

Disturbance v lesních ekosystémech

Ing. Pavel Šamonil, Ph.D.



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

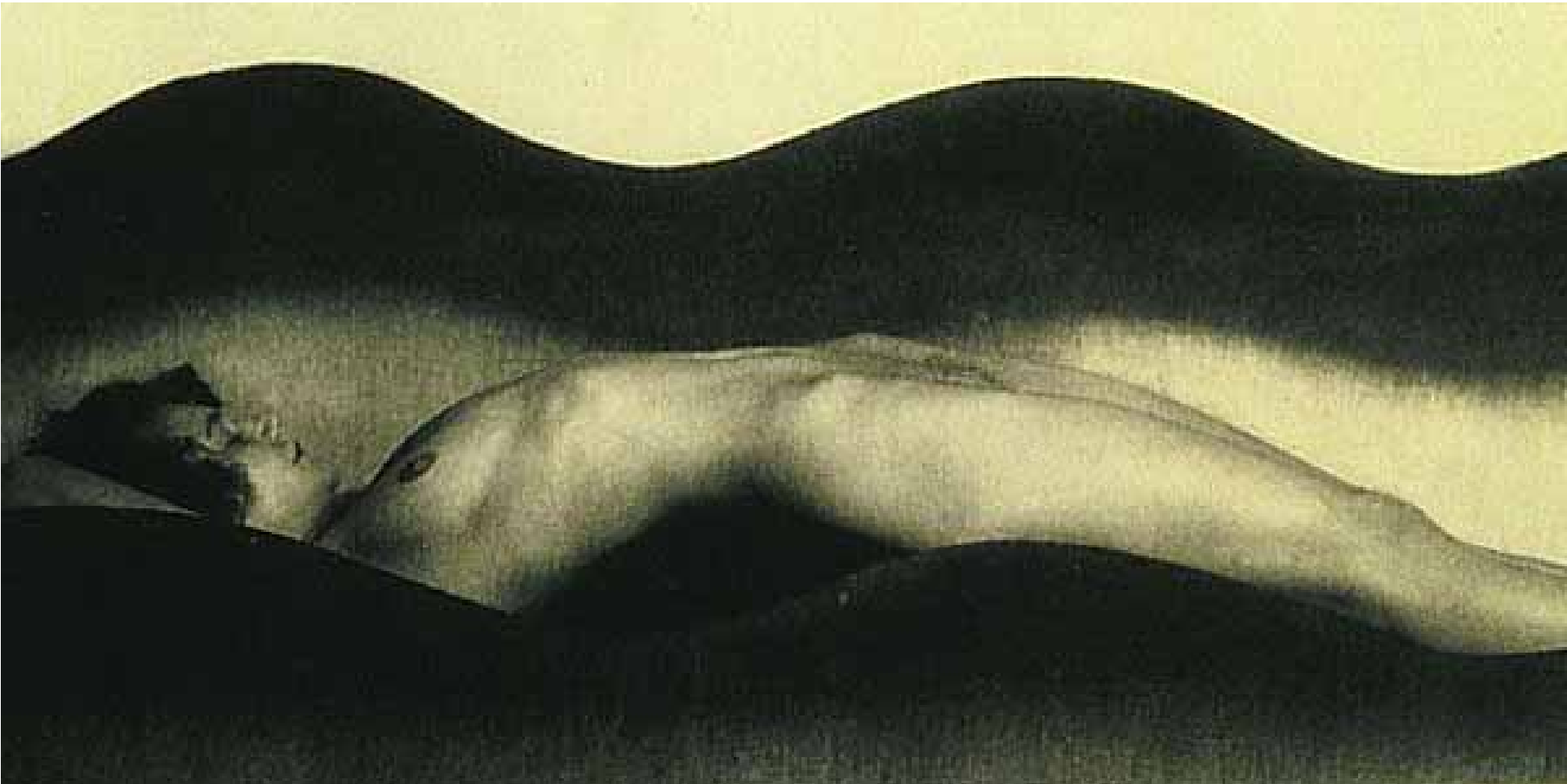
Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a Státním rozpočtem ČR InoBio – CZ.1.07/2.2.00/28.0018

Disturbance půd I

Vývraty a další biomechanické vlivy stromů

Pedogeneze na nejnižší prostorové škále

www.novinky.cz



Biomechanické působení stromů na půdu

- **Vývratová dynamika**
- Pronikání kořenů do podloží
- Tlak kořenů na okolní půdu/horninu
- Vytlačení půdy kořeny
- Rozklad pahýlů stromů
- Pohyb kořenů při větru a následný pohyb půdy
- ...



Prostorové škály studia disturbancí

Škála vývratu - abiotické podmínky

- stáří + datování
- pedogeneze

Škála lesního porostu

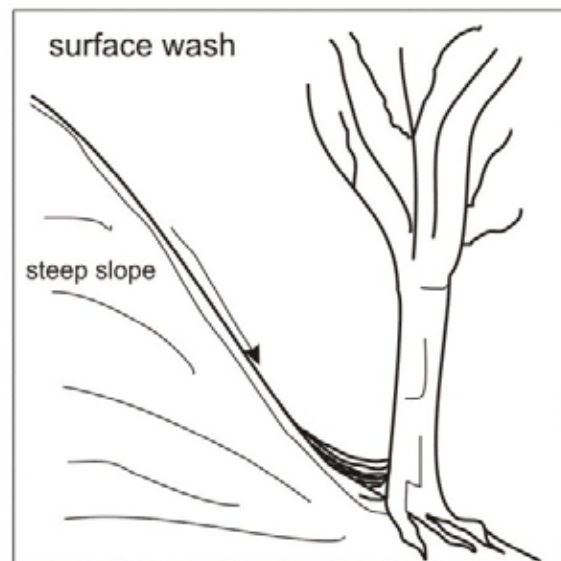
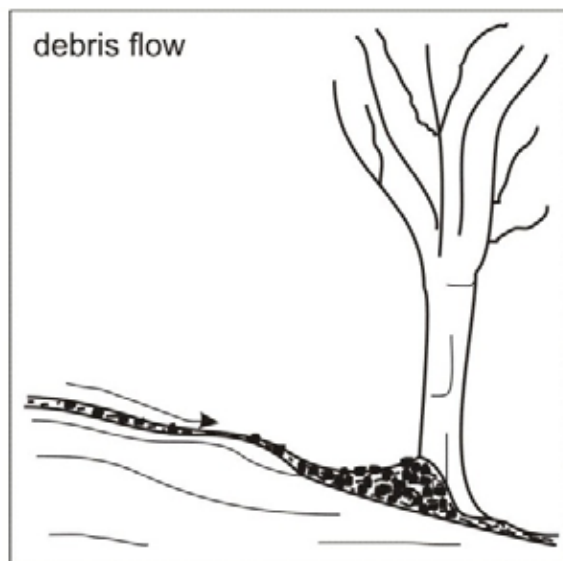
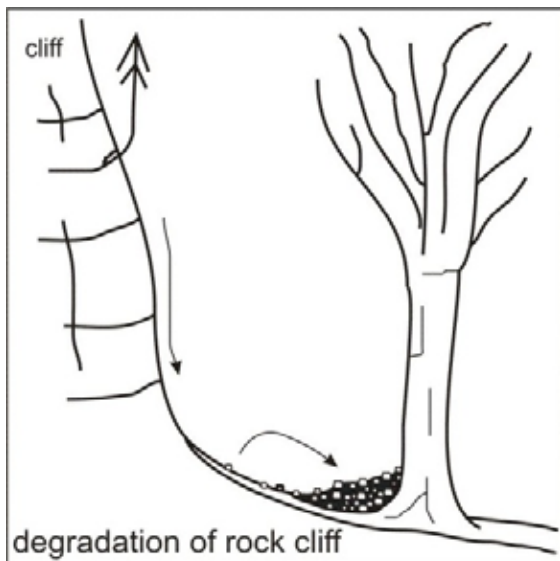
Příště

- plošný podíl vývratů
- struktura vývratů
- rotační perioda
- pedogeneze (+ prostorová variabilita)

Škála krajiny



Akumulační působení stromů



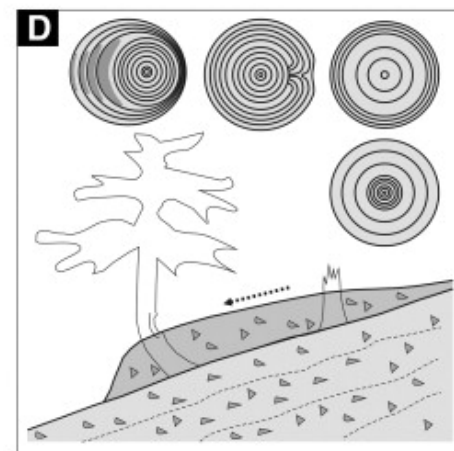
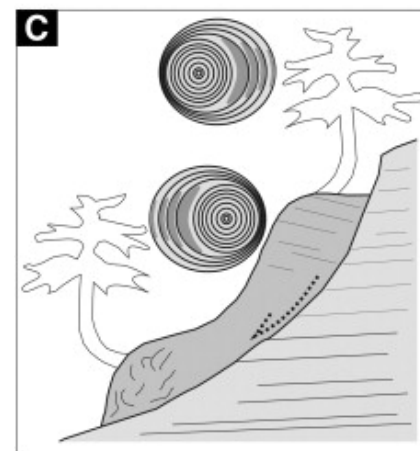
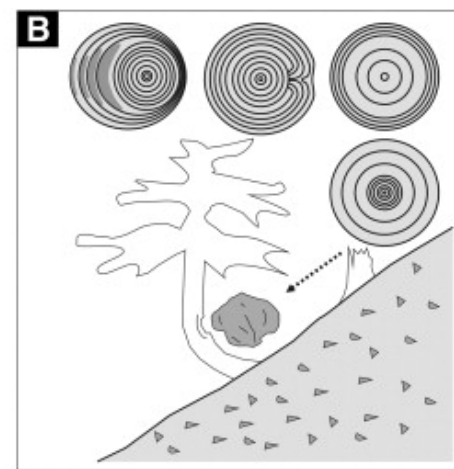
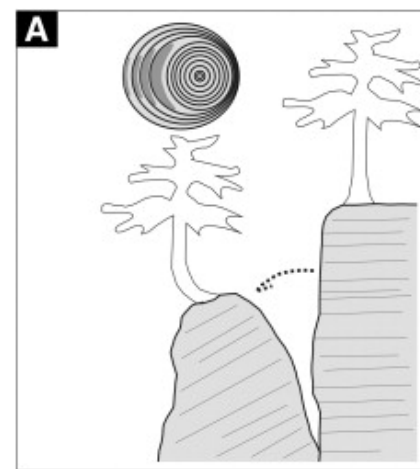
(Pawlik, unpublished)





Co jsou koluvizemě a
kde je hledat?

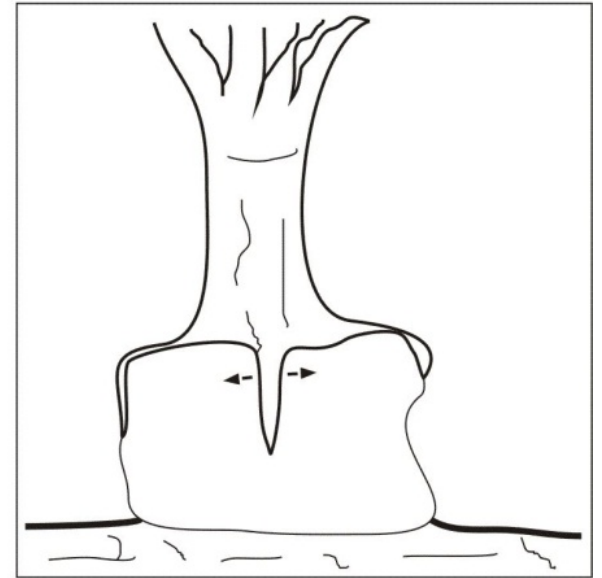
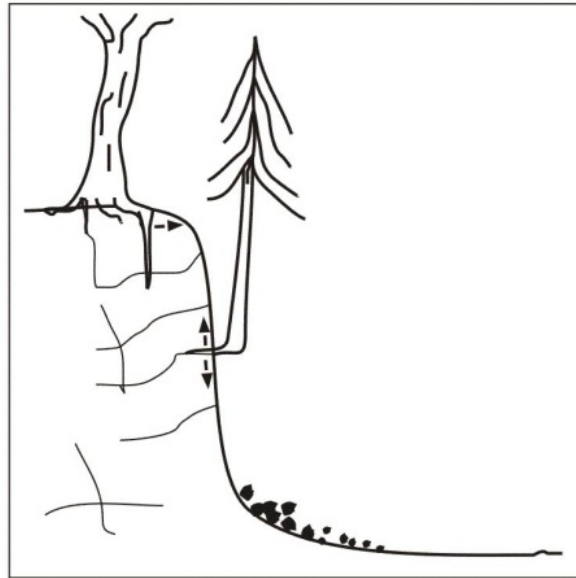
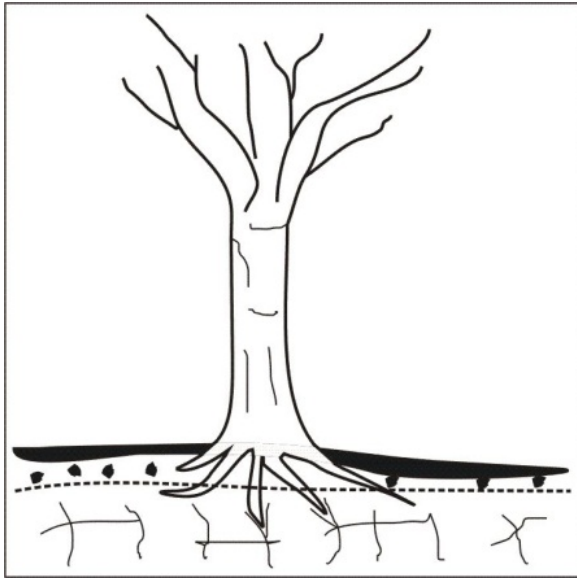
Splach půdy po dešti,
Stolové hory, Polsko



Šilhán et al. (2012)

Ohyb bází kmenů následkem svahového posunu

Biomechanické působení kořenů stromů v různých podmínkách



(Pawlik, unpublished)

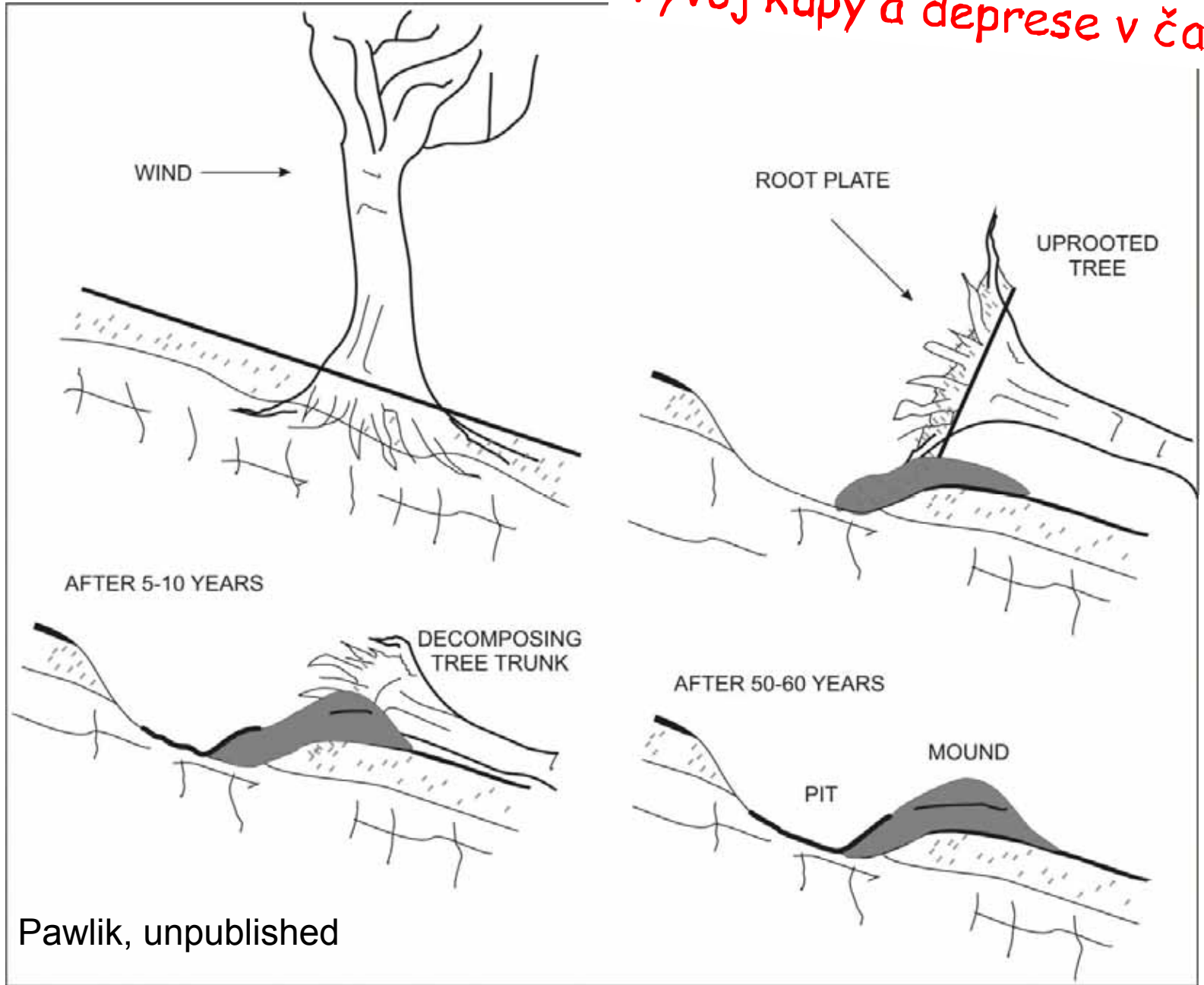




Zapadání kamenů do rozpadajících se pahýlů
Stolové hory, Polsko

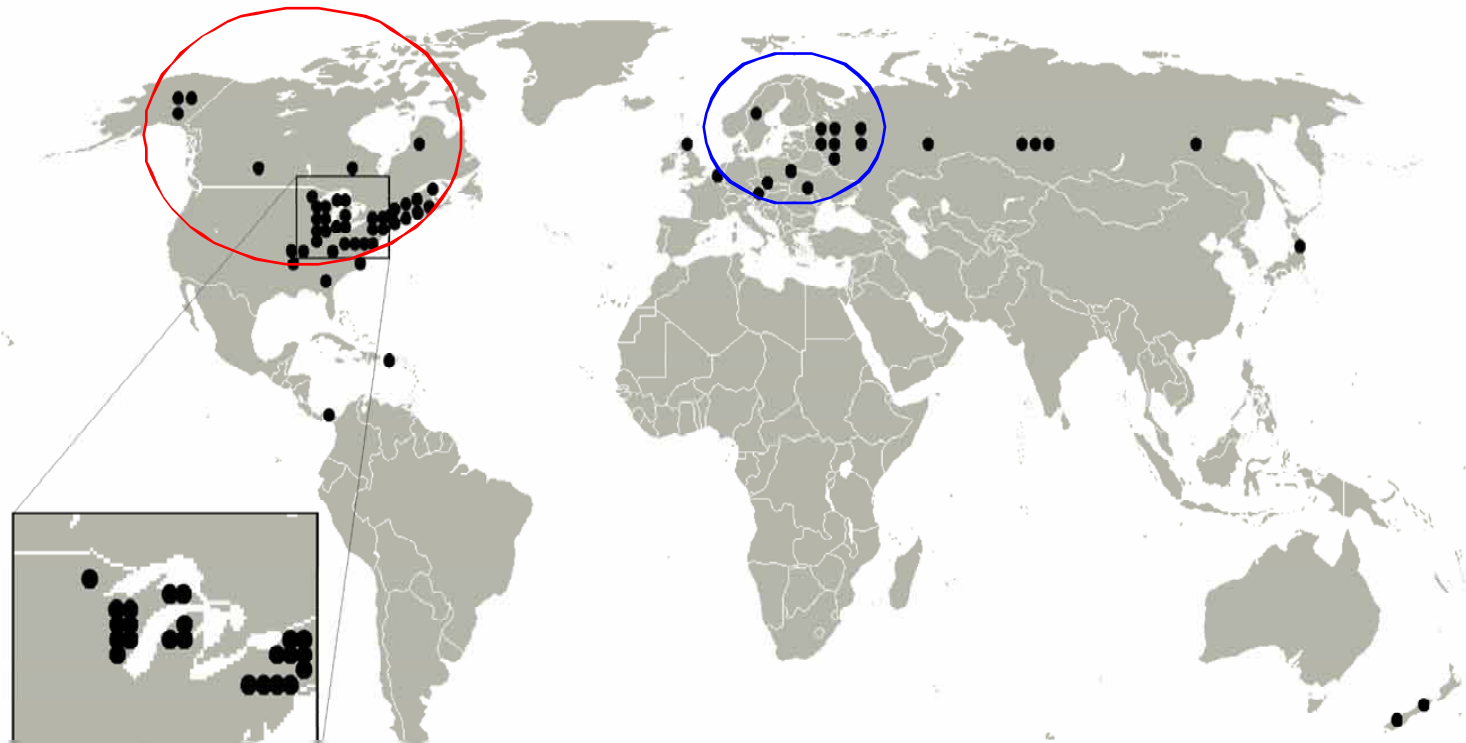
Vývratová dynamika

Vývoj kupy a deprese v čase?



Pawlik, unpublished

Lokalizace studií, které se problematikou zabývaly (období 1939-2009)



Koncept disturbanční ekologie vs. **koncept potenciální vegetace a malého vývojového cyklu lesa**



Datování vývrátů

- Opakovaná dendrometrie 0 – 40 (60) years
- Dendrochronologie 10 – 250 (500) years
- ^{14}C (60) – 9000 years
- ^{210}Pb , ^{137}Cs , ^{226}Ra 1 – 150 (200) years
- (Opticky stimulovaná luminiscence)
- (Magnetismum)

Křížové datování !

Maximální stáří vývrátů



Ref. No. Longevity of pit-mounds

North America

1	137 years
2	350 years
9	450-550 years
10	> 450 years
11	113-500 years
18	150-2420 years Nad 5000 let
19	With uprooted hemlock trunk to 200 years, without trunks to 500 years
21	80-300 years
25	200-500 years
26	250-300 years
28	200-2000 years
31	60-300 years
34	> 200 years
35	> 200 years
40	500-1000 years

Atraktivita vývrátů v čase ?

