



# A vasi táj változása az újkőkortól a geoarcheológiai kutatások tükrében

A vasi táj Magyarország nyugati részén, az Alpokalja nagytájon és a Sopron–Vasí-síkságon található (1. ábra). A táj lehatárolását legegyszerűbb módon a földtani – geomorfológiai és talajtani adottságok (2. és 3. ábra), valamint potenciális növényzet (4. ábra) nyomán lehet megvalósítani. Maga a terület neotektonikai mozgások, a Rába vonal mentén lejátszódott süllyedés következtében relatíve kiemelt helyzetű, a Kőszegi-hegység hegylábi felszínétől húzódik (5. ábra). A platószerűen megjelenő kavicsstakaró következtében látszólag egyhangúan lapos táj felszínét kavicsstakaró, vályogos, löszös üledék borítja. A felszín vertikális tagoltsága viszonylag csekély, felszíni formákban aránylag szegény a táj, csak a patakok medrei teszik változatosabbá a vizsgált terület felszínét (6. ábra).

A terület feldarabolódása és egyenlőtlen süllyedése, az eddigi geológiai adatok alapján, a pliocén végén és az alsó-pleisztocén során indulhatott meg. Így nem csak térben, hanem időben is elhatárolódtak egymástól az Alpokból érkező folyók által kialakított kavicsos hordalékkúpok. A hegységi szakaszukból kilépő folyók, mint az Ős-Pinka, az Ős-Gyöngyös és az Ős-Répcse délről észak felé a felsorolt sorrendben töltötték fel a saját, a harmadidőszak végén, a negyedidőszak kezdetén kialakult részmedencéiket. Ennek következményeképp ezek a hordalékkúpok jól elkülöníthetők egymástól a kavicsanyaguk kőzet- és ásványösszetétele, valamint a hordalékkúpok formai kifejlődésének köszönhetően (1. ábra).

A felső-pleisztocén folyamán felhalmozódott kavicsos anyag a jégkor végi periglacialis környezetben, az Alpokalja területére jellemző folyamatos, de az időszakosan felolvadó örökfagy réteg hatására a talaj folyásos mozgást végzett. Így keveredett a területen a jégkor végén felhalmozódó, vályogosodott eolikus poranyaggal is. A felső-pleisztocén kavicsanyag a jégkori örökfagy hatás nyomán jég aprózódás formákkal jellemezhető. A felhalmozódási környezet nyomán ez a felső-pleisztocén kavicsanyag a színe, a megjelenési formája, a szemcseösszetétele, az üledékszerkezete révén jól elkülönül a korábban lerakott erősen cementált kavicsos rétegektől.

Az egyenlőtlen kifejlődési, aszimmetrikus süllyedési ciklusok folytán a széles kavicsplatók között keskeny sávokban maradtak feltöltetlen, eróziós folyamatok dominanciájával jellemezhető térségek. Ezek a térségek a pleisztocén későbbi időszakában szélfúttá üledékkel töltődtek fel, majd ezek az eolikus képződmények a jégkorszak végén vályogosodtak.

A terület felépítése, földtani szerkezete kedvez a víztárolásnak. Bár a felszíni kavicstakarók 10–25 m-nél nem vastagabbak, de a fejükükben közepes szemcse-nagyságú felső pannóniai üledék települt nagy vastagságban. Ezeket a víztároló rétegeket a felülről beszivárgó csapadék, és az erre lejtő Alpokalját alkotó hegységi felszínek és hordalékkúpok táplálják.



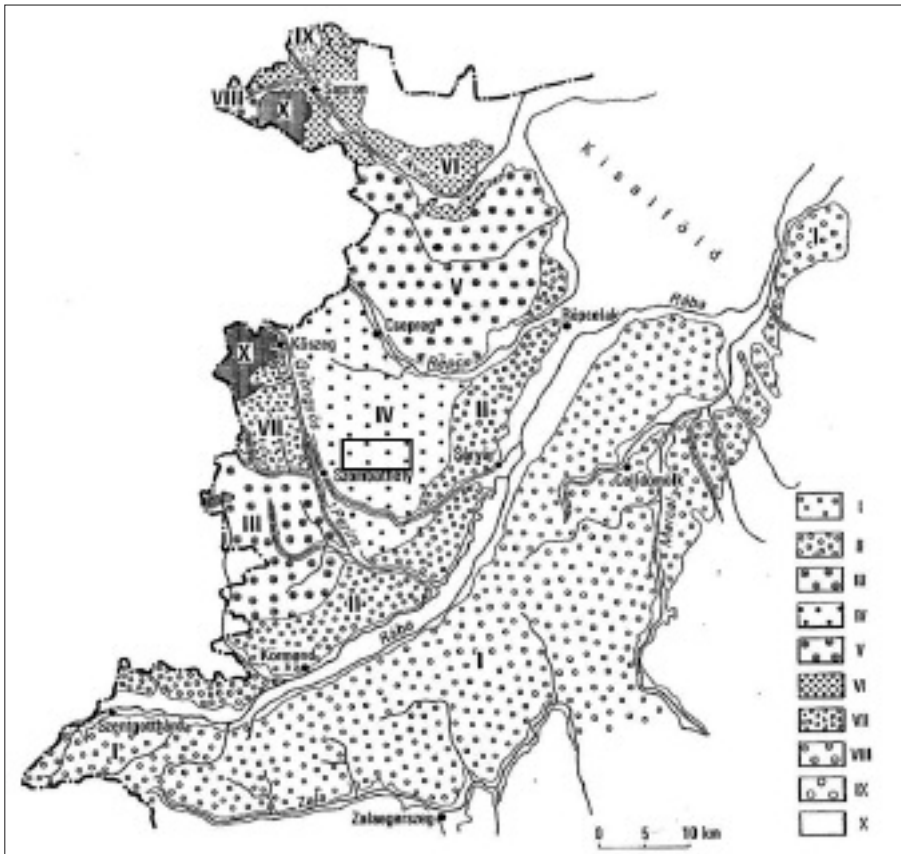
1. ábra: Az Alpokalja átnézeti térképe a kistájakkal

A csapadékból származó utánpótlás, a terület kedvező vízháztartásának köszönhetően is jelentős. Az évi 600–700 mm körüli csapadék (7. ábra: kapuvári adatok) mellé 500–550 mm körüli átlagos párolgás és párologtatás járul. Így évi 50–200 mm-nyi vízfelesleggel kell számolnunk. Ennek jelentős részét a patakok vezetik le, másik része viszont a talajvíz, illetve a rétegvíz szintjét növelik és a platójellegűen kifejlődött Gyöngyös patak kavicstakaróját felosztó völgyekben található patakokat táplálják.

A patakok folyamatos vízellátását, a geológiai adottságok mellett az éghajlati tényezők is elősegítik, mert a kistáj éghajlata mérsékelten hűvös-mérsékelten száraz kategóriába sorolható. Az évi napfénytartam 1850 és 1900 óra között valószínű, nyáron 720–740 óra, télen 185 óra körüli napsütés várható. Az évi napfénytartalom alacsony volta, a borultság magas százalékos arányával, az egyenletes csapadékeloszlással magyarázható. A csapadék és borultsági viszonyok mellett az évi középhőmérséklet, amely 9,0 °C körüli (7. ábra: kapuvári adatok) és a legjelentősebb hőbevétellel jellemezhető a márciustól októberig tartó vegetációs periódus, amelynek átlaga 16 °C körüli, is elősegíti a vízháztartási többlet kialakulását, mert az országos átlagtól alacsonyabb hőmérsékleti értékek következtében a párolgás és párologtatás kisebb mértékű, mint a medence többi területén. Így a lehullott csapadék egy része vízfelesleget alkot és beszivárgás nyomán a talaj, valamint a rétegvizeket táplálja. Így nem véletlen, hogy a Gyöngyös-síkon a talajvízszint átlagos értéke nem megy 3 m alá, az erőteljes szabályozás, talajvízszint magasságot csökkentő árokrendszer ellenére sem.

