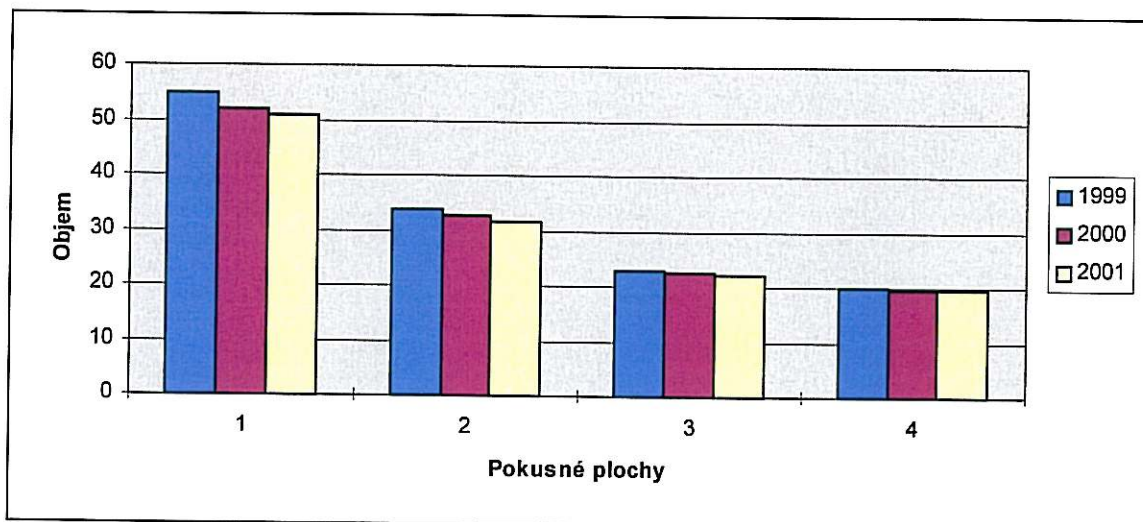
Obr. 3 Změna objemu souší v m<sup>3</sup> na jednotlivých pokusných plochách, lokalita Strážný



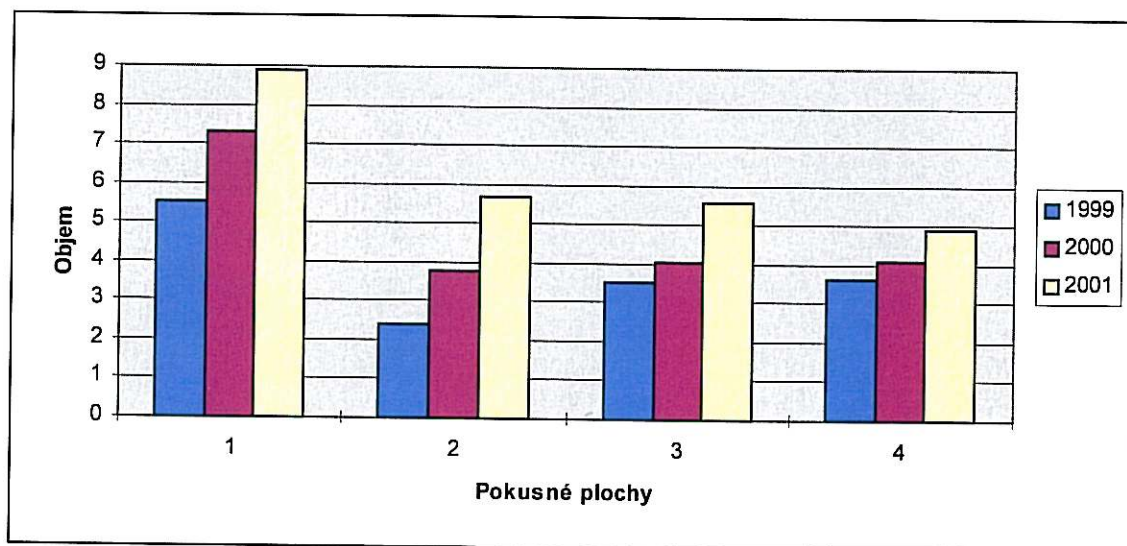
Obr. 4 Změna objemu klád v m<sup>3</sup> na jednotlivých pokusných plochách, lokalita Strážný



Obr. 5 Změna objemu živých stromů v m<sup>3</sup> na jednotlivých pokusných plochách, lokalita Strážný

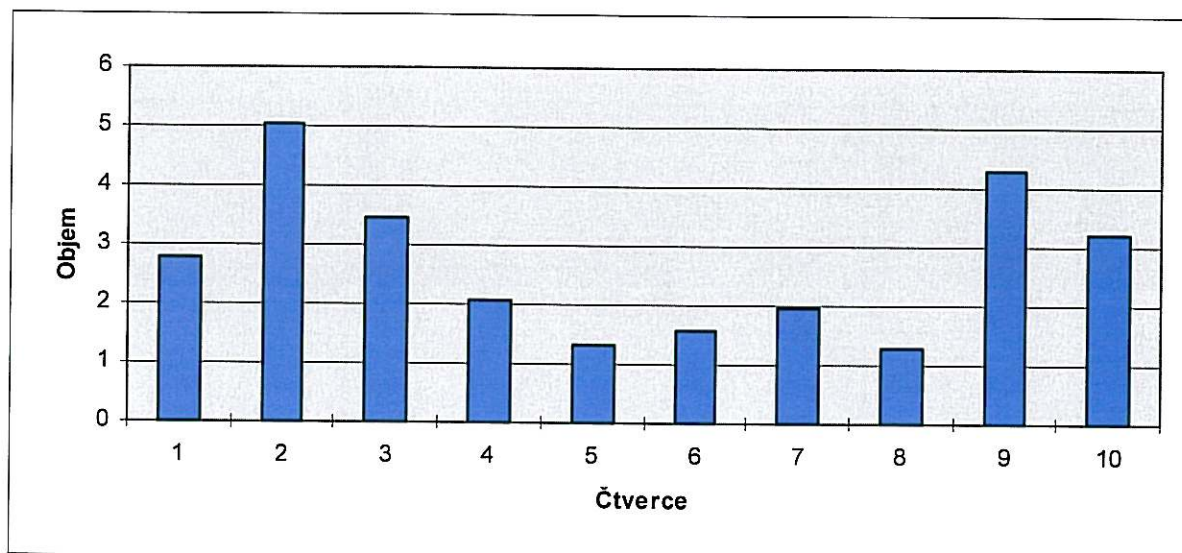


Obr. 6 Změna objemu souší v m<sup>3</sup> na jednotlivých pokusných plochách, lokalita Pytlácký kout

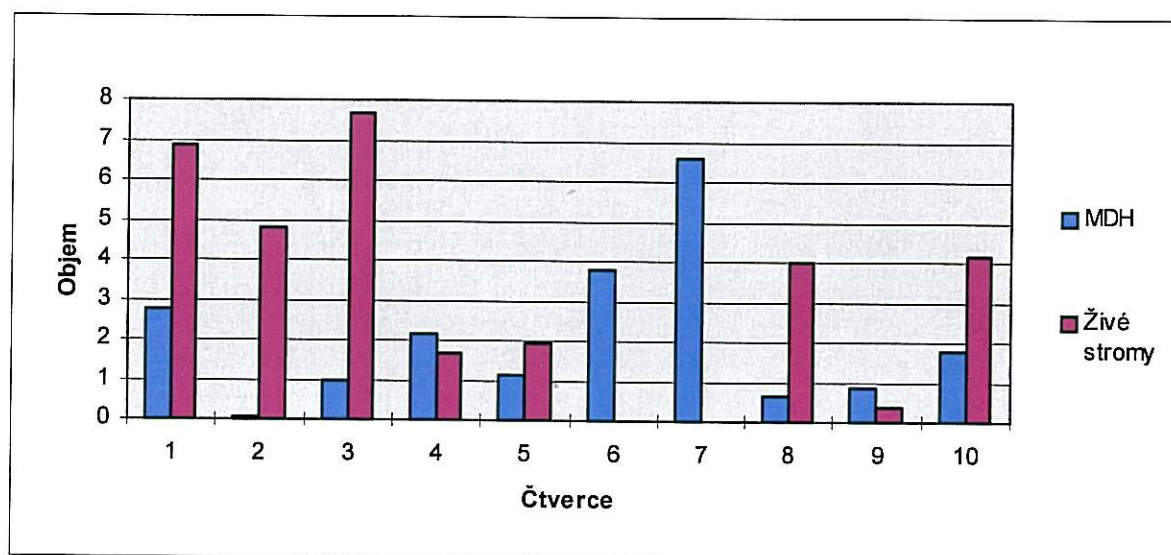


Obr. 7 Změna objemu klád v m<sup>3</sup> na jednotlivých pokusných plochách, lokalita Pytlácký kout

Vzhledem k rozdílnému rozsahu odumírání porostu vlivem kůrovce na obou zkoumaných lokalitách se dají pozorovat dva rozdílné trendy hromadění MDH na pokusných plochách. Na lokalitě Pytlácký kout došlo k náhlému odumření porostu v letech 1995 až 1997 a vysoký podíl MDH je zřetelný na celé ploše (Obr. 8). Naopak na lokalitě Strážný se nacházejí pouze kůrovcová oka a v nich dochází k hromadění MDH (Obr. 9).



Obr. 8 Objem MDH v  $\text{m}^3/100 \text{ m}^2$  na pokusné ploše 1 lokalita Pytlácký kout v roce 2001



Obr. 9 Objem MDH a živých stromů v  $\text{m}^3/100 \text{ m}^2$  na pokusné ploše 2 lokalita Strážný v roce 2001

V červnu roku 1999 bylo na lokalitě Strážný poprvé provedeno asanační kácení stromů napadených kůrovcem. Napadené stromy byly odkorněny, pořezány na kratší kusy a ponechány na místě. V následujících letech asanační kácení pokračovalo. Tato dřevní hmota se objevila na všech pokusných plochách kromě plochy 1.

## 4.2. Další charakteristiky

Vliv vybraných charakteristik (pokrytí kůrou, větví, kategorie: ležící kláda nebo souš, pokusné plochy a lokality) na stupeň rozkladu MDH byl testován pomocí Obecných lineárních modelů (Tab. 5). Z výsledků vyplývá, že na stupeň rozkladu má signifikantní vliv pouze kategorie (kláda-souš) a pokrytí kůrou.

Tab. 5 Výsledky statistického hodnocení vlivu vybraných charakteristik na stupeň rozkladu MDH

Sledovaná proměnná	Číselník F-testu	Jmenovatel F-testu	F	p
Lokalita	1	1224	0,02	0,89
Kategorie	2	1223	17,7	< 0,001
Kůra	1	1224	35,83	< 0,001
Větve	1	1224	0,38	0,54
Umístění	2	1223	0,42	0,52

## 4.3. Ekologické parametry MDH

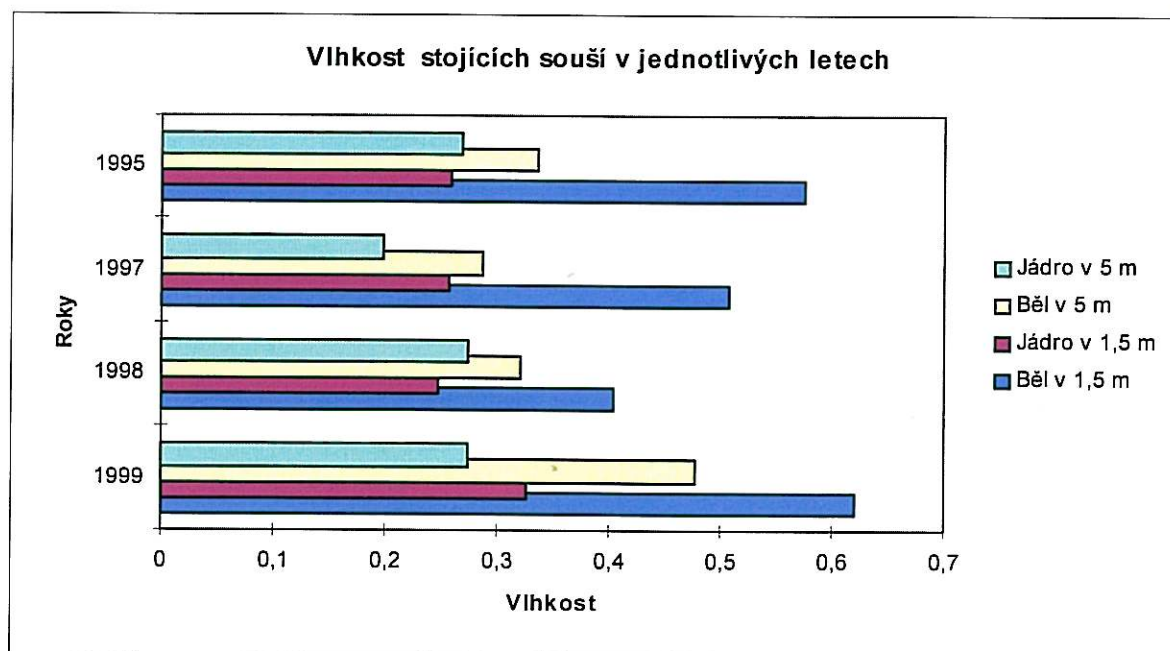
Ekologické parametry MDH - vlhkost, nasáklivost a hustota byly zjišťovány v odebraných vzorcích z obou lokalit. Vzorky byly odebrány jak ze stojících souší, tak z ležící MDH a z fermentační vrstvy půdy, která nebyla pokryta vegetací.

### 4.3.1. Parametry souší

Vlivem hniloby způsobené troudnatcem páskovaným (*Fomitopsis pinicola*), který na kůrovcových souších dominoval (Pouska 2001), docházelo k postupnému lámání souší po pěti až šesti letech. Tento druh rosti nejvíce v bělové části dřeva (5-7 cm hluboko od povrchu kmene) a rychle se šířil podél kmene stromu.

#### 4.3.1.1. Vlhkost

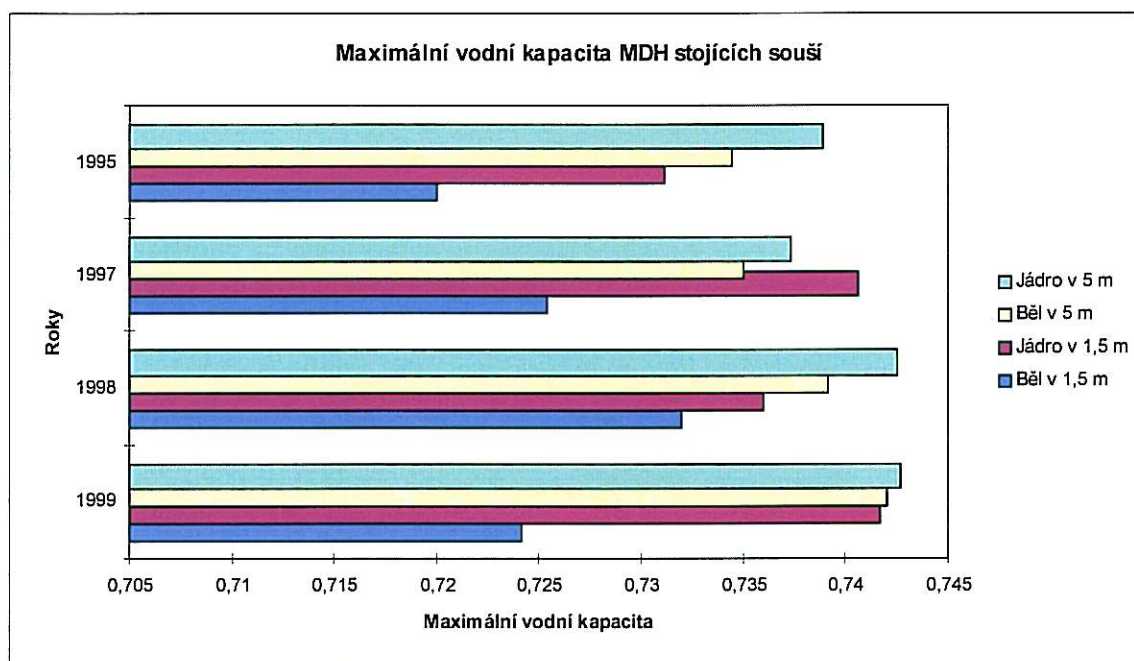
Vlhkost MDH se mění v závislosti na době od odumření souše ( $Df = 3, F = 8,12, p < 0,001$ ). Změny vlhkosti jsou závislé na výšce odběru ze stojící souše ( $Df = 1, F = 29,87, p < 0,001$ ) a také jestli je vzorek odebrán z bělové nebo jádrové části stromu ( $Df = 1, F = 262,42, p < 0,001$ ). V bělové části dřeva vlhkost v prvním roce po odumření prudce klesá. V následujících letech dochází k jejímu nárůstu, v prsní výšce až téměř na původní hodnoty. Naopak v jádrové části dřeva dochází jen k malým změnám (Obr. 10).



Obr. 10 Změny vlhkosti v závislosti na stáří souše, typu dřeva a výšce odběru.

