

JENEY JÁNOS

9. SZÁZADI TÁJREKONSTRUKCIÓ

KIVONAT: A táj – amely alatt a természetes és mesterséges környezetet értjük – legjobban térképen mutatható be mint egy összefüggő egység, ugyanakkor az emberi természetformálás hatására folyamatosan változik. A napjainkra kialakult tájak bemutatásához készítendő térképhez könnyű adatokat gyűjteni, ugyanis ezek a terepen felmérhetők, ezzel szemben a történeti tájrekonstrukció adatai ma már nem feltétlenül elérhetők, így csupán történeti feljegyzésekből, adatokból lehet dolgozni, feltéve, hogy ezek rendelkezésre állnak, ugyanis az ókorra vonatkozó térképi adatok általában hiányoznak, az egyéb írásos adatok pedig nagyon esetlegesek, így egzakt térkép nem tud ezekre a korokra vonatkozólag készülni. Becslések alapján ugyanakkor a táj jellegét hozzávetőlegesen be lehet mutatni, így azt is, hogy milyen lehetett a Kárpát-medence a honfoglalás körüli időkben. Az utólagos, elképzelt rekonstrukciót egyrészt az éghajlati viszonyokból, másrészt a régészeti lelőhelyeken található leletekből lehet levezetni. Az eredményeket egy online, interaktív felületen lehet ábrázolni, amelyen olyan adatokat, attribútumokat is be lehet mutatni, melyek jellemzően külön szövegdobozban vagy táblázatban jelennek meg egy földrajzi objektumhoz kötődően.

KULCSSZAVAK: 9. század, Kárpát-medence, interaktív térkép, vízrajz, web-térképek

A 9. század a magyarság történelmében

A 9. század a magyarság történetében a honfoglalás kora. A honfoglalás a 9. század végén ért véget, így a korabeli állapotok rekonstruálása fontos annak érdekében, hogy el tudjuk képzelni, milyen lehetett a táj a honfoglalás korszakában. Mivel korabeli térképeink nincsenek, meg kellett vizsgálni, hogy a korabeli klimatikus viszonyok milyen éghajlatnak feleltethetők meg. Jelenlegi álláspont szerint a fontosabb meteorológiai paraméterek és a csapadék szintje a 18. század klimatikus viszonyainak feleltethető meg, így a 9. századhoz legközelebb álló, ma is fellelhető térkép az I. katonai felmérés, ugyanis ez a 18. századi állapotokat mutatja be (ekkor is készült). Bár egyértelműen nem jelenthető ki, hogy a folyók ugyanazon a nyomvonalon folytak (sőt, valószínűsíthetően más medreket követtek), de a vízjárta területek hasonlóak lehettek, mint a 18. században. A növényzet ezen analógia alapján nem rekonstruálható, ugyanis itt az emberi tevékenység ahhoz túlságosan is nagy változásokat okozott a 18. századig bezárólag, hogy pusztán a klimatikus viszonyok figyelembevételével akár csak a jellege is meghatározható legyen (Rácz 2022, 5.). Míg a 18. században még érvényesült a kis jégkorszak hatása, addig a 19. századra már elindult a felmelegedés (Rácz 2001, 75–76.).

Tájrekonstrukció a gyakorlatban

A domborzat ezeréves távlatban nem változik olyan mértékben, hogy egy Kárpát-medencét bemutató térképen a változás látható legyen. Ezek a változások olyan kis mértékűek (elsősorban a bányászathoz köthetők), hogy legfeljebb nagyon nagy méretarányú térképeken lennének láthatók, ugyanis jellemzően mindössze néhány tíz vagy száz métert tesznek ki a terepen. Mindezekből következően a hegyvidéken a vízrajz sem módosul olyan mértékben, hogy a térképen a maitól jelentősen eltérjen, ugyanis a folyók medervonala alapvetően a völgyek alját követi, és ha a völgy nem mozdult el jelentősen, a vízhalózat ábrázolása sem szükséges a térképen. Mindenképpen figyelni kell ugyanakkor arra,