Ref. No. Longevity of pit-mounds

Latin America

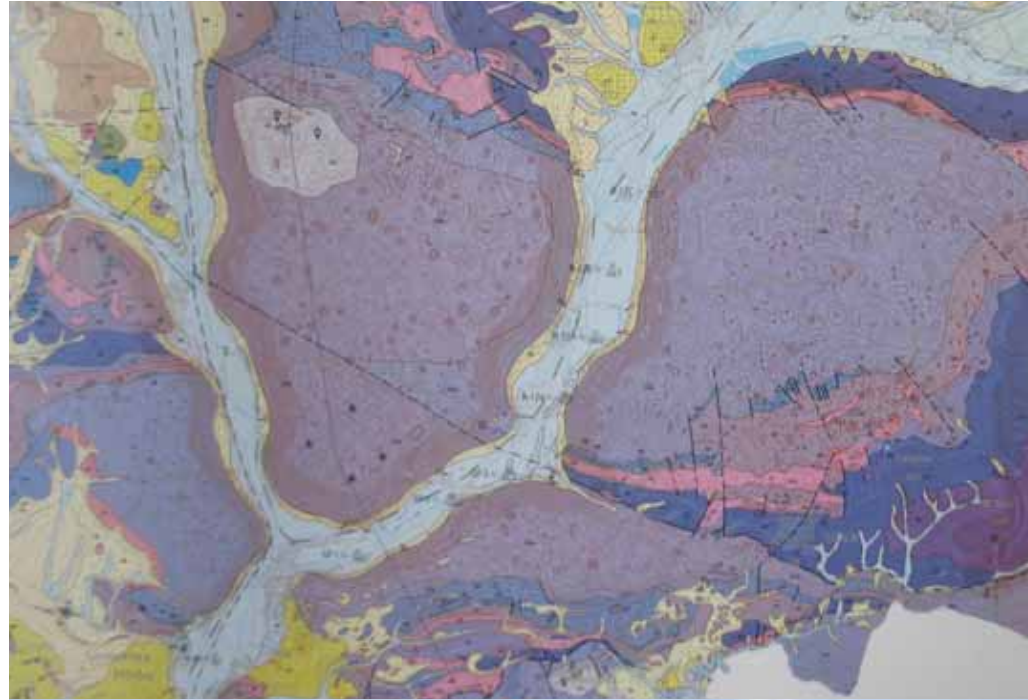
44	5-10 years	41
----	------------	----

Eurasia

46	Pit-mound terrain microtopography was created in 724-884 BP. Vývraty na dolomitu	42
48	With uprooted beech trunk to 50-(60) years without trunks to 220 years + Zofínský prales 1500 let	44
52	> 150-200 years	48
53	(i) 190 ± 60 years (iii) 440 ± 130 years (iv) 680 ± 100 years	49
54, 55	Organic mounds: 50-200 years; organo-mineral mounds and pits remain to the next disturbance	50, 51
57	200-(500) years	53
58	100-400 years	54

Australia (and Oceania)

Vývoj vývratů na vápenci?



Rozpad vývratu závislý na frakci materiálu,

Tvorba „brnění“

Kmeny jako akumulční bariéra



Na jemné škále vývraty signifikantně ovlivňují dynamiku lesa

- **Ekologické podmínky (teplota, vlhkost)**
- Erozně sedimentační procesy
- Výskyt cévnatých i bezcévných rostlin, včetně přirozeného zmlazení dřevin
- Mocnost organických a minerálních horizontů
- Skupiny dekompozitorů (žížaly, roupice, chvostoskoci, houby)
- Formy organických horizontů
- Pedogeneze (podzolizace, transformace organické hmoty, ..)



Na jemné škále vývraty signifikantně ovlivňují dynamiku lesa

- Ekologické podmínky (teplota, vlhkost)
- **Erozně sedimentační procesy**
- Výskyt cévnatých i bezcévných rostlin, včetně přirozeného zmlazení dřevin
- Mocnost organických a minerálních horizontů
- Skupiny dekompozitorů (žížaly, roupice, chvostoskoci, houby)
- Formy organických horizontů
- Pedogeneze (podzolizace, transformace organické hmoty, ..)



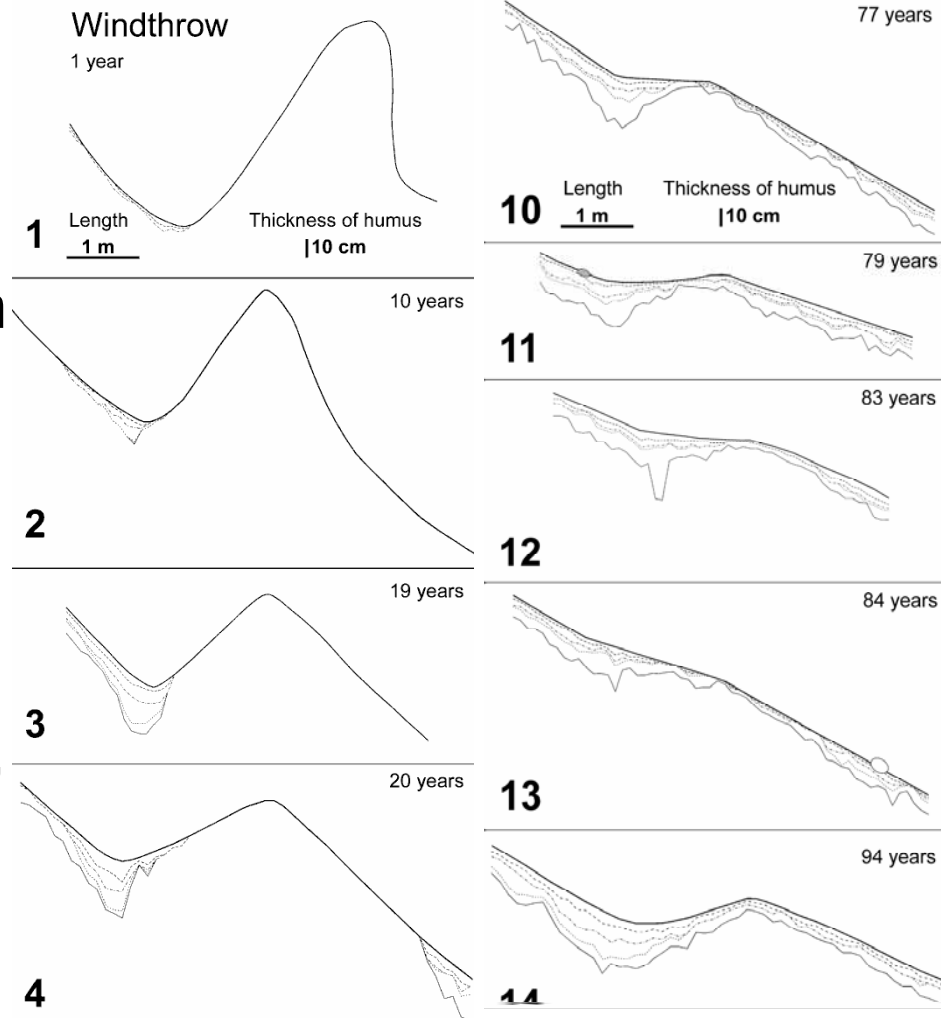
Na jemné škále vývraty signifikantně ovlivňují dynamiku lesa

- Ekologické podmínky (teplota, vlhkost)
- Erozně sedimentační procesy
- Výskyt cévnatých i bezcévných rostlin, včetně přirozeného zmlazení dřevin
- Mocnost organických a minerálních horizontů
- Skupiny dekompozitorů (žížaly, roupice, chvostoskoci, houby)
- Formy organických horizontů
- Pedogeneze (podzolizace, transformace organické hmoty, ..)



Na jemné škále vývraty signifikantně ovlivňují dynamiku lesa

- Ekologické podmínky (teplota, vlhkost)
- Erozně sedimentační procesy
- Výskyt cévnatých i bezcévných rostlin, včetně přirozeného zmlazení dřevin
- **Mocnost organických a minerálních horizontů**
- Skupiny dekompozitorů (žížaly, roupice, chvostoskoci, houby)
- Formy organických horizontů
- Pedogeneze (podzolizace, transformace organické hmoty, ..)



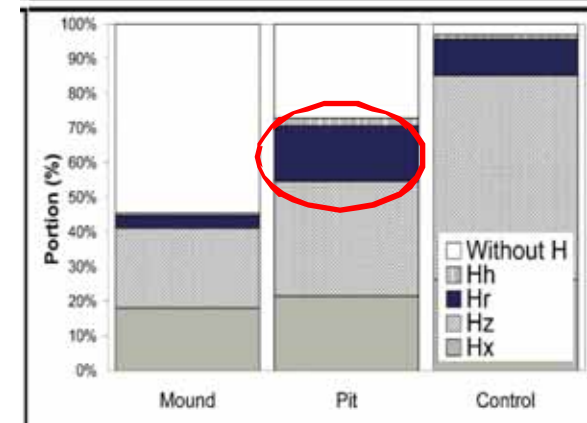
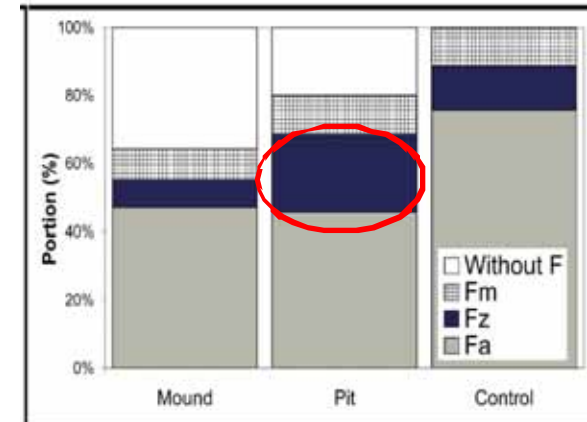
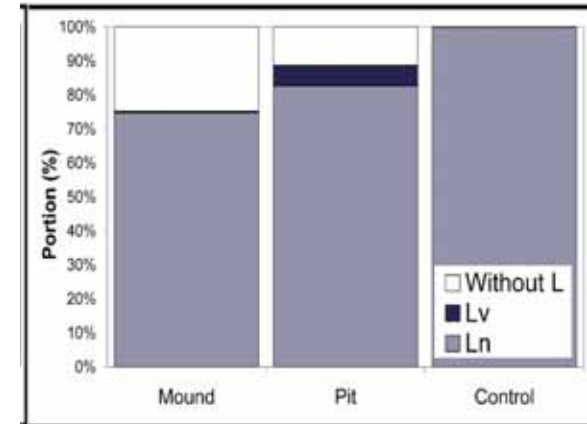
Na jemné škále vývraty signifikantně ovlivňují dynamiku lesa

- Ekologické podmínky (teplota, vlhkost)
- Erozně sedimentační procesy
- Výskyt cévnatých i bezcévných rostlin, včetně přirozeného zmlazení dřevin
- Mocnost organických a minerálních horizontů
- **Skupiny dekompozitorů (žížaly, roupice, chvostoskoci, houby)**
- **Formy organických horizontů**
- Pedogeneze (podzolizace, transformace organické hmoty, ..)



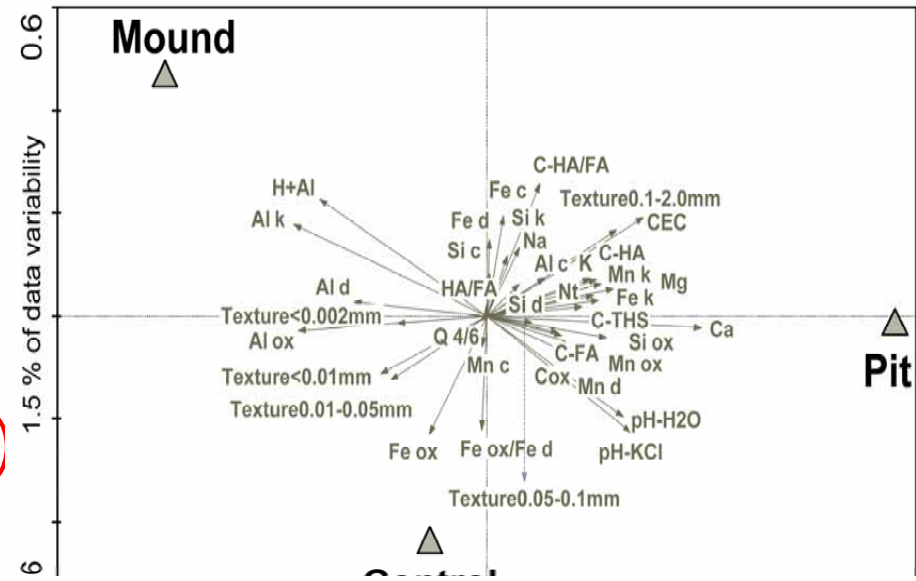
Na jemné škále vývraty signifikantně ovlivňují dynamiku lesa

- Ekologické podmínky (teplota, vlhkost)
- Erozně sedimentační procesy
- Výskyt cévnatých i bezcévných rostlin, včetně přirozeného zmlazení dřevin
- Mocnost organických a minerálních horizontů
- Skupiny dekompozitorů (žížaly, roupice, chvostoskoci, houby)
- Formy organických horizontů
- Pedogeneze (podzolizace, transformace organické hmoty, ..)



Na jemné škále vývraty signifikantně ovlivňují dynamiku lesa

- Ekologické podmínky (teplota, vlhkost)
- Erozně sedimentační procesy
- Výskyt cévnatých i bezcévných rostlin, včetně přirozeného zmlazení dřevin
- Mocnost organických a minerálních horizontů
- Skupiny dekompozitorů (žížaly, roupice, chvostoskoci, houby)
- Formy organických horizontů
- **Pedogeneze (podzolizace, transformace organické hmoty, ..)**



**Mikrostanoviště
vývratu vytvářejí
unikátní ekologické
podmínky**



*Jaké mikroklimatické
podmínky panují na
mikrostanovištích vývratu?*





Kupa – teplá, suchá, kyprá,
velké extrémy

Deprese – vlhká, studená,
soustředěný odtok (+ zimní
odtok)

Kupa – teplá, suchá, kyprá,
velké extrémy

Deprese – vlhká, studená,
soustředěný odtok (+ zimní
odtok)



*Moje kupy jsou
ale také
teplejší a sušší*

Vývraty jako faktor zvětrávání a eroze

Obnažení horniny → zvětrávání
Pohyb balvanů hmotnosti i 5 tun
Holocenní dynamika svahů,
mocnost regolitu



Vytržení *bedrock* při vývrátové události

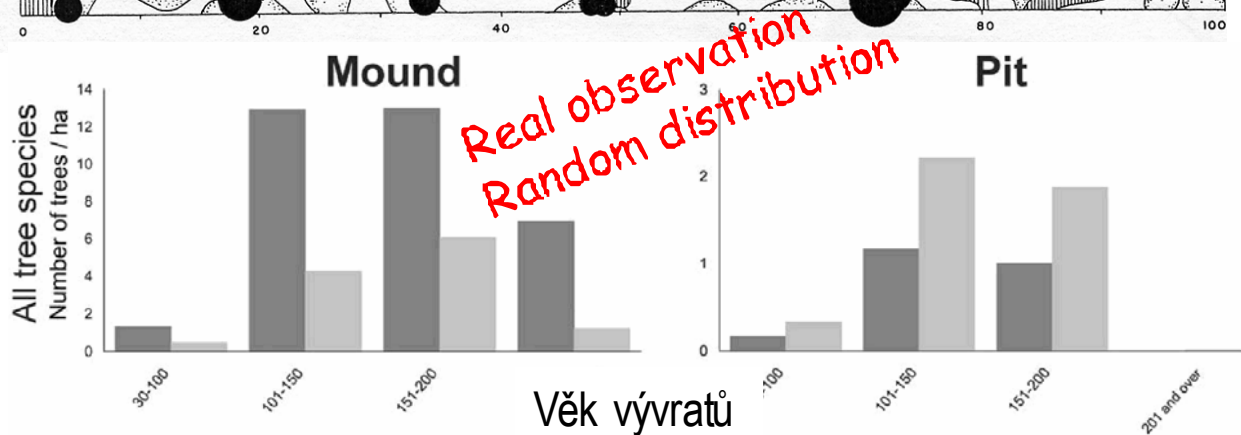
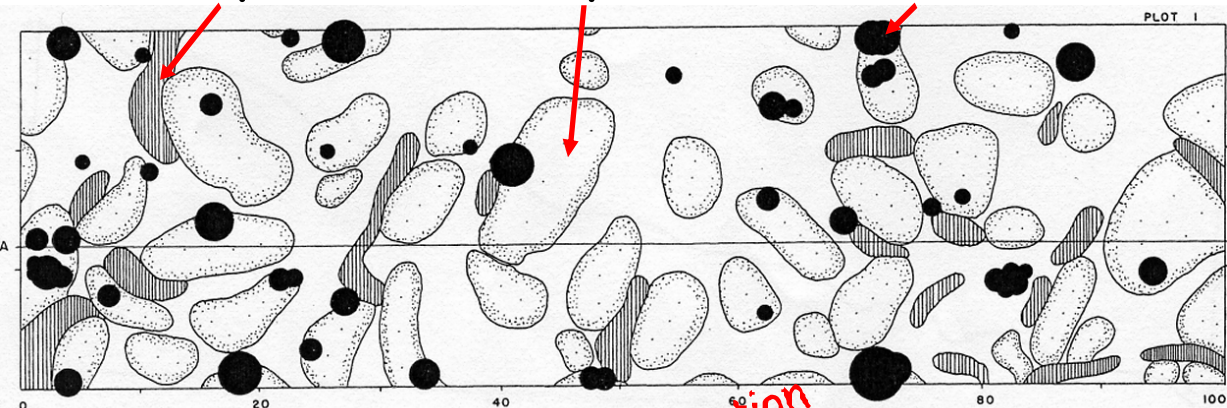
Stolové hory, Polsko



Vývraty ovlivňují **zmlazení dřevin,** **strukturu bylinného patra,** **mechorostů, lišejníků, hub i** **bezobratlých**



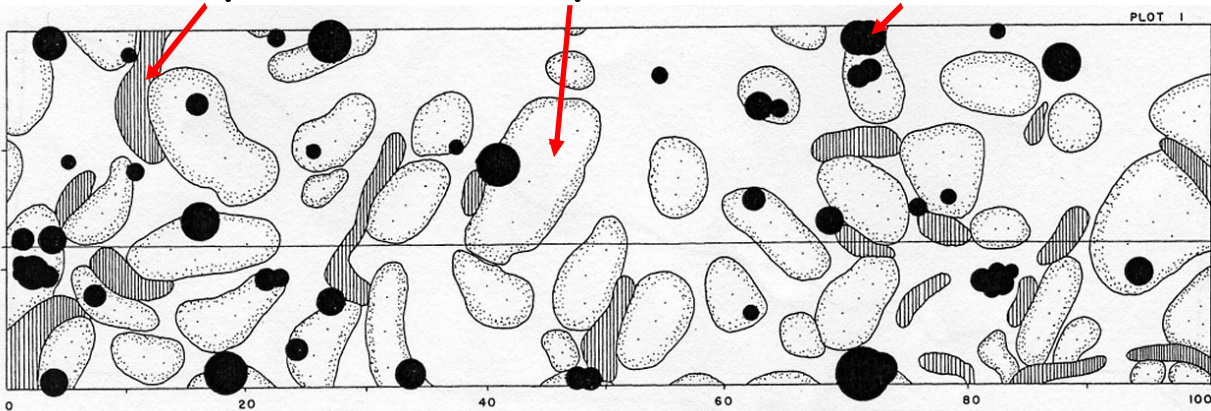
deprese kupa strom



Šebkova B., Šamonil P., Valtera M., Adam Ď., Janík D. 2012. Interaction between tree species populations and windthrow dynamics in natural beech-dominated forest, Czech Republic. *Forest Ecol. Manag.* 280: 9–19.

