

# Lesnická fytopatologie a rostlinolékařství

## VI. Dekompozice dřeva



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a Státním rozpočtem ČR InoBio – CZ.1.07/2.2.00/28.0018

# Lesnická fytopatologie

## VI. Dekompozice dřeva

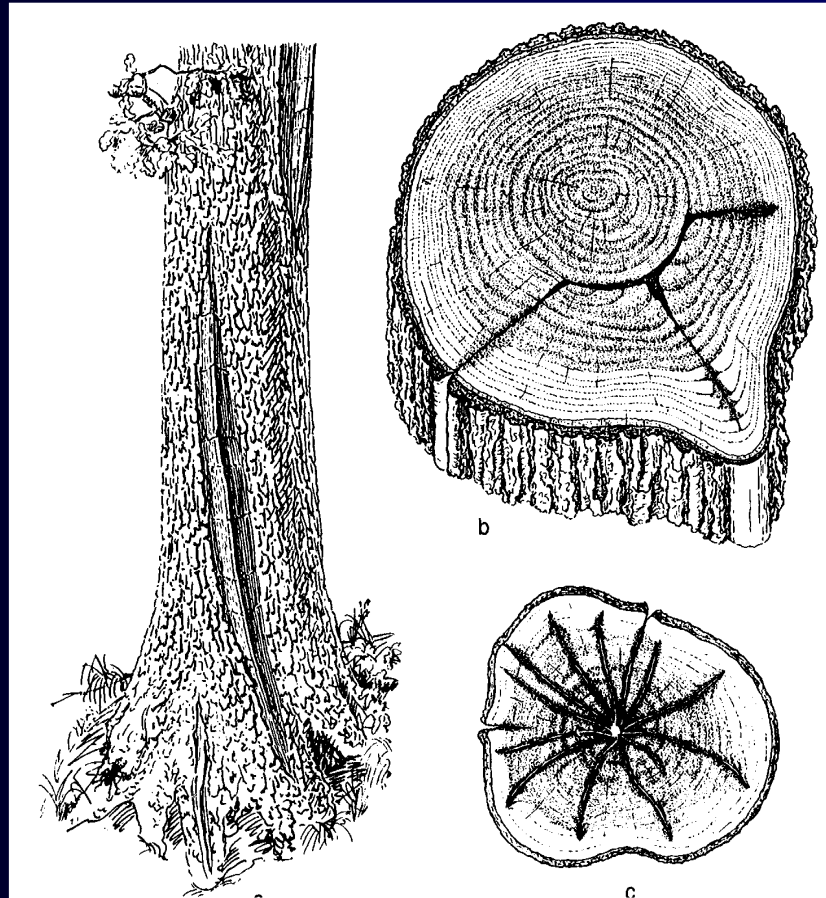


# Příčiny dekompozice dřeva

- Mechanické poškození
- Poškození fyzikálními faktory
  - Trvalé působení teploty
  - UV záření
  - Gama záření
- Chemická degradace
- Dřevní hmyz
- Dřevní houby