hogy a folyó mindig a völgy legmélyebb pontjában folyik, így ha ellentmondás van a térképi adatokban, azokat össze kell hangolni (Klinghammer – Papp-Váry 1983, 212.). A síkvidéken meanderező folyók ezzel szemben jelentős mértékben változtatják a medrüket, különösen akkor, ha nincsenek szabályozva. A folyók sok esetben az áradás után máshol folynak, mint előtte, így egy százéves intervallumban sem lehet a szabályozatlan folyó medrét meghatározni, csak azt, hogy melyik vonal mentén lehetett a legvalószínűbb a folyó fő medrének a folyása. A mederváltozáskor leszakadó kanyarulatokból morotva tavak alakulnak ki, amelyek az árvízvet követően is ott maradnak akár a következő árvízig, bizonyos esetekben pedig kiszáradnak.

Annak érdekében, hogy a korabeli táj jellegét minél jobban megközelítsük, első lépésben a vízrajz folyószabályozás előtti állapotát kell bevinni egy térinformatikai rendszerbe. Ez azért fontos, mert a grafikai szoftverekkel ellentétben itt egy globális koordináta-rendszerbe kerül az adat, ezért könnyen megtoldható a Kárpát-medencén kívüli területekkel is. A webes megjelenítés is sokkal egyszerűbb, mint az egyszerű képek esetében, ugyanis a térkép interaktívvá tehető. A folyószabályozás, amelyet a 19. században hajtottak végre, az eredeti állapot dokumentálásával kezdődött, így a szabályozás előtti állapot nagyon világosan rekonstruálható. Ezt követően a kapott eredmény további pontosítása az *Első Katonai Felmérés* alapján kell hogy történjen, így a rekonstruált térkép a 18. századi állapotot fogja mutatni, melynek jellege már közelít a 9. századi viszonyokhoz. Erre a kétlépéses megoldásra azért van szükség, mert az *Első Katonai Felmérés* úgy készült el, hogy nincs vetületi rendszerbe illesztve, így nem lehet pontos földrajzi koordinátákkal ellátva bevinni egy térinformatikai rendszerbe. Ezzel szemben a folyószabályozás előtti állapotot bemutató térképek vetületbe vannak rendezve, így azon térképek georeferálhatók, majd vektorizálhatók. Ezt követően már sokkal nagyobb pontossággal formálható az elkészült térinformatikai adatbázis abba az állapotba, amely az *Első Katonai Felmérés*en látható vízrajzot mutatja (Rácz 2022, 9.).

A fent leírt feldolgozást a *Középkori Történelmi Atlasz*ban már elkészítették, az atlasz készítői ezt a Magyarságtudományi Intézet részére átadták. Az adatok elemzését követően arra a megállapításra jutottunk, hogy a bemutatott térképek hűen tükrözik a 18. századi állapotokat, ahogyan az az *Első Katonai Felmérés*en is látható.

Az előállított térkép, bár valószínűleg nagyon hasonlít a 9. századi állapotokra, természetesen csupán egy 18. századi tájrekonstrukció. Annak érdekében, hogy valóban közelítsen a 9. századi állapotokhoz, keresni kell további rendelkezésre álló adatokat. Mivel nincsenek fennmaradt térképek vagy térképszerű ábrázolások, egyetlen további támpontot a régészeti lelőhelyek jelenthetnek, mindehhez pedig olyan ásatási adatokat szükséges gyűjteni, amelyekről bizonyíthatók a következő állítások:

- A 9. századra datálhatók
- A 9. század óta a helyük nem változott
- Egyértelmű, hogy a lelőhely nem lehetett víz alatt