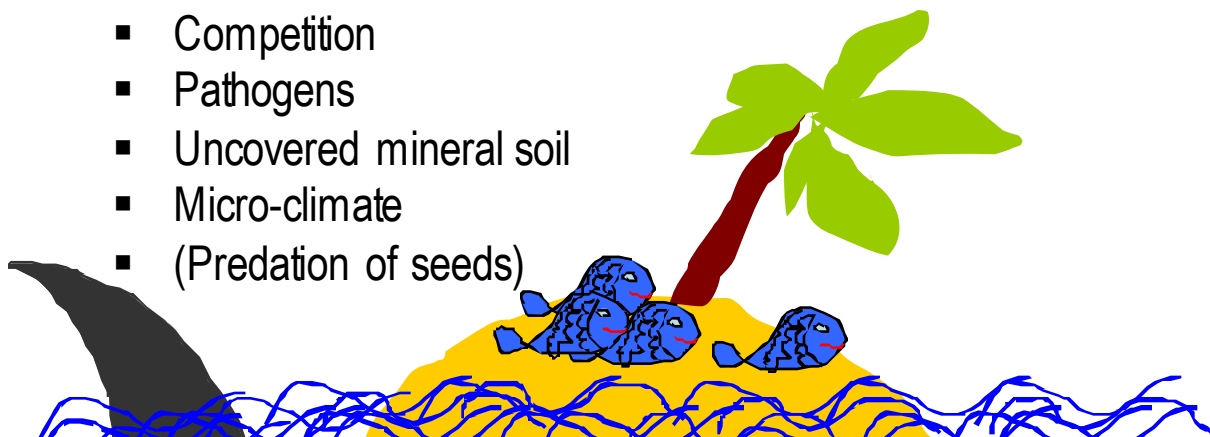
Vývraty ovlivňují **zmlazení dřevin,** **strukturu bylinného patra,** **mechorostů, lišejníků, hub i** **bezobratlých**

deprese kupa strom



Lyford and McLean (1966)

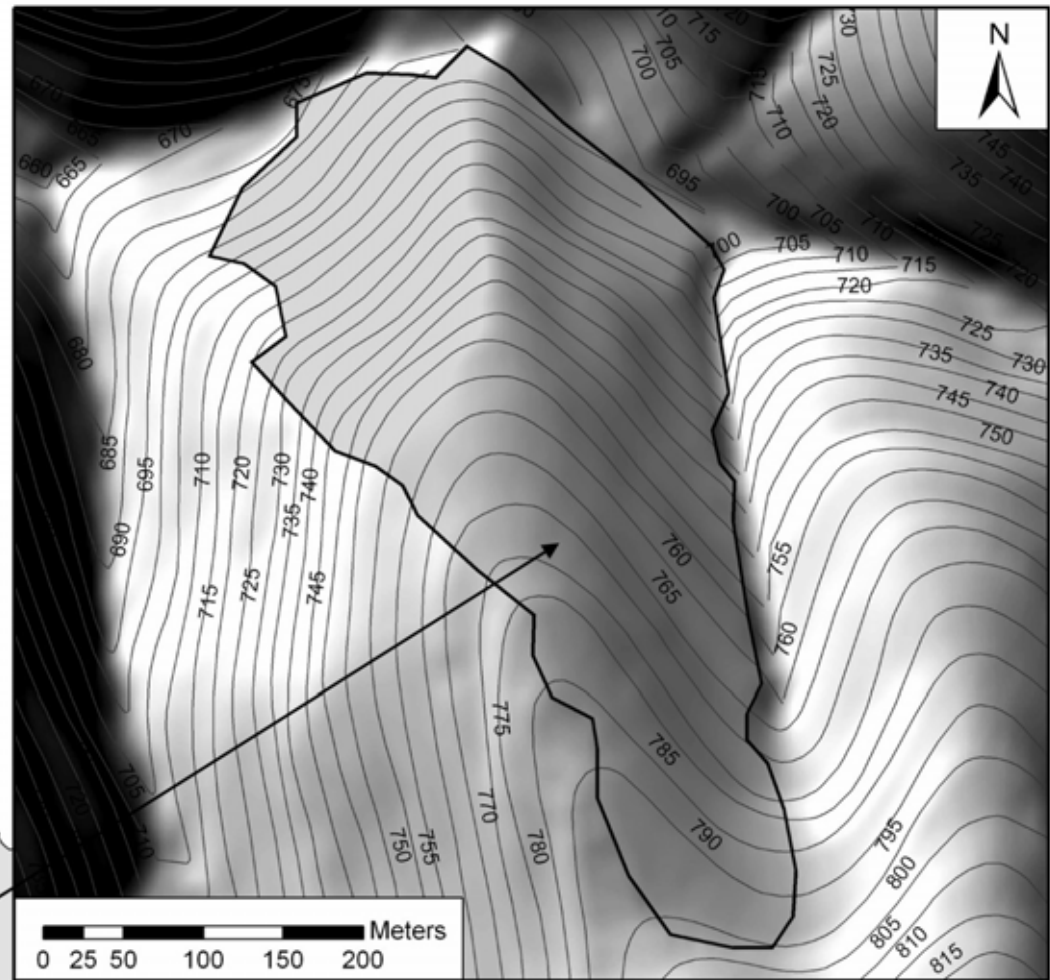
- Competition
- Pathogens
- Uncovered mineral soil
- Micro-climate
- (Predation of seeds)



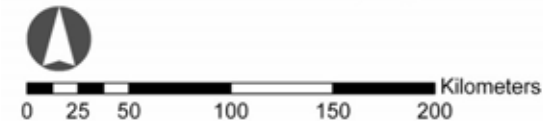
Vliv vývratů na genezi organických a minerálních horizontů půd

Význam vývratové disturbance v jedlobukovém „pralese“

Případová studie

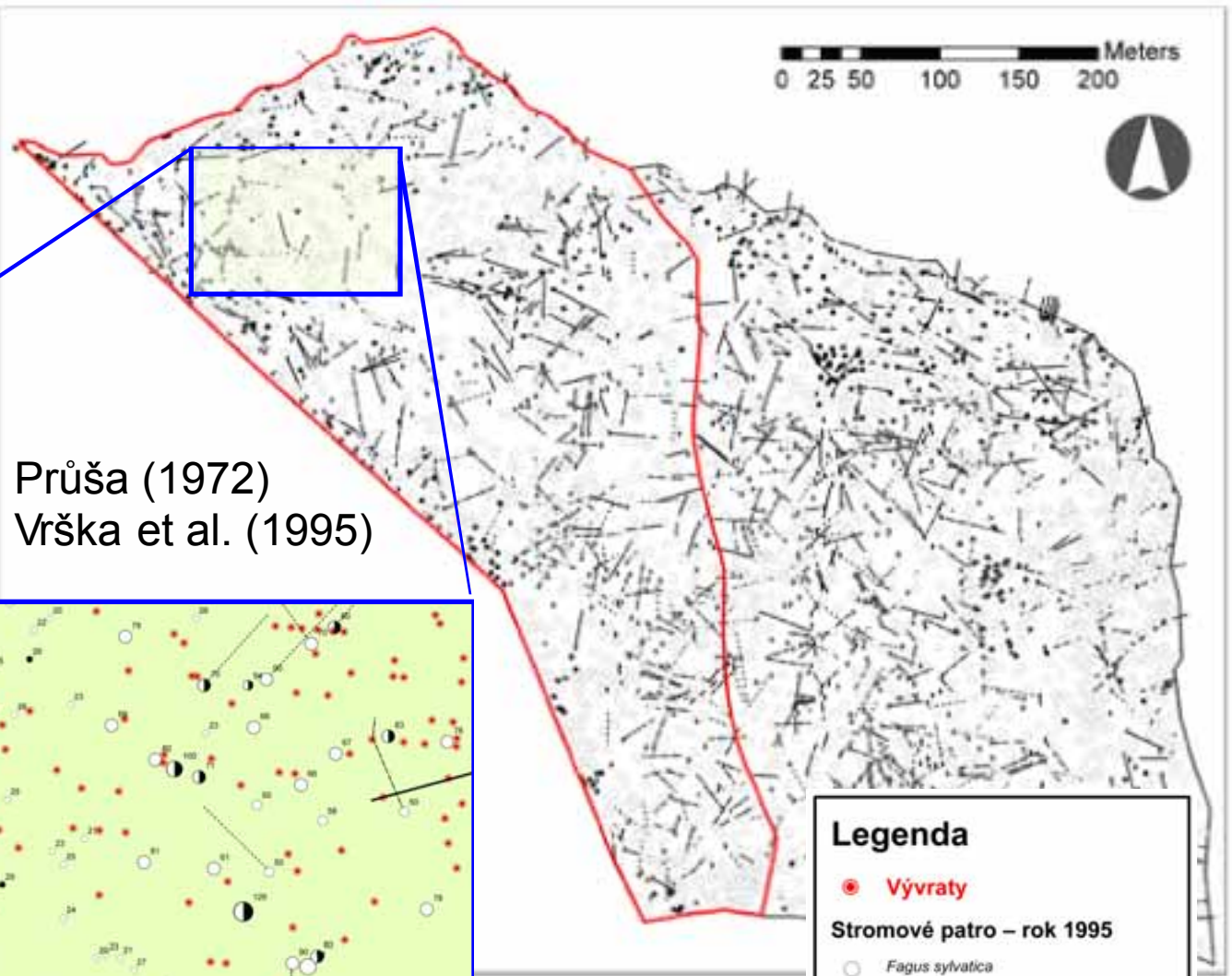


NPR Razula



NPR Razula

Plošné šetření



Legenda

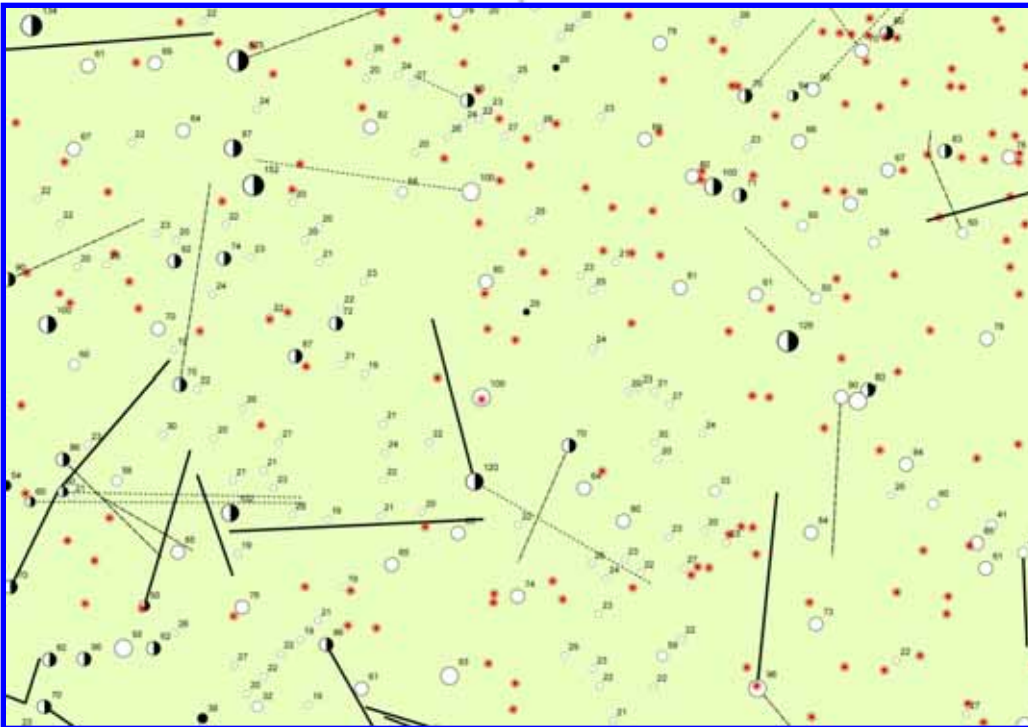
- Vývraty

Stromové patro – rok 1995

- *Fagus sylvatica*
- ◐ *Abies alba*
- *Picea abies*
- ⊕ *Acer pseudoplatanus*
- ▲ *Fraxinus excelsior*

Ležící dřevo – rok 1995

- ⋯ Rozpadlé
- Nahnilé
- Tvrdé



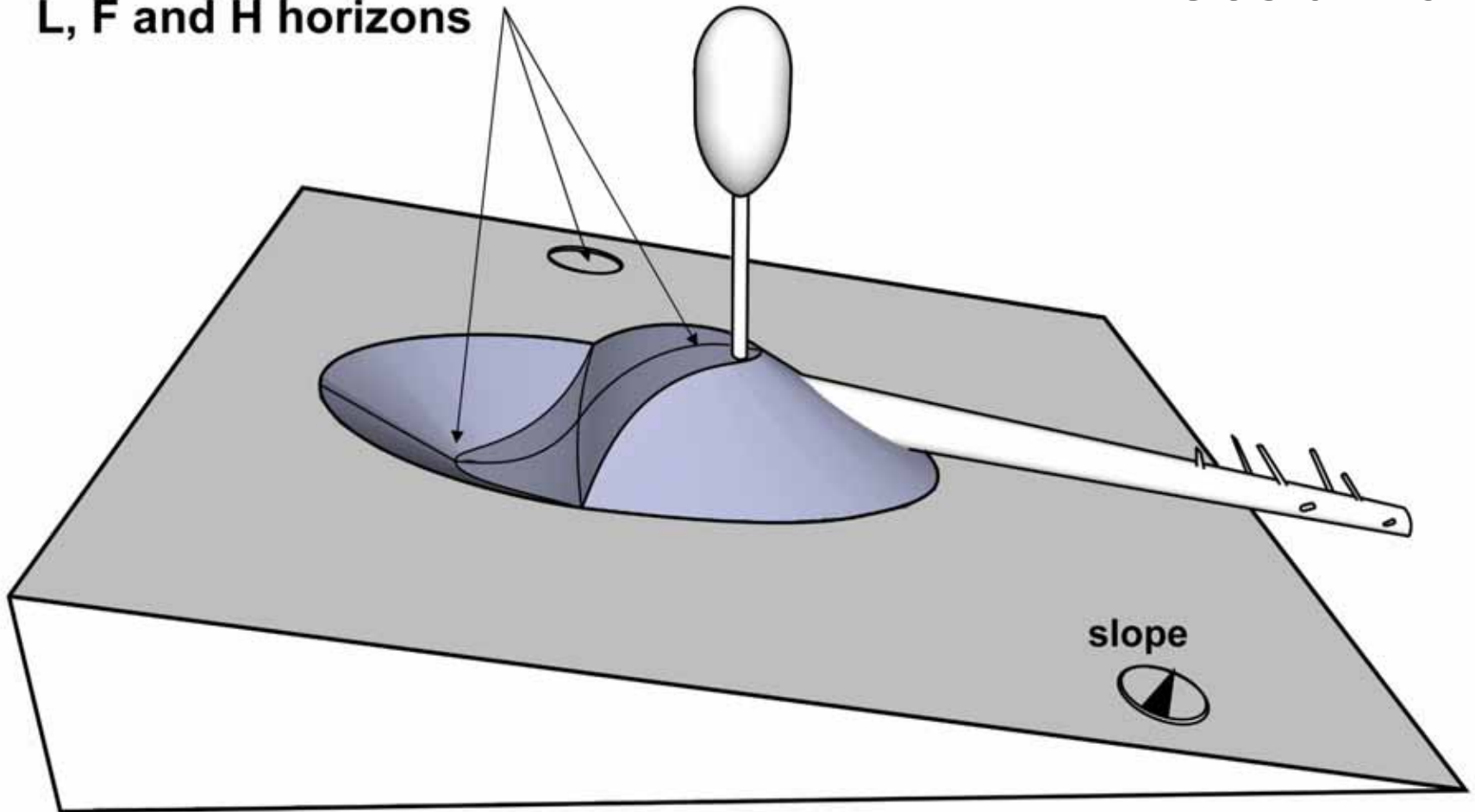
Přírodní podmínky:

- Striktní ochrana od roku 1933
- Převažují S a SZ svahy, sklon nejčastěji 20°
- Průměrné roční srážkové úhrny 1 050–1 370 mm
- Průměrná roční teploty 5–6 °C
- Flyšové pásmo – pískovce, jílovce a jílovité břidlice
- Skeletic Cambisols a Haplic Cambisols
- Asociace *Dentario enneaphylli-Fagetum* a *Dentario glandulosae-Fagetum*
- SLT 5B – bohatá jedlová bučina

Jaké druhy bylinného patra?
Jak probíhá pedogeneze?

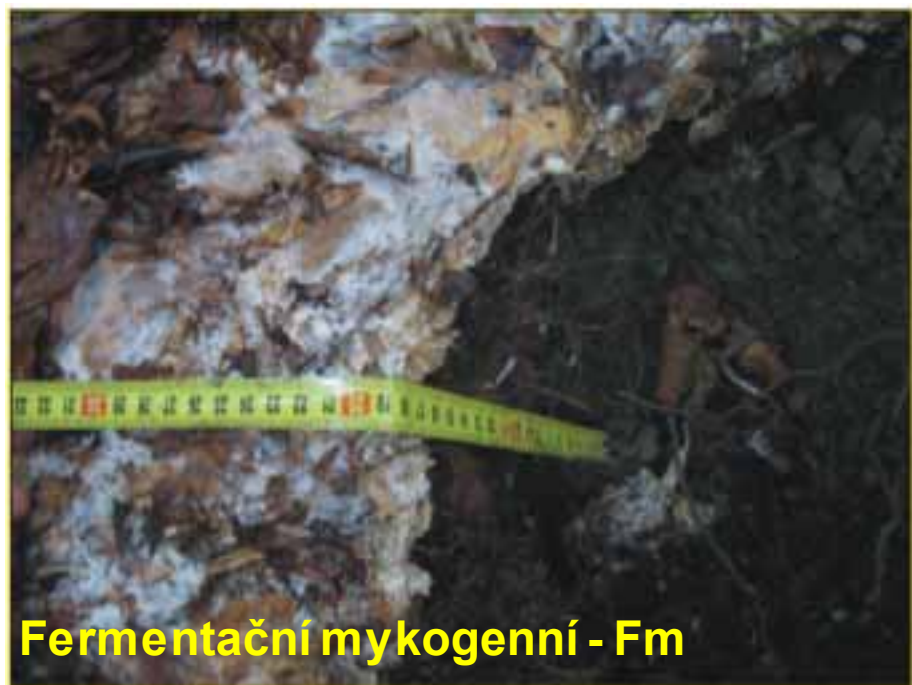
Metodika

Thickness and forms of
L, F and H horizons



Celkem hodnoceno 1720 vývratů

Plošné šetření – 10,98 ha = 1561 vývratů



Fermentační mykogenní - Fm



Fermentační amfigenní - Fa



Humifikační humózní - Hh



Fermentační zoogenní - Fz

Struktura výsledků:

Vývraty v prostoru

- jaké stromy se vyvrací
- kam se vyvrací
- mocnosti humusu
- formy humusu
- formy horizontů
- chemismus půd

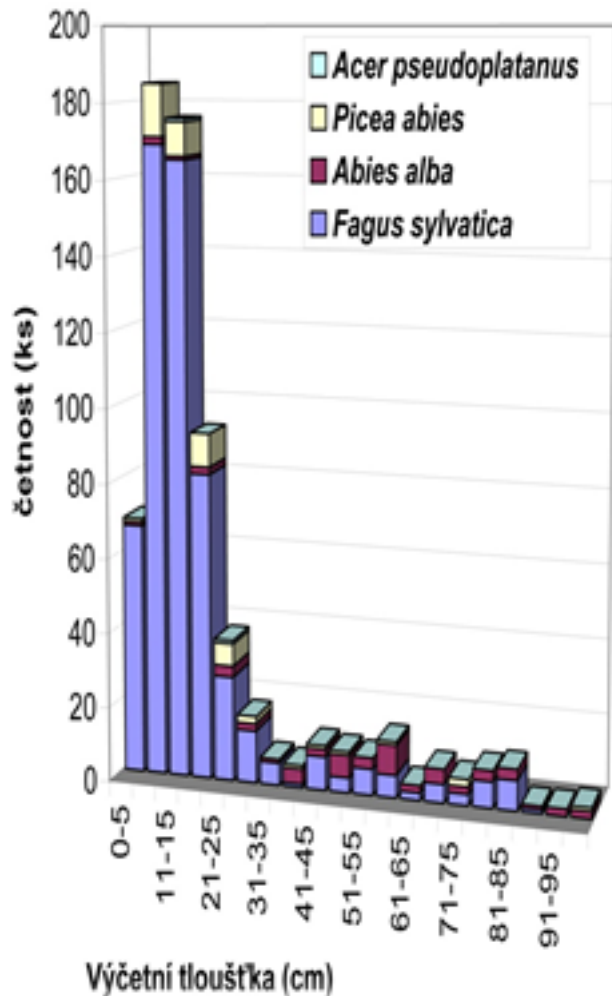
Vývraty v gradientu času

- vývoj velikostních parametrů
- vývoj humusu
- pedogeneze v čase

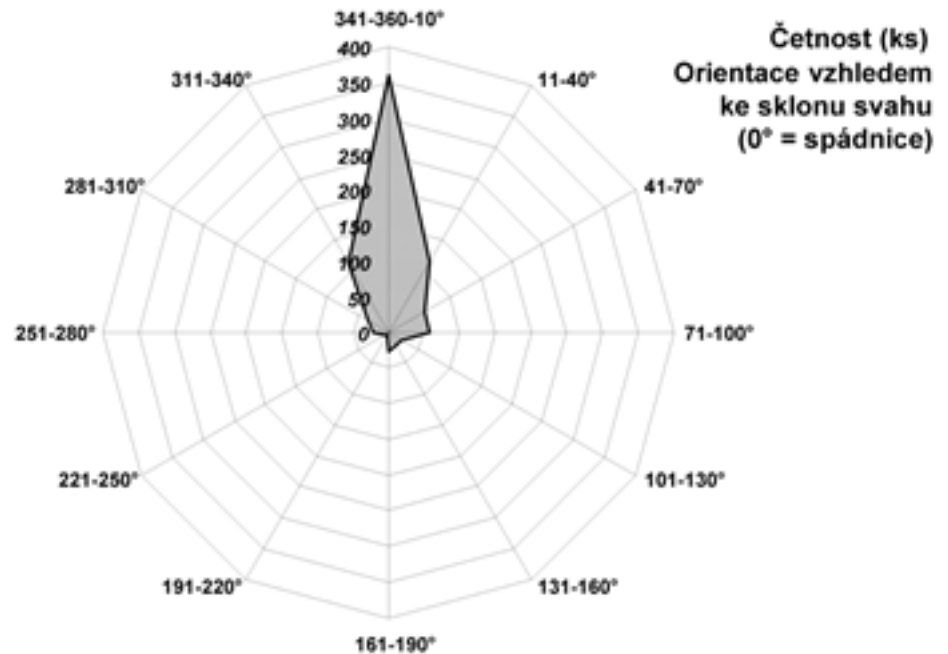
Jaké stromy se vyvrací a kam?

- podúrovňové buky a dožívající mohutné jedle
- orientace po svahu

Tloušťková distribuce vyvrácených kmenů



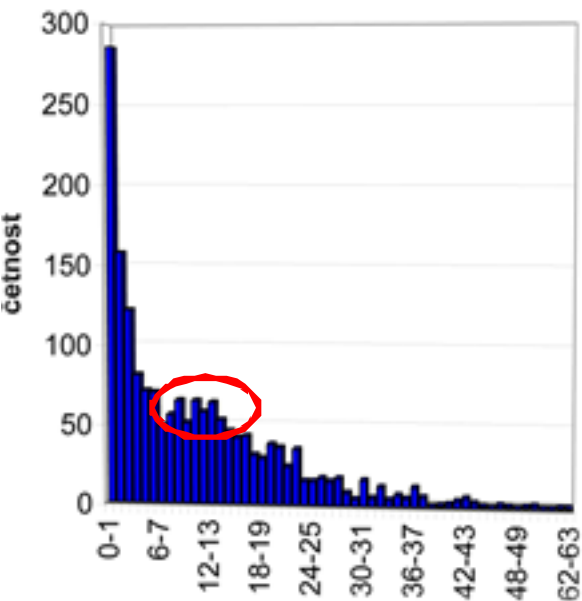
Orientace vývrácených kmenů



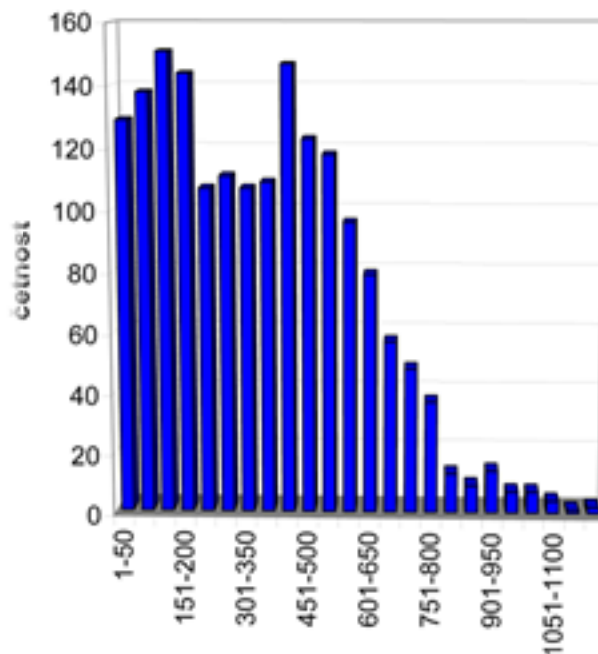
Jaké jsou velikostní parametry vývratů ?