#### 4.3.1.2. Maximální vodní kapacita

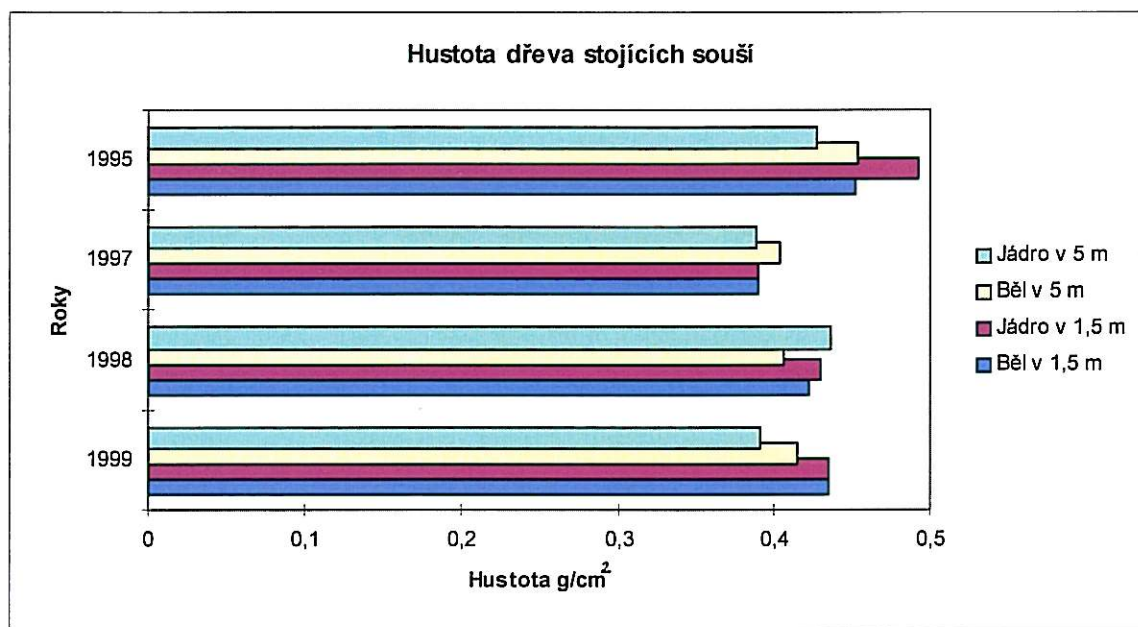
Maximální vodní kapacita se u vzorků odebraných ze souší různého stáří téměř neměnila. Výška odběru neměla na tuto charakteristiku žádný vliv. Vzorky odebrané z běli v prsní výšce měly o jedno až dvě procenta nižší maximální vodní kapacitu (Obr. 11). Výška odběru ani typ dřevní hmoty neměly signifikantní vliv na sledovanou charakteristiku.



Obr.11 Změny maximální vodní kapacity v závislosti na stáří souše, typu dřeva a výšce odběru.

### 4.3.1.3. Hustota

Hustota dřevní hmoty souší se ve sledovaném období téměř neměnila. Výška odběru ani typ dřevní hmoty neměly signifikantní vliv na sledovanou charakteristiku (Obr. 12).



Obr. 12 Změny hustoty v závislosti na stáří souše, typu dřeva a výšce odběru.

## 4.3.2. Parametry ležícího tlejícího dřeva

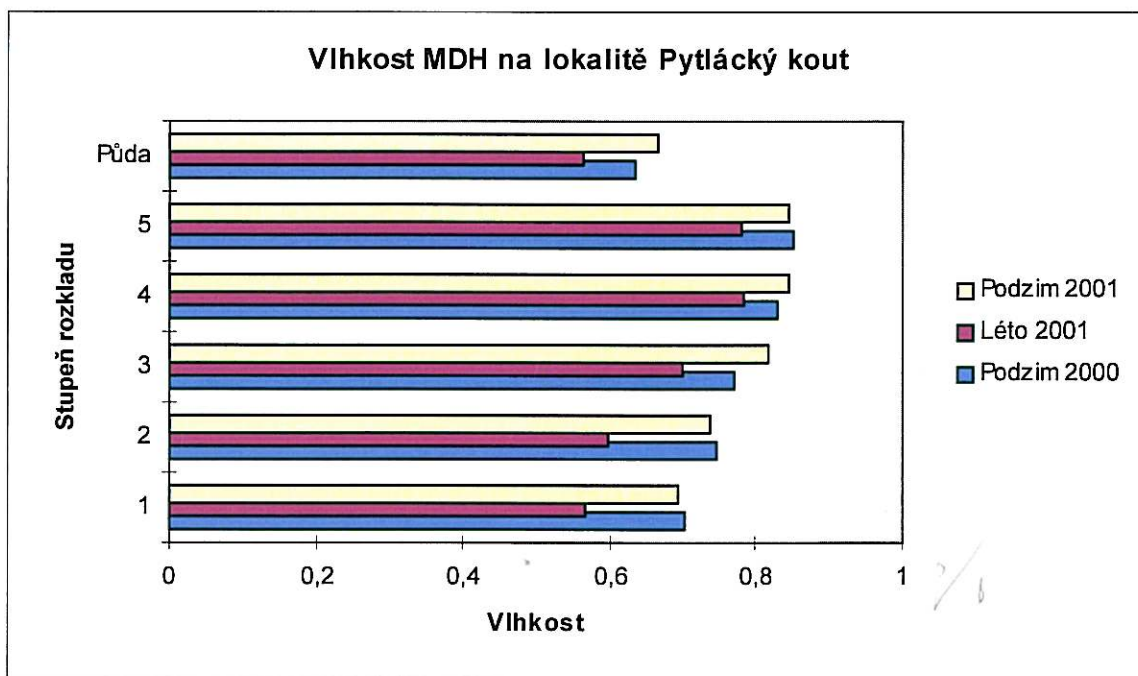
### 4.3.2.1. Vlhkost

Vlhkost různých stupňů rozkladu ležícího tlejícího dřeva byla stanovena u vzorků z obou lokalit. Kromě vzorků dřeva byla stanovena i vlhkost půdy ve fermentační vrstvě nadložního humusu. Vlhkost půdy je pokaždé nižší než vlhkost v MDH. Statisticky byl testován vztah vlhkosti a dalších parametrů. Vlhkost roste se zvyšujícím se stupněm rozkladu. Vliv lokality na vlhkost vyšel neprůkazně. Prokazatelně se liší jednotlivé odběry, kdy jeden odběr byl proveden v suchém období (léto 2001) a druhé dva ve vlhkém (podzim 2000 a 2001) (Tab. 9, Obr. 13, 14).

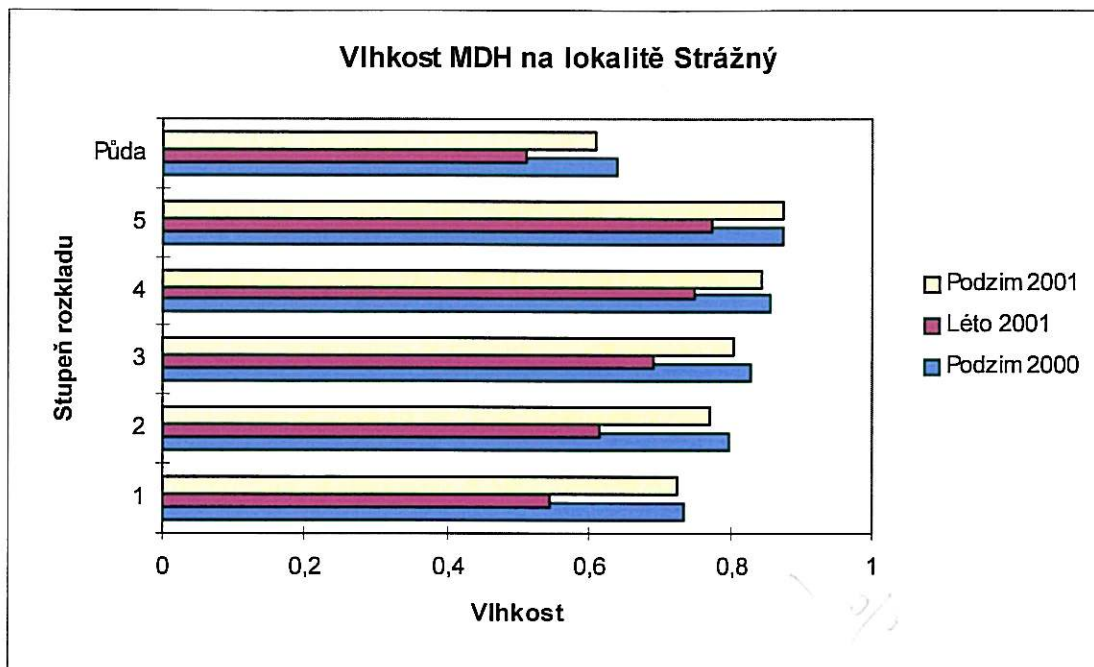


Tab. 9 Vliv lokality a stupně rozkladu na vlhkost MDH v jednotlivých odběrech hodnocený analýzou kovariance (Df = 2,47).

Analýza kovariance: Vlhkost první odběr				
		St. Odch		
	B	B	t(47)	p
STUPEŇ	0,0395	0,003752	10,52686	5,95E-14
LOKALITA			-1,411904	0,163414
Analýza kovariance: Vlhkost druhý odběr				
		St. Odch		
	B	B	t(47)	p-level
STUPEŇ	0,0437	0,005367	11,62573	3,98E-13
LOKALITA			0,601878	0,549642
Analýza kovariance: Vlhkost třetí odběr				
		St. Odch		
	B	B	t(47)	p-level
STUPEŇ	0,042585	0,002546	10,3216	2,13E-14
LOKALITA			-0,181457	0,856653



Obr. 13 Srovnání vlhkosti MDH a půdy na lokalitě Pytlácký kout



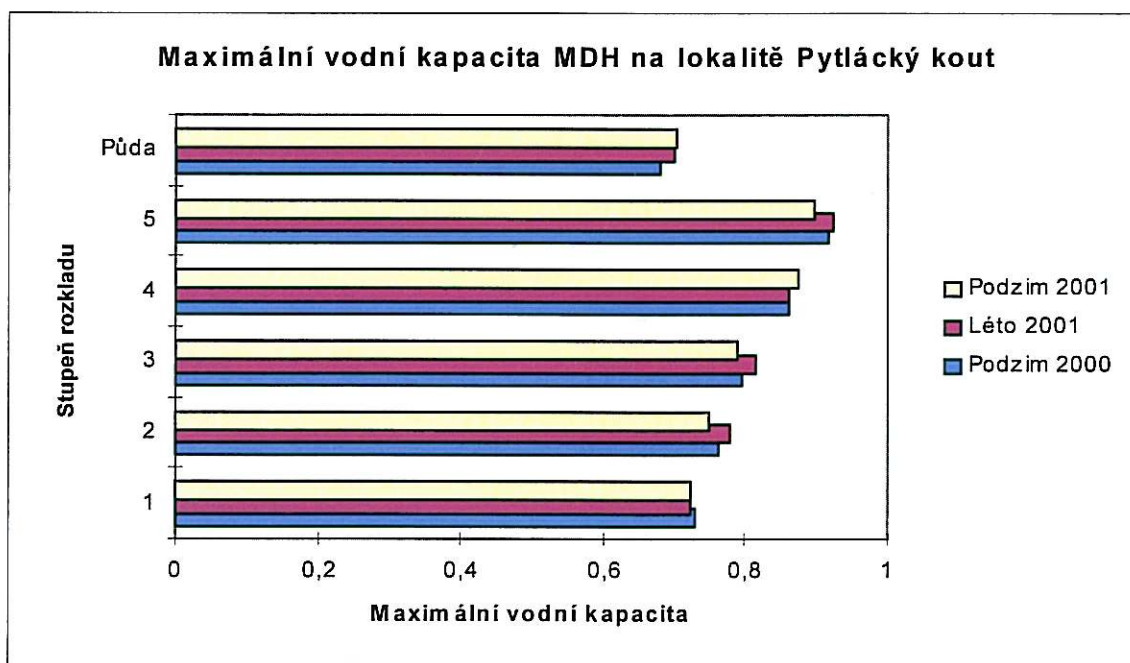
Obr. 14 Srovnání vlhkosti MDH a půdy na lokalitě Strážný

#### 4.3.2.2. Maximální vodní kapacita

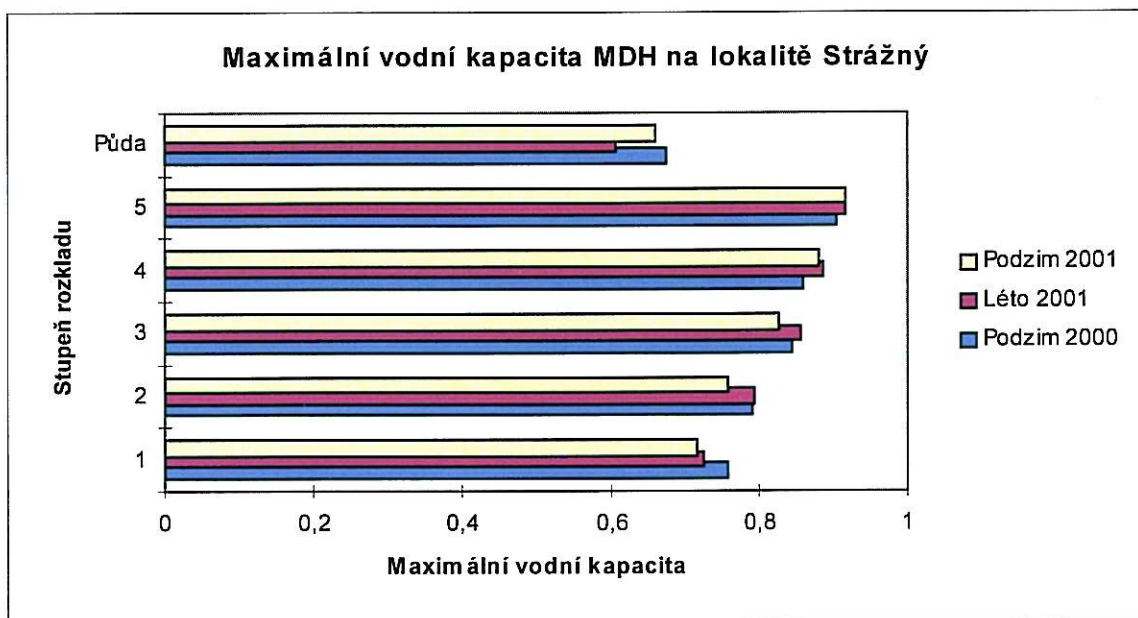
Další charakteristikou zjišťovanou u tlejícího dřeva a půdy byla maximální vodní kapacita. Tlející dřevo mělo vyšší maximální vodní kapacitu než půda. Maximální vodní kapacita rostla se zvyšujícím se stupněm rozkladu. Na maximální vodní kapacitu nemá vliv doba odběru ani lokalita (Tab. 10, Obr. 15, 16).

Tab. 10 Vliv lokality a stupně rozkladu na maximální vodní kapacitu MDH v jednotlivých odběrech hodnocený analýzou kovariance (Df = 2,47).

