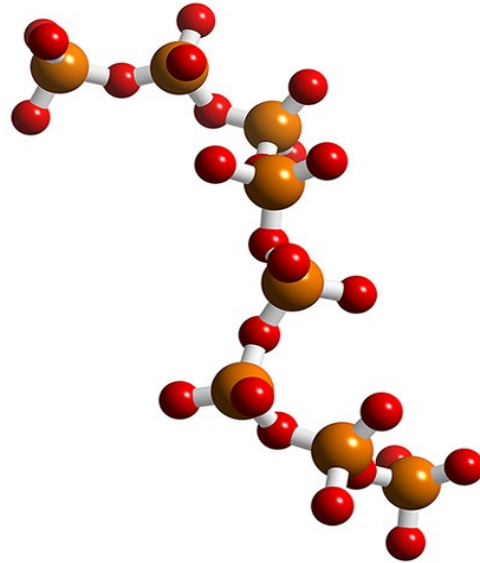
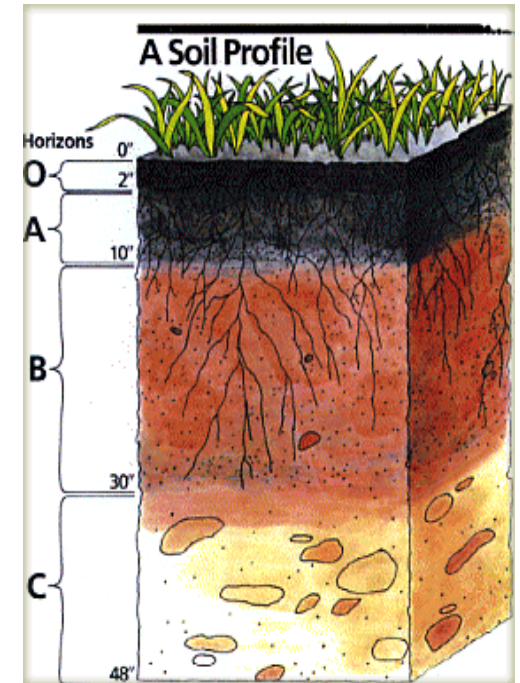
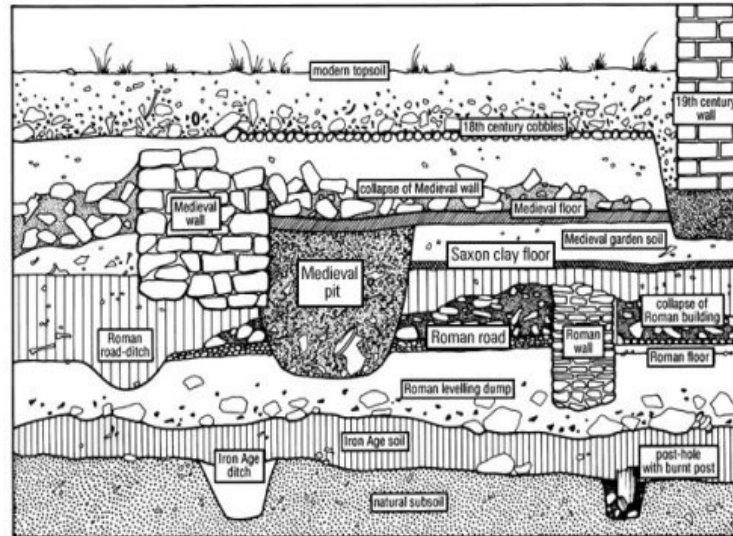


Chemie a archeologie II



Půda a její vlastnosti

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



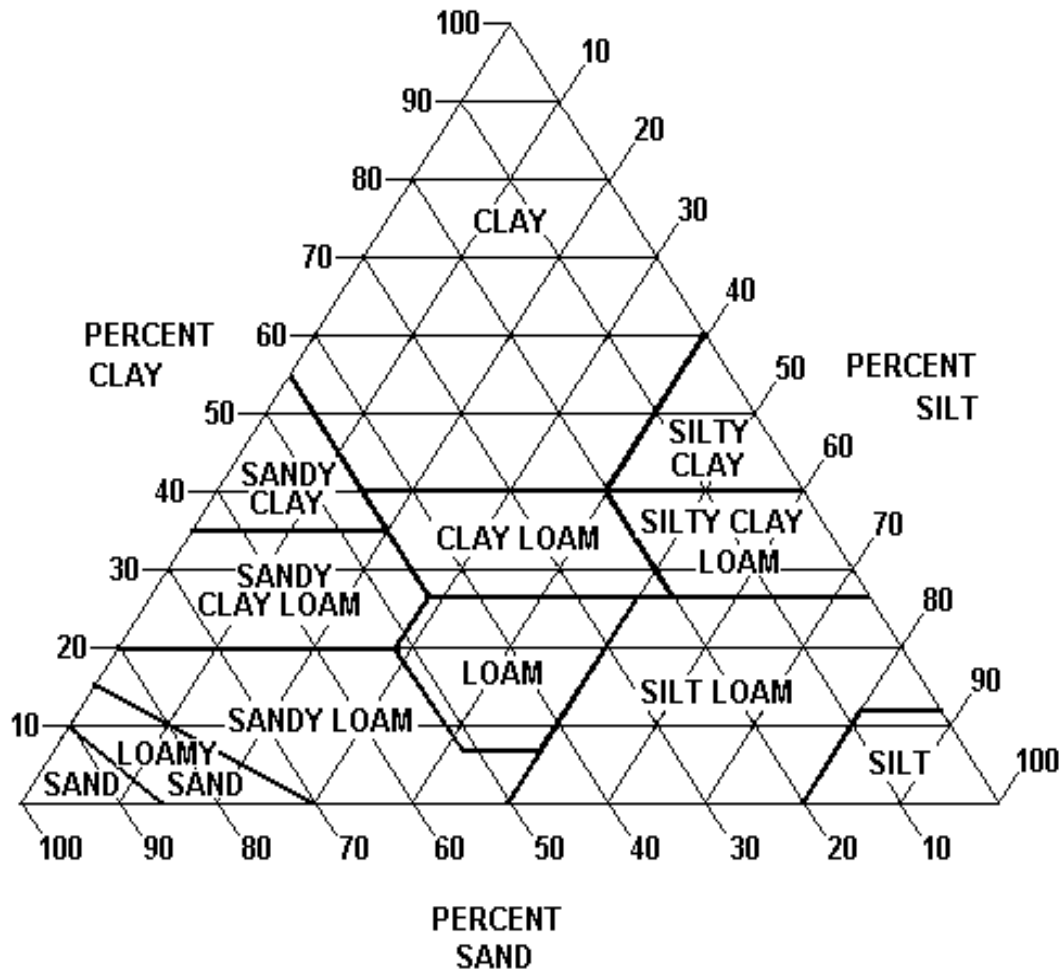
Zbarvení půdy

Munsellova škála



Textura půdy (analýza zrnitosti)

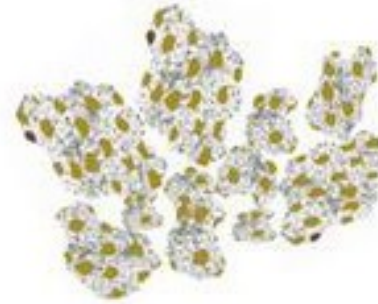
Síta o různé velikosti ok



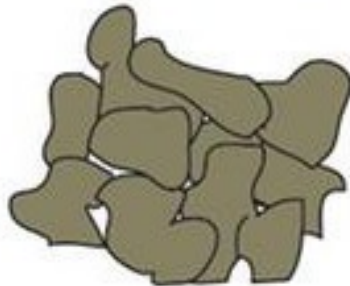
Struktura půdy



Granular (high permeability)



Aggregated (high permeability)



Blocky (moderate permeability)



Columnar/prismatic (moderate permeability)

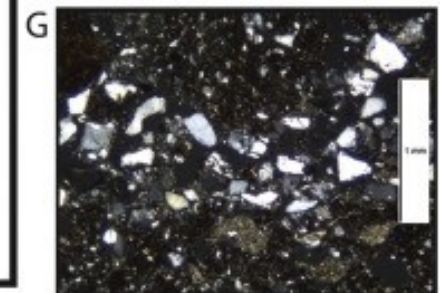
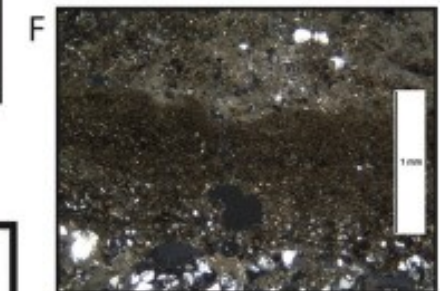
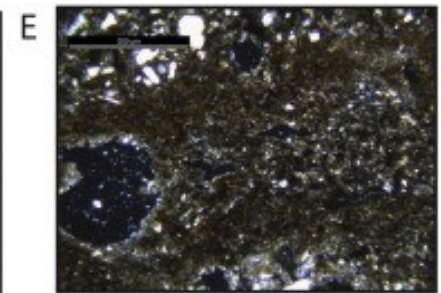
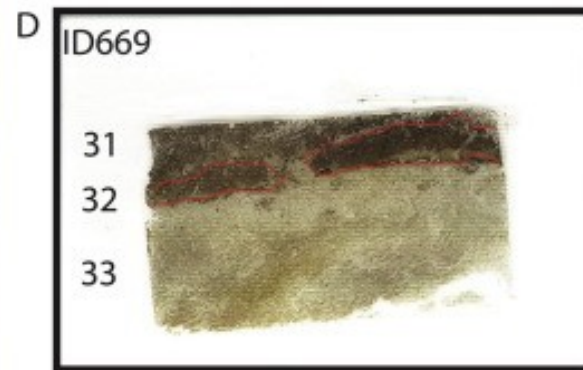
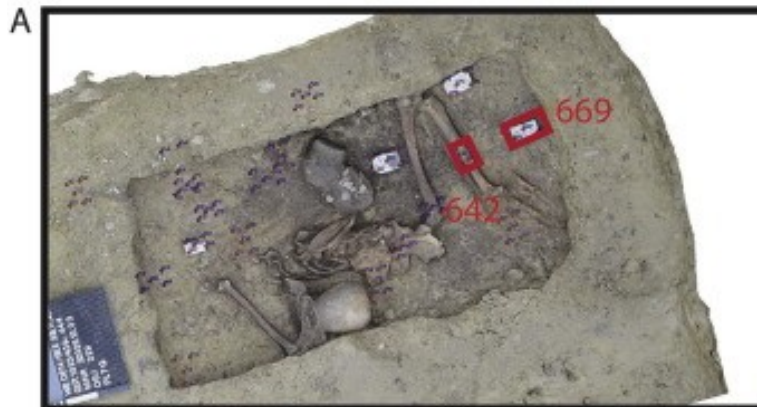
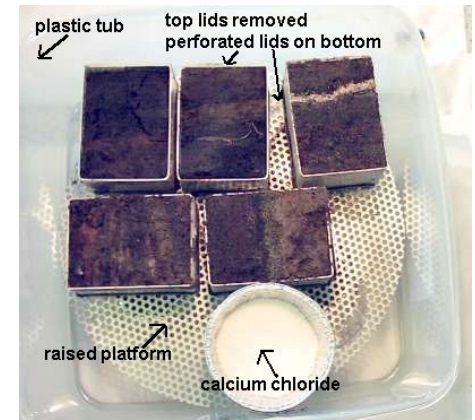


Platey (low permeability)



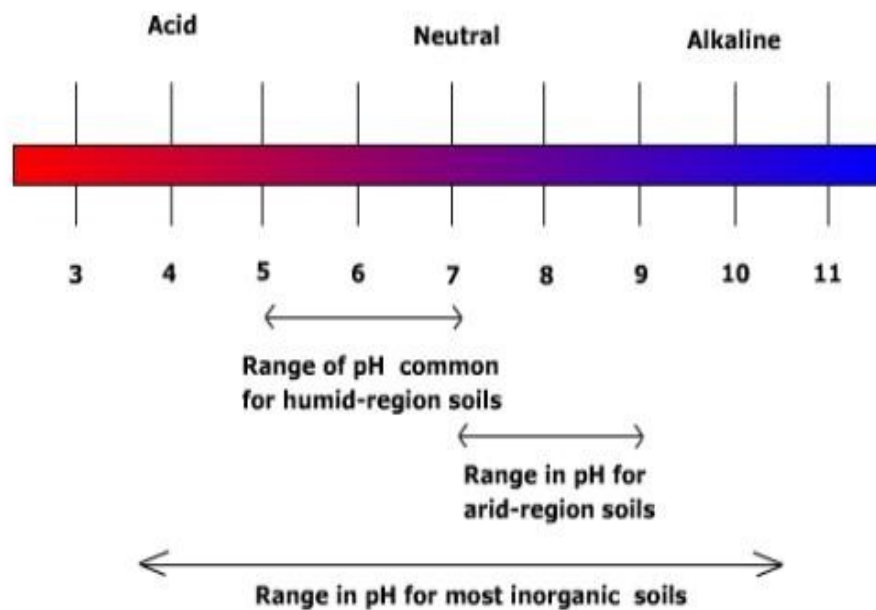
Massive (low permeability)

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
kyselá	4,6 – 5,5
slabě kyselá	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

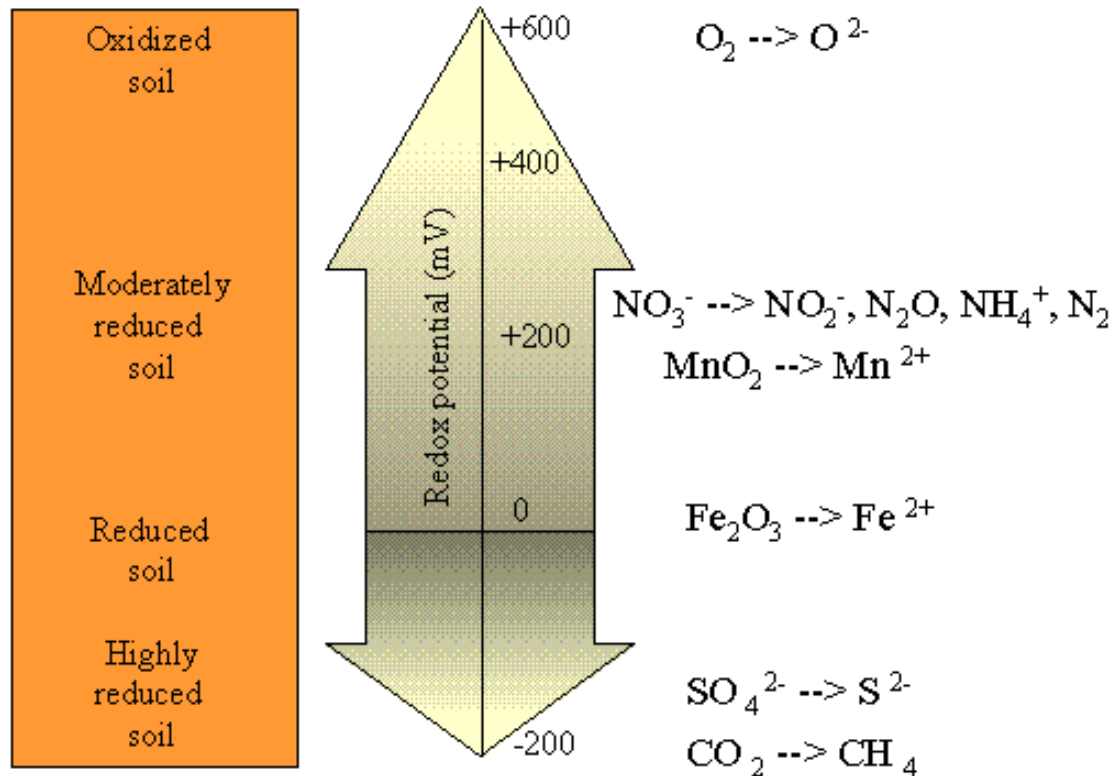
Oxidačně-redukční potenciál



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



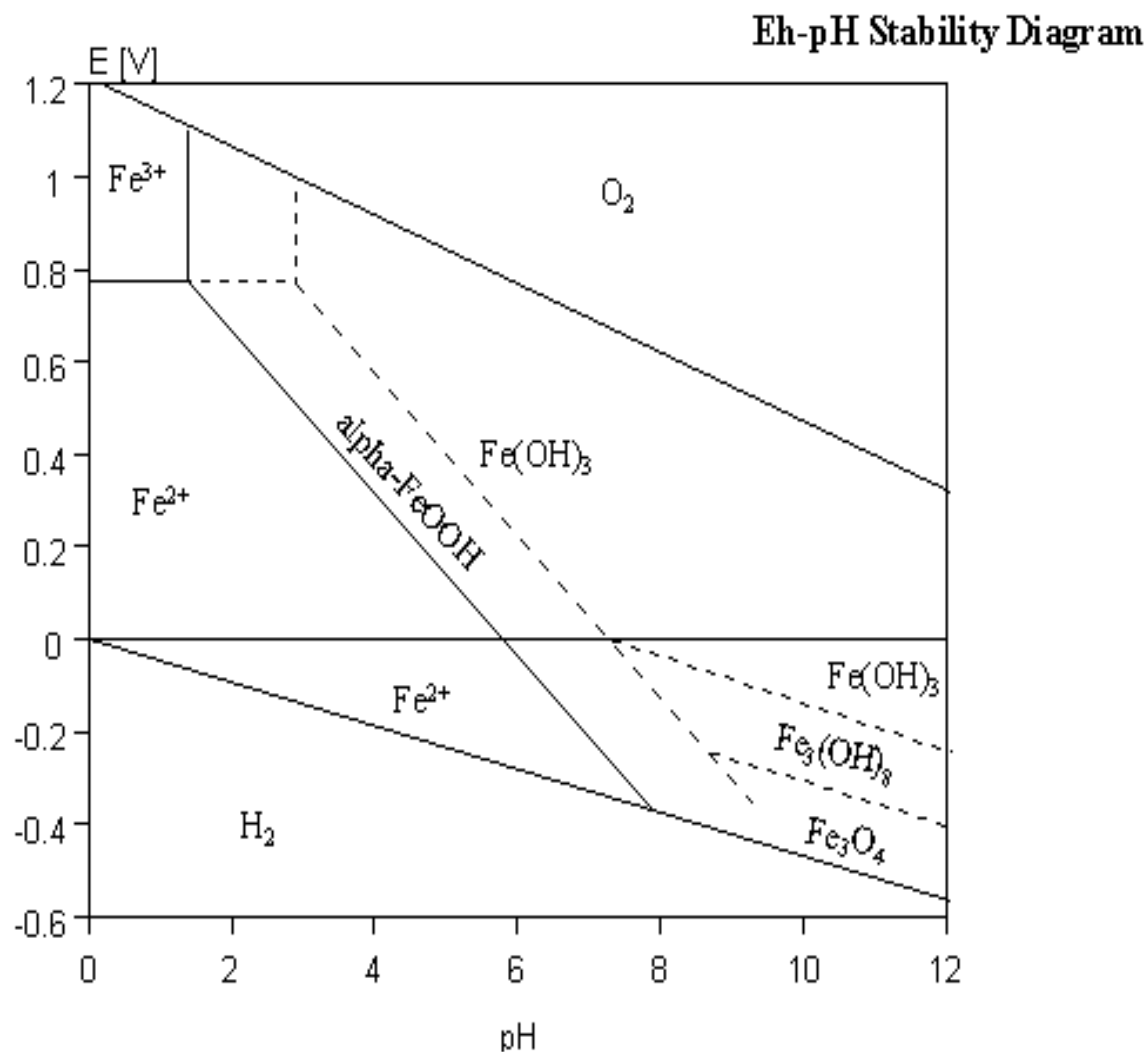
Odhad redoxních podmínek

Přímé měření

Poměr krystalických a
amorfních oxidů
železa

Přítomnost Fe^{2+}
a/nebo S^{2-}

Charakter koroze
kovových artefaktů



Stanovení fosforu

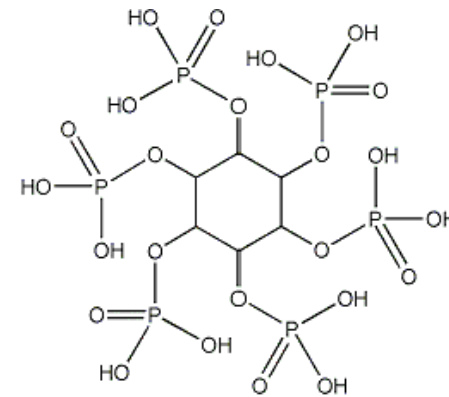
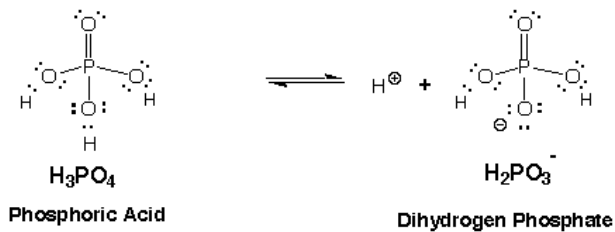
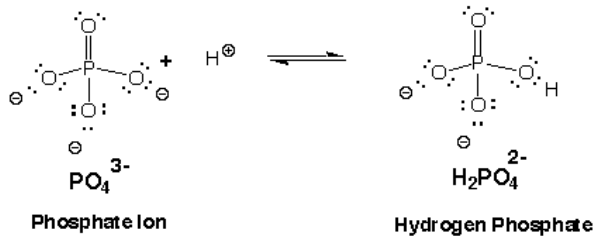
CELKOVÝ FOSFOR

