

Archeometallurgiai tábor Somogyfajszon, 2011.07.25-08.05

2011. július 25 – augusztus 5 között a Somogyfajszói Őskohómúzeum udvarán archeometallurgiai tábort rendeztünk. A táborban a 12 nap során összesen 28 fő fordult meg, a táborozók állandó létszáma 7-16 fő körül mozgott. Somogyfajsz önkormányzata készségesen segített a tábor technikai lebonyolításában, szálláslehetőséget és ebédet is biztosítottak a résztvevők számára, továbbá a próbakohósításokhoz 3m³ tölgyfát bocsátottak rendelkezésünkre. Az önzetlen segítségért itt is köszönetünket fejezzük ki.

Mindenekelőtt meg kell jegyeznünk, hogy a tábor célja a honfoglalás kori vaskohászati technológia részletes és teljesen korhű rekonstrukciója volt. A vas előállításához semmi más nem állt rendelkezésünkre, mint 3m³ tölgyfa és a korábbi rekonstrukciós kísérletek során felhalmozott tapasztalatok. A táborban valóban a földtől kellett a vastárgyig eljutnunk és valahogyan úgy megteremteni a technikai civilizáció alapjait, ahogyan azt az őskohászok tették.

A következőkben röviden ismertetjük a táborban elvégzett kísérleteket.

Az első két napon felkerestük azt a feltételezett gyepvasérclelőhelyet, amely korábban a Stamler Imrével végzett terepbejárások során került a látókörünkbe. A Korokna-patak folyásirányában felfelé – a múzeumtól mintegy 2,5km-re található réten – a csatornaásások során kiforgatott emberfej nagyságú gyepvasérc rögöket gyűjtöttünk össze. Bízva a megtalált gyepvasérc jó kohósíthatóságában, mintegy 200kg-ot hordtunk be múzeum udvarára (bár a korábbi próbakohósításoknál felhasznált gyepvasérccekhez képest ez az érc jóval fakóbb és tömörebb szerkezetű volt).

A harmadik napon kb. 1,5m átmérőjű, 20cm mély ércpörkölő gödört ástunk. Az ebben megrakott máglyán egyszerre tudtuk megpörkölni az összegyűjtött gyepvasérc teljes mennyiségét. A nap folyamán a faszénégető boksához elkezdünk a kb. 50cm hosszúságúra felvágott tölgyfarönkök felhasználását. A nap végére egy kb. 20cm mélységű, tányér alakú mélyedésbe 1m³ felhasználott tűzifából megraktunk egy faszénégető boksát (1-4 kép).



1-4. kép: Faszénégető boksa építése.

Az elkészült boksa átmérője 1,4m, magassága 90cm volt.

A **negyedik nap** reggelén a középén hagyott aknán keresztül begyűjtöttük a boksát: izzó parázssal és égő fahasábokkal töltöttük meg az aknát, majd amikor az így megrakott gyűjtőoszlop lángolni kezdett, a boksa aknáját felülről földdel takartuk be, ezzel megkezdődött a szénégetés, a berakott fahasábok száraz lepárlása (5. kép).



5. kép: Faszénégetés.

A faszénégetéssel párhuzamosan agyagot gyűjtöttünk a másnap megépítendő bucakemencéhez a Korokna-patak medréből (kb. 200m-re a múzeumtól). A műhelygödört nem kellett kiásnunk, ugyanis a '90-es években végzett rekonstrukciós kísérletekhez, a múzeum épületétől kb. 20méterre korábban kiásott gödör megfelelő állapotban volt, ennek oldalfalába be lehetett építeni a kísérleti bucakemencét. A gödörből kikerült durva szemű homok alkalmas volt a patakmederből gyűjtött agyag soványítására. A kemence anyaga így a lehetőségek szerint a legjobban megközelítette az eredeti kemencék anyagát. Ez nemcsak korhűségi szempontból volt fontos. A kemencében lévő olvadt salak a kemence belső falazatát feloldja, így megváltozik a kémiai összetétele. Ebből eredően a fizikai tulajdonságai is jelentősen változhatnak (viszkozitás, olvadáspont). Ahhoz tehát, hogy az eredeti salakokhoz minél hasonlóbb összetételű salakot kapjunk, nemcsak a betétanyagoknak kellett hasonló kémiai összetételűnek lennie, hanem a kemence falazatának is.