A feltételeknek megfelelő lelőhelyek beazonosítását követően a földrajzi pozíció pontos meghatározását kell elvégezni, a település nevének kikeresése és központja koordinátáinak megadása önmagában nem elégséges, ugyanis ekkor akár 5-6 kilométeres hiba is előfordulhat, ugyanakkor ha bizonyítható, hogy a mai településközpontnál állandóan lakott terület volt a 9. században is, akkor természetesen ez az információ felhasználható. Mivel a temetőkre vonatkozó, rendelkezésre álló adatok nagy része a településközpontot jelöli, ezért új, pontosabb adatokat szükséges gyűjteni azok pontos helyzetéről. A koordináták természetesen nem hozhatók nyilvánosságra, hiszen illetéktelenek kezébe jutva sírrablásokhoz adnának segédletet, de arra alkalmasak, hogy a vízrajzot a felmért lelőhelyekhez igazítsuk. A temetőhöz kapcsolódó adatok is megjeleníthetők, ugyanakkor arra különös figyelmet kell fordítani, hogy a temető helyének pontossága megfeleljen annak a követelménynek, amelyet a nemzeti kulturális örökségvédelmi hivatal támaszt, vagyis annak, hogy ne lehessen a tájrekonstrukciós információkat fosztogatásokhoz felhasználni. A nagy nyilvánosság számára publikált koordináták ezidáig jellemzően településszinten jelentek meg, abból ugyanis nehéz kikövetkeztetni, hogy hol található az adott temető. Az adatbiztonság érdekében a vízrajzi rekonstrukciót követően a temetők földrajzi helyének pontosságát csökkenteni kell, ugyanakkor fontos, hogy ez a szándékos adattorzítás úgy kell hogy történjen, hogy a temető nem lehet víz alatt a megjelenített térképen.

A vízrajzi rekonstrukciót követően lehet a növényzeti fedettség rekonstrukcióját végrehajtani pollenadatok alapján, mellyel egy hozzávetőleges képet

adhatunk arról, milyen lehetett egykoron a növényzeti takaró. Amennyiben egy bizonyos területen megfelelően nagy koncentrációban megtalálható egy adott pollen jelenléte, a területen valószínűleg jelen volt az adott növényzet.

A térkép megjelenítése az interneten

A térképet meg lehet jeleníteni számítógép képernyőjén és nyomtatásban is. A nyomtatásban megjelenítendő térképeket gyakran általános grafikai szoftverekben készítenek, míg a számítógép képernyőjén megjelenő térképek jellemzően térinformatikai programokban készülnek. Az utóbbiból át lehet alakítani az adatokat olyan módon, hogy grafikai programokba utófeldolgozásra betölthetők legyenek, ugyanakkor fontos látni, hogy a legtöbb esetben ez is nagyon sok munkát jelenthet. Fordítva ez a folyamat nem végezhető el, ezért a térkép elsősorban mindenképpen térinformatikai rendszerben kell hogy elkészüljön, később pedig az itt szerkesztett vázlatot bármikor át lehet alakítani nyomtatásra.

A térinformatikában alapesetben kétfajta adatot különböztetünk meg: raszteres és vektoros adatokat. A raszteres adat egy egyenlő négyzetrácsos hálóban tárolja az adatokat (Elek 2006, 117). Ezek lehetnek színértékeket tároló adatok (például kép), vagy lehetnek magassági adatok (például domborzatmodell). A vektoros adatok a vonalak, valamint az azokból képzett poligonok töréspontjait tárolják, pontszerű adatok esetében pedig az adott pontokhoz tartozó koordinátákat (Elek 2006, 61.). Ebből világosan látszik, hogy háromfajta vektoros réteg létezik: pontszerű, vonalas és poligonos. Minden réteg csak egyfajta adatot tartalmazhat, így ha egy adott rétegen a folyók felületes (poligonos) formában vannak ábrázolva, akkor azon a rétegen minden elemet (folyót) azonos módon tárolunk el, egyszerű, vonalas állományként már nem vihetjük azokat fel.

Vektoros adatokat viszonylag egyszerű raszteres adattá alakítani számítógépes algoritmusokkal, de fordítva ez legtöbb esetben megbízható minőségben csupán manuálisan, kézi digitalizációval lehetséges, így szkennelt térképek feldolgozásánál is. A tájrekonstrukció különböző fázisaiban mindkét irányú folyamatra szükség van.