Anorganický

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

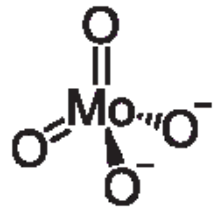
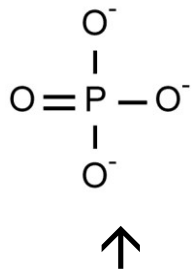
Organický

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

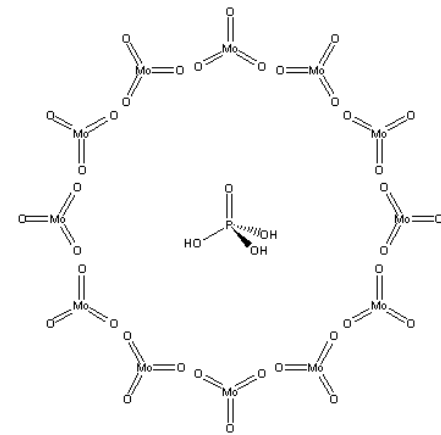
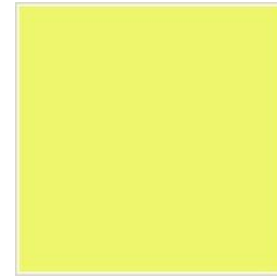


Molybdenová reakce

Fosfát + molybdenan \rightarrow fosfomolybdenová žluť



+



kys. askorbová

\downarrow



Vzorek

+

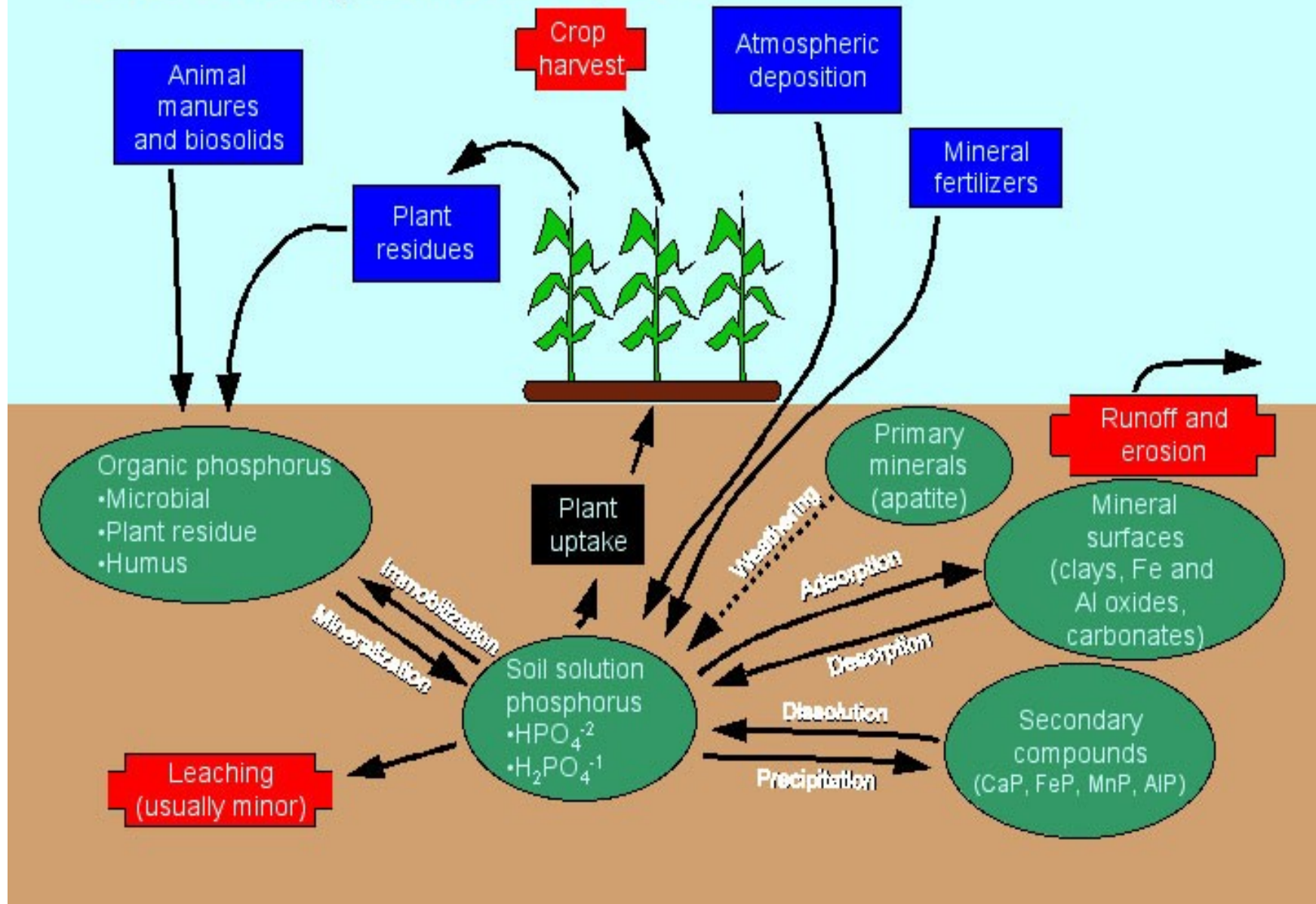
HCl

fosfomolybdenová modř



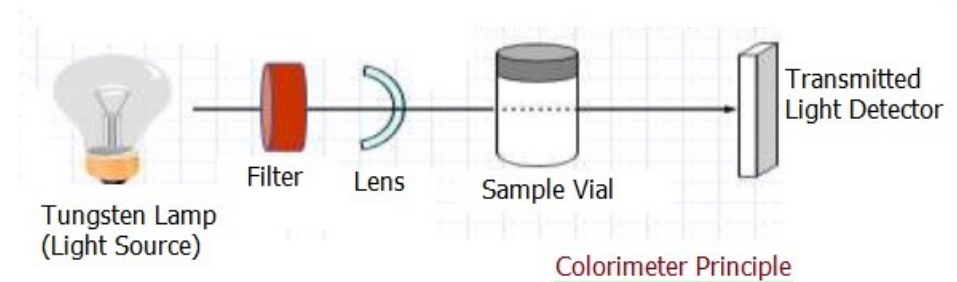
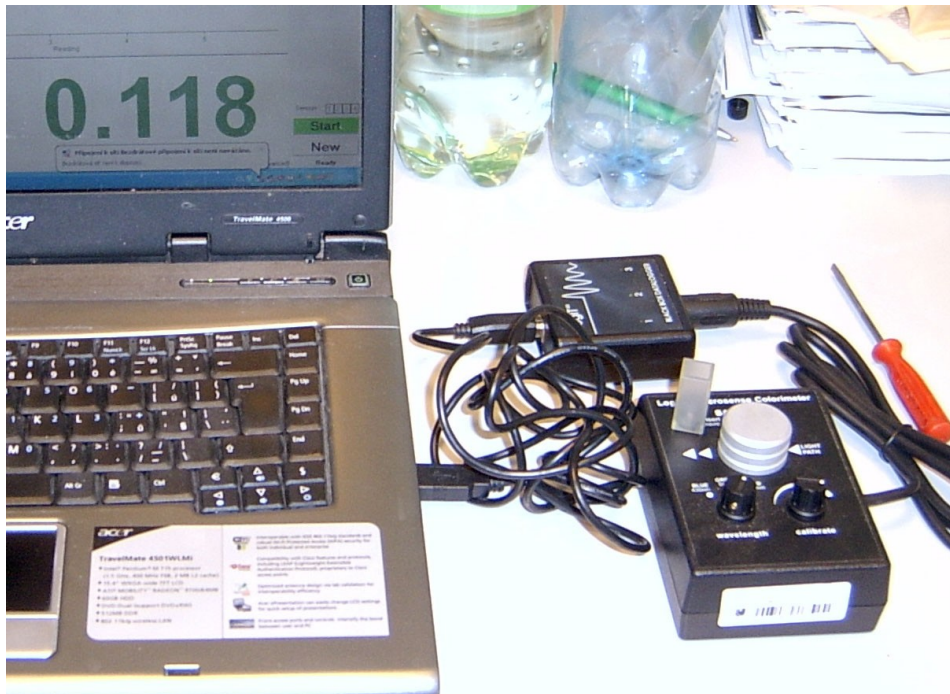
The Phosphorus Cycle

Component Input to soil Loss from soil



Extrakce a stanovení fosfátů

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



Kolorimetrie

Fosfor

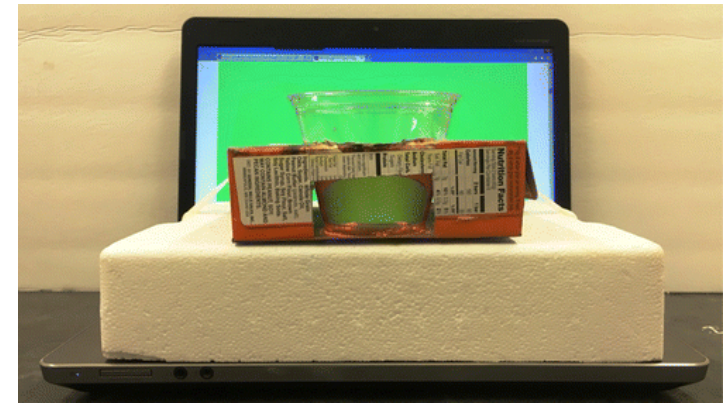
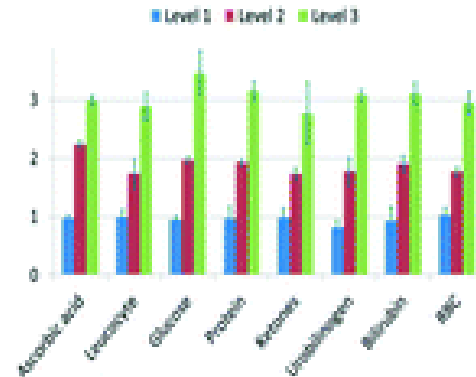
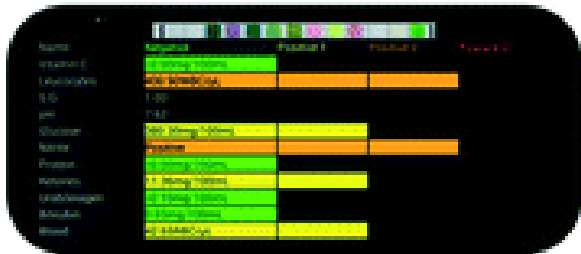
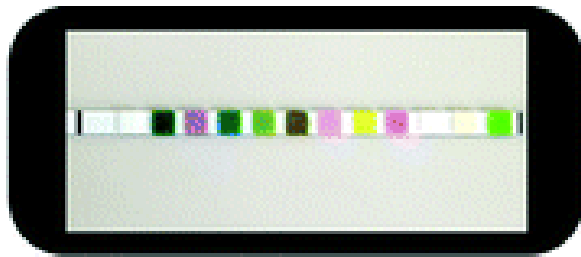
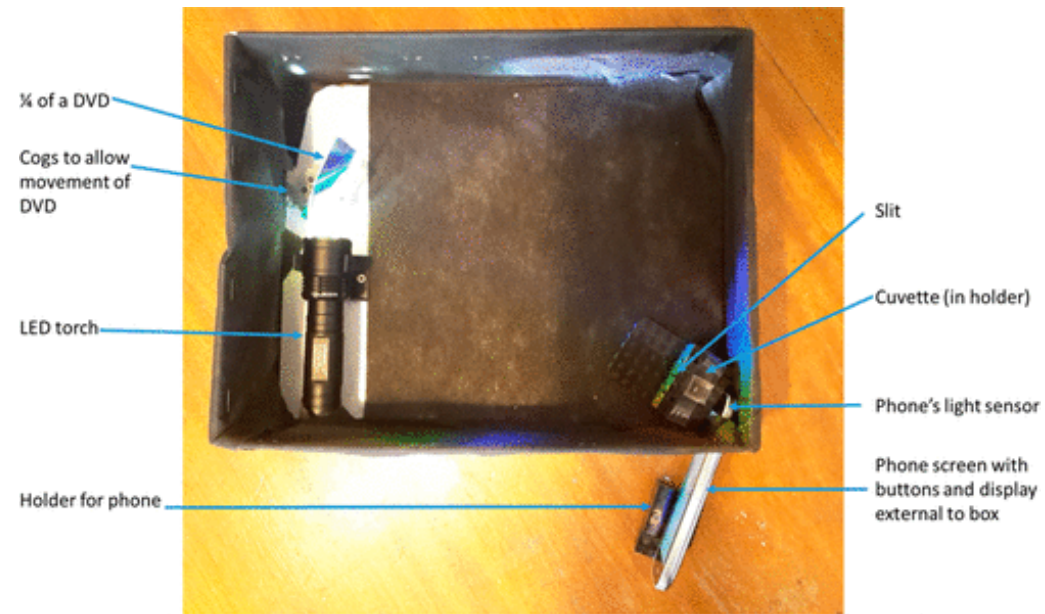
pH

Železo

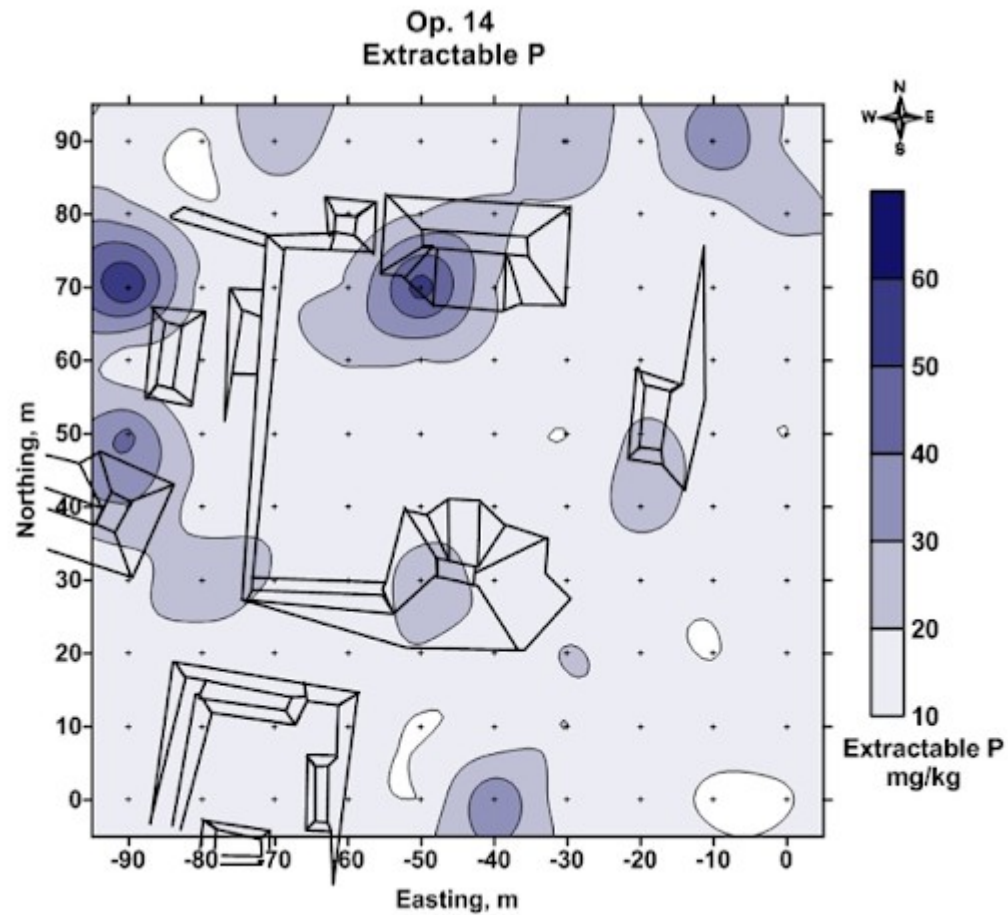
Dusík (amoniakální, nitrátový)



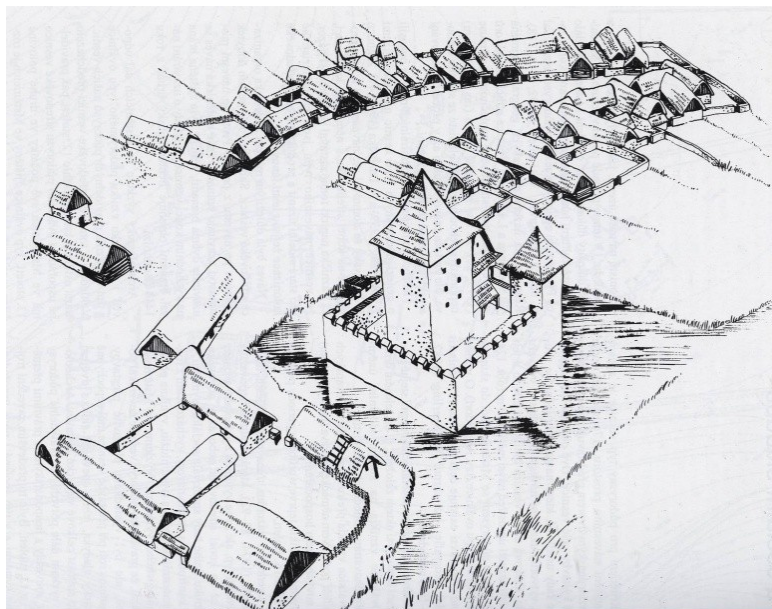
Kolorimetrie - aplikace mobilního telefonu



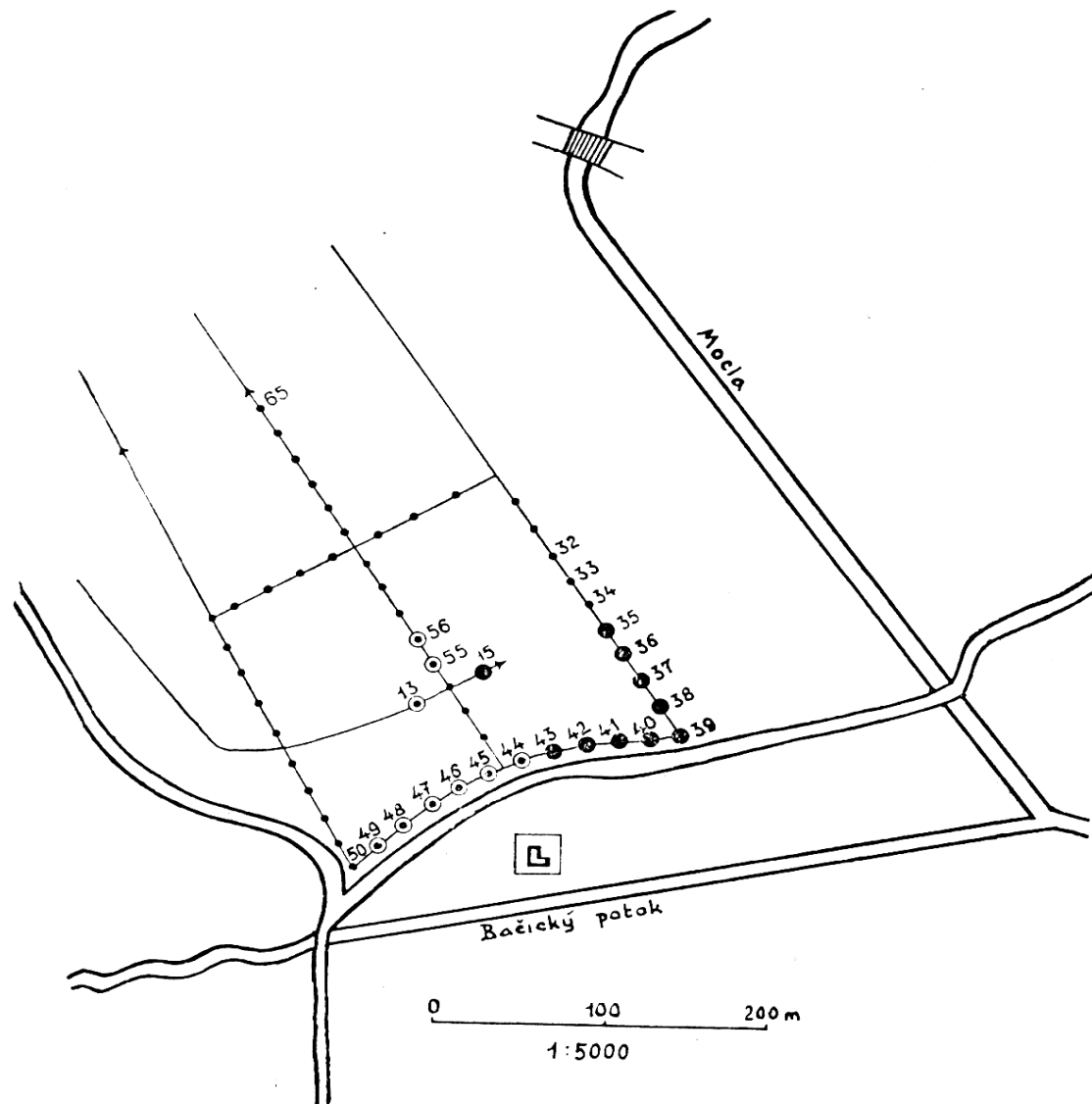
Prospekce sídelních areálů



Mstěnice



ZSV Mstěnice
(JZ Morava)



Plán sond k fosfátové půdní analýze.
● Vyznačena místa s obsahem fosforu podstatně zvýšeným.