Ennek nyomán a patakok allúviumain kiváló vízellátás alakult ki és a nedves ártéren a különböző növényi maradványok, közte virágporszemek megőrződhetnek. Ezekbe az alluviális síkokba mélyített fúrásokból, régészeti ásatásokon kialakított szelvényekből (8. ábra) kinyert növényi maradványok, virágporszemek, csigák és kagylók, valamint az üledékes rétegsoron végzett szedimentológiai és geokémiai

elemzések nyomán lehetett az egykori kultúrák környezeti hátterét, az egyes emberi közösségek környezetre gyakorolt hatását megrajzolni. A vizsgálatok kiterjedtek a Balaton nyugati felére, a Dunántúl déli részére is, ezekkel, valamint az Alpok keleti részén végzett paleobotanikai vizsgálatok (9. ábra) eredményeivel összehasonlítva



2. ábra: Nyugat-magyarországi kavicstakarók térképe a vizsgált területtel  
 I. Rába-jobbparti kavicstakaró; II. Rába-balparti kavicstakaró; III. Pinka patak kavicstakarója; IV. Gyöngyös patak kavicstakarója; V. Répce folyó kavicstakarója;  
 VI. az Ikva – Vulka kavicstakarója; VII. a Kőszegi-hegység szögletes lepelkavicsa;  
 VIII. Soproni-hegység miocén kavicstakaró; IX. Pliocén kavics; X. Röghegységi zóna  
 (Soproni-hegység, Kőszegi-hegység, Vas-hegy)

rajzolódnak ki a vasi táj utolsó 10 ezer évében lezajlott növényzeti változások jellegzetességei. Az őskörnyezeti lelőhelyek mellett a régészeti lelőhelyekről előkerült növényi és állati maradványok feldolgozásait is felhasználtuk az emberi hatások tisztázásához. Ezeket az átfogó környezettörténeti vizsgálatokat az 1980–90-es években kezdték el a kutatók a térségben, a Jerem Erzsébet és az Ilon Gábor régészek vezette Sopron–Krautacker és Gőr–Kápolnadomb régészeti feltárásain.

Munkánkban kiemelkedő jelentőségűek voltak a virágporszemek, növényi maradványok és a szárazföldi csigák, amelyek segítségével kisebb-nagyobb területek növényzeti változásait, az egykori júliusi hőmérsékletet, páratartalmat, az egykori tenyészidőszak éghajlati viszonyait tudtuk rekonstruálni. Talán szokatlan, hogy a szárazföldi csigákat is felhasználtuk a növényzeti és éghajlati változások rekonstruálására, de a csigafauna rendkívül



3. ábra: Az Alpokalja és Nyugat-Dunántúl talajainak kiterjedése

érzékeny a növényzeti borítás, a páratartalom és a hőmérséklet megváltozására, ezért kiválóan alkalmas az egykori emberi tevékenység nyomán megbontott növényzet, és az egykori helyi éghajlati tényezők változásainak megrajzolására. A teljes módszertani részt, amelyet felhasználtunk vizsgálatainkhoz publikáltuk már. Így itt nem részleteznénk az egyes módszereket, hanem elsősorban a makrobotanikai anyag, a virágporszemek, fitolitok, szárazföldi csigaanyag feldolgozása után levonható következtetéseket, az újkőkortól napjainkig tartó környezeti fejlődést mutatnánk be a vasi tájon.

A neolit népek megtelepedése előtt csak halász – vadász – gyűjtögető középső kőkori, ún. „mezolitik” népek éltek a területen. Tevékenységük teljes mértékben improduktív volt, nem termeltek, csak elvették a környezetükben található természeti javakat. Ennek a halász – vadász – gyűjtögető életmódnak a hatására vándorolniuk kellett, mert egy-egy nagyobb terület természeti erőforrásait viszonylag gyorsan leélték, ezért időt kellett biztosítani a növény- és állatvilágnak a regenerációhoz, a megújuláshoz. Ezek a mezolitik közösségek a jégkor végén alakultak ki és a jelenkor, vagy más néven a holocén kezdetén, 11 000 és 7500 évek között élhettek a vasi régióban.

Már ekkor, a mezolitik közösségek idejében kialakultak a zárt mérsékeltövi erdők a Dunántúl nyugati részén. A holocén legelső szakaszában még erdei fenyvessel kevert lomboserdők alakultak ki, majd a tölgy–szil–kőris–hársfák uralma és rendkívüli fajgazdagság jellemezte ezeket az erdőket. A középhegységi részen tűlevelű fákkal, főleg erdei fenyővel és lucfenyővel, a hegylábi régióban bükkal, a síksági részeken égerrel, nyírral és fűzfákkal keverten. Ezek a termelő gazdálkodás által még nem érintett ősi, közép-európai és alpi elemeket egyaránt tartalmazó erdők döntően több ezer éves fákból álltak és a mai kezelt, néhány évtizeden, maximum egy évszázadon át létező fák alkotta erdőkkel szinte össze sem lehet hasonlítani az egy-

kori megjelenésüket, sűrűségüket és fajösszetételüket. Ebben a korban, a váti Széles-víz patak, a szelestei Kőrös-patak, a zanati Borzó-patak és a nemesbői Surányi-patak allúviumain lerakódott rétegek virágporaszem elemzése alapján a mogyoró cserje, a liánok, mint az iszalag, a borostyán, és az erdei szőlő szinte sohasem látott mennyiségben élhettek ezekben az európai őserdőkben.

Olyan mennyiségben jelentkeztek ezek a növények a vizsgált területen, hogy felmerült a lehetősége, hogy a középső kőkori vadász – halász – gyűjtögető közösségek az általuk is gyűjtögetett, jelentős szénhidrát-tartalmú, télen is elálló makkterméssel jellemezhető, napfénykedvelő mogyoró terjedését tisztások, erdőszegélyek kialakításával elősegíthették. Ez mellett az örökzöld, takarmányként is felhalmozható, tápértékét szárítás után is jelentős mértékben megőrző borostyán liánjainak, leveleinek, szárainak begyűjtése és felhalmozása pedig az időszakos állattartáshoz, a vadászat alkalmával befogott és téli időszakban borostyánnal etetett, majd a tél végén a táplálékhiányos időszakban levágott növényevő állatok tartására is alkalmas volt. Ezek lehettek a legjelentősebb emberi beavatkozások az egykori természetes környezetben, az erdők életében a mezolitik korban, mintegy 8000 évvel ezelőtt. Így a jégkor végén, a jelenkor kezdetén, mintegy 11–12 ezer éve kifejldött lombos erdők 4–5 ezer éven keresztül szinte érintetlenek maradhattak (10. ábra).

Majd 7000–7500 éve az első termelő gazdálkodást folytató közösségek megtelepedtek ezen a vidéken is. A neolitik közösségek megjelenésével a közép-európai lombos fák alkotta őserdei környezet emberi hatásra átalakult. A letelepült életmóddal jellemezhető újkőkori emberek égetéses erdőirtással alakították ki falvaikhoz, utakhoz, rét-, és legelőterületeikhez és a falvakban kertszerűen kialakított gabonaföldjeikhez szükséges nyitott teret. Ezeken az erdősült területeket megszakító nyitott tereken a taposást, bolygatást, a növényevő háziállatok rágását is elviselő, vagy gabonaföldekhez kötődő gyomnövények, köztük szúrós és mérgező növények terjedtek el (11. ábra). Mivel az újkőkorbán a talajerő utánpótlása még elég kezdetleges volt, ezért az irtványterületeket néhány éves használat után hagyták visszaerdősülni és helyettük újabb területeken égették le az erdőket és az új megtisztított területet vonták be a művelésbe.