Vektoros adatok elkészítése és felhasználása

A vektoros vízrajzi adatok a folyószabályozás előtti időszakról nem állnak rendelkezésre, ezeket kizárólag úgy lehet előállítani, hogy a meglévő papíralapú térképeket beszkenneeljük, majd georeferáljuk. Ez azt a folyamatot jelenti, amikor a szkennelt raszteres képállományt egy földrajzi koordináta-rendszerbe helyezik. Annak érdekében, hogy a térkép minden pontja a koordináta-rendszerben megfelelő értéket kapjon, meg kell határozni a térkép vetületét. Ha nem találunk fokhálózatot a térképre rajzolva, a földrajzi pozíció meghatározása nagyobb kihívást jelent, így a georeferálás pontossága is csökken. A vetület a georeferálást követően tetszőlegesen konvertálható más vetületi rendszerbe, igaz, a raszteres kép felbontása ilyenkor csökkenhet, ezért fontos, hogy akkor felbontással legyen szkennelve a térkép, hogy az esetleges átalakítást követően is olvasható legyen. A georeferálás után az átalakított raszteres térképet hosszadalmas kézi munkával vektorizálni kell, ez abból áll, hogy a térképen lévő objektumokat kategorizálja a vektorizálást végző személy, majd minden kategóriára külön-külön réteget hoz létre. Ezt követően egérrel kattintva definiálja minden rétegen az adott kategóriába tartozó objektumok töréspontjait, azaz geometriáját, ez jelenthet akár többtízezer töréspontot is. Fontos, hogy amennyiben egy másik, nem vetületbe helyezhető térkép alapján kívánjuk helyesbíteni a vektoros adathalmazt (ilyen a tájrekonstrukció esetében az I. katonai felmérés), kell hogy legyenek olyan támpontok, amelyek mindkét térképen megjelennek, ezért előfordulhat, hogy olyan adatokat is fel kell vinni a térképre, amelyekre nincs szükség a végterméken. Az ilyen helyesbítést már az eredeti térkép vektorizálását követően el lehet végezni, amint a szkennelt raszteres térkép el lett távolítva az adatszerkesztési rendszerből. A vektoros adat csomópontjai mozgathatóak, valamint tetszőlegesen módosítható a számuk, így utólag is lehetséges a helyesbítés egy másik térkép alapján, ha vannak megfelelő számban támpontok. Mivel a hegyvidéki területek domborzatában nincs jelentős változás a történeti korokban, így ezt a műveletet csupán az alföldre érdemes elvégezni, és a hegyvidékre egy mai térinformatikai adatbázisból használni az adatokat, ezáltal pontosabban fognak illeszkedni a völgyek vonalához és a völgyfőkhöz.

A vektoros adatok több rétegen, egyszerre betöltve jelennek meg a térképen. Természetesen további kategorizálásra is van lehetőség, ez úgy érhető el, hogy a különböző adatokat mozgatjuk a rétegek között, így az elemek áthelyezhetők akár egy másik meglévő rétegre, akár egy új rétegre. Az objektumok geometriája is módosítható, akár szét is vághatók. Ilyenre lehet példa, ha egy folyót megrajzolunk, de az alsó folyása egy másik felszínborítási kategóriába tartozik, ekkor a folyónak csak egy része kerül át egy másik rétegre és így másik kategóriába.