Fosfor v sídlištních objektech

Akumulace fosforu v důsledku antropogenní činnosti

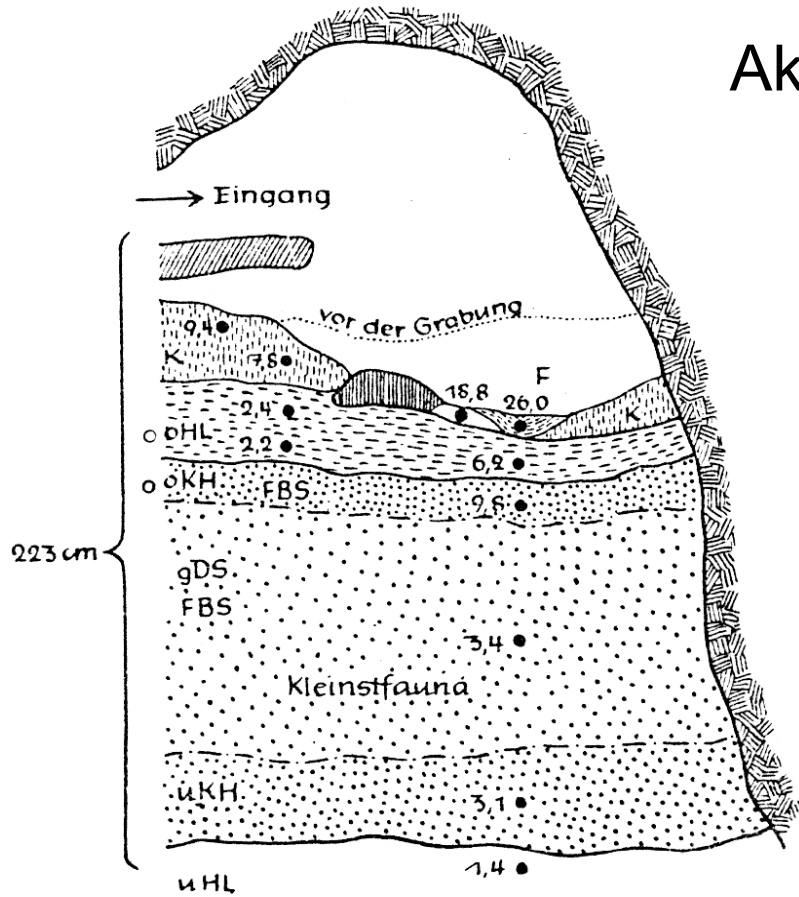


Abb. 3. Phosphatgehalt in der „Jungfernhöhle“ in Oberfranken.

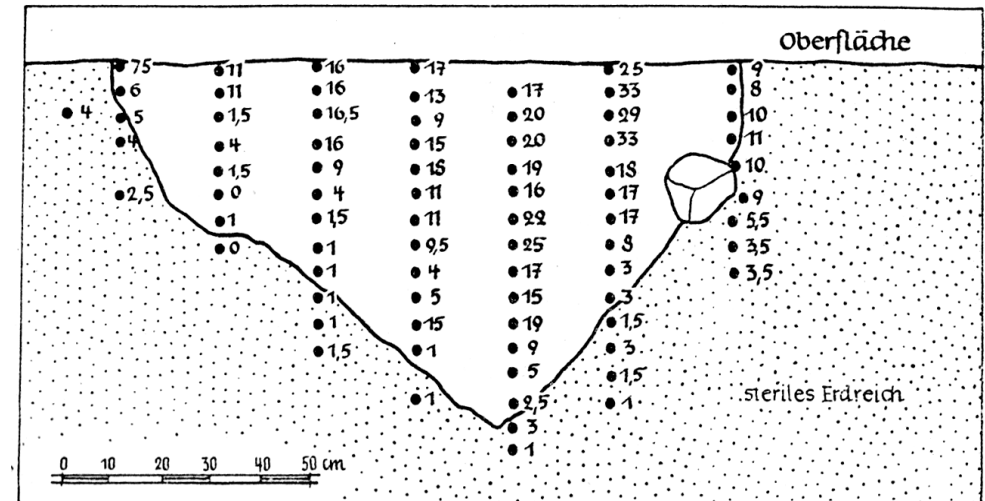
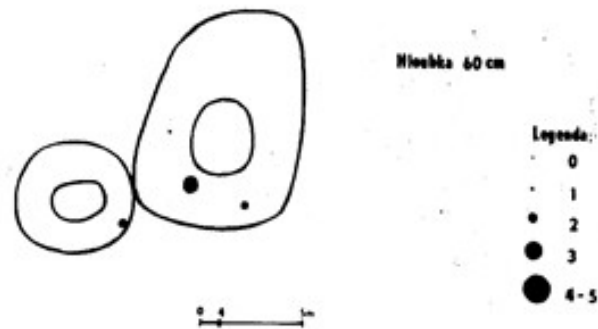
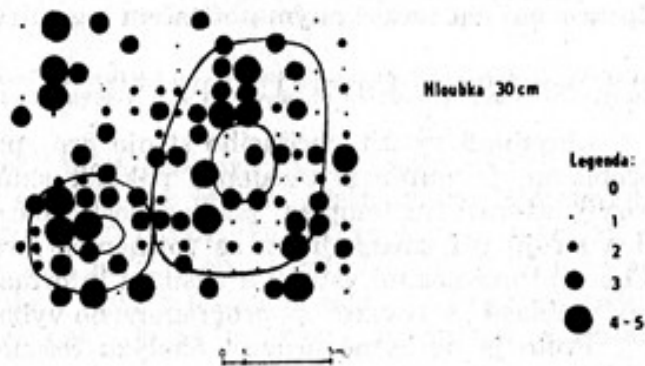
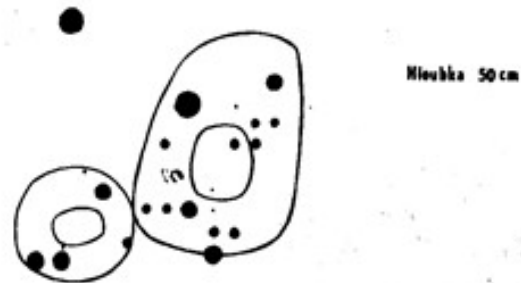
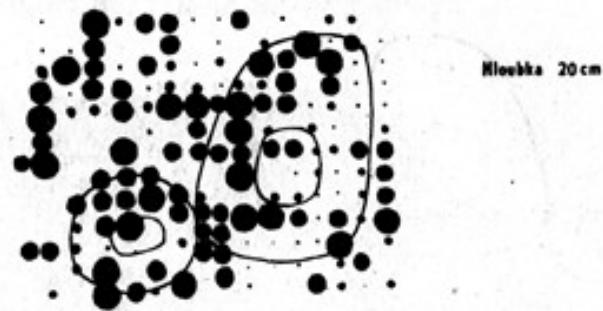
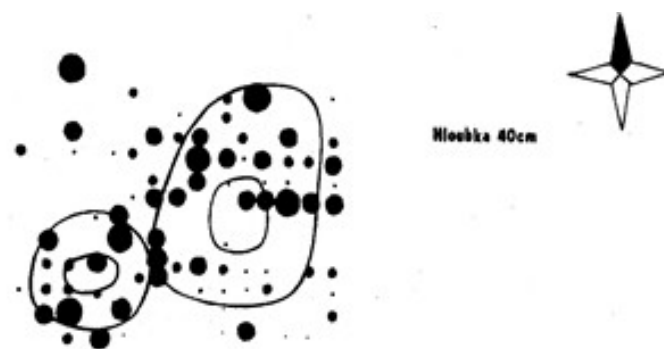
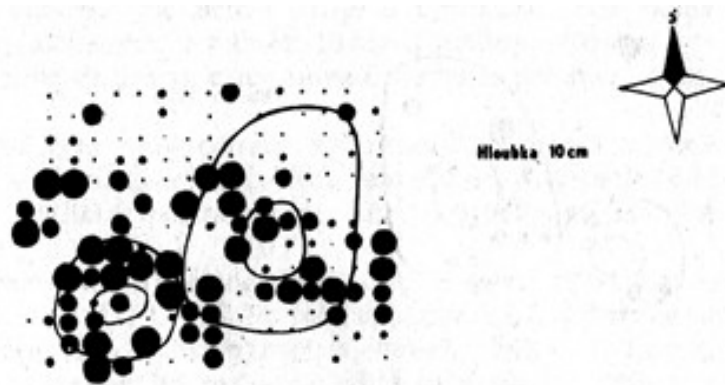


Abb. 2. Phosphatschicht einer Grube von Muldenstein I.

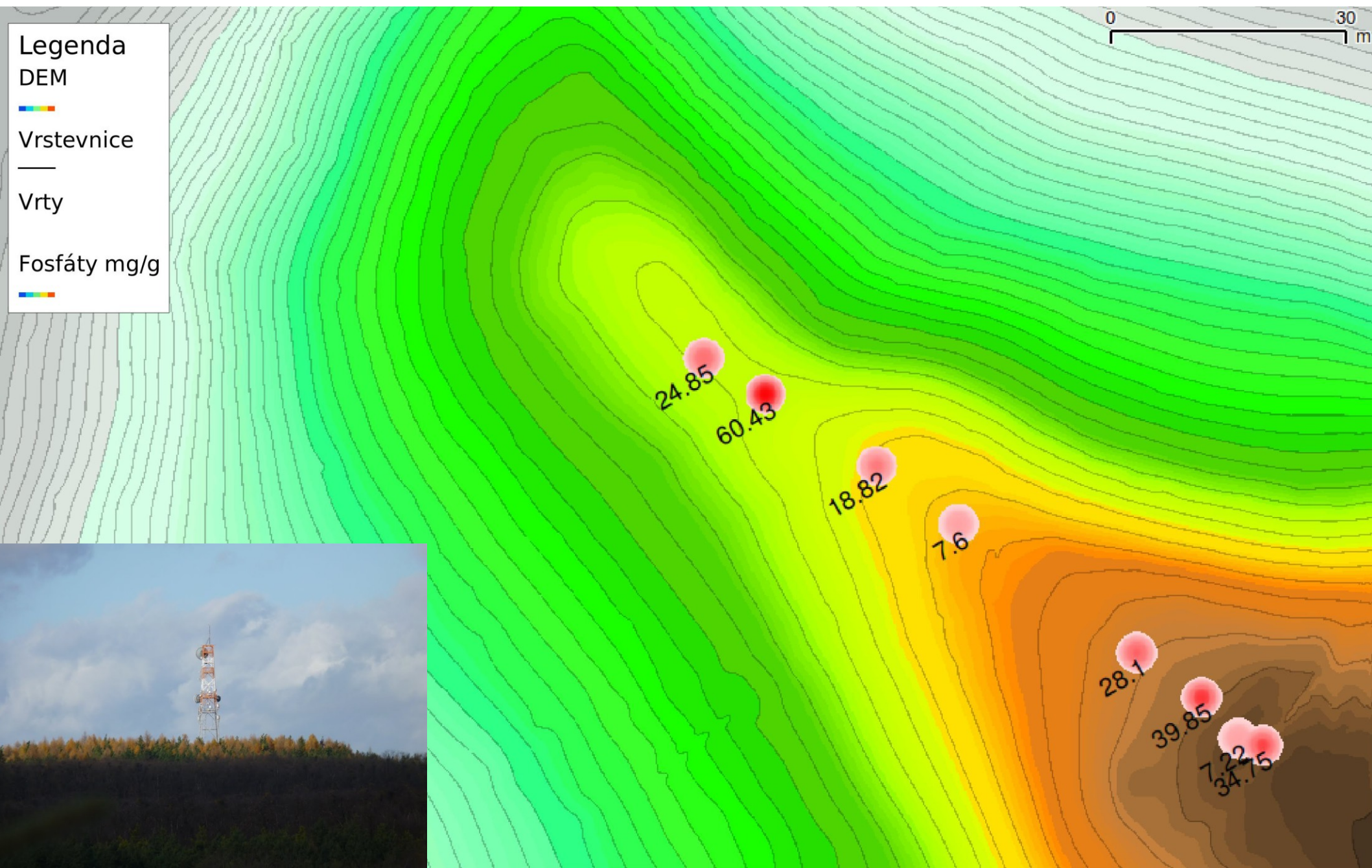
Potálov



ZSV Potálov
(J Čechy)

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

Suchohrdly-Deblínek



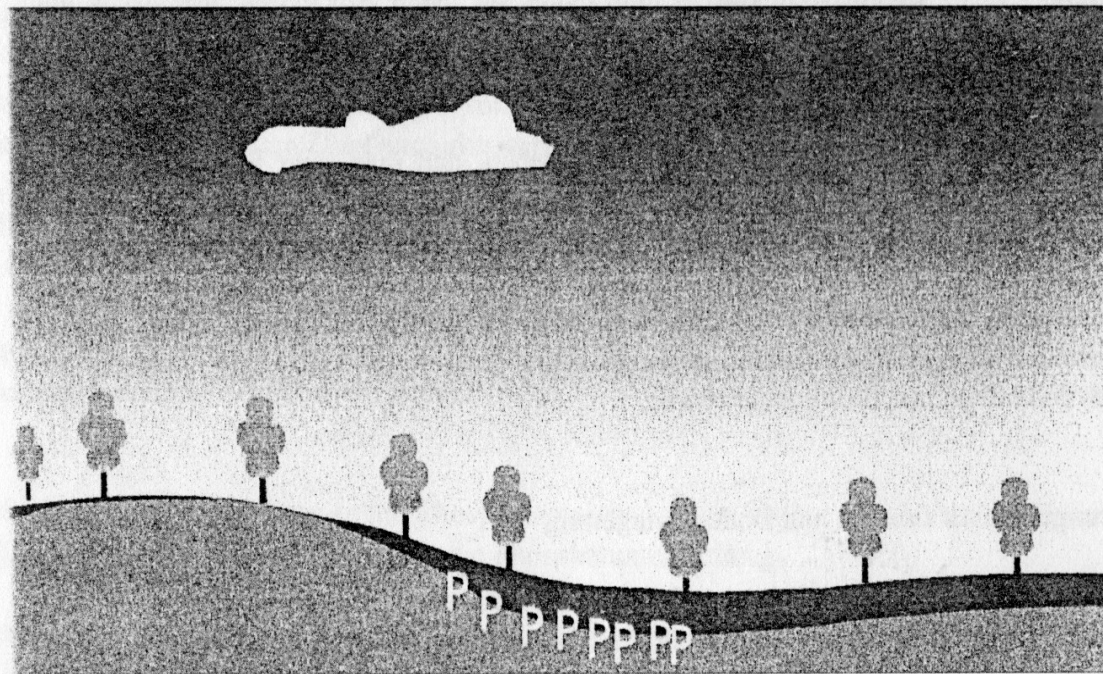
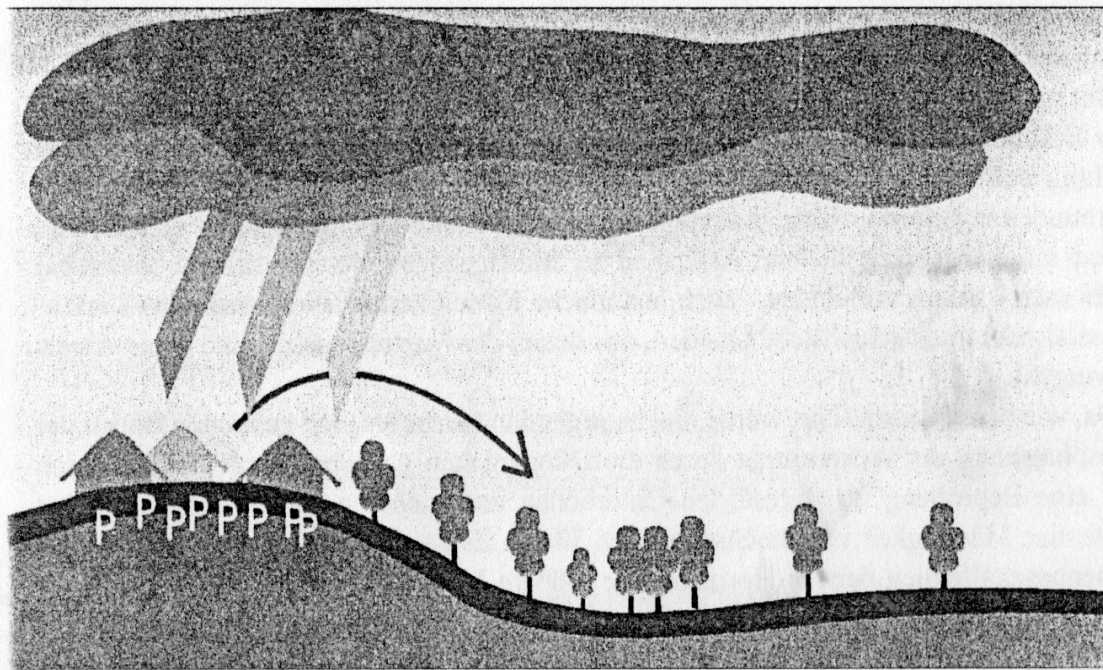
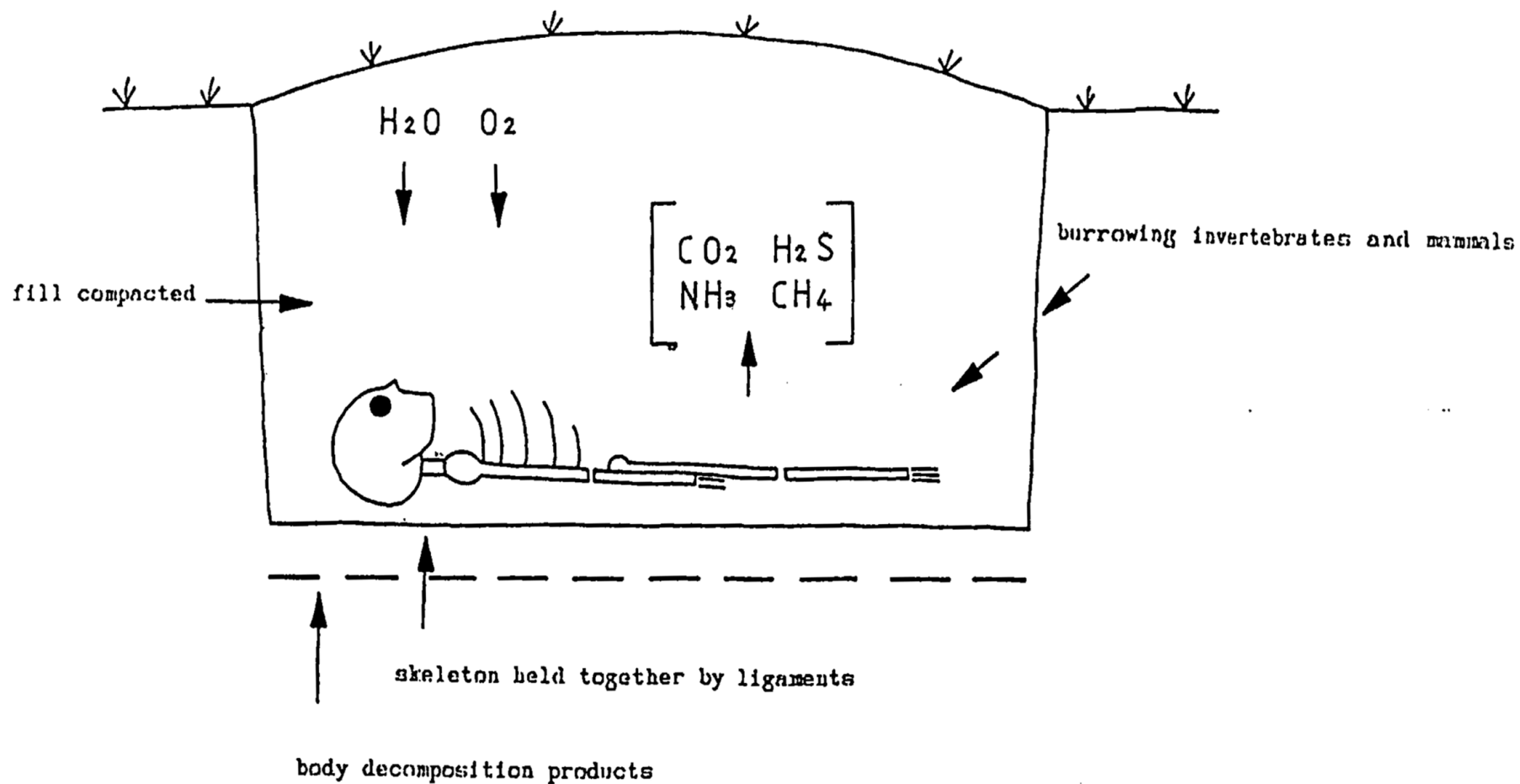


Abb. 4: Störung der Ergebnisse mittels Phosphatmethode durch Erosion: Phosphathaltige Bodenverlagerungen täuschen eine Siedlung vor, die es nie gegeben hat.