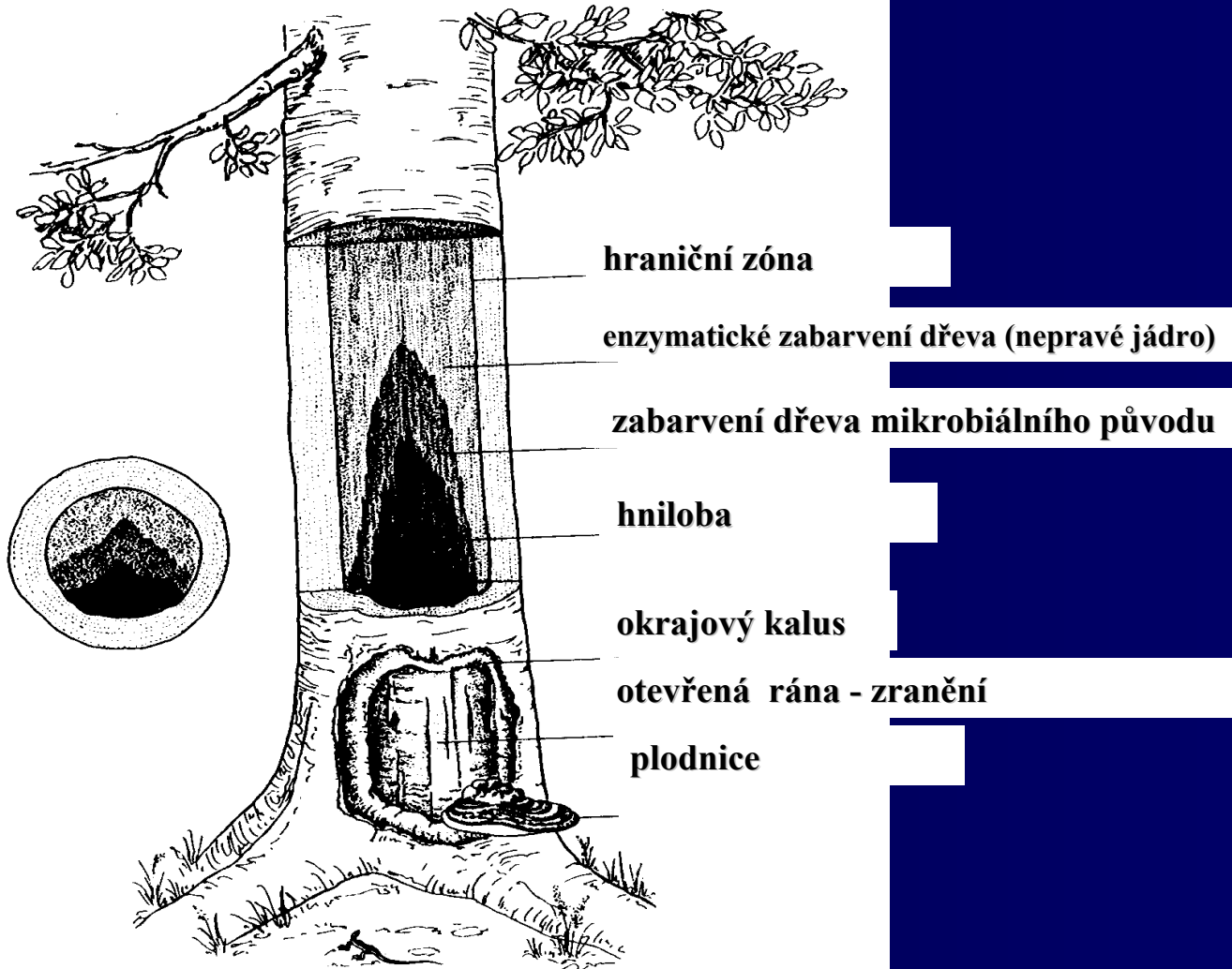
# Mechanické poškození kmenů

Kýla na kmeni



Řez kmenem s trhlinou

# Změny dřeva ve kmeni při postupu hniloby



# Dřevní houby

- Jako jediné jsou schopny vedle celulózy, hemicelulózy a dalších sacharidických podílů odbourávat díky svému enzymatickému vybavení rovněž vysoce toxický lignin.
- Dřevní houby rozkládají dřevo jak odumřelých dřevin či jejich částí, tak i infikují dřevo stromů živých.
- Právě schopnost kolonizovat živé stromy představuje pro parazitické dřevokazné houby významnou konkurenční výhodu při osídlování substrátu.