Analýza kovariance: Max. vodní kapacita první odběr				
	B	St. Odch	t(47)	p
STUPEŇ	4,001708	0,261397	15,308927	6,88693E-20
LOKALITA			-0,6985295	0,487686425
Analýza kovariance: Max. vodní kapacita druhý odběr				
	B	St. Odch	t(47)	p-level
STUPEŇ	5,390134	0,2992131	18,014366	9,80543E-23
LOKALITA			0,0946015	0,924963176
Analýza kovariance: Max. vodní kapacita třetí odběr				
	B	St. Odch	t(47)	p-level
STUPEŇ	5,077902	0,2576796	19,70626	2,34007E-24
LOKALITA			-0,1677745	0,867354572



Obr. 15 Srovnání maximální vodní kapacity MDH a půdy na lokalitě Pytlácký kout



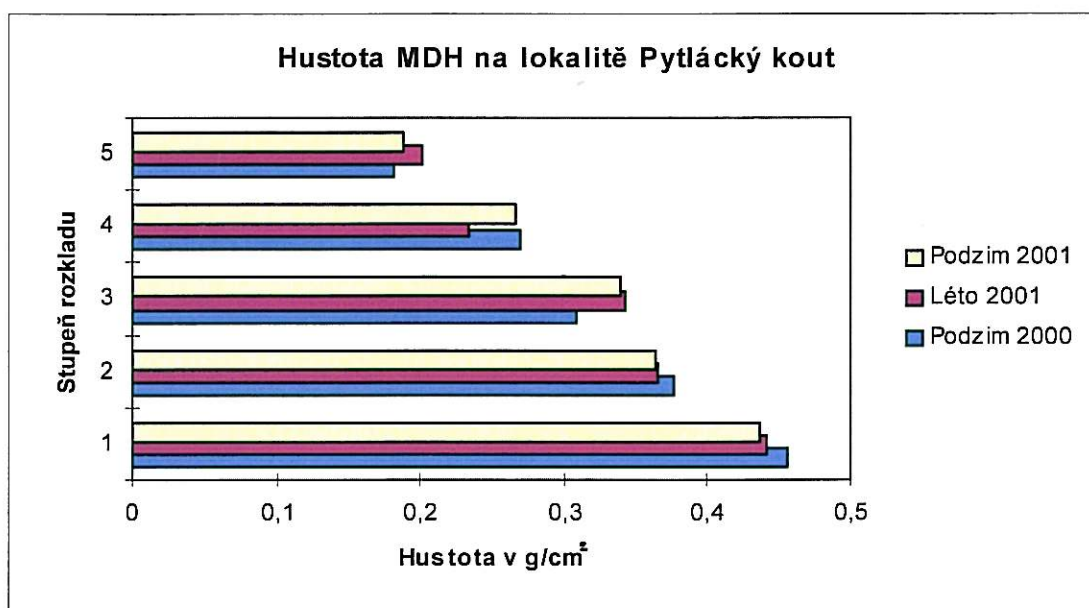
Obr. 16 Srovnání maximální vodní kapacity MDH a půdy na lokalitě Strážný

### 4.3.2.3. Hustota

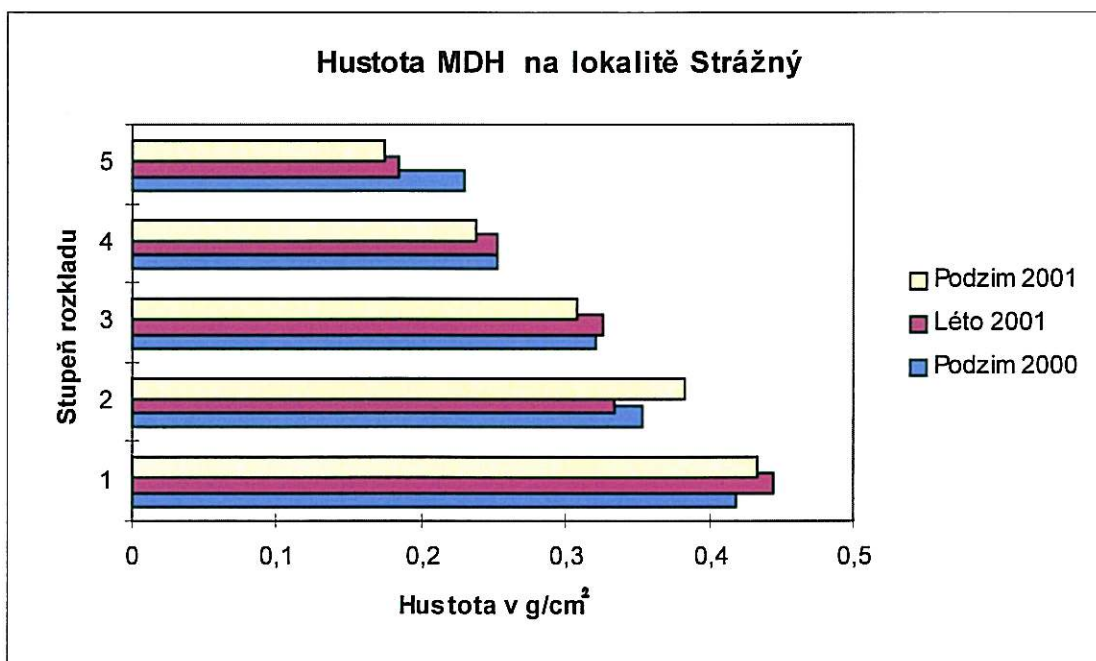
Hustota byla zjišťována pouze u ležícího tlejícího dřeva. Statisticky průkazně klesala se stoupajícím stupněm rozkladu. Další charakteristiky (lokalita a doba odběru) nemají na hustotu tlejícího dřeva vliv (Tab. 11, Obr. 17, 18).

Tab. 11 Vliv lokality a stupně rozkladu na hustotu MDH v jednotlivých odběrech hodnocený analýzou kovariance (Df = 2,47).

Analýza kovariance: Hustota první odběr				
	B	St. Odch	t(47)	p
STUPEŇ	-0,056731	0,004363	-13,00352	3,51E-17
LOKALITA			0,314137	0,754807
Analýza kovariance: Hustota druhý odběr				
	B	St. Odch	t(47)	p-level
STUPEŇ	-0,061045	0,004032	-15,13898	1,07E-19
LOKALITA			0,738475	0,463898
Analýza kovariance: Hustota třetí odběr				
	B	St. Odch	t(47)	p-level
STUPEŇ	-0,063021	0,003677	-17,13938	7,52E-22
LOKALITA			1,150179	0,255889



Obr. 17 Srovnání hustoty MDH v jednotlivých stupních rozkladu na lokalitě Pytlácký kout



Obr. 18 Srovnání hustoty MDH v jednotlivých stupních rozkladu na lokalitě Strážný

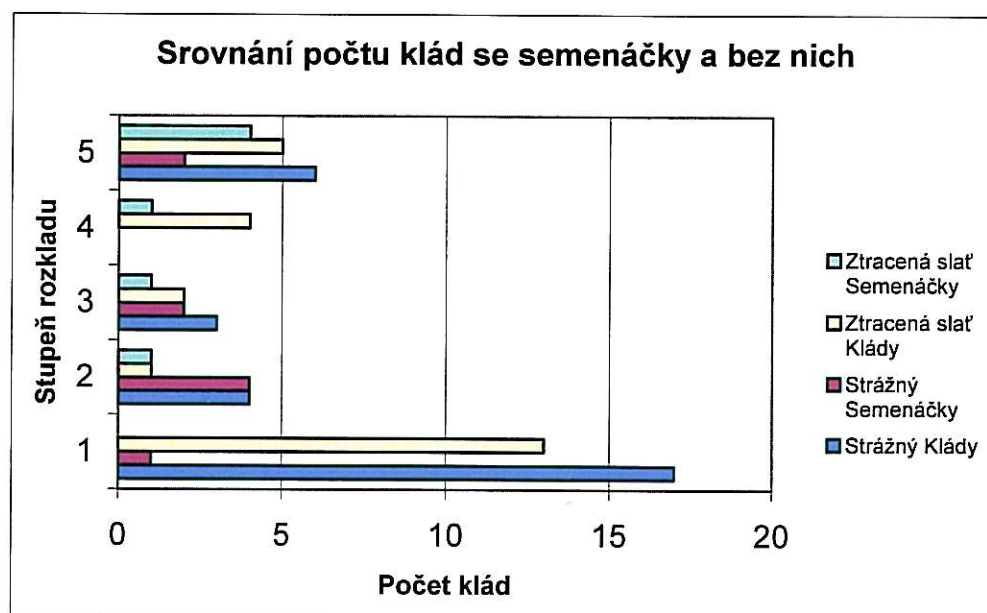
#### 4.4.Semenáčky

Na lokalitách Strážný a Ztracená slat' bylo pomocí čtyř liniových transektů, nalezeno a zmapováno celkem 55 klád s výskytem nebo bez výskytu semenáčků smrku. Semenáčky byly nalezeny na 16 kládách, což je 30% z celkového počtu klád. Na lokalitě Strážný bylo nalezeno 30 klád a na lokalitě Ztracená slat' 25 klád. Obě lokality měly stejnou frekvenci výskytu semenáčků v průběhu transektu, tj. asi 30%.

Počet klád v jednotlivých stupních rozkladu a množství nálezů semenáčků ukazuje Obr. 19. Dále byl ověřován vliv různých faktorů na výskyt semenáčků smrku na ležících kládách. Výsledky hodnocení vlivu vybraných faktorů jsou v Tab. 12. Prokazatelně ovlivňuje výskyt semenáčků smrku přítomnost mechu na kládách a méně stupeň rozkladu.

Tab. 12 Hodnocení vlivu některých faktorů na výskyt semenáčků smrku

Conditional Effects					
Variable	Var.N	Lambda	A	P	F
Mech	4	0,4		0,002	34,71
Rozklad	3	0,07		0,01	7,81
Průměr	8	0,02		0,256	1,36
Kůra	7	0,02		0,16	2,03
Lokalita	1	0,01		0,286	0,96
Větve	5	0		0,522	0,44
Zanoření	9	0		0,82	0,05



Obr. 19 Srovnání počtu klád se semenáčky a bez nich na obou lokalitách v jednotlivých stupních rozkladu

## 5. Diskuse

Postupující kůrovcová kalamita v Národním parku Šumava podnítila snahy zkoumat množství a vliv MDH na další složky lesního ekosystému. Prvním předpokladem k získání informací o mrtvé dřevní hmotě je zjistit její množství na dané lokalitě a zachytit její rozmístění v prostoru.

V literatuře se mapování MDH provádí různými způsoby (HARMON et al., 1986, FRIDMAN et al., 2000). V našich podmínkách se zdálo nejvhodnější použít obdélníkové trvalé plochy, které byly rozděleny do deseti dílčích čtverců. Toto rozdělení bylo provedeno pro usnadnění mapování MDH.

Množství MDH se mění s vývojem lesa, kdy se stářím lesa vzrůstá a největší objemy jsou v pralesních formacích. Celkový objem dřevní hmoty na našich lokalitách je srovnatelný s hodnotami udávanými pro tento typ porostu (Zatloukal nepublik.), pouze na lokalitě Pytlácký kout zjištěný objem MDH přesahuje asi o 15 % uvedené hodnoty. Příčinnou tohoto nárůstu je plošné odumírání porostu vlivem kůrovcové kalamity.

Zvyšování objemu mrtvé dřevní hmoty na sledovaných lokalitách v jednotlivých letech, je způsobeno připadáváním vršků zlomených souší na pokusné plochy. Vzhledem k charakteru pokusných ploch je mnohem více pravděpodobné, že zlomený vršek souše připadne do pokusné plochy, než že dojde stejným způsobem k úbytku MDH z plochy. Pokles objemu živých stromů na lokalitě Strážný mezi roky 1999 a 2000 je z větší části způsoben provedeným asanačním kácením.

Na obou lokalitách se nachází MDH v různých fázích rozkladu. Pro stanovení stupně rozkladu v našich podmínkách byla ze známých metod vybrána a částečně upravena metoda a stupnice rozkladu podle RENVALL (1995), kdy hlavním kritériem je hloubka zabodnutí nože do klády. Pro zpřesnění této metody stanovení stupně rozkladu je nutné zabodávání nože několikrát opakovat, kvůli nestejně rozkladu MDH. Částečně se tomuto problému předešlo zvolenou šířkou stupňů rozkladu.

Nejvyšší objemy MDH byly zaznamenány v prvních dvou stupních rozkladu, protože zahrnují odumřelé stromy po kůrovcové kalamitě. Zaznamenané vyšší objemy MDH v nejvyšším stupni rozkladu na lokalitě Strážný jsou pravděpodobně způsobeny tím, že na lokalitě Pytlácký kout je problematické hledání zanořených či částečně zanořených klád, vzhledem k souvislému porostu *Calmagrostis villosa* a *Luzula sylvatica*.



Během pozorování pokusných ploch na obou lokalitách docházelo k dynamickým změnám v objemu jednotlivých kategorií dřevní hmoty (souše, kláda, živý strom). Dochází zde k přechodu dřevní hmoty z kategorií souše a živý strom do kategorie kláda. Tento přechod není plynulý a jsou zřetelné rozdíly mezi pokusnými plochami. Obecně lze říci, že během let objem souší a živých stromů klesal a objem klád stoupal, ale na některých pokusných plochách nedošlo ke změnám (pokusná plocha 4 na lokalitě Strážný, pokusná plocha 2 na lokalitě Pytlácký kout). V obou případech se nezměnil objem živých stromů. Důvodem bylo, že na lokalitě Strážný se kůrovec šířil jiným směrem a tuto plochu již nepostihl a na lokalitě Pytlácký kout přežil pouze jediný strom, který zůstal nedotčen po celou dobu pozorování. Na pokusné ploše 3, lokalita Strážný, došlo mezi roky 1999 a 2000 k prudkému poklesu objemu souší, způsobenému asanačním kácením stromů a v následujícím roce k nárůstu objemu souší odumíráním živých stromů.

Obě lokality se lišily v objemu MDH v jednom čtverci pokusné plochy i v rozdělení dřevní hmoty na celé pokusné ploše. Na lokalitě Pytlácký kout byl objem MDH v jednotlivých čtvercích vyšší a vyrovnanější než na lokalitě Strážný a to díky náhlému odumření celého porostu. Na lokalitě Strážný lze pozorovat hromadění MDH v té části pokusné plochy, kde bylo tzv. kůrovcové oko. Naopak poměry objemu MDH a živých stromů v nezasazených částech odpovídají porostu bez napadení kůrovcem. Procentuální zastoupení MDH na obou lokalitách před kůrovcovou kalamitou bylo 10-15 % (Zatloukal nepublik.). V průběhu kůrovcové kalamity vzrostlo na lokalitě Pytlácký kout téměř na sto procent. Na druhé lokalitě docházelo k lokálnímu odumírání porostu a tím i k hromadění MDH v určitých místech, kde se její zastoupení zvedlo až ke stu procentům. Regenerace porostu na této ploše probíhá mozaikovitě, kdy okolní nepostižený porost slouží jako zdroj semen a rozkládající se MDH je zdrojem živin pro semenáčky.

Kromě objemu lze u MDH hodnotit několik dalších charakteristik. Byl zkoumán jejich vliv na stupeň rozkladu. Statisticky průkazně vyšel vliv kategorie MDH, kdy souše mají nižší stupeň rozkladu než klády a pokrytí kůrou, které se stupněm rozkladu klesá. Naopak vliv lokality, umístění, větví a pokusné plochy nebyl prokázán. Získané výsledky potvrzují údaje z literatury, které uvádějí pokles pokrytí kůrou MDH se zvyšujícím se stářím od odumření stromu (HARMON 1986, HOILAND et al., 1996). Velkou otázkou zůstává další vývoj odkorněných klád, na kterých se díky tomuto zásahu vyskytují zcela jiné druhy saprofytických hub (Pouska 2001), než na kládách ponechaných bez asanačního zásahu. Jak bude probíhat

kolonizace dalšími druhy saprofytických hub nebo případné osidlování semenáčky smrku je nejasné.

Průkaznost kategorie dřevní hmoty je způsobena postupným rozkladem dřevní hmoty.

Přestože jsou obě sledované lokality dosti rozdílné, nemají vliv na stupeň rozkladu.

Ani předpoklad absence větví či pahýlů u vyšších stupňů rozkladu se nepotvrdil. HARMON et al., (1986) uváděný vliv umístění na rozklad MDH nebyl prokázán.

Velice zajímavé jsou podmínky rozkladu stojících kůrovcových souší houbami, kdy dochází k odumírání stromu od vrcholu k bázi, následované postupným rozkladem a zlomem souše (HARMON et al., 1986). Výrazný vliv na rozklad a zlom souše má druh *Fomitopsis pinicola*, který dominoval na našich lokalitách (Pouska 2001) a jehož dominance je zmiňována také v literatuře (BADER et al., 1994, KRUYSS et al., 1999).

Byly zjišťovány některé charakteristiky souší vzhledem k době od jejich odumření. Vlhkost se dynamicky mění v závislosti na době od odumření souše. Pokles vlhkosti v prvním roce je způsoben postupným vysycháním kmene stromu. V následujících letech se vlhkost bělí souše zvyšuje a to od spodních partií souše. Tento nárůst je způsoben počínající činností rozkladačů MDH. Na Obr. 11 je dobře patrný časový posun růstu vlhkosti bělí ve dvou sledovaných výškách odběru vzorků. Ve spodní části bělí souše je mnohem vyšší vlhkost a toto větší zamokření MDH má vliv na spektrum dřevokazných hub, které se zde vyskytují. Do této oblasti neproniká *Fomitopsis pinicola*. Vyskytují se zde jiné druhy hub, převážně askomycety (Pouska 2001). Naopak vlhkost jádrové části dřeva se v časovém horizontu nijak výrazně neměnila ani v jedné ze sledovaných výšek odběru vzorků. Důvodem je zatím neprobíhající rozklad dřeva.

Se stářím souše se příliš nemění maximální vodní kapacita. Nemá na ní vliv ani výška odběru. Spíše je ovlivněna stavem dřevní hmoty v místě odběru vzorku.

Hustota MDH souší se ve sledovaném časovém horizontu téměř neměnila a ze získaných hodnot nelze vysledovat žádný trend. Zajímavá je nižší hustota vzorků odebraných v pěti metrech, kdy může mít vliv infekce stromu dřevokaznými houbami (*Fomitopsis pinicola*).

U vzorků odebraných na ležící MDH byly stanovovány stejné charakteristiky jako u souší. Je zajímavé, že přes velkou odlišnost lokalit, na kterých byla pozorování prováděna, se nepotvrdil jejich vliv na zkoumané charakteristiky.

