

Kerámiák archeometriai vizsgálata

Szakmány György

Archeometria 2010. április 13.

Bevezetés

- Keramos (görög) – agyag → agyagból készített tárgy
- Máztatlan (terrakotta) ↔ mázas
- Szemcseméret alapján
 - *finomkerámia* – max. 0,1-0,2 mm szemcsék, pórusok fazekasáru, mázas kerámiák, keménycserép, kőedény
 - *durvakerámia* – szemcsék, pórusok mérete > 0,1-0,2 mm építési kerámiák, téglá, kőagyag cső
- Kiegészítési T alapján: *agyagedény* (earthenware) - *kőedény* (stone ware) - *porcelán*

Legkorábbi:
Dolní Věstonice
28000 év



Legkorábbi használati
edény: Jomon kultúra
12000 év



Legkorábbi Kárpát-
medencei: Körös-, illetve
Starčevo-kultúra, 8000 év



A kerámiák összetevői - áttekintés

kerámia – mesterséges metamorf (metaüledékes) kőzet

Plasztikus agyag – mátrix

- részben relik, részben újonnan képződött

Nem plasztikus elegyrészek – törmelék szemcsék, soványítóanyag

- > 15µm
- relik
- ásvány-kőzettörmelék, homok, szerves anyag (növénymaradványok, csont stb.)

Pórus

Szegély (máz)

- égetés során kialakul („szendvics” szerkezet)
- mesterséges

Másodlagos fázisok – használat illetve betemetődés során képződnek

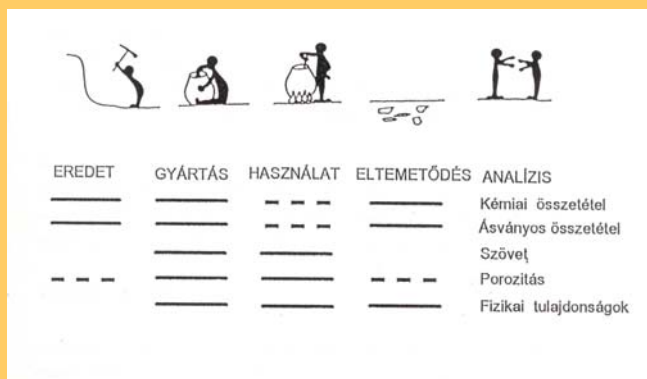


Vörs – neolitikum, Starčevo-kultúra

Kerámia készítés, használat, betemetődés

- nyersanyag bányászás
- előkészítés, iszapolás
- formázás
- szárítás
- égetés, hőntartás
- díszítés

- *használat*
- *törés*
- *betemetődés*



Egy kerámialelet története a nyersanyag bányászatától az elemzésig (Maggetti, 1982)

Nyersanyag kiválasztás, előkészítés

Agyag kiválasztás – edénytípustól is függ

Korai időkben: megfelelő agyagos nyersanyag(ok) felkutatása a környéken

Előkészítés:

- nagy szemcsék kiszedése (edényvastagság függvénye)
- szitálás
- üleptetés (levigation) → slip;
agyag+soványítóanyag kiválasztás
korai időkben ritka

Nedvesítés → plaszticitás + soványítás (ha szükséges) → összegyúrás
követelmény: nem plasztikus elegyrészek egyenletes eloszlás

Agyag

Agyag tulajdonságai:

uralkodóan $< 2 \mu\text{m}$ szemcsenagyság

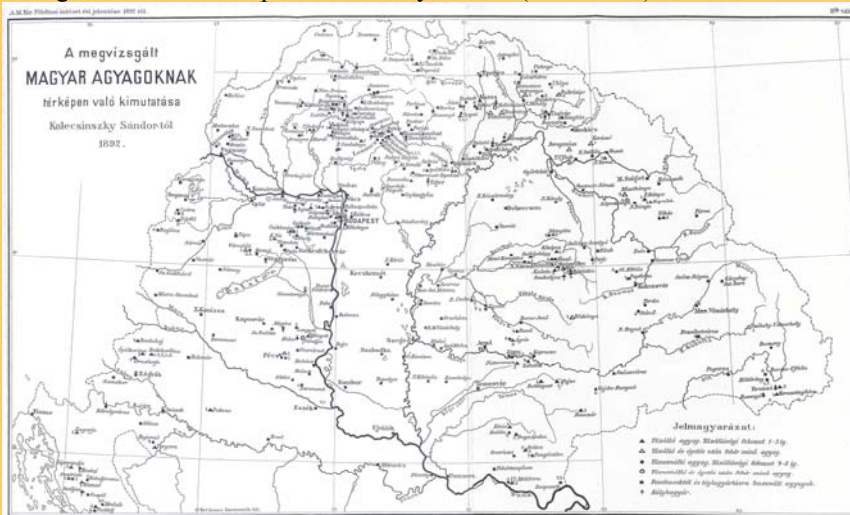
elsősorban agyagásványokból áll – szilikátok (földpátok, földpátpótlók) és kőzetüveg lebontásával és szerkezetének átalakulásával képződik

- kaolinites – illites – montmorillonitos
- meszes ↔ nem meszes
 - mésztartalom gyakran problémás: CaO → oltott mész → térfogatnövekedés → kipattogzás
- kövér ↔ sovány
- tűzálló (hőálló) ↔ nem tűzálló (olvadáspont $>$ illetve $< 1550^\circ\text{C}$)
 - hőálló: illites és kaolinites
 - Magyarország: hőálló csak hegységi és hegységperemi területeken

Magyarország agyaglelőhelyei 1.

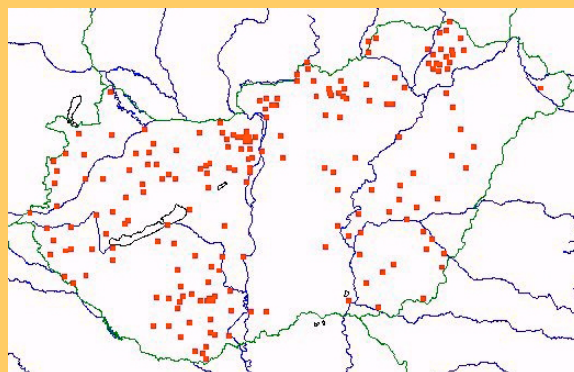
Matyasovszky-Mátyásfalvi Jakab és Petrik Lajos (1885); agyagok besorolása: 3 csoportba és 8 tűzállósági fokozatba

Kiegészítések és térkép: Kalecsinszky Sándor (1892-1905)



Magyarország agyagbányái 2.