# Podmínky pro rozklad dřeva houbami

- vlhkost
  - optimum kolem 70% hmotnostních
  - Retardace růstu nastává při vlhkosti na 140%
- Koncentrace plynů
  - Koncentrace CO<sub>2</sub>
- Výživa
  - Různé typy organických substrátů – dřevo, sláma, jiný organický materiál...
  - Růstové látky
  - Nedostatek dusíku ve dřevě





# Tlení, hnití, hniloba

- tlení – proces aerobní,
- hnití - proces anaerobní;
- dekompozice dřeva je procesem aerobním
- hniloba – v tomto smyslu terminus technicus pro označení dřeva v rozkladu, uváděno i v normě

# Typy hnilob a vad dřeva

- Houby bílého tlení
- Houby hnědého tlení



- Dřevozbarvující houby



- Nepravé jádro



# Houby bílého tlení

- Poměr fulvokyselin a huminových kyselin  $> 1$
- Dříve viz houby „lignivorní“
- Současný rozklad ligninu a celulózy
- Minimální změny tlejícího dřeva
- Mechanické změny vlastností dřeva
- Tzv. korozivní rozklad dřeva,

# Typy bílého tlení

- Bílá hniloba (*Trametes*, *Armillaria*, *Phellinus*, *Inonotus* etc.)



- Červená hniloba (*Heterobasidion annosum*)



- Voštinová hniloba (*Phellinus pini*, *Phellinus nigrolimitatus*, *Onnia*, *Stereum frustulosum* etc.)



*Stereum sanguinolentum*



# Houby hnědého tlení

- Poměr fulvokyselin a huminových látek  $< 1$
- Přednostní degradace celulózy
- Rychlá ztráta objemu a hmotnosti dřeva
- Rychlá degradace mechanických vlastností dřeva
- Destruktivní rozklad

# Typy hnědého tlení

- Hnědá hniloba



- Hranolovitý rozklad



- Suchá hniloba



*Fomitopsis pinicola*





# Sap and wound stain

- The discoloration of sap wood and phloem
- No any changes in mechanical propriety of wood
- Technical defect of wood
- Caused by micro fungi from sac fungi *Ascomycetes*, especially by genus *Ophiostoma*, *Ceratocystis*, *Leptographium*, *Chlorosplenium* etc.
- The different species of beetles function like vectors



# Další typy hnilob

- Zapaření (zkřenčení dřeva – bílé tlení)
  - zhnědnutí
  - podpar
  - mramorová hniloba
  - měkká hniloba
- skládková hniloba (*Gloeophyllum*)
- suchá hniloba (*Coniophora puteana*, *Paxillus sinuoides*)
- mokrá hniloba (*Merulius lacrymans*)

# Nepravé jádro

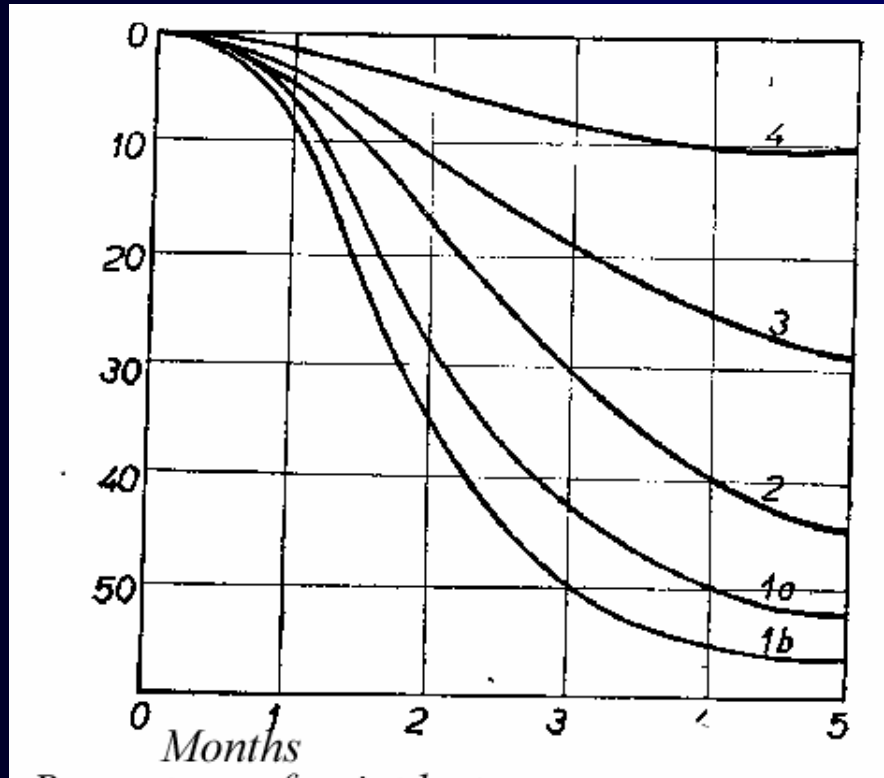
- Projev enzymatické reakce ve středním průřezu kmene
- Vytváří se již od 15 – 20 let věku, s rostoucím věkem podíl stoupá
- Nejčastěji na stromech jejichž báze byla mechanicky poškozena a sekundárně došlo k infekci
- Nepravé jádro je nejčastěji jedním z projevů infekce dřevními houbami, velmi často dřevomorem kořenovým *Ustulina deusta*