4. ábra: A vizsgált terület (Órségi-Vasi, más néven *Castriferreicum flórajárás*) és környezetének flórabiosztása

A kertszerű földművelés, a területváltó, égetéses erdőirtásra alapozott földhasználat következtében a falvak szórt házakból és a köztük lévő gazdaságilag hasznosított területekből álltak, ezért teljesen diffúz halmazokból álló települések jellemezték ezt az időszakot. A régészeti ásatások – többek között az Ilon Gábor régész vezette Szombathely–Oladi-platón végzett ásatásokkal feltárt neolitikus települések



5. ábra: Alpokalja és Nyugat-Dunántúl földtani tömbszelvénye

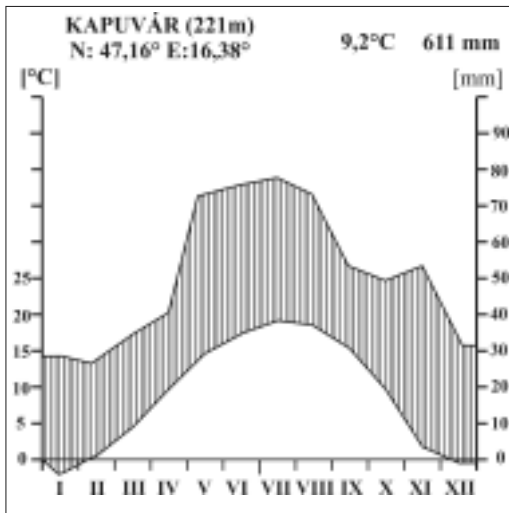
archeobotanikai elemzése alapján ősi búza- és árpafajtákat (egyszemű búza, kétszemű búza, kecskebúza, kétsoros árpa), borsót, kölest termesztettek elsősorban, míg az állattartásban a szarvasmarha- és a sertéstartás dominált.

Valószínűsíthető, hogy az újkőkori közösségek megtelepedésének kezdetén még a falvak és velük együtt a gabonakertek is többször áthelyeződhettek, de a népességszám növekedésével a települések helyzete stabilizálódhatott és a gazdálkodás sokszínűbbé, változatosabbá (12. ábra) vált. A vizsgált térségben az újkőkori termelés és életmód csúcsát a késő neolitikus lengyeli kultúra jelentette. A legkiterjedtebb neolitikus tájtalakítás ehhez a kultúrához kötődik és a kultúra által hátrahagyott hosszúházak (pl. Oladi-plató, Répcelak, Szeleste, Torony, Zsenye), tárgyak, köztük az idolkok (Sé, Oladi-plató) is kiemelkedő közösségi, kulturális-vallási életéről tanúskodnak.

A neolitikum vége felé a mezőgazdasági tevékenység mellett kiemelkedő szerepet játszott a megtelepedések kialakításában a kereskedelmi utak elhelyezkedése és a keleti-alpi térségben kimutatható rézérchez kapcsolódó bányászati tevékenység is. A rézércek kohósításához szükséges faanyag és faszénanyag előállítás is jelentős mértékben befolyásolhatta a térség növényzetét és valószínűsíthető, hogy a jelentősebb energiaforrást biztosító bükk és gyertyánfák előterbe kerülésében ez is szerepet játszhatott. A rézkor és a kőkor elkülönítése nem is olyan egyszerű feladat, mivel már az újkőkori közösségek, köztük a lengyeli kultúra közösségei is használtak réz-



kal kialakult másodlagos őskori gyomvegetáció megszilárdulása, és elterjedése az egész vizsgált vasi térségben. Ezek a gyomok az utakat, gabonaföldeket, növénytermesztési, állattenyésztési és lakott térségeket követve már az újkőkorban kialakultak, megtelepedtek a vasi régióban, de a rézkorban váltak a helyi növényzetet alkotó jelentős tényezővé. Így a kultúrnövények mellett jellegzetes, az újkőkor folyamán kifejldött és rézkorban stabilizálódott ősi, első növénytermesztési szintet jellemző, napjainkban a vegyszeres gyomirtás következtében már a kipusztulás szélére került



7. ábra: A régió éghajlati adottságai a kapuvári meteorológiai állomás adatai nyomán készült Walthers – Lieth diagramon

enyhe telek és kiegyenlített csapadékos nyarak és vegetációs periódusok szükségese, mert a bükkfa legkedvezőbb növekedési területén a januári középhőmérsékletben  $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ , a júliusi középhőmérsékletben  $+18\text{ }^{\circ}\text{C}$  és 1200 mm csapadék mutatható ki. A Kárpát-medencében a bükkfa 600–800 mm éves csapadékmennyiséggel és 8–9  $^{\circ}\text{C}$ -os éves középhőmérséklettel jellemezhető területeken is megjelenik. Azaz a bükkfa rézkori terjedésekor relatíve enyhe telekkel, a tavaszi fagyok csökkenésével, relatíve hűvösebb nyarakkal és csapadékosabb vegetációs periódusokkal kell számolnunk. Amikor a téli és a nyári évszakok közötti hőmérsékleti különbségek csökkennek, a fagyos napok száma visszaesett, az éves, elsősorban a vegetációs periódus csapadékmennyisége megemelkedett.

A rézkorban a felerősödő óceáni éghajlati hatás nyomán a korábban már megjelent és a tölgyes erdőkben elszórtan, elegyesen meglévő bükkfák, gyertyánfák terjedésnek indultak és mintegy 6000 évvel ezelőtt a vasi térségben is kialakultak a hegylábi és síksági tölgyesekkel kevert bükkösök és gyertyánosok. Ezeket a változásokat a vasi (Nemesbód, Zanat), a kelet-alpi (Rohr-Heugraben) és a tágabb nyugatmagyarországi (Csögle, Mezölak, Osl) pollen lelőhelyeken megfigyelhettük. Mind

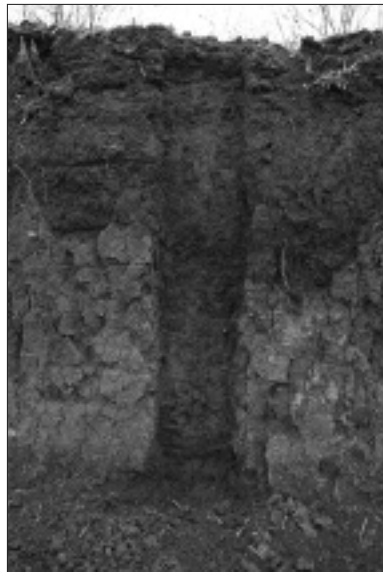
gabonarozsnok, kék búzavirág, pipacs, útifű, galaj növényekből álló gyomnövényzet alakult ki.

A másik jellegzetes környezettörténeti változás a keleti-, és dél-alpi, valamint dunántúli középhegység-beli jégkori mende-területeken fennmaradt, mintegy 9500–9800 évvel ezelőtt már a vasi területeken is bizonyíthatóan megjelent bükkfa, illetve a gyertyán jellegzetes rézkori terjedéséhez, a domináns erdőalkotó elemé alakulásukhoz kapcsolódik. Ezeknek a növényeknek a terjedését korábban klímaromláshoz kötötték. Valójában a bükkfa spontán, természetes terjedéséhez relatíve

a bükk, mind a gyertyán óriási jelentőségű volt a rézkori kohászat szempontjából, mert kiváló minőségű, a réz olvasztásához legjelentősebb mennyiségű energiát nyújtó faszenet ezekből a fákból lehetett kinyerni. Éppen ezért feltűnő, hogy a réz kohászatának és az olvasztással készült réztárgyak terjedésével párhuzamosan alakult ki ennek a két, olvasztáshoz szükséges energia szempontjából alapvető fafajnak a dinamikus terjedése mind a Kárpát-medencében, mind a vasi térségben. Így feltételezhetjük, hogy ennek a két fafajnak a terjedését az ember is elősegíthette azzal, hogy a felnövekvő facsometék környékén a konkurens fákat égetéssel, egyeléssel kiirtotta, viszszaszorította és ezzel a beavatkozással a felnövekvő bükk és gyertyán erdők állományát homogenizálta. A neolitikum végén és a rézkorban ezek voltak a legjelentősebb emberi beavatkozások az erdők életébe.

