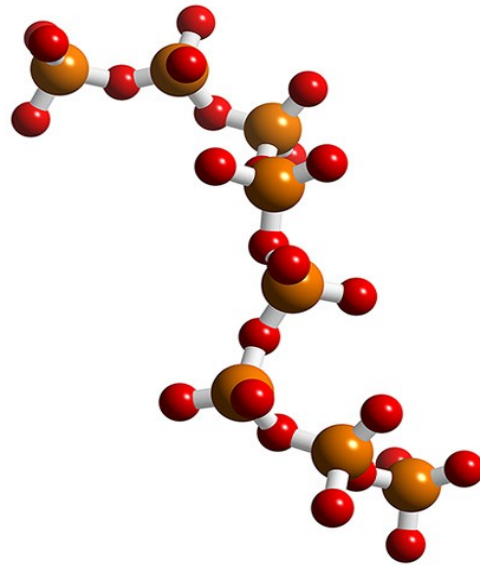
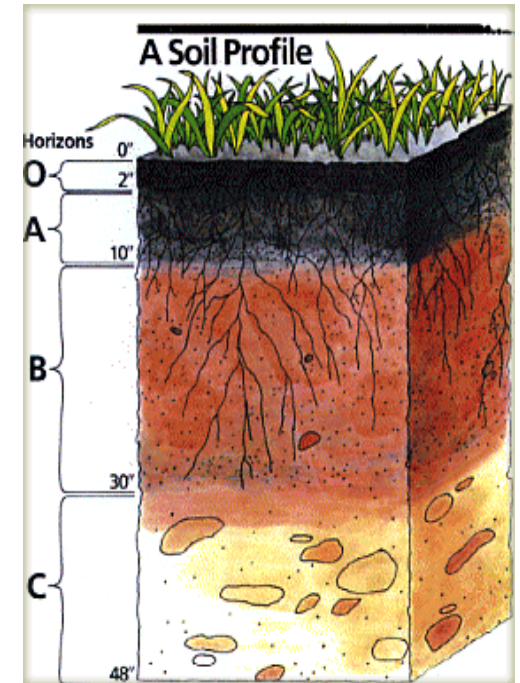
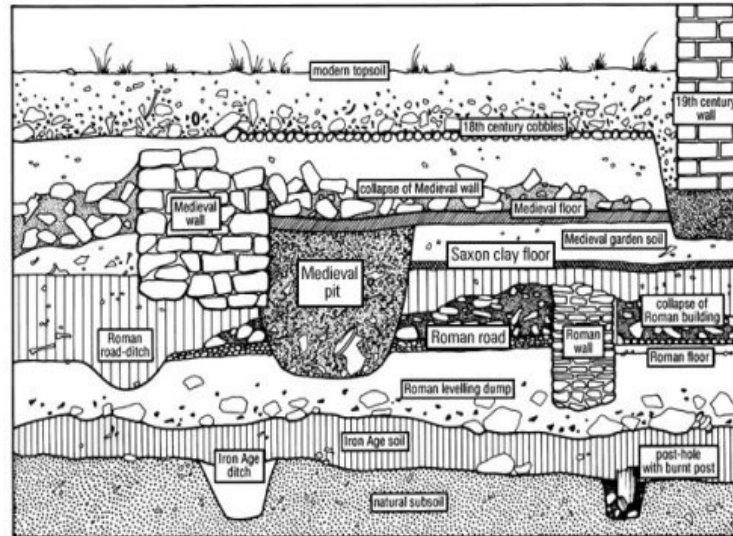


# Chemie a archeologie II



# Půda a její vlastnosti

- zrnitost
- pH
- redoxní potenciál
- hustota
- zbarvení
- obsah humusu



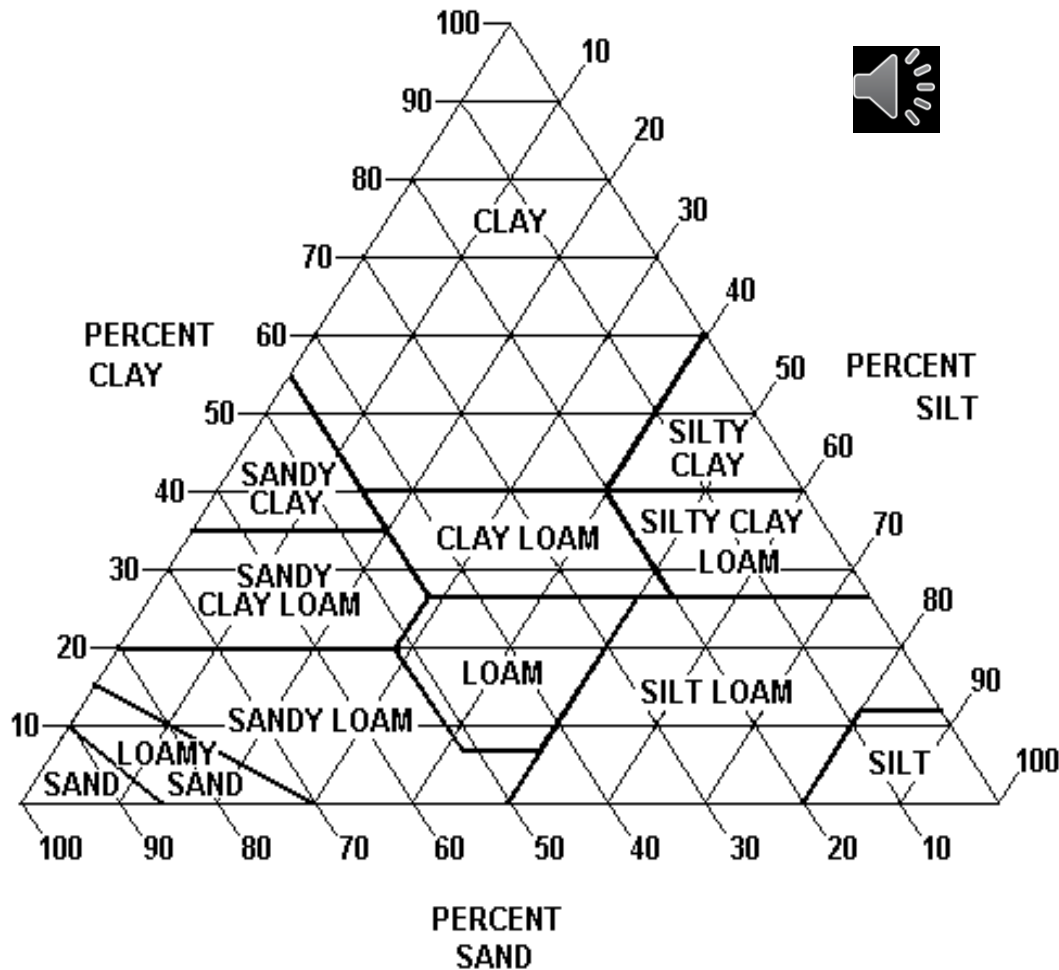
# Zbarvení půdy

## Munsellova škála



# Textura půdy (analýza zrnitosti)

Síta o různé velikosti ok

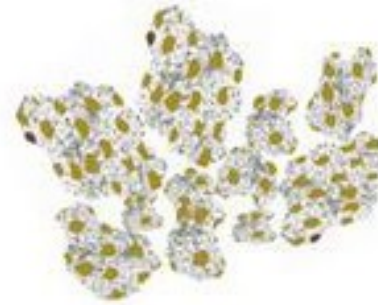




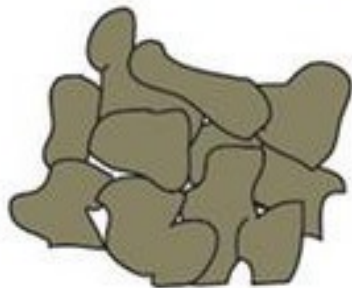
# Struktura půdy



Granular (high permeability)



Aggregated (high permeability)



Blocky (moderate permeability)



Columnar/prismatic (moderate permeability)

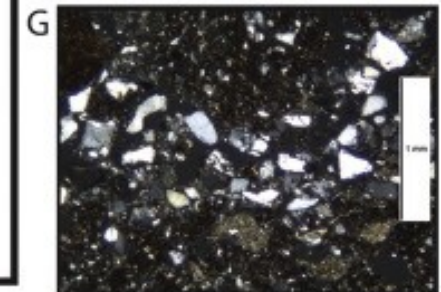
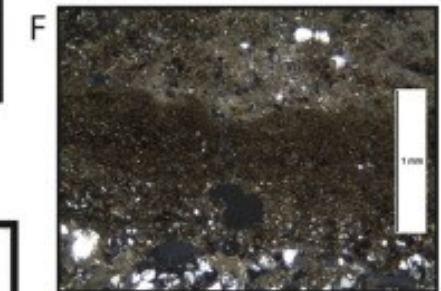
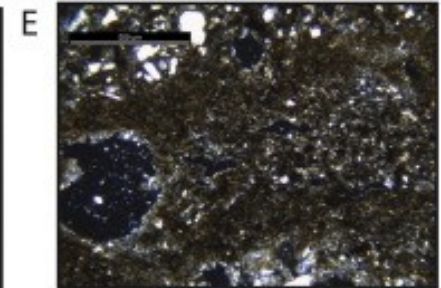
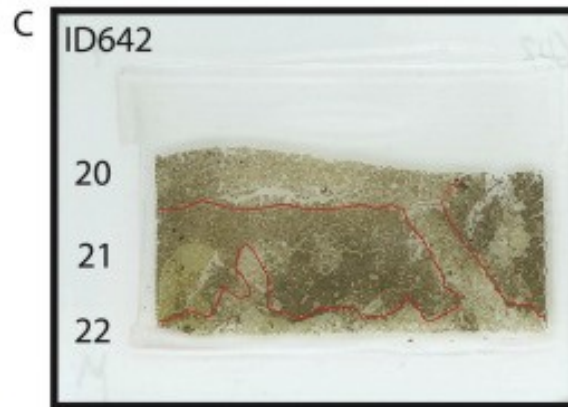
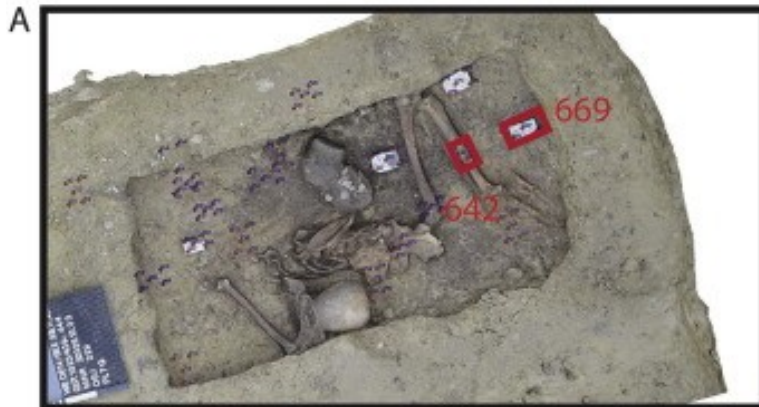
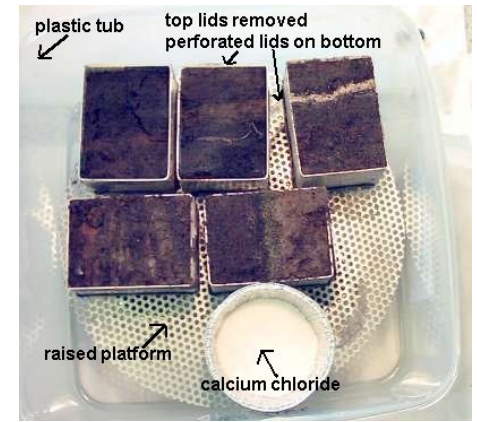


Platey (low permeability)



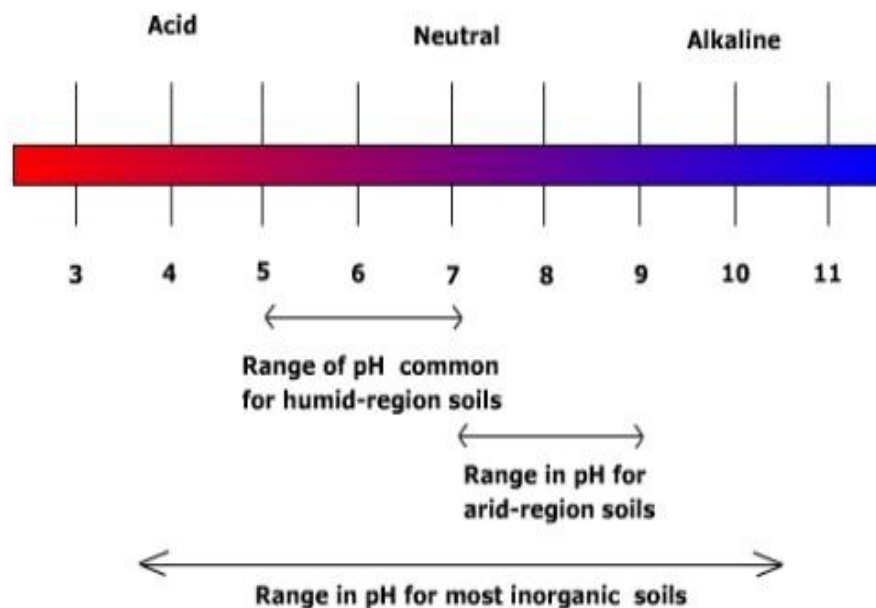
Massive (low permeability)

# Mikromorfologie půdy



# Kyselost (pH)

pH: záporný logaritmus  
koncentrace iontů  $H^+$



Aktivní půdní reakce  
(destilovaná voda)

Výměnná půdní reakce  
(1 M roztok KCl)

půda	pH
silně kyselá	do 4,5
kyselé	4,6 – 5,5
slabě kyselé	5,6 – 6,5
neutrální	6,6 – 7,2
slabě alkalické	7,2 – 8,5
alkalické	8,6 – 9,5
silně alkalické	nad 9,6



# Kyselost (pH)

Nízké pH půdy (podzoly):

významný rozklad kosti

Vysoké pH půdy (spraše,  
půdy na vápencích):

srážení vápence vně i uvnitř kosti



pH půdy je také ovlivněno přítomností humusu (huminové kyseliny a fulvokyseliny)

v hrobové jámě se pH lokálně mění také v závislosti na přítomnosti organických artefaktů

uhličitany: pouze v alkalických půdách



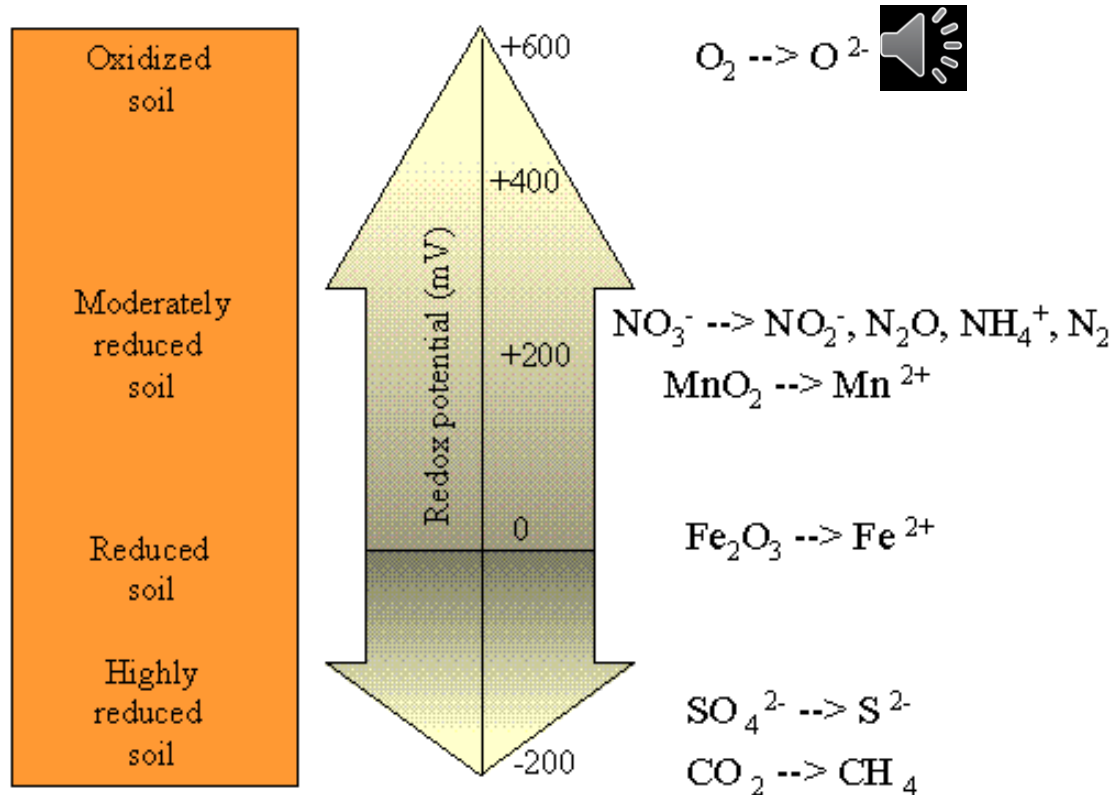
# Oxidačně-redukční potenciál



Nernstova rovnice

$$E = E^0 + \frac{RT}{nF} * \ln \left( \frac{a_{\text{ox}}}{a_{\text{red}}} \right)$$

Example Of The Range In Redox Potentials In Waterlogged Soils And The Location In The Redox Range Where The Various Electron Acceptors Are Active