Legújabb, archeometriai szempontú összeállítás: Babinszky Edit (nem publikált) → térkép: *Nyersanyag atlasz – nem érces őskori nyersanyagok Magyarországon és a környező területeken* (www.ace.hu/atlas)



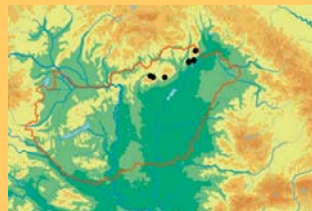
Nemesagyag

Nemesagyag (kaolinit és/vagy illit) – felső miocén S magmatitok hidrotermás lebontásával

helyben képződött (autochton)

hőálló (tűzálló)

porcelángyártás



Előfordulás:

Tokaji-hegység: Szegilong, Mád-Bomboly (kaolin)

Füzérradvány (illit)

Kelet-Mátra: Felnémet, Reesk, Mátraderecske

Tűzálló agyag 1.

Tűzálló agyag (kaolinit és/vagy illit + olvadásponthoz csökkentő szennyezések – pl. kvarc, földpát, gipsz, karbonát, szerves anyag stb.)

S-N magmatitok lebontásával

áthalmazott (allochton)

mészmentes vagy nagyon kevés és finomszemcsés mészsanyag

durvakéremia, kályhacsempé, samott, kerámiák, főző-sütő edény

Előfordulás:

Hegységi-hegységperemi területeken → fő fazekasközpontok

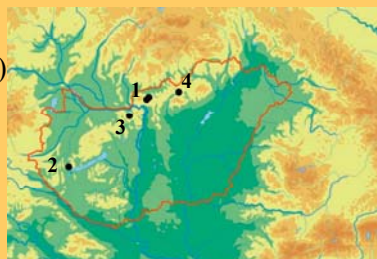
Jelenlegi/közelmúlt legfontosabbak:

Bánk-Felsőpetény-Romhány (K-Börzsöny) (1)

Cserszegtomaj (Keszthelyi-hg.) (2)

Sárisáp (3)

Nemti (saválló agyag) (4)



Tűzálló agyag 2.

Régészeti kerámiák szempontjából fontosabb lelőhelyek:

Gömör – Rimaszombat környéke

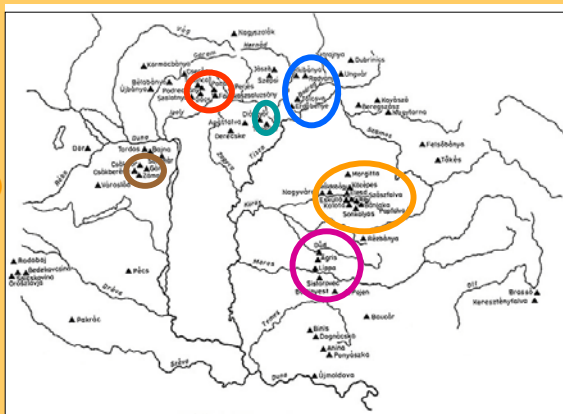
Miskolc környéke

Zemplén és Ung

Nagyvárad (Sebes-Körös)

Lippa (Maros)

Csákvár



Domokos 1988-2002

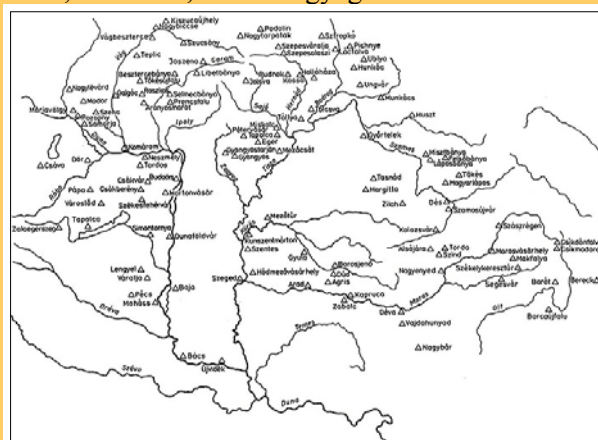
Nem tűzálló agyag

Uralkodóan montmorillonitos agyagból áll

- **tégla- és cserépagyag**
- **korsók** – mázatlan; nagyobb Fe-tartalmú, kövér agyag
- **tálok** – mázas, XVI. szd-tól; homokos, meszes agyag is alkalmas

Előfordulás, felhasználás:

- Kárpát medence szinte egész területén
- Nagyon sokféle, uralkodóan fiatal (oligocén-holocén) agyagok, agyagos üledékek



Domokos 1988-2002

Nem tűzálló agyag – korsós, tálasközpontok

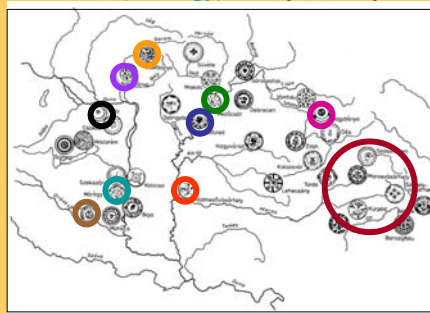
Nagyszámú lelőhely és fazekasközpont - jelenlegiek az őskori és középkori központok helyén és hagyományokon alakultak ki

korsósok:

Mezőtúr
Szentes
Nádudvar
Mohács
Korond, stb.

tálások:

Hódmezővásárhely Siklós
Mezőcsát Tata
Tiszafüred Libetbánya
Nagybánya Alsó Garam-völgy
Sárköz (Mórág) Ny-Erdély, stb.