# Specifika rozkladu dřeva

- Lignin je toxický prakticky pro všechny organismy
- Pouze dřevní houby jsou produkují enzymy, schopné rozkládat všechny složky dřeva, včetně ligninu
- Lignin je možno narušit rovněž působení G- záření
- Mnoho druhů dřevního hmyzu vytváří rozličné symbiózy s dřevními houbami právě z důvodu vyrovnání se nízkou energetickou hodnotou dřeva a toxicity ligninu
- Bakterie nejsou schopny rozkládat dřevo, disponují pouze komplexem celulolytických enzymů

# The lost of wood weight within the decomposition of wood



1a, 1b – *Coniophora puteana*, 2. *Trametes versicolor*, 3. *Trametes hirsuta*, 4. *Heterobasidion annosum*

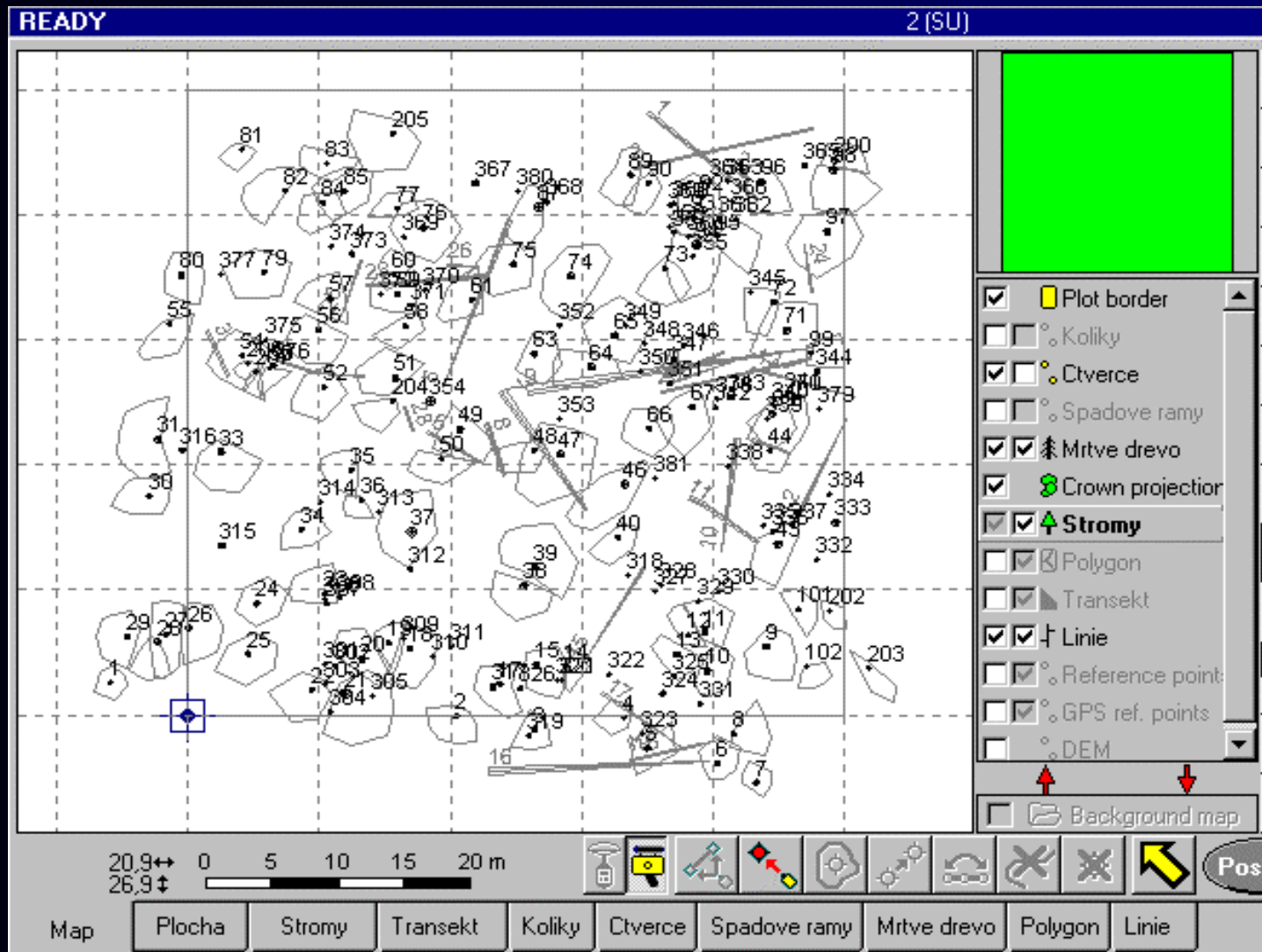
# Dřevní houby a dekompozice dřeva

- Je odhadováno, že zhruba 10% veškeré dřevní hmoty je znehodnoceno hnilobami. Často však toto znehodnocení přesahuje až 30 % (RYPÁČEK 1957).
- Černý (1989) na základě údajů z roku 1985 uvádí, že v lese zůstává jako nepotřebný výmět nejméně 6% dřeva v důsledku napadení dřevokaznými houbami.
- Významná je především poměrně úzká část dřevních hub, která rozkládá kořeny a v zemi uloženou dřevní biomasu. Její objem přesahuje dle různých odhadů cca 1/3 celkové dřevní biomasy vyprodukované dřevinou.
- Z hlediska další sukcese je významným fenoménem typ tlení, tj. zda – li je dřevo rozkládáno houbami hnědého a bílého tlení. Fyzikální i chemické a determinují tak další sukcesi, včetně případné přirozené obnovy na tlejícím dřevě.
- Dekompozice odumřelé dřevní hmoty se rovněž příznivě podílí na rozvoji mykorrhiz.