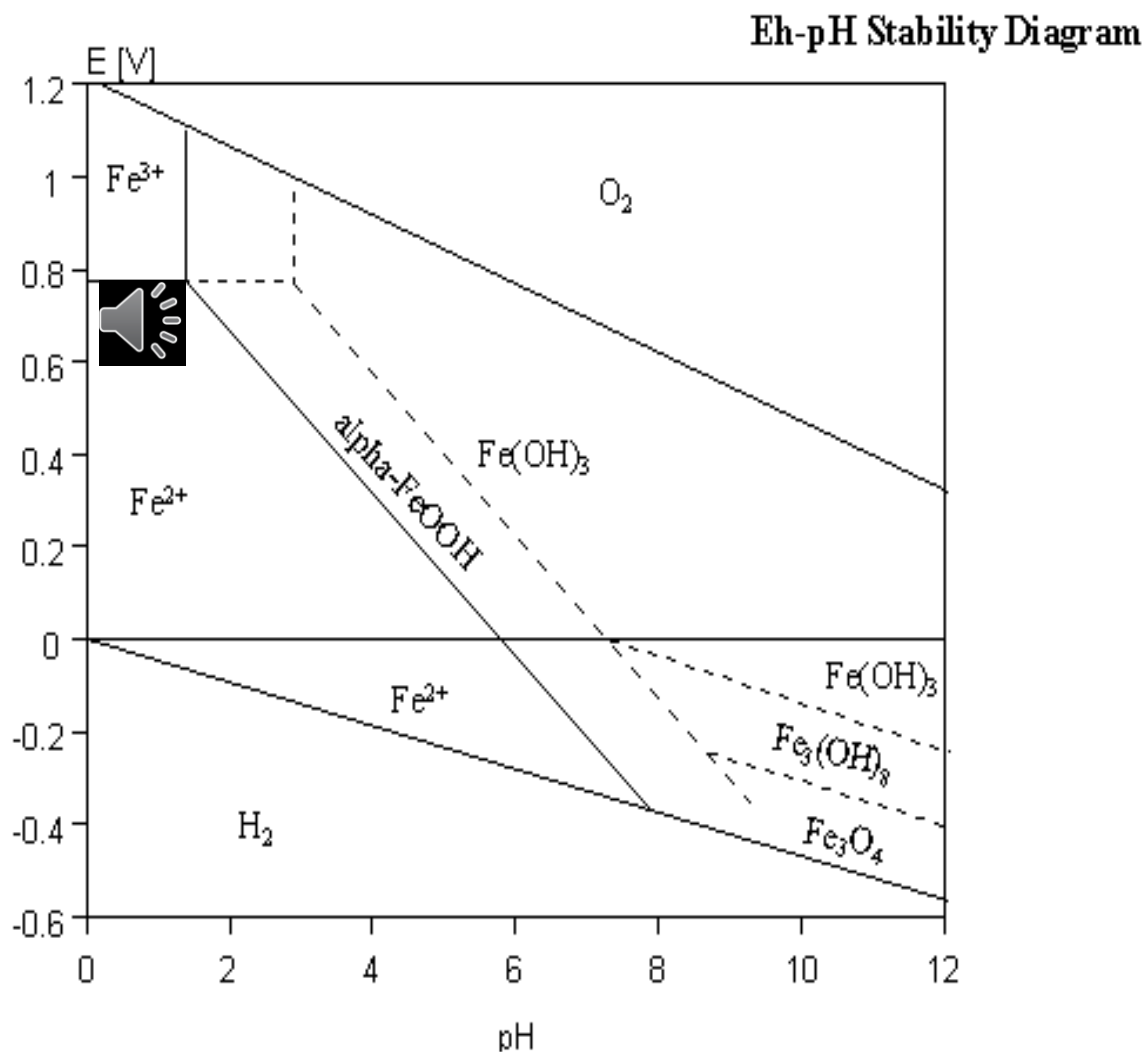
# Odhad redoxních podmínek

Přímé měření

Poměr krystalických a  
amorfních oxidů  
železa

Přítomnost  $\text{Fe}^{2+}$   
a/nebo  $\text{S}^{2-}$

Charakter koroze  
kovových artefaktů



# Stanovení fosforu

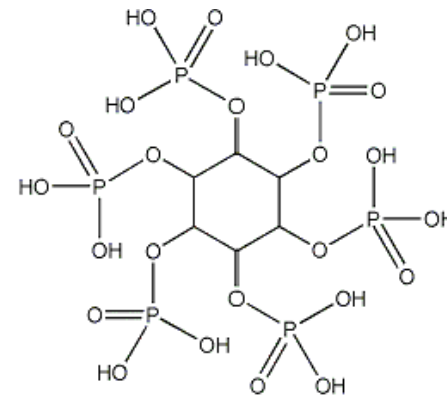
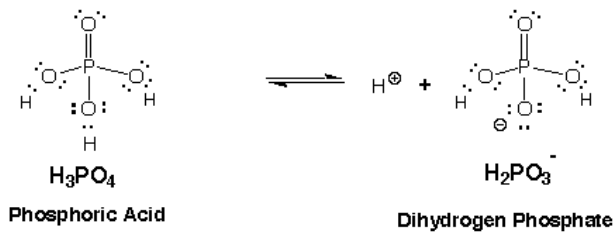
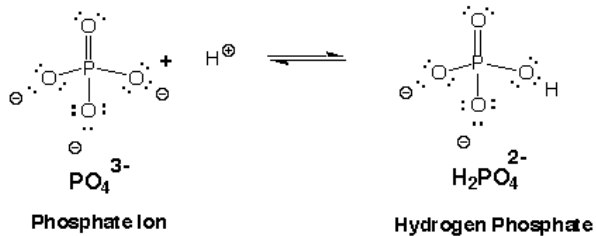
## CELKOVÝ FOSFOR

### Anorganický

Labilní (dostupný)  
Vázaný na Al, Fe a Mn  
Vázaný na Ca

### Organický

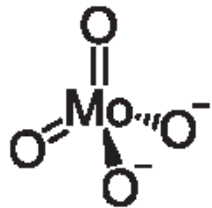
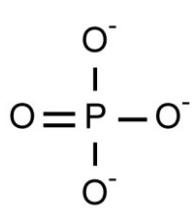
Fytáty  
Ostatní sloučeniny (ATP, DNA, fosfolipidy, aj.)



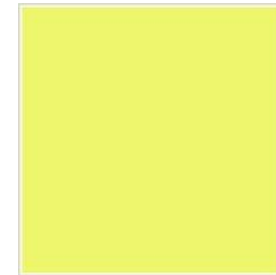
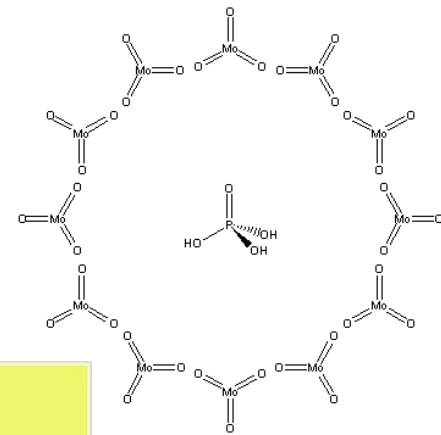
Na

# Molybdenová reakce

Fosfát + molybdenan  $\rightarrow$  fosfomolybdenová žluť



+



kys. askorbová



↓

Vzorek

+

HCl

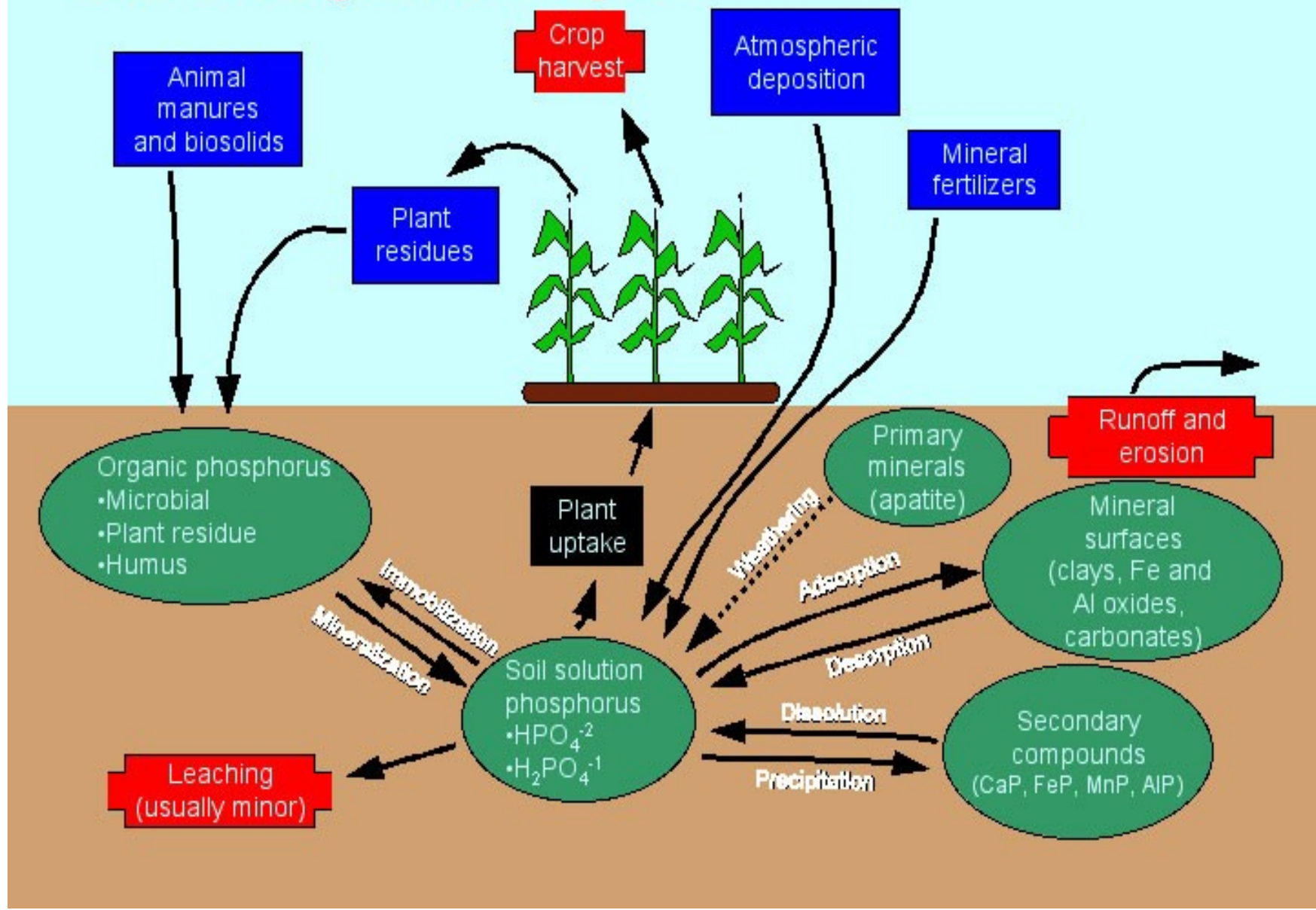
fosfomolybdenová modř





# The Phosphorus Cycle

Component    Input to soil    Loss from soil



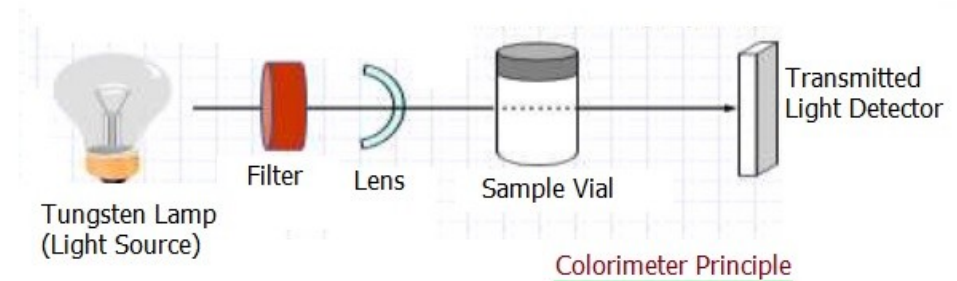
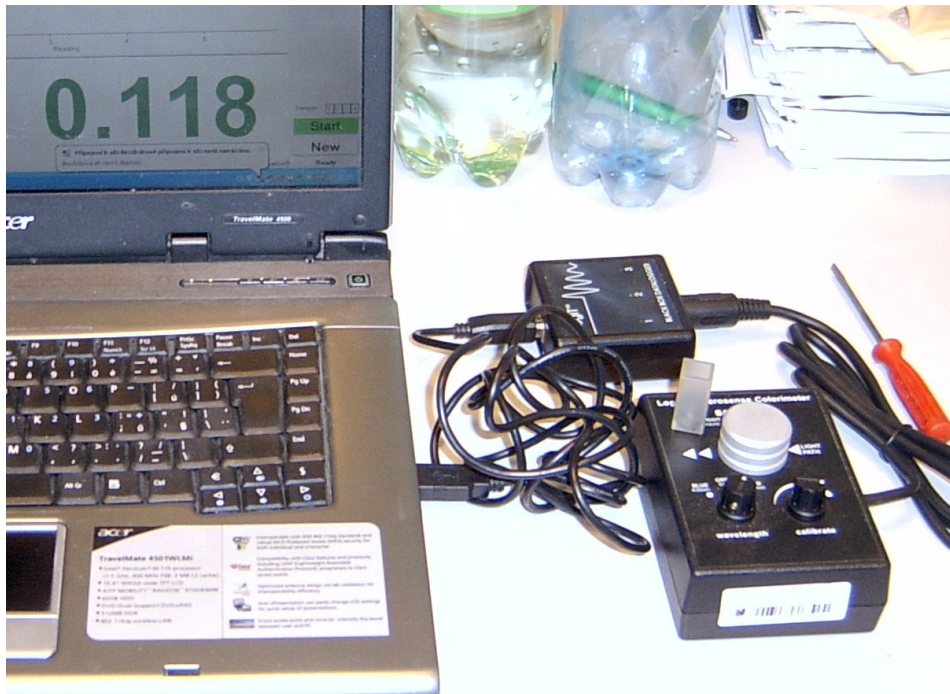
# Doklad přítomnosti dřevěné konstrukce (zbarvení půdy)





# Extrakce a stanovení fosfátů

- 1) Extrakce
- 2) Přidání reagentu
- 3) Stanovení fosfátů



# Kolorimetrie

Fosfor

pH

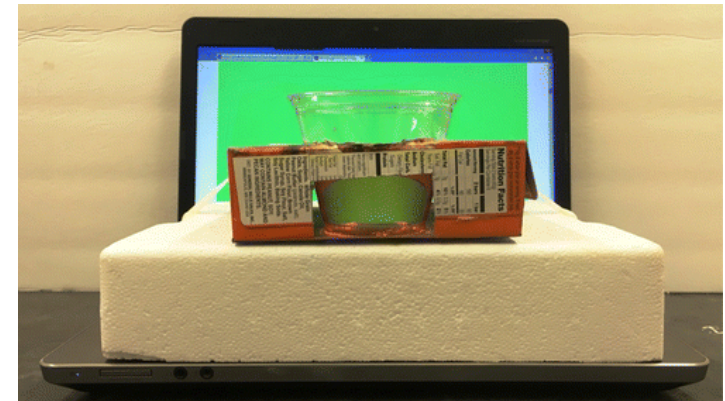
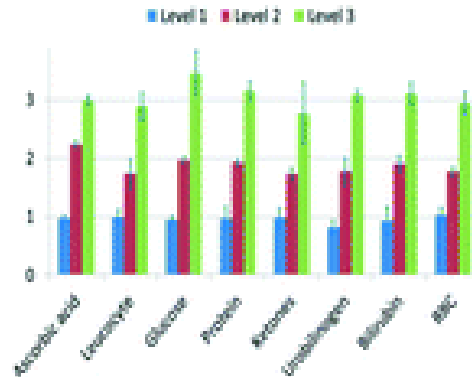
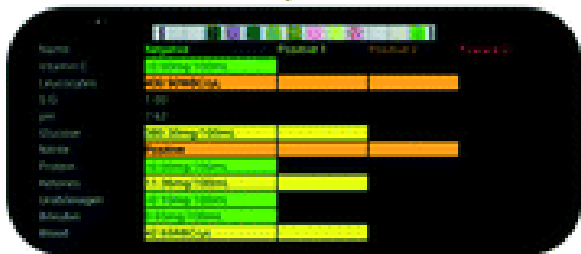
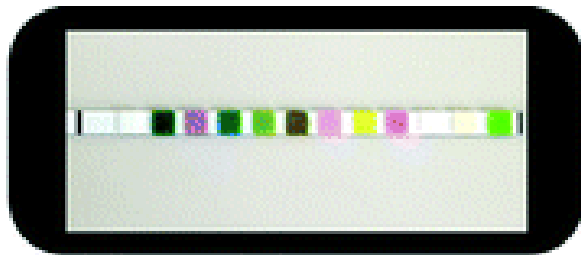
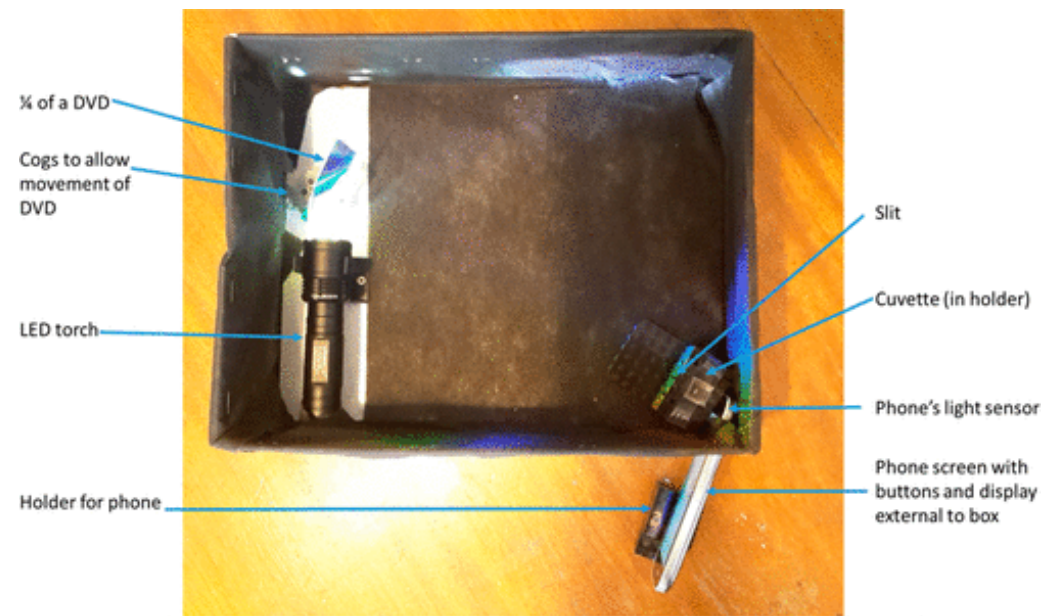
Železo

Dusík (amoniakální, nitrátový)

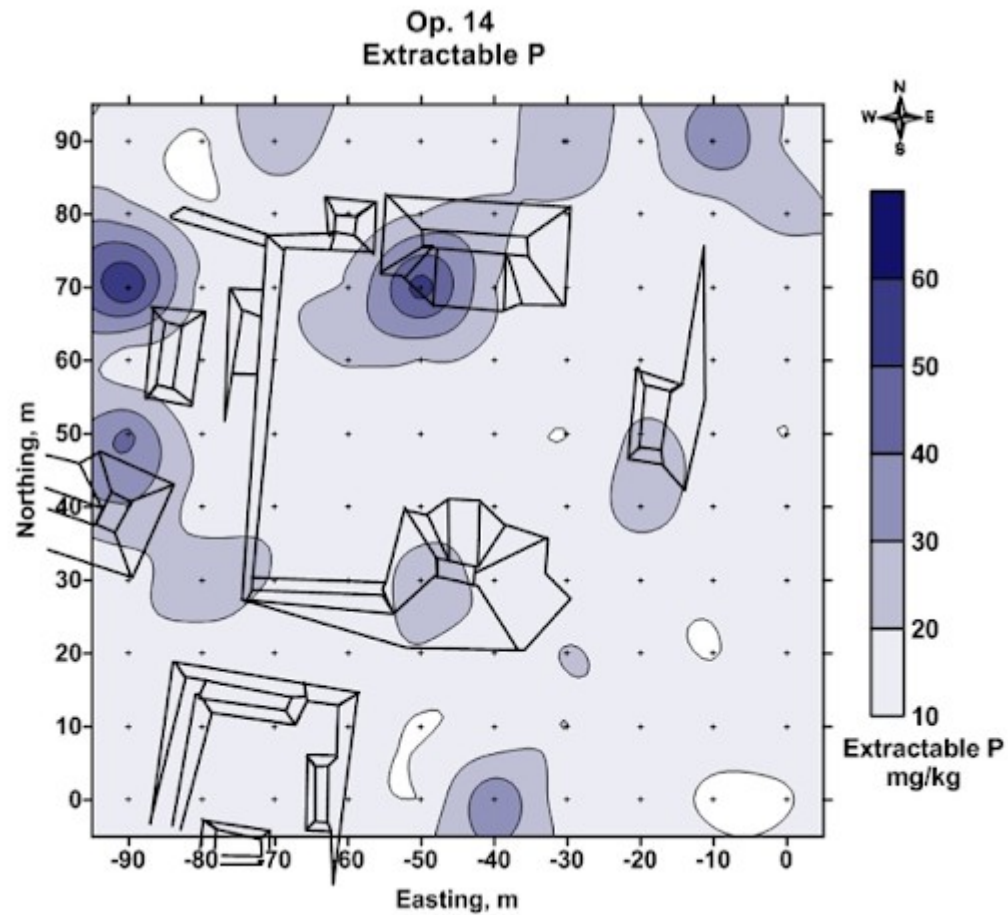




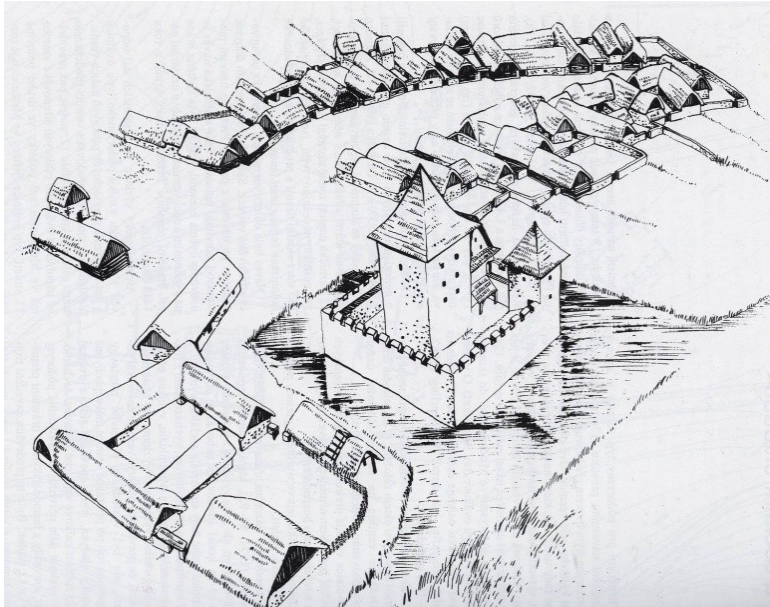
# Kolorimetrie - aplikace mobilního telefonu