Domokos 1988-2002

Nem plasztikus elegyrészek - áttekintés

Szerepe: szerkezet fellazítása → egyenletes száradás és kiegészítés → repedezés, törés valószínűségének csökkentése

- természetes eredetű törmelék szemcsék
- soványítóanyag – mesterségesen adagolt
 - homok (- apró kavics)
 - összetört kőzettörmelék
 - tört kerámia (grog)
 - grafit
 - szervesanyag (pl. pelyva)
 - csonttörmelék
 - kagylóhéj



Bronzkor, Biatorbágy
fotó: Kreiter Attila

Vizsgálat: Petrográfiai mikroszkóp (elektronmikroszkóp, SEM)

Kerámia formázás - technikák

Elsődleges:

- Hurkatechnika (coiling, ring building)
- Szalagtechnika (slab building)
- Nyomkodásos (pinching)
- Felhúzás (drawing)
- Korongozás (throwing) - gyors korong
- Sablonformába benyomás (molding)

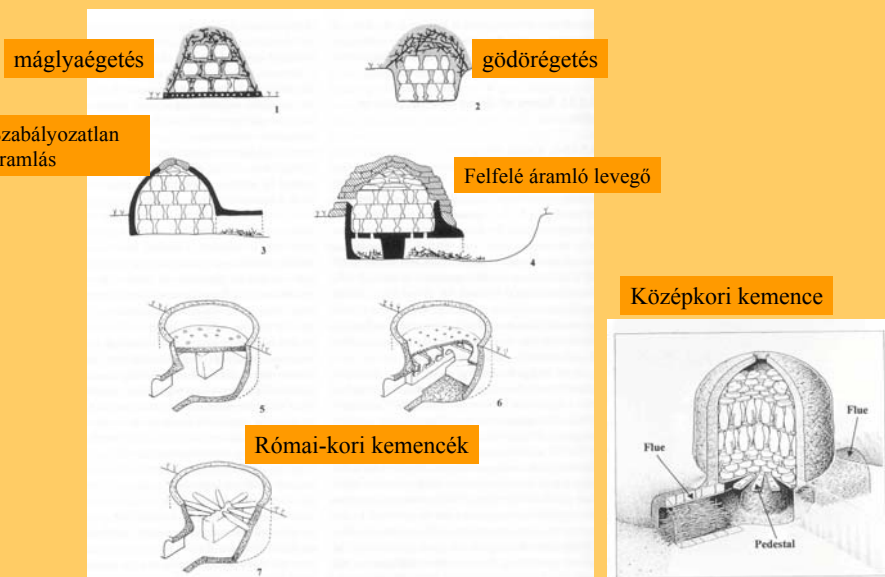
Másodlagos: elsődleges formázás hibáinak eltüntetése

- Lassú korong
- Kaparás (scraping)
- Ütögetés és megtámasztás (beater and anvil)
- Kiálló részek leszedése (triming)

Díszítés - változatos eszközökkel (köröm, kagylóhéj, „fésű”, egyéb eszközök)

- Plasztikus állapotban
- Szárítás után, bőrkemény állapotban

Kiégetés 1. - Kemencetípusok



Henderson, 2000

Kiégetés 2.

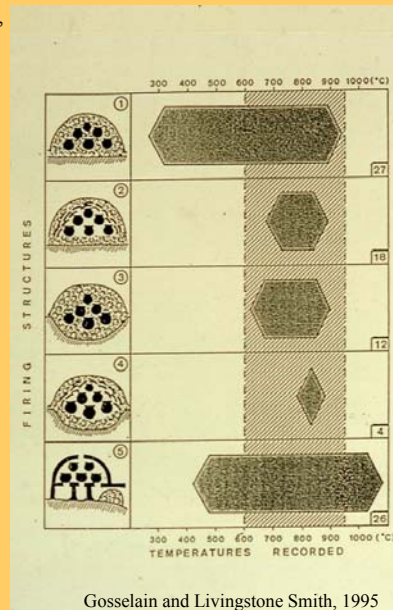
Szabadtéri égetés (máglyaégetés: 1, 2, gödöröségetés: 3, 4; a 2, 4, cserépboritással); kevésbé szabályozott

- Gyors felfűtés (20-30 perc)
- Rövid hőtartás, kiégetési idő:
 - Máglyaégetés: 30-60 perc
 - Gödöröségetés: 2-3 óra
- Alacsony maximális hőmérséklet (600-800°C)
- Oxidáló/redukáló atmoszféra; kevésbé szabályozható
- Durvaszemcsés kerámiák

Kemenceégetés (5) – szabályozható, állandó minőség

- Lassú felfűtési sebesség (néhány óra)
- Hosszabb hőtartás, kiégetési idő: > 7 óra
- Magas maximális hőmérséklet (700-1000°C)
- Szabályozható atmoszféra
- Finomszemcsés kerámia

oxidatív – redukív →
szín: vörös – fekete
(szendvicsszerkezet)



Máz, festés

Kerámia felületére nagy T-n ráégetett üveg + adalékanyagok

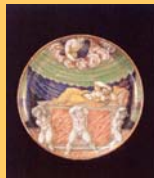
Technológia: többszörös égetés

Ólomház – átlátszó + aláfestés

Ónmáz – átlátszatlan fedőház – majolika, fajansz (nálunk: habánok XVI-XVII. század) + fedőfestés díszítés



Habán korszak



Majolika – Iparművészeti Múzeum
(T. Bruder, 2005)

Szín, festék - mázzal egybeolvadó, abból kivált fém-oxidok

Fe: (*hematit, limonit*): sárga, barna, (zöld)

Mn: (*piroluzit*): sötétbarna, fekete, ibolya

Co: kék

Cu: zöld, kék, (bíborvörös)

Cr: zöld, sárga

Gyártási módok

Házikerámia

Fazekasműhelyi vagy gyári kerámia

- Könnyen és helyben hozzáférhető ↔ A nyersanyag gondos kiválasztása nyersanyag
- Korlátozott lehetőségek a gyártáshoz ↔ Széles lehetőségek a gyártáshoz
- Kézzel kialakított ↔ Korongolás
- Szabadtéri kiégetés ↔ Kemencés kiégetés
- Nem fazekas készíti, „részfoglalkozásban” ↔ Fazekas készíti, teljes munkaidőben
- Saját vagy helyi használatra ↔ Piacra készül

Anyagvizsgálati módszerek 1.

Kerámia: mesterséges metamorf (metaüledékes) kőzet → vizsgálata elsősorban ásványtani, kőzettani és geokémiai módszerekkel történik

Anyagvizsgálati módszer	Vizsgálati célterület	Cél
Petrográfia	Soványító anyag Szövet (+mátrix) Másodlagos fázisok	Nyersanyag azonosítása Származási hely Technológia Használati ill. betemetődési viszonyok
Rtg-pordiffrakció	Mátrix Másodlagos fázisok	Technológia (kiégetés T) Nyersanyag azonosítása Betemetődési viszonyok
Kémiai elemzések (fő- és nyomelemek) (NAA, XRF, ICP-MS, PGAA)	Teljes anyag (mátrix + soványító anyag)	Származási hely Műhely azonosítása
Egyéb (Elektronmikroszkop, SEM, Mikromineralógia, Katódlumineszcencia stb.)	Vizsgálati eszköztől függ	Nyersanyaglelőhely, technológia pontosítása Utóhatások

Anyagvizsgálati módszerek 2.