„relativní akumulace“
velkých vývratů
v čase

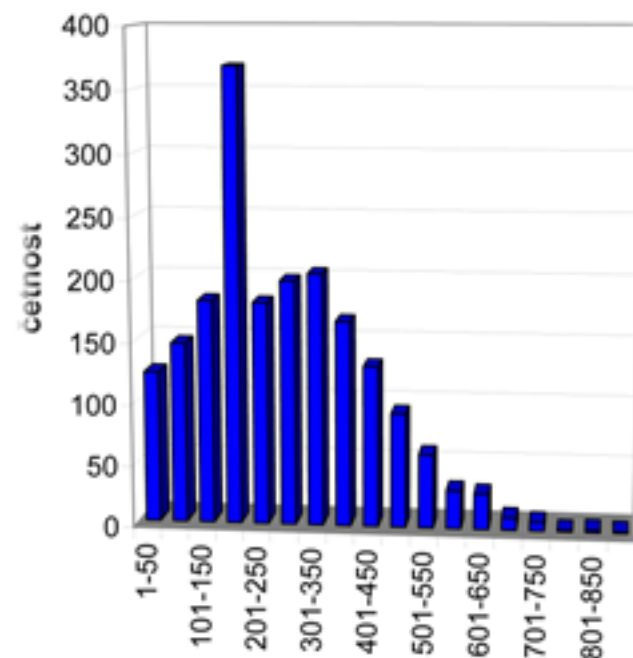
plocha vývratu (m²)



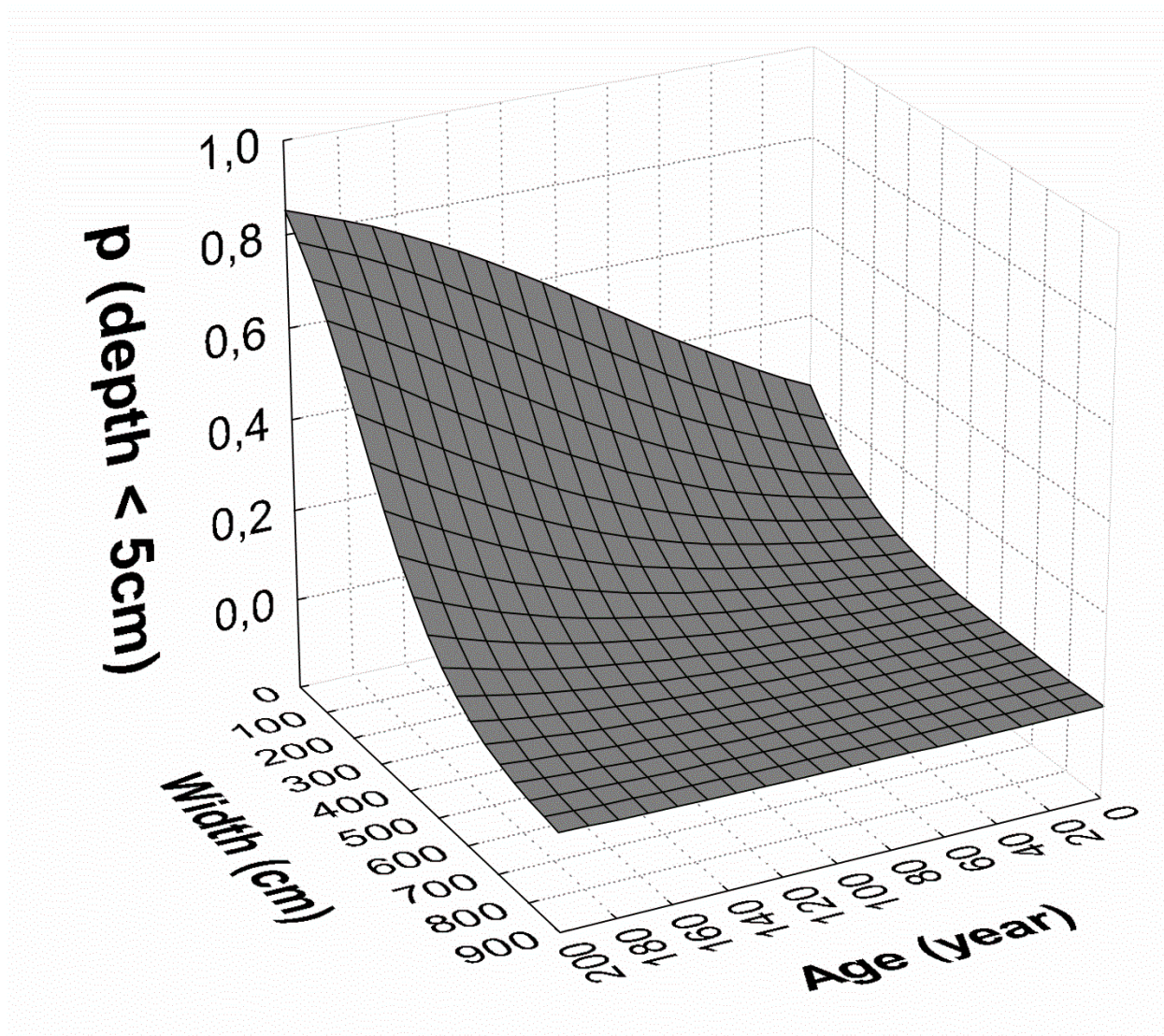
délka vývratu (cm)



šířka vývratu (cm)

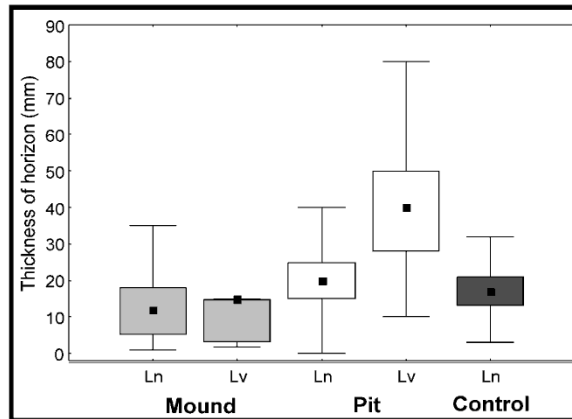


Průběh rozkladu vývratu

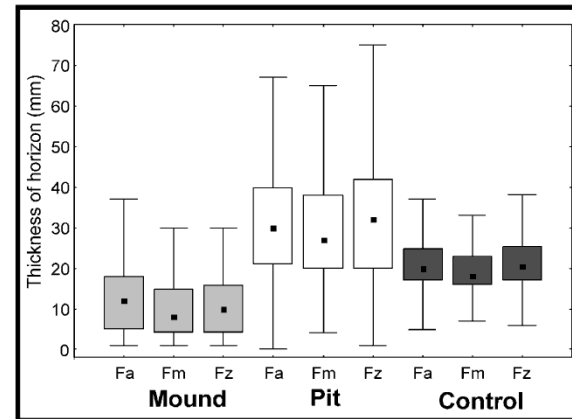


Jak se liší mocnosti horizontů na mikrostanovištích?

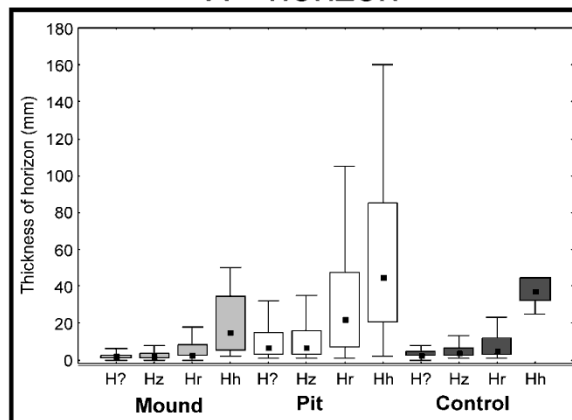
L - horizon



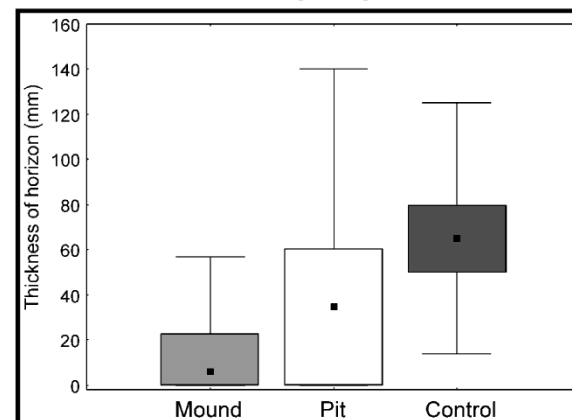
F - horizon



H - horizon



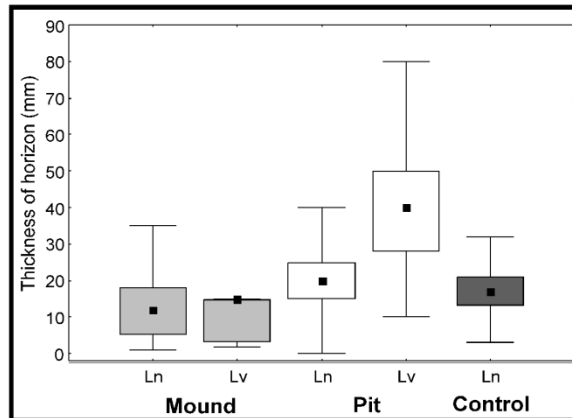
A - horizon



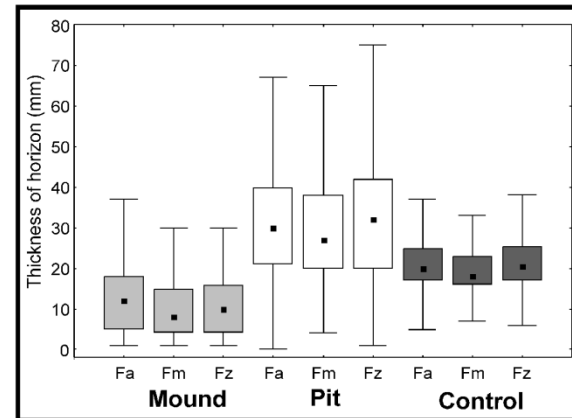
Horizon	N	H-value	p-value
L - litter	3409	615,554	< 0.001
F - fermented	2962	1184,399	< 0.001
H - humification	2601	588,258	< 0.001

Jak se liší mocnosti horizontů na mikrostanovištích?

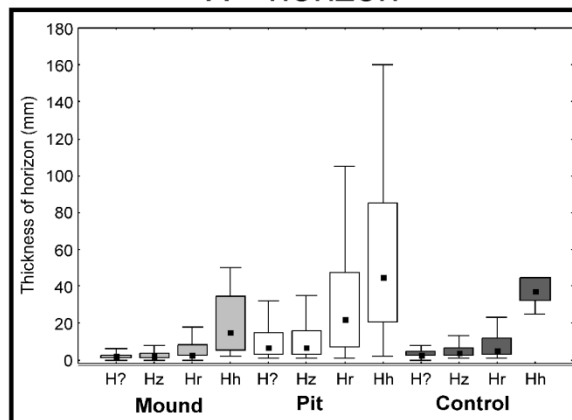
L - horizon



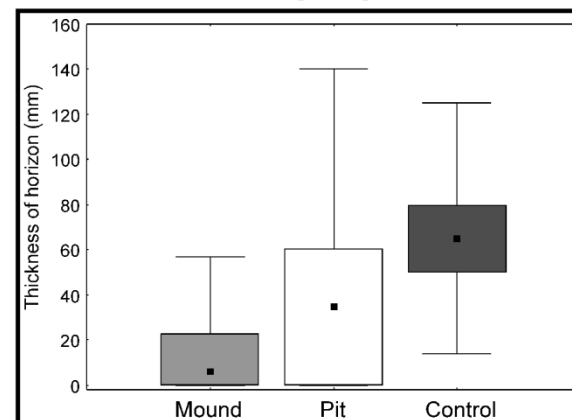
F - horizon



H - horizon

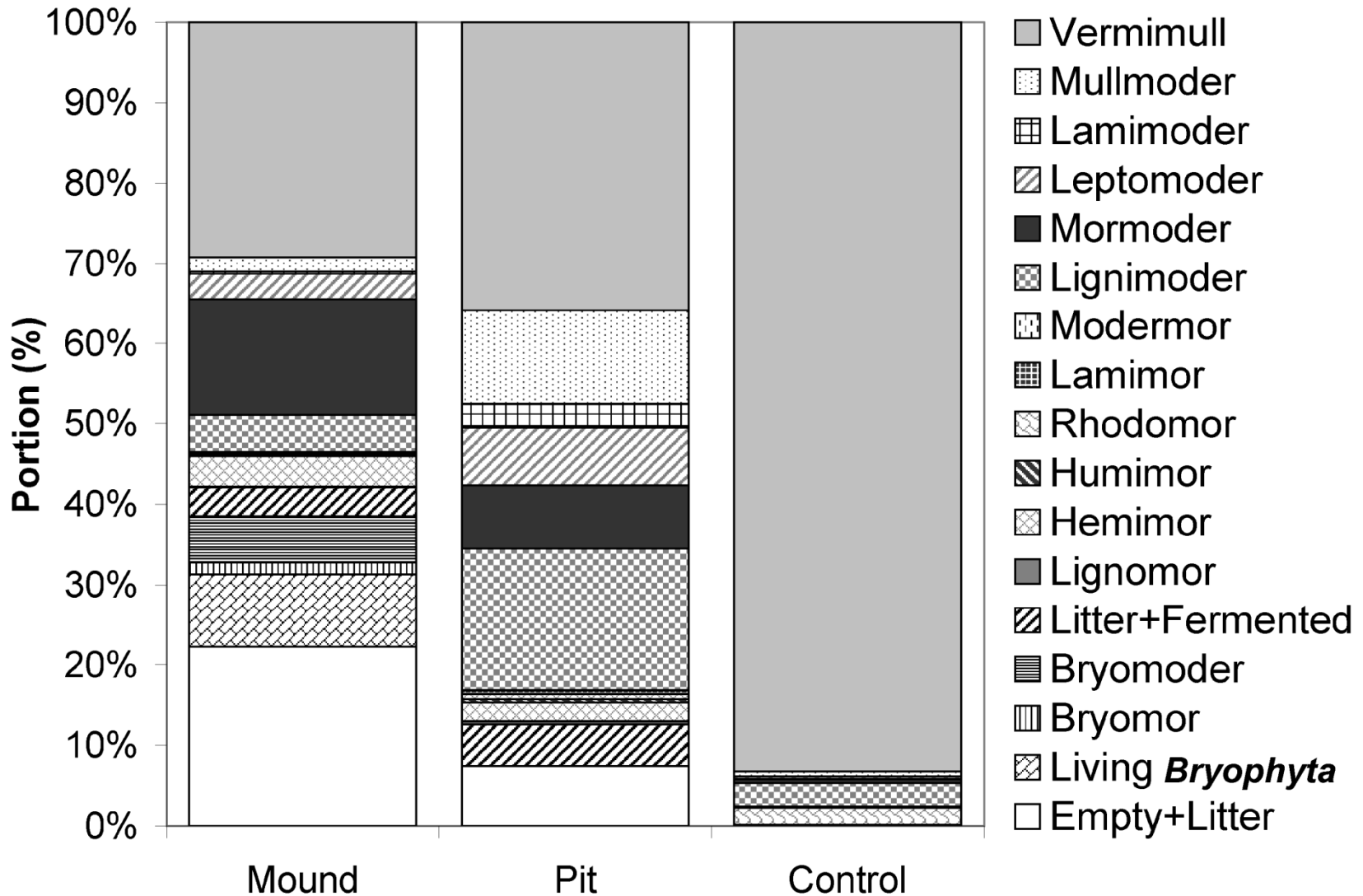


A - horizon

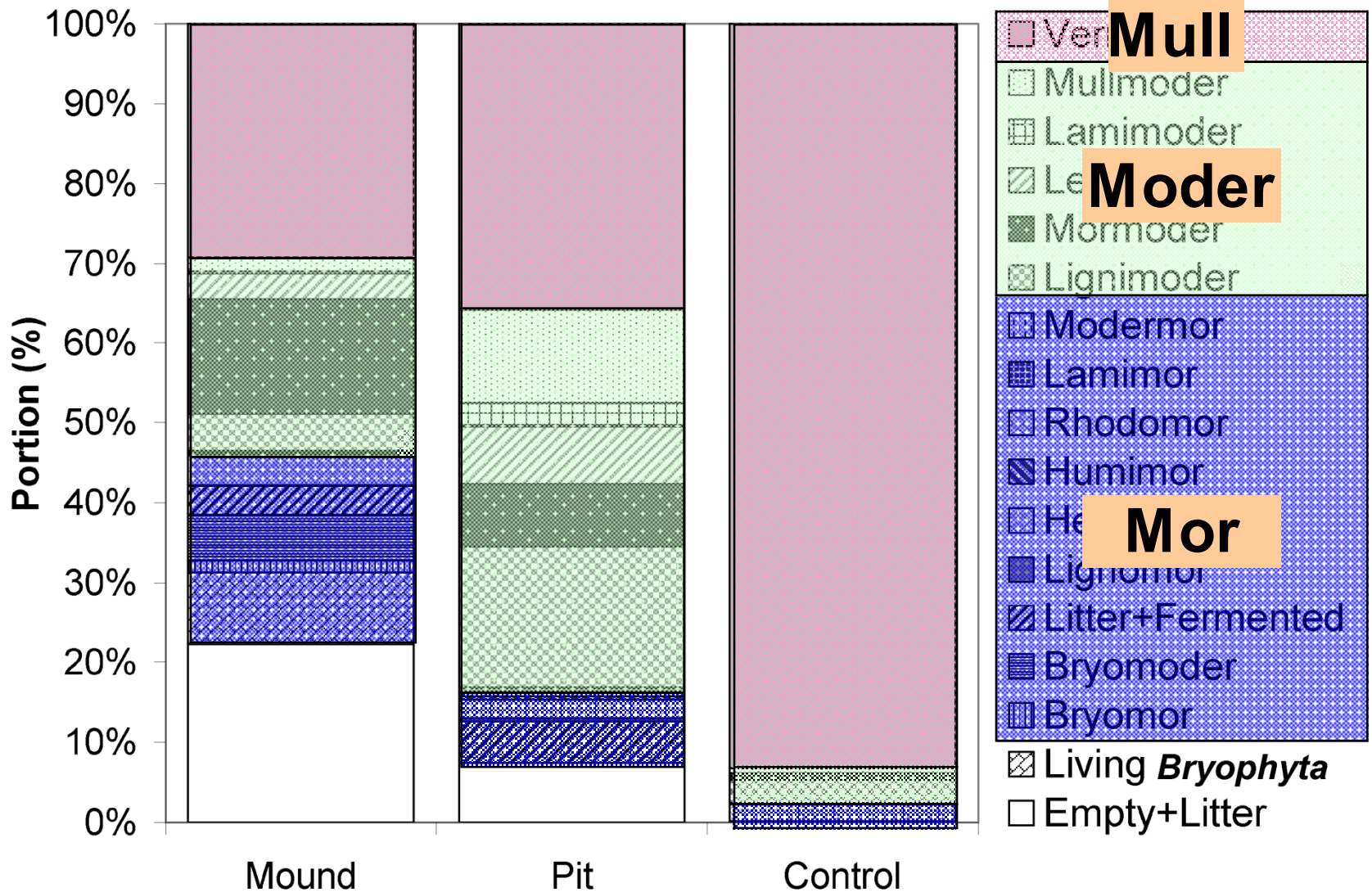


- **Signifikanční rozdíl mocnosti mezi mikrostanovišti**
- **Signifikanční rozdíl mocnosti mezi formami**

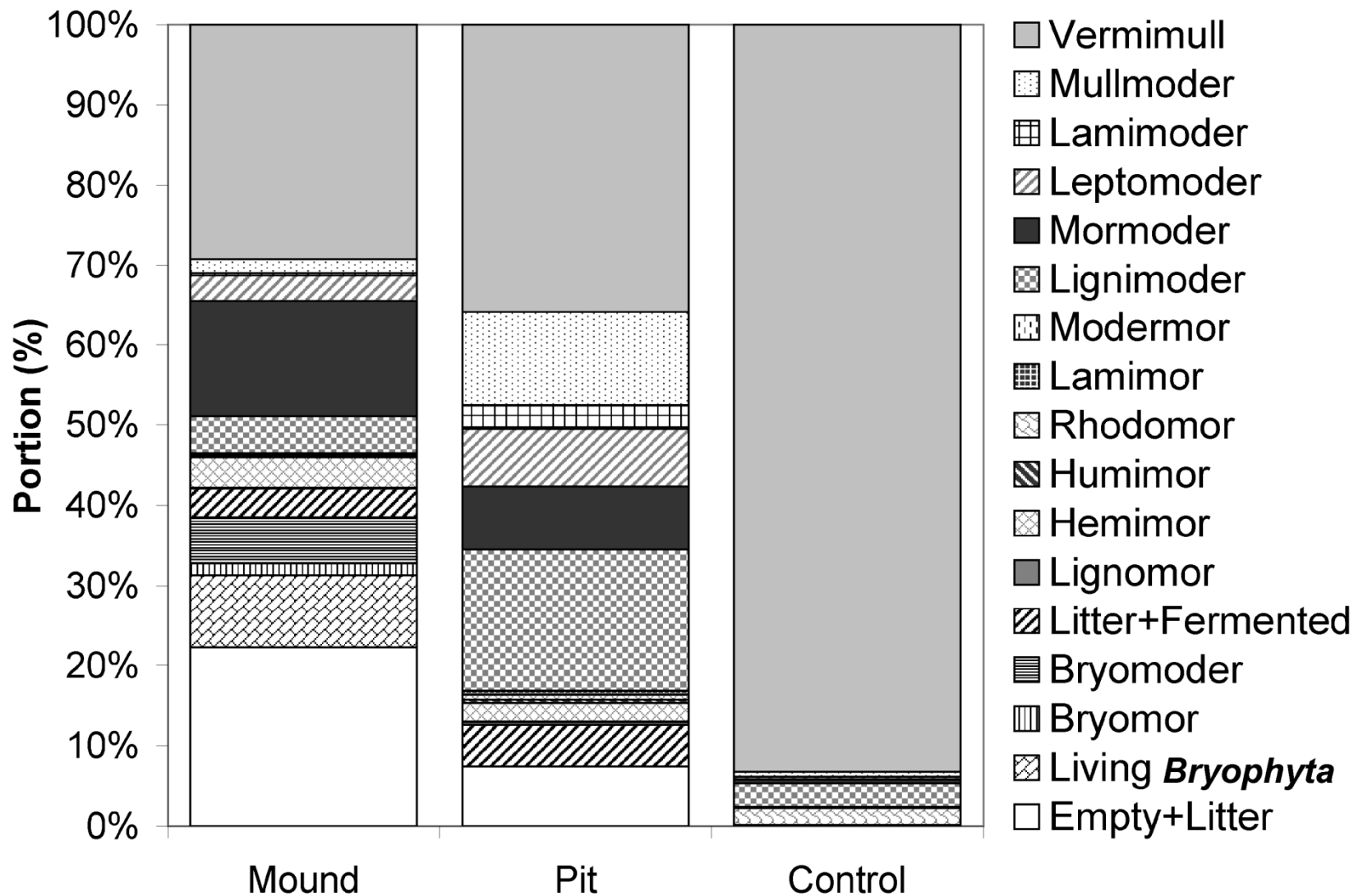
Jak se liší humusové formy na mikrostanovištích?