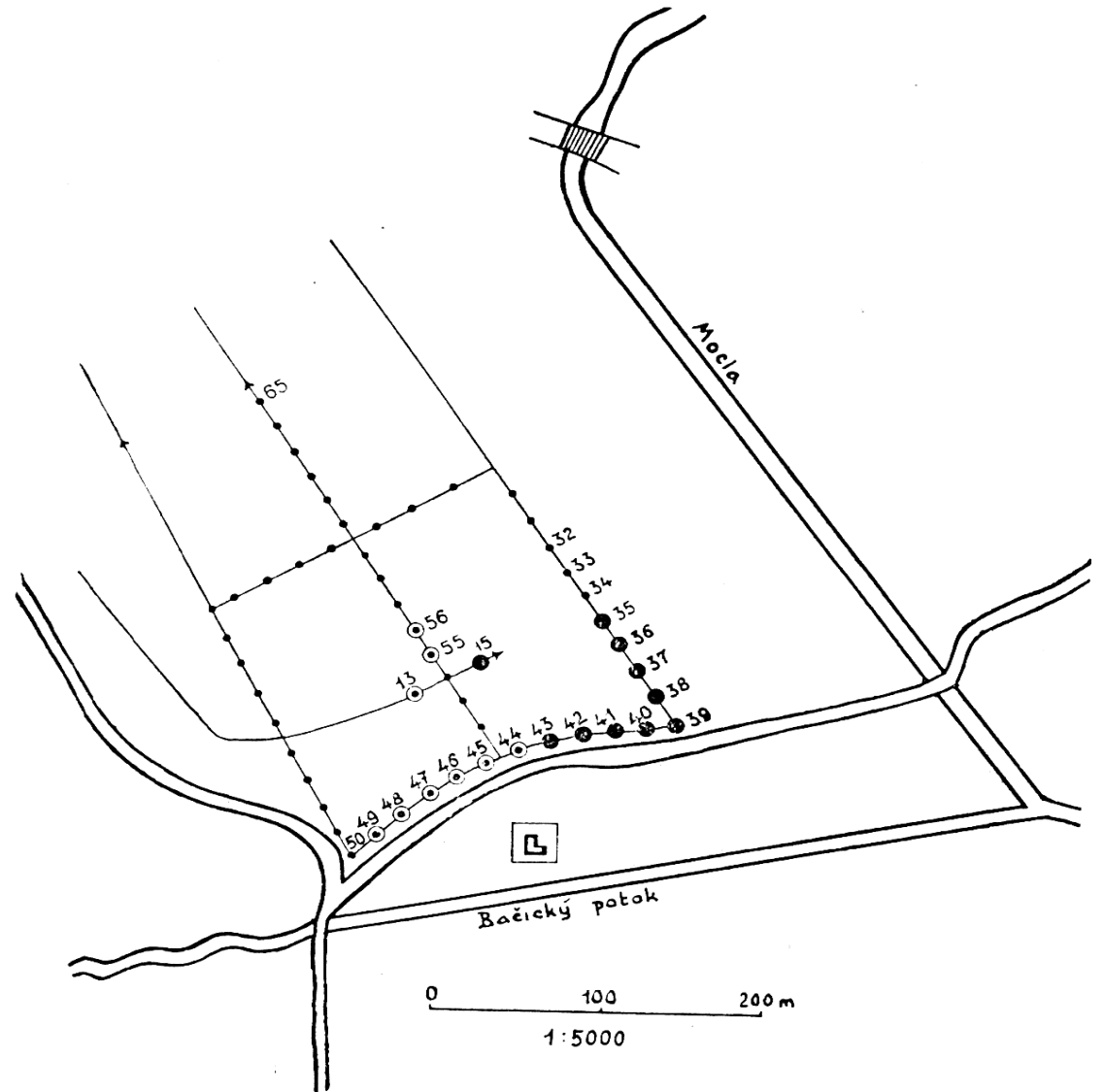
# Prospekce sídelních areálů



# Mstěnice



ZSV Mstěnice  
(JZ Morava)

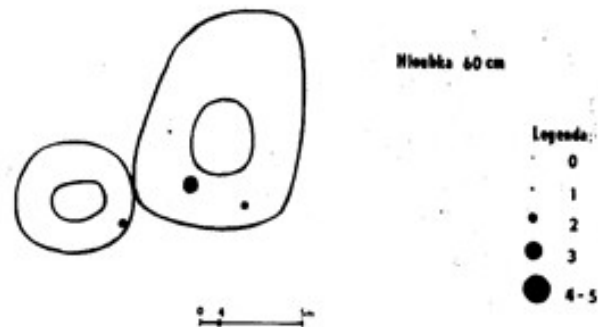
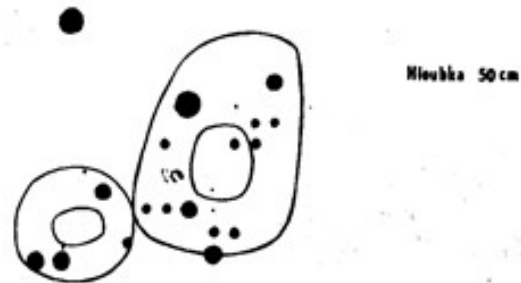
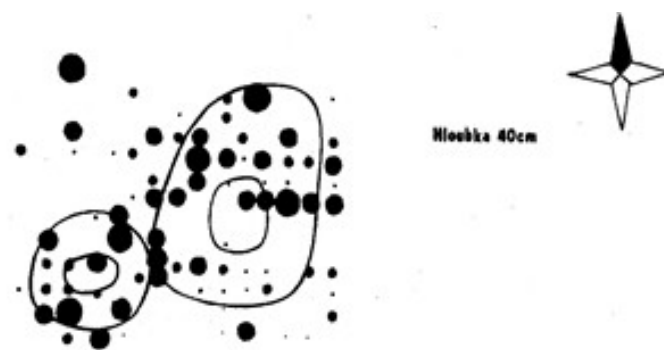
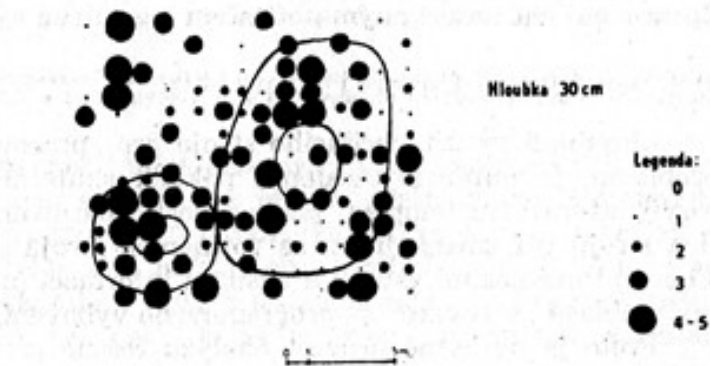
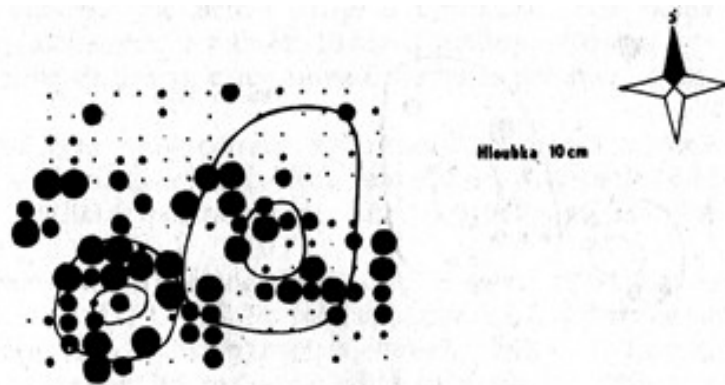


Plán sond k fosfátové půdní analýze.

● Vyznačena místa s obsahem fosforu podstatně zvýšeným.



# Potálov



ZSV Potálov  
(J Čechy)

Obr. 4. ZSO Potálov, okres Tábor. Fosfátová analýza pomocí terenního testu v hloubkách 10–30 cm pod recentním povrchem. 0 – obsah 0,09 ‰–0,15 ‰  $P_2O_5$ , 1 – obsah nižší než 0,08 ‰  $P_2O_5$ , 2 – obsahy 0,16 ‰–0,4 ‰  $P_2O_5$ , 3 – obsahy 0,41 ‰–0,8 ‰  $P_2O_5$ , 4–5 – obsahy vyšší než 0,8 ‰  $P_2O_5$ .



# Fosfor v sídlištních objektech

Akumulace fosforu v důsledku antropogenní činnosti

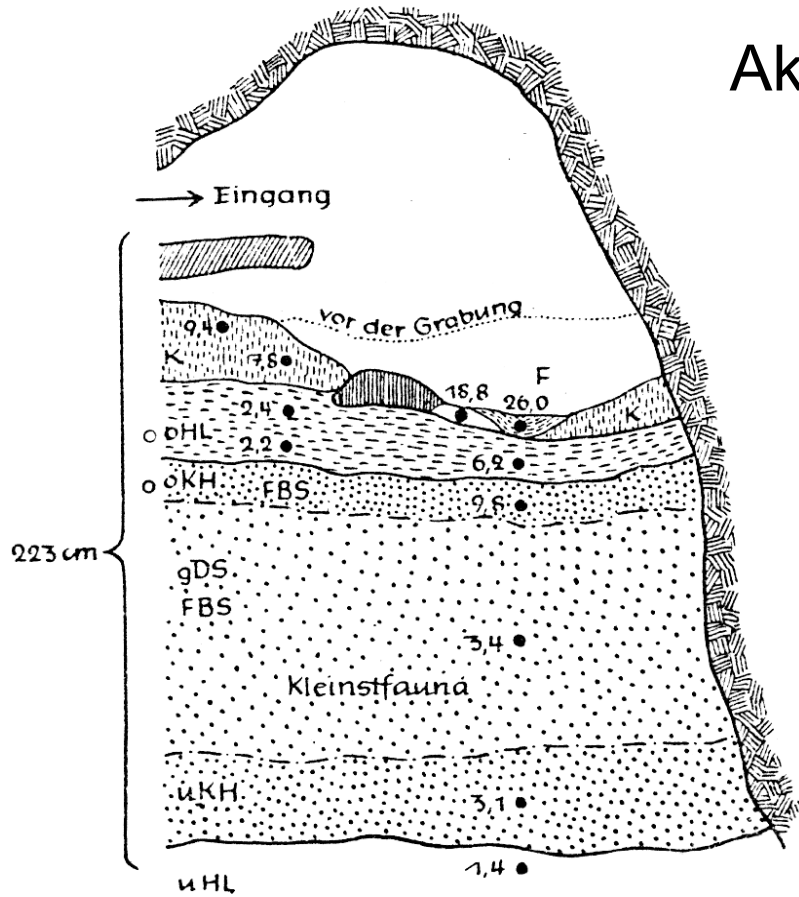


Abb. 3. Phosphatgehalt in der „Jungfernhöhle“ in Oberfranken.

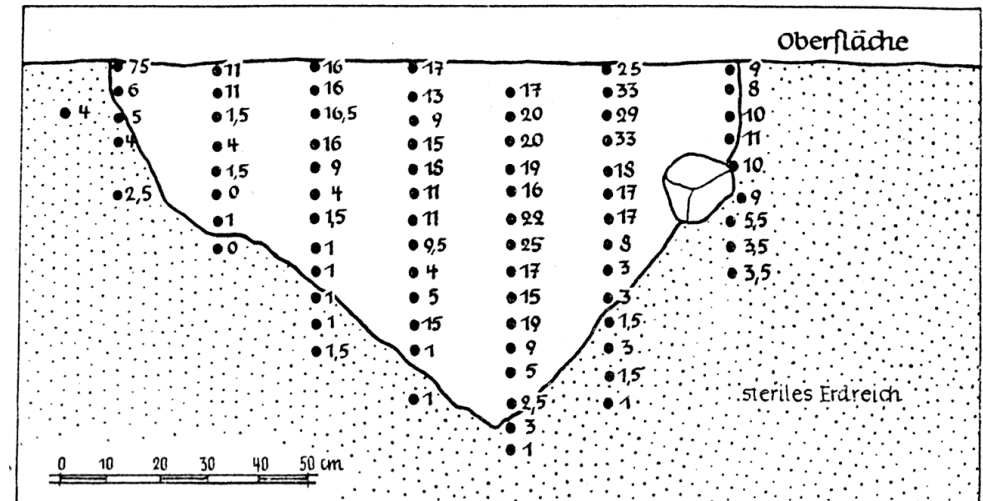
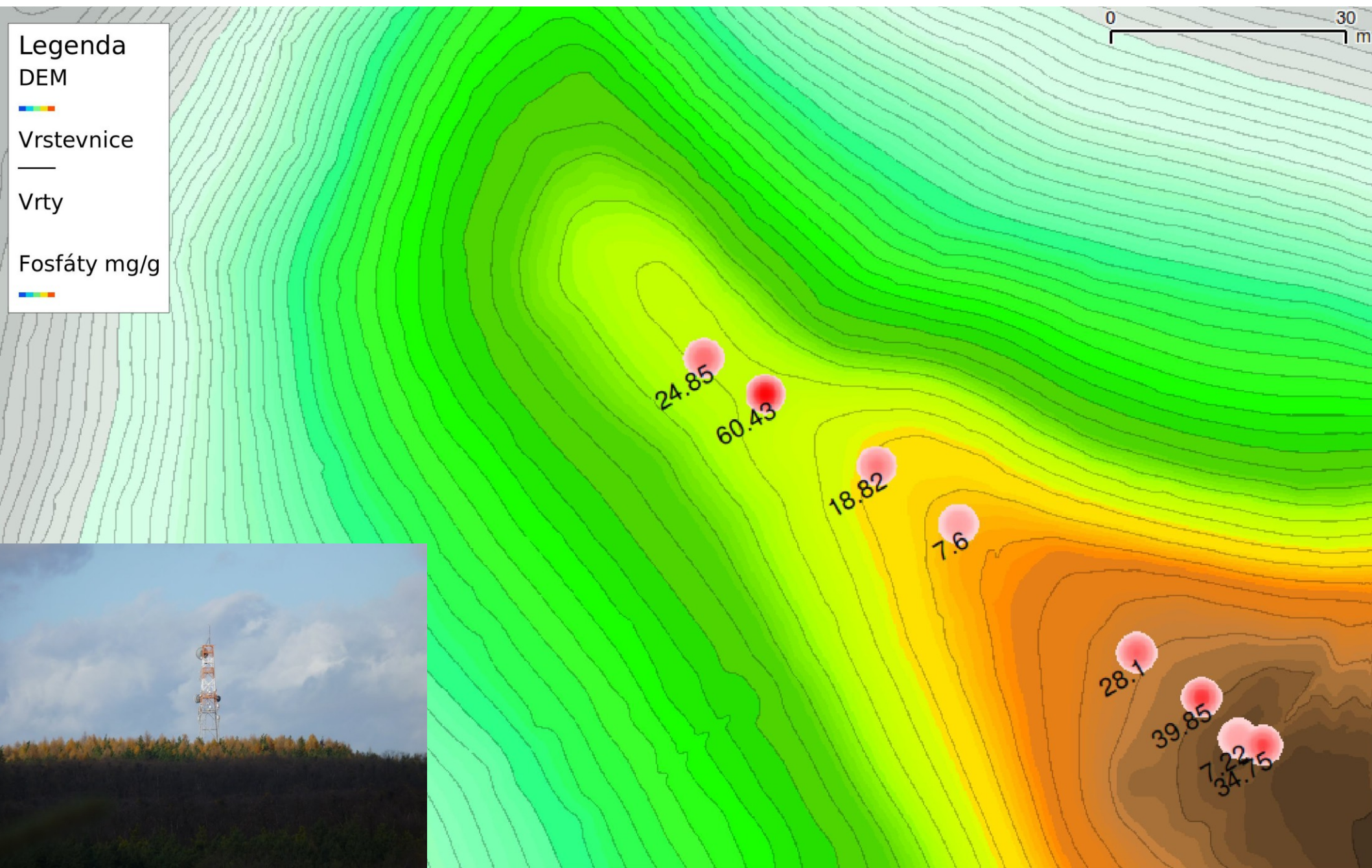


Abb. 2. Phosphatschicht einer Grube von Muldenstein I.