Vizsgált rész	Analitikai módszerek	Cél
Soványító anyag	Petrográfia (összetétel) (Elektronmikroszkop) (Mikromineralógia)	Nyersanyagazonosítás Származási hely Technológia
Mátrix	Rtg-pordiffrakció Petrográfia (szövet) (Scanning elektronmikroszkóp)	Technológia (kiégetési T) Technológia (készítés körülményei) Származási hely (?)
Soványító anyag + mátrix együtt	Kémiai elemzés (NAA, XRF, ICP-MS, PGAA, stb.)	Csoportosítás Származási hely
Másodlagos fázisok	Petrográfia Rtg-pordiffrakció Elektron-mikroszkop, SEM	Utólagos események (pl. használat, tüzesetek) Betemetődési viszonyok

A polarizációs mikroszkópi vizsgálat

- Alapvető vizsgálati módszer: nem plasztikus elegyrészek, szövet

Mintaelőkészítés:

vágás – csiszolás → vékonycsiszolat



Vastagsága: 30 µm → áttetsző

Vizsgálati eszköz:

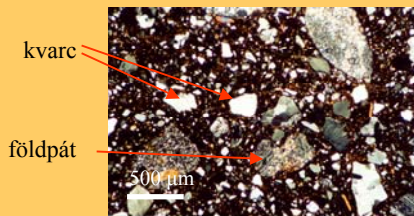
Polarizációs mikroszkóp



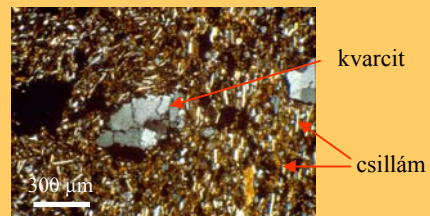
Roncsolásos vizsgálat!

Nem plasztikus elegyrészek 1. Ásványtörmelékek

Gyakori elegyrészek:



Szécsény, neolitikum- Zseliz kultúra

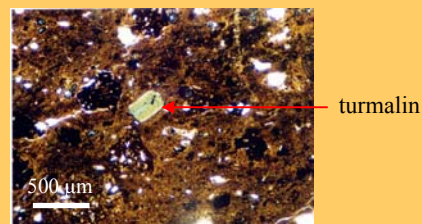


Szőny, Római kor

Ritka elegyrészek (akcesszóriák):



Szarvas, neolitikum – Körös kultúra



Vörs, neolitikum – Starčevo kultúra

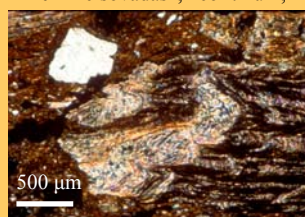
Nem plasztikus elegyrészek 2. Kőzettörmelékek

Előfordulás: elsősorban durva kerámiákban

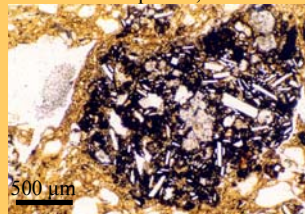
Talkpala - Vaskeresztes, vaskor



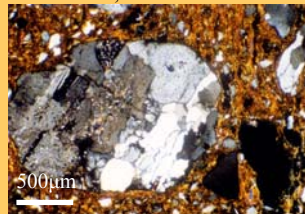
Fillit – Felsővadász, neolitikum, Bükk kultúra



Bazalt - Lovászpataka, vaskor

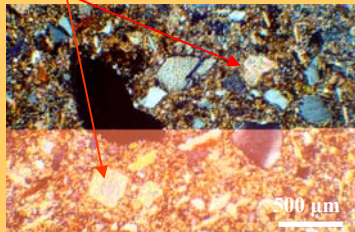


Gneisz – Sé, vaskor



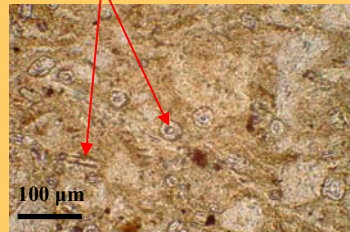
Nem plasztikus elegyrészek 3. Mésző, kalcit, ősmaradványok

Elsődleges kalcit



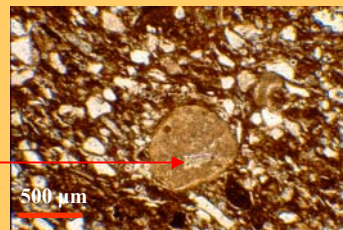
Endrőd, Neolitikum - Körös-kultúra

Kovaszivacstű



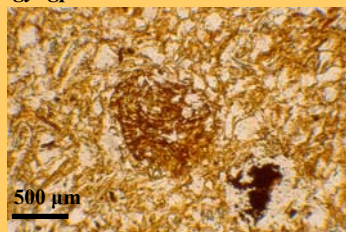
Bicske, neolitikum -Dunántúli Vonaldíszes Kerámia

Kovaszivacstű mészőben
Bicske, neolitikum – Dunántúli
Vonaldíszes Kerámia



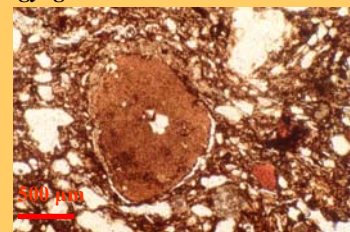
Nem plasztikus elegyrészek 4. Agyagkőzetek, tört kerámia

Agyagpellel



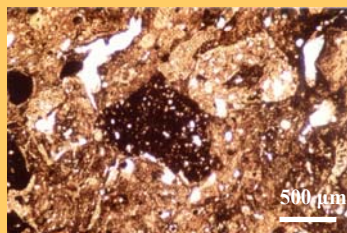
Szóny, Római-kor

Agyagos kőzettörmelék

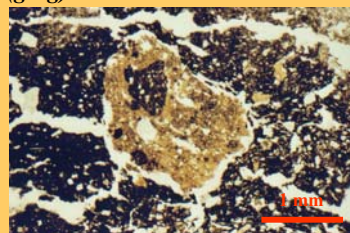


Felsővadász, bronzkor

Kerámia töredékek (grog)



Felsővadász, Neolitikum – Bükki kultúra

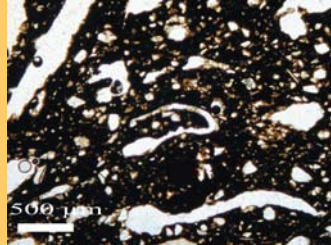


Százhalombatta, bronzkor, Nagyrév-kultúra (Kreiter A.)