A negyedik nap a faszénégető boksa állandó figyelése mellett a műhelygödör oldalfalába beépítettük és kiszárítottuk a bucakemencét (6-10.kép).





6-10. kép: A bucakemence beépítése a műhelygödör oldalfalába.

A nap végén kibontottuk a faszénégető boksát, így mintegy 100kg faszénhez jutottunk (11-12. kép).



11-12. kép: A faszénégető boksa kibontása.

Az ötödik napon a korábban megpörkölt gypvasércet törtük össze 0,5-1cm-es darabokra, így előkészítve a kohósításra. Bízva az érc jó minőségében a teljes mennyiség aprítását elvégeztük. Ezzel párhuzamosan felhasogattunk 1,5m³ tűzifát, amelyből egy újabb boksát raktunk meg a nap végén (átmérő 1,9m, magasság 1,3m). A begyűjtással ezúttal nem vártunk reggelig, tekintettel a tábor eredeti programjához képesti mintegy 2 napos hátrányunkra. Az esti begyűjtés ára az egész éjszakán át tartó virrasztás volt a boksa mellett (a boksa ugyanis a begyűjtést követő néhány órában a „legaktívabb”, ilyenkor gyorsan csökken a térfogata, helyenként beomolhat a rajta lévő földtakaró, a keletkezett lyukon befújhat a szél, így a boksa kigyulladhat, nagy mennyiségű tűzifa és faszén enyészhet el).

A hatodik napon már hajnalban megkezdtuk a munkát. Faszénét törtünk az első próbakohósításhoz (13. kép), illetve elkészítettünk 10db fúvókát.



13. kép: Faszénaprítás.

A kohó előfűtése után megkezdjük az előző nap megtört gyepvasérc kohósítását. Az első ércréteg terítésétől számított 70-80perc elteltével leértek az első ércszemcsék a fúvósíkba, ahol összesültek. Ez a gyepvasérc tökéletesen alkalmatlan volt a kohósításra, nemhogy vas nem keletkezett belőle, de még csak elsalakosítani sem sikerült. Feltételezhetően az érc nem volt más, mint vasas homokkő, amit csak a kis vasoxidtartalom színezt barnára, vörösesre (a félretett gyepvasérceken végzendő anyagvizsgálatok még később következnek).

A hatodik nap éjszaka ismét a boksát „őrizzük” és végig gondoltuk, hol próbálkozzunk meg a korábbi tapasztalatok alapján újabb gyepvasérclelőhelyek felkutatásával.

A hetedik nap még egyszer megpróbálkoztunk az első két napon gyűjtött gyepvasérc kohósításával, ezúttal kissé változtatott technológia paraméterek mellett (intenzívebb fűjtás, több faszén). Ennek ellenére ismét rendkívül sikertelen volt próbakohósítás, 2,5 óra elteltével félbe kellett szakítanunk a kísérletet, ugyanis a fúvósíkban összesült ércdarabokból álló konc elsalkosítására, megolvasztására még az intenzív fűjtás mellett kialakult kb. 1400°C-os medencehőmérséklet (termoelemes mérések) sem volt elegendő. A kiemelt koncot mutatja a 14. kép.



14. kép: Gyepvasércszemcsékből összesült konc

A további próbálkozásokat ezzel az ércelével így elvetettük. A nap végén kibontottuk a faszénégető boksát, így újabb 150kg-nyi faszénhez jutottunk.

A nyolcadik nap reggelén terepbejárásokat kezdtünk a kohósítható gyepvasércek megtalálása céljából. A Korokna-patak folyásirányában felfelé majd lefelé haladva ércbuvásokat kerestünk a patak partoldalában. Bár a múzeum körül kb. 500m-es körben sehol nem lertünk kitermelhető mennyiségű gyepvasércre (apróbb vasborsókat találtunk csak), a Korokna-patak folyásirányában lefelé, a múzeumtól kb. 1,5km-es távolságban 20-30cm vastag, nem összefüggő, eltalajosodott ércbuvásokra bukkantunk. Ezt kicsákányozva (15. kép) kb. fél óra alatt összegyűjtöttünk kb. 40kg gyepvasércet, amelyet a színe és a szerkezete alapján a korábbi tapasztalataink szerint kohósíthatónak ítéltünk meg. Az összegyűjtött gyepvasércet a patakban megmostuk (16. kép).