Jak se liší humusové formy na mikrostanovištích?

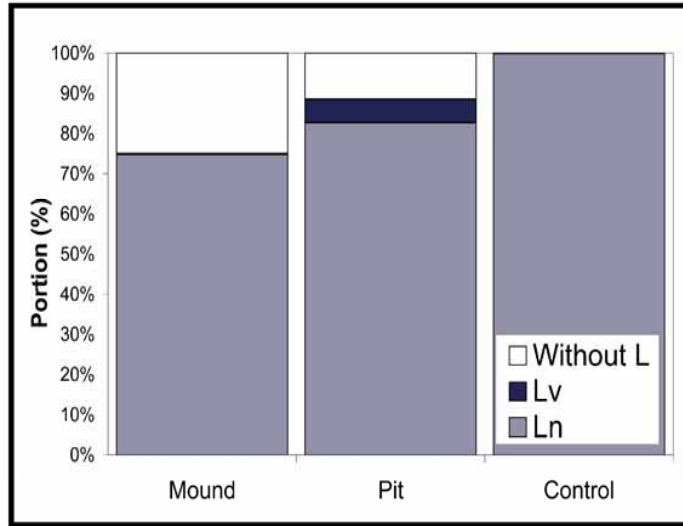


▪ Signifikanční rozdíl mezi humusovými formami

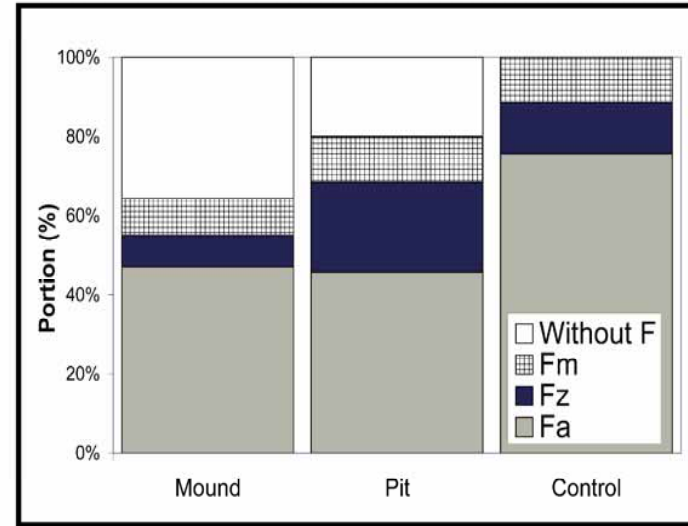


Jak se liší formy horizontů na mikrostanovištích?

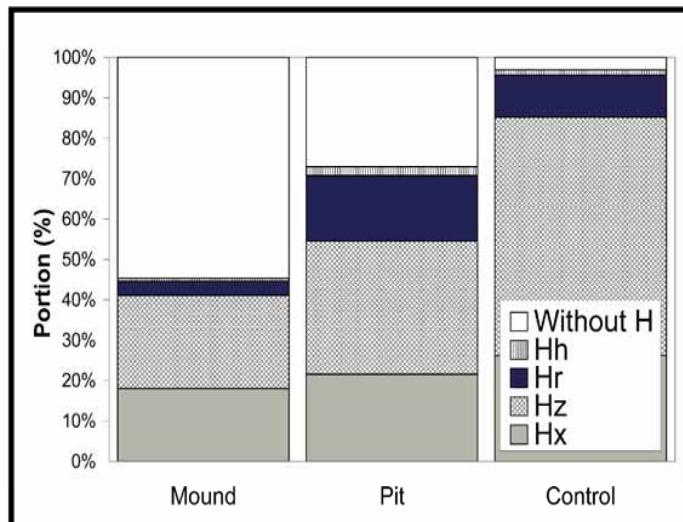
L - horizon



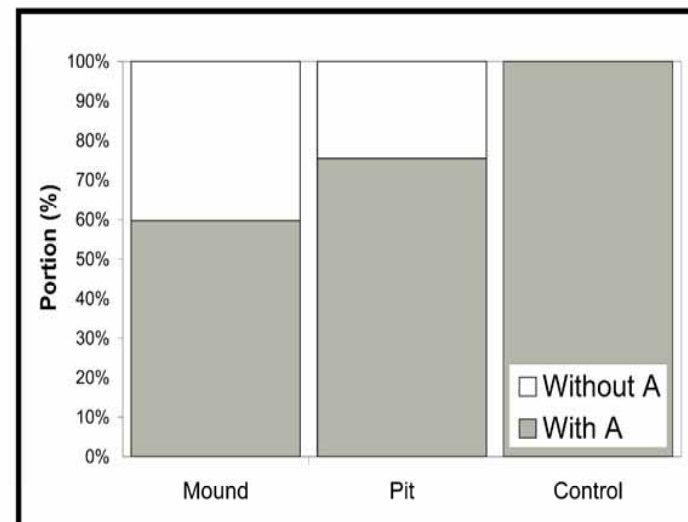
F - horizon



H - horizon

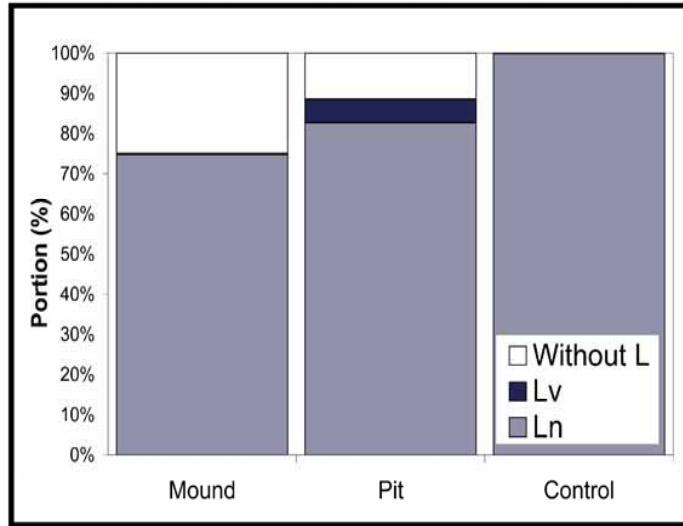


A - horizon

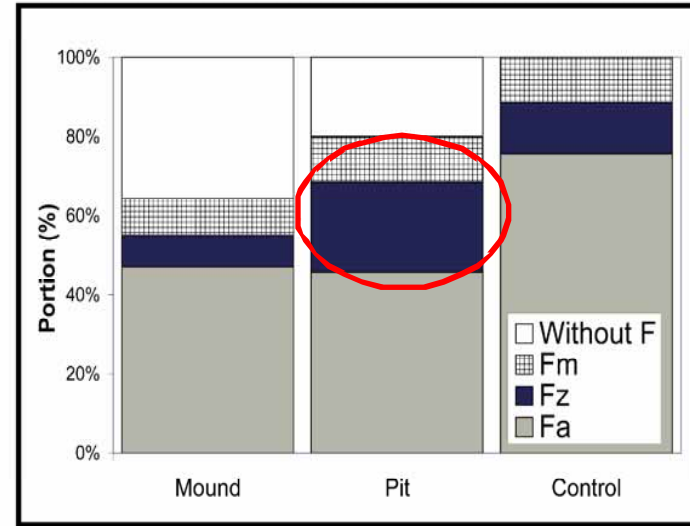


Jak se liší formy horizontů na mikrostanovištích?

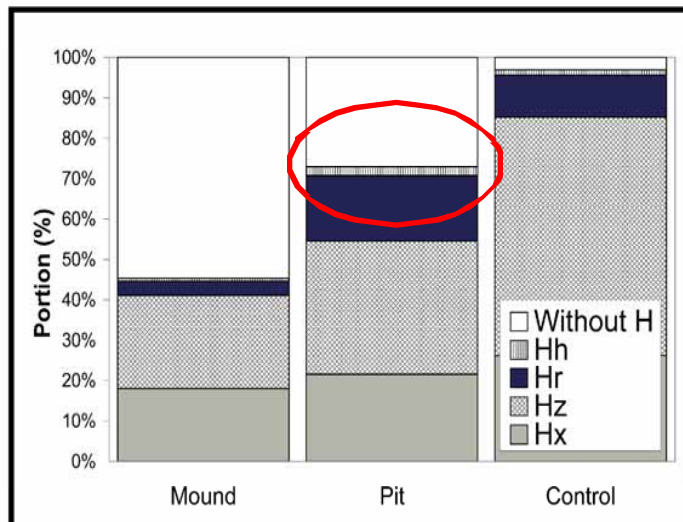
L - horizon



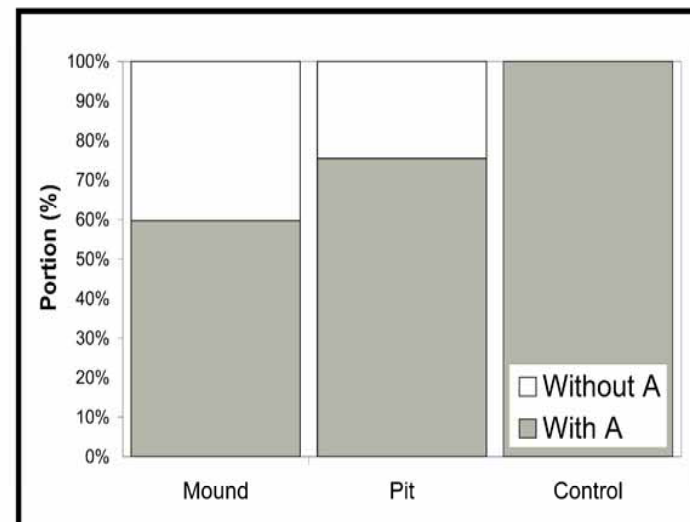
F - horizon



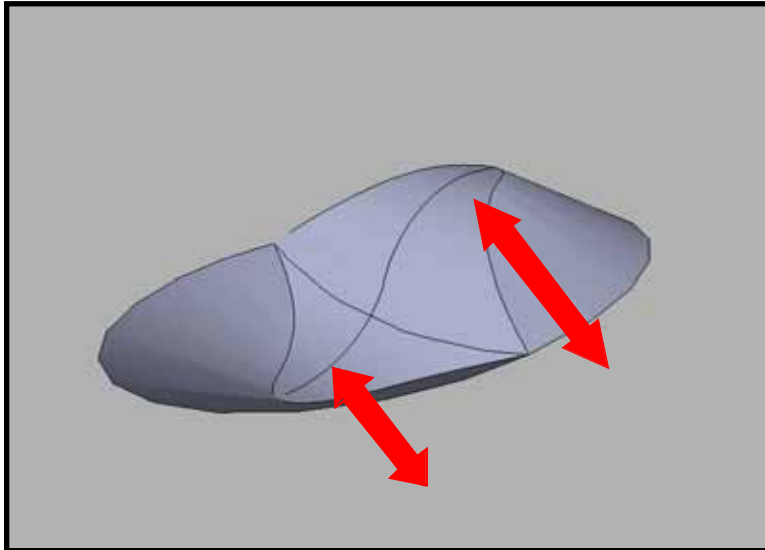
H - horizon



A - horizon



Jaká je diverzita forem humusových horizontů ?

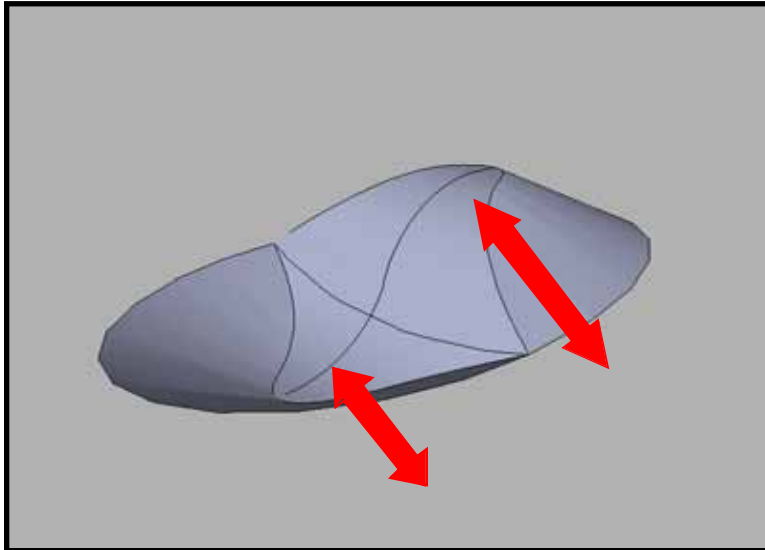


kupa X kontrola

deprese X kontrola

Horizon	Microsite	Chi-square	p-value
L - litter	Mound versus control	/	/
	Pit versus control	/	/
F - fermented	Mound versus control	0.535	0.765
	Pit versus control	106.856	< 0.001
H - humification	Mound versus control	7.76	0.051
	Pit versus control	67.851	< 0.001

Jaká je diverzita forem humusových horizontů ?



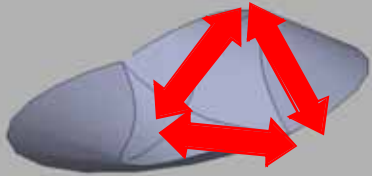
kupa X kontrola

deprese X kontrola

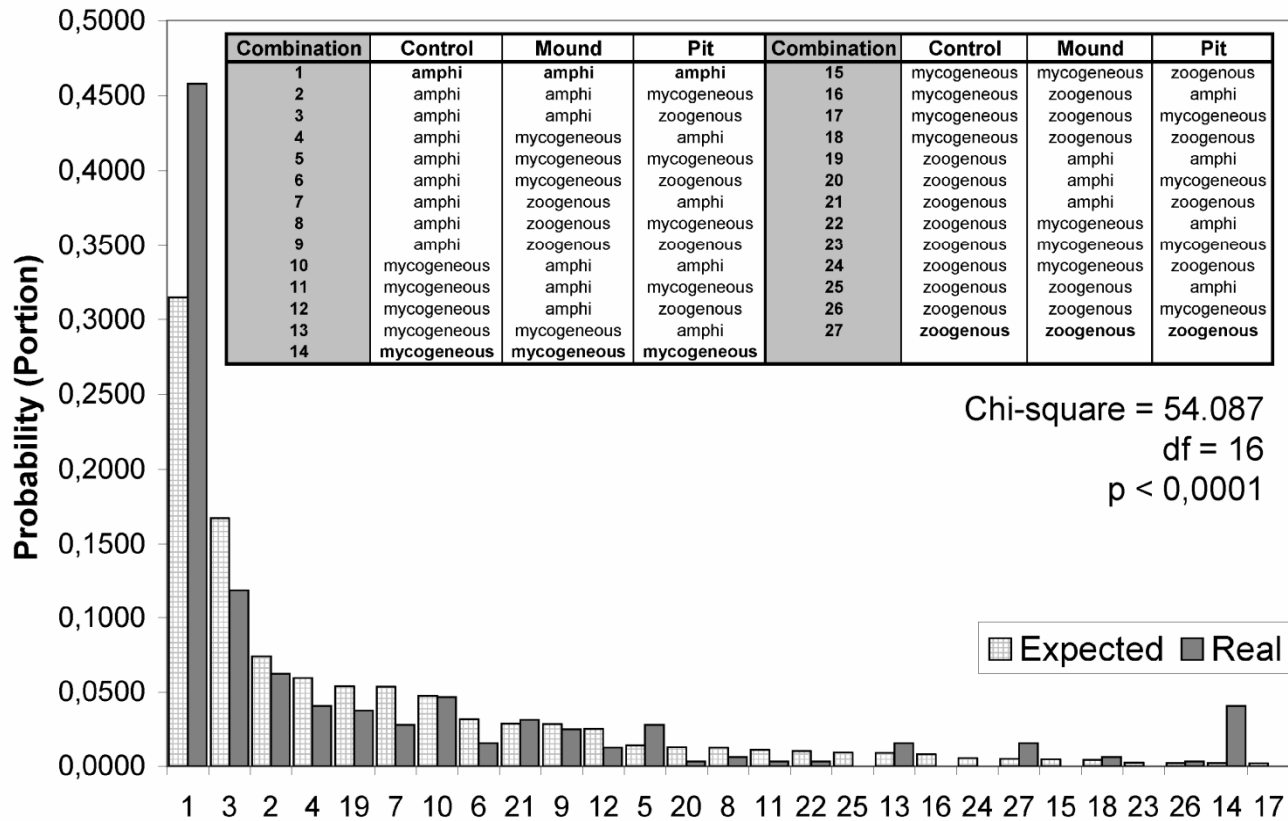
Kupa se distribucí forem horizontů příliš neliší od kontroly