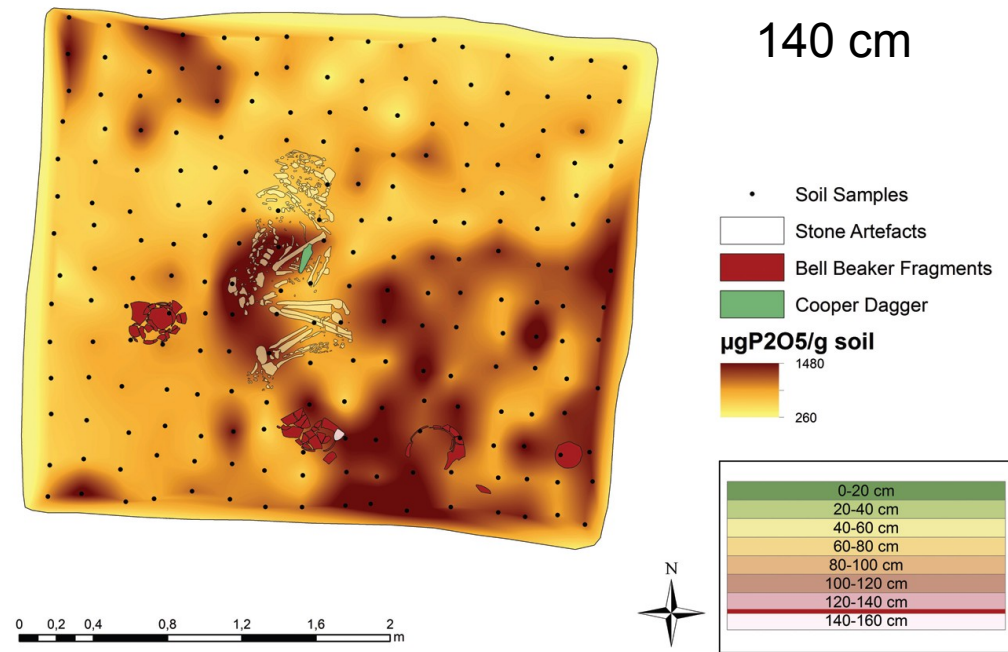
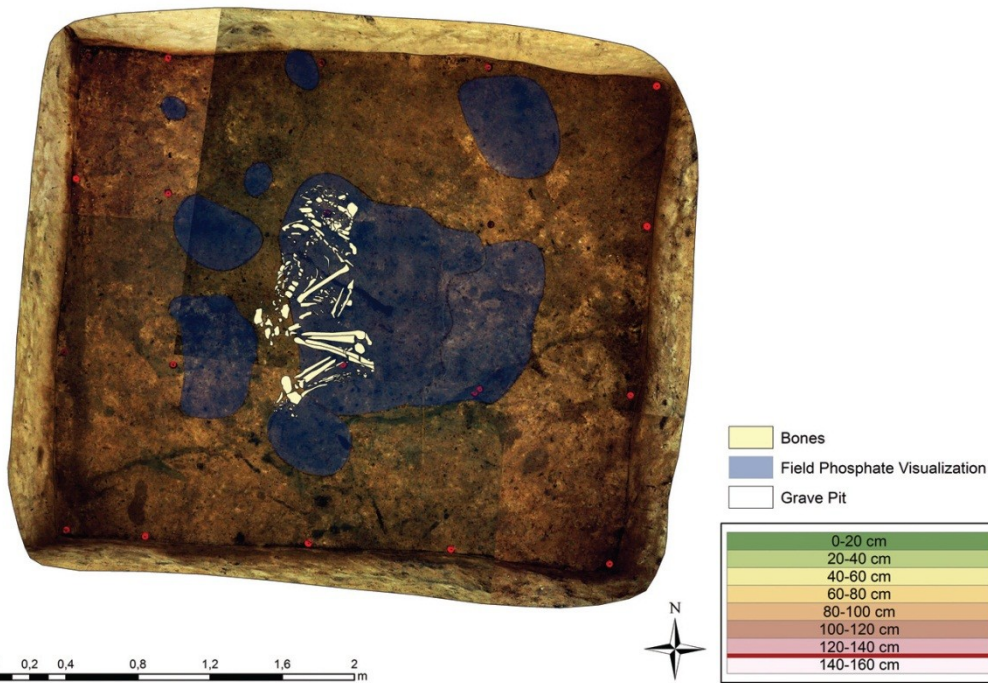
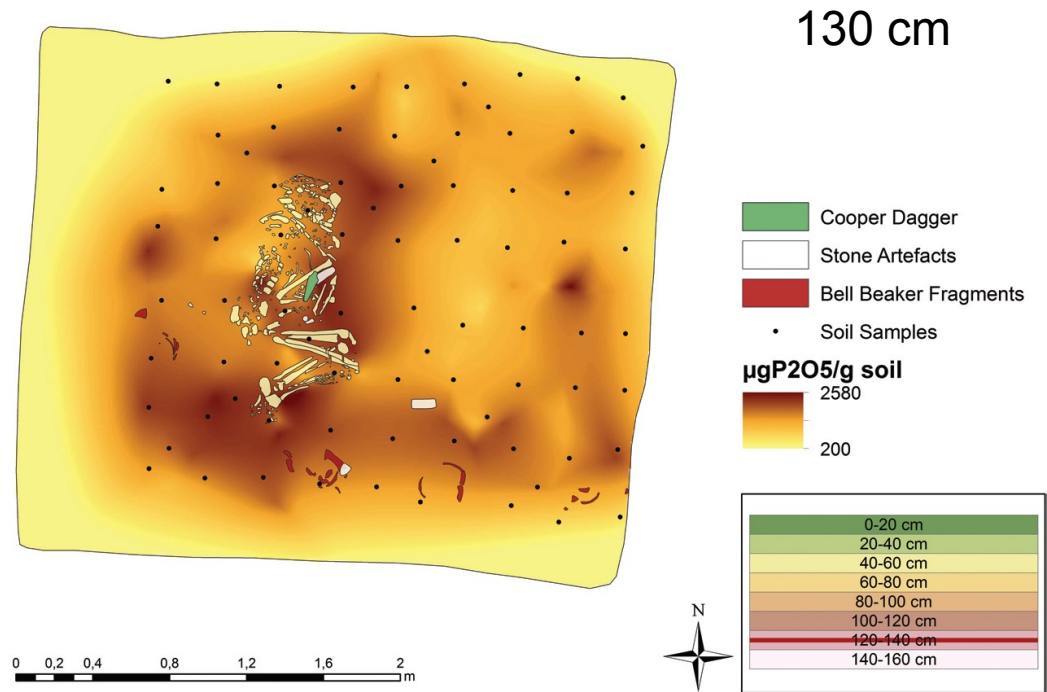
Analýza pohřebišť



Těšetice - Kyjovice

H 27, KZP

Phosphate analysis



Kyjov

Hrob H 1034

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

dolní končetiny jsou v obou
případech sekundárním
zásahech prakticky
neporušené








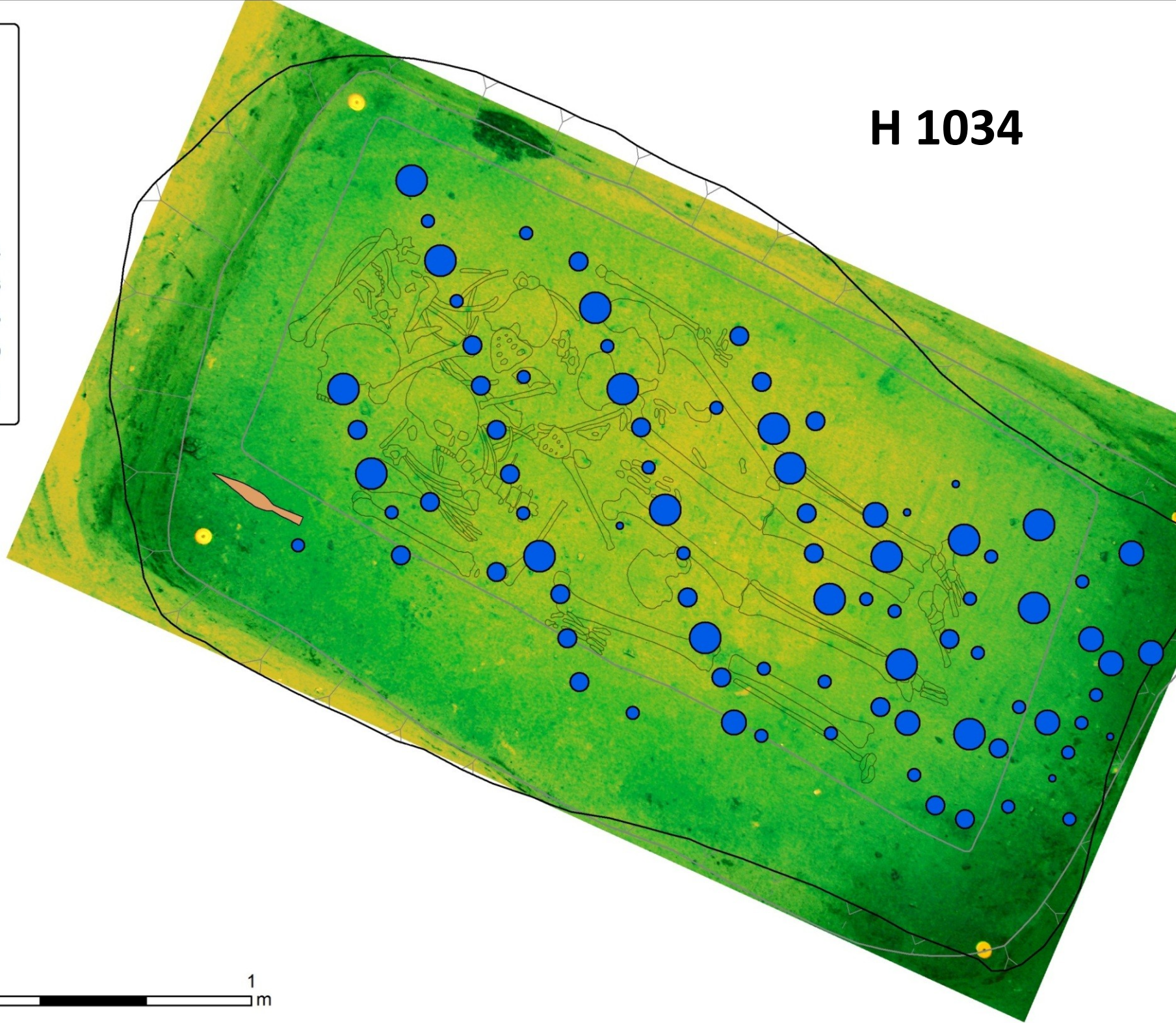
H 1034

-  Horní hrana
-  Dolní hrana
-  Hrot kopí
-  Kost

Fosfát

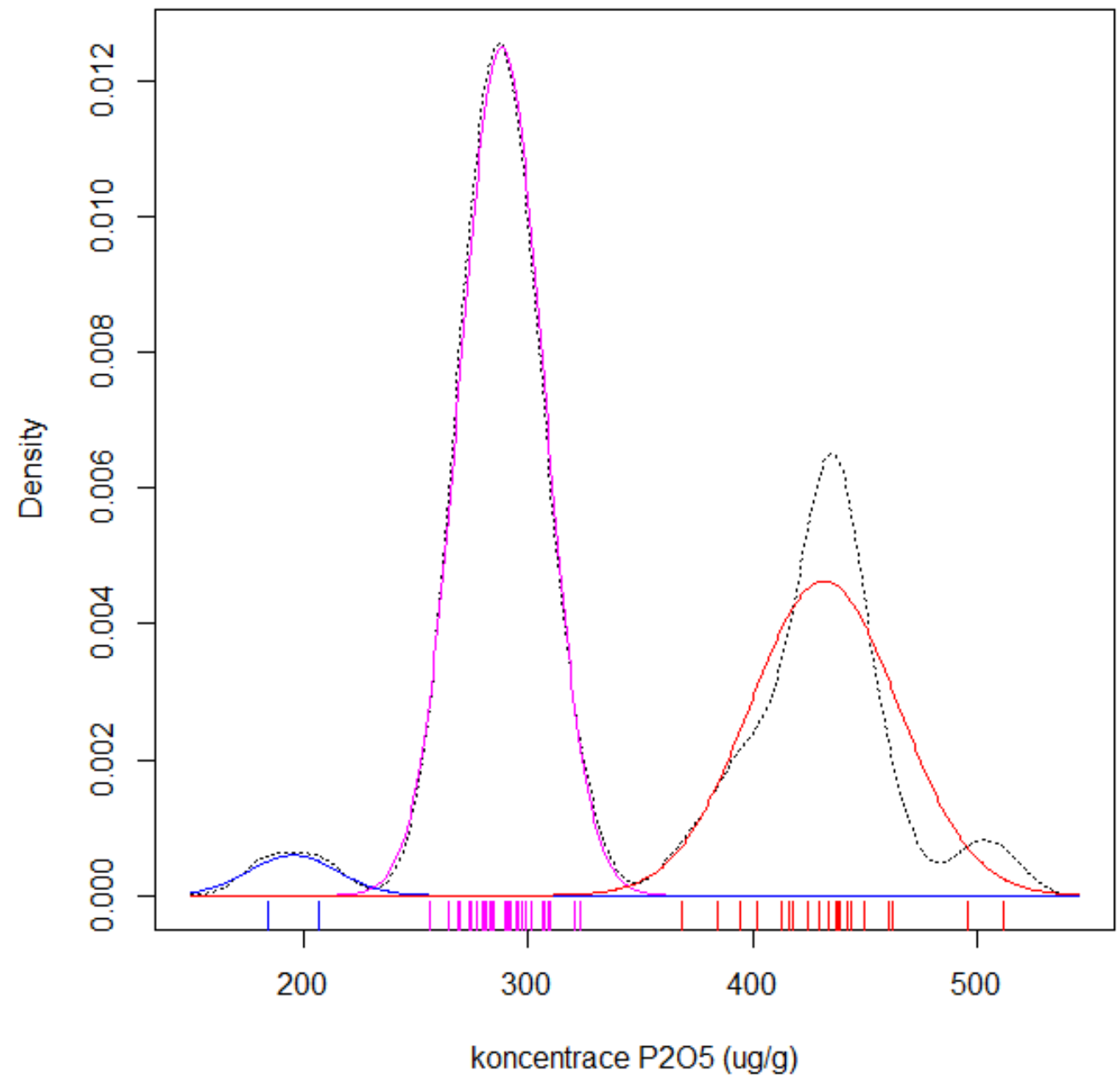
ppm

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

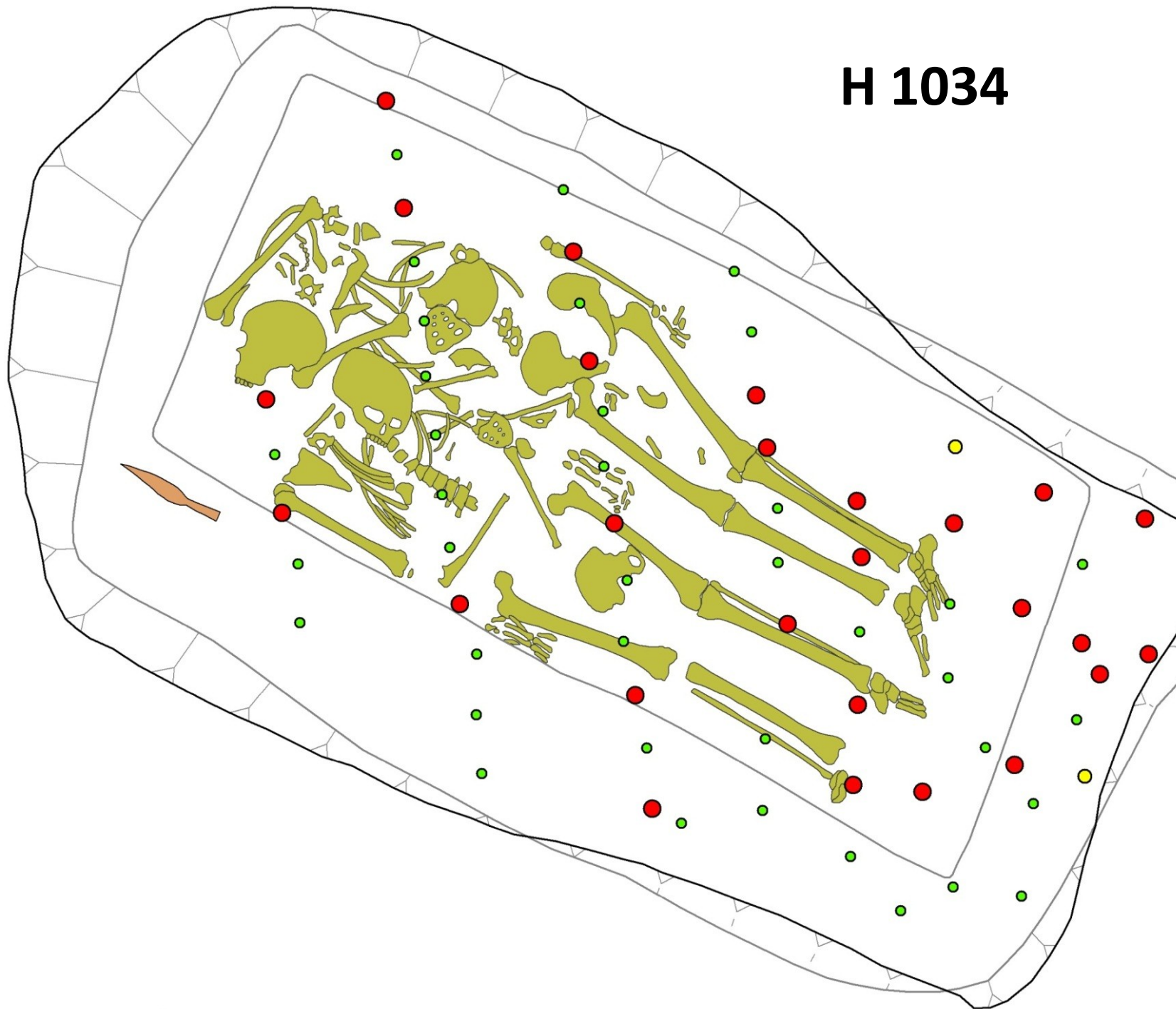


Kyjov, H 1034

Rozklad distribuce na
gaussovské složky
metodou maximální
věrohodnosti



H 1034



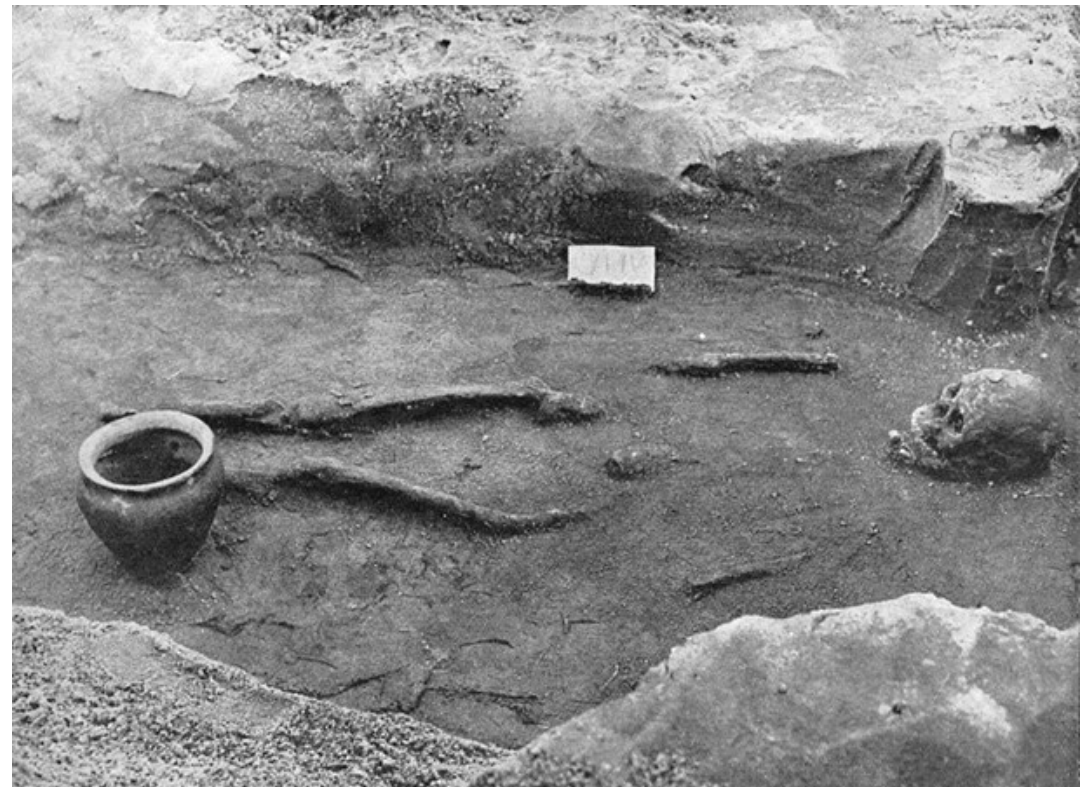
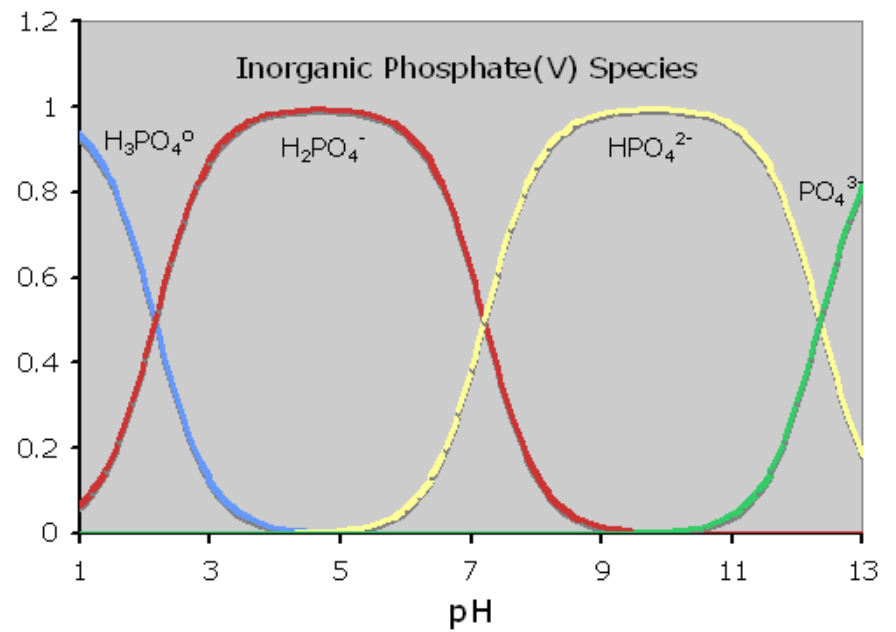
	Horní hrana
	Dolní hrana
	Hrot kopí
	Kost
Fosfát	
shluk	
	1
	2
	3



Vylupování ???