A vasi térség rézkori közösségeinek környezetére vonatkozó legfontosabb adatokat a szombathelyi Metró áruház építkezésénél tartuk fel, amikor a házak falát támasztó cölöplyukakból sikerült a nyári évszak második felére jellemző virágposztemeket (pl. menta) kimutatni és ezzel a házak építésének idejét lehatárolni. Ugyancsak ehhez a rézkori lelőhelyhez kötődik az a felismerés, hogy a rézkori megnövekedett és egyenletes eloszlású csapadéknak köszönhetően az alpokaljai patakok és folyók vízhozama megemelkedett, és ezek a vízfolyások bevágódtak a saját jelenkor kezdetén lerakódott hordalékukba és mélyebb völgytalpat alakítottak ki. Így a rézkori közösségek az allúviumok kora holocén korú, szárazzá váló felszínén meg tudtak telepedni és az emberi hatások, közte a földművelés ezen megtelepedések nyomán kiterjedt a patak völgyek magasabb térszíneire is annak ellenére, hogy a megnövekedett csapadékmennyiség nyomán pont az ellenkező folyamatokat várhattunk volna.

A vasi térségben a rézkor második felében kifejlődött patakok menti megtelepedés és allúviumra is kiterjedő földhasználatot valószínűleg erőteljes népességnövekedés és a társadalmi szerkezet változásai okozta gazdasági nyomás válthatta ki. Ebben a folyamatban nem szabad megfeledkeznünk az alpi tágabb térség rézlelőhelyeinek felértékelődéséről, amelyek egyre jelentősebbé váltak a délkelet-európai, erdélyi rézlelőhelyek könnyebben megközelíthető rézérc készletének kimerülésével, valamint az alpi térség közösségeinek megnövekedéséről, átrétegződéséről, a bányász, erdész közösségek kifejlődéséről, mert ezek a társadalmi mozgások az élelmiszertermelés és a kereskedelmi kapcsolatok növekedéséhez vezettek.



8. ábra: A Surányi-patak allúviumán kialakított földtani szelvény a bronzkortól napjainkig tartó környezettörténeti eseményeket fogja át

Mintegy 5000 évvel ezelőtt egy új fémmezmunkálási technológiai fogás terjedt el a Kárpát-medencében, de még a rézre alapozódva. Majd az új fém, a bronz feldolgozása is megjelent, jelentős gazdasági és társadalmi átrendeződést megindítva a vasi régióban és tágabb térségében. A bronzkor első felében nem jelentkezett erőteljesebb emberi hatás a vasi régióban, de a bronzkor második felében, különösen a Halomsíros és az Urnamezős kultúrák idején minden addigi emberi hatást meghaladó termelő tevékenységet és növényzeti változásokat lehetett kimutatni. Az igen sokszínű növénytermesztésből és állattenyésztésből kiemelkedik az igen kiterjedt területen folytatott gabonatermesztés, a korai kertkultúra, amelyből a diótermesztés (Mezőlak, Osló, Szeleste, Vát, Velem) kezdeti nyomai is megtalálhatók. Ebben az időben felhalmozódott tavi és lápi rétegekben több helyen is kimutathatók voltak a szőlő virágporszeméi (Mezőlak, Nemesböd, Szeleste, Zanat) és ennek nyomán feltehető, hogy a késő bronzkori kertkultúrában már ekkor megjelenhetett a borszőlő is, de az ásatásokról előkerült makrobotanikai anyagok még nem erősítették meg ezeket az adatokat.

A bronzkor kései szakaszában a fával borított térségek aránya 40%-ra csökkent, a gabona- és gyompollenek aránya pedig jellegzetes maximumot mutatott, annak ellenére, hogy az erdei fenyők egyértelmű terjedése nyomán egy kifejezetten hidegebb és csapadékosabb éghajlati szakaszt rekonstruálhatunk a bronzkor végén, a vaskor kezdetén (13. ábra). Ennek nyomán ebben az időszakban a termelési feltételek éghajlati hatásra nehezebbé váltak, de nem csak az éghajlati feltételek nehezítették meg a termelő emberek életét, mert a termelési feltételek mind társadalmi, mind környezeti oldalról erőteljesen átalakultak. Ilyen környezeti változásnak kell tekintenünk, hogy a bronzkor második felében a növénymaradványok alapján az erőteljesebb növénytermesztés nyomán a szántóföldekhez, rétekhez, kertekhez kapcsolódó gyomvegetáció is fejlődésnek indult. Ennek következtében az újabb, úgynevezett második őskori növénytermesztési szint fejlődött ki és az újkőkorban bevándorolt, megtelepedett és a rézkor során stabilizálódott gyomvegetáció is átalakult. Ezt a bronzkortól egészen a késő vaskorig fennmaradó újfajta gyomvegetációt keserűfűvek, aszat, tarlóvirág, veronikafélék, vetési, keresztes, háromszarvú és tejtoltó galajok, libatóp-félék, szőrös és cigány disznóparéjok, magyar imola, érdeslevelű csűdfű, lósóska, fodros, tavi és paréjlórum növények alkották. Ennek a gyomnövény szintnek a kifejlődését figyeltük meg a Sopron–Krautacker, Gőr–Kápolnadomb, Szombathely–Zanat régészeti feltárásokon, illetve a kemeneskápolnai, zanati pollenlelőhelyeken.

A klimatikus változások, a termesztett növények területének növekedésével és fejlődésével átalakult gyomvegetáció átalakulása mellett több olyan innováció is kifejlődött a bronzkorban, amelyek a termelés társadalmi feltételeit alapvetően átformálták. Ilyen átalakulásnak tekinthető a speciális harci eszközök megjelenése (például a páncélzat, pajzs és kard), amely egyértelműen a katonai arisztokrácia kifejlődését, a társadalmi piramis erőteljes tagolódását jelzi a bronzkorban. Ennek következtében olyan gazdasági és társadalmi centrumok kialakulása történt meg a

Kárpát-medencében, közte a vasi területen (Velem–Szt. Vid-hegy, Celldömölk–Ság-hegy, Gőr–Kápolnadomb), amelyek már igen jelentős terület lakosságát vonták ellenőrzésük alá, így a termelést folytató közösségek kiszolgáltatottsága erőteljesebbé vált. A bronzkori gazdasági és társadalmi mozgások háttérben a domesztikált ló és a keményebb fémeszközök okozta emberi közösségen belüli változások, a vezető réteg kiszélesedése és a kialakult katonai arisztokrácia igénye és egy jelentős népességszám növekedés húzódtott meg.

A lakosságszám növekedésének lehetőségét a szélesedő társadalmi piramis, a központokhoz rendelhető katonaság kifejlődése, a kézműves réteg gyarapodása és ezzel párhuzamosan a mezőgazdasági többletet előállító paraszti közösségek, valamint a mezőgazdasági és kézművesipari termékeket elosztó kereskedelmi közösségek létszámának növekedése teremtette meg. E társadalmi folyamatok eredményeként az élelmiszertermelés és a kereskedelem feltételei átalakultak, és a kárpát-medencei népek a bronzkor végére a birodalom kialakítás határára kerültek, de az eddigi régészeti adatok alapján ekkor még a társadalmi fejlődésnek ezt a határvonalát nem lépték át.