Růst míry vlhkosti se zvyšujícím se stupněm rozkladu potvrzují údaje uváděné v literatuře (SIPPOLA et al., 1998). Výrazný vliv měla i doba odběru, při deštivém počasí se vlhkost MDH zvýšila a přiblížila se maximální vodní kapacitě substrátu. Vlhkost MDH je

výrazně vyšší než vlhkost okolní půdy, což může mít pozitivní vliv na růst semenáčků stromů na ležících kládách.

Růst maximální vodní kapacity při zvyšujícím se stupni rozkladu souvisí se zvětšujícími se prostory v MDH. Všeobecně má MDH větší maximální vodní kapacitu než půda, toto může mít vliv na udržení a absorpci vody v ekosystému.

Byl potvrzen předpoklad z literatury, že hustota MDH se snižuje s rostoucím stupněm rozkladu (HARMON et al., 1986).

Vliv přítomnosti MDH pro uchycení a růst semenáčků stromů je mnohokrát zmiňován v literatuře (MASSER et al., 1984). Její přítomnost nabývá na důležitosti na lokalitách postižených různými katastrofami. Lokality, na nichž byl zkoumán vliv MDH na semenáčky smrku, byly částečně postiženy kůrovcovou kalamitou, která zde dosáhla poměrně malých rozměrů. Dalším důvodem pro zvolení těchto dvou lokalit byl výskyt semenáčků smrku na MDH. Na lokalitě Pytlácký kout se semenáčky téměř nevyskytovaly. Vzhledem k charakteru těchto dvou lokalit byla k mapování dřevní hmoty a výskytu semenáčků zvolena metoda liniového transektu. Touto metodou bylo zjištěno, že frekvence výskytu semenáčků smrku je asi 30 % a není závislá na lokalitě, na které bylo pozorování prováděno. Potvrdil se předpoklad nárůstu nálezů semenáčků se stoupajícím stupněm rozkladu. I když v druhém stupni rozkladu byl také vysoký počet nálezů semenáčků. Nejvýraznějším faktorem ovlivňujícím výskyt semenáčků byla přítomnost porostu mechu na kládě. Ostatní sledované faktory téměř neměly vliv na jejich výskyt.

## 6. Závěr

Mrtvá dřevní hmota je důležitou složkou lesních ekosystémů. Její charakter a množství ovlivňuje mnoho organismů obývajících tyto ekosystémy. Je zásobárnou živin v lesním ekosystému, osidluje ji velké množství organismů, tvoří vhodná stanoviště pro uchycení a růst semenáčků atd.

Největší objem MDH je v současné době v prvních dvou stupních rozkladu. Z objemu MDH je na lokalitě Pytlácký kout 96 % v prvních dvou stupních rozkladu. Na lokalitě Strážný je objem MDH v prvních dvou stupních rozkladu okolo 87 %.

Velice rychle dochází k přesunům MDH, kdy souše se po pěti až šesti letech lámou vlivem dřevokazných hub.

MDH má pozitivní vliv na uchycování semenáčků smrku. Pravděpodobnost přítomnosti semenáčků stoupá se zvyšujícím se stupněm rozkladu.

*Strážný*

## 7. Přehled použité literatury

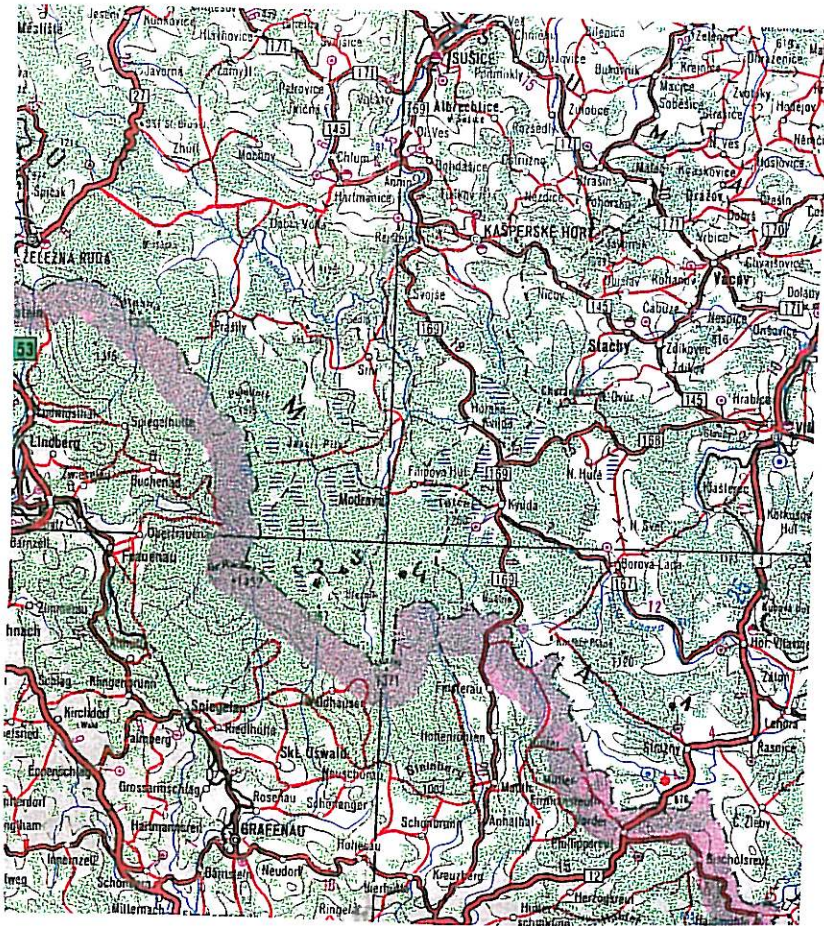
- ALLEN R. B., BUCHANAN P. K., CLINTON P.W., CONE A.J. (2000): Composition and diversity of fungi on decaying logs in a New Zealand temperate beech (*Nothofagus*) forest, *Canadian Journal of Forest Research*, 30: 1025-1034
- BADER P., JANSSON S., JONSSON B. G. (1994): Wood-inhabiting fungi and substratum decline in selectively logged boreal spruce forest, *Biological Conservation*, 72: 355-362
- CRITES S., DÁLE M. R. T. (1998): Diversity and abundance of bryophytes, lichens, and fungi in relation to woody substrate and successional stage in aspen mixedwood boreal forests, *Canadian Journal of Botany*, 76: 641-651
- CZEDERPILTZ D. L. L., STANOSZ G. R., BURDSALL H. H. (1999): Forest management and the diversity of wood-inhabiting fungi, *Journal of American Mycological Amateur*, North American Mycological Association, 14: 34-45
- ČERNÝ A. (1989): Parazitické dřevokazné houby, Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 92 p
- DOHNAL Z., KUNST M., MEJSTRÍK V., RAUČINA Š., VYDRA V. (1965): Československá rašeliniště a slatiniště, ČSAV, Praha, 332 p
- FRIDMAN J., WALHEIM M. (2000): Amount, structure, and dynamics of dead wood on managed forestland in Sweden, *Forest Ecology and Management*, 131: 23-36
- GRIFFIN D. M. (1977): Water potential and wood-decay fungi, *Annu. Rev. Phytopathol.*, 15: 319-329
- HARMON M. E. (1989): Effects of bark fragmentation on plant succession on conifer logs in the *Picea-Tsuga* forests of Olympic national park, Washington, *The American Midland Naturalist*, 121: 112-124
- HARMON M. E. (1986): The influence of litter and humus accumulations and canopy openness on *Picea sitchensis* (Bong.) Carr. And *Tsuga heterophylla* (Raf.) Sarg. seedlings growing on logs, *Canadian Journal of Forest Research*, 17: 1475-1479
- HARMON M. E., FRANKLIN J. F., SWANSON F. J., SOLLINS P., GREGORY S. V., LATTIN J. D., ANDERSON N. H., CLINE S. P., AUMEN N. G., SEDELL J. R., LIENKAEMPER G. W., CROMACK K., CUMMINS K.W. (1986): Ecology of coarse woody debris in temperate ecosystems, *Advances in Ecological Research*, 15: 133-302

- HOILAND K. AND BENDIKSEN E. (1996): Biodiversity of wood-inhabiting fungi in boreal coniferous forest in Sor-Trondelag County, Central Norway, *Nordic Journal of Botany*, 16: 643-659
- JANKOVSKÝ L., ČERMÁK P. (2001): Tlející dřevo 2001, Sborník referátů, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno
- JONSSON B. G. (2000): Availability of coarse woody debris in a boreal old-growth *Picea abies* forest, *Journal of Vegetation Science*, 11: 51-56
- KIRK T. K. AND HIGHLEY T. L. (1973): Quantitative changes in structural components of conifer woods during decay by white and brown-rot fungi, *Phytopathology*, 63: 1338-1342
- KRUYS N., FRIES C. JONSSON B. G., LAMAS T., STAHL G. (1999): Wood-inhabiting cryptogams on dead Norway spruce (*Picea abies*) trees in managed Swedish boreal forest, *Canadian Journal of Forest Research*, 29: 178-187
- LEPŠ J., ŠMILAUER P. (2000): Mnohorozměrná analýza ekologických dat, Biologická fakulta JU, České Budějovice, 102 p
- LEPŠOVÁ A. (2001): Ectomycorrhizal system of naturally established Norway spruce [*Picea abies* (L.) Karst.] seedlings from different microhabitats - forest floor and coarse woody debris, *Silva Gabreta*, 7: 223-234
- LINDBLAD I. (1998): Wood-inhabiting fungi on fallen logs of Norway spruce: relations to forest management and substrate quality, *Nordic Journal of Botany*, 18: 243-255
- MASSER CH., TRAPPE J. M. (1984): The seen and unseen world of the fallen tree, U.S. Department of Agriculture, Forest Service, General technical report PNW - 164
- MCKEE A., LEROI G., AND FRANKLIN J. F. (1982): Structure, composition and reproductive behaviour of terrace forests, South Fork Hoh River, Olympic National Park, In „Ecological Research in National Parks of the Pacific Northwest“, Natl. Park Serv. Coop. Stud. Unit, Corvallis, Oregon, pp. 22-29
- NIEMELA T., RENVALL P., PENTTILA R. (1995): Interactions of fungi at late stages of wood decomposition, *Ann. Bot. Fennici*, 32: 141-152
- NORDÉN B., PALTO H. (2001): Wood-decay fungi in hazel wood: species richness correlated to stand age and dead wood features, *Biological Conservation*, 101: 1-8
- POUSKA V. (2001): Výskyt dřevokazných hub ve vztahu k vlastnostem dřeva smrku ztepilého na Šumavě, Bc. práce biologické fakulty, Jihočeská univerzita, České Budějovice, 42p.
- RENVALL P. (1995): Community structure and dynamics of wood-rotting Basidiomycetes on decomposing conifer trunks in northern Finland, *Karstenia*, 35: 1-51

- RENVALL P., RENVALL T., NIEMELA T. (1991): Basidiomycetes at the timberline in Lapland 1. Introduction, *Karstenia*, 31: 1-12
- RYPÁČEK V., COUFALÍKOVÁ J. (1981): Spalné teplo dřeva v průběhu bílé a hnědé hniloby, *Drevársky výzkum*, Bratislava, 26: 1-17
- SIPPOLA A. L., RENVALL P. (1999): Wood-decomposing fungi and seed-tree cutting: a 40-year perspective, *Forest Ecology and Management*, 115: 183-201
- SIPPOLA A. L., SIITONEN J., KALLIO R. (1998): Amount and quality of coarse woody debris in natural and managed coniferous forests near the timberline in Finnish Lapland, *Scand. J. For. Res.*, 13: 204-214
- SIITONEN J., MARTIKAINEN P., PUNTTILA P., RAUH J. (2000): Coarse woody debris and stand characteristics in mature managed and old-growth boreal mesic forests in southern Finland, *Forest Ecology and Management*, 128: 211-225
- SÖDERSTROM L. (1988): Sequence of bryophytes and lichens in relation to substrate variables of decaying coniferous wood in Northern Sweden, *Nordic Journal of Botany*, 8: 89-97
- SOLHEIM H. (1992): Fungal succession in sapwood of Norway spruce infested by the bark beetle *Ips typographus*, *Norwegian Forest Institute*, 22: 136-148
- SPIES T. A., FRANKLIN J. F., THOMAS T. B. (1988): Coarse woody debris in Douglas-fir forests of western Oregon and Washington, *Ecology*, 69: 1689-1702
- TRISKA F. J. AND CROMACK K. (1980): The role of wood debris in forests and streams, In „Forests : Fresh Perspectives from Ecosystem Analysis. Proceedings 40<sup>th</sup> Biology Colloquium, Oregon State Univ. Press, Corvallis, pp. 171-190
- TRISKA F. J., SEDELL J. R., CROMACK K., GREGORY S. V., MCCORISON F. M. (1984): Nitrogen budget for a small coniferous forest stream, *Ecol. Monogr.*, 54: 119-140
- UHLIAŘOVÁ Š. (2000): Ektomykorhizy na rašeliništích a v přilehlých porostech, Mgr. práce biologické fakulty, Jihočeská univerzita, České Budějovice, 44p.
- VACEK S. (1982): Ekologické aspekty dekompozice biomasy v autochtoních ochranných smrčínách, *Zprávy lesnického výzkumu*, 27(2): 5-11

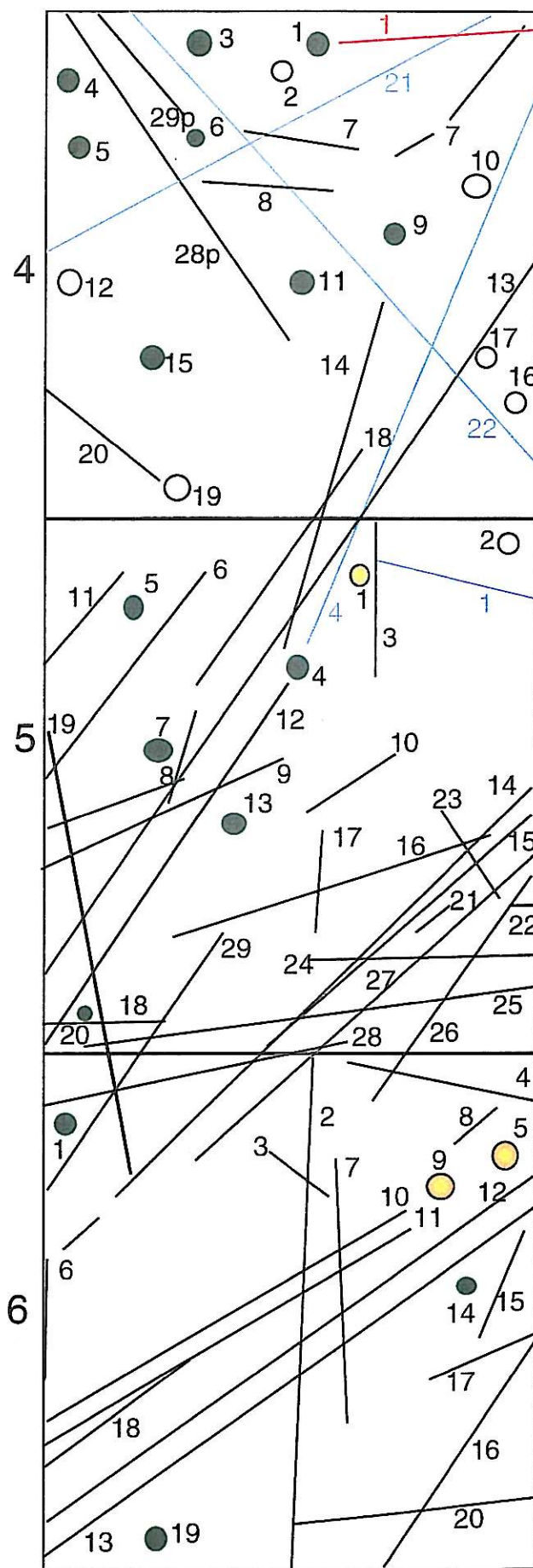
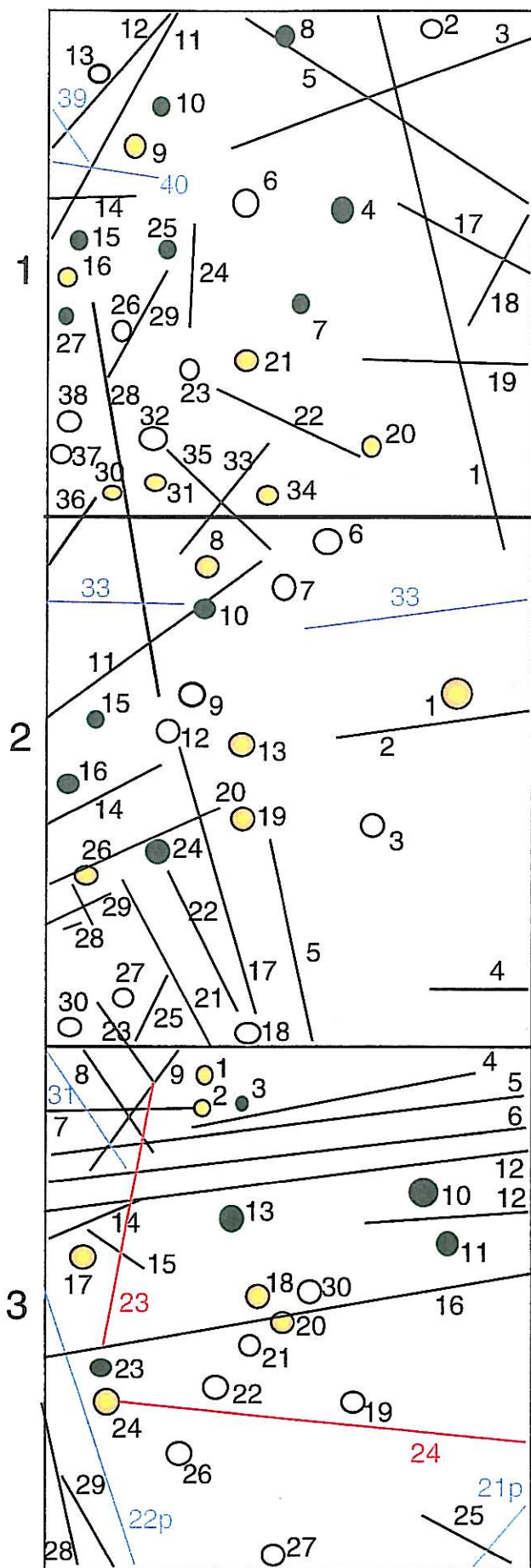
# Příloha