Deprese se od kontroly značně liší

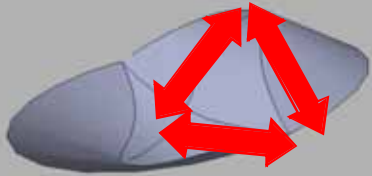
kupa X deprese X kontrola



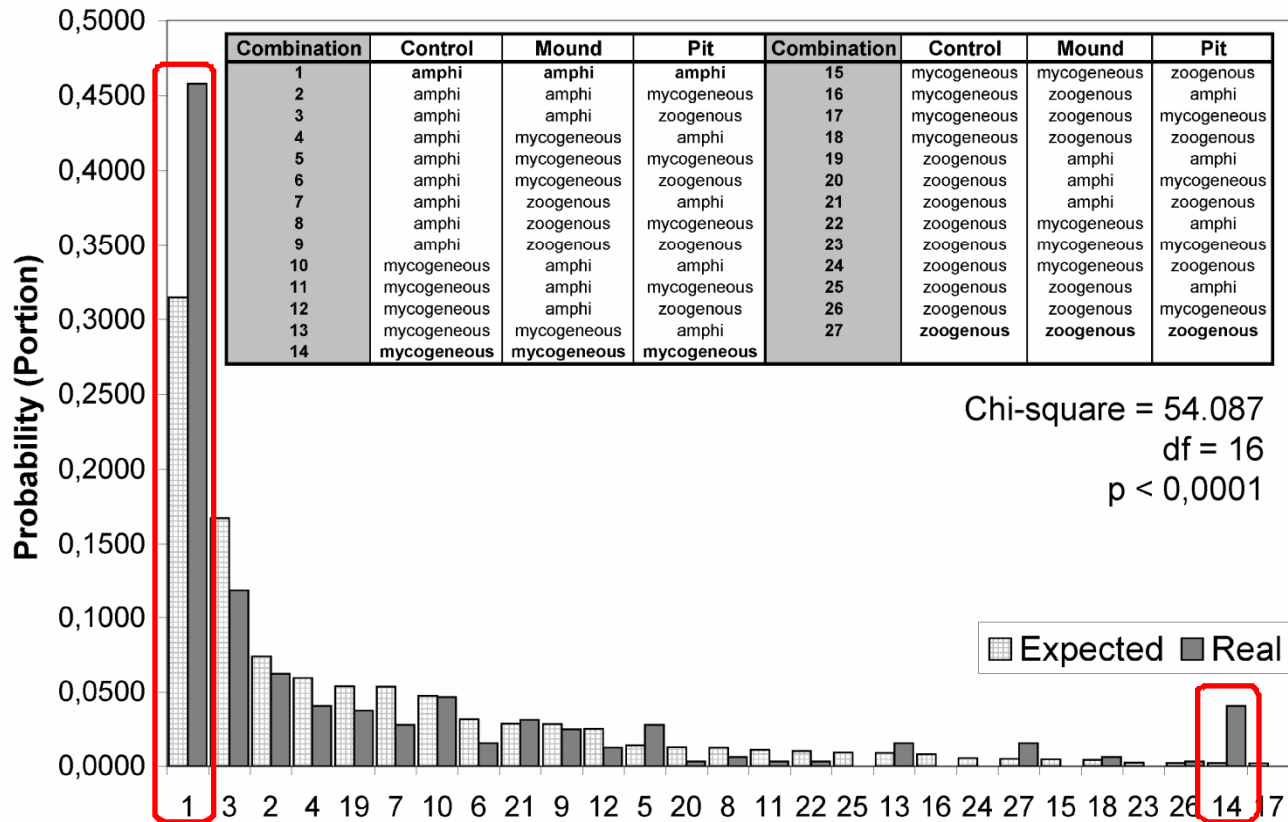
Fermentační horizont



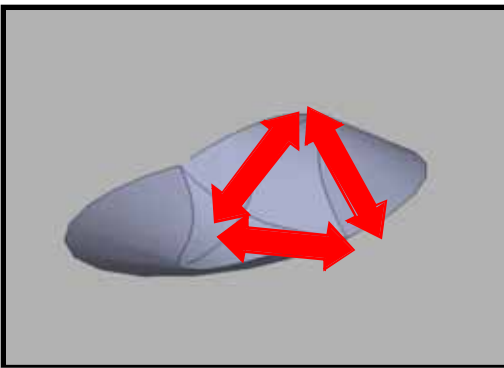
kupa X deprese X kontrola



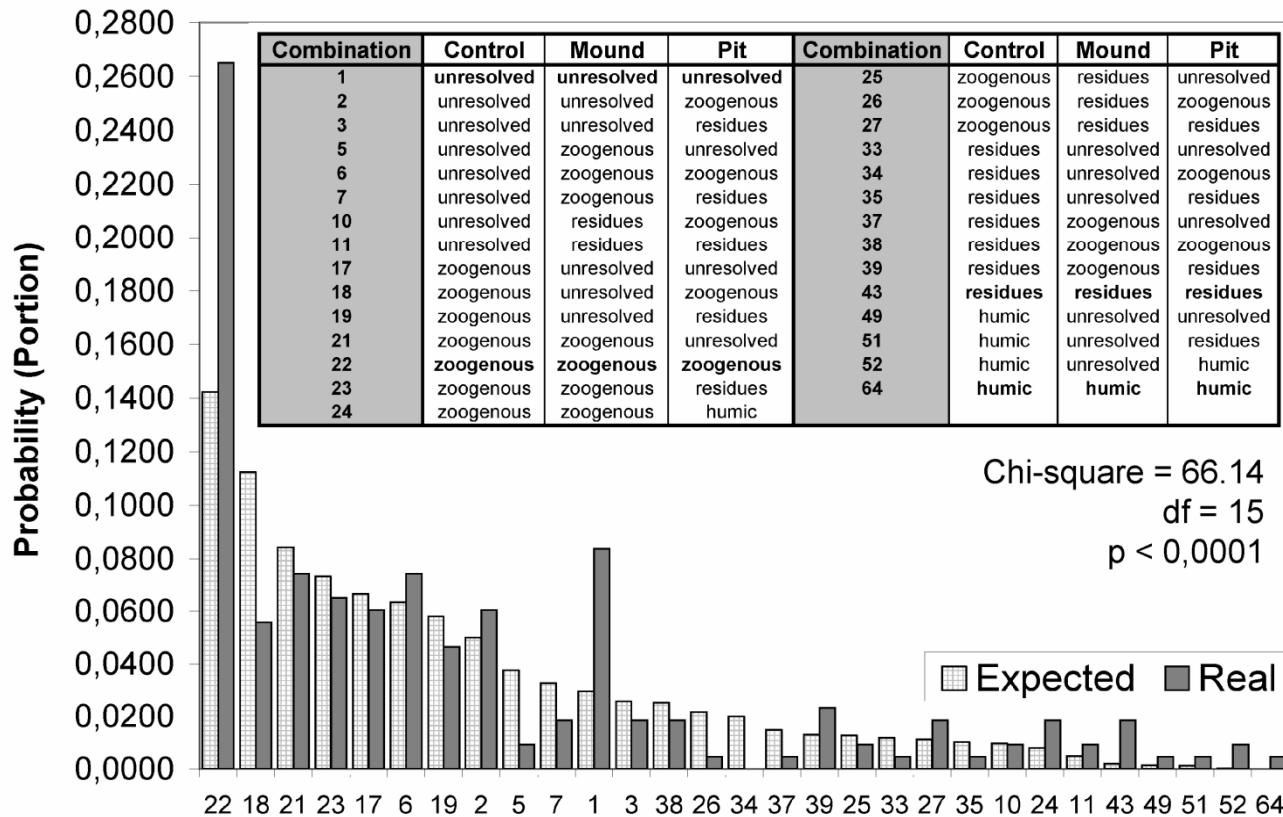
Fermentační horizont



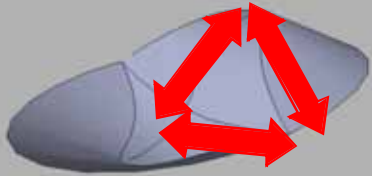
kupa X deprese X kontrola



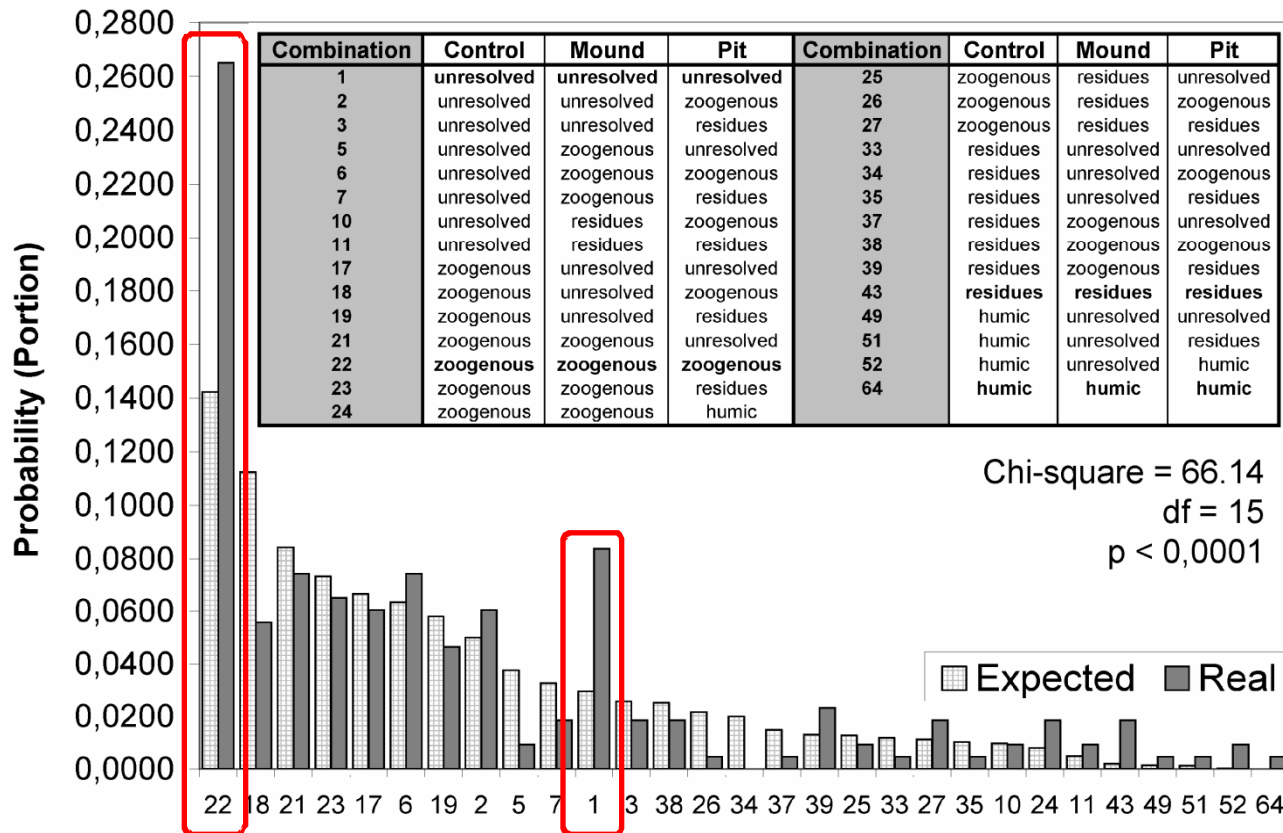
Humifikační horizont



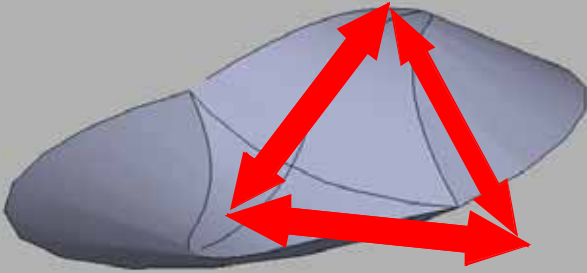
kupa X deprese X kontrola



Humifikační horizont

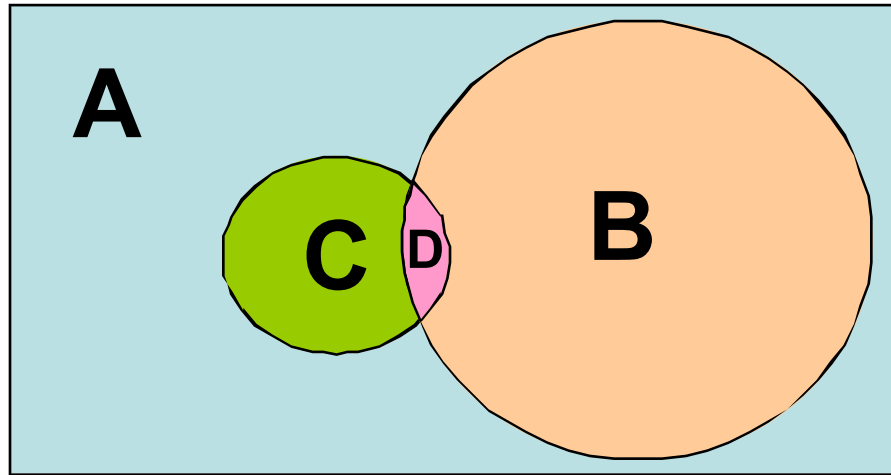


kupa X deprese X kontrola



Přes to, že mikrostanoviště se v distribuci forem humusu značně liší, existuje úzký vztah mezi vývojem humusu v rámci jediného vývratu

Liší se chemismus humusu ?



A – celková variabilita

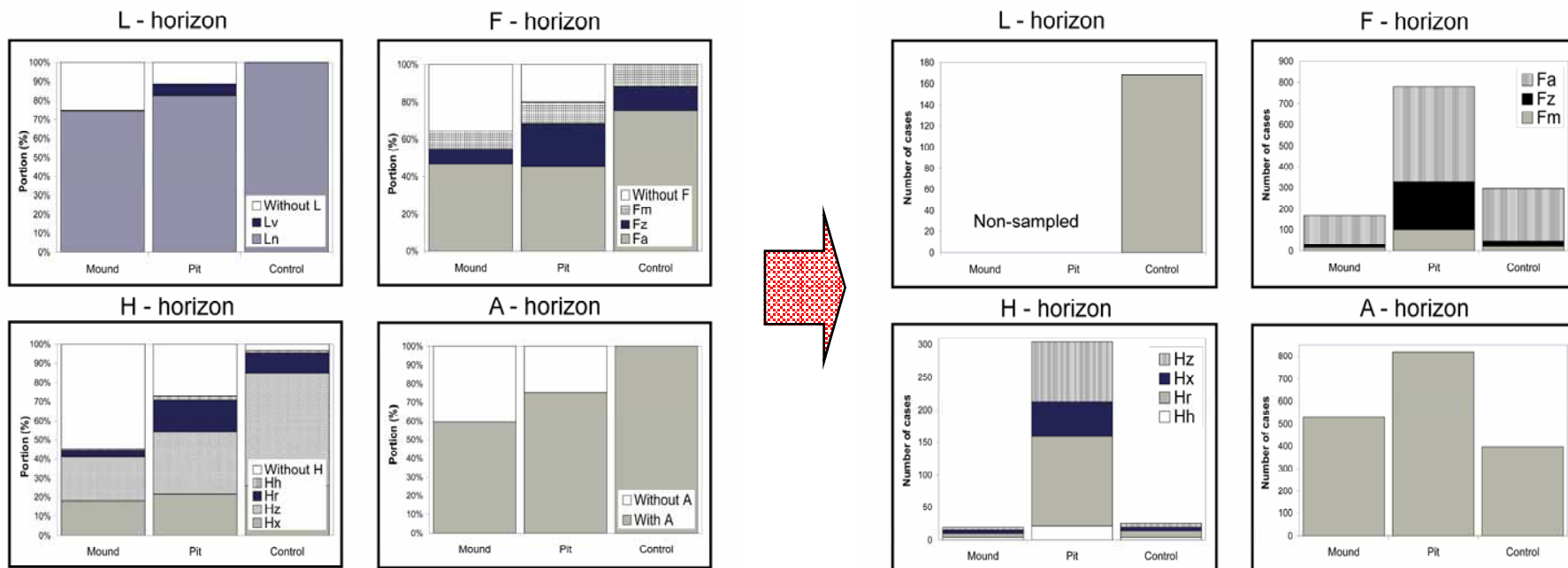
B – variabilita vysvětlená typem horizontu

C – variabilita vysvětlená mikrostanovištěm

D – společná variabilita (B+C)

Metodika odběru vzorků

Všechny vzorky → filtrování (stratifikace) → náhodný výběr



Z každé formy horizontu
odběr 4 vzorků

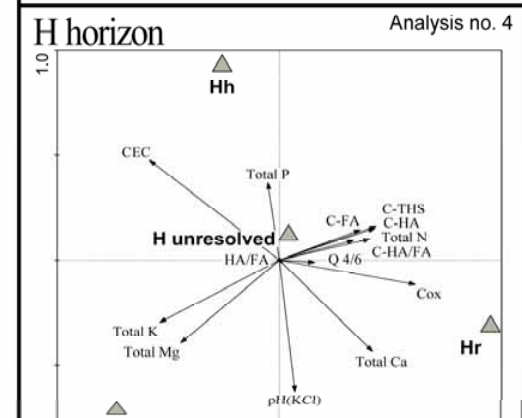
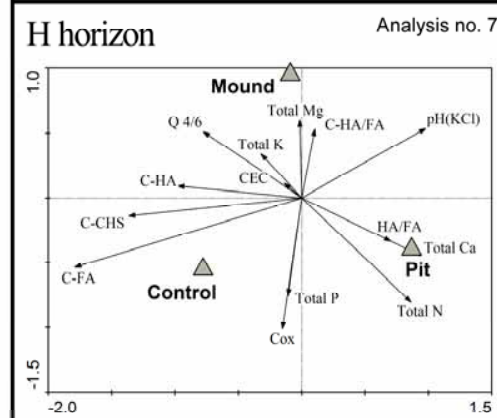
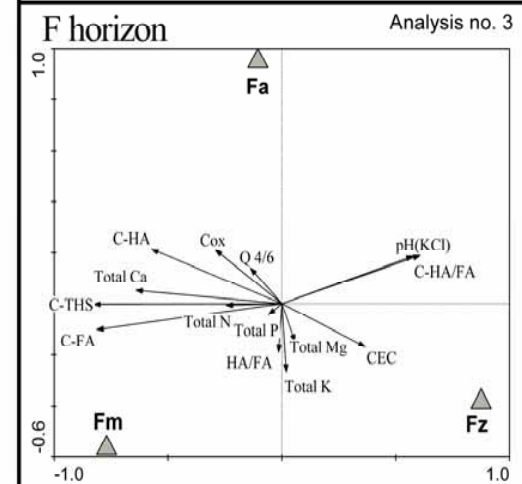
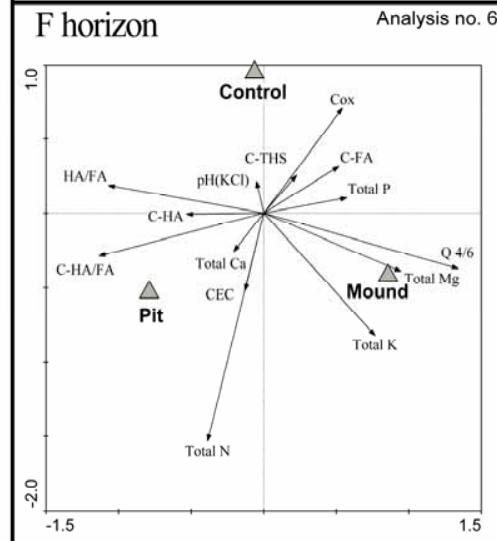
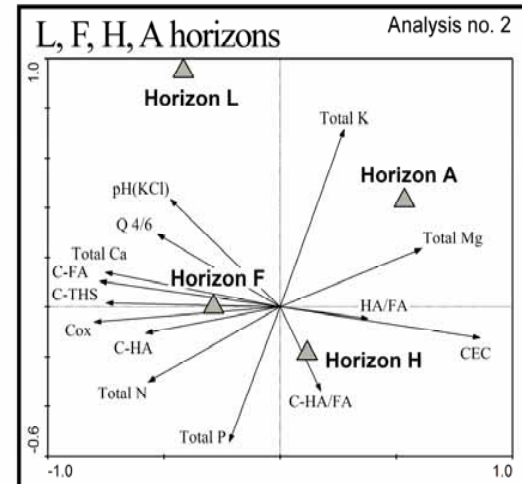
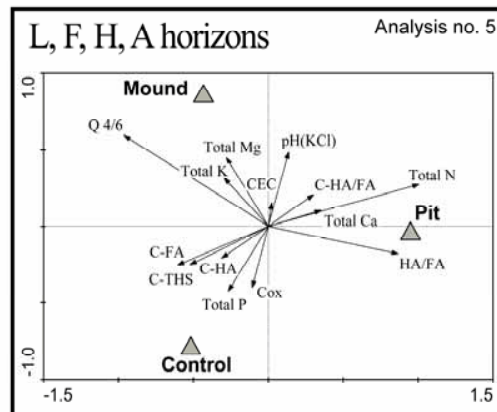


Analysis no.	Analysis type	Analysed data	Environmental data	Covariable data
1	PCA	L, F, H, A horizons	/	/
2		L, F, H, A horizons	horizons	
3	RDA	F horizon	F horizon forms	microsites
4		H horizon	H horizon forms	
5		L, F, H, A horizons		horizons
6	RDA	F horizon	microsites	F horizon forms
7		H horizon		H horizon forms
8		A horizon		/
9		L, F, H, A horizons	microsites + horizons	/
10	RDA	F horizon	microsites + F horizon forms	/
11		H horizon	microsites + H horizon forms	/

Analysis no.	Analysed data	No. of samples	Explained variability [%]	p-level	F-value
2	L, F, H, A horizons	100	49.7	< 0.001	30.31
3	F horizon	36	24.6	< 0.001	10.04
4	H horizon	48	26.6	< 0.001	7.90
5	L, F, H, A horizons	100	3.8	< 0.001	5.66
6	F horizon	36	20.8	< 0.001	5.97
7	H horizon	48	11.2	0.001	4.57
8	A horizon	12	29.8	0.063	2.19
Analysis no.	Analysed data	No. of samples	Explained variability [%]	Shared effect	
9	L, F, H, A horizons	100	54.9	1.4	
10	F horizon	36	45.4	0.0	
11	H horizon	48	37.7	-0.1	

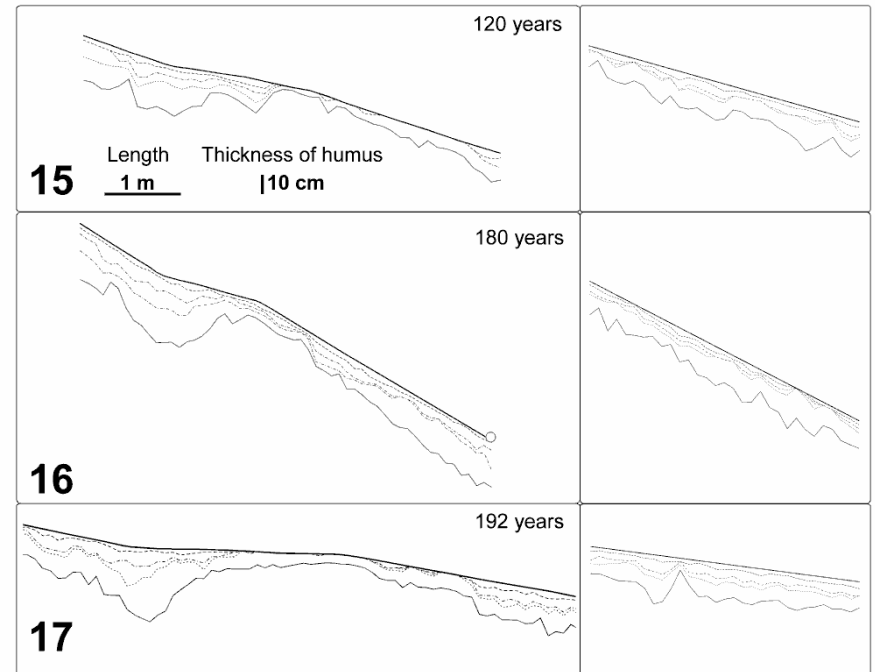
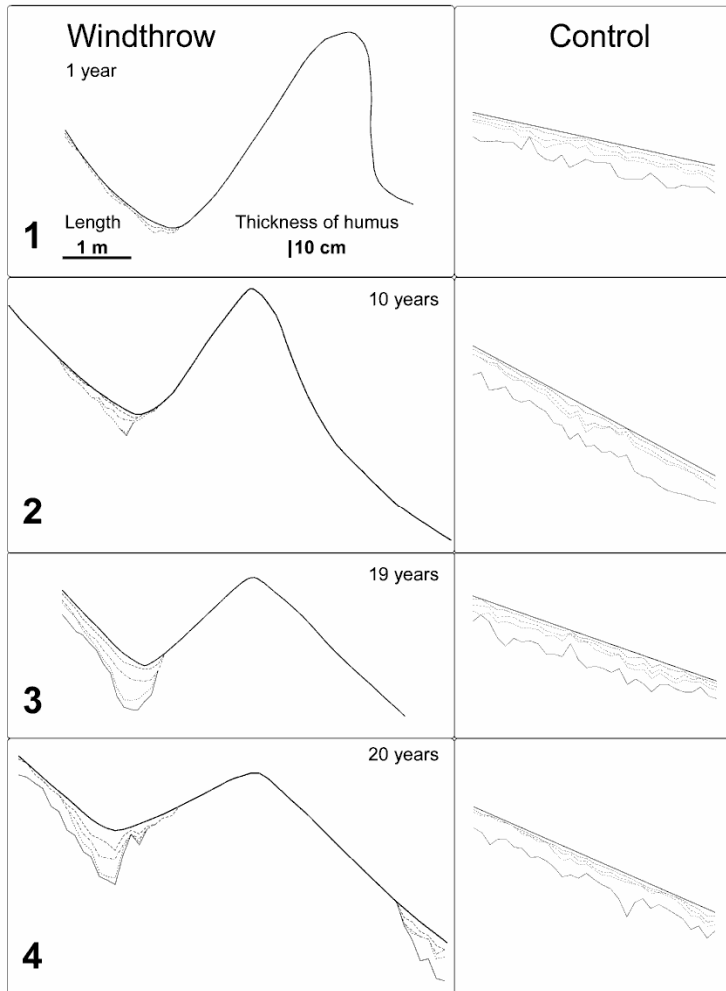
Signifikantně se liší horizonty i jejich formy

Signifikantně se liší chemismus humusu na mikrostanovištích (vyjma A horizontu !!)