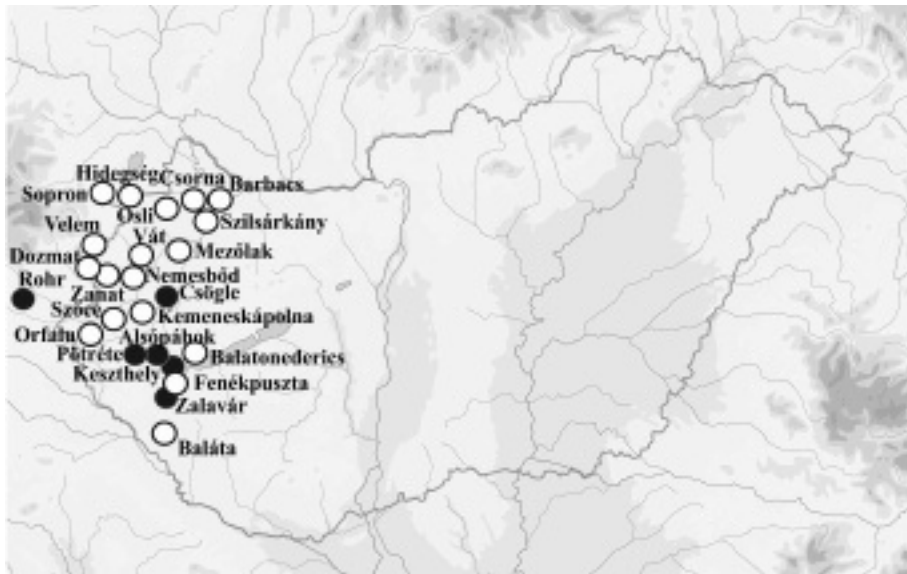
A vaskor kezdetén, a Hallstatt-kultúra megjelenésével a bronzkor végén megfigyelt tendenciák tovább folytatódtak, azaz a társadalom vagyoni tagozódása fokozódott. A késő bronzkorban kialakult, több ezer km<sup>2</sup> kiterjedésű, szinte megye nagyságú területeket ellenőrző, az ott élő népek sorsát, tevékenységét meghatározó és megszervező centrumok, a vaskorban megerősített települések (Velem) mellett új centrumok (Sopron–Krautacker és –Burgstall, Vaskeresztes) emelkedtek fel, mégpedig egyértelműen az új fém, a vas kinyeréséhez és feldolgozásához kapcsolódóan. A régi központok társadalmi és gazdasági funkcióját átvevő kora vaskori centrumok egyértelműen ott alakultak ki, ahol a vasérc bányászatának (Vashegy és környéke, Velem környéke, a mai Burgenland K-i része) és helyi fára, fából (elsősorban bükkfából és gyertyánfából) készült faszénre alapozódott kohászatnak a lehetősége jelen volt.

Környezettörténeti szempontból a legjelentősebb változás a vaskor kezdetén, hogy az egyik leghűvösebb és legcsapadékosabb éghajlati fázis rajzolódik ki ekkor, és ez az éghajlati hatás különösen a nyugat-magyarországi, közte a vasi területeken jelentkezik markánsan. Az emberi hatások nem növekedtek meg számottevően, ebből arra következtethetünk, hogy az új fém megjelenése és használata még nem vált tömegessé, és nem épült be a mezőgazdasági tevékenységbe, hanem elsősorban az arisztokrácia, a katonai vezető réteg és a kézművesek kiváltsága volt.

Viszont a napjainkhoz képest mintegy 50–100 mm/év csapadéktöbblet és az átlagos évi középhőmérsékletnek a 0,5 °C-os csökkenése nyomán felgyorsult a tőzegképződés és az elmocsarasodás. E változások hatására ekkor több vízparti települést elhagytak, és a tájhasználat a magasabb térszínre felé mozdult el. Így a vízparti területeken újra erdőszülés indult meg és elsősorban a kohászat szempontjából is kiemelkedő jelentőségű bükk- és gyertyánfák, valamint a magasabb talajvízállású területeket kedvelő nyír- és égerfák indultak terjedésnek. Ezek a folyamatok világosan felismerhetőek például a Velem környéki területen, ahol a Novákfalva melletti

hegylábi égerláp és az Arany-patak fúrásmintái (Bucusu és Dozmat határában) bizonyítják, hogy a kora vaskori égerfákkal jellemezhető ligeterdők terjedése mellett a bronzkor végi rétek és művelt területek elmocsarasodtak, és vízi, vízparti növények kolonizáltak az egykori kaszálókon.

A kedvezőtlen éghajlati hatások, a térben izoláltabb mezőgazdasági termelés ellenére a kora vaskori élelmiszertermelés legalább olyan sokszínű volt, mint a késő bronzkori. Kiemelkedő jelentőségű, hogy több luxuscikk, köztük a borszőlő és a

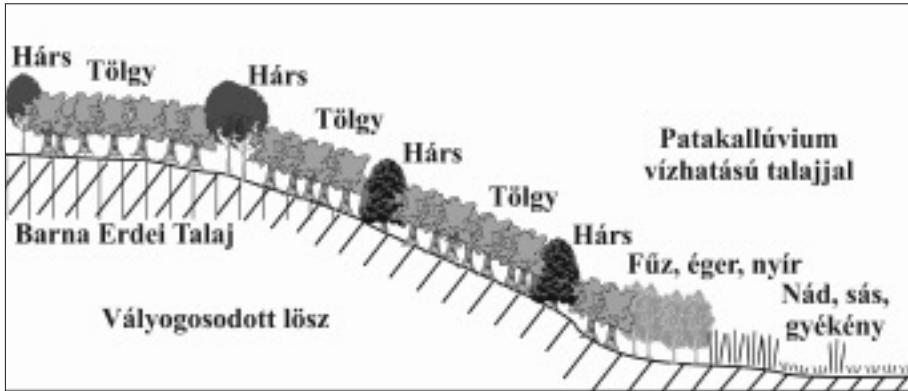


9. ábra: A Dunántúl nyugati részén kialakított pollenszelvények  
 fehér kör = a szegedi régészeti geológiai és környezettörténelmi csoport által feldolgozott  
 szelvények, fekete kör = más kutatócsoportok pollenszelvényei

szőlő (Sopron–Krautacker és –Burgstall régészeti lelőhelyekről, Oslár és Sopron–Kistómalom tőzeglápjaiból) is megjelent a nyugat-magyarországi térségben. Ezen kívül a termesztett növények közül az árpa, az egyszemű búza (alakor), a tönke búza, a kenyérbúza, a tönkölybúza, a zöldborsó, a mezei borsó, a cirok, a köles, a len, a lencse, a rozs, a takarmány bükköny, zab és csonthéjas gyümölcsök termései, magjai és töredékei egyértelműen kimutathatók. Mivel ezeket a növényeket ekkor már kereskedelemből is beszerezhették, ezért kiemelkedő jelentőségű, hogy a termesztett növények mellett szántóföldeken, utak mentén, taposott települési környezetben erjedő gyomok jelentős számú töredékei is előkerültek – egyértelműen bizonyítva a helyi növénytermesztés tényét. A vizsgálatok alapján a kora vaskori gyomvegetáció szinte teljes mértékben megfelelt a késő bronzkorban kimutatott gyomoknak.

Ugyanakkor a nedves rétekre, vízpartokra jellemző gyomok, és termesztett növénymaradványok együttes megjelenése arra utal, hogy a jelentős termelési rizikóval jellemezhető nedves réteket, patak- és tópartokat is bevonhatták a mezőgaz-

dasági művelésbe. Ezeken a területeken viszont a csapadékosabb években igen jelentős termés kiesés jelentkezhetett az áradások miatt, amelyek a kora vaskori bizonyítottan csapadékos éghajlaton sűrűbben alakulhattak ki, mint egy enyhébb – szárazabb periódusban. Így a Hallstatt-kultúra megtelepedésének idején a nedves területek szántóföldi művelésbe vonása rendkívüli termés kieséseket okozhatott. Ezért feltehezzük, hogy a jelentősebb lélekszámból adódó közösségi nyomás „kényszerítette” a területen megtelepedő kora vaskori közösségeket ezeknek a kedvezőtlen adottságú vízparti és ártéri területeknek a hasznosítására.



10. ábra: A vasi táj növényzete a mezolitikum végén, a termelő gazdálkodás kialakulása előtt

A vasi táj egyik legjelentősebb, környezettörténeti szempontból is kiemelkedő jelentőségű kincslelete, a kora vaskori Hallstatt kultúrkörhöz köthető, különböző textíliákba és bőrszakban, egy kútszerű gödörben elrejtett bronz- és réztárgyakhoz kapcsolódik, amelyet Ikervár határában tárt fel Nagy Marcella szombathelyi régész. Az átfogó és hazánkban mindmáig példátlan részletességgel és átfogó természettudományi vizsgálattal feldolgozott kincslelet egyértelműen azt jelzi, hogy a gabona-termesztés, a gabonaföldek, az ehhez kapcsolódó klasszikus ókori görög termékenység mítoszok, az eleusziszi Déméter és Persephoné tiszteletére rendezett ógörög misztériumok milyen kiemelkedő szerepet játszottak a vasi táj átalakításában a kora vaskorban. A kincsben fennmaradt és feltárt gabona- és gyomnövény, valamint a gyógynövény maradványok azt jelzik, hogy a kora vaskori közösségek az organikus társadalmak szintjén igen magas színvonalú és sokoldalú földműveléssel jellemezhetőek, és jól fejlett, ideológiai szempontból is kiemelkedően szervezett közösséget alkottak. Ezért nem meglepő, hogy a vasi táj a bronzkor végén – vaskor kezdetén olyan mértékben átalakult, hogy ettől kezdődően már természetes állapotról nem beszélhetünk, a megtelepedések környezetében pedig már a természetközeli állapot is megszűnt.