Nem plasztikus elegyrészek 5.

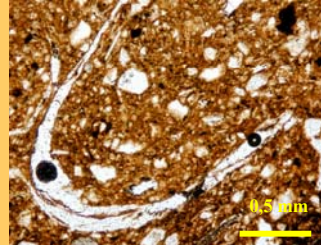
Szerves anyag

Szerves anyag



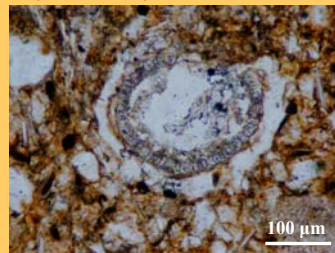
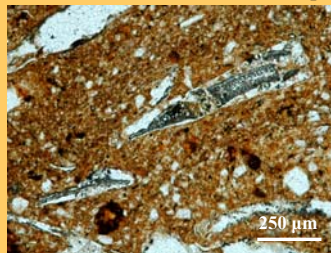
Vörs, neolitikum

Pelyva maradványa



Szarvas-23 kora neolitikum

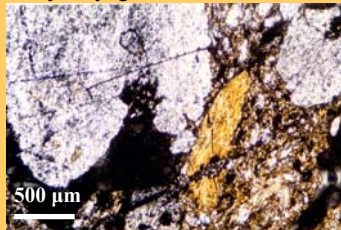
Fitolit – opál anyagú növénymaradványok



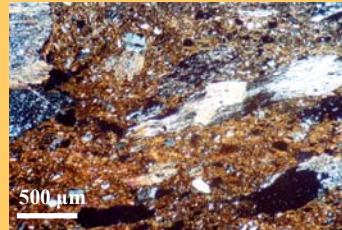
Nem plasztikus elegyrészek homogenitása

Monomikt törmelékanyag

– hegyvidéki helyi anyag



Vaskeresztes, vaskor



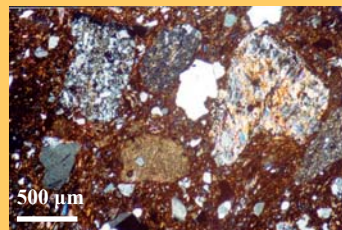
Felsővadász, Neolitikum – Bükki kultúra

Polimikt törmelékanyag - nyersanyagkeveredés

-Természetes eredetű

- földtani helyzet - síksági folyóvízi anyag
(nagyobb méretű szemcsék koptatottak)

- Mesterséges keverés - soványítóanyag



Felsővadász, bronzkor

Soványítóanyag: helyi – nem helyi

A soványítóanyag származásának azonosítási lehetőségei 1.

A származási hely **azonosítása eredményes**: ha van olyan ásvány vagy kőzettörmelék esetleg ősmaradvány, amelyik egy adott területre jellegzetes (ld. talkpala, bazalt, fillit, gneisz, amfibol, kovaszivacsstű)

– főleg hegységi-hegységközeli területen.

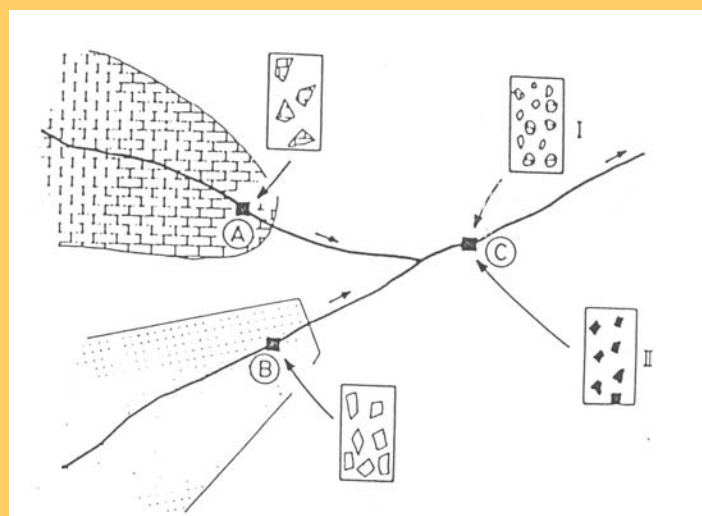
– általában **nagy mennyiségű** kerámiából

Az azonosítás sikere függ az **adott kőzet elterjedésétől**, illetve **változékonyságától**, továbbá a **terület geológiai feldolgozottságától**.

– Az azonosítást csak az adott terület földtanával - kőzettanával történt részletes egyeztetés után szabad megtenni.

Fontos eredmény lehet a nem helyben készült, „**idegen**” anyagú kerámiák kimutatása.

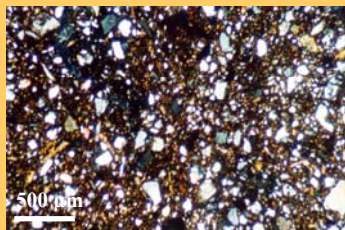
A soványítóanyag származásának azonosítási lehetőségei 2.