# Suchohrdly-Deblínek





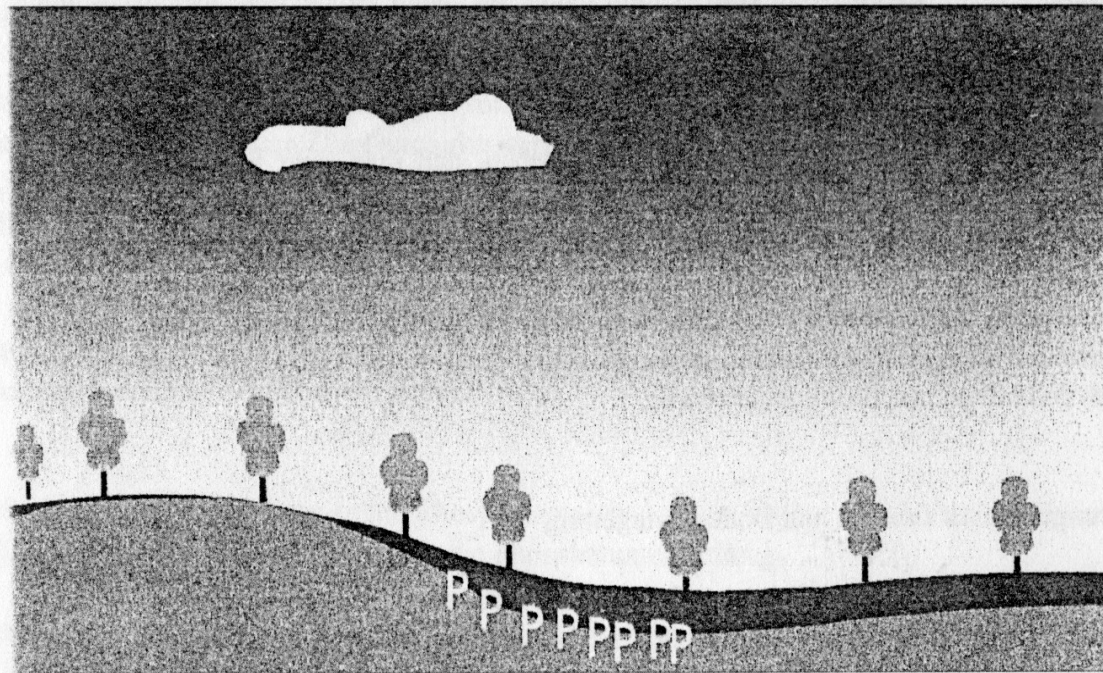
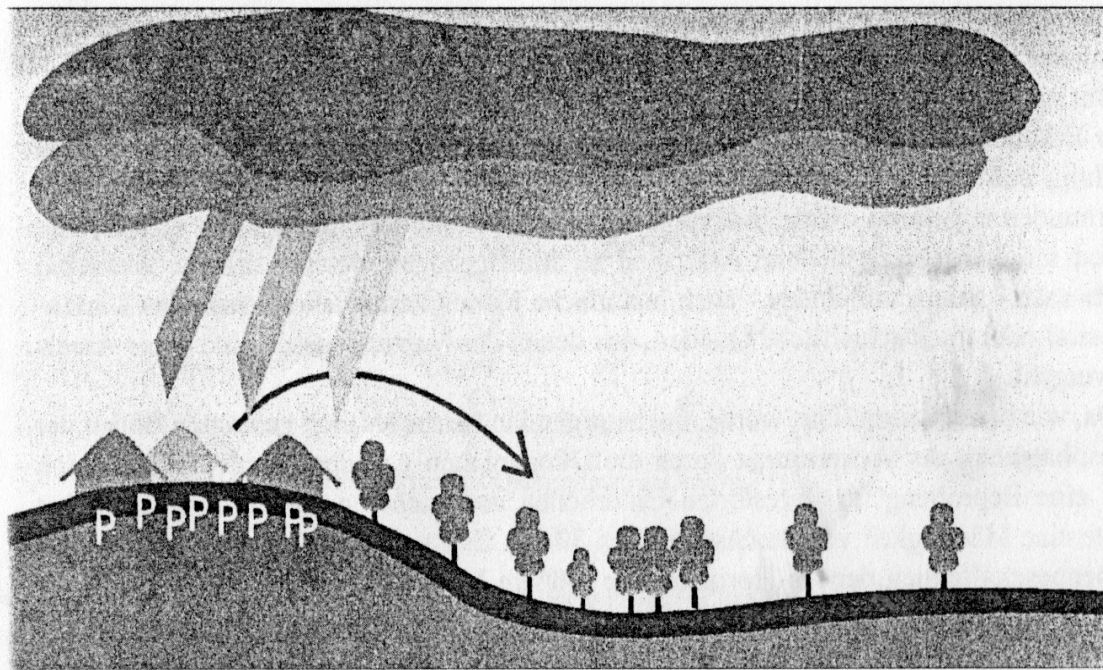
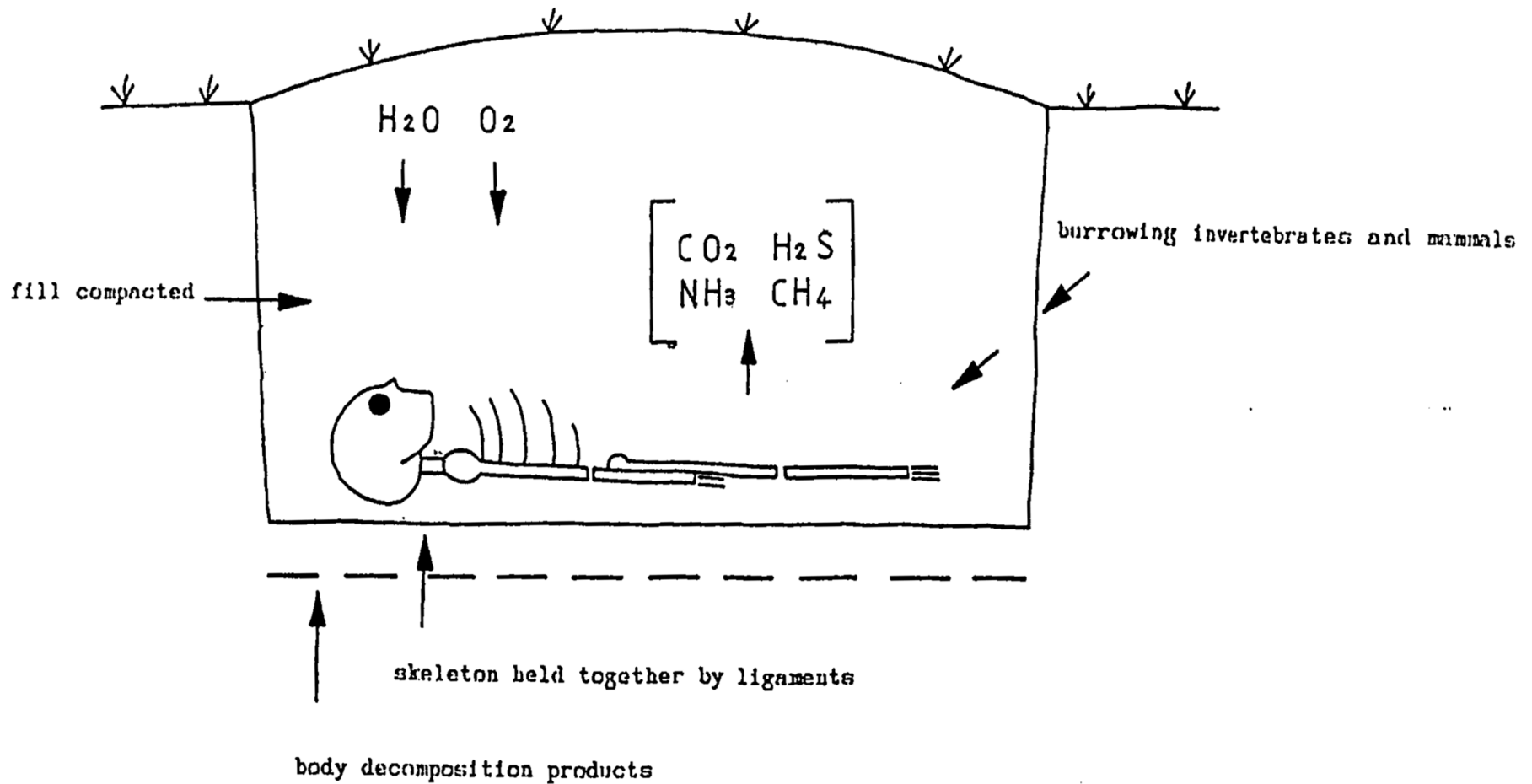


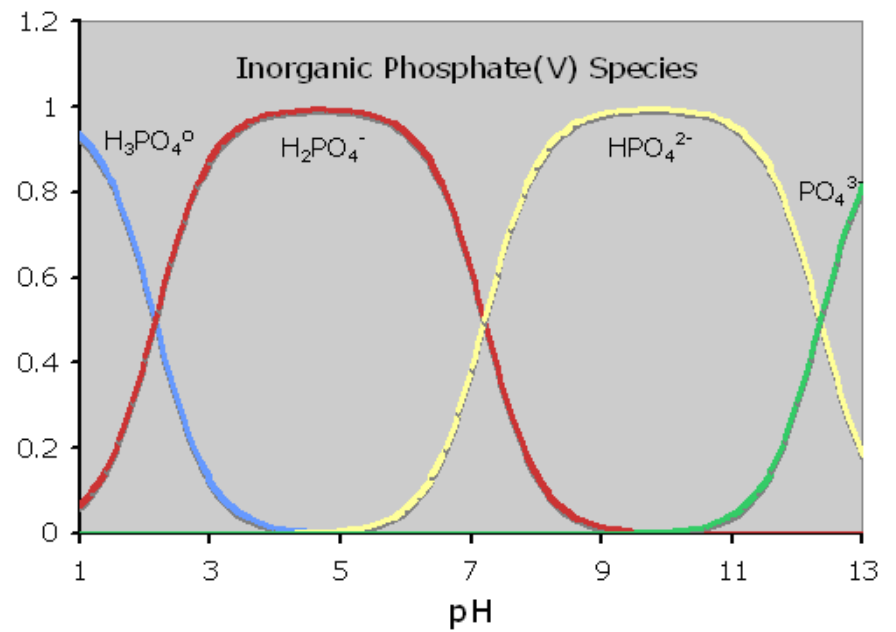
Abb. 4: Störung der Ergebnisse mittels Phosphatmethode durch Erosion: Phosphathaltige Bodenverlagerungen täuschen eine Siedlung vor, die es nie gegeben hat.



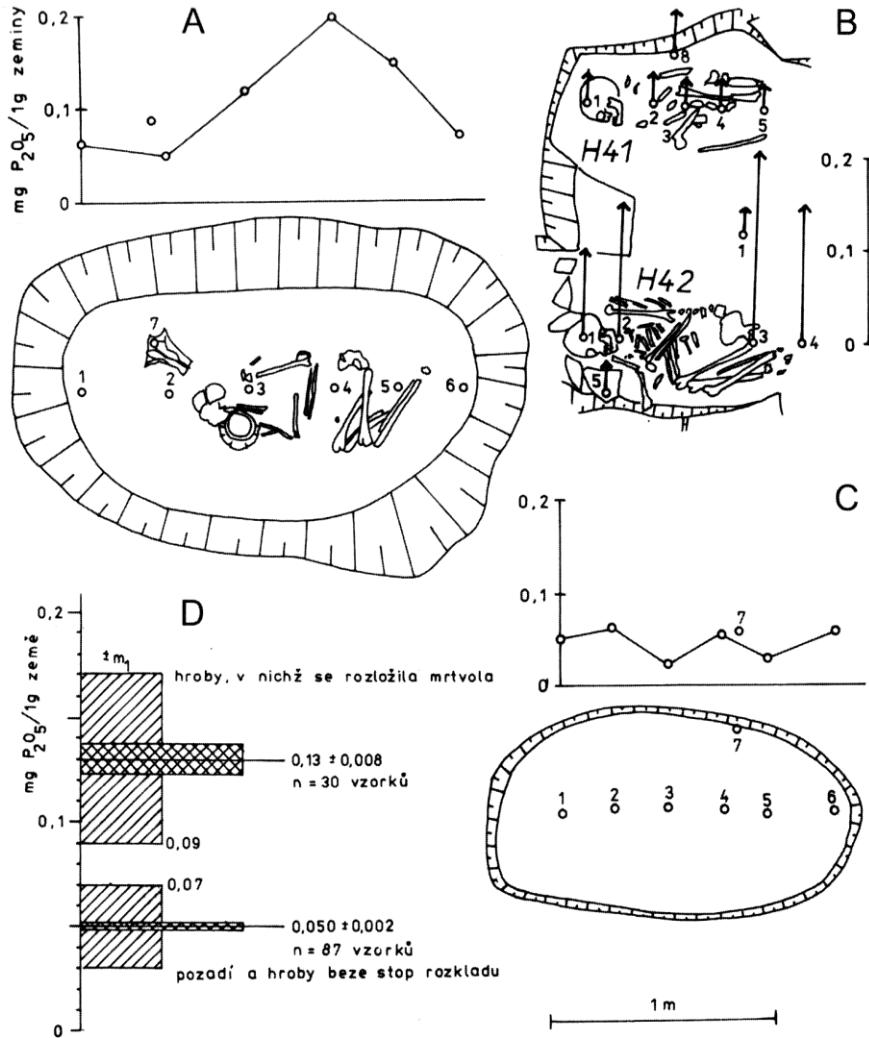
# Analýza pohřebišť



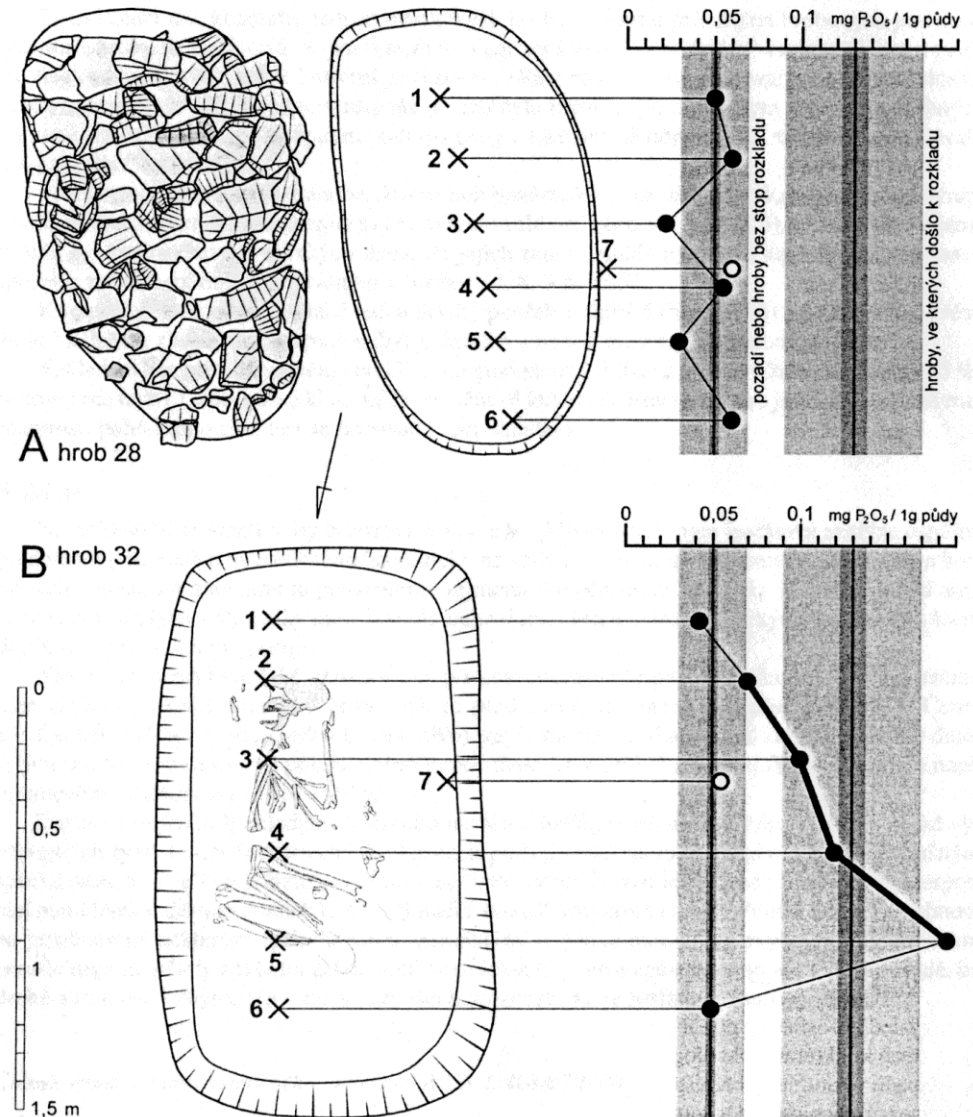
# Rozklad kosterních pozůstatků



# Praha – Miškovice



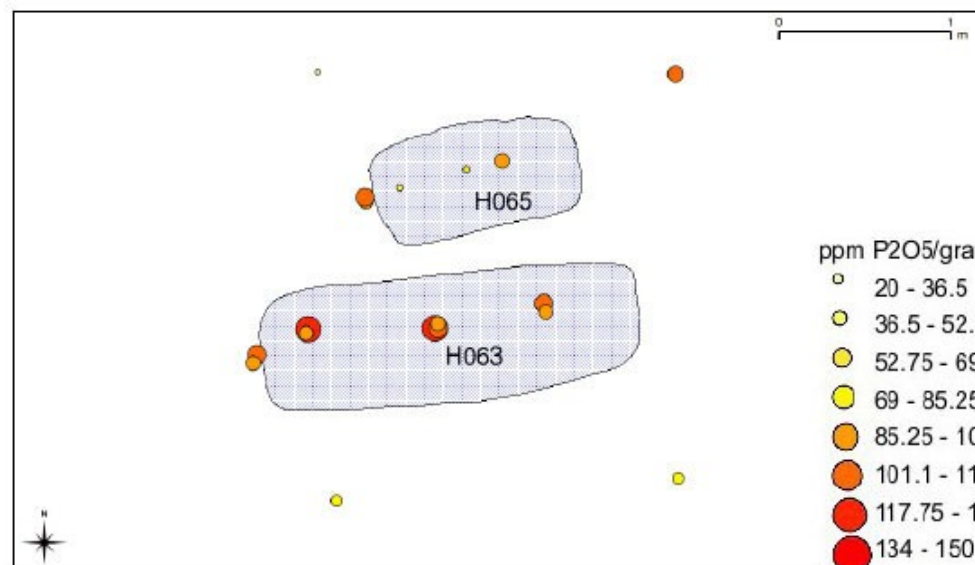
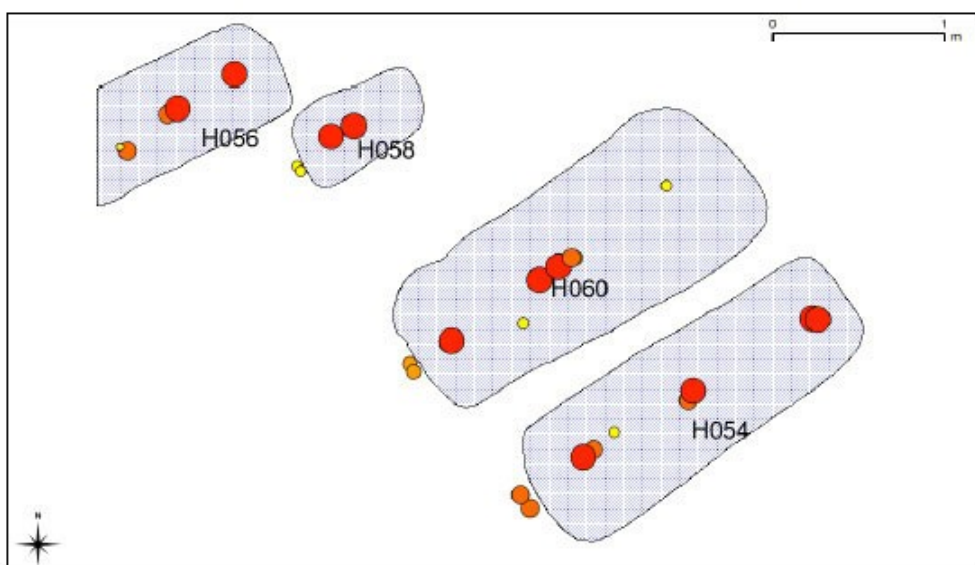
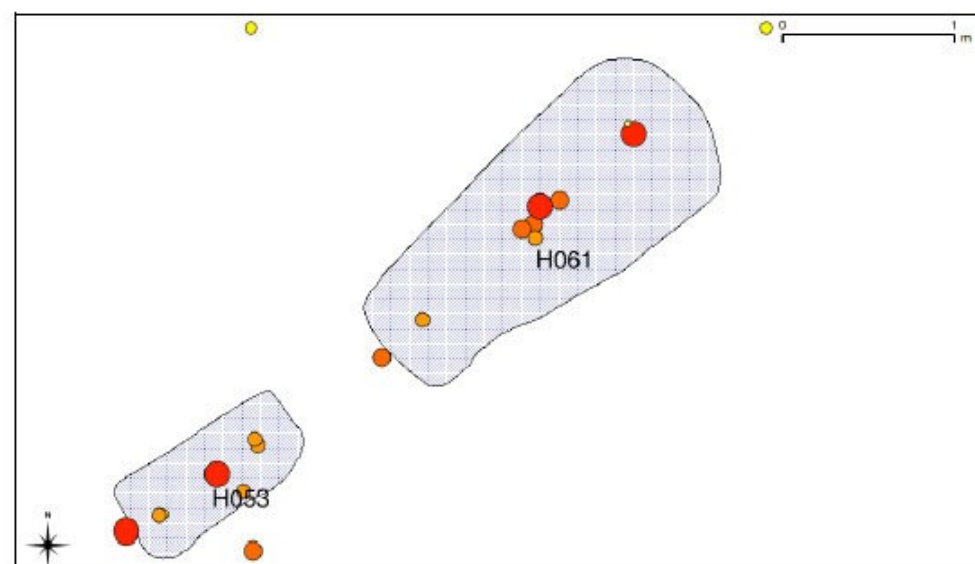
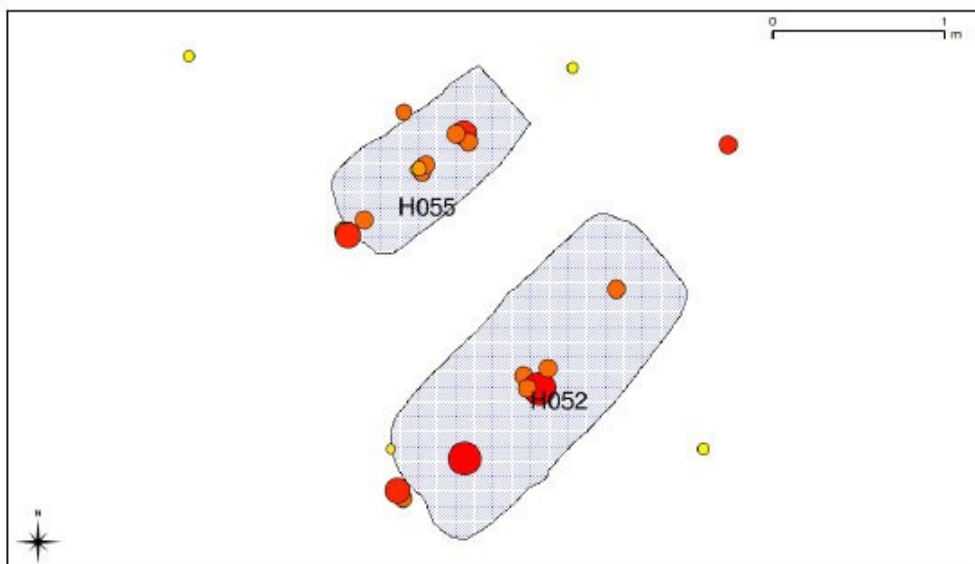
Obr. 6.16. Praha 9-Miškovice, výzkum M. Ernée (Archaia Praha). Hroby únětické kultury. A: Křivka hodnot v hrobě, kde došlo k rozkladu těla. B: Hrob s pohřby H41 (bez fosfátové anomálie) a H42 (s fosfátovou anomálií). C: Hrob bez fosfátové anomálie (k rozkladu těla došlo jinde). D: Vyhodnocení hodnot obsahu fosforu pomocí statistické metody nejmenších čtverců (viz text). Měřil A. Majer.