Rozklad kosterních pozůstatků

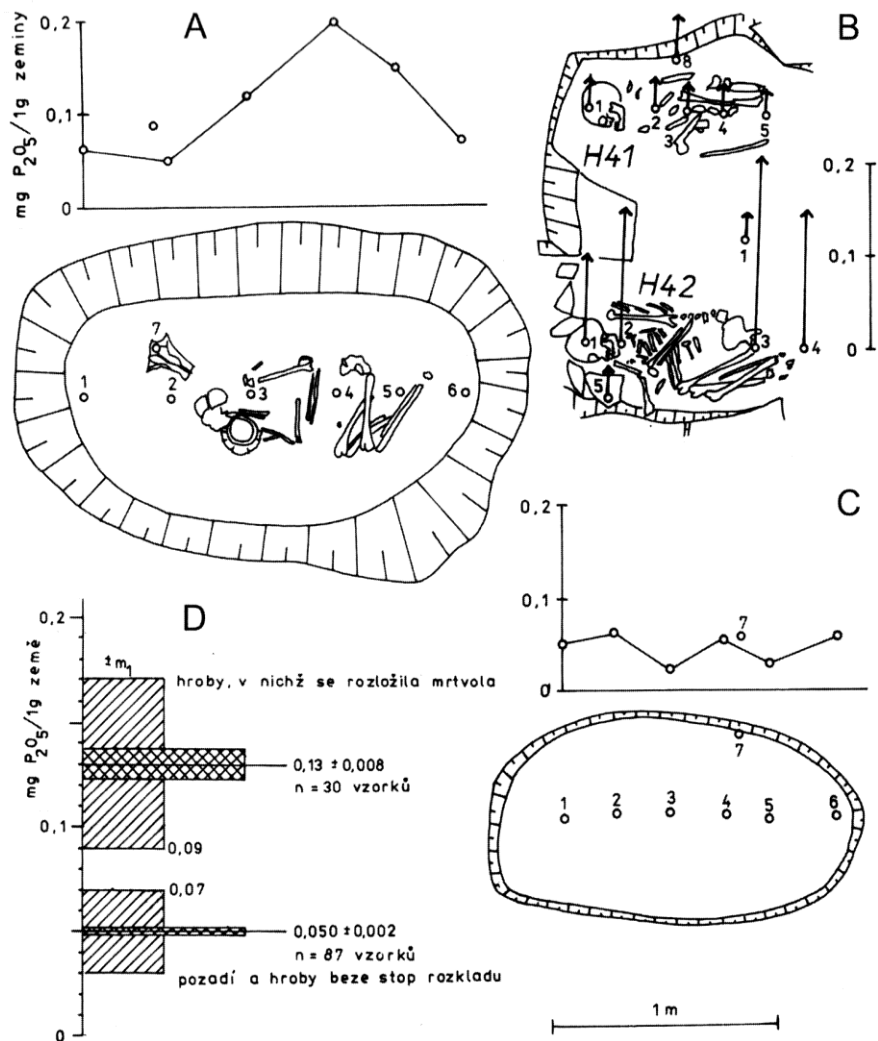


Totální rozklad skeletu

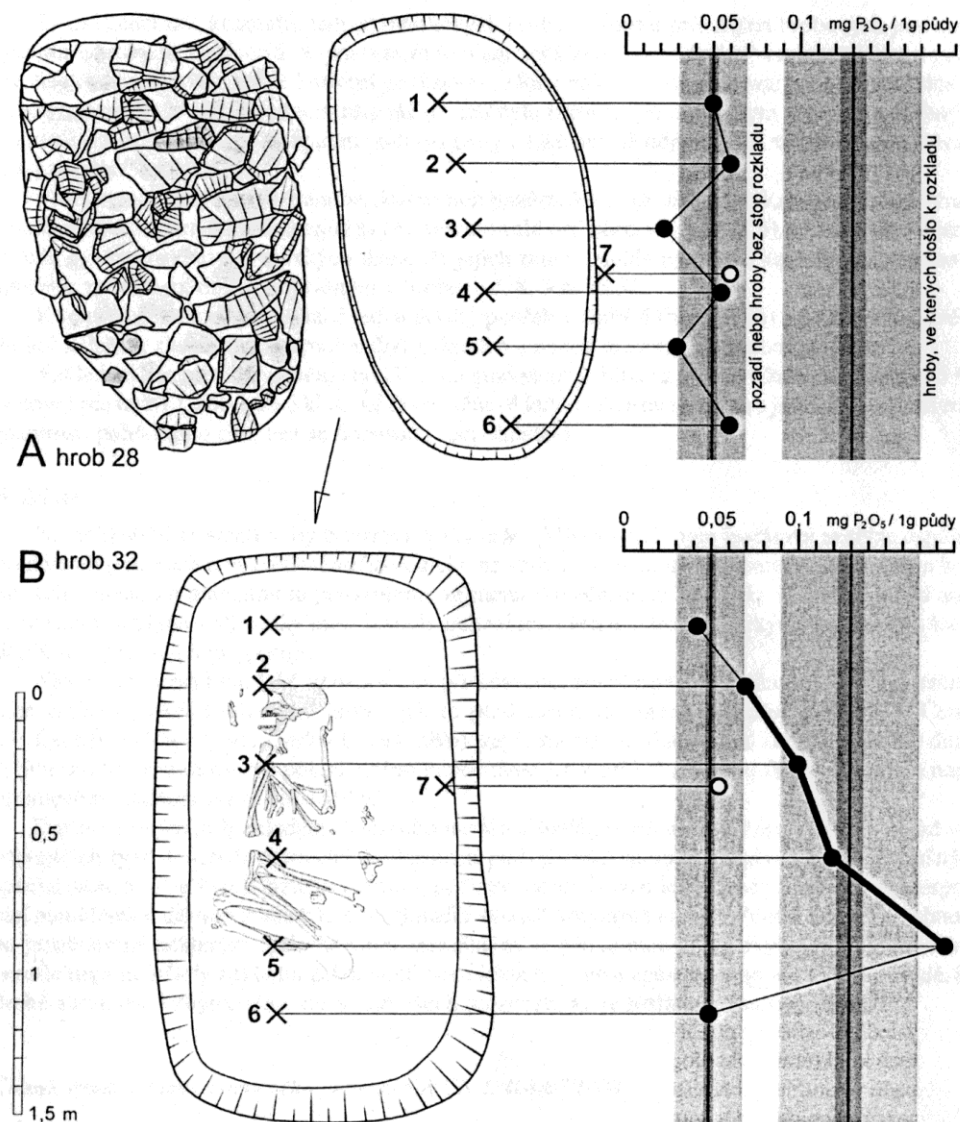
Mechanismem rozkladu je přeměna hydroxyapatit → brushit, rekrystalizace vede k mechanickému rozrušení kostního minerálu a následnému vzniku „siluety“, či totálnímu rozkladu skeletu (k dokumentaci silně nebo zcela rozložených skeletů je vhodné využít fotografii v UV oblasti). Přeměna může být indukována:

1. **nízkým pH půdy** (< 7 ; kyselé půdy, vysoký obsah huminových kyselin)
2. **kyselými metabolity saprofytních mikroorganismů** (např. kys. citronová, šťavelová, aj.), napadajících buď tělo (zejm. plísně, v menší míře bakterie), nebo materiál rakve (dřevokazné houby). Uplatňuje se např. v hrobech v alkalických půdách a v kryptách. Charakteristickým projevem biogenního rozkladu je významný rozdíl v zachovalosti jednotlivých částí skeletu.

Praha – Miškovice

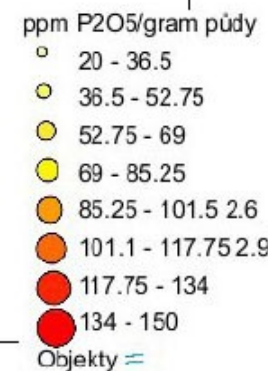
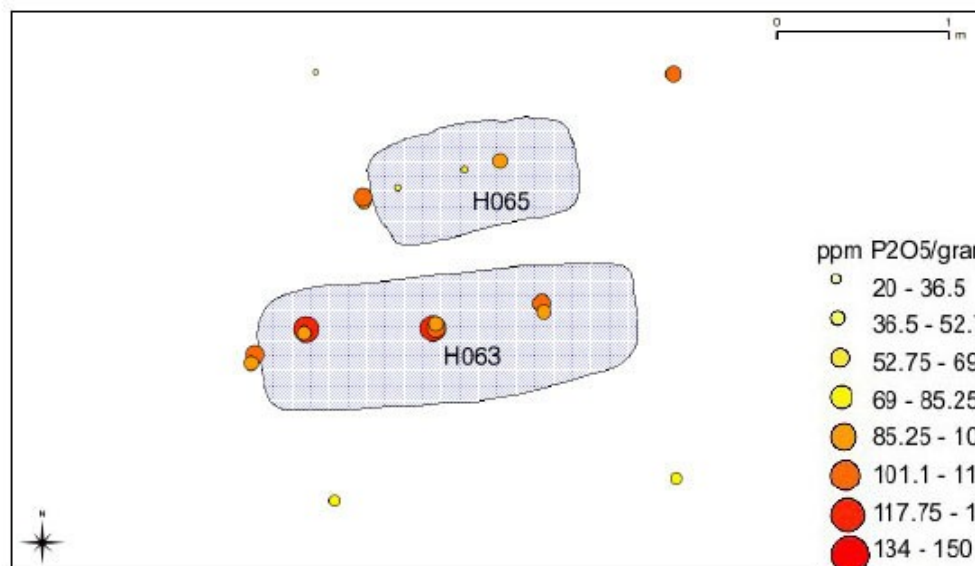
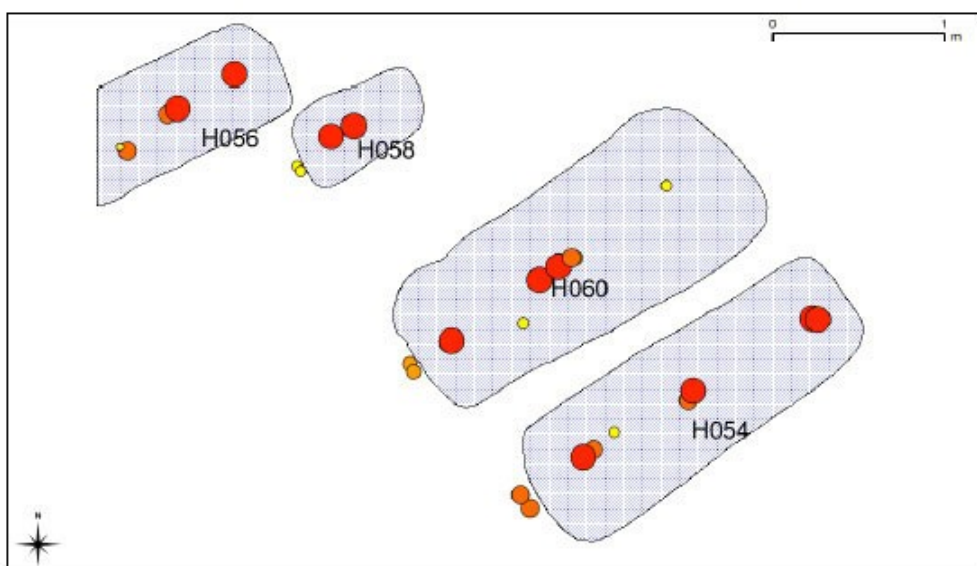
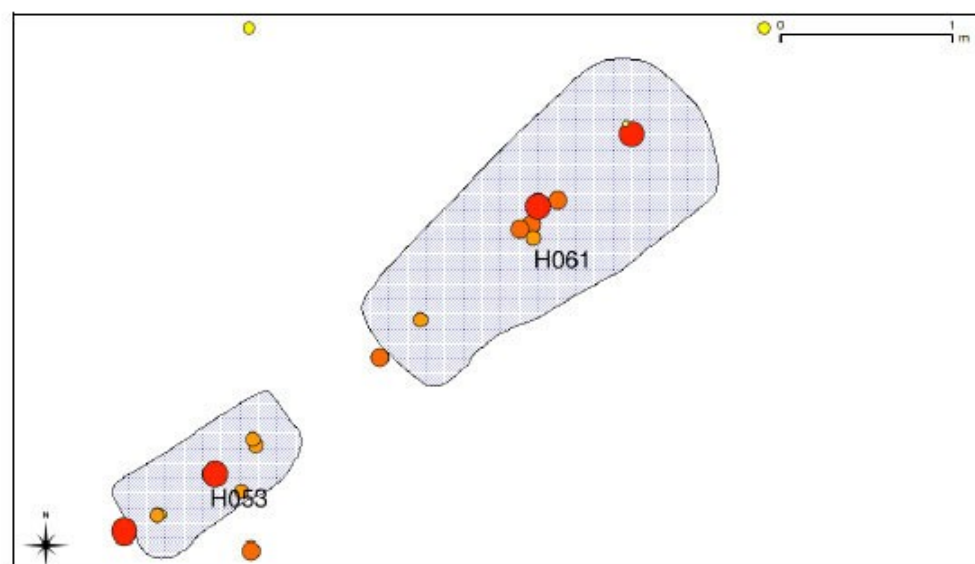
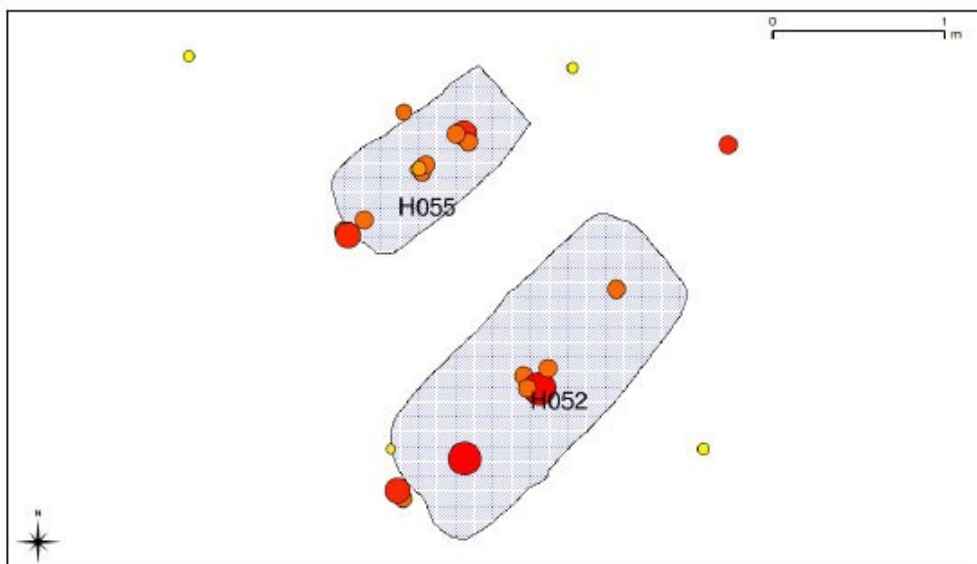


Obr. 6.16. Praha 9-Miškovice, výzkum M. Ernée (Archaia Praha). Hroby únětické kultury. A: Křivka hodnot v hrobě, kde došlo k rozkladu těla. B: Hrob s pohřby H41 (bez fosfátové anomálie) a H42 (s fosfátovou anomálií). C: Hrob bez fosfátové anomálie (k rozkladu těla došlo jinde). D: Vyhodnocení hodnot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



Aplikace chemických testů v terénu



Polní test na fosfor

- Test na filtračním papíru podle Gundlacha



Využití polního testu

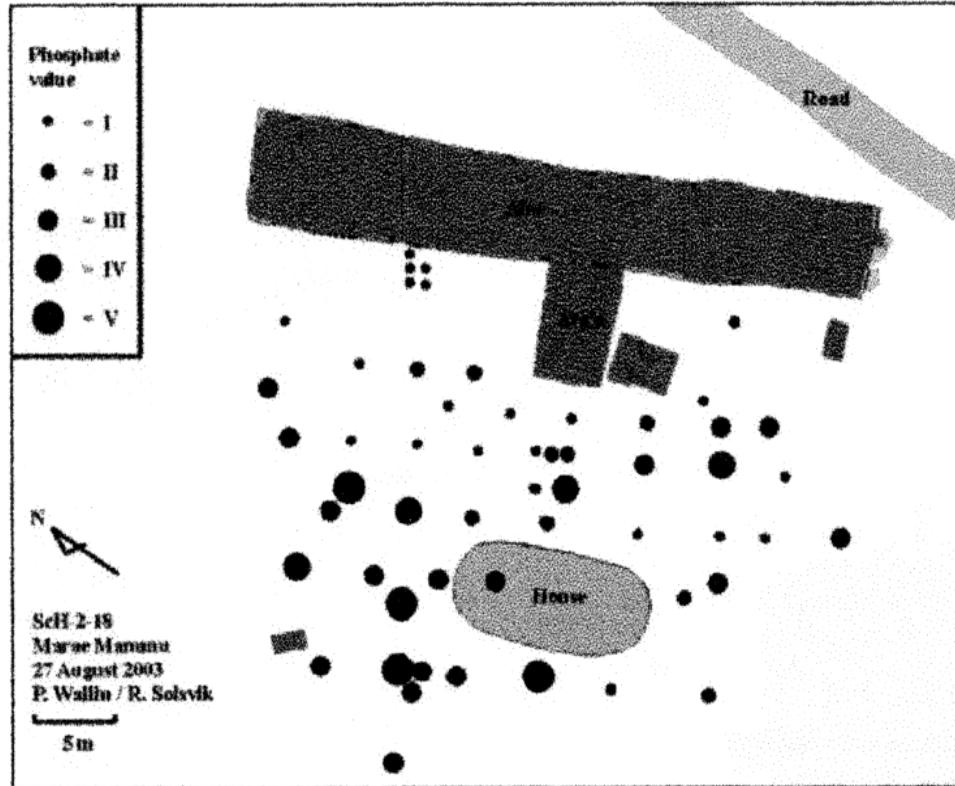
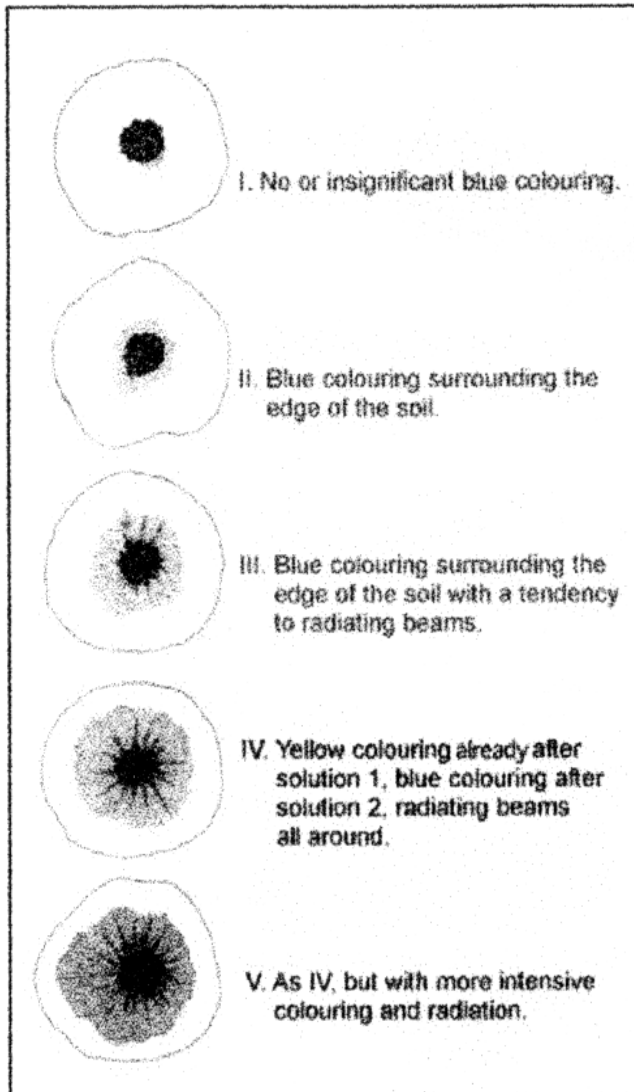


Figure 5 (left). Illustration of phosphate values (after Österholm and Österholm 1997:145).