Maggetti (1994)

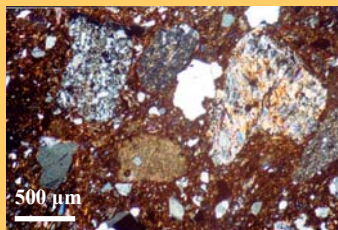
Szöveti vizsgálatok → technológia

Szeriális



Szarvas, Neolitikum – Körös kultúra

Hiátuszos



Felsővadász, bronzkor

Hiátuszos, koptatott elegyrészekkel

Hiátuszos – szándékos soványítás
de: esetenként természetes üledék
is lehet hiátuszos (pl. folyóvízi
homok)



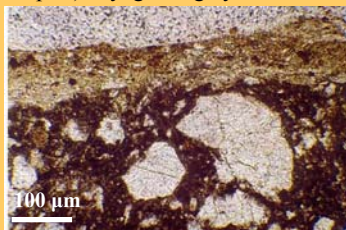
Szécsény, Neolitikum – Zseliz kultúra

Szegély

Slip – vékony agyagbevonat

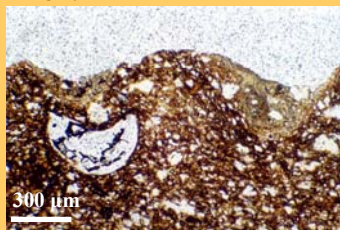
Engob – színes földfesték

Formázás után, de a kiégetés előtt
(iszapolt) anyagú szegély



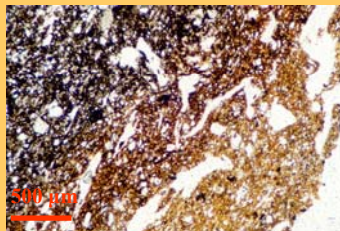
Felsővadász, Neolitikum – bükki kultúra

Karbonátos, finomszemcsés anyagú
szegély a bekarcolásokban



Felsővadász, Neolitikum – bükki kultúra

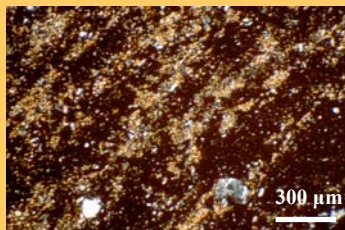
Szegély kialakulása az égetés –
hőntartás során, oxidatív – redukív
körülmények változásának hatására



Szarvas, Neolitikum – Körös kultúra

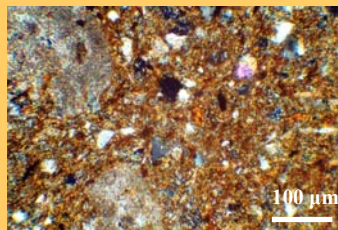
Utólagos átalakulás - használat, betemetődés

Karbonátos átítatás



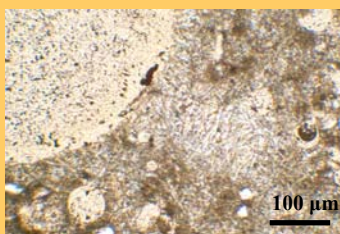
Szóny, Római-kor

Póruskitöltő karbonát + átítatódás



Endrőd, Neolitikum – Körös kultúra

Megolvadás



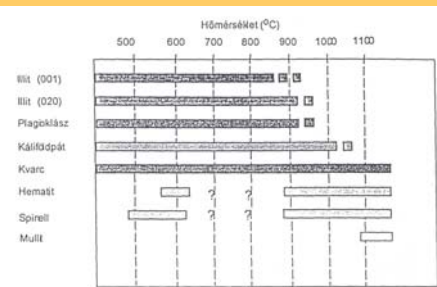
Bicske, Neolitikum, – Dunántúli Vonaldiszes Kerámia

Röntgen-pordiffrakciós vizsgálat (XRD) 1.

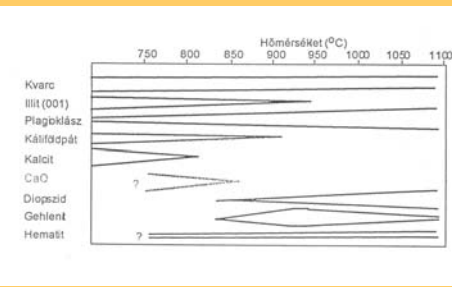
Alapvető vizsgálati módszer:

- plasztikus agyag és átalakulási termékei → **kiégetési T**
- másodlagos elegyrészek → utóhatások (használat, betemetődés)

Illites, nem meszes agyag:

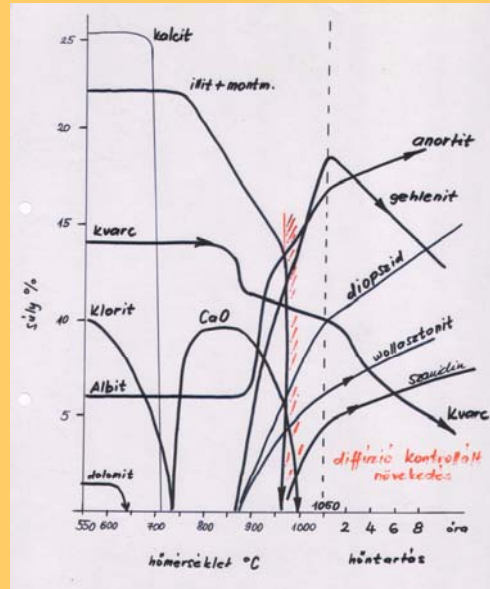


Illites, meszes agyag:

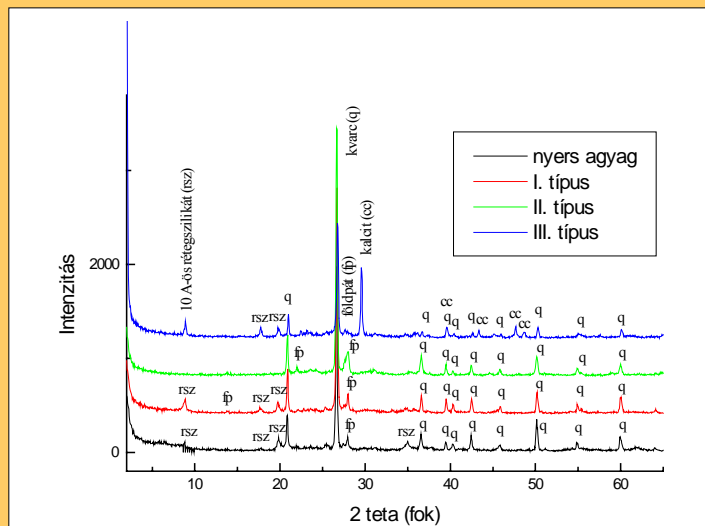


Maggetti, 1982

Röntgen-pordiffrakciós vizsgálat (XRD) 2.



Röntgen-pordiffrakciós vizsgálat – példa Borsod X. századi kerámiák (Szilágyi V. 2004.)



A közzétani módszerrel elkülönített típusok egyértelműen azonosíthatók.