Obr. 5. Praha 9 – Miškovice. Výsledky fosfátové analýzy v hrobech 28 (A – nahoře) a 32 (B – dole). Křížky jsou označena místa odběru vzorků.



# Pohansko u Břeclavi

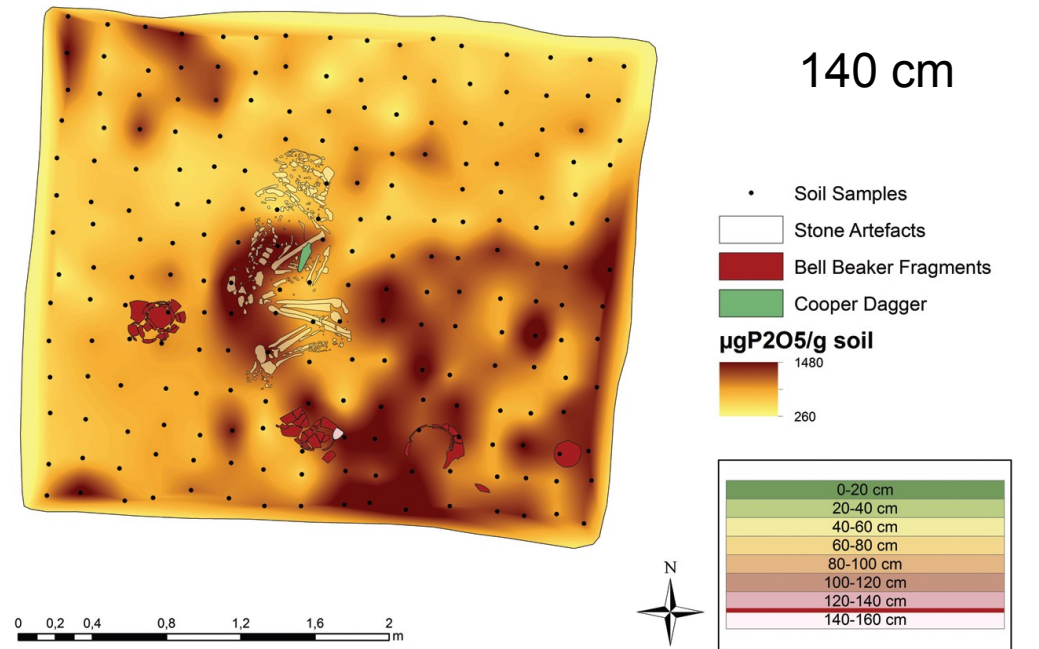
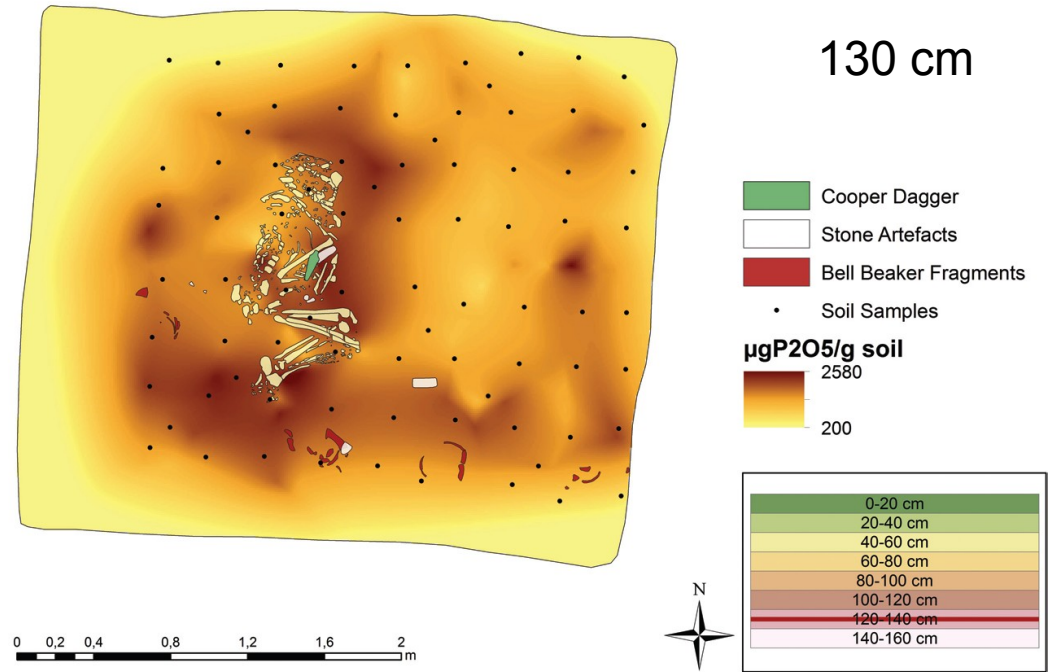


- ppm P2O5/gram půdy
- 20 - 36.5
  - 36.5 - 52.75
  - 52.75 - 69
  - 69 - 85.25
  - 85.25 - 101.5 2.6
  - 101.1 - 117.75 2.9
  - 117.75 - 134
  - 134 - 150
- Objekty =

# Těšetice - Kyjovice



H 27, KZP





# Kyjov



## Hrob H 1034

pohřeb je narušen v místech,  
kde se nacházely hlavy a trupy  
pohřbených jedinců

dolní končetiny jsou v obou  
případech sekundárním  
zásahem prakticky  
neporušené










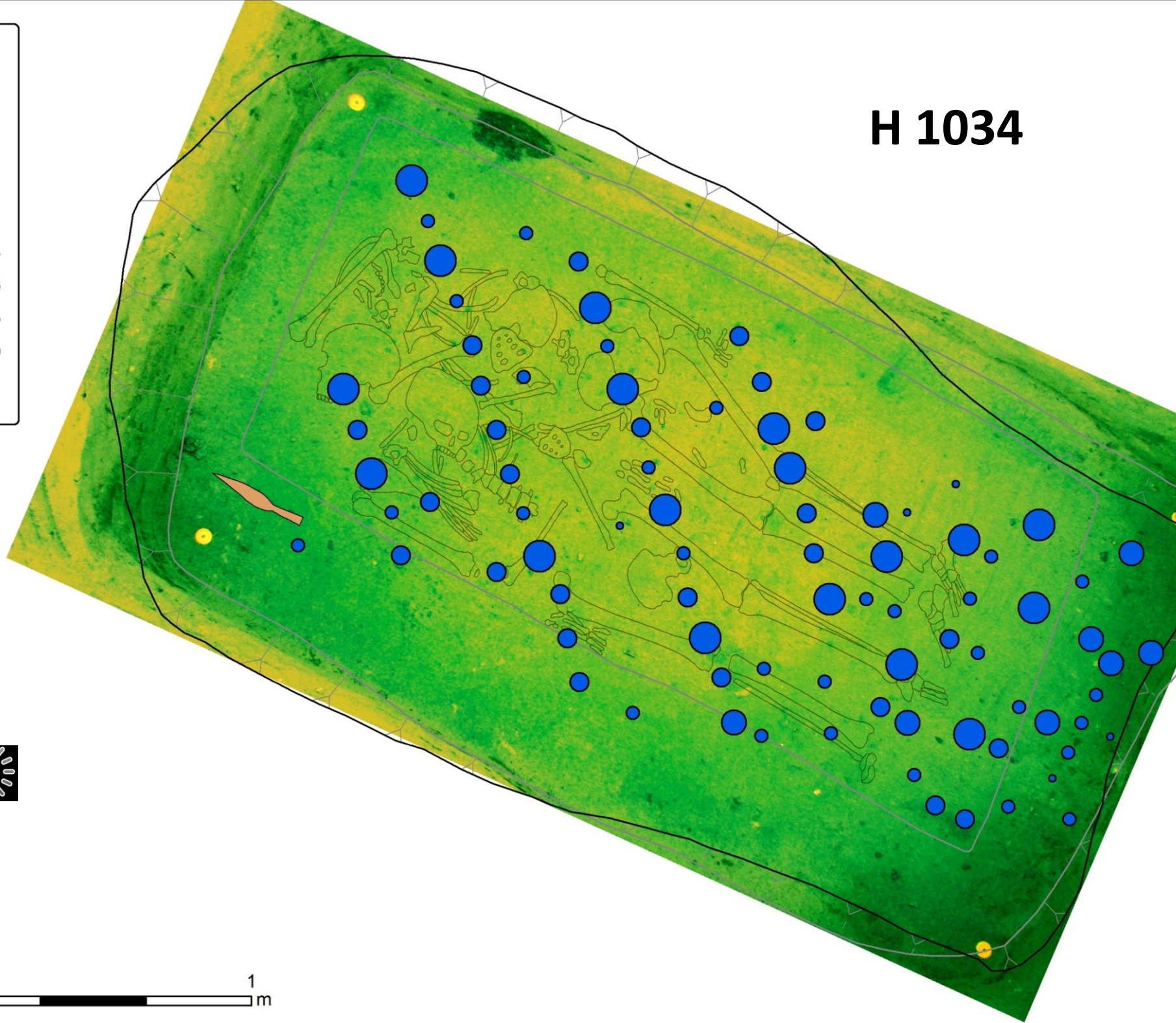
# H 1034

-  Horní hrana
-  Dolní hrana
-  Hrot kopí
-  Kost

## Fosfát

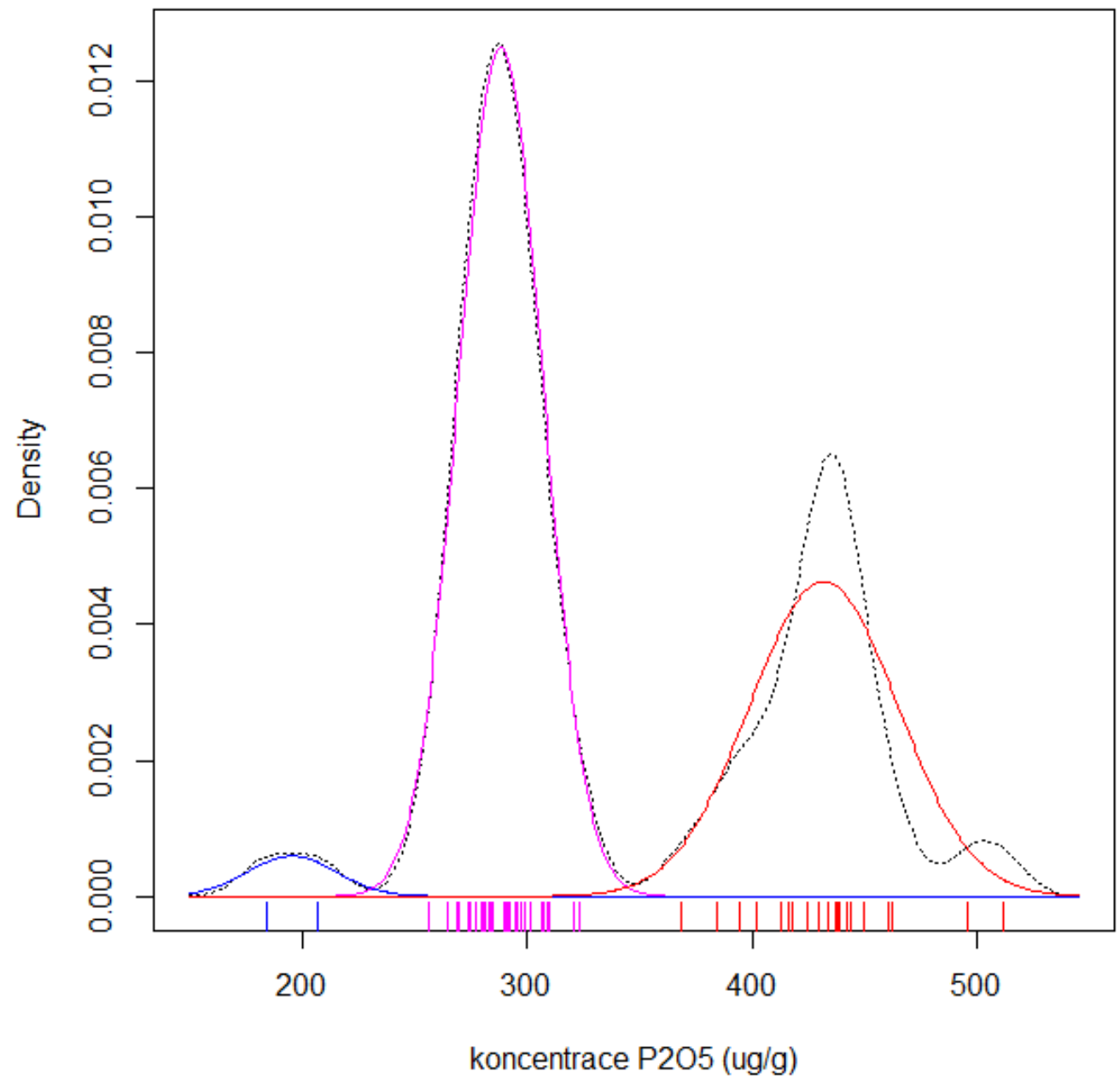
ppm

-  1,837 - 2,304
-  2,305 - 2,846
-  2,847 - 3,235
-  3,236 - 4,179
-  4,180 - 5,114



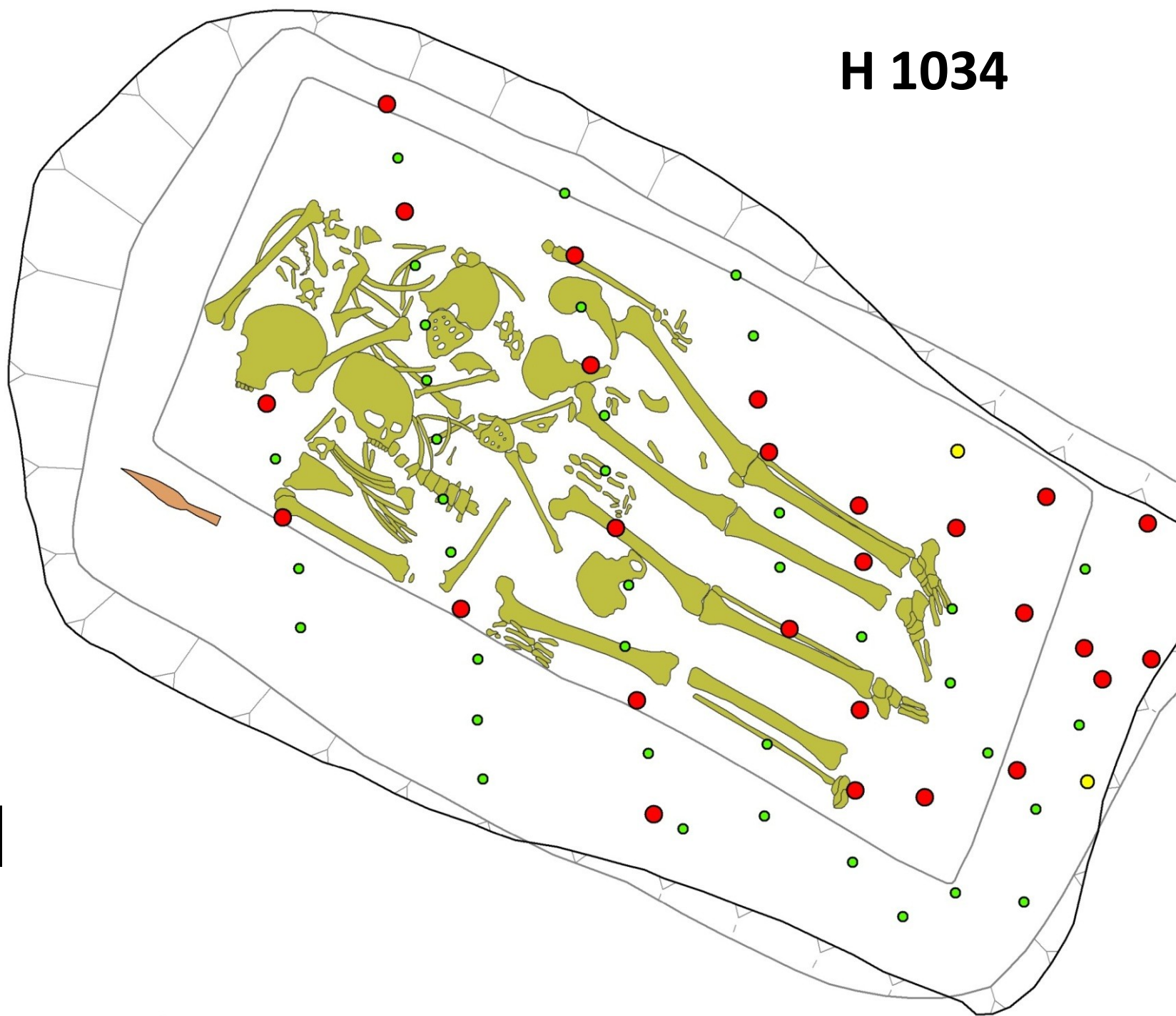
## Kyjov, H 1034

Rozklad distribuce na  
gaussovské složky  
metodou maximální  
věrohodnosti





# H 1034



Legend:

- Horní hrana
- Dolní hrana
- Hrot kopí
- Kost

**Fosfát shluk**

- 1
- 2
- 3





# Vylupování ???



# Aplikace chemických testů v terénu



# Polní test na fosfor

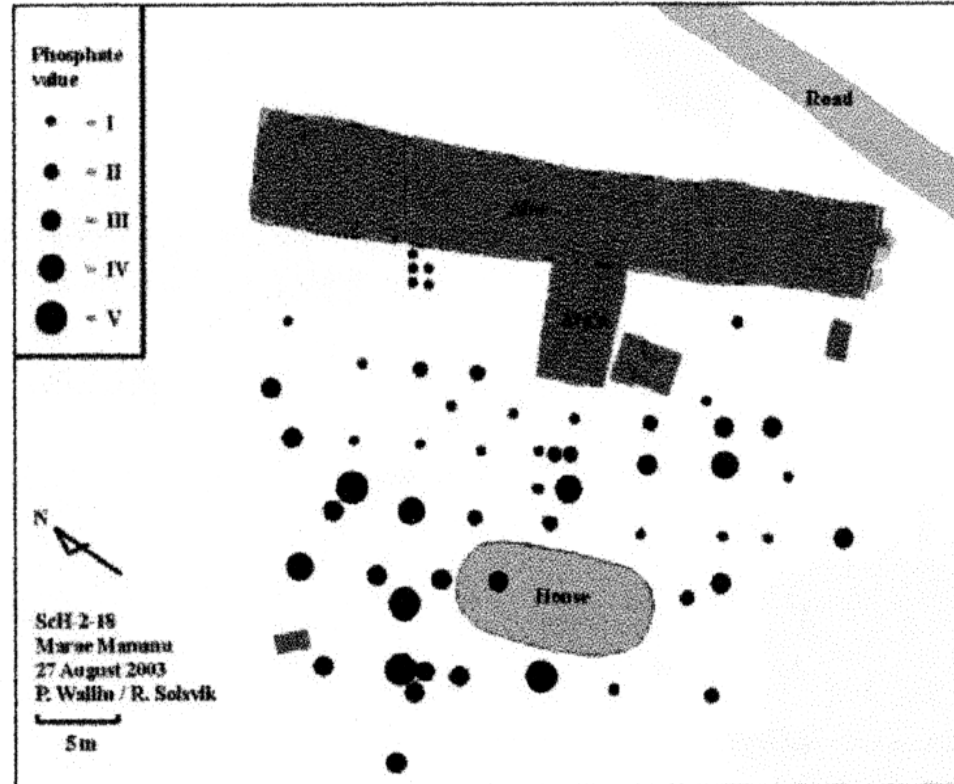
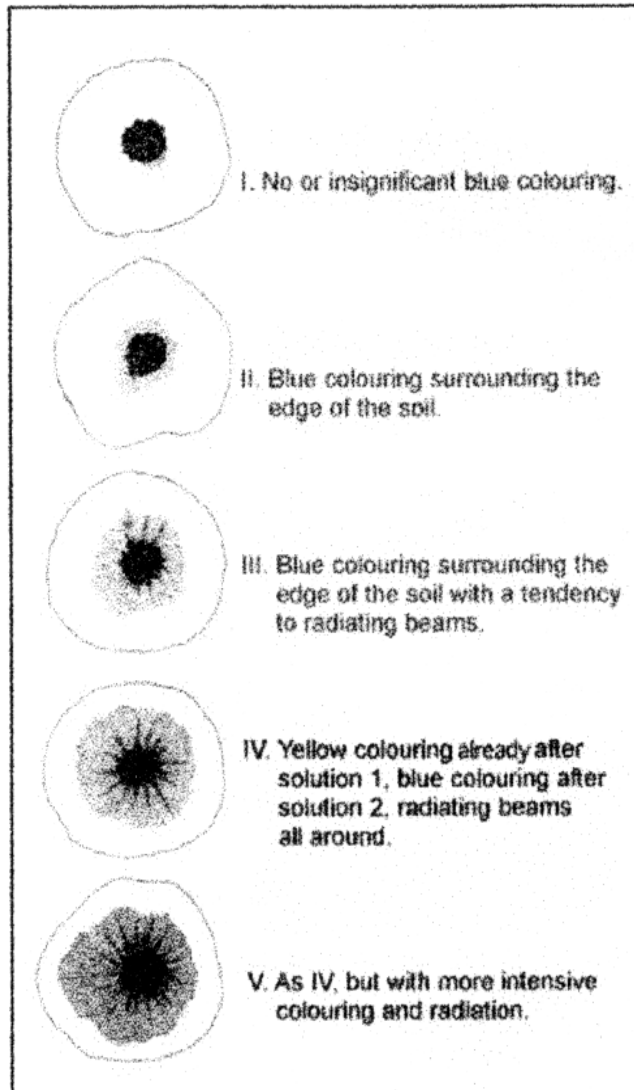
- Test na filtračním papíru podle Gundlacha







# Využití polního testu



**Figure 5 (left).** Illustration of phosphate values (after Österholm and Österholm 1997:145).

**Figure 6 (right).** Results of the phosphate analysis plotted on the site plan.

# Interpretace výsledků polního testu

Nutno brát v úvahu  
archeologický kontext  
(akumulace kostí,  
keramiky, zbarvení  
výplně, apod.

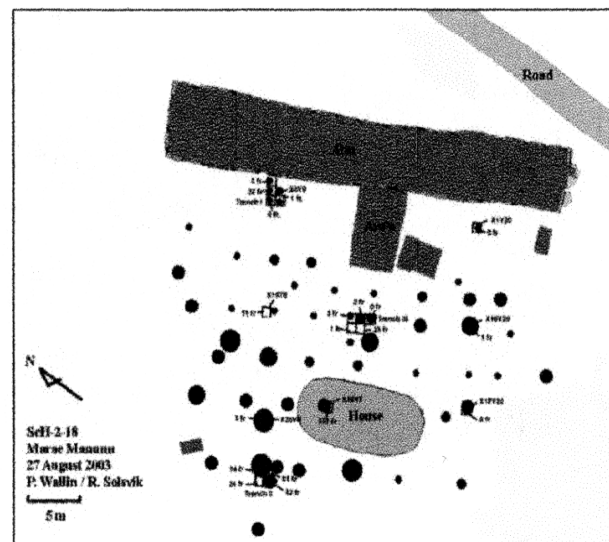


Figure 7. Excavated test pits/trenches and number of bone fragments.

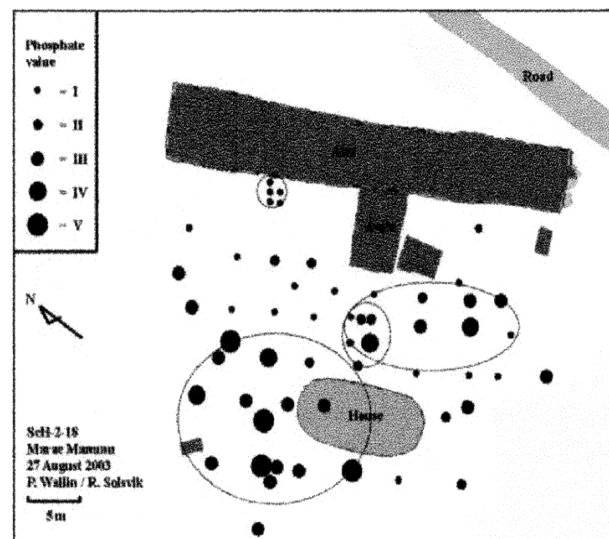
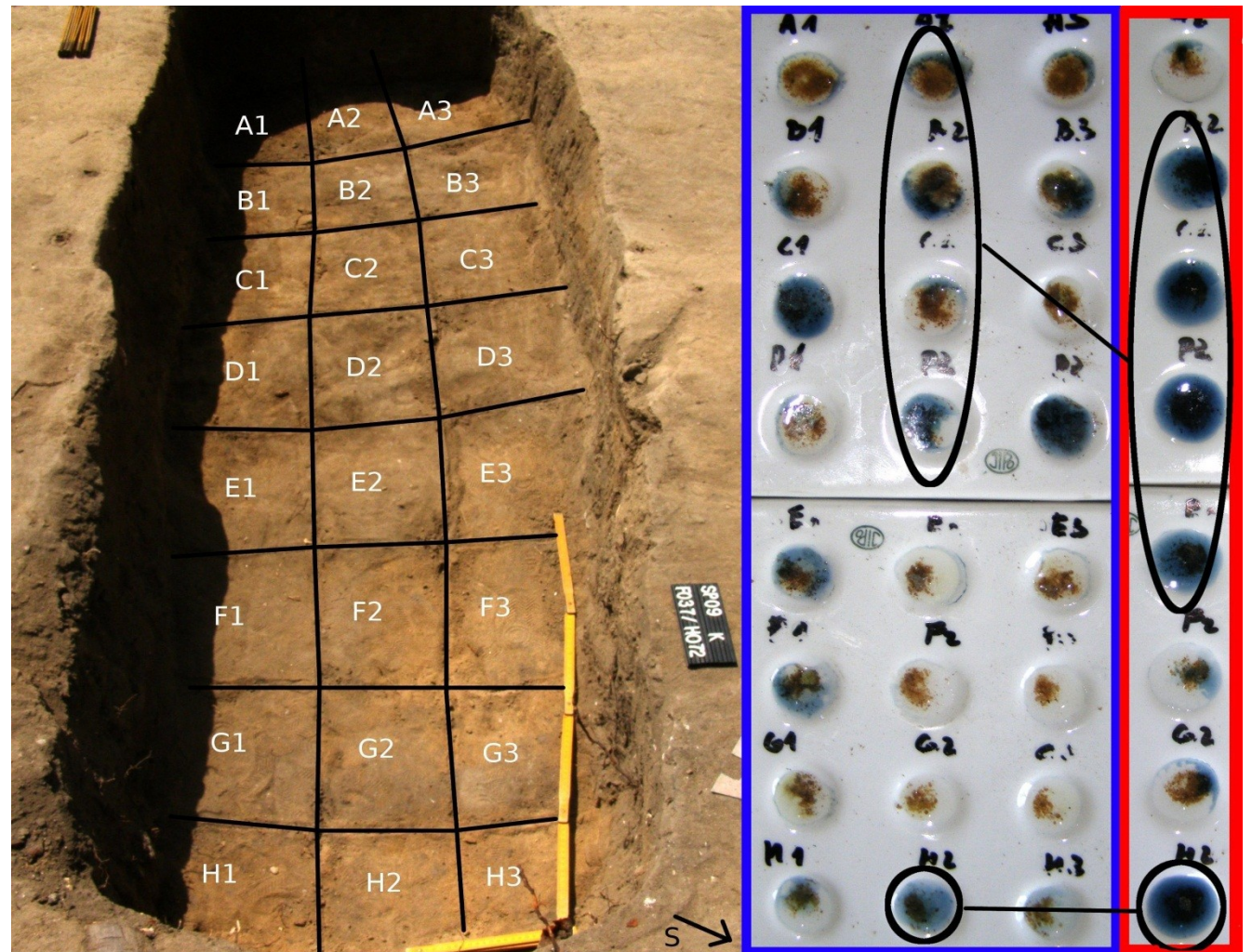


Figure 8. Interpretation of phosphate mapping.

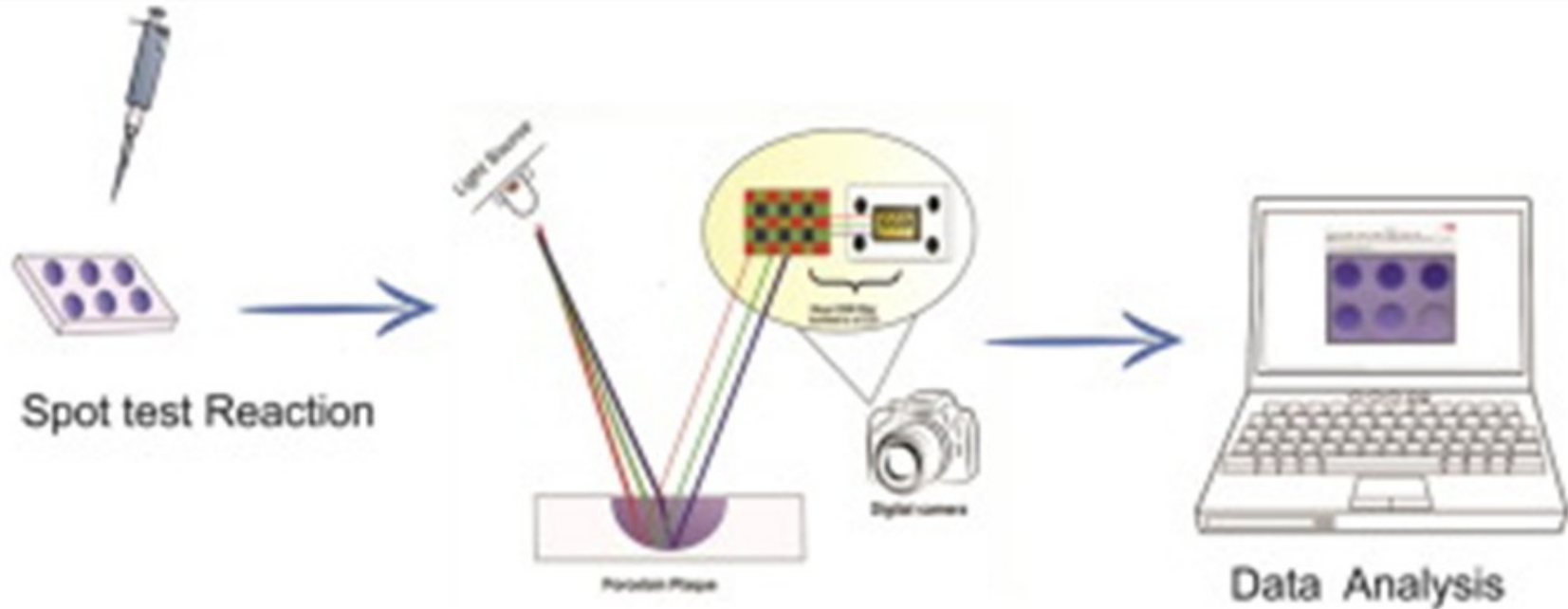
# Polní test na fosfáty

Pohansko  
(raný středověk)

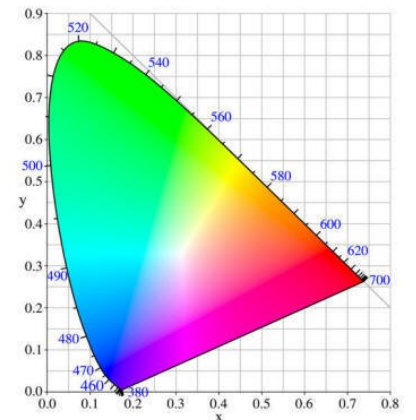




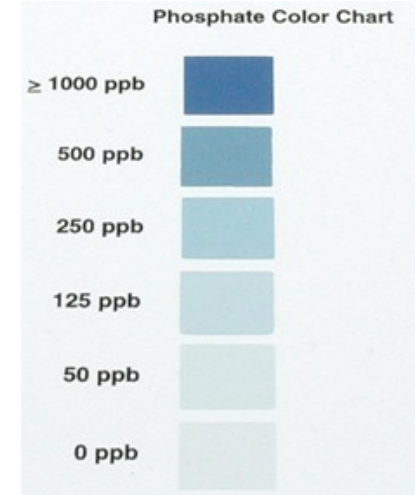
# Interpretace výsledků polního testu



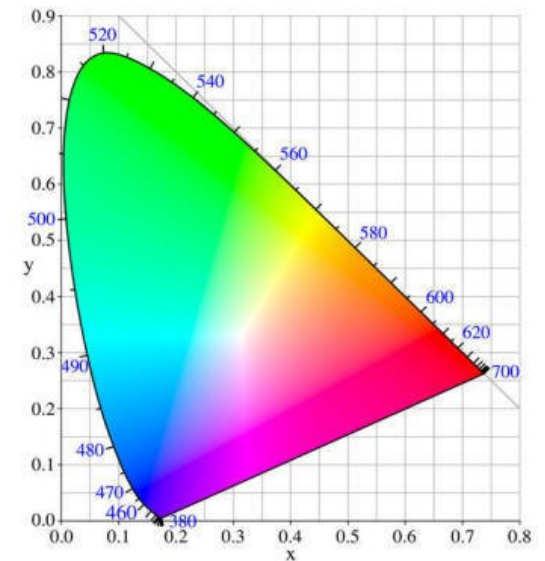
**Signal processing**



# Interpretace výsledků polního testu



Signal processing



# Ostatní testy

Uhličitany: s vodným roztokem kyseliny vznikají bublinky  $\text{CO}_2$ .

- Alkalické půdy
- Vápence
- Malty a omítky

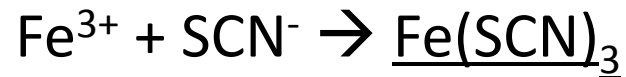
Železo: reakcí trojmocného Fe s roztokem thiokyanatanu vzniká krvavě červené zbarvení.





# Brongersův test

Slouží k **detekci zetlelého dřeva**. Huminové kyseliny z rozkladu dřeva na sebe postupně vážou ionty  $\text{Fe}^{3+}$  a dochází k jejich lokální akumulaci. Přítomnost iontů  $\text{Fe}^{3+}$  se prokazuje reakcí s thiokyanatanem.

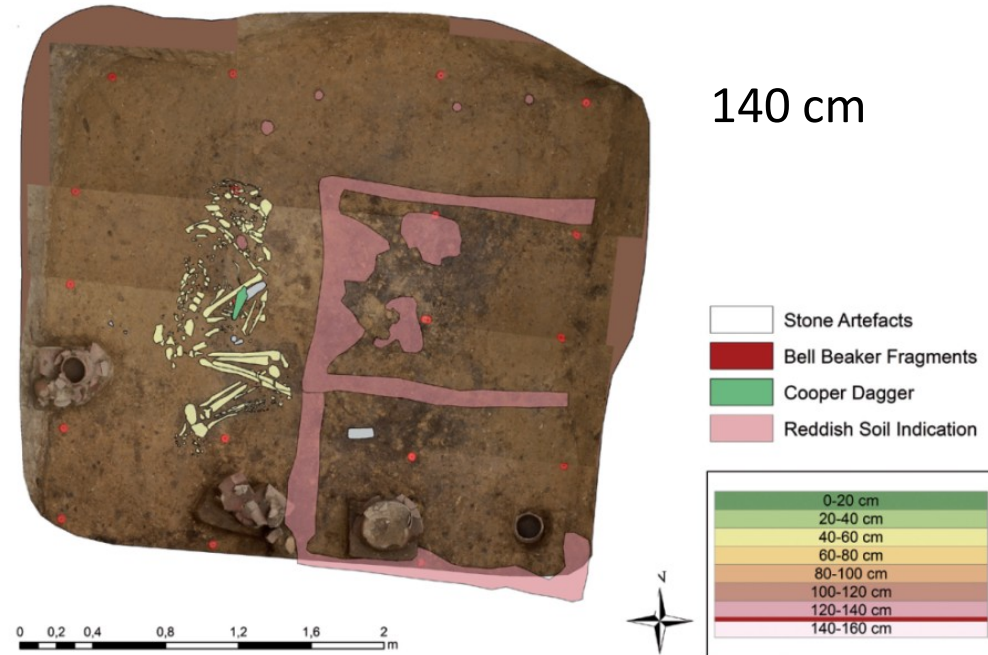
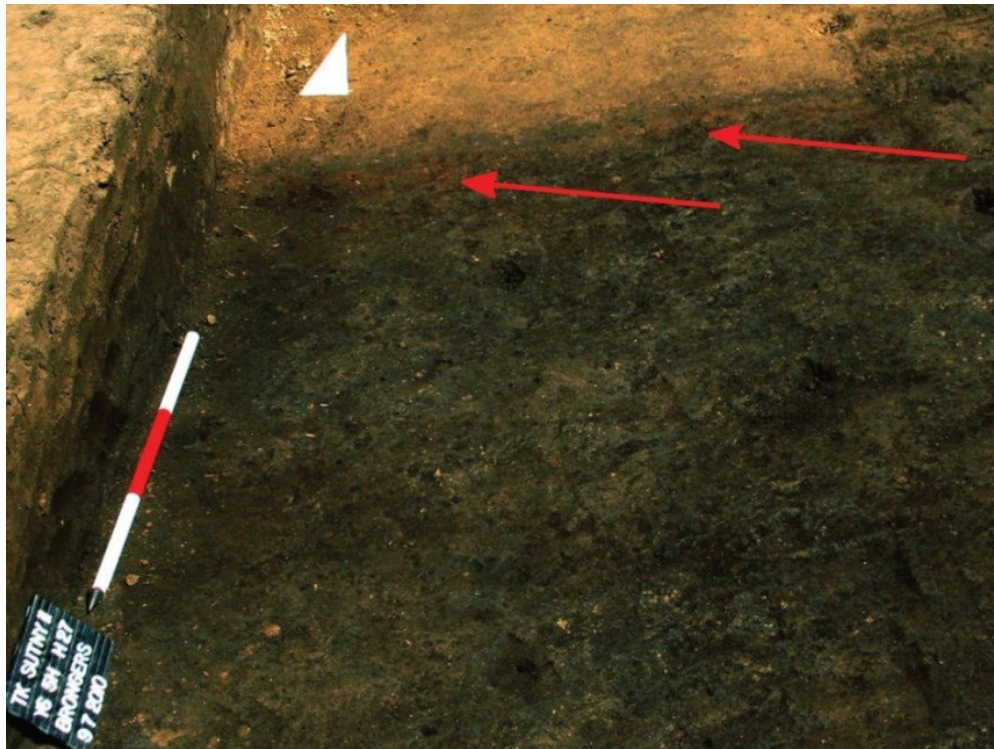
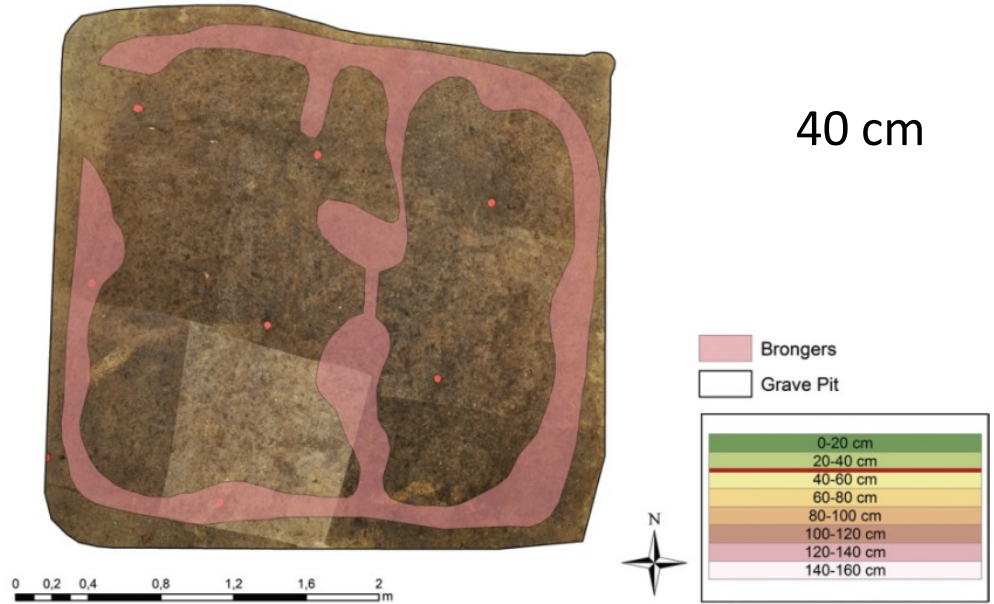