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.)

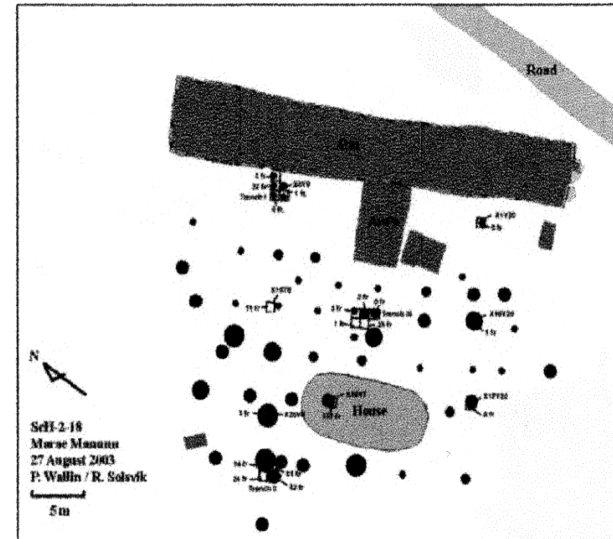


Figure 7. Excavated test pits/trenches and number of bone fragments.

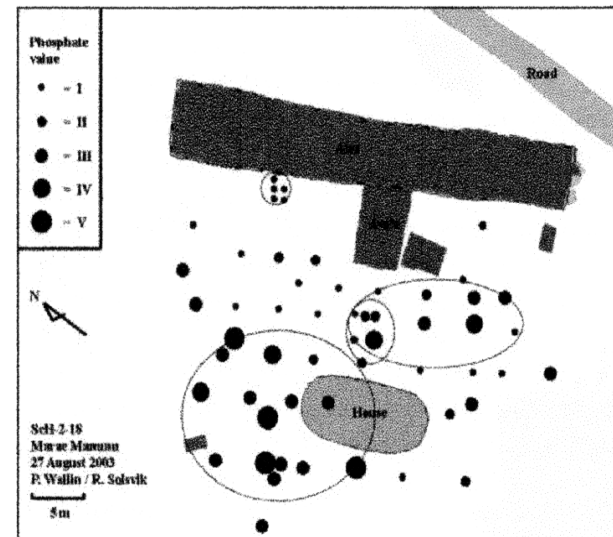
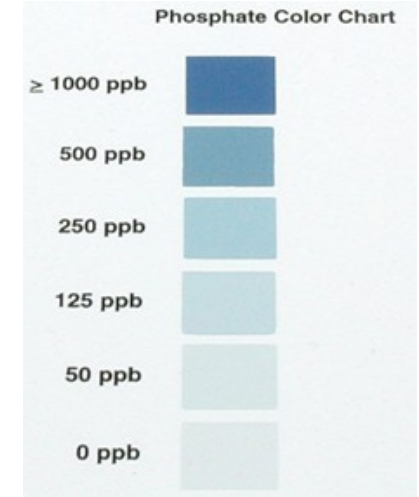
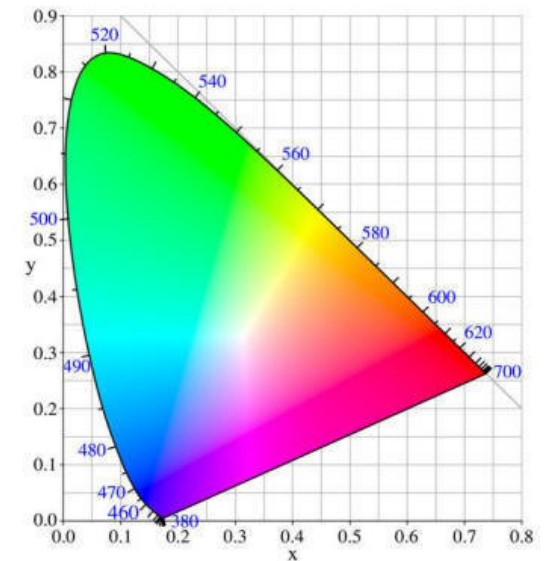


Figure 8. Interpretation of phosphate mapping.

Interpretace výsledků polního testu

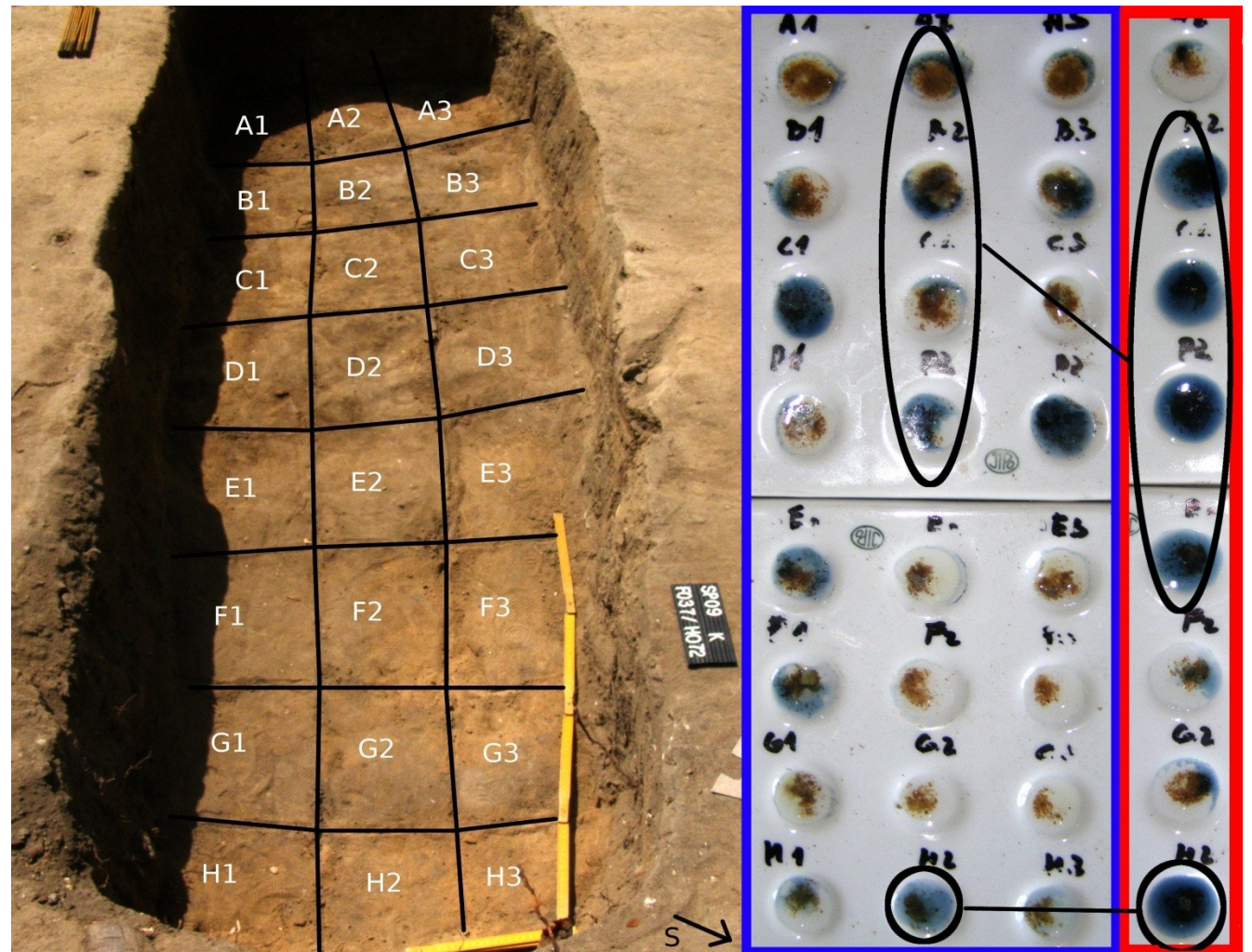


Signal processing

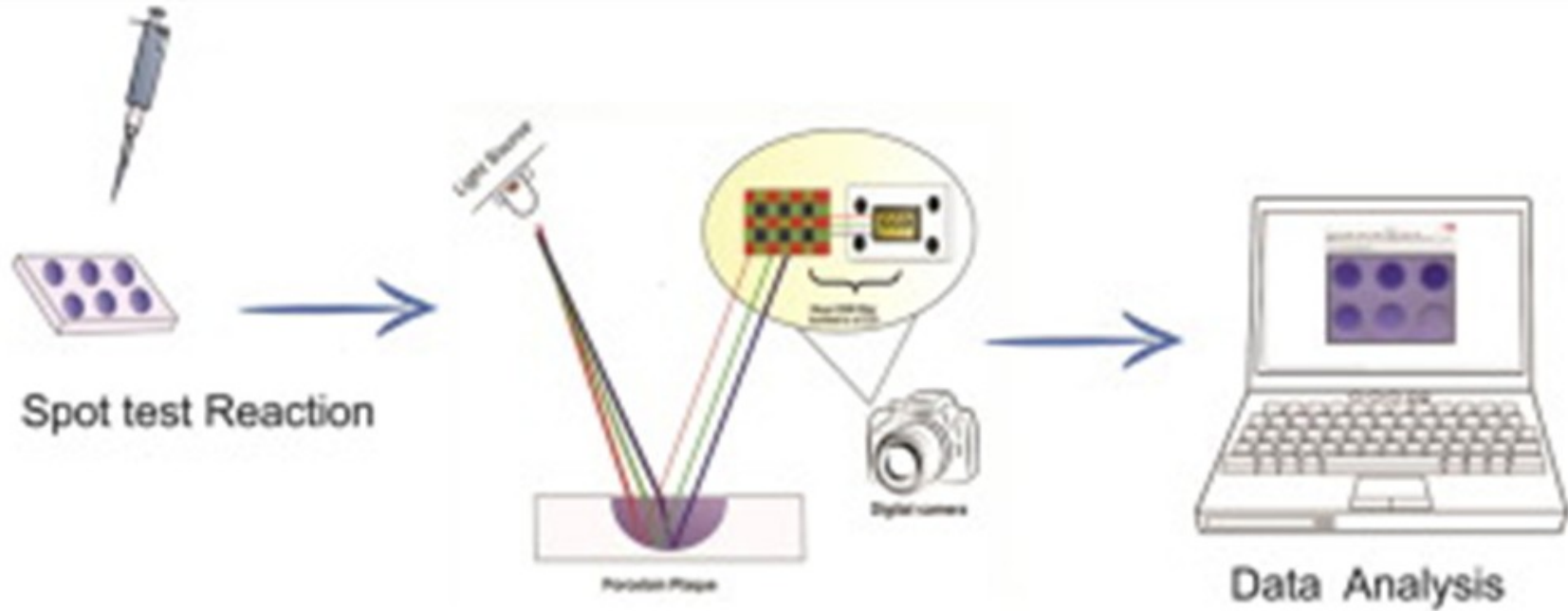


Polní test na fosfáty

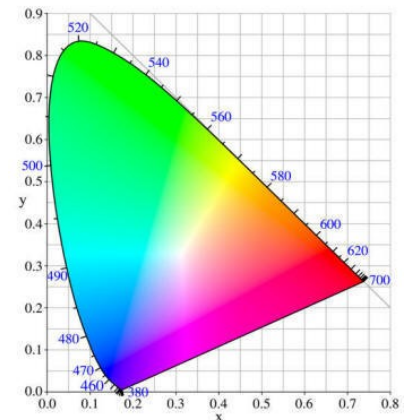
Pohansko
(raný středověk)



Interpretace výsledků polního testu



Signal processing



Ostatní testy

Uhličitany: s vodným roztokem kyseliny vznikají bublinky CO_2 .

- Alkalické půdy
- Vápence
- Malty a omítky

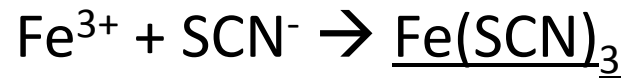
Železo: reakcí trojmocného Fe s roztokem thiokyanatanu vzniká krvavě červené zbarvení.

Doklad přítomnosti dřevěné konstrukce (zbarvení půdy)



Brongersův test

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



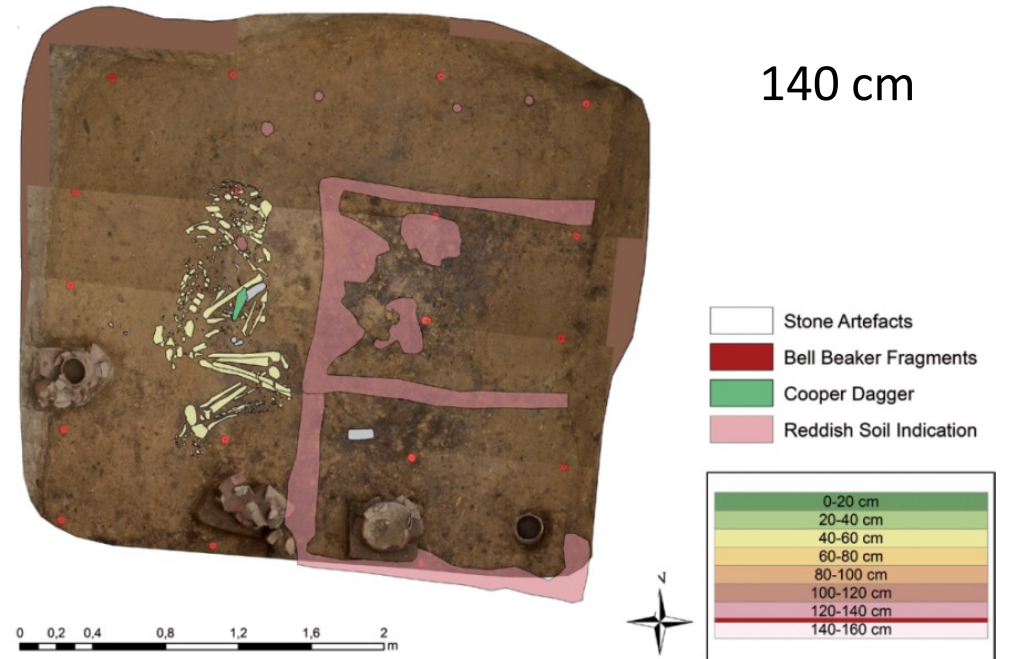
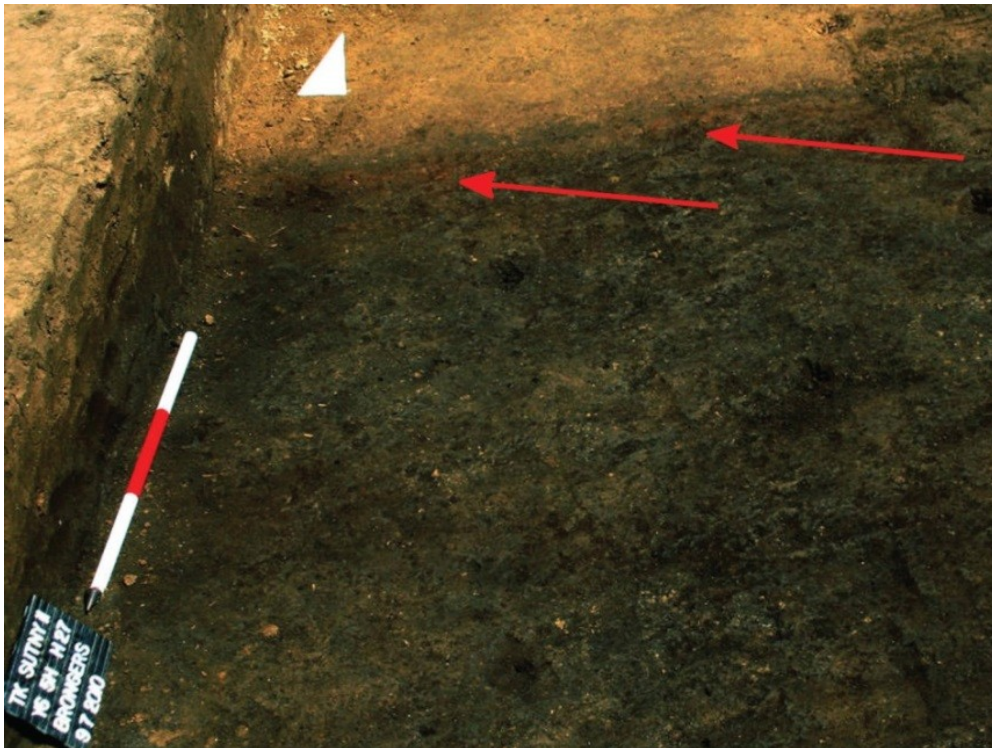
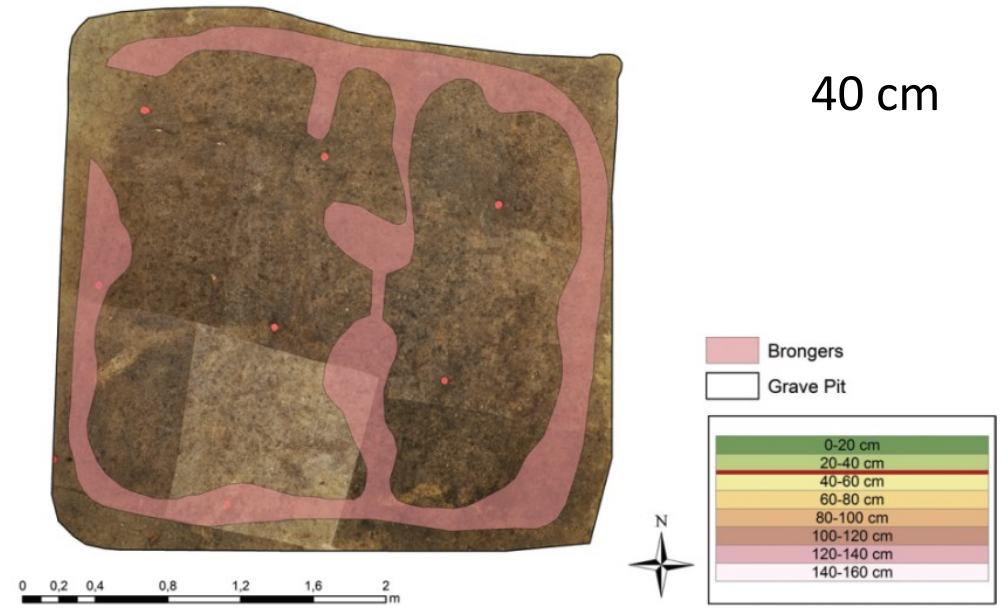
Kyjov (pohřebiště DSN)