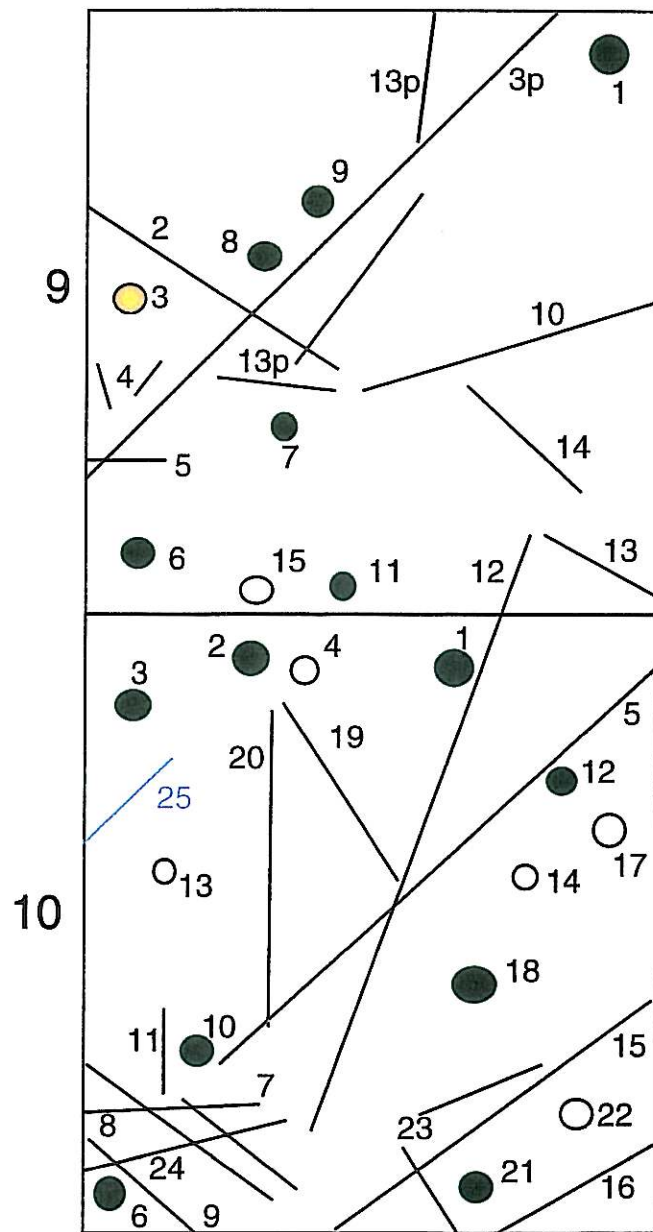
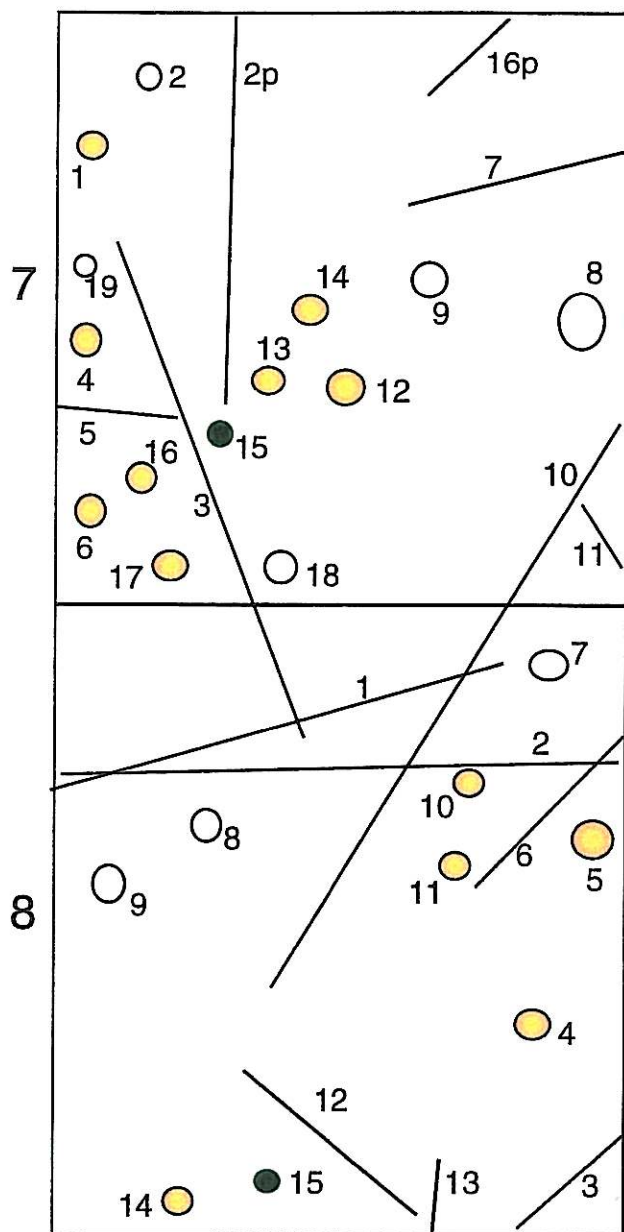


Map. 1 Umístění sledovaných lokalit.

1. Strážný
2. Pytlácký kout
3. Roklanská hájovna
4. Ztracená slaf



Map. 2 Mapa MDH, transekt 1, lokalita Strážný



Map. 2 Mapa MDH, transekt 1, lokalita Strážný

Vysvětlivky:

● Živý strom

● Souše

○ Pařez

Klády:

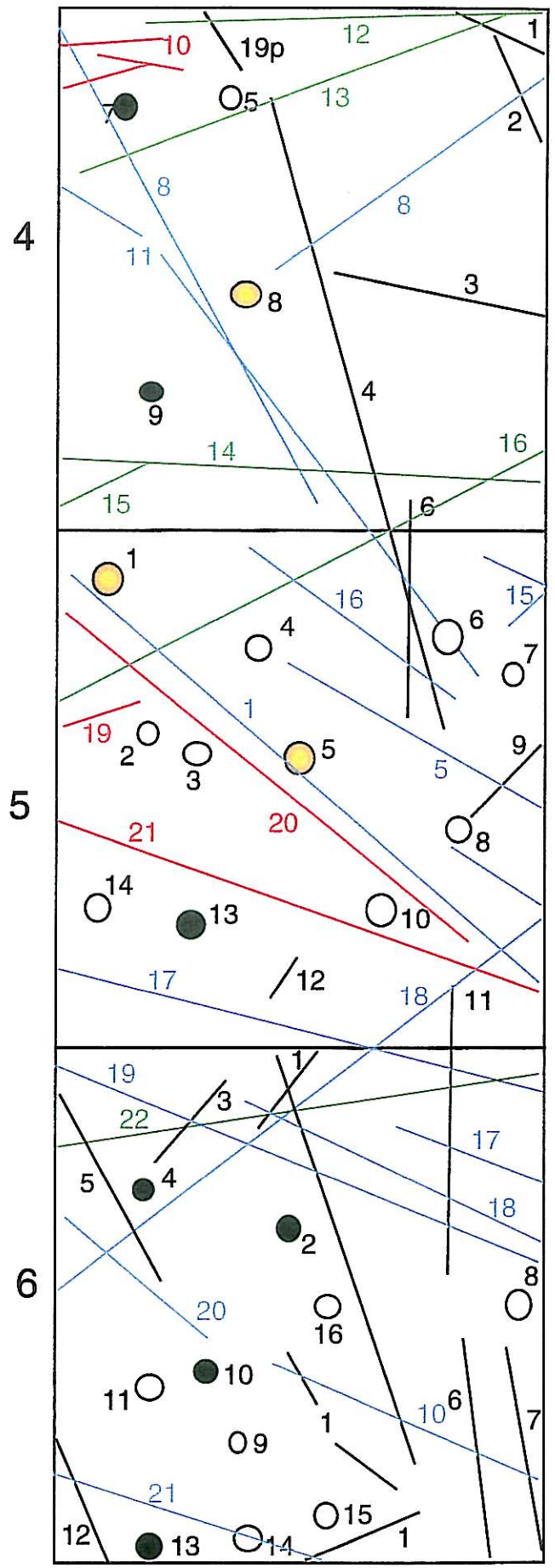
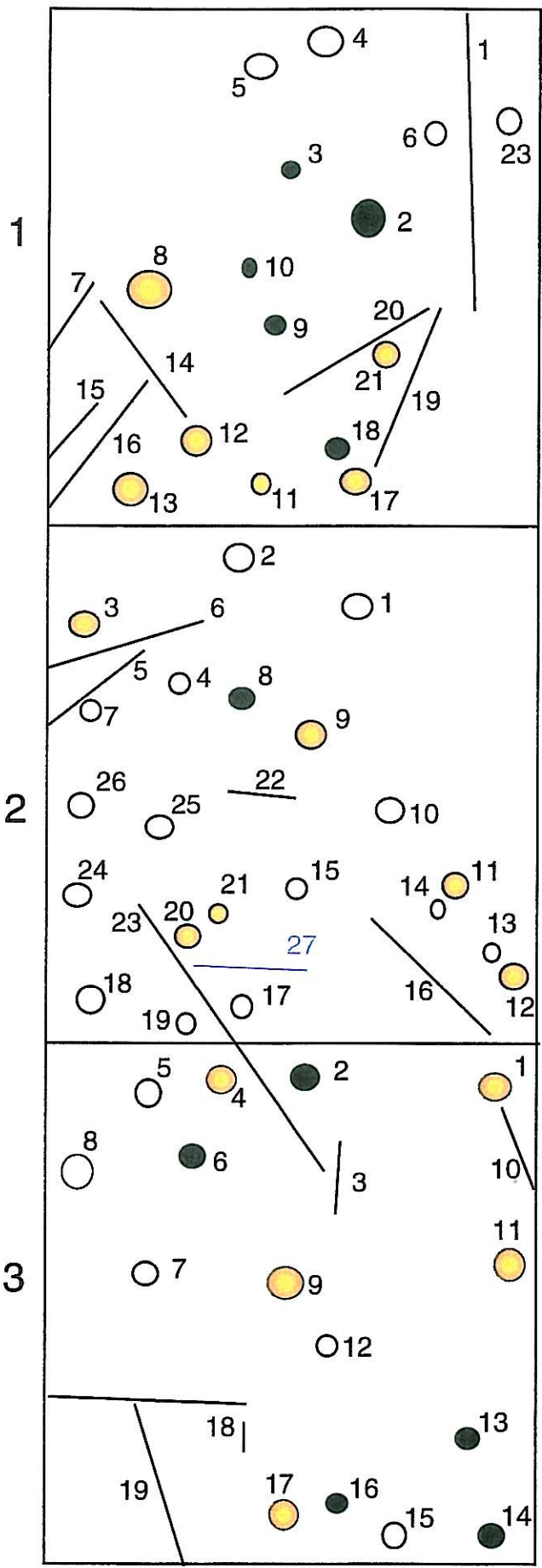
— 1999

— 2000

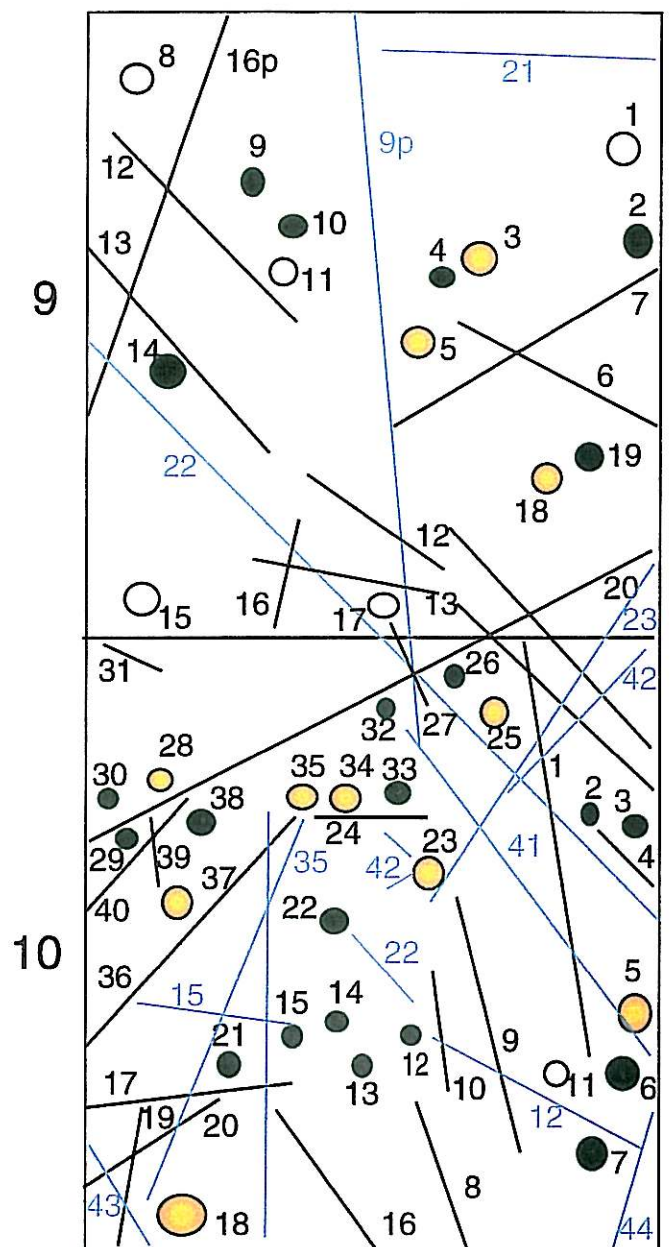
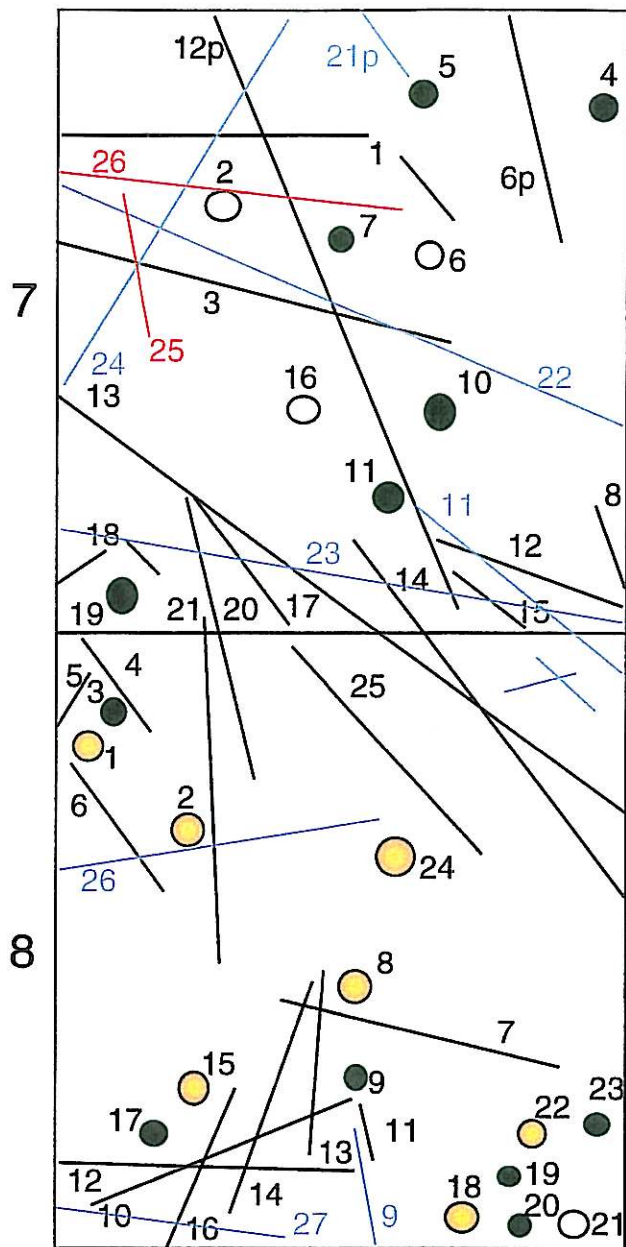
— 2001