# Inventory of dead wood in the forest



# The situation on plot Sluneční údolí





## The survey of numbers and volumes of snags and laying stems on the plots

		snags		fallen stems		to tally	
		quantity	volume m <sup>3</sup>	quantity	volume m <sup>3</sup>	quantity	volume m <sup>3</sup>
<b>I. Sluneční údolí</b>	per plot 50x50 m	81	21	18	7	99	28
	per ha	<b>324</b>	<b>84</b>	<b>72</b>	<b>28</b>	<b>396</b>	<b>112</b>
<b>II. Alžbětinka</b>	per plot 50x50 m	122	24	34	9	157	33
	per ha	<b>488</b>	<b>96</b>	<b>136</b>	<b>36</b>	<b>628</b>	<b>133</b>
<b>III. Modrý důl</b>	per plot 50x50 m	68	28	18	-	86	-
	per ha	<b>272</b>	<b>112</b>	<b>72</b>	-	<b>344</b>	-
<b>IV. Pašerácký chodník</b>	per plot 50x50 m	176	19	-	-	176	19
	per ha	<b>704</b>	<b>76</b>	-	-	<b>704</b>	-
<b>Average</b>	<b>per ha</b>	<b>447</b>	<b>92</b>	<b>93</b>	<b>32</b>	<b>540</b>	<b>124</b>

## The volume of rotten wood, decayed by dominant species of wood decaying fungi

	Sluneční údolí		Modrý důl		Mumlavská hora	
	volume m <sup>3</sup>	%	volume m <sup>3</sup>	%	volume m <sup>3</sup>	%
<i>Fomitopsis pinicola</i> (Sw.:Fr.) P. Karst.	6,0	49	8,3	64	8,9	91
<i>Stereum sanguinolentum</i> (Alb. & Schw.:Fr.) Fr.	2,1	17	0	0	0	0
<i>Phellinus nigrolimitatus</i> (Romell) Bourd. & Galz.	0,9	7	0	0	0	0
<i>Trichaptum abietinum</i> (Pers. in Gmel.:Fr.) Ryv.	0,7	6	0	0	0	0
<i>Phellinus viticola</i> (Schw. ex Fr.) Donk	0,5	4	0,5	4	0	0
<i>Climacocystis borealis</i> (Fr.) Kotl. & Pouz.	0,4	3	0	0	0	0
<i>Gloeophyllum sepiarium</i> (Wulf.:Fr.) P. Karst.	0	0	0	0	0,6	6
<i>Heterobasidion annosum</i> (Fr.) Bref.	0	0	0,9	7	0	0
without decay	0	0	1,1	8	0	0
not identified brown rot	0,7	6	1,2	9	0	0
not identified white rot	1,	8	1,1	8	0,3	3
<b>Total volume of searching trees</b>	<b>12,3</b>	<b>100</b>	<b>13,1</b>	<b>100</b>	<b>9,8</b>	<b>100</b>

# **Dřevo jako edifikátor lesních ekosystémů**

- **Tlející dřevo je významným fenoménem lesních ekosystémů.**
- **Přítomnost dřeva výrazně determinuje les od ostatních suchozemských biotů.**
- **Dřevní hmota jako uhlíkatý polymer představuje spolu s organickým opadem základní surovinu detritových řetězců lesních ekosystémů.**



# Význam tlejícího dřeva

- Tlející dřevo v lesním prostředí je důsledkem stárnutí, odumírání a rozpadu stromů jako nedílné součásti obnovy lesa.
- Kmeny a rovněž kořeny živých i odumřelých kmenů představují substrát a rovněž prostorovou niku pro řadu specializovaných organismů.
- Tlející dřevo je spolu s půdou druhově nejbohatší nikou lesa.
- Přítomnost tlejícího dřeva pozitivně ovlivňuje chemickou (fulvokyseliny, huminové látky aj.), fyzikální (struktura, retence ...) i biologickou (bezobratlí, mykorrhiza, mechorošty aj.) kvalitu půdního prostředí.
- Tlející dřevo jako prostředek realizace dalších funkcí lesa



# Některé aspekty tlejícího dřeva v lese

- Stabilita ekosystému
- Podíl na zvýšení retenčních schopností lesa
- Zvýšení biodiverzity
- Estetický dojem z lesa
- Ekonomické aspekty
- Střet lesnických koncepcí – max. využití vs. min. náklady





# Fytosanitární rizika?

- namnožení statutárních i překvapivých škůdců na tlejícím dřevě?
- zvýšení rizika infekce stromů dřevními houbami v důsledku zvýšené produkce spor?
- riziko šíření vaskulárních mykóz?
- čistota lesa?