Těšetice-Kyjovice

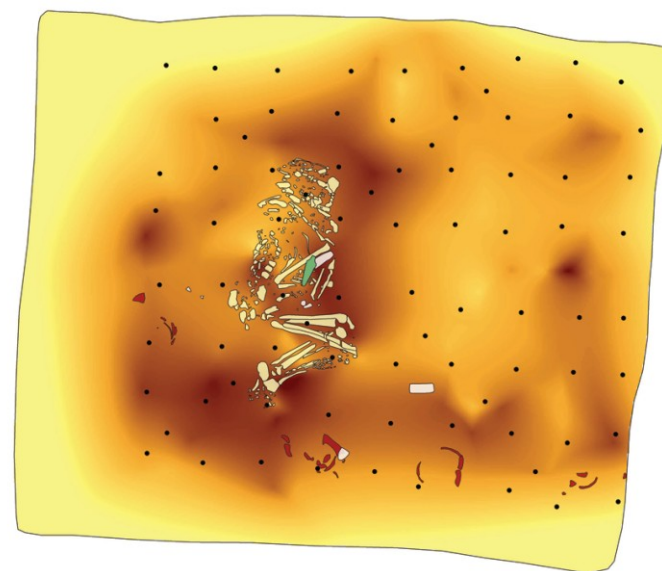
Hrob H 27, kultura zvoncovitých pohárů



Těšetice - Kyjovice

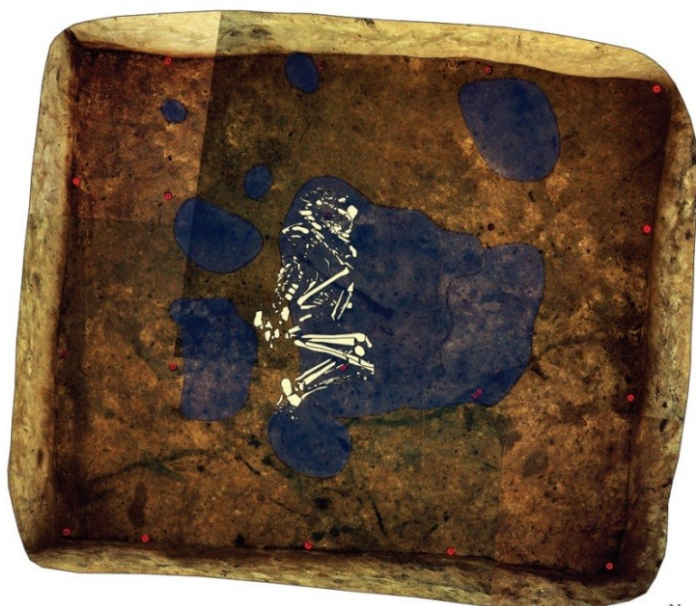
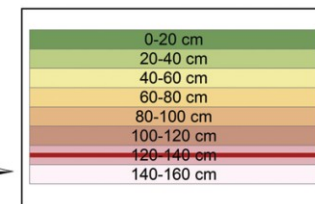
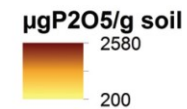


Těšetice - Kyjovice

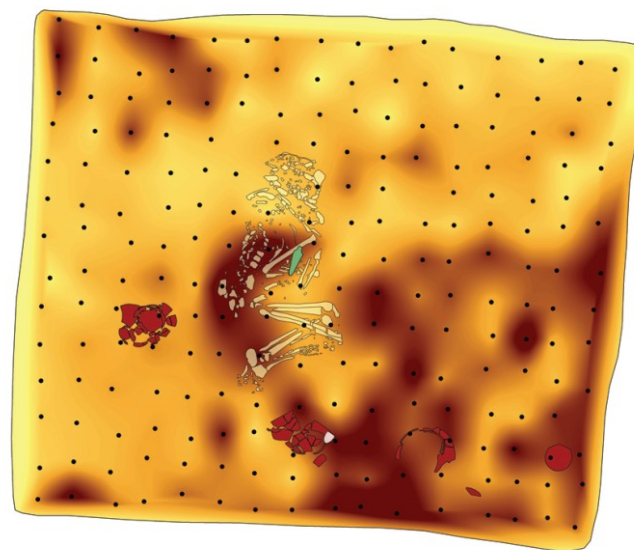
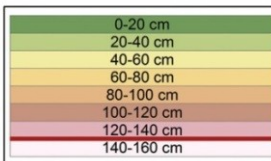


130 cm

- Cooper Dagger
- Stone Artefacts
- Bell Beaker Fragments
- Soil Samples

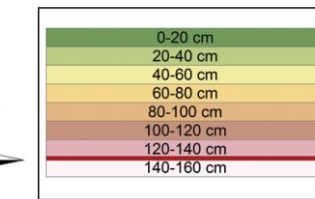
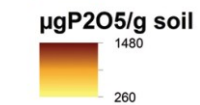


- Bones
- Field Phosphate Visualization
- Grave Pit



140 cm

- Soil Samples
- Stone Artefacts
- Bell Beaker Fragments
- Cooper Dagger



Laboratorní metody

pH

spektrofotometrie

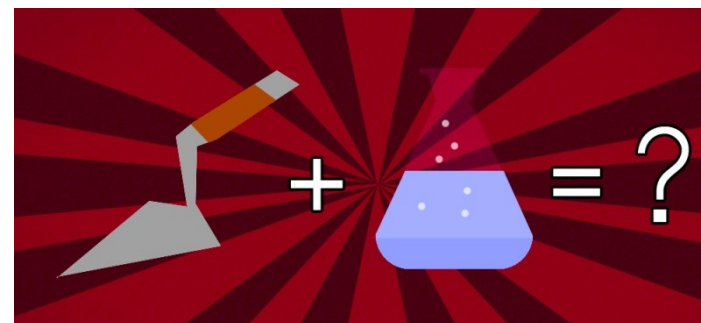
XRF

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, ...)

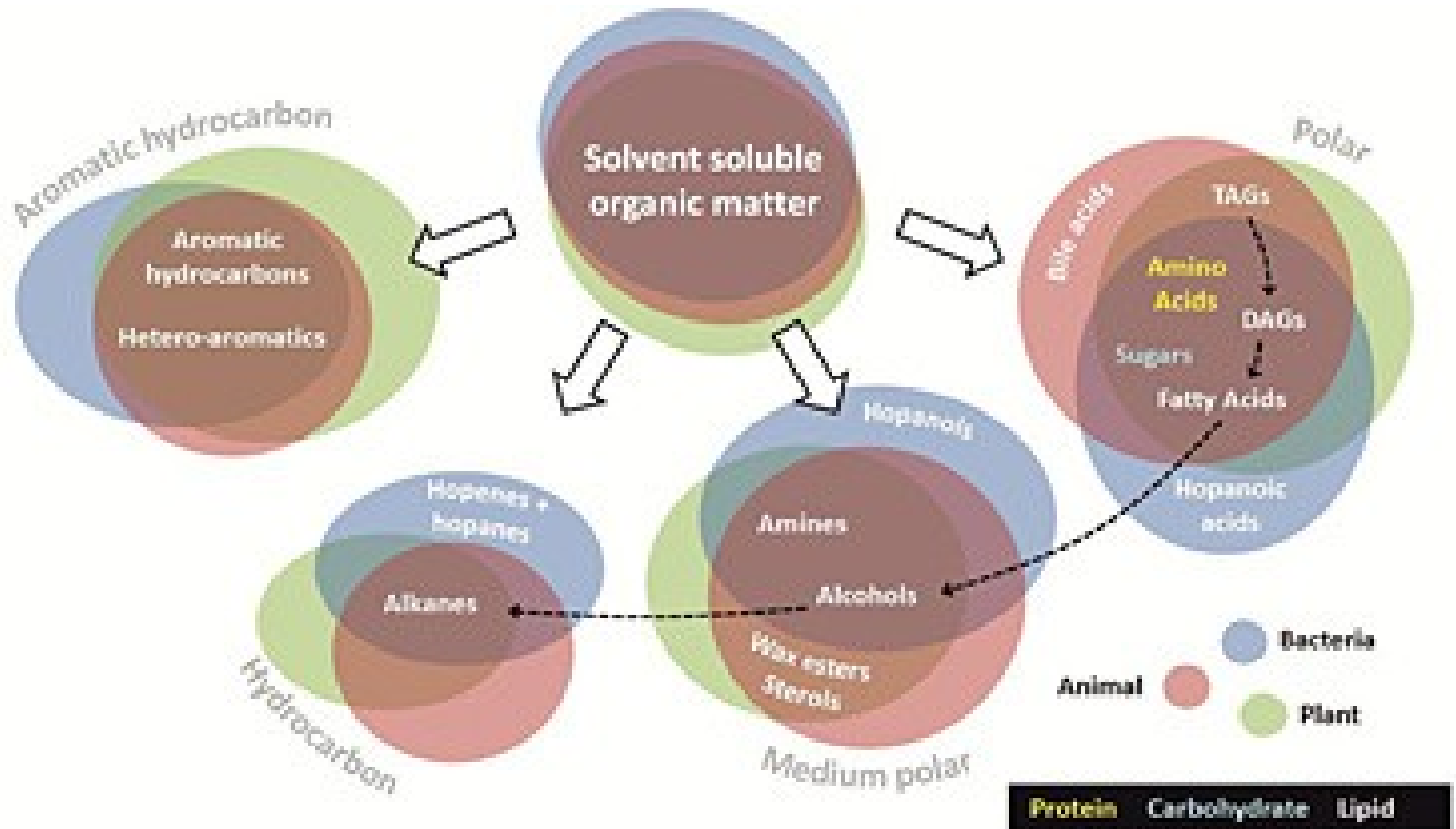


Rentgenofluorescenční analýza

Prvková analýza, zejm. těžké kovy



Obsah organické složky



Obsah organické složky

- Humus
- Rezidua tuků a proteinů

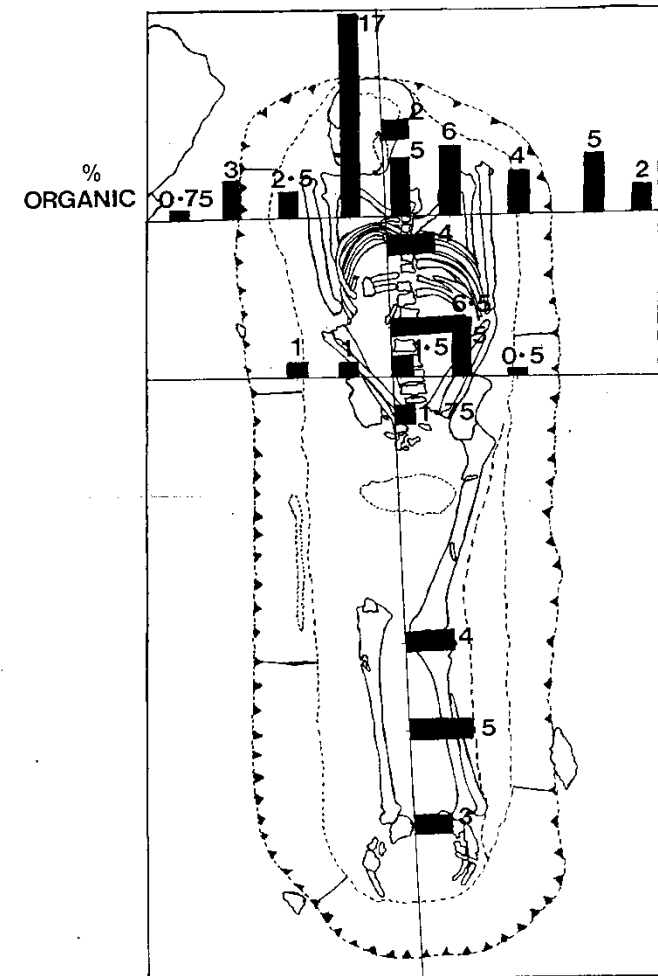
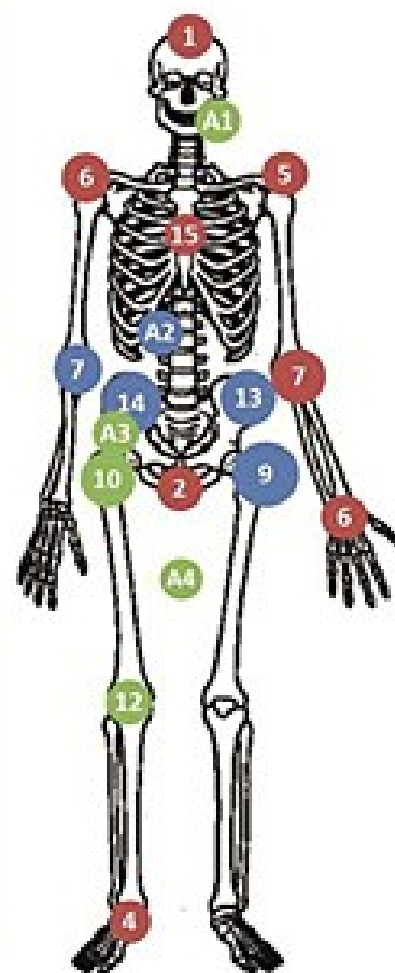
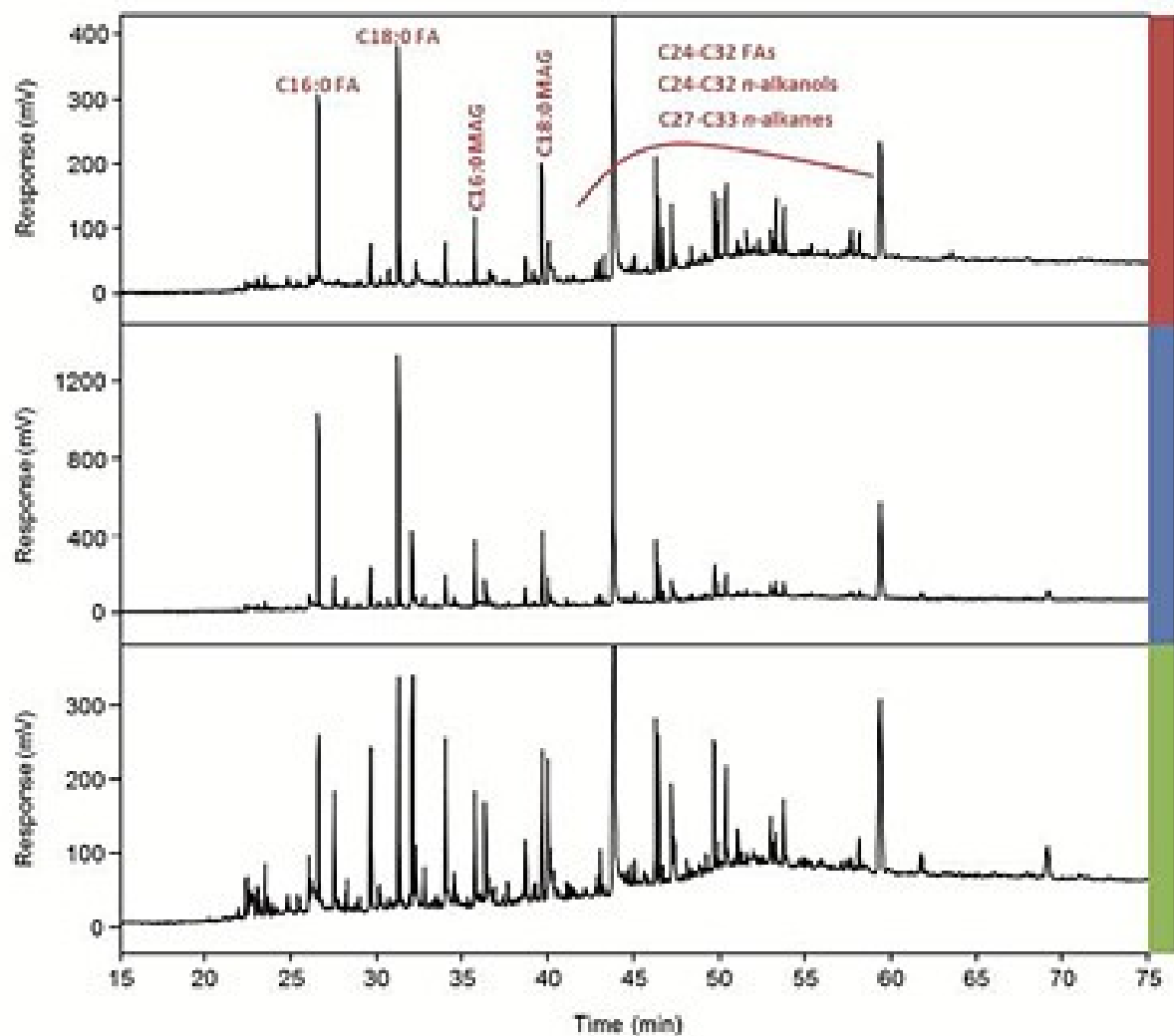


Figure 4. Schematic organic content of sand.

Obsah organické složky

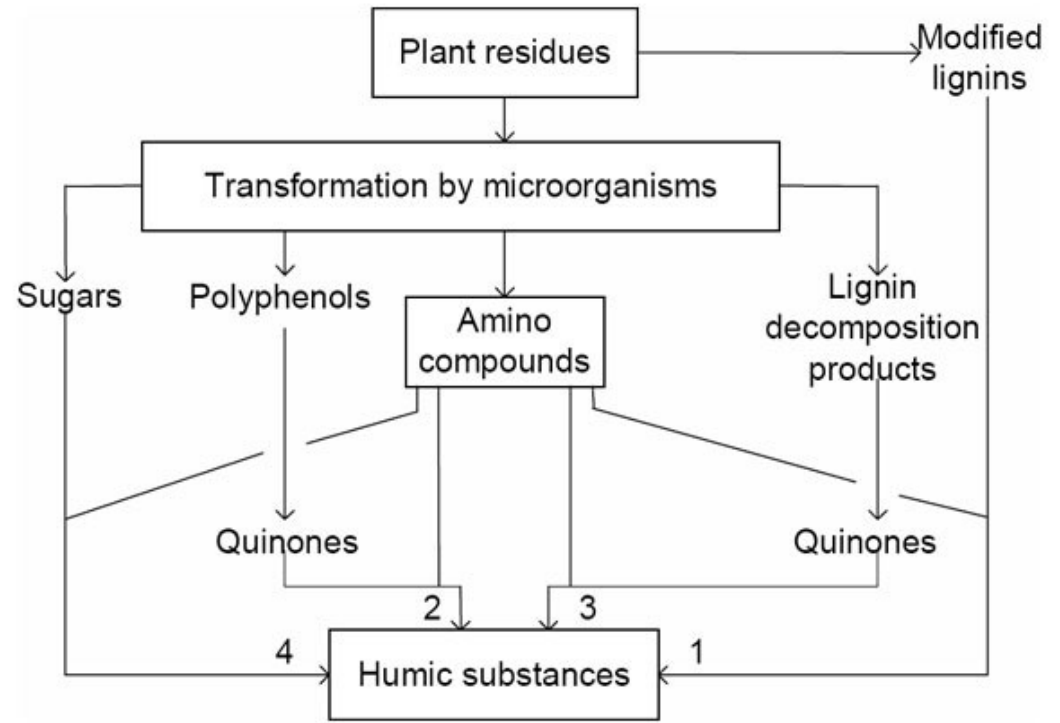


Weight of extract
(mg gTOC⁻¹)

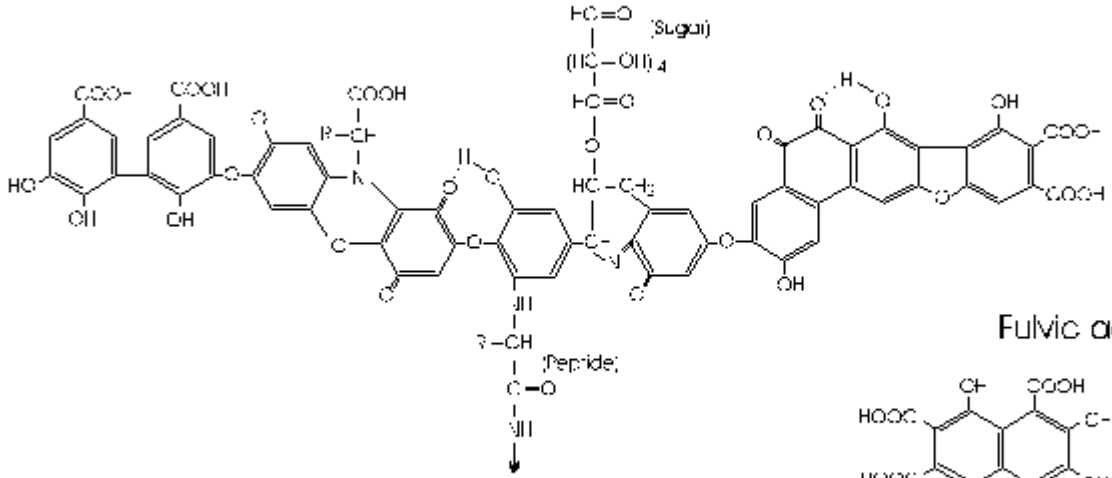
- 10-30
- >30-40
- >40-50
- >50-60
- >60-70