15-16. kép: Gyepvasércgyűjtés a Korokna-patak medréből és az összegyűjtött gyepvasérc mosása.

Az összegyűjtött gyepvasércet a múzeum udvarán megpörköltük, megtörtük, majd délután 4órás próbakohósítás során 12 kg ércet adtunk a bucakemencébe. Intenzív fűtatással, nagy medencehőmérséklettel (kb. 1400°C dolgoztunk). A kohósítás eredményeként kb. 0,2-0,3kg-nyi vasgolyókból összehegedt vasrögöt és salakba ágyazódott kisebb-nagyobb vasgömböcskéket kaptunk. Hasonló eredményre vezettek korábban a nagy foszfortartalmú, kis vastartalmú nyírségi gyepvasérc próbakohósításai is. A vasrögök gömb alakjának oka ilyenkor az, hogy a nagy kohászati hőmérsékleten az érc nagy foszfortartalma javarészt a vasba kerül, vele kb. 1050°C-os olvadáspontú eutektikumot képez. Az eutektikum a medencében olvadt állapotba kerül. Az olvadt salakban olvadt eutektikum mátrixba ágyazódott szilárd ferritszemcsék vannak, amelyek aránya, mérete a foszfortartalomtól függ. Az olvadt eutektikumot a felületi feszültség gömb alakúra húzza össze.

Ez a próbakohósítás sem volt tehát sikeres: a vaskihozatal nagyon kicsi volt, a kapott vas minősége pedig rendkívül rossz (utólag úgy gondoljuk, más technológiai paraméterekkel talán jobb eredményt értünk volna el). Így tovább kellett keresni a jól kohósítható és könnyen kitermelhető gyepvasérceket.

Még aznap késő délután újabb terepbejárásra indultunk a Korokna-patak folyásirányában lefelé. Kb. 800m-re a múzeumtól egy közeli erdőirtásban, ahol a talaj felső rétegét eltávolították egy helyütt a felszínhez közel, kb. 10-15m kiterjedésű gyepvasérclelencsét találtunk.



17. kép: Gyepvasérc kitermelés az erdőirtásban.

Itt a gyepvasérc többnyire földes állagú, könnyen morzsolható volt. A keményebb 5-10cm-es rögökből 30kg-ot gyűjtöttünk össze. Mosás, pörkölés és aprítás után 18kg érc állt készen a kohósításra, így még aznap éjszaka elvégeztünk egy 5 órás próbakohósítást. Ennek eredményeképpen egy kb. 0,8kg-os, kovácsolható, kicsi vasbucát kaptunk, amelyet a bucakemencéből kivett melegében laposra tömörítettünk. A próbakohósítás alatt nagyon sok, de viszonylag könnyen csapolható, kis viszkozitású salak keletkezett. A próbakohósítás továbbra sem volt sikeresnek nevezhető a kis vaskihozatal miatt (de ennél az ércnél is kérdés, hogy mire vezetett volna a más technológiai paraméterekkel végzett kísérlet).

A kilencedik nap reggel ismét terepbejárásra indultunk. Ezúttal egy helyi lakos elmondásai és útmutatása alapján a közeli Aranyosi-árokban (a múzeumtól kb. 3km-re) kerestünk gyepvasércet. Itt a patak medrében több km hosszan lehetett viszonylag gyorsan összegyűjteni a 10-30cm nagyságú átmosott gyepvasércrögöket 18-19. kép).



18-19. kép: Gyepvasércgyűjtés az Aranyosi-árokban.

Az összegyűjtött kb. 40kg-nyi ércből pörkölés és aprítás után délután 18kg-ot kohósítottuk kis intenzitású fűjtatás és kb. 0,7-es faszén/érc arány mellett. Többször kellett salakcsapolást végezni, de a salak jól kezelhető volt. 6 órás próbakohósítás eredményeként jól kovácsolható (valószínűleg foszformentes, vagy kis foszfortartalmú), 2kg-os vashúrt kaptunk. Ez a kísérlet végre sikeresnek volt nevezhető (20-23. kép).