# Tlející dřevo a stabilita lesních ekosystémů

- Organismy, které se na různých úrovních podílejí na narušování a dekompozici dřeva jsou součástí přírodních regulačních mechanismů, které zajišťují stabilitu, obnovu i trvalou reprodukci lesních ekosystémů.





# Aktivita dřevních hub hub

- Rozklad odumřelé dřevní hmoty kmenů a větví
- Rozklad kořenů a pařezů
- Obohacení půdního prostředí produkty rozkladu
- Participace v koloběhu řady prvků
- Významný činitel při obnově lesa
- Ztráta a znehodnocení dřeva
- Rozklad dřeva v budovách
- Ekonomické ztráty v důsledku destabilizace lesních porostů, především pak smrkových monokultur
- Náklady na ochranu dřeva

# Dřevní houby a lesní ekosystémy

- zkracují fyziologický věk dřevin
- likvidují stojící souše a veškerou odumřelou dřevní hmotu
- navracejí do koloběhu uhlík deponovaný v lignocelulózách ve formě pro jiné organismy snadno dostupných sloučenin, včetně vitamínů, růstových látek, enzymů,
- rozkládají veškerou dřevní hmotu uloženou v kořenech

# Tlející dřevo a biodiverzita

- Nejcharakterističtější nika lesního prostředí
- Řada organismů silně specializovaná – druhově i prostorově
- významné především mohutné kmeny
- dekompozice tlejícího dřeva je procesem, na kterém se podílí řada organismů
- Významné vazby organismů v sukcesi

# Sukcese na tlejícím dřevě

- Primární rozklad dřeva
  - Kolonizace biologicky nenarušené substrátu . Prakticky výlučně dřevními houbami, případně i hmyzem
- Sekundární kolonizace
  - osídlení dřeva v různém stupni rozkladu
- Fáze humifikace
  - úplná destrukce dřeva
  - kolonizace dřevního substrátu autotrofními organismy včetně vyšších rostlin

# Primární rozklad dřeva

- Nekrotrofně parazitické dřevné houby
- Saprophytické dřevní houby
- Dřevní hmyz





*Stereum sanguinolentum*



*Coniophora puteana*



# Sekundární kolonizace

- dřevní houby
- kvasinky, hlenky ....
- prokaryota,
- bezobratlí
- obratlovci (mechanické narušování substrátu)
- mechorosty
- lišejníky

*Trichaptum abietinum*



*Lycogala epidendrum*



# Fáze humifikace

- dřevní houby
- bezobratlí
- obratlovci
- mechorosty
- lišejníky
- nálet vyšších rostlin včetně dřevin



# Tlející dřevo a kontinuita lesa

- příznivý vliv na obnovu lesa a uchování stability a kontinuity lesního ekosystému
- zachování druhové diverzity,
- obohacení svrchních vrstev humusu produkty tlení, především pak huminovými látkami a fulvokyselinami,
- zlepšení fyzikálních podmínek nadložního humusu
- vytvoření příznivých podmínek pro rozvoj mykorrhiz v extrémních podmínkách
- především v extrémních podmínkách rovněž příznivé podmínky pro výlučnou obnovu na tlejícím dřevě





## Dřevní houby a obnova na tlejícím dřevě

- produkce látek vlastních humusu, tj. fulvokyselin a huminových látek a podpora tvorby mykorrhiz.
- odlišné fyzikálně - chemické vlastnosti obou typů tlení
- hnědé tlení je charakterizováno vedle již zmíněného obsahu huminových kyselin, rovněž nízkým pH a zvýšeným obsahem ligninu.