Huminové kyseliny

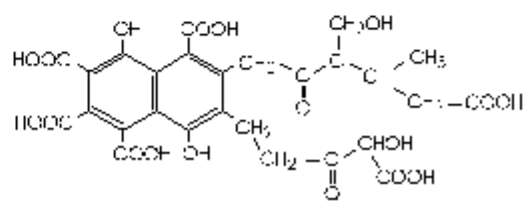
Rozklad rostlinného materiálu



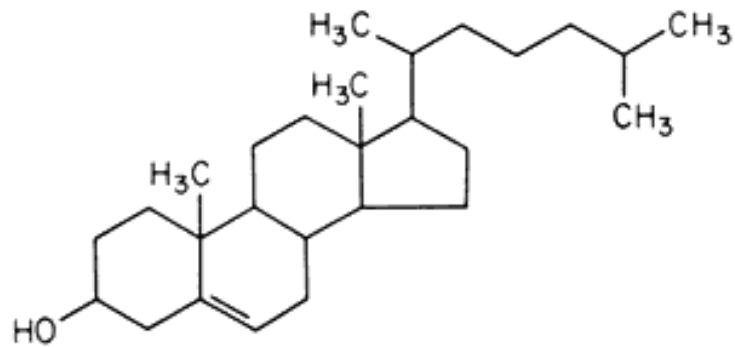
Humic acid



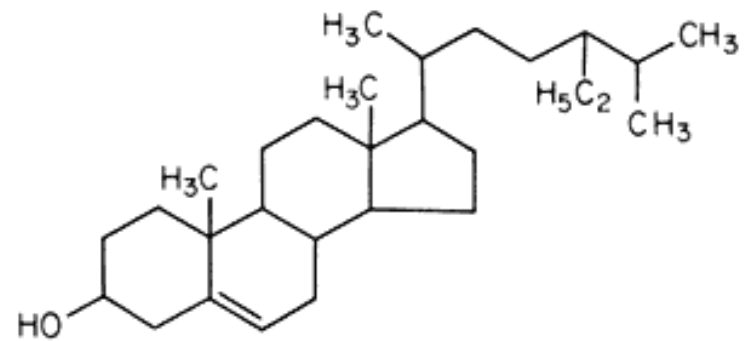
Fulvic acid



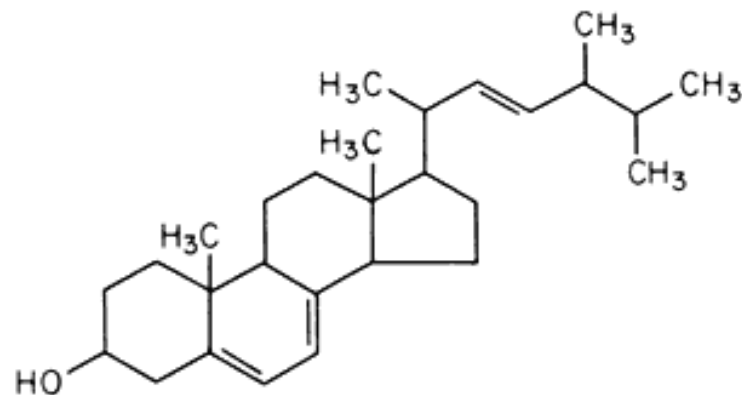
Steroly – specifické biomarkery



Cholesterol



β -Sitosterol



Ergosterol

Steroly a stanoly

Fekální biomarkery

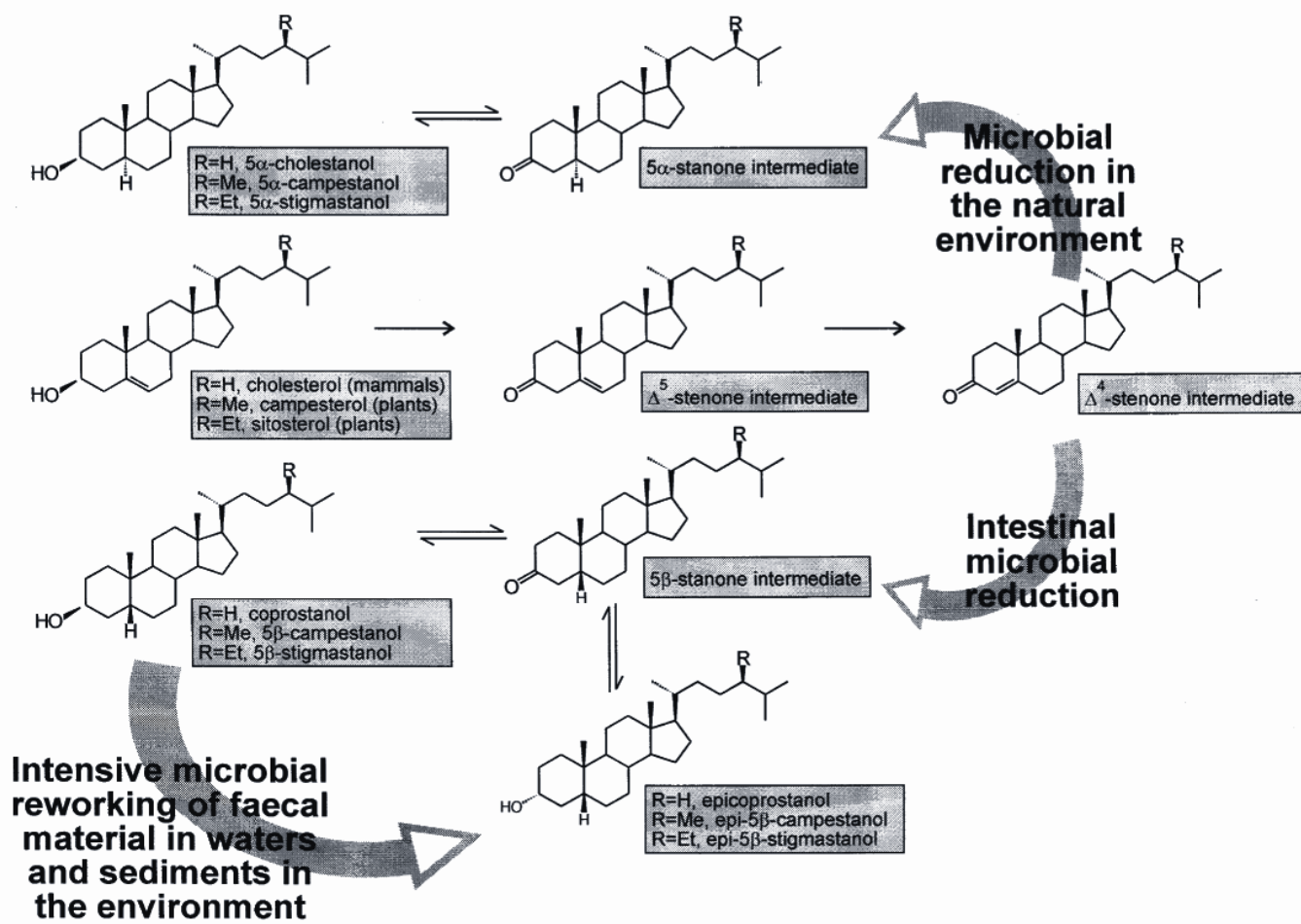


Fig. 1. A schematic detailing the formation of 5 α - and 5 β -stanols, from their stenol precursors, in the natural environment and the mammalian gut.

Žlučové kyseliny

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

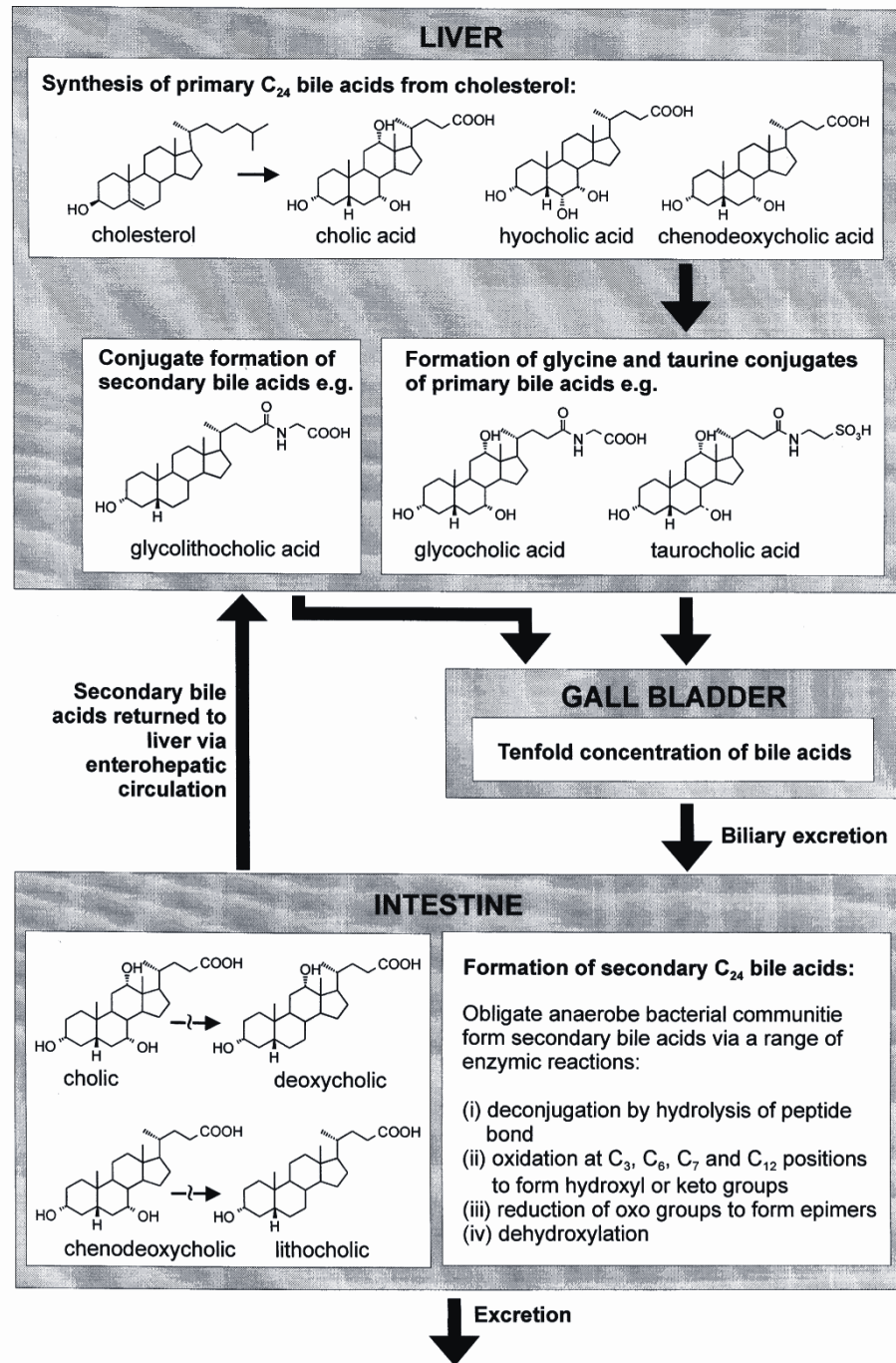


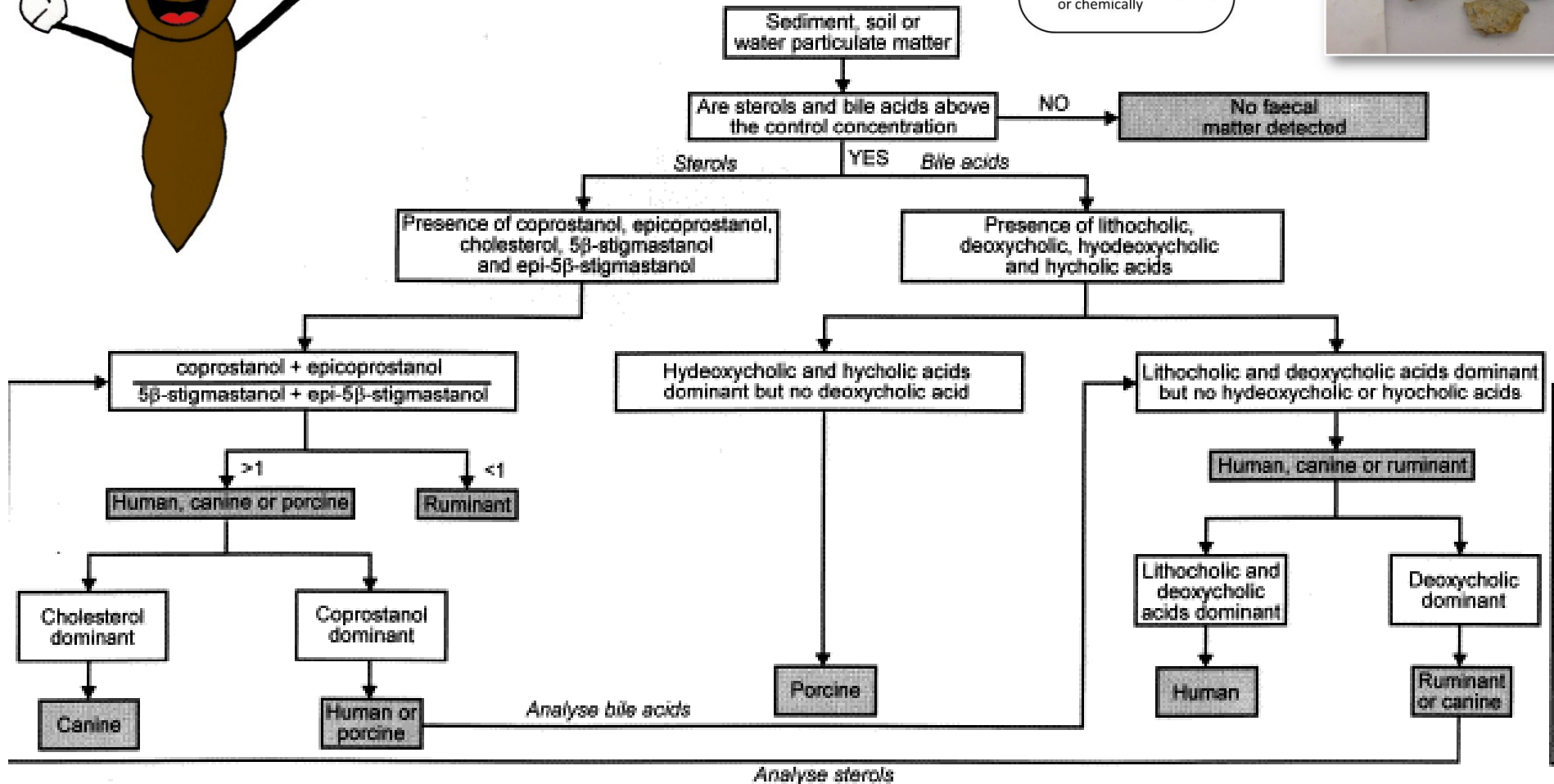
Fig. 2. An overview of the origin of primary bile acids and their conversion, after excretion from the gall bladder, to secondary bile acids in the intestine.

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



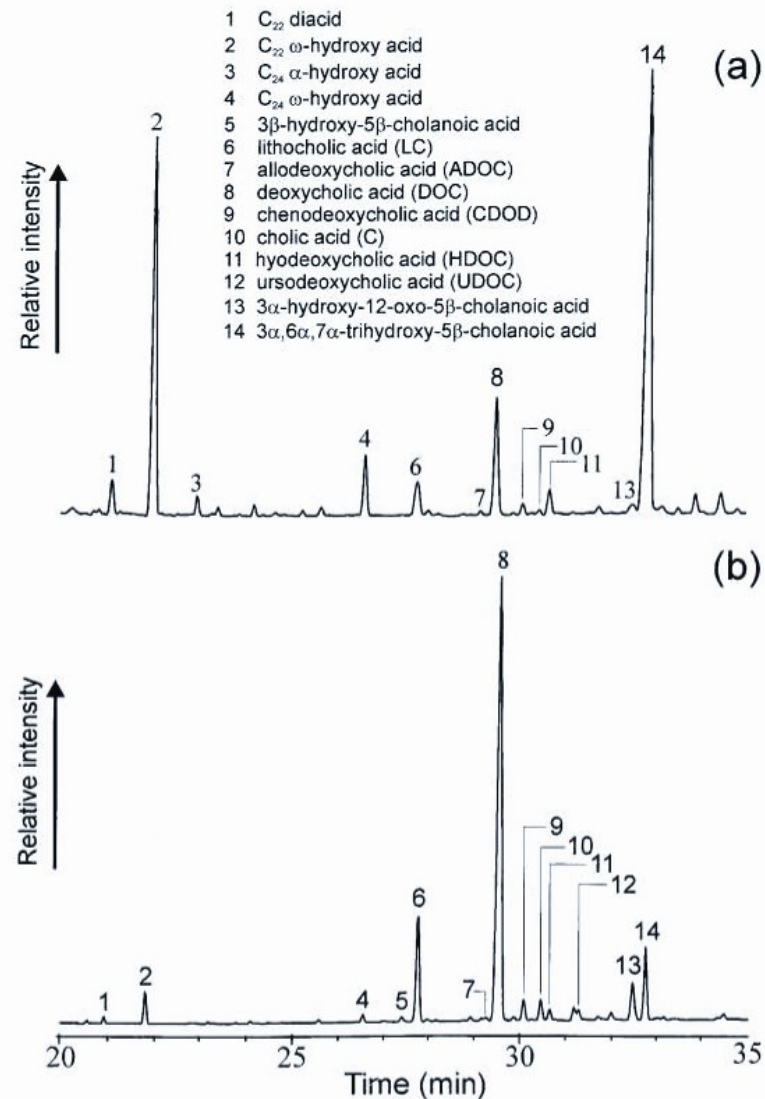
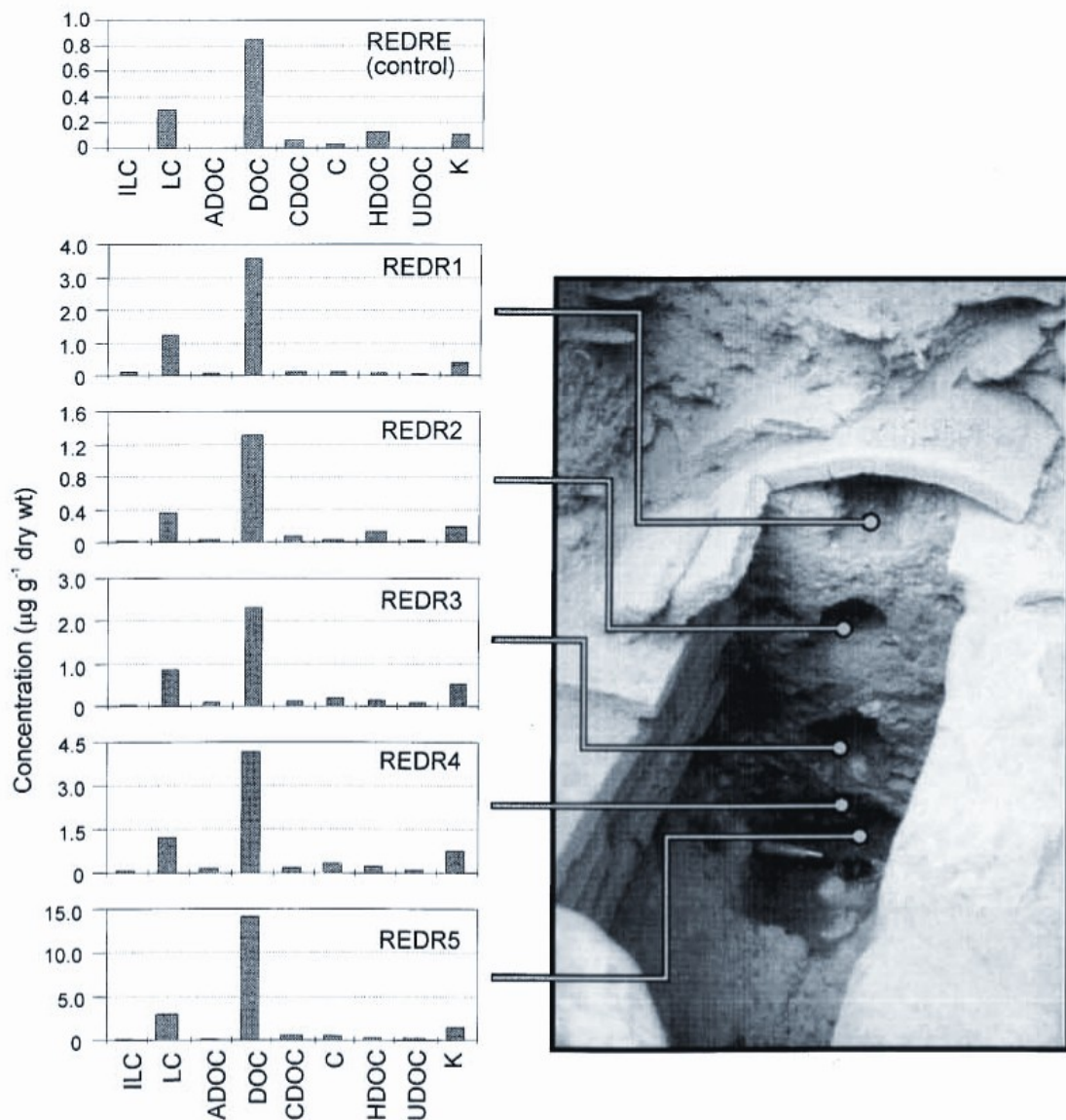


Fig. 3. Analyses of bile acids from a Roman drainage culvert excavated in Agora, Athens. Gas chromatograms of the bile acid profiles for the east control sample and sediment at the bottom of the culvert (REDR5) are displayed in (a) and (b), respectively. (c) Depicts histograms for the control (REDRE), 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