Kyjov (pohřebiště DSN)



# Těšetice - Kyjovice

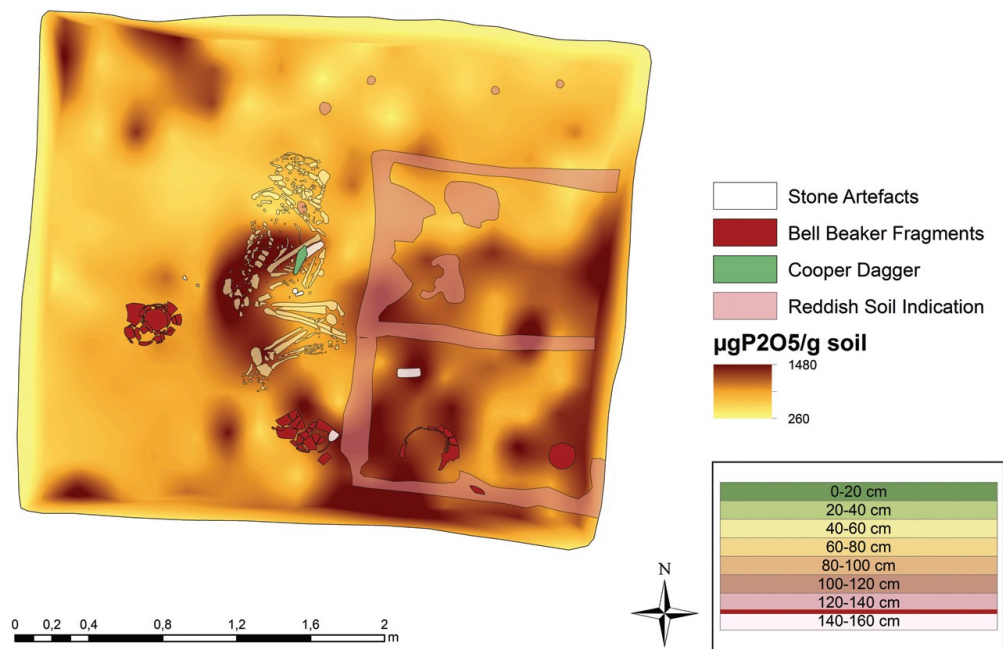
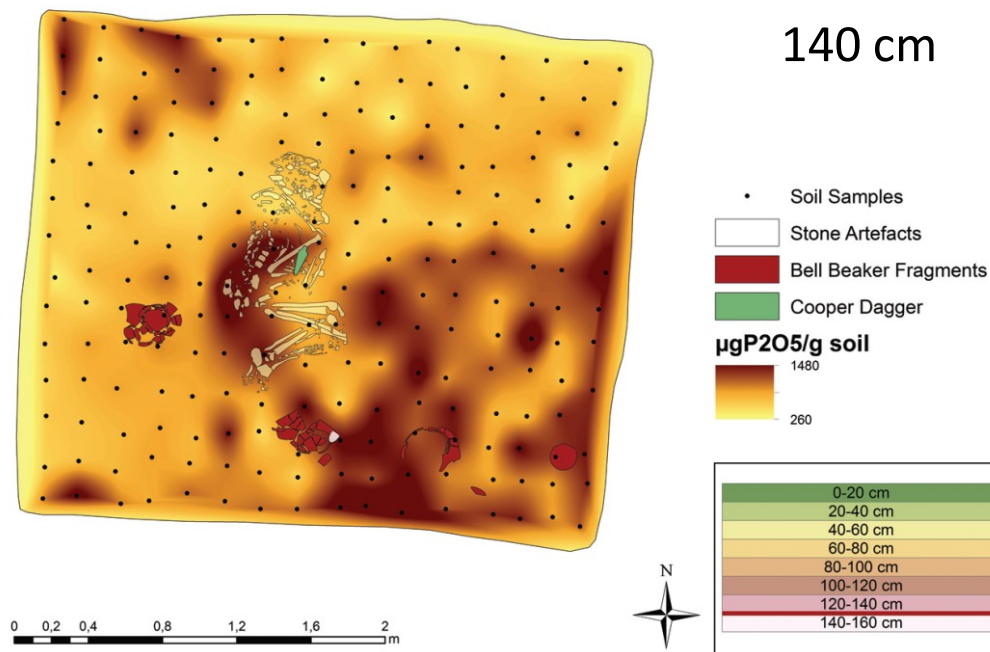
Hrob H 27, kultura zvoncovitých pohárů





# Těšetice - Kyjovice

Hrob H 27, kultura zvoncovitých pohárů





# Těšetice-Kyjovice



Hrob H 27, kultura zvoncovitých pohárů



# Laboratorní metody

pH

spektrofotometrie



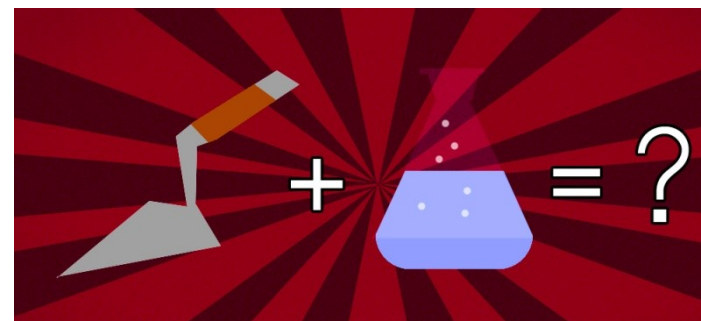
XRF

## Pokročilé analytické metody

prvková analýza

organická analýza

analýza DNA





# Optická emisní spektrometrie s indukčně vázaným plazmatem (ICP-OES)



Multiprvková analýza

Stanovení fosforu a dalších prvků (Fe, Cu, Pb, K, ...)





# Rentgenofluorescenční analýza

Prvková analýza, zejm. těžké kovy



# Obsah organické složky

- Humus
- Rezidua tuků a proteinů

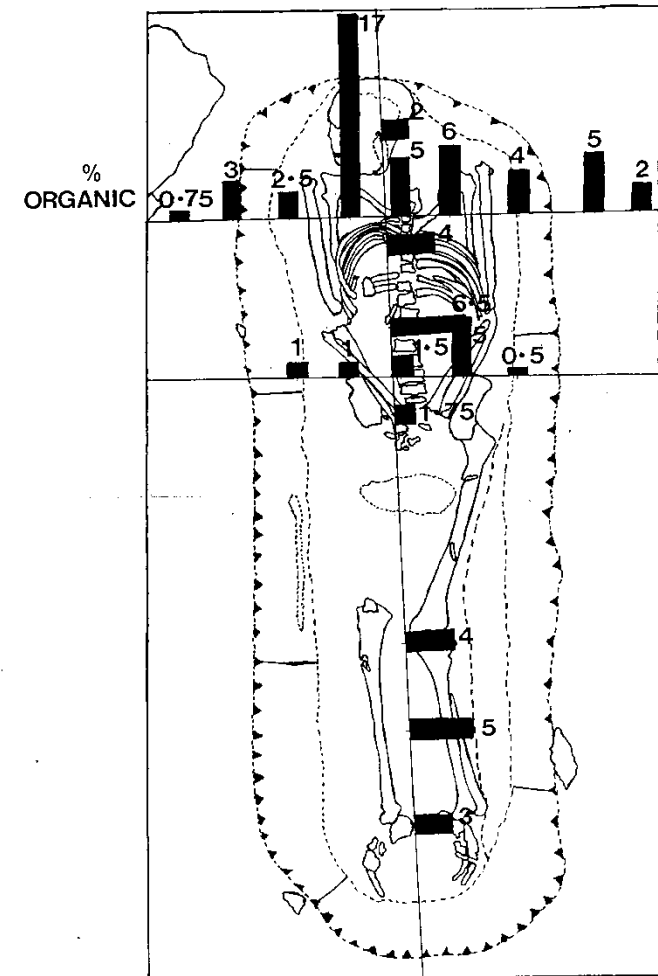
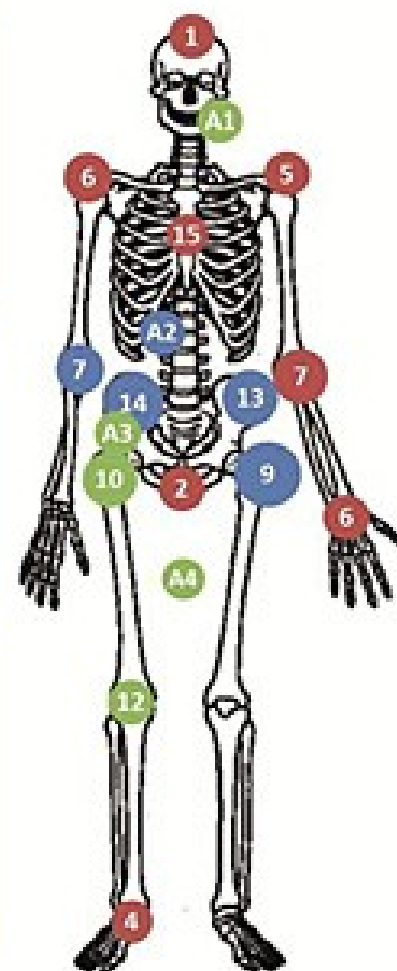
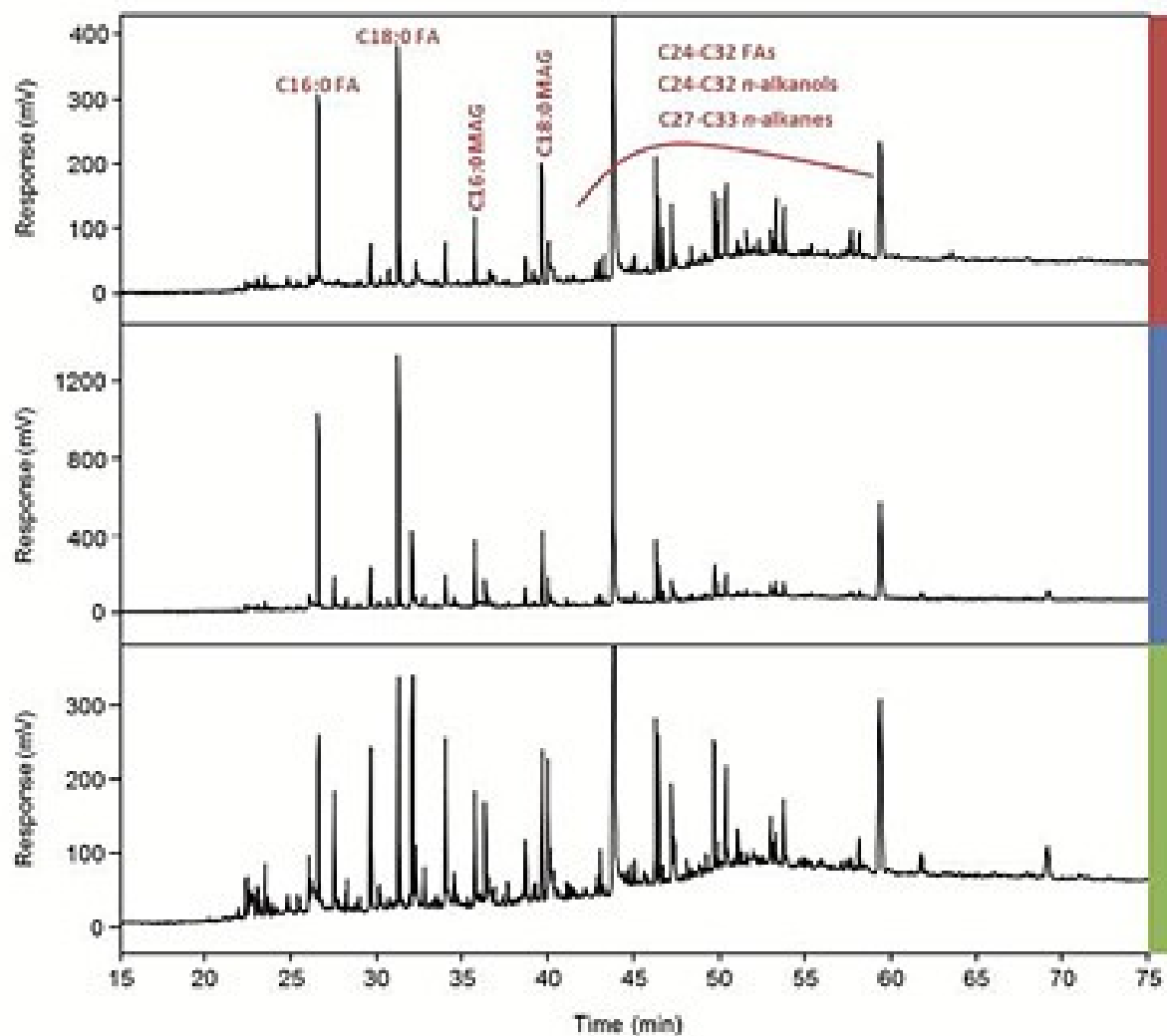


Figure 4. Schematic organic content of sand.

# Obsah organické složky



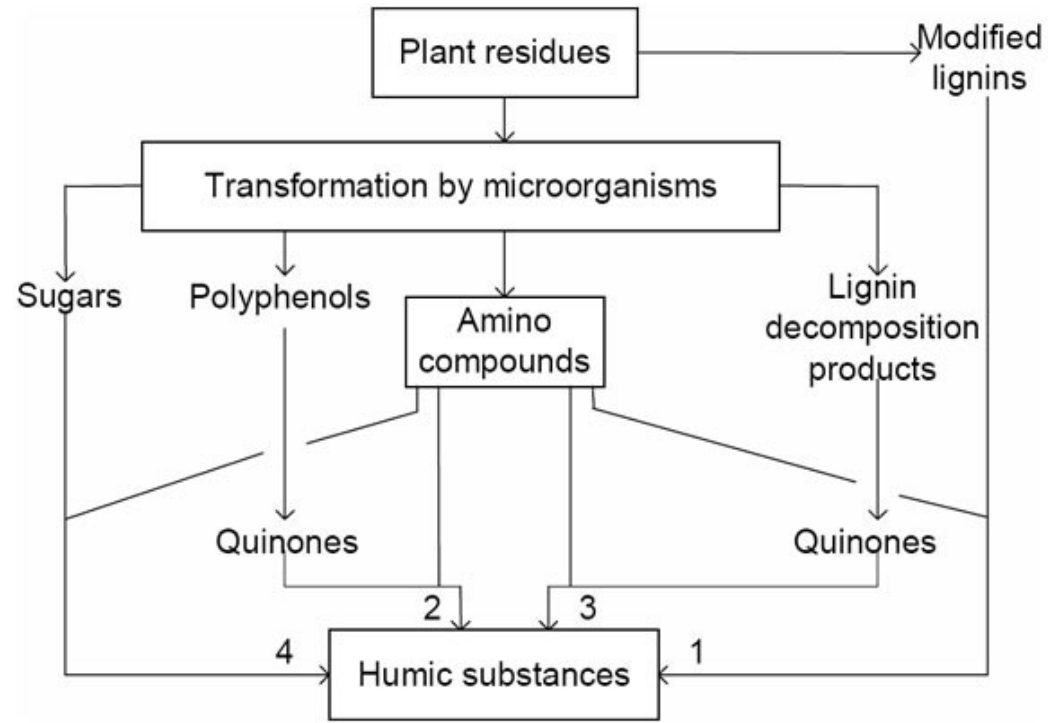
Weight of extract  
(mg gTOC<sup>-1</sup>)