# Objem tlejícího dřeva v lese

- Objem tlejícího dřeva je však výrazně závislý na lesním typu, stáří porostu, reliéfu apod.
- Objem tlejícího, resp. odumřelého dřeva je ve středoevropských lesích odhadováno v rozpětí 50 – 200 m<sup>3</sup> na ha (Albrecht 1991).
- Na základě studia poměrů v přírodních rezervacích ČR uvádí Hort et Vrška (1999) podíl odumřelých stromů na celkové zásobě v rozmezí 8,6% - 47% celkové zásoby porostu. Absolutně vyjádřeno pak objem tlejícího dřeva v těchto rezervacích se pohyboval v rozmezí 50 – 220 m<sup>3</sup> na ha.
- V karpatských smrkových pralesích evidoval Korpel (1988) 85-400 m<sup>3</sup> tlející dřevní hmoty na ha.







## Oblasti výzkumu impaktu tlejícího dřeva na les

- Inventarizace tlející dřevní hmoty
- Inventarizační průzkumy (houby, hmyz...)
- Koloběh prvků, především uhlíku
- Vliv na pedosféru
- Přirozená obnova
- Stabilita ekosystémů
- Ekonomie



# Inventarizace tlejícího dřeva v lese



## Otázky z hlediska potřeb LH

- Minimální potřebný objem tlejícího dřeva v hospodářských lesích
- Tloušťková struktura ponechávaného dřeva
- Charakter ponechávaného dřeva
- Vliv na retenční schopnosti lesa
- Ponechávání doupných kmenů
- Zohlednění managementu
- Ekonomické hledisko – ponechání poškozených sortimentů, zetlelého dřeva ....
- Riziko šíření škůdců a chorob
- Význam pro přirozenou obnovu
- Problematika nehroubí a klestu
- Estetika lesa



## **Otázky z hlediska ochrany přírody**

- **Optimální množství tlející dřevní hmoty**
- **Tlející dřevní hmota a biodiverzita**
- **Ponechávání doupných stromů**
- **Ponechávání veškerého infikovaného dřeva při pni v lese**
- **Ochrana soliterů, výstavků a lesních dominant v průběhu obmýtí**



# Metody determinace dřevních hub

# Symptomy infekce

- chřadnutí stromu -



# Symptomy infekce - plodnice -





# Znaky hniloby

typ hniloby, struktura hniloby etc.



# Symptomy infekce - plodnice -



# Identification of fungi in the wood

- by the symptoms („classical determination“)
- Methods based on cultures, isolated from the wood („biological methods“)
- methods based on molecular biology

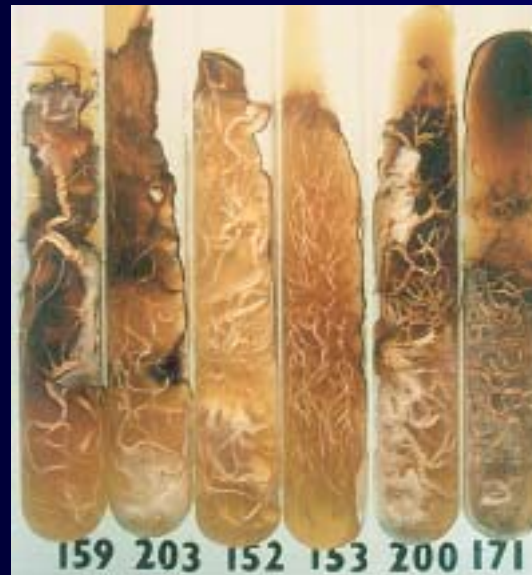
# The symptoms on living trees enlargement of the bases, exudation of resin



# Isolation of fungi from wood

- cultivation of mycelium on axenic cultures
- determination by morphology of mycelium
- determination by microscopic indicia
- determination using methods of molecular biology

# Mycelium in culture



# Application of molecular biology for safe determination

- using immunological methods
- using methods on the bases of DNA study .  
PCR
- methodical problems with separation of pathogen from host