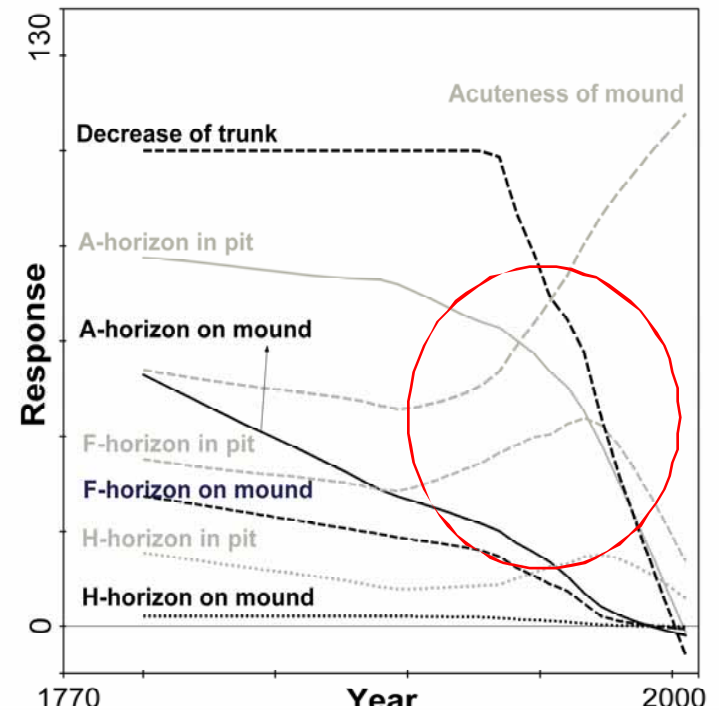
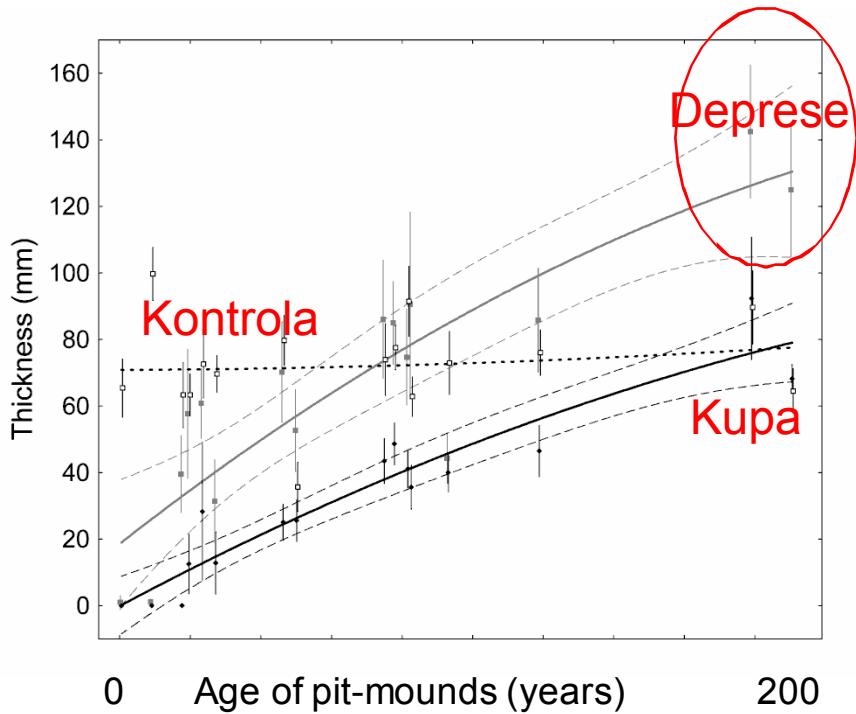
Pedogeneze v čase

Vývoj organických horizontů

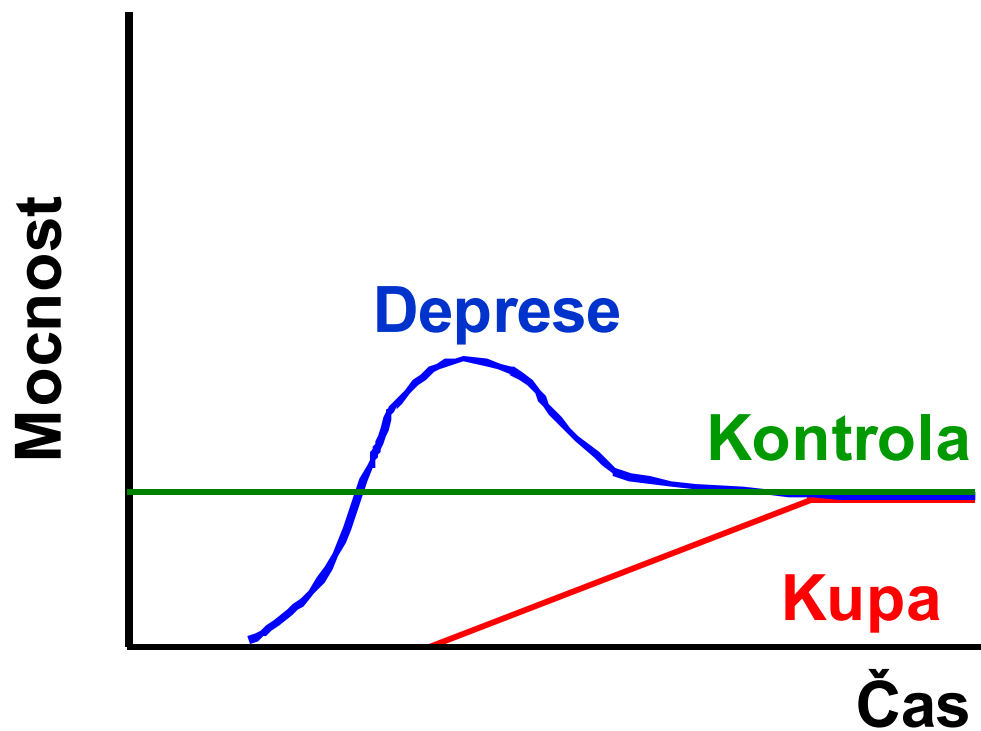


- L - opadanka
- F - fermentační horizont
- H - humifikační horizont
- A - (organo)minerální horizont

Vývoj (organo)-minerálních horizontů Cambisols



Jak se liší mocnosti horizontů na mikrostanovištích?



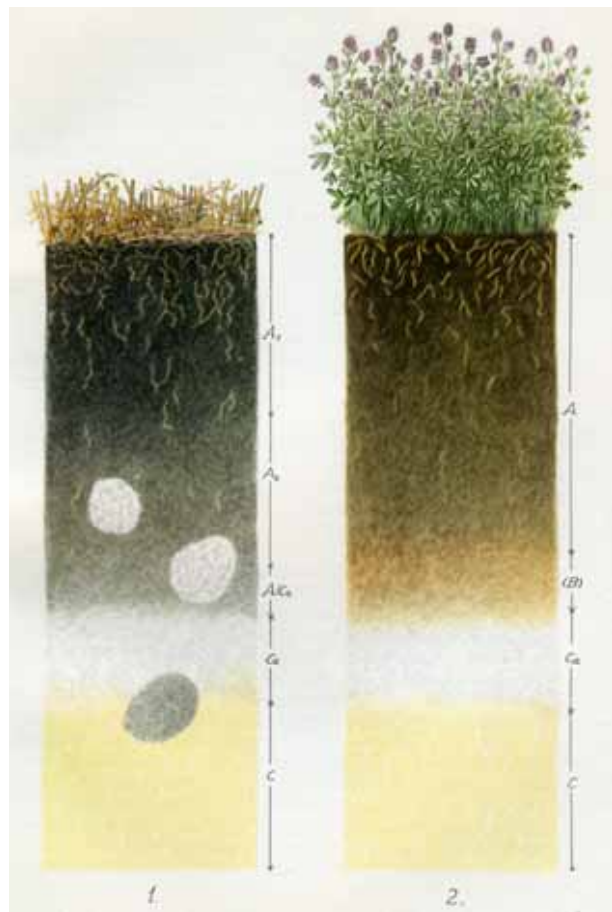
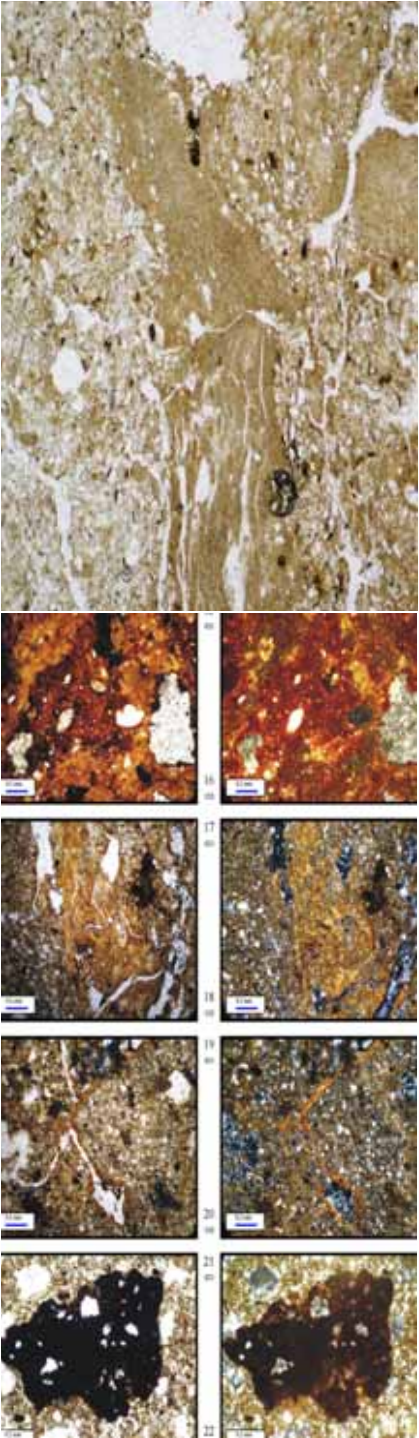
Mocnosti horizontů se na mikrostanovištích značně liší

L - Litter	H = 615.554	N = 3409	p < 0.001
F - Fermented	H = 1184.399	N = 2962	p < 0.001
H - Humic	H = 588.258	N = 2601	p < 0.001

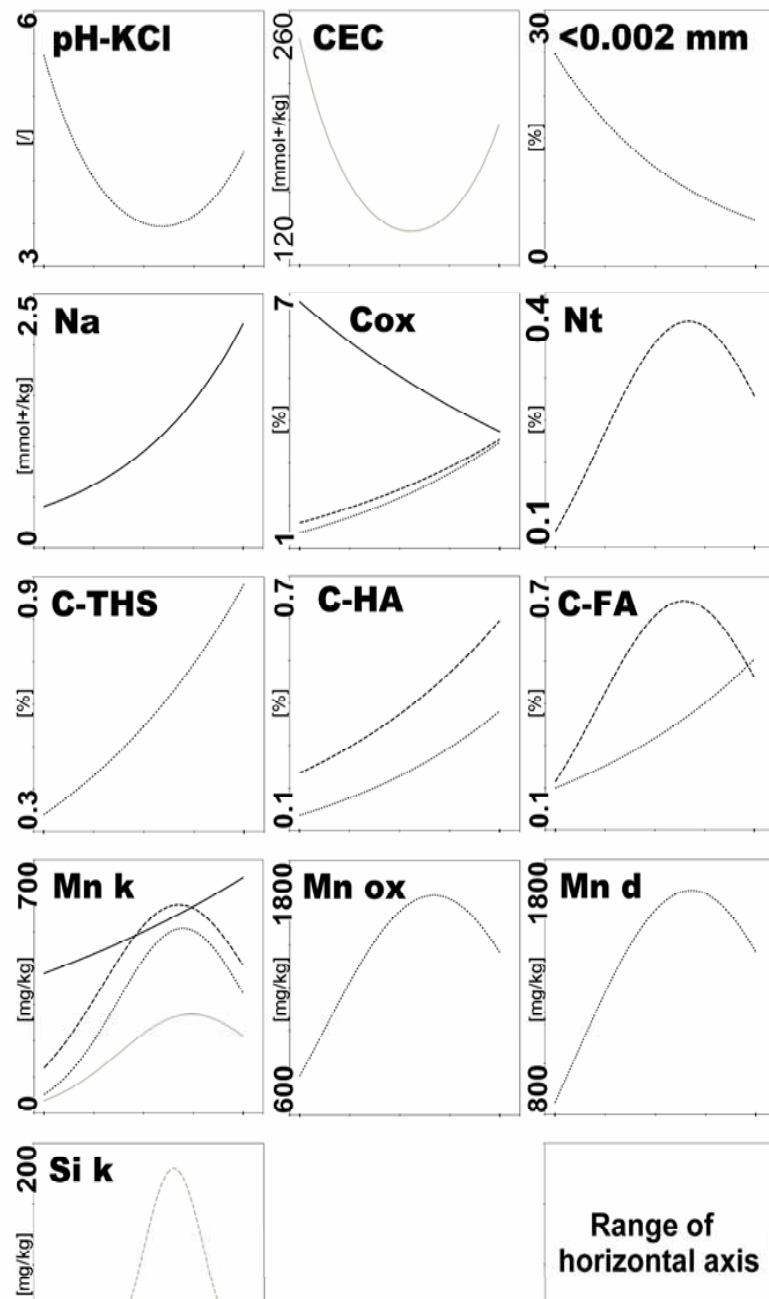
Retrográdní vývoj půd ?