A késő vaskorban, a kelta törzsek megjelenésével, a kelta objektumokból (Sopron–Krautacker, Lébény, Fenékpusztá, Keszthely–Úsztatómajor) előkerült növényi maradványok, valamint a pollen és makrobotanikai adatok (Fenékpusztá, Keme-

neskáporna, Mezőlak, Nemesböd, Sopron–Kistómalom, Szeleste, Vát, Zanat) alapján átalakult a mezőgazdaság. Ezzel párhuzamosan az erdősült területek aránya drasztikusan lecsökkent és a szántóföldek, kertek, rétek, legelők váltak a késő vaskori táj meghatározó elemeivé. A kora vaskori objektumokban is kimutatott termesztett növények, elsősorban a köles, a búza, az árpa, a szőlő, köztük a borszőlő és a rozs mennyisége erőteljesen megemelkedett a késő vaskorban. Új termesztett növények, mint a cseresznye, dió, berkenye, körte, szelídgesztenye, gomorka, a lóbab, a mák, az uborka és a zsáza jelentek meg. A gyomnövények száma, mennyisége is megnövekedett, megjelent a gabonaföldeket, szántókat, legeltetett területeket kísérő konkoly, mezei szulák, gyermekláncfű, egynyári szélfű. Ennek nyomán egy új, kelta korhoz köthető gyomvegetáció fejlődött ki a vizsgált területen.

Adataink alapján egyértelmű, hogy a kelták kiterjedt növénytermesztést, közte fejlett kertkultúrát, valamint sokszínű állattenyésztést alakítottak ki a vasi régióban és a nyugat-dunántúli térségben. Különösen a szőlő, a borszőlő, a szelídgesztenye erőteljes jelenléte kiemelkedő a kelta objektumokban, mert ez alapján a következő történelmi fázisban, a császárkorban kiteljesedő, szinte birodalmi léptékű búza – szőlő – dió (szelídgesztenye) termesztésére alapozódott szubmediterrán jellegű agrárium egyértelműen a késő vaskori kelta növénytermesztésben gyökeredzik. A kelták megjelenésével az erdőborítottság 40% alá csökkent a vasi térségben és már ez az adat is jelzi, hogy intenzív tájhasználat alakult ki a kelta közösségek munkája nyomán.

A kelták gazdálkodási sikereiket a tömegessé váló és a mezőgazdaságban, szántásban, erdőgazdálkodásban egyaránt megjelenő jó minőségű vaseszközöknek, a vaseszközökön kialakított innovációknak (például kasza megjelenése) köszönhetik. A kelták társadalmi és gazdasági tevékenységét jelentős mértékben elősegítette, hogy a Krisztus előtti IV. századtól egy enyhébb éghajlati szakasz rajzolódott ki, amikor az évi középhőmérséklet, és elsősorban a tenyészidőszak hőösszege jelentős mértékben megemelkedett, meghaladta a mai szintet és az elmúlt 3000 év átlagát. A mintegy 1 °C-os évi középhőmérséklet emelkedés a vasi térségben kifejezetten kedvező volt a mezőgazdálkodásra alapozódott faluközösségek számára. Mivel a tenyészidőszak hőösszege megemelkedett, a 10 °C feletti napok száma, amely ma a területen 240–260 nap, megnövekedhetett, és a tenyészidőszak kezdete március kezdetére tolódhatott el. Ezzel párhuzamosan a kelta korban a kora vaskorra jellemző csapadékviszonyok is megváltoztak. A csapadék éves mennyisége mintegy 50 mm-rel csökkent a kora vaskorhoz képest és 700–800 mm/év között mozoghatott a vaskor végén, a kelták meglepedése idején.

Sajnos a késő vaskori kelták és a császárkorban betelepülő rómaiak közötti összefüggések nehezen vizsgálhatóak a vasi területen, mivel La Tène kultúra utolsó fázisáról nagyon korlátozott információink vannak. Viszont a Sopron környékén végzett környezettörténelmi vizsgálatok alapján a császárkorban a fászfűz (fák és cserjék) pollenaránya a legkisebb volt a Dunántúlon, a gyomok jelentős aránya és fajgazdagsága, a gabonafélék, gyümölcsfélék, szelídgesztenye, dió és az erdőssztyepp

jellegű lágyszárú – fásszárú pollendarány nyomán egyértelműen erőteljes emberi hatással, bolygatással és környezet-átalakítással kell számolnunk (14. ábra). A császárkor környezettörténetében kiemelkedő jelentőségű, hogy egy relatíve enyhébb és szárazabb éghajlati szakaszt sikerült kimutatni a II–III. század során, majd egy hűvösebb, csapadékosabb klímafázis rajzolódott ki a IV. században és az V. század első felében. Ezzel a fázissal zárult a császárkor és kezdődött el a következő régészeti-történelmi periódus, a népvándorlás kor.

A császárkori erdészeti beavatkozásokat, mezőgazdasági tevékenységet, erőteljes emberi termelő tevékenységet, megtelepedést, használt utakat jelző pollenösszetétel a IV–V. század fordulóján alakult át, és egy visszaerdősülés, a termelő gazdálkodás visszaesése, a legeltetett területek terjedése figyelhető meg a pollenösszetétel változása alapján. Ezek alapján a letelepült lakosság csökkenésére, a termelő gazdálkodás átalakulására, a legeltető állattenyésztés terjedésére következtethetünk. A kert- és a gyümölcskultúra teljesen visszaszorult, a szántóföldi kultúrának csak egy része és egészen kis területen maradhatott fenn. Erdőzáródás indult meg a vizsgált területen és környezetében. Zárt lomboserdő, elsősorban tölgy – szil – kőris ligeterdő és gyertyános tölgyesek boríthatták a völgyeket övező domboldalakat. Valamennyi tényező azt sugallja, hogy ekkor az emberi közösség létszáma lecsökkent és a mezőgazdasági termelő tevékenység drasztikusan visszaesett. Az éghajlati tényezők a népvándorlás korában többször megváltoztak, mind a csapadék, mind a nyári, téli és évi hőmérsékleti értékeket nézve. Az évi középhőmérséklet 100 éves átlagban mindössze 0,5–0,6 °C változások rajzolódtak ki a népvándorlás korában az elmúlt 100 év klímaméréseinek átlagához képest, míg a csapadék az átlaghoz képest 30–40 mm között csökkent mindössze. A januári és júliusi középhőmérséklet bár változott, de végig magasabb volt, mint az elmúlt 100 év átlaga. Összehasonlítva adataink alapján látható, hogy a Soproni-hegységből származó paleoklimatológiai trendek követik az alpi gleccsereken és tavakon megfigyelt hőmérsékleti trendeket, de a változások intenzitása, ideje még ebben az erősen alpi–atlanti klímahatás alatt álló régióban sem teljesen azonos az Alpokban rekonstruált paleoklimatológiai trendekkel.