- 10-30
- >30-40
- >40-50
- >50-60
- >60-70

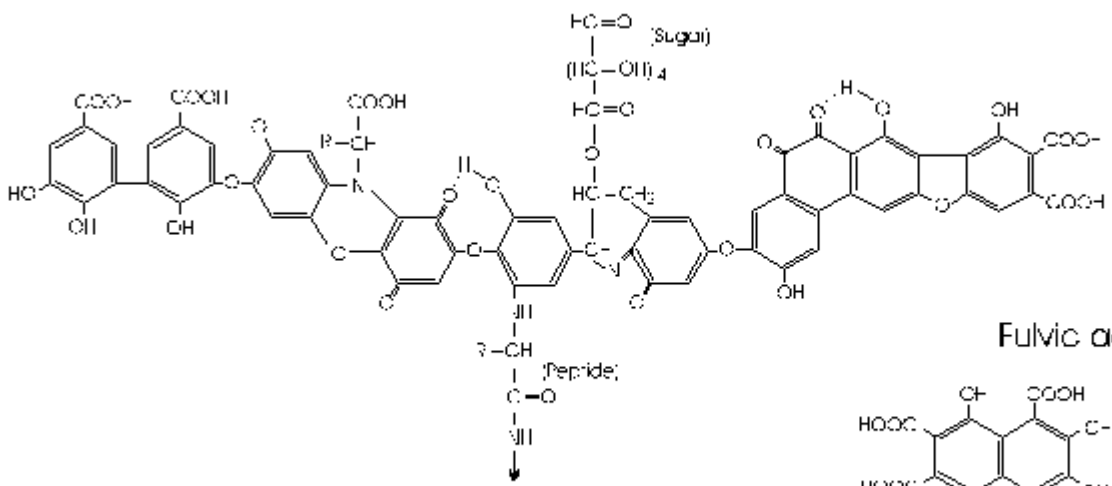


# Huminové kyseliny

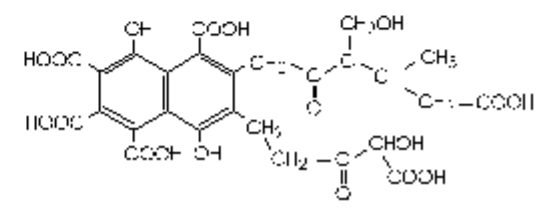
## Rozklad rostlinného materiálu



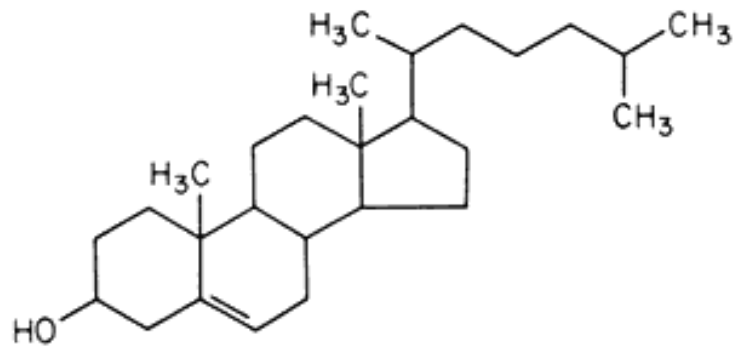
Humic acid



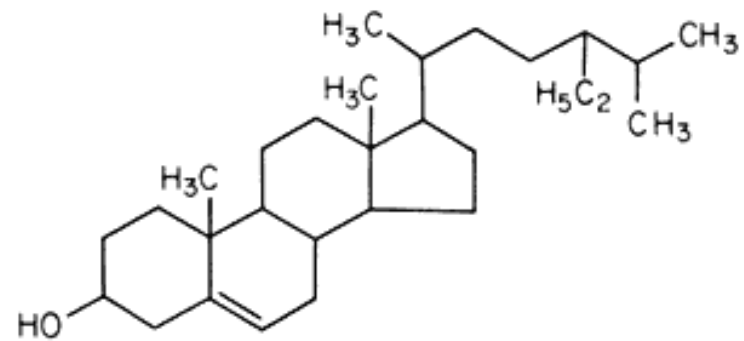
Fulvic acid



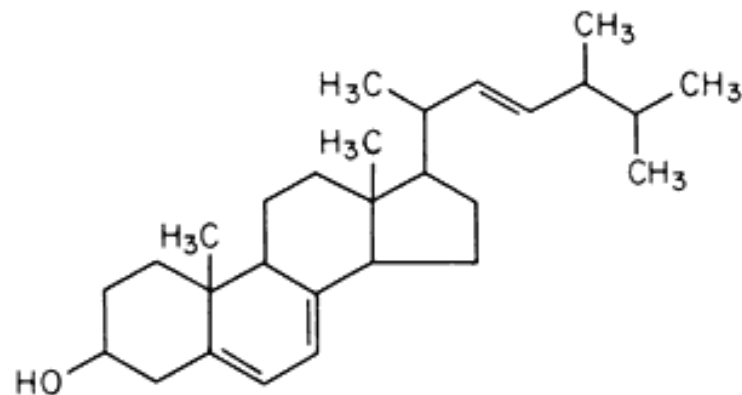
# Steroly – specifické biomarkery



Cholesterol



$\beta$ -Sitosterol



Ergosterol



# Steroly a stanoly

Fekální biomarkery

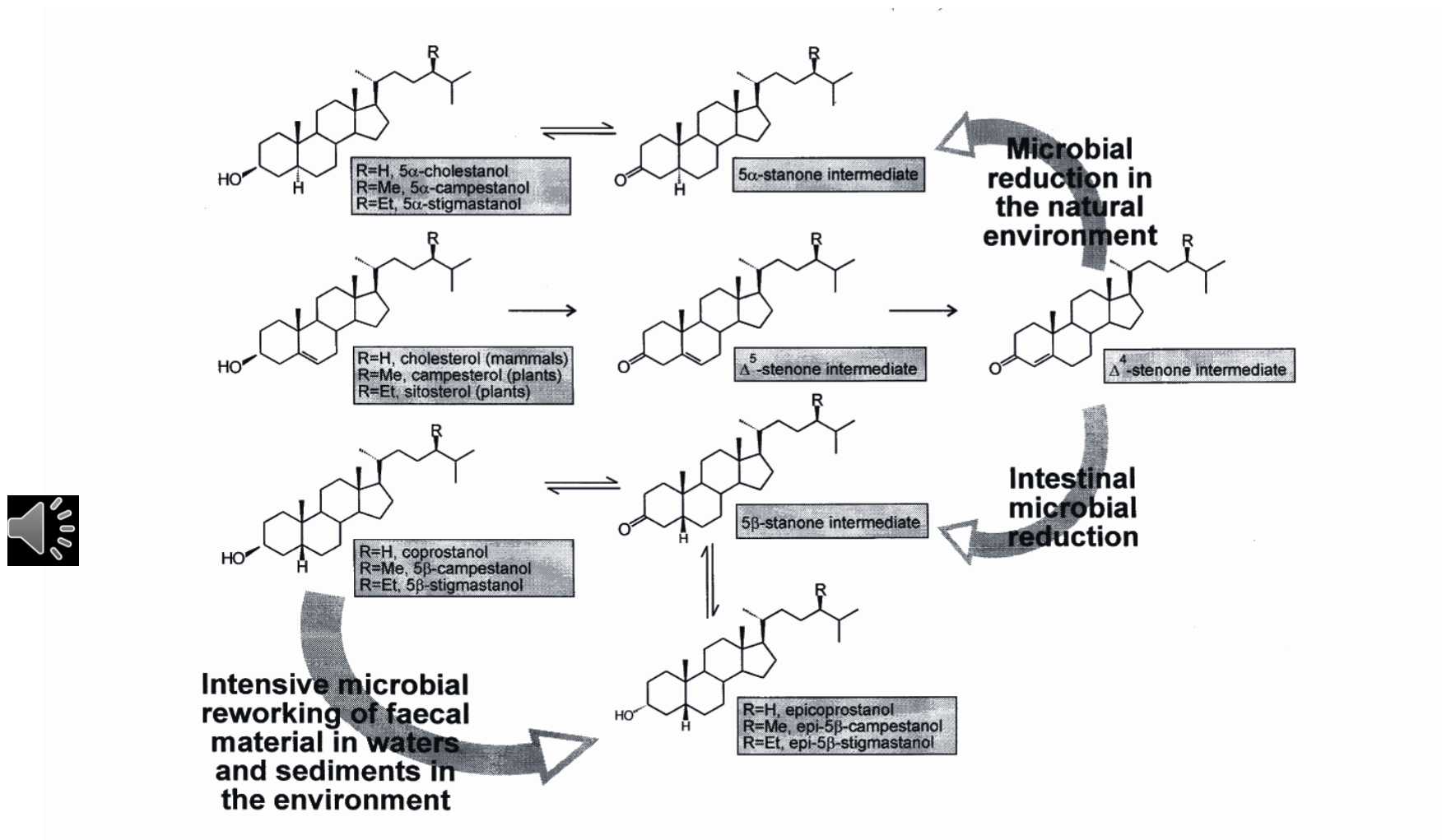


Fig. 1. A schematic detailing the formation of 5 $\alpha$ - and 5 $\beta$ -stanols, from their sterol precursors, in the natural environment and the mammalian gut.



# Žlučové kyseliny

Deriváty cholesterolu s detergentními vlastnostmi, které napomáhají solubilizaci tuků v trávicím traktu.

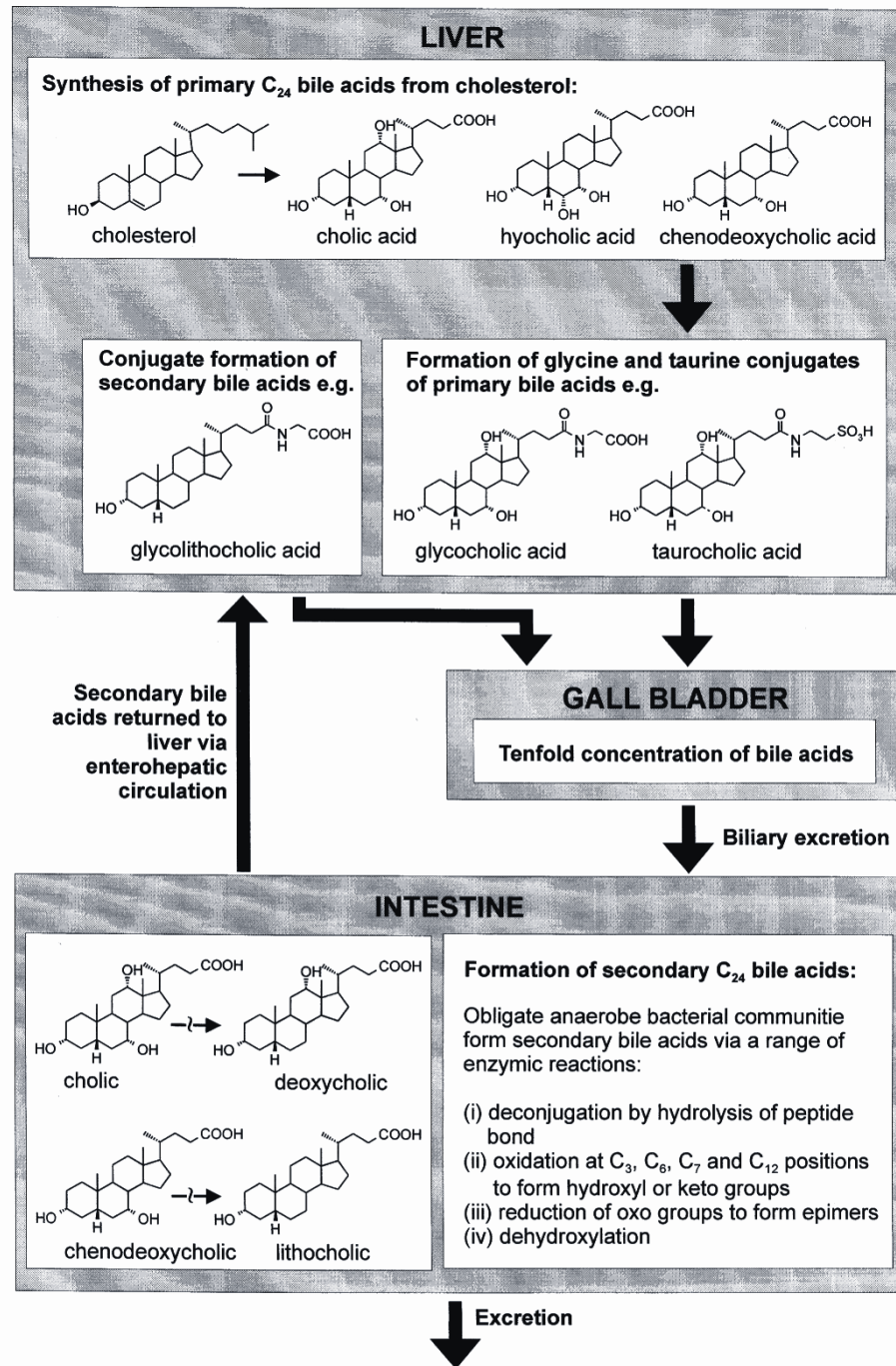
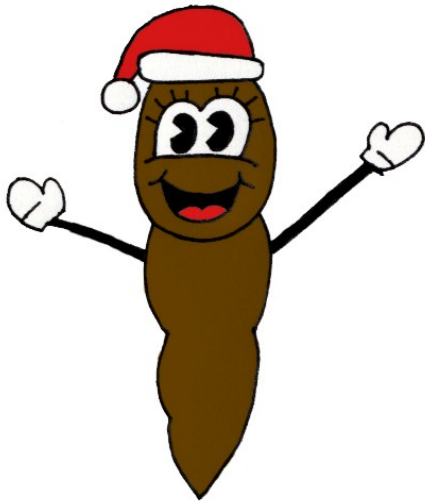


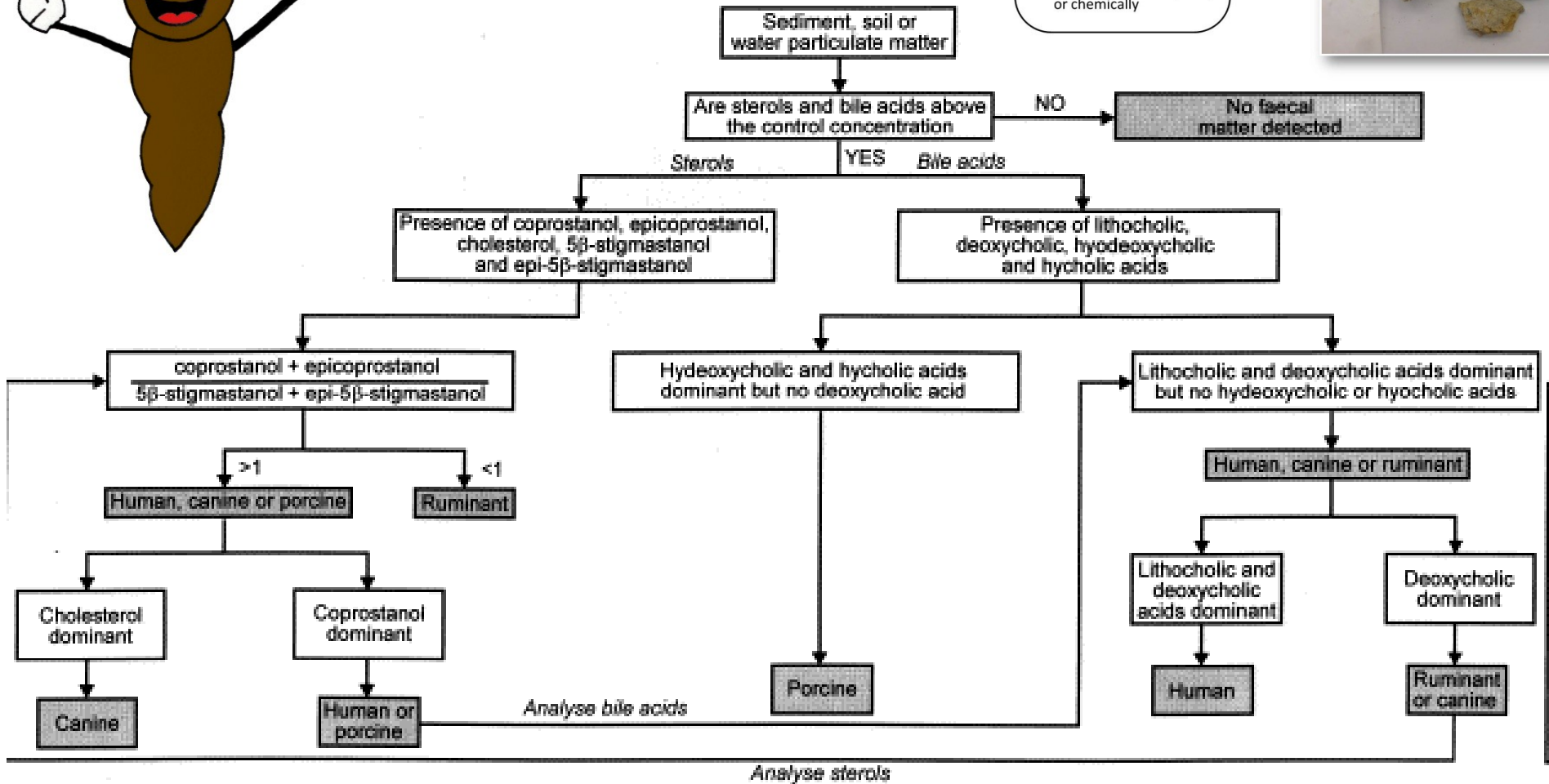
Fig. 2. An overview of the origin of primary bile acids and their conversion, after excretion from the gall bladder, to secondary bile acids in the intestine.

# Fekální biomarkery



## Identifying coprolites in the field

- May have a distinct rounded to sub-rounded morphology
- Can have a distinct orange/yellow colour
- Compressed deposits can still be recognised by colour and texture
- Can be confused with other decayed organic deposits
- May not be easily visible in the field, but can be detected microscopically or chemically



## Athény, doba římská

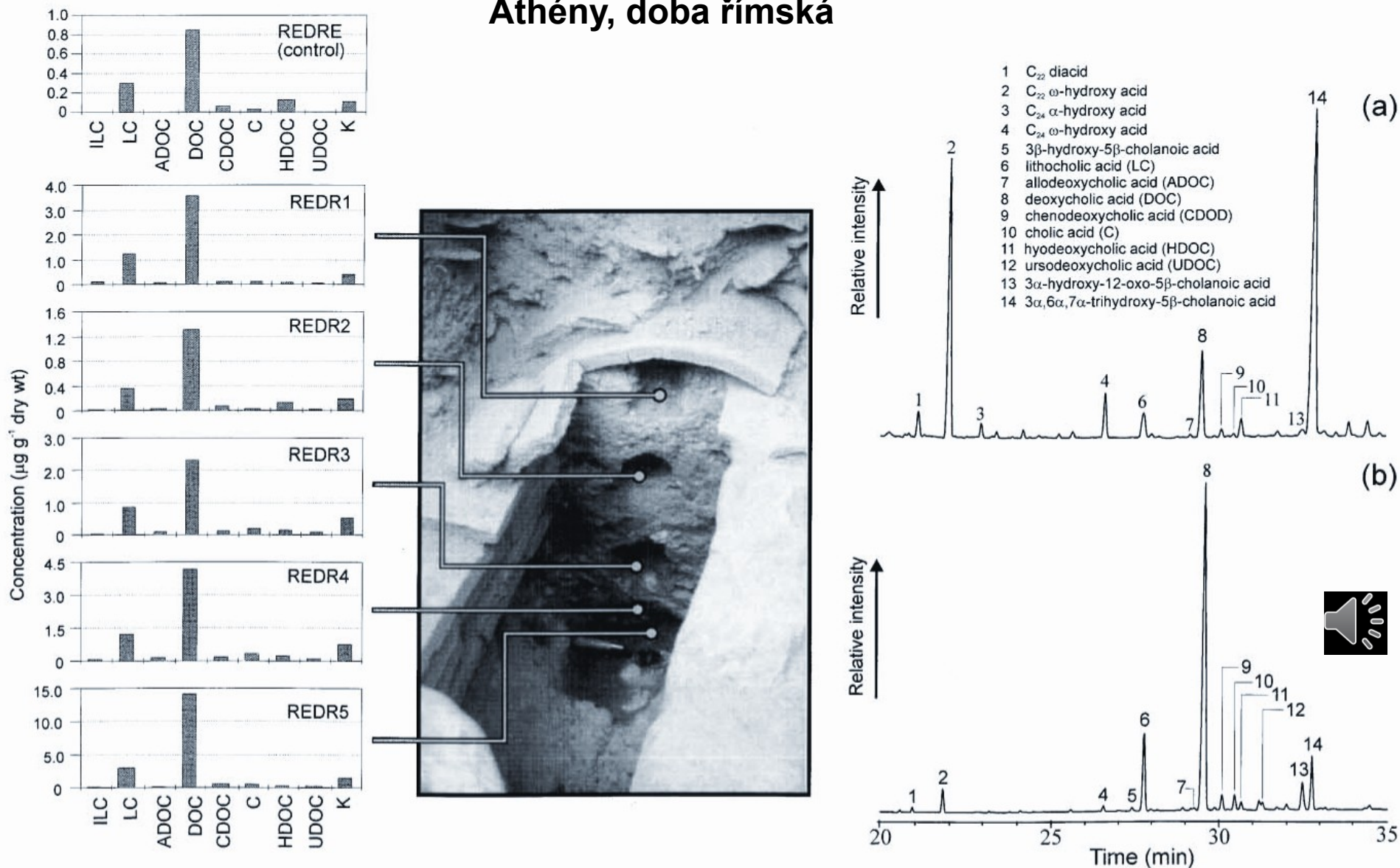


Fig. 3. Analyses of bile acids from a Roman drainage culvert excavated in Agora, Athens. Gas chromatograms of the bile acid profiles for the east control sample and sediment at the bottom of the culvert (REDR5) are displayed in (a) and (b), respectively. (c) Depicts histograms for the control (REDRE), and samples taken progressively deeper down the sides of the drain (REDR1-4) and the sediment (REDR5) in the bottom of the drain (see inset photograph).





# Analýza DNA