Pásztázó elektronmikroszkópia (SEM)

Petrográfiai mikroszkópnál jobb felbontás: mikroszerkezeti bélyegek vizsgálhatók

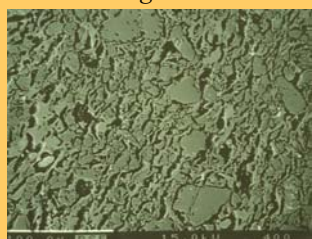
Kiégési – hőtartási folyamatok nyomonkövetése – anyag plasztikussá válásával kapcsolatos átrendeződés, üvegesedés → hőmérséklet becslése

Üvegesedés kezdete:

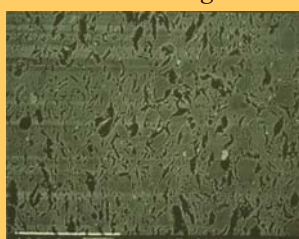
illites-montmorillonitos agyagok kerámiái: ~ 800-850 °C

kaolinites agyagok kerámiái: ~ 1000 °C

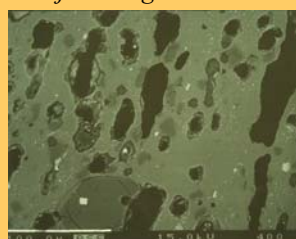
kezdődő üvegesedés



előrehaladott üvegesedés



kiterjedt üvegesedés



Tite nyomán

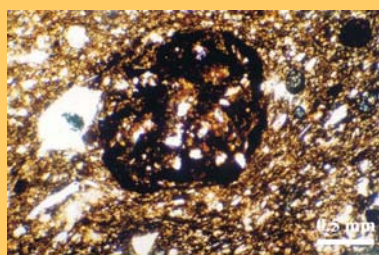
Scanning (SEM) és elektron-mikroszonda (EDX) példa: Fe-gazdag konkréciók 1.

Vizsgált minták

(Kora Neolitikum)

Szarvas - Körös kultúra

Vörs - Starčevo kultúra



Szarvas-23 A71/a/1

Méret: 1-2 mm – 1,5 cm

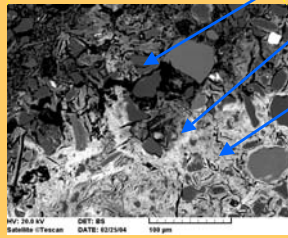
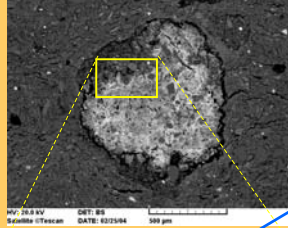
Szín: fekete – sötétbarna

Alak: gömbölyded

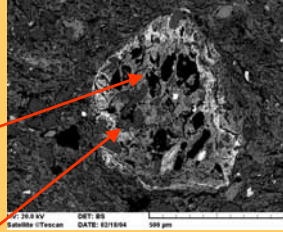
Egyéb: benne apró – elsősorban
kvarc - szemcsék

Fe-gazdag konkréciók 2.

Körös kultúra – Szarvas-23



Starčevo kultúra - Vörs



kevés Fe

nagyon sok Fe

sok Fe

	Starčevo		Körös		határ
	sötétvilágos	világos	sötétvilágos	világos	
SiO ₂	49,33	38,82	62,82	33,03	15,74
TiO ₂	0,53	0,44	1,03	0,54	0,00
Al ₂ O ₃	28,45	21,82	20,11	14,94	8,01
FeO	4,52	28,63	5,12	37,98	66,17
MnO	5,47	2,97	0,43	3,92	2,64
MgO	3,15	2,52	2,90	2,86	1,35
CaO	1,96	1,40	1,37	1,42	1,41
Na ₂ O	1,51	0,00	0,00	0,00	0,00
K ₂ O	4,05	2,58	4,35	2,25	1,11
P ₂ O ₅	1,04	0,82	1,87	3,06	3,57
SUM	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Hasonló konkréciók: mocsaras vagy ártéri területeken, réti talajokban

A kerámiák archeometriai vizsgálatának további lehetőségei – Borsod példája Szilágyi V. 2004)

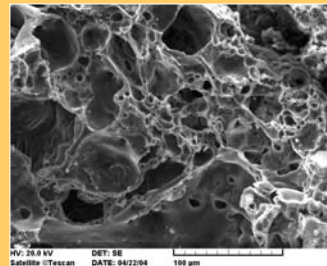
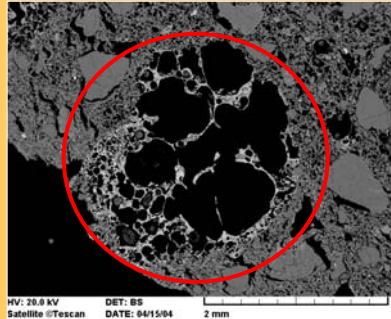
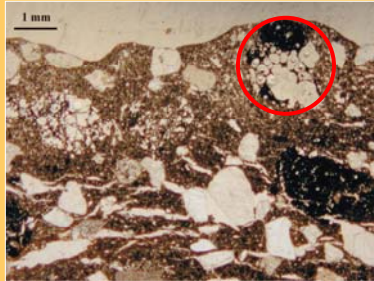
Kiégétségi hőmérséklet becslése – túléggett kerámiák példája (SEM+EMPA)

A régészeti bizonyítékok szerint a falu leégett.
A kerámia leletanyagban **deformálódott, felhályagosodott felszínű töredékek** találhatóak.



A kerámia archeometriai vizsgálatának további lehetőségei – Borsod példája

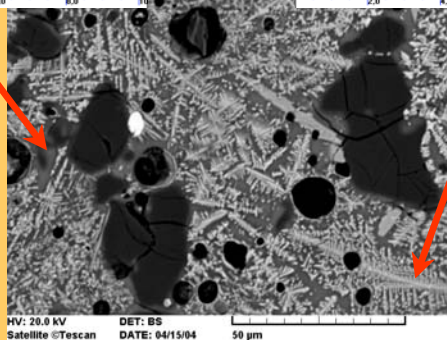
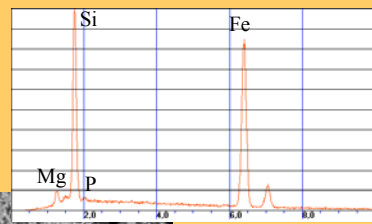
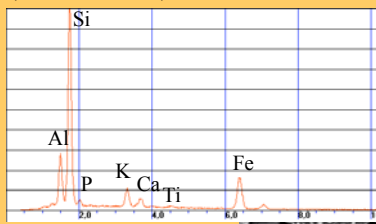
Kiégési hőmérséklet becslése – túlégett kerámia példája (SEM+EMPA)



- Salakszerű felhályagosodás, amelynek megolvadt íves, karéjos szegélyei kőzetüvegből állnak.
- A pórusok szövete megolvadt, homogenizálódott; “kelő nyers tésztához” hasonlít.