A népvándorlás kor végén, a honfoglalás korában is folytatódtak a fentebb említett éghajlati trendek, de meg sem közelítették azokat a változásokat, amelyeket a nyugat-európai területek adatai alapján próbált néhány természetrajzi kutató a Kárpát-medence egészére kivetíteni. Különösen a VIII. század végére jelzett klimatikus ökológiai katasztrófának, drasztikus szárazságnak nem találtuk a nyomát – ezen a területen sem. Az évi középhőmérséklet, a csapadékmennyiség, a júliusi és a januári középhőmérséklet a mai átlagtól alig eltérő értékeket mutatnak. A januári középhőmérséklet mintegy 0,6 °C-kal, a júliusi középhőmérséklet 0,3 °C-kal, az évi középhőmérséklet 0,4–0,5 °C-kal volt csak magasabb a Krisztus utáni VIII. században, mint jelenleg. A csapadék éves mennyisége is 10–20 mm-rel volt kevesebb, mint most. Mindezek után nem következtethetünk drasztikus szárazságra, környezeti krízisre az Avar Birodalom végén és itt, a nyugati gyepeken, azaz a vasi tájon sem.

A regionális változásokat visszatükröző pollenanyag alapján viszont a terület környezete a magyar honfoglaláskort követően fokozatosan megváltozott. Előbb a szántóföldi kultúrák sokszínűsége fejlődött ki a XI. századtól, majd a kert- és gyümölcskultúra (gyümölcsfák, dió, szelídgesztenye, szőlő) jelent meg újra és vált egyre meghatározóbbá a vizsgált területen. Az erdők egészében véve visszaszorultak és



11. ábra: Az újkőkör és kora rézkor növényzetének rekonstrukciója pollenadatok alapján-1

1 = tölgy faszén, 2 = bükk faszén



12. ábra: Az újkőkör és kora rézkor növényzetének rekonstrukciója pollenadatok alapján-2

1 = kora- és középső újkőkori gabonatermesztési és állattenyésztési (gyomok) nyomok a pollenszelvényben, 2 = gabonapollenek minimális jelenléte a késő újkőkörben és a kora rézkorban %-ban kifejezve

átalakult az erdei ökoszisztéma. Döntően tölgyes, gyertyános-tölgyes erdők alakultak ki. Emellett igen jelentős arányban figyelhetők meg az írtványokon terjedő fajták pollenjei, mint a hárs, az éger és a fűz, valamint megjelent a nyárfa pollenje is. A gyomvegetáció előretörése és a mikropertnye, valamint a természetett növények pollenanyagának fokozatosan növekvő mennyisége alapján az emberi közösségek létszáma a népvándorlás kor végétől fokozatosan növekedett és ezzel párhuzamosan mezőgazdasági tevékenysége is egyre erőteljesebbé vált. A középkor folyamán az éghajlat viszonylag kiegyenlített volt, a XIII. században egy erőteljes felmelegedéssel és nyári hőmérsékleti maximummal.

A pollenösszetétel alapján megrajzolt éghajlati adatok a középkor végén, az újkor kezdetén, a török korban a XVI–XVII. században bekövetkezett lehűlést jeleznek és az utolsó 2000 év leghidegebb klímazakaszát rekonstruálhattuk. A januári középhőmérséklet az utolsó 100 év átlagához képest 1,0 °C-kal, a júliusi 1–1,5 °C-kal és az évi középhőmérséklet is 1 °C-kal lett hidegebb. A csapadék mennyi-



13. ábra: A késő bronzkor (urnamezős kultúra) szintjében kifejlesztett növényzet rekonstrukciója pollenadatok és faszén maradványok alapján

1 = fenyő makromaradvány, 2 = gabonapollenek jelenléte, a jelek nagysága arányos a gabona pollenek dominanciájával



14. ábra: A késő vaskori és császárkori (kelta és római kultúra) szintjében kifejlesztett növényzet rekonstrukciója pollenadatok alapján

1 = szőlő (*Vitis*) pollen jelenléte, 2 = dió (*Juglans*) pollen jelenléte

sege jelentősen megemelkedett, így a biogén feltöltődést, a völgyek elláposodását a hidegebb és csapadékosabb éghajlati fázisban kialakult párás környezet is erőteljesen segíthette. A pollenösszetételből a kert-, a gyümölcs- és a szőlőkultúrára jellemző pollenek eltűntek, visszaszorultak, a szántóföldi növénytermesztésre jellemző gabonafélék aránya drasztikusan lecsökkent, a fenyőfélék és a lombosfák pollenaránya erőteljesen megemelkedett. A bükkfa és a nyírfa pollenek együtt erőteljes dominancia-maximumot mutatott. A mikropelyne, a mezőgazdasági termelést bizonyító növények, valamint a gyomok pollenjeinek aránycsökkenése bizonyítja a termelés visszaesését, ezzel párhuzamosan a területen élő emberi közösségek létszámának csökkenését rekonstruálhatjuk. Ennek az elnéptelenedésnek az oka nem csak az

utolsó 2000 év leghidegebb és legcsapadékosabb klímaszakaszának kialakulása, hanem az egész térséget érintő, török kori háborús cselekmények hatása. Ugyancsak a hadiállapotokkal, a hadigazdálkodással mutathat összefüggést a szinte homogén gyertyánosok, bükkösök kialakulása, mivel ezek a fák alkották a legfontosabb, fajlagos, 1 mázsára kivetített energiaforrást a vizsgált időben. A gyertyánfából és bükkfából kialakított faszenek nélkül nem lehetett volna török kori kohászat és fegyverkovácslás, fegyverkészítés. Valószínűsíthető, hogy a lehülés mellett a társadalmi folyamatok is szerepet játszottak az erdők homogenizációjában, a hadiipar alapját alkotó fák elterjedésében. Az alpokaljai pollenadatokat a pápai és a szentgotthárdi fapalánkok feldolgozása is alátámasztotta, bár a palánképítéshez és a vaskohászat és fegyverkovácsláshoz szükséges szenült fák előállításához teljesen más faanyagot használnak fel.

A XVIII. századtól a vizsgált területen az emberi hatások egyre erőteljesebbé váltak. Erőteljes és szelektív fakitermelés kezdődött el, irtványgazdálkodás alakult ki. Ezzel párhuzamosan a talajerózió, a völgyek feltöltődése is felgyorsult. A pollenösszetétel tanúsága szerint a XVIII. század második felében egy felmelegedés alakult ki. Ugyanakkor a pollenösszetétel teljesen kaotikussá vált a XVIII. század közepére. Egyszerre voltak jelen a természetes erdőtakaró elemei, az irtványgazdálkodás nyomán terjedő fák (nyárfá, nyír, éger, hárs), gyomok, szántóföldi- és gyümölcs-, szőlő- és kertgazdálkodás elemei a területen. A gazdálkodási káoszt visszatükröző pollenösszetételt a területen végzett korabeli erdészeti felmérések is alátámasztják. A XIX. század első felében megjelent a telepített akác pollenje a vizsgált pollenszelvényekben az 1830–1850 közötti terjedést bizonyítva. A bükk és a hárs teljesen visszaszorult, majd a XIX. század végétől, a XX. század kezdetétől a telepített fák (vörösfenyő, hemlock fenyő, mocsári ciprus, cédrusok) pollenjei jelentek meg és fokozatosan emelkedett a fenyők pollenszelvénye. A mezőgazdasági tevékenység következtében terjedő gabonafélék, gyomok, gyümölcsfák, dió pollenjei is egyre erőteljesebbé váltak. A XX. század második felében – az 1960-as évektől – megjelent a szelvényben a behurcolt parlagfű (*Ambrosia*) pollenje is. A civilizációs hatás a XX. század második felében kulminált.