Vývratová deprese

Polygenetický vývoj

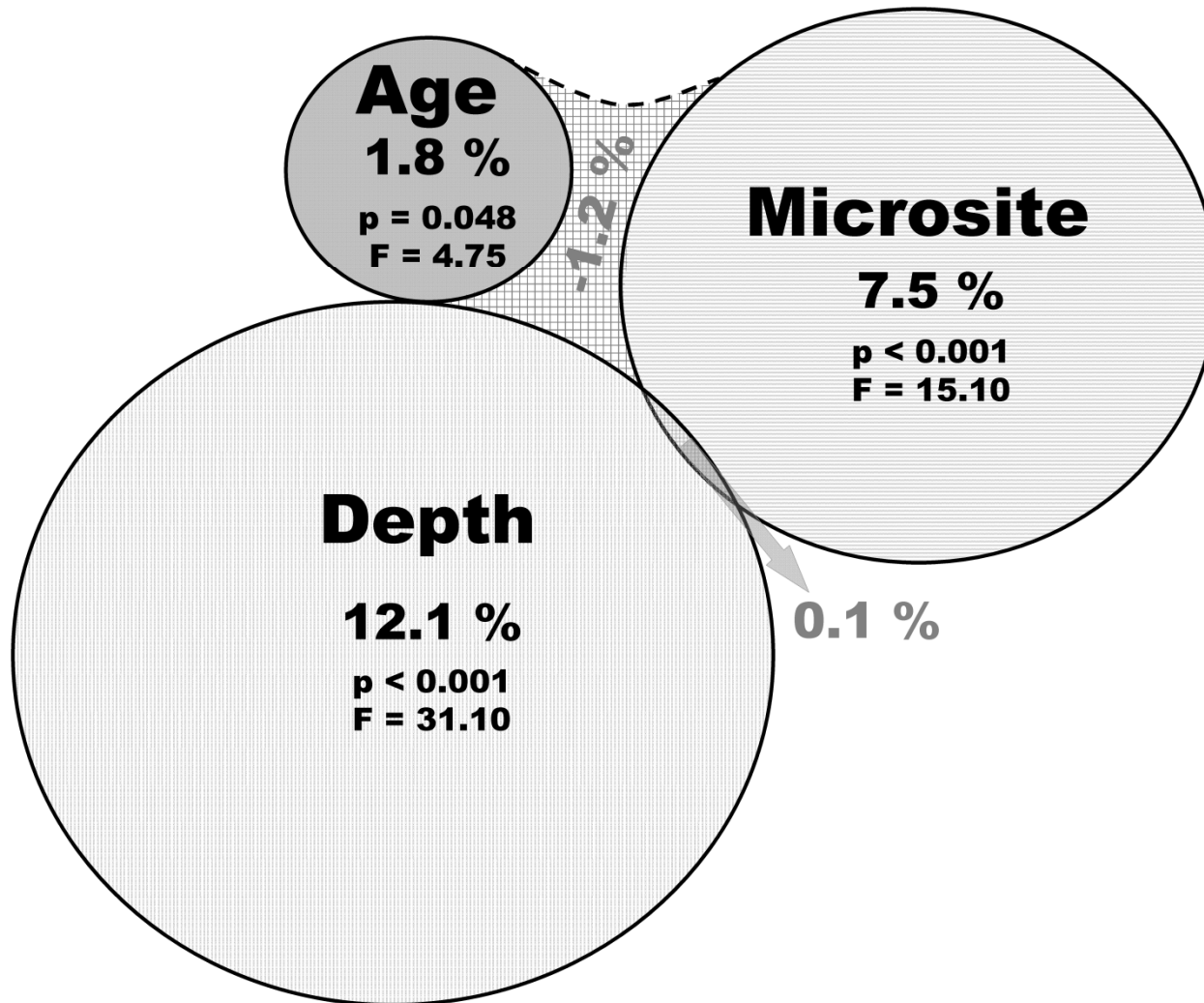


černozem x degradovaná
 černozem x
 pseudočernozem

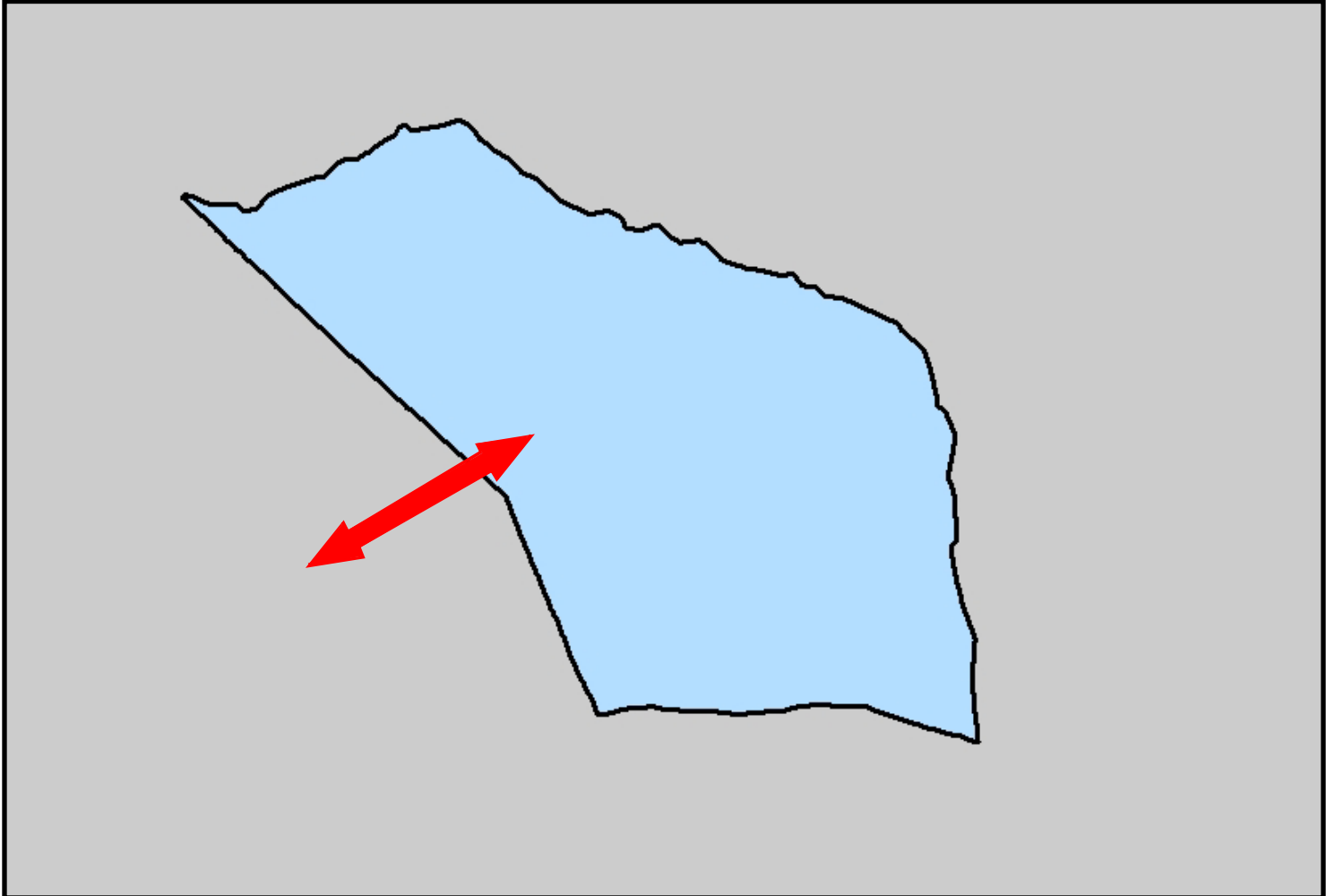


Rozklad variance mezi 3 faktory

Age + Microsite + Depth = 20.3% of data variability

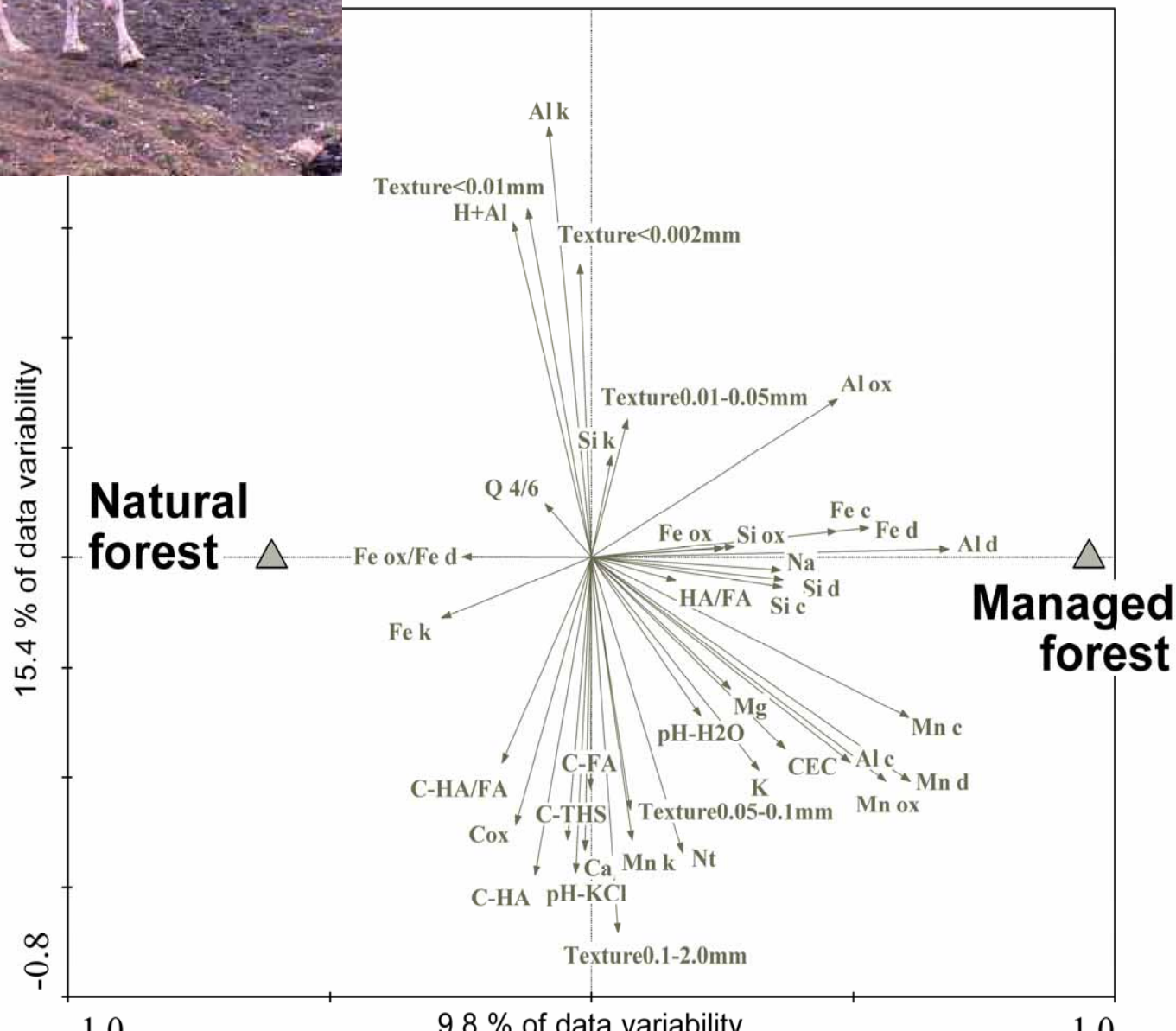


Prales X nepraes





Hospodářský vs. přirozený les



Pedogeneze na kryptopodzolech

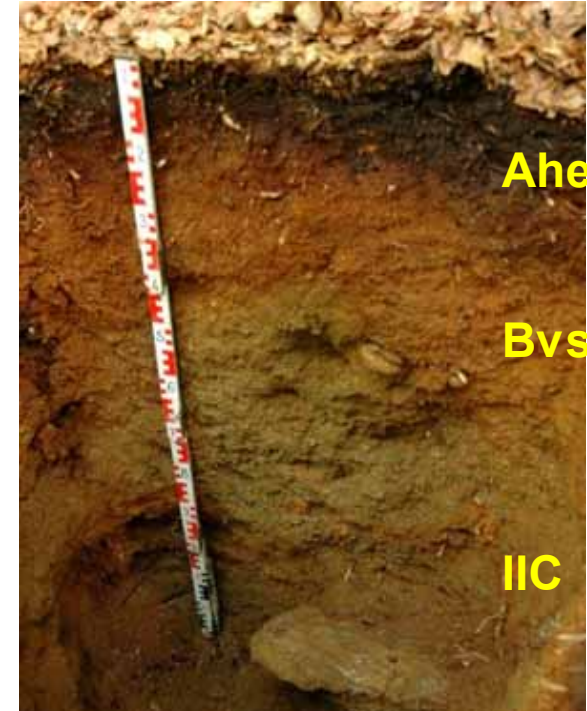
(20-1400 let), 38 půdních vlastností, 252 vzorků



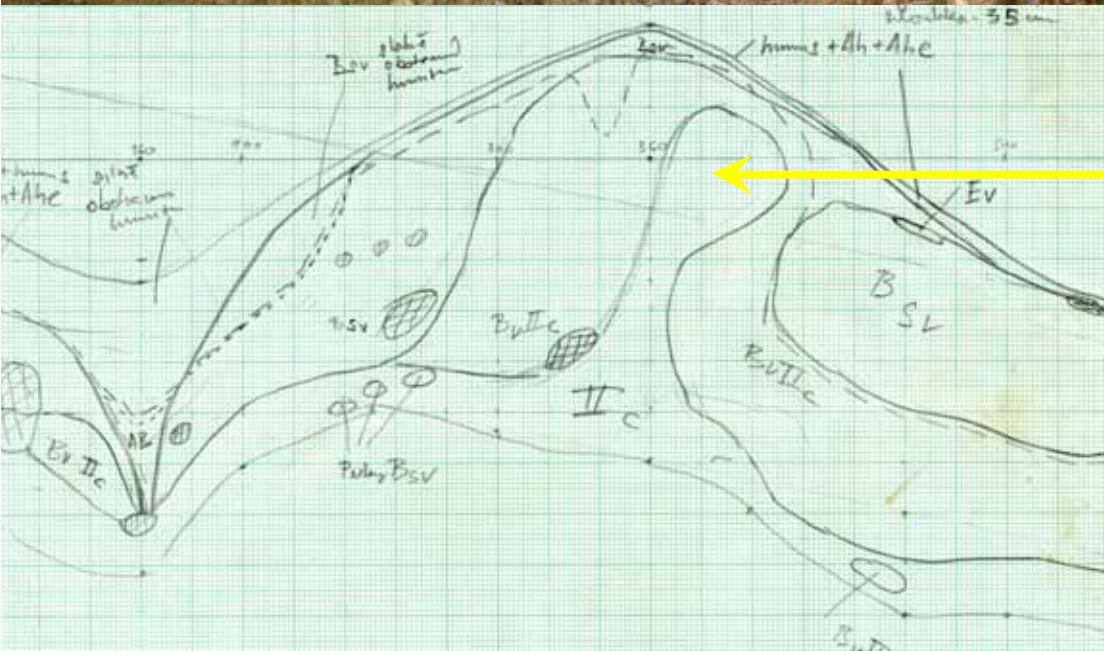
- pH-KCl
- pH-H₂O
- Nt
- Cox
- C-THS
- C-HA
- C-FA
- C-HA/FA
- Q 4/6
- HA/FA
- CEC
- Mg
- Ca
- K
- Na
- H+Al

- Texture <0.01mm
- Texture 0.01-0.05mm
- Texture 0.05-0.1mm
- Texture 0.1-2.0mm
- Texture <0.002mm

- Al k
- Fe k
- Mn k
- Si k
- Al ox
- Fe ox
- Mn ox
- Si ox
- Al d
- Fe d
- Mn d
- Si d
- Al c
- Fe c
- Mn c
- Si c
- Fe ox/Fe d

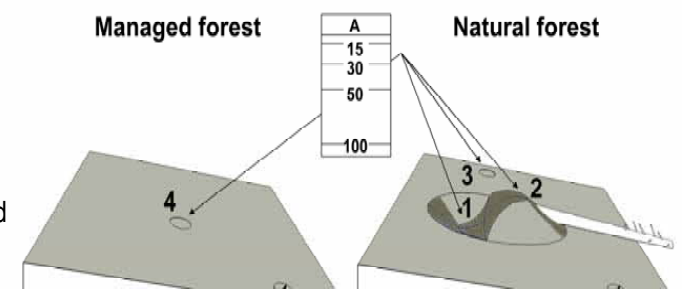


Ahe
Bvs
IIC



Substrátový
horizont v kupě

Stáří nad 1500 let



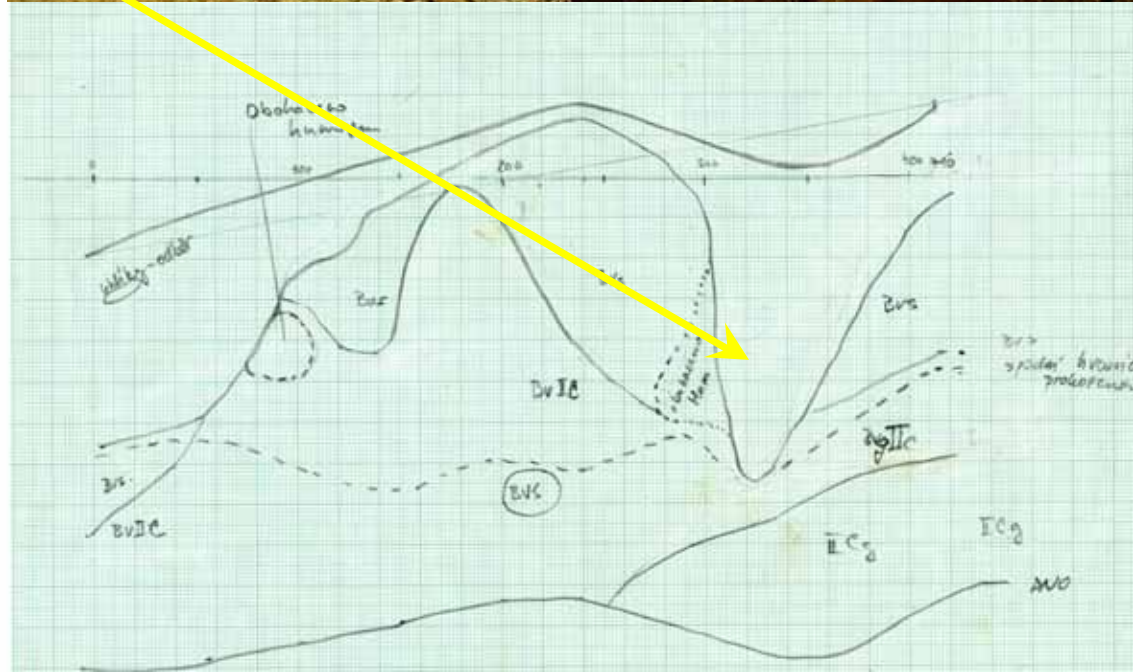
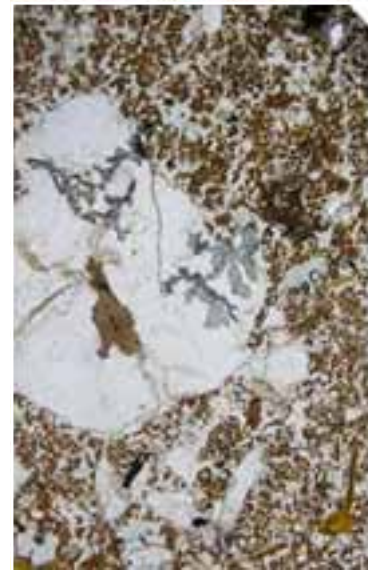


„organický trychtýř“ ve vývrátové depresi



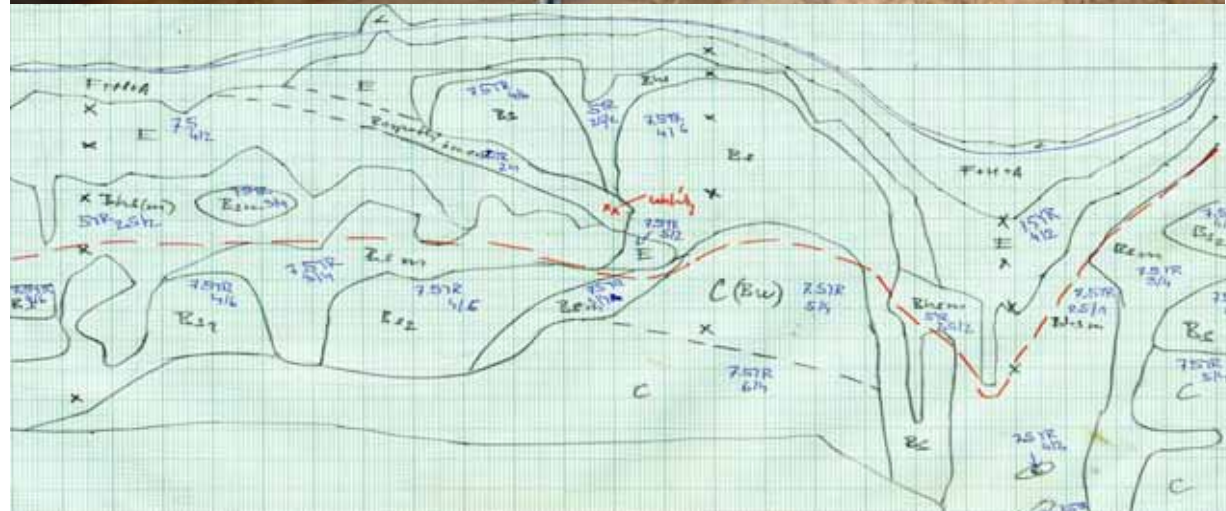
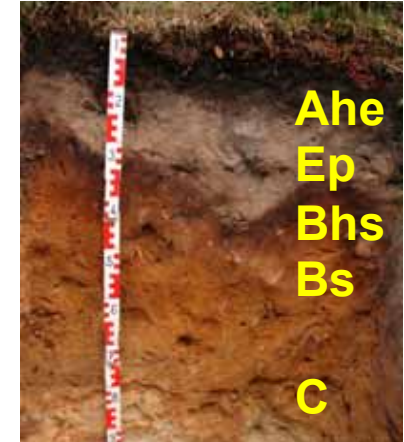
Deprese 15cm

Kontrola 15cm



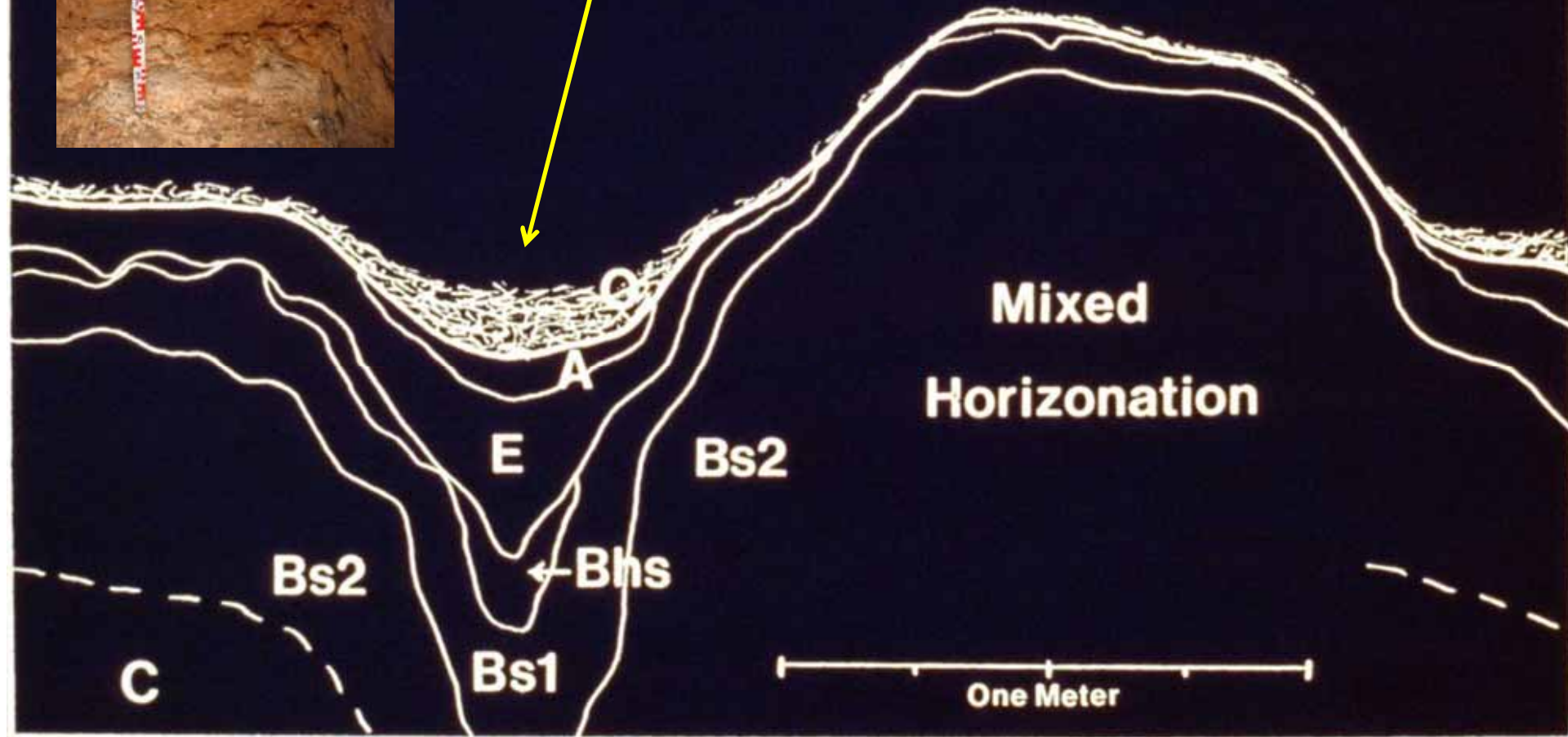
Pedogeneze na podzolech – till, outwash

Stáří i nad 5000 let





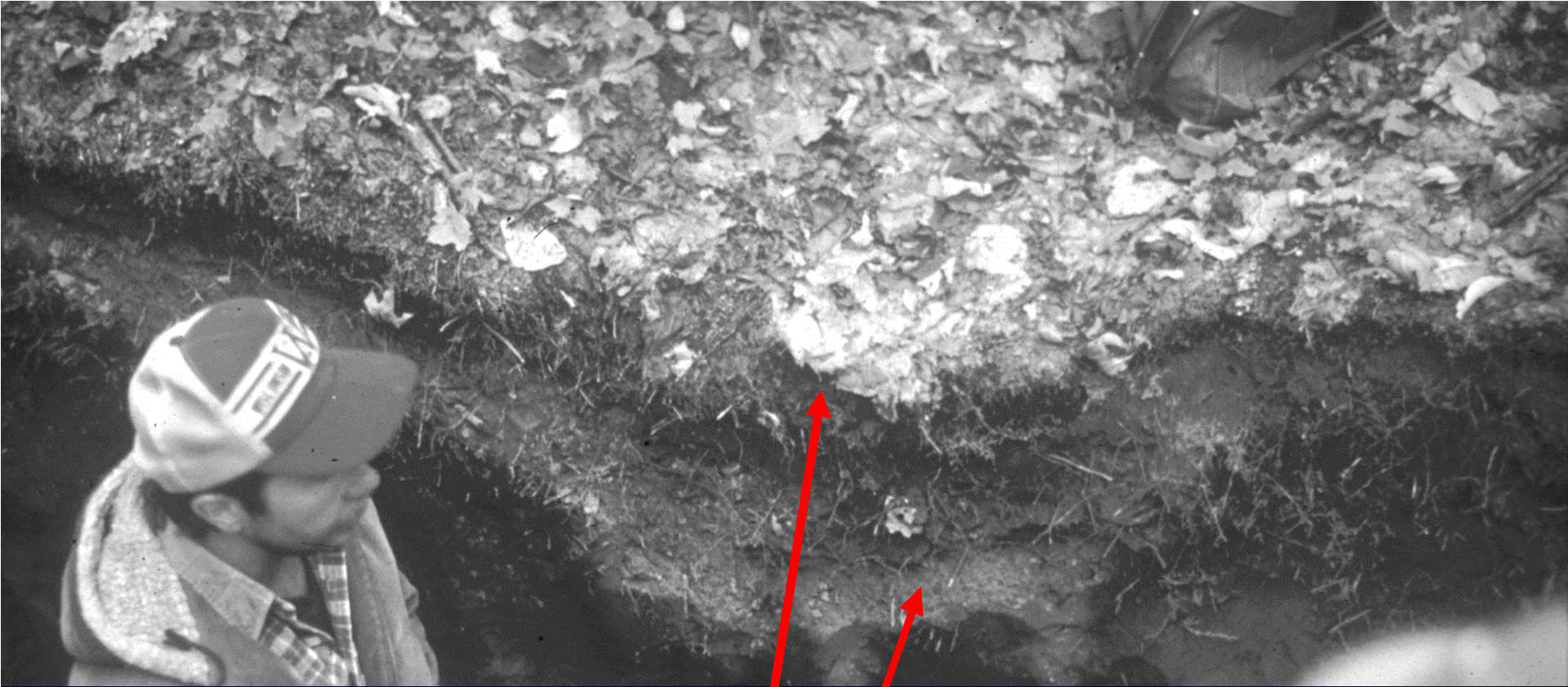
Stáří půd, půdotvorné faktory?





Velmi rychlý vývoj půd v depresi, Podzols, Michigan

Foto. Schaetzl



PARAMETER	PIT	MOUND	UNDISTURBED SITES
O THICKNESS (CM)	12.9	3.6	3.4
E THICKNESS (CM)	32.3	2.4	15.0

Velmi rychlý vývoj půd v depresi, Podzols, Michigan

Foto. Schaetzl



Vysoká frekvence ohně



Nízká frekvence ohně



Entisols



Spodosols

Pinus banksiana Lamb.

(jack pine)

Před ohněm

Po ohni



Přirozený les bez vývrátů



Přirozené lesy Michiganu mezi 2 ohni

- Oheň jako klíčový faktor dynamiky lesa
- Mezi 2 ohni maloplošná dynamika (red pine, white pine zmlazují jen v gapech, řídké ale plošné zmlazení maple) -> nárůst podílu javoru



- Po ohni ústup javoru a obnovení dominance borovic



Konečná