20-23. kép: Az első sikeres próbakohósítás: fűjtatás, salakcsapolás, kohóbontás, bucatömörítés.

A tizedik nap reggel visszatértünk az aranyosi árokba, ahol újabb kb. 30kg-nyi ércet gyűjtöttünk össze, majd ezt megpörkölve és aprítva 12-kg-nyi ércet kohósítottunk. A kísérlet célja a megváltoztatott technológiai paraméterek vaskihozatalra és a kapott

vas anyagminőségére gyakorolt hatásának megfigyelése volt, így ezúttal intenzív fűjtatással és kb. 1-es faszén/érc aránnyal dolgoztunk. 3 és fél órás kohósítás után 1kg-nyi, jól kovácsolható (valószínűleg foszformentes, vagy kis foszfortartalmú) vasbucát kaptunk (a nagyobb befűjt levegőmennyiség mellett tehát csökkent a vaskihozatal, az anyagminőségben történt változásra a későbbi anyagvizsgálatok után lesz rálátásunk). A megemelkedett medencehőmérséklet miatt a salak még kisebb viszkozitású, még könnyebben kezelhető volt.

A tizenegyedik nap a várható sikeres kohósításra tekintettel felműszereztük a bucakemencét: hőmérséklet és gázösszetétel mérésre került sor a bucakemence torkában, aknájának felső, középső és alsó részén, közvetlenül a fúvóka felett (a mérési eredmények kiértékelése később következik). Az egész délelőtt tartó szakadó eső miatt az ércgyűjtést csak délután tudtuk megkezdeni, a 6 órás, kimerítő próbakohósítás pedig az ismét szakadó esőben késő esti kezdettel indult és másnap hajnalig tartott (24-29. kép). A kísérlet eredményeképpen 15kg ércből 1,5 kg-os vasbucát kaptunk (kis intenzitású fűjtatás, 0,55-ös faszén/érc arány).



24-29. kép: A harmadik sikeres próbakohósítás.

Az utolsó, **tizenkettedik nap** a már kialakult napi rutin szerint gyepvasércet gyűjtöttünk az Aranyosi-árokban. 12kg ércet előkészítettünk kohósításra, majd 5 órás esti próbakohósítás eredményeképpen kb. 1kg-os vasbucát kaptunk, ami a tömörítés közben három darabra tört. Az egyik darabot újraizzító tűzhelybe helyezve ismét felhevítettük és elkezdtuk rúddá kovácsolni. A több melegből kikovácsolt vasrúdból nyílhegyeket, szegeket, késeket készítettünk (30-33. kép). Az utolsó hosszú nap során valóban eljutottunk a „a földtől a vastárgyig”.



30-33. kép: A negyedik sikeres próbakohósítás és a kapott vasbucaából kikovácsolt vastárgyak.

Összességében elmondható, hogy a tábor nagyon sok erőfeszítés árán, de sikeres volt és a táborba érkezők egyedülálló, máshol át nem élhető élményeknek lehettek részesei.

Mivel a korábban feltételezett lelőhelyen talált érc kohósításra alkalmatlannak bizonyult, a munka java részét elsősorban a megfelelő gyepvasérclelőhely megtalálása jelentette. Ennek során azonban nagyon sok újat tanultunk arról, hogyan ismerhető fel, hogyan ismerhették fel az őskohászok korszerű anyagvizsgálati módszerek hiányában a jó minőségű gyepvasércet. Másrészt a vaskohászati technológia a lehetőségekhez képest legkorhűbb és legteljesebb felelevenítése is sok időnket és energiánkat emésztette fel (pl. a faszénégetésre fordított munka a faszén megvásárlásával megtakarítható lett volna, azonban a rengeteg új ismeretről, tapasztalatról is le kellett volna mondanunk).

A jövő évre tervezett táborban még inkább vissza fogunk térni az őskohászok életmódjához: egy jó minőségű gyepvasérclelőhely közvetlen közelében fogunk műhelygödört ásni, amelybe több bucakemencét is beépítünk. A tábor célja a vasbucakohászat során a technológiai paraméterek hatásának a vaskihozatalra és az anyagminőségre gyakorolt hatásának vizsgálata lesz.