— 2002

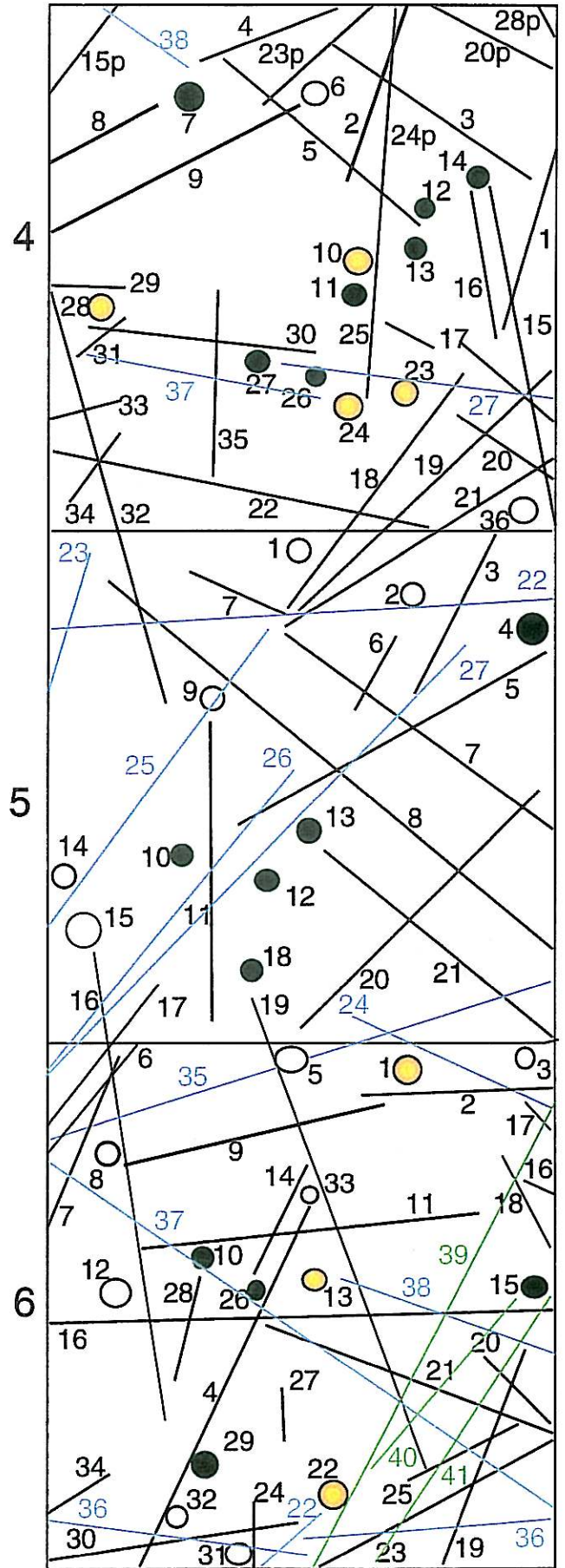
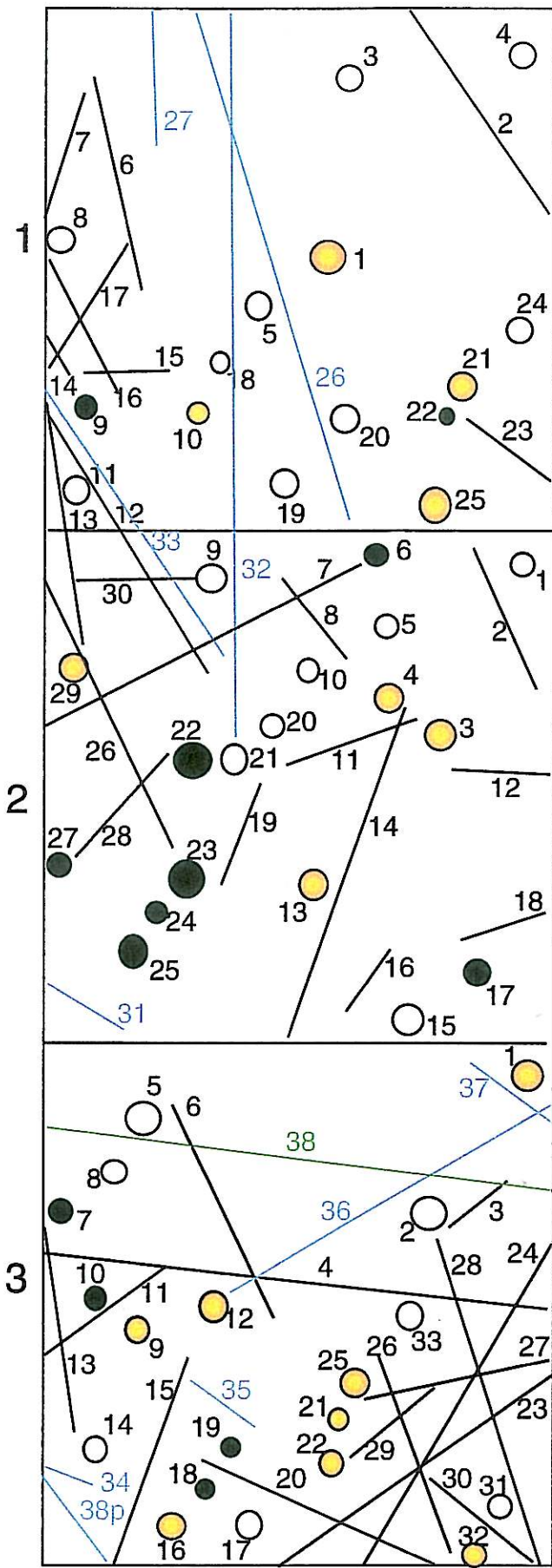
14p pokračování klády



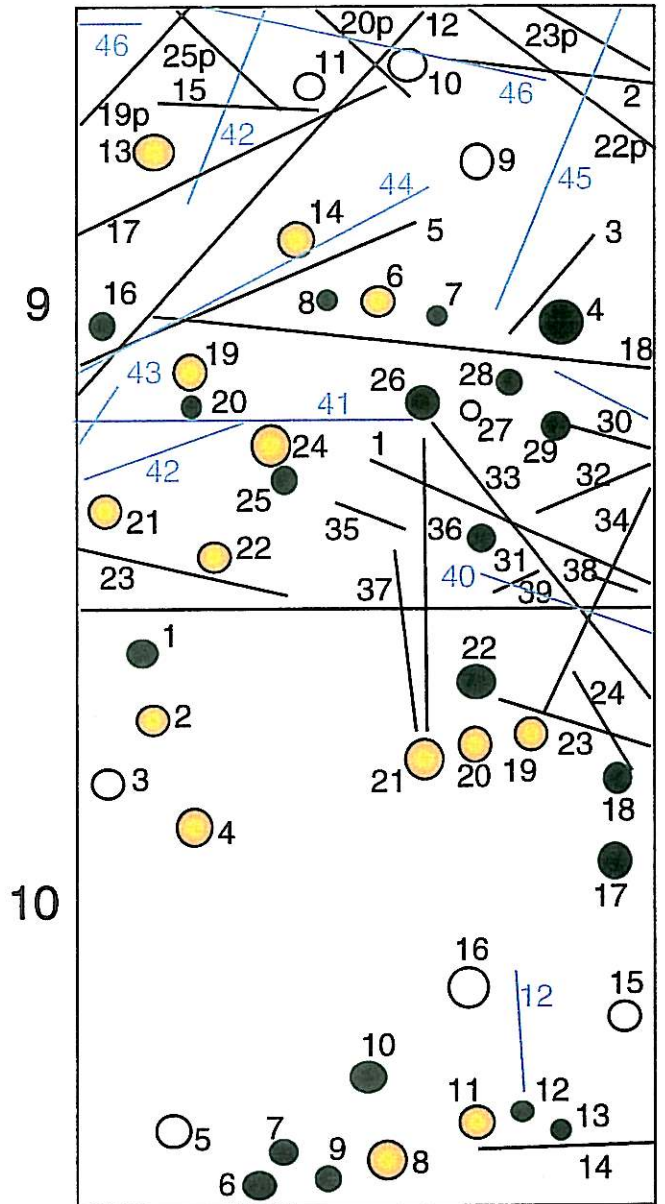
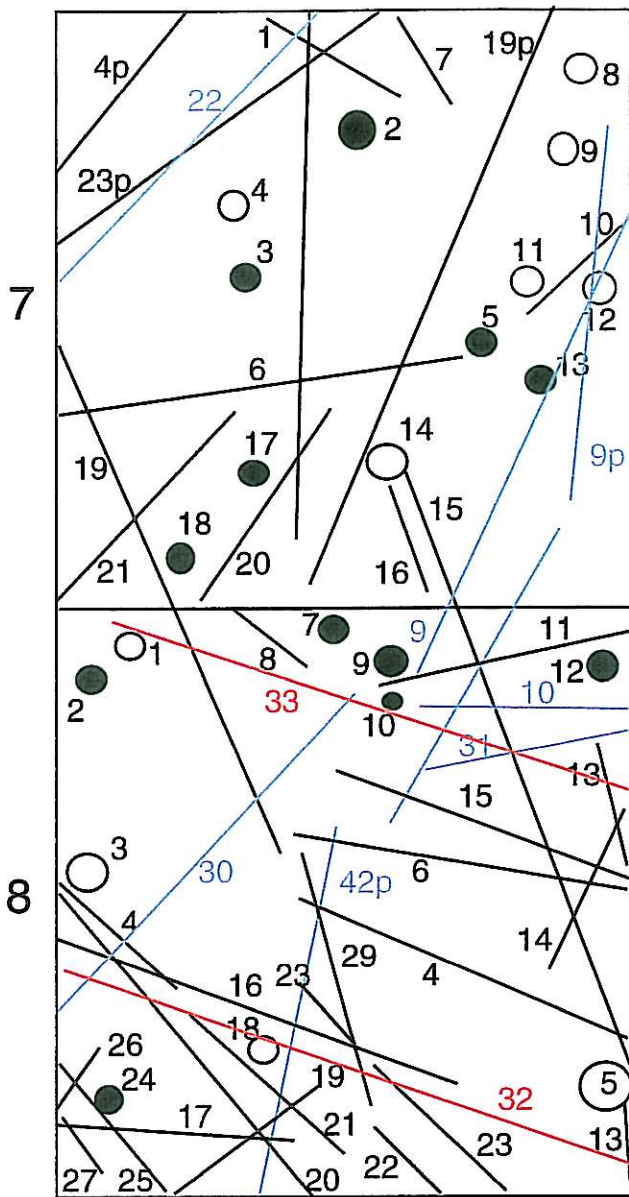
Map. 3 Mapa MDH, transekt 2, lokalita Strážný



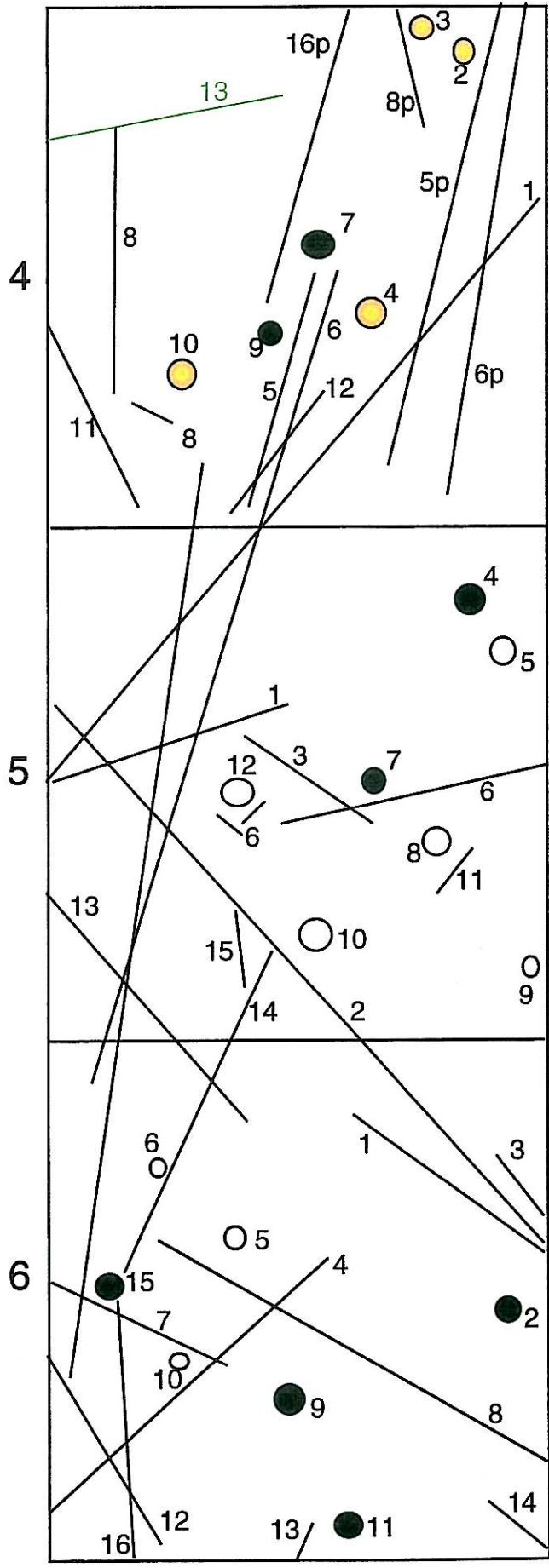
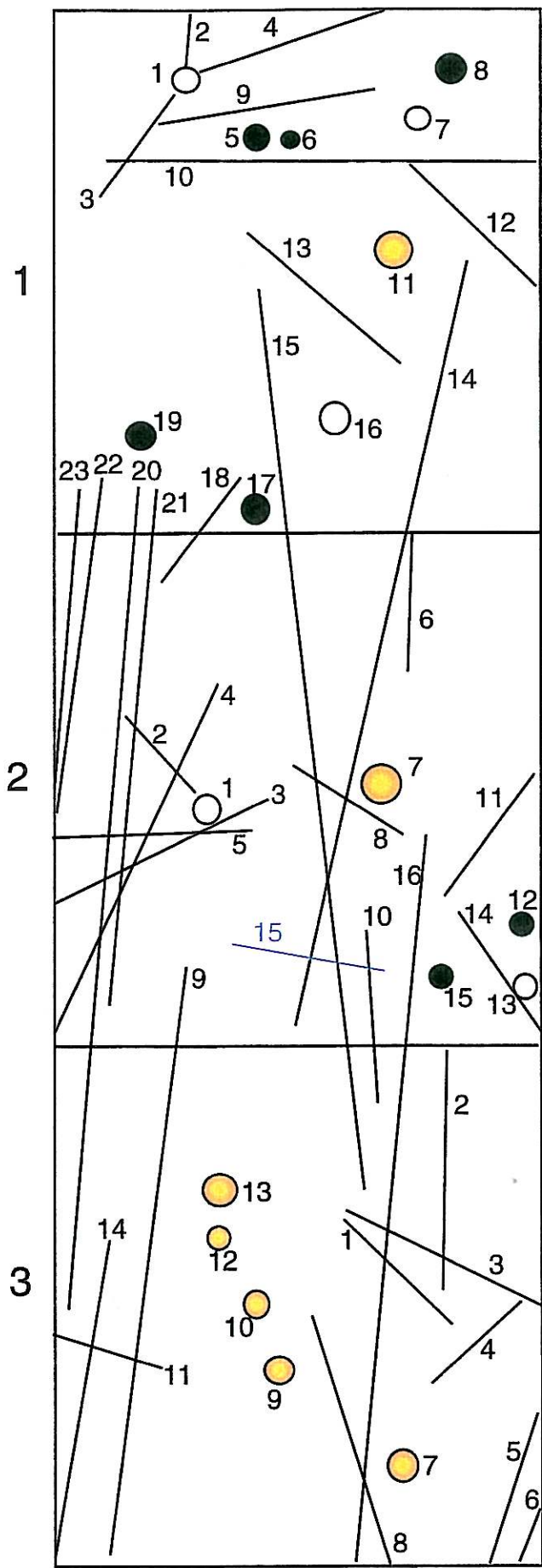
Map. 3 Mapa MDH, transekt 2, lokalita Strážný (vysvětlivky viz. Map. 2)