A kerámia archeometriai vizsgálatának további lehetőségei – Borsod példája

Kiégési hőmérséklet becslése – túlégett kerámia példája (SEM+EMPA)



üveges fázis

oxid	tömeg%
Na2O	1,88
MgO	1,48
Al2O3	16,86
SiO2	52,93
P2O5	2,52
K2O	3,11
CaO	1,77
TiO2	0,80
FeO	18,65
TOTAL	100,00

vázkristályok

oxid	tömeg%
MgO	5,24
Al2O3	2,02
SiO2	34,42
FeO	57,29
TOTAL	98,97

gyors lehülés

A kerámiák archeometriai vizsgálatának további lehetőségei – Borsod példája

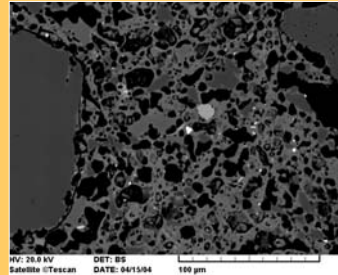
Kiégési hőmérséklet becslése – túlégett kerámiák példája
(SEM+EMPA)

A pórusoktól távolabb a kerámiák szövetében is elváltozás tapasztalható:
- részlegesen homogenizálódott,
- összeolvadt szemcsék és pórusok,
- az eredeti szöveti irányítottság eltűnt.



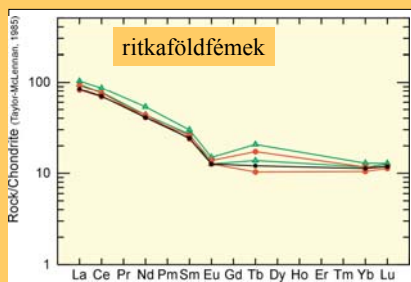
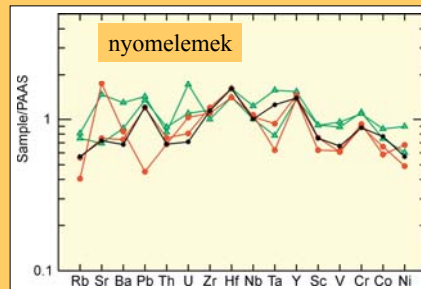
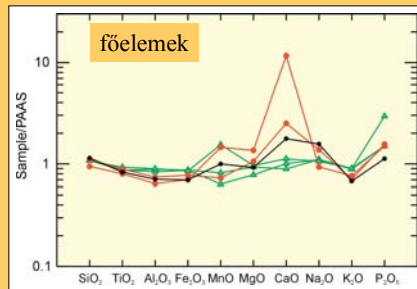
Min. 900-1000 °C

(Cultrone et al., 2001;
Tite et al., 1982)



Geokémia

Kerámia – patics – helyi üledék összehasonlítása: Endrőd-39 lelőhely, Neolitikum



— kerámia
— patics
— helyi üledék

- A helyi üledék kémiai összetétele hasonló a kerámiák és a patics kémiai összetételéhez → **közvetlen helyi nyersanyag-felhasználás**
- A kerámiák nagyobb Al- és néhány immobilis nyomelem-tartalma → **nagyobb agyagtartalomra utal**

Mössbauer spektroszkópia

- vas-oxidok, vas-hidroxidok, vas-oxi-hidroxidok, vastartalmú szilikátok pontos meghatározása
- vas oxidációs állapotának meghatározása, változásának nyomonkövetése
- vasásványok szerkezete, koordinációs állapotok

→ **Kiégési, hőtartási körülmények rekonstrukciója**

Hátrány

- magas költség
- utólagos oxidációs-redukciós folyamatok zavaró hatása

Összefoglalás, konklúzió 1.

- 1, A polarizációs mikroszkóppal történő (**petrográfiai**) vizsgálat és a **röntgen pordiffrakciós** vizsgálat **alapvető fontosságú** a kerámiák archeometriai vizsgálata során.
- 2, A **kémiai elemzések** a fentiekén túlmenően, összehasonlító anyaggal együtt (kemence anyag, helyi agyag vagy talaj) további értékes információt szolgáltatnak.
- 3, A soványítóanyag petrográfiai vizsgálata, továbbá a kémiai elemzések eredményei alapján
 - a **nyersanyag eredetéről** kapunk felvilágosítást, esetenként a nyersanyag **származási helyét** is azonosítani lehet.
 - nagyszámú kerámia vizsgálata során a kerámialeletek anyagi szempontból történő **csoportosítása** lehetséges.
 - elkülöníthetők a **helyben készült** kerámiák és az **idegen helyről** származó nyersanyagú kerámiák.
- 4, A petrográfiai szöveti vizsgálatok és a röntgenpordiffrakciós elemzések a kerámiakészítés **technológiájához** adnak információkat.

Összefoglalás, konklúzió 2.

- 5, A petrográfiai vizsgálatok meghatározó jelentőségűek a **további műszeres vizsgálatokhoz** az anyag kiválasztásában, illetve jó alapot nyújtanak a műszeres vizsgálatokkal kapott adatok **pontosabb értékeléséhez**.
- 6, A **SEM** és az **elektron-mikroszondás** vizsgálatok a petrográfiai vizsgálatok **kiegészítésére, pontosítására**, esetenként az **utólagos hatások** nyomonkövetésére szolgálnak.
- 7, A kémiai elemzések (fő- és nyomelemek, RFF-k) és az elektronmikroszondás elemzések a **nyersanyagok eredetéről** és a **készítési technológiáról** (pl. nyersanyagkeverés) nyújtanak információkat.
- 8, Megfelelően elvégzett nagyszámú, részletes feldolgozás esetén az adatok **matematikai statisztikai módszerekkel** is feldolgozhatóak.