## VÁLOGATÁS A TÉMA IRODALMÁBÓL

- BANNER János (1940): Idol-töredék Szombathely határából. *Dunántúli Szemle*, 7: 96-98.
- CSAPODY István (1975): A századforduló erdőgazdálkodás a soproni városi erdőkben. *Erdészettörténeti Közlemények*, 8–10: 111–119.
- DRESCHER-SCHNEIDER, Ruth (2004): Changes in vegetation and climate in Eastern Austria from the Mesolithic to the Bronze Age: reason for the migration of Neolithic population. *Antaeus*, 27: 153–163.
- ILON Gábor (2004): *Szombathely őskori településtörténetének vázlatja. Avagy a római kor előtt is volt élet*. Szombathely, Vas Megyei Múzeumok Igazgatósága

- ILON Gábor (Szerk.) (2007): *Százszorszépek. Emberábrázolás az őskori Nyugat-Magyarországon*. Szombathely, Vas Megyei Múzeumok Igazgatósága
- ILON Gábor – SÜMEGI Pál – TÖRÖCSIK Tünde – BODOR Elvira – JUHÁSZ Imola (2004): Ember alkotta környezet Szombathely határában a kora rézkorban. *Savaria, A Vas Megyei Múzeumok Értesítője*, 27: 231–254.
- ILON Gábor – JUHÁSZ Imola – SÜMEGI Pál – JAKAB Gusztáv – SZEGVÁRI Gabriella – TÖRÖCSIK Tünde (2006): Mezőlak–Szélmező tözepláp geoarcheológiai vizsgálatának eredményei. *Savaria, A Vas Megyei Múzeumok Értesítője*, 29: 147–215.
- ILON Gábor – SÜMEGI Pál – BODOR Elvira (2006): A Ság hegy környékének története régészeti adatok és környeztrégészeti vizsgálat tükrében. *Zalai Múzeum*, 15: 295–314.
- JAKAB Gusztáv – SÜMEGI Pál (2011): *Negyedidőszaki makrobotanika*. Szeged, GeoLitera Kiadó
- JEREM Erzsébet – FACSAR Géza – KORDOS László – KROLOPP Endre – VÖRÖS István (1985): A Sopron–Krautackerén feltárt vaskori telep régészeti és környeztrekonstrukciós vizsgálata. I. *Archeológiai Értesítő*, 111: 141–169.
- JEREM Erzsébet – FACSAR Géza – KORDOS László – KROLOPP Endre – VÖRÖS István (1986): A Sopron–Krautackerén feltárt vaskori telep régészeti és környeztrekonstrukciós vizsgálata. II. *Archeológiai Értesítő*, 112: 3–24.
- JUHÁSZ Imola E. (2002): *A Délnyugat-Dunántúl negyedkori vegetációtörténetének palinológiai rekonstrukciója. (Reconstitution palynologique de la végétation depuis le Tardiglaciaire dans la région de Zala, sud-ouest de la Hongrie)*. PhD disszertáció Pécs-Marseille, p. 215
- KALICZ Nándor (1983): Kultúrávaltozások a korai és középső rézkorban a Kárpát-medencében. *Archeológiai Értesítő*, 110: 3–13.
- KALICZ Nándor (1991): A legkorábbi fémleletek Délkelet-Európában és a Kárpát-medencében az i.e. 6-5 évezredben. *Archeológiai Értesítő*, 118: 3–12.
- KALICZ Nándor (1998): *Figürliche Kunst und bemalte Keramik aus dem Neolithikum Westungarns*. Budapest, Archaeolingua
- KÁROLYI Mária (2004): *Napszülöttek. Savaria földjének ősi kultúrái a rómaiak előtt*. Szombathely.
- NAGY Marcella – SÜMEGI Pál – PERSAITS Gergely – GULYÁS Sándor – TÖRÖCSIK Tünde (2012): Vaskori bronzkincs Ikervár határában. Megjegyzések a Hallstatt-kori kultuszelet rekonstruálásához a régészeti és természettudományos vizsgálatok tükrében. *Savaria, A Vas Megyei Múzeumok Értesítője*, 35: 99–134.
- TÖRÖCSIK Tünde – NÁFRÁDI Katalin – SÜMEGI Pál (2015): *Komplex archeobotanika*. Szeged, GeoLitera Kiadó
- RÁCZ Lajos (2008): *Magyarország környezettörténete az újkorig*. Budapest, MTA Történettudományi Intézet
- RENFREW, Colin (1969): Anatomy of the South-East European Copper Age. *Proceeding of Prehistoric Society*, 35: 12–47.
- PERSAITS Gergely – SÜMEGI Pál (2011): A fitolitok szerepe a régészeti geológiai és környezettörténeti minták értékelésében. In: Unger J. – Pál-Molnár E. (Szerk.): *Geoszférák 2010*. Szeged, GeoLitera Kiadó, 307–354.
- SOLECKI, Rose S. (1969) A copper mineral pendant from Northern Iraq. *Antiquity*, 43: 311–314.

- SÜMEGI Pál (1998): Az utolsó 15 000 év környezeti változásai és hatásuk az emberi kultúrára Magyarországon. In: Ilon G. (Szerk.): *A régésztechnikus kézikönyve I.* Szombathely, Pannicvlvs Régiségtani Egylet
- SÜMEGI Pál (2001): *A negyedidőszak földtanának és öskörnyezettanának alapjai.* Szeged, JATEPress Kiadó
- SÜMEGI Pál (2002): *Régészeti geológia és történeti ökológia alapjai.* Szeged, JATEPress Kiadó
- SÜMEGI Pál (2005): *Loess and Upper Paleolithic environment in Hungary.* Nagykovácsi, Aurea Kiadó
- SÜMEGI Pál – ILON Gábor – JAKAB Gusztáv – PÁLL Dávid Gergely – TÖRÖCSIK Tünde (2009): Neolit és rézkori régészeti kultúrák és környezeti hátterük az Alpokaljáról. In: Bende L. – Lőrinczy G. (Szerk.): *Medinától Etéig. Régészeti Tanulmányok Csalog József születésének 100. évfordulójára.* Szentes, Koszta József Múzeum, 189–195.
- SÜMEGI Pál – JAKAB Gusztáv – MAJKUT Péter – TÖRÖCSIK Tünde – ZATYKÓ Csilla (2009): Middle Age paleoecological and paleoclimatological reconstruction in the Carpathian Basin. *Időjárás*, 113: 265–298.
- SÜMEGI Pál – NÁFRÁDI Katalin – TÖRÖCSIK Tünde (2011): Vizsgált terület környezettörténeti fejlődése. [Environmental historical development on the study area]. In: Kvassay J. (Szerk./Ed.) *Szombathely–Zanat késő urnamezős korú temetője és a lelőhely más ős- és középkori emlékei. Természettudományos vizsgálatokkal kiegészített anyagközlés. The Late Urnfield period cemetery from Szombathely–Zanat supplemented by an assessment of Pre-historic and Medieval settlement features and interdisciplinary analyses.* VIA – Kulturális örökségvédelmi kismonográfiák 2 / VIA – Monographia minor in cultural heritage 2. Budapest, Magyar Nemzeti Múzeum – Nemzeti Örökségvédelmi Központ / Hungarian National Museum – National Cultural Heritage Protection Centre. Budapest, 285–354.
- SÜMEGI Pál – HENRICH-TAMÁSKA Orsolya – TÖRÖCSIK Tünde – JAKAB Gusztáv – POMÁZI Péter – MAJKUT Péter – PÁLL Dávid Gergely – PERSAITS Gergely – BODOR Elvira (2011): A reconstruction of the environmental history of Fenékpusztá. In: Henrich-Tamáská, O. (Red.): *Keszthely–Fenékpusztá im kontext spätantiken kontinuierätsforschung zwischen Noricum und Moesia.* Budapest – Leipzig – Keszthely – Rahden, Verlag Marie Leidorf GmbH, 541–572.
- SÜMEGI Pál – BODOR Elvira – JAKAB Gusztáv – MAJKUT Péter – PÁLL Dávid Gergely – PERSAITS Gergely – POMÁZI Péter – TÖRÖCSIK Tünde (2014): Fenékpusztá környezeti rekonstrukciója a Kis-Balaton öblözetében lemélyített zavartalan magfúrás komplett környezettörténeti vizsgálata nyomán. In: Balázs P. (Szerk.): *Firkák – Fialat Római Koros Kutatók III. konferenciája.* Szombathely, Savaria Múzeum, 397–410.
- TÓTH Zsuzsanna (2008): Néhány idól Szombathely–Oladi-plató késő neolitik településéről. *Savaria, A Vas Megyei Múzeumok Értesítője*, 31: 369–381.
- WILLIS, Katherine Jane – SÜMEGI Pál – BRAUN, Mihály – BENNETT, Keith David – TÓTH, Albert (1998): Prehistoric land degradation in Hungary: who, how and why? *Antiquity*, 72: 101–113.