Map. 4 Mapa MDH, transekt 3, lokalita Strážný

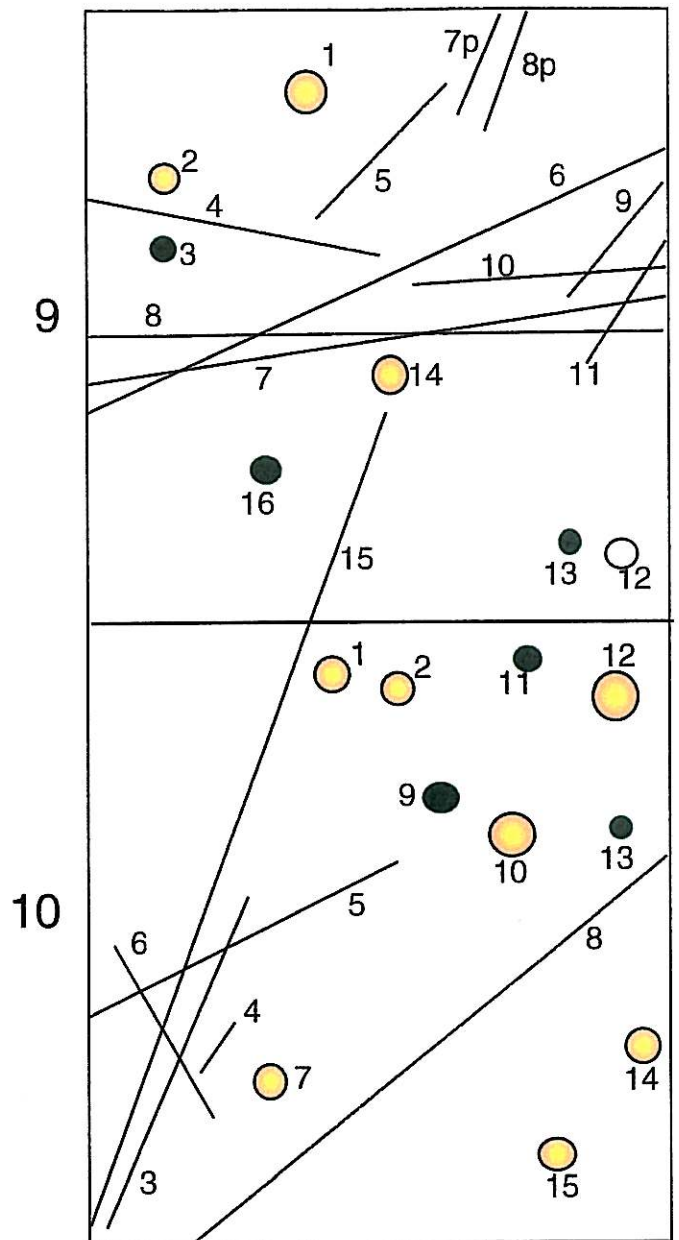
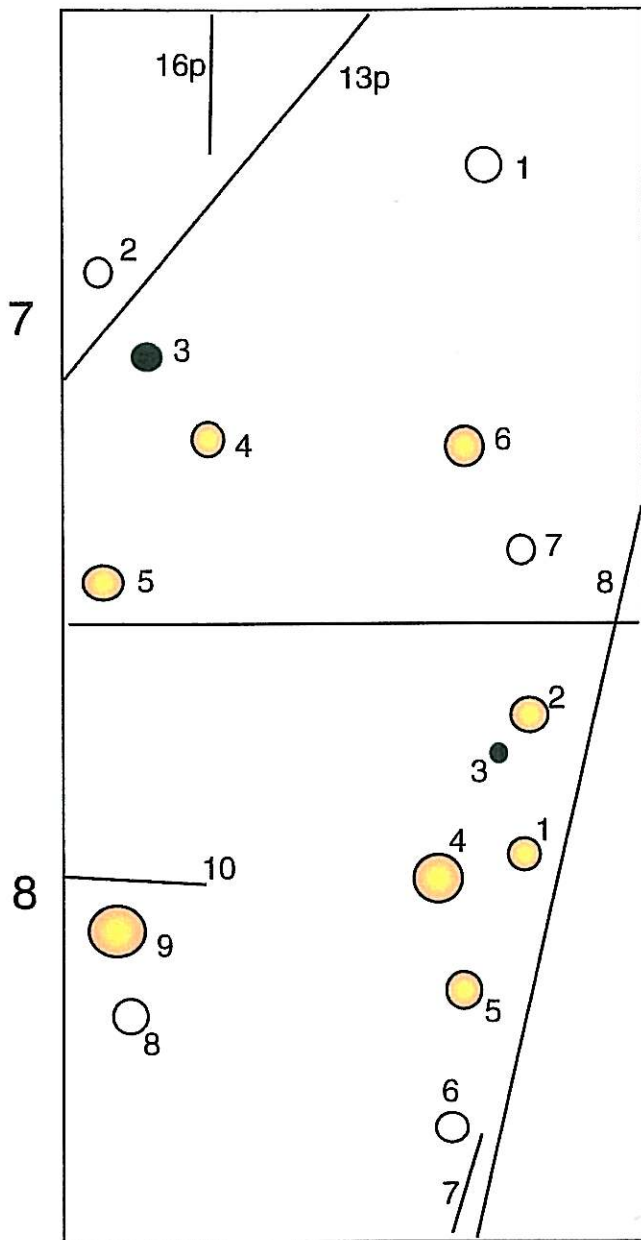


Map. 4 Mapa MDH, transekt 3, lokalita Strážný (vysvětlivky viz. Map. 2)

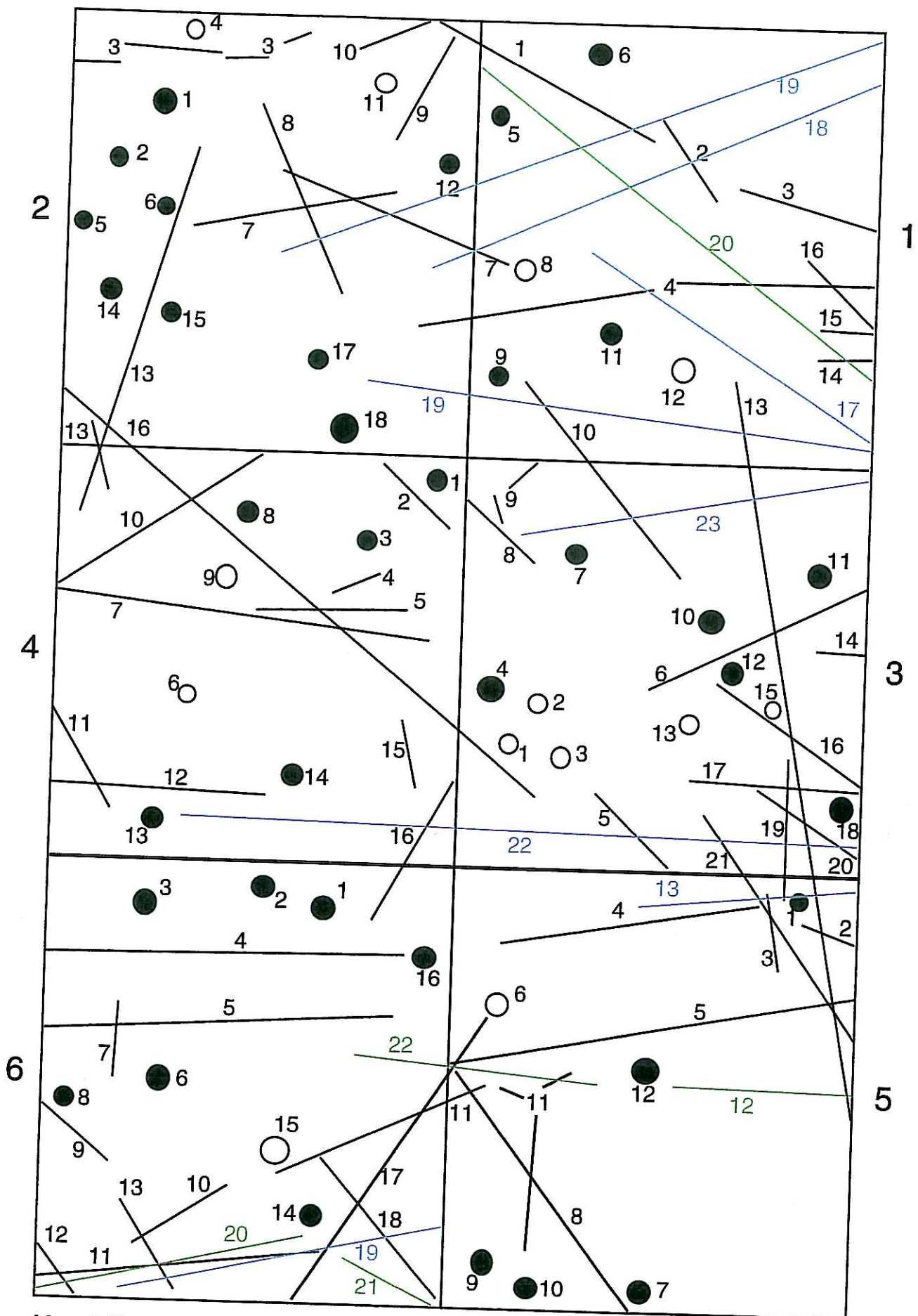


Map. 5 Mapa MDH, transekt 4, lokalita Strážný

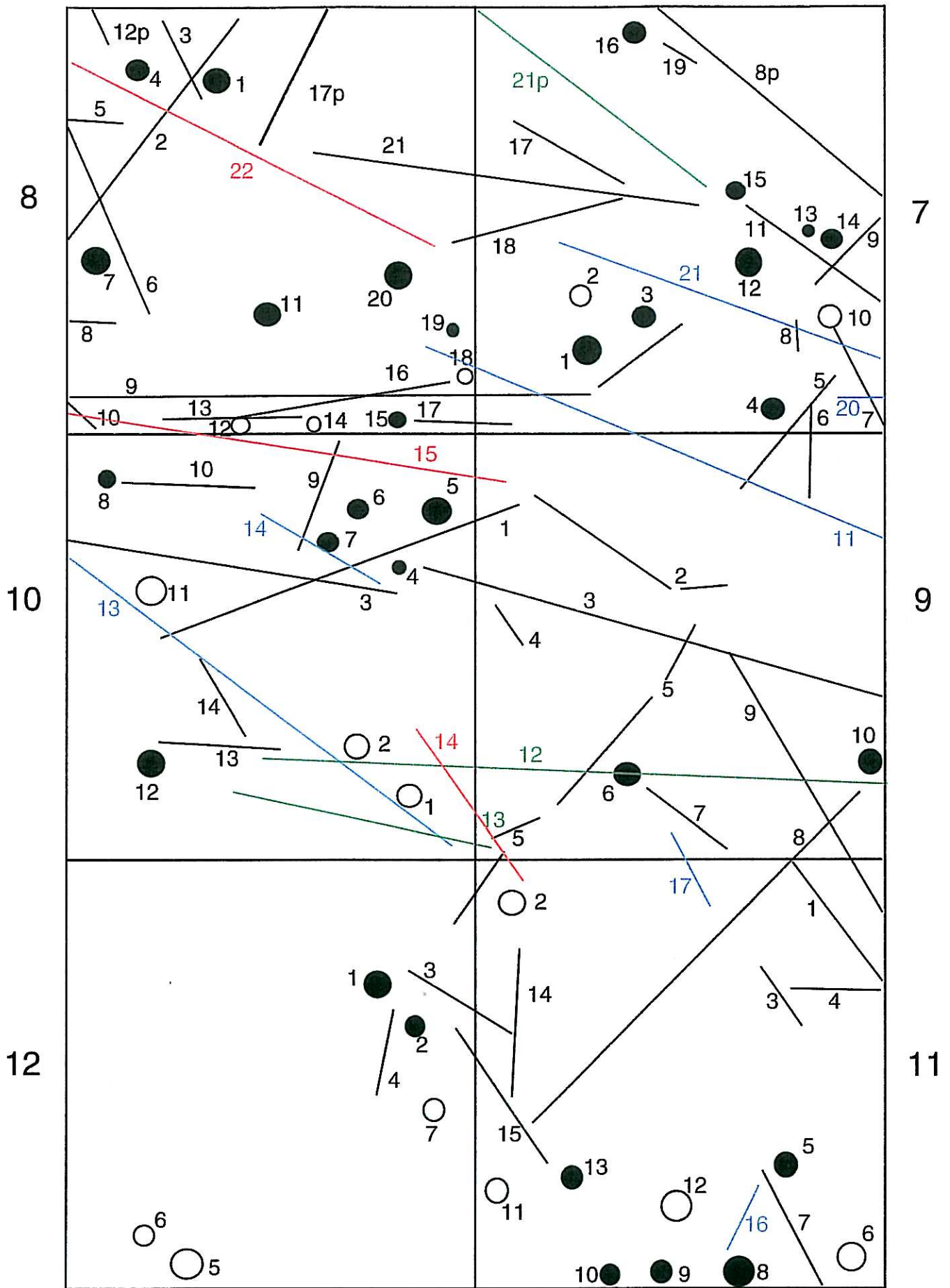




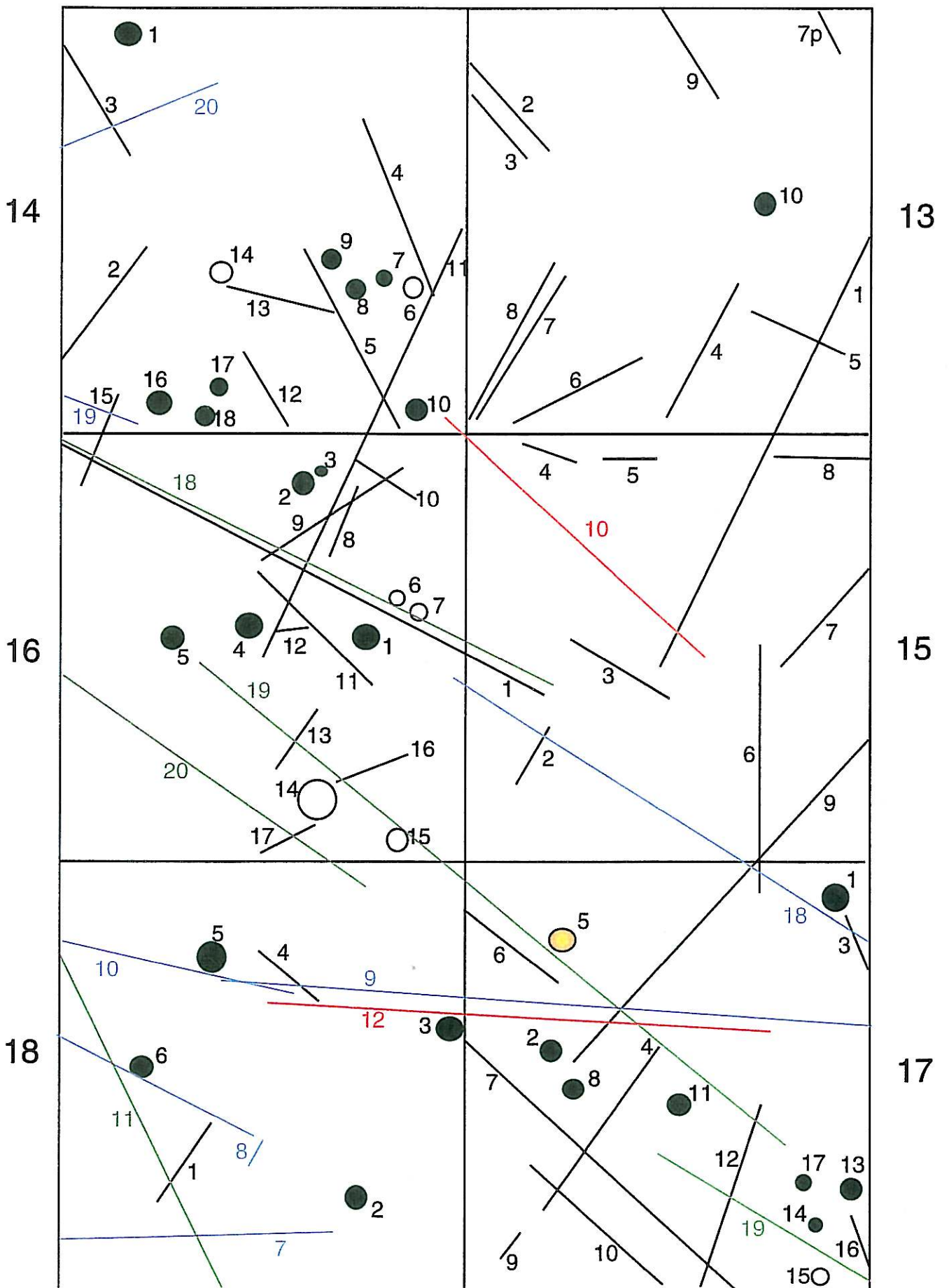
Map. 5 Mapa MDH, transekt 4, lokalita Strážný (vysvětlivky viz. Map. 2)



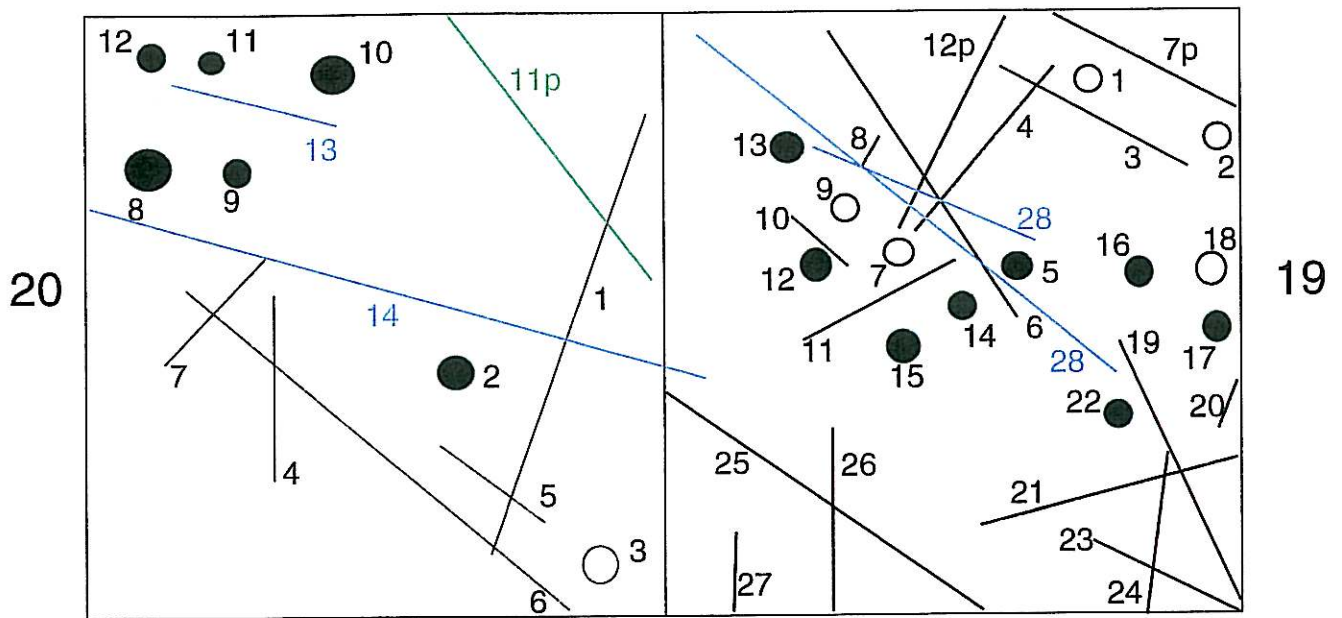
Map. 6 Mapa MDH, dvojtransekt 1, lokalita Pytlácký kout



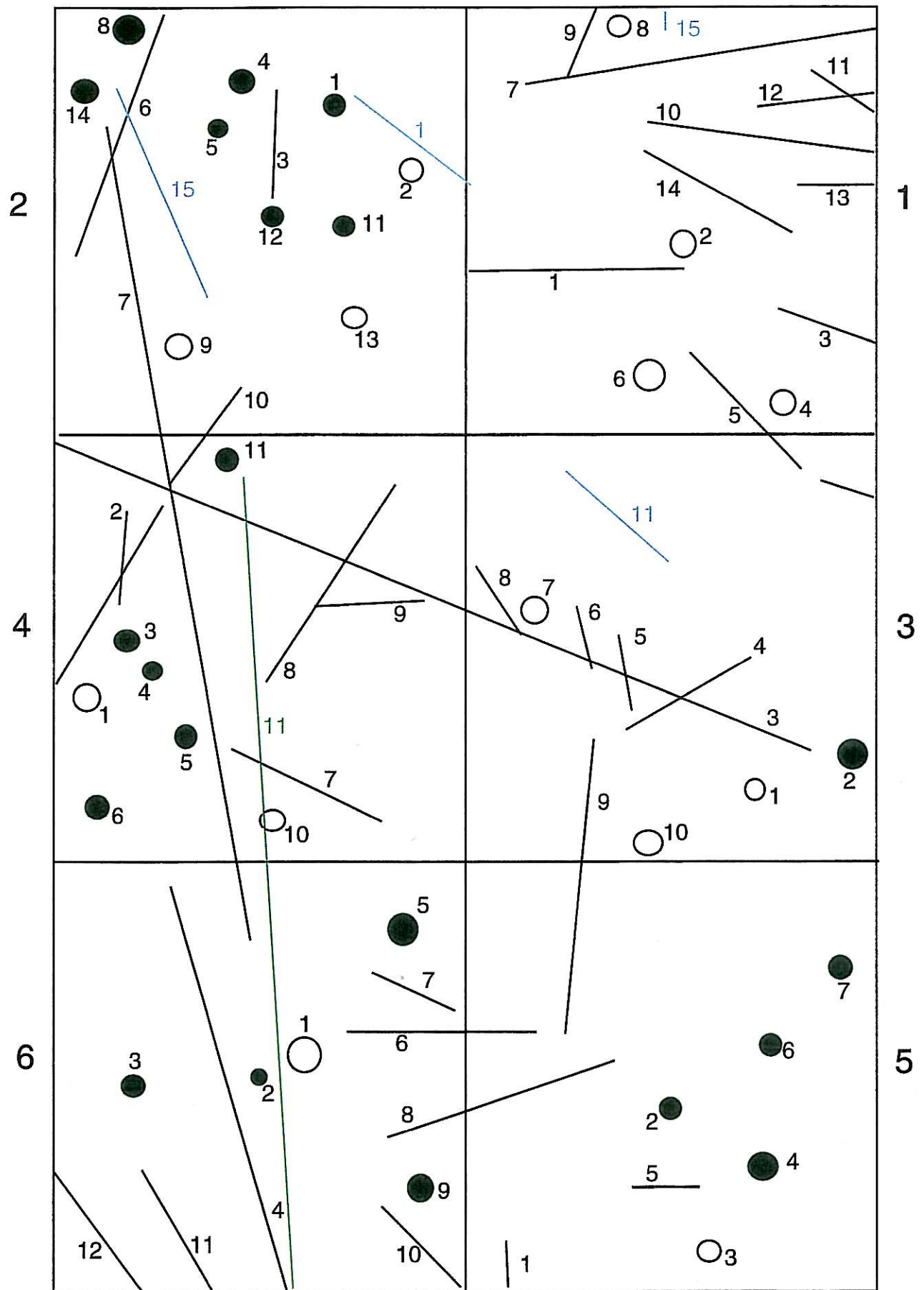
Map. 6 Mapa MDH, dvojtransekt 1, lokalita Pytlácký kout



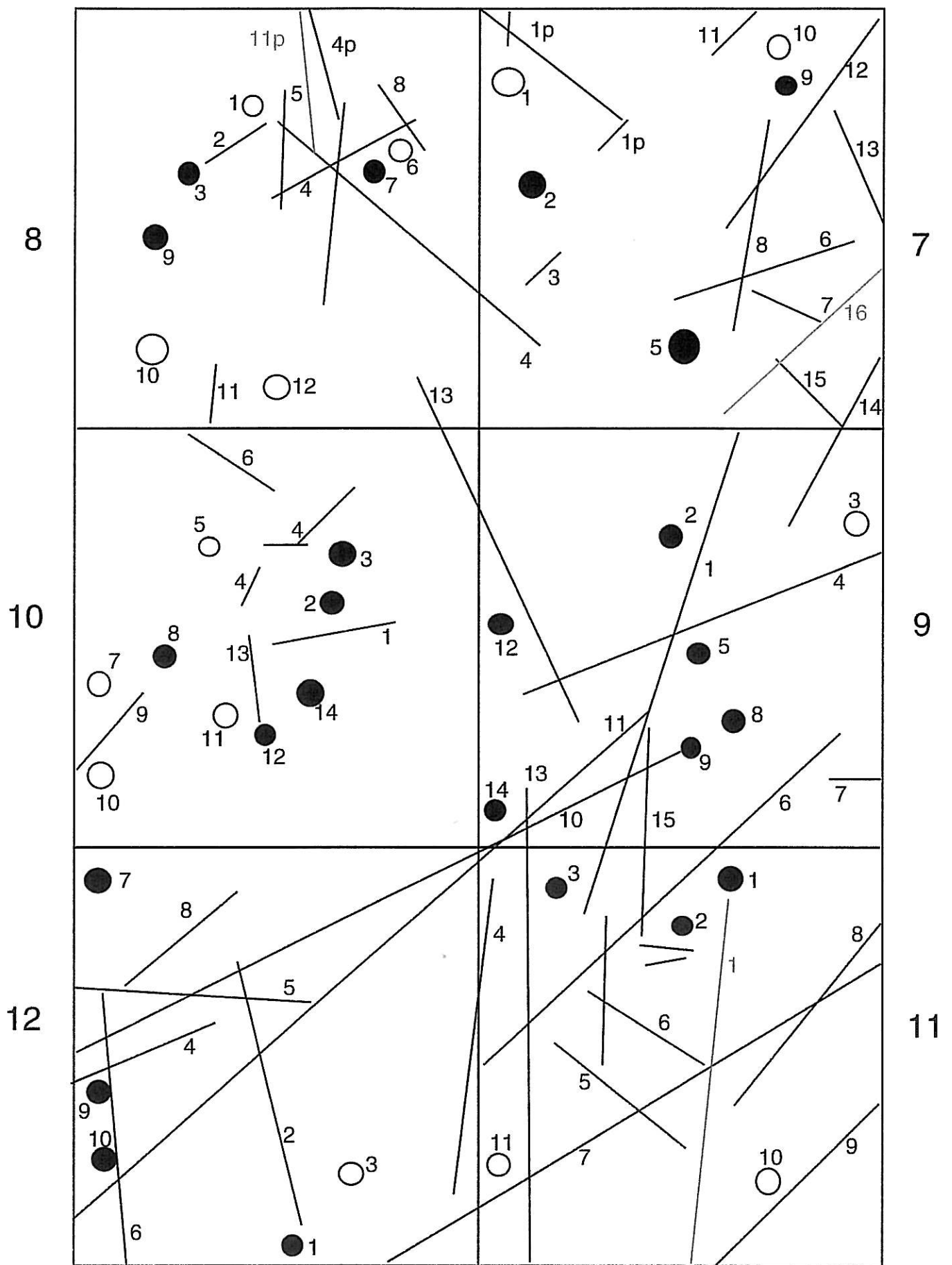
Map. 6 Mapa MDH, dvojtransekt 1, lokalita Pytlácký kout



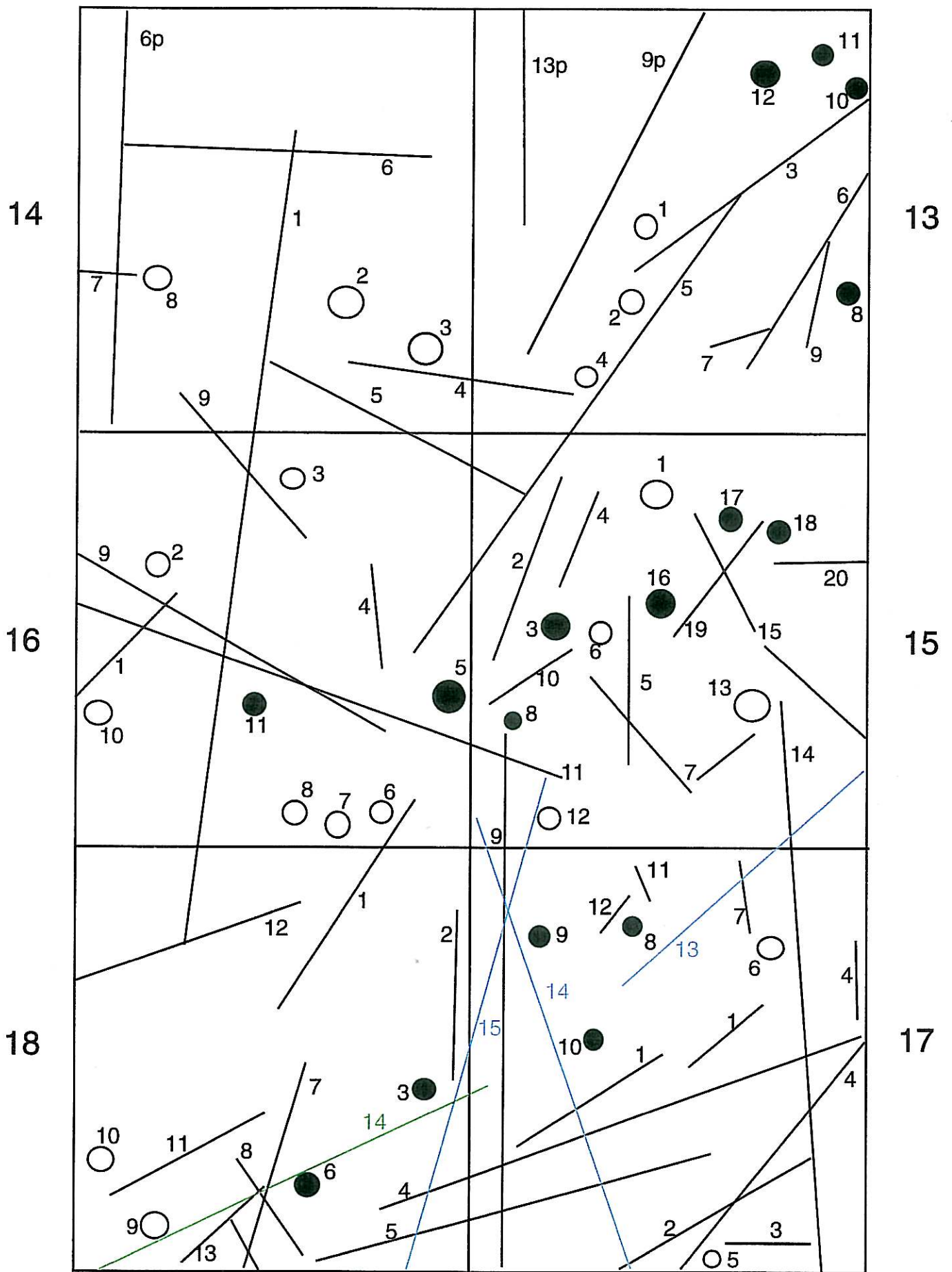
Map. 6 Mapa MDH, dvojtransekt 1, lokalita Pytlácký kout (vysvětlivky viz. Map. 2)



Map. 7 Mapa MDH, dvojtransekt 2, lokalita Pytlácký kout

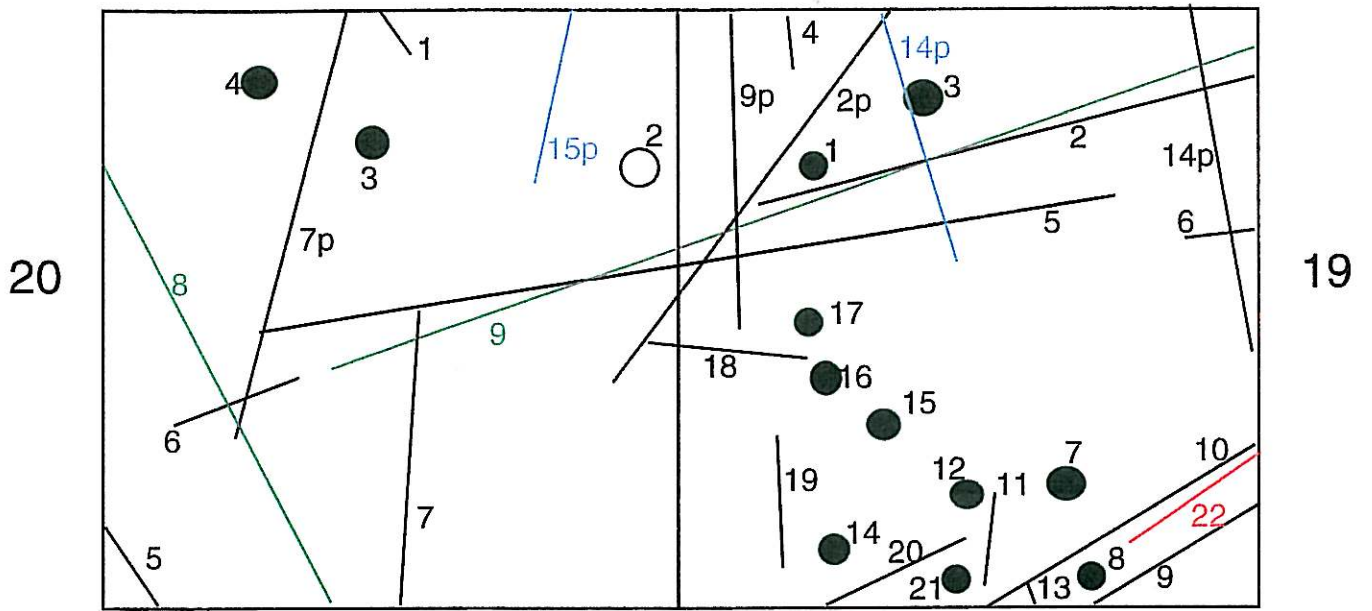


Map. 7 Mapa MDH, dvojtransekt 2, lokalita Pytlácký kout



Map. 7 Mapa MDH, dvojtransekt 2, lokalita Pytlácký kout





Map. 7 Mapa MDH, dvojtransekt 2, lokalita Pytlácký kout (vysvětlivky viz. Map. 2)