A különböző objektumokhoz rendelhetők egyedi attribútumok, ilyen attribútum lehet például folyó esetén annak neve, becsült vízhozama, medermélysége stb. Ezek az attribútumok kizárólag az adott objektumra vonatkoznak, a réteg többi elemére nem (Elek 2006, 73.). A rétegekhez is rendelhetők ugyanakkor attribútumok, ezek a mennyiségi vagy minőségi paraméterek a rétegen található valamennyi objektumra vonatkoznak. Természetesen a rétegek csoportosíthatók, így alkategóriákat is létre lehet hozni, például elkülöníthető egy réteg a kisebb folyóknak, egy másik a nagyobb folyóknak, egy további a tavaknak és még egy további az időszakos tavaknak, és a továbbiakban ez a négy réteg a vízrajzi csoportba helyezhető. Minden réteghez tartoznia kell egy jelkulcsi elemnek. A pontszerű rétegek esetében ez egy pontszerű jel, amely lehet egy egyszerű színes kör, más egyszerű geometriai objektum, de lehet egy piktogram is. A vonalas objektumok esetében a vonal színe, vastagsága és a vonal stílusa (például folyamatos vagy szaggatott) definiálja a jelkulcsi elemet. A felületek esetében a felület körvonalának vastagsága (ez lehet nulla is, akkor nincs körvonal), színe és stílusa, valamint a felület kitöltése is módosítható, ez lehet egy szín, színátmenet vagy egy minta. A vonalas és felületes állományok esetében is lehet továbbá többszörözni a határoló vonalak számát. Minden réteghez tarthat egy átlátszóság is, jelen esetben ez legfőképp azt határozza meg, hogy az adott réteg mögött lévő rétegek mennyire látszanak át. A jelkulcsi elemek a vektoros rétegeken szabadon cserélhetők, akár interaktívan is, igaz, erre a tájrekonstrukció esetén csak nagyon ritkán van szükség.

Az objektumokhoz tartozó attribútumok egy része megjeleníthető a térképen mint névrajz. Ha például a folyók nevei megtalálhatók az attribútumok között, akkor ezek megjelenhetnek a térképen a vonalra illesztve, mint egy címke.

A vektoros objektumok akár aktív objektumként is funkcionálhatnak, ez azt jelenti, hogy az attribútumok egy része megjelenhet az objektumra kattintással egy felugró ablakban akár a térképen, akár mellette vagy máshol a képernyőn.

Bár a jelkulcs jellemzően rétegenként egységes, kivételes esetben akár objektumonként is változhat. Ez előfordulhat olyankor, ha például meg akarjuk mutatni, hogy egy adott folyó, amelyre a felhasználó rákattintott, mettől meddig terjed, és egy, a térképen használt színektől eltérő színnel kijelöljük. Ha a kijelölés megszűnik, akkor az adott rétegen használt jelkulcsra cseréli a folyó színét a rendszer.

Az interaktivitás természetesen bármilyen vektoros objektummal megvalósítható, ugyanakkor a leggyakrabban a pontszerű objektumok esetén alkalmazzuk, ilyenek a tájrekonstrukció esetében a támpontként használt temetők. Ezek jellemzően egy egyszerű színes körrel vannak ábrázolva, amelyekre ha rákattint a felhasználó, megjelennek adatok egy táblázatban az adott temetőről. Az adatok kiegészíthetők, de fontos, hogy egy adott rétegen az attribútumok szerkezete egységes legyen, ugyanis ha egy temetőnél hozzárendelünk egy adatot, paramétert, akkor főszabály szerint minden temetőnél hozzá kell rendelni. Ha az adott objektum esetén nem ismert a vizsgált paraméter, akkor is ki kell tölteni a mezőt, például „ismeretlen”-ként definiálva, különben a térinformatikai rendszer struktúrája megbomlik.

Fontos, hogy ilyen interaktivitás kizárólag a vektoros adatok esetében érhető el, ugyanis a raszteres adatok mindössze egy értéket tudnak társítani egy adott rácselemhez, így az objektum fogalma a térinformatikai rendszerben a raszteres adatok esetében nem létezik, annak ellenére, hogy a felhasználó számára felismerhetők az összetartozó elemek. Ha raszteres rétegeken névrajzra van szükség, akkor azt külön szükséges hozzátársítani.

Raszteres adatok használata

Az előző fejezetben a raszteres adatokat a vektoros állományok elkészítéséhez használtuk, de előfordul az is, hogy a térinformatikai rendszerben maguk a raszteres adatok jelennek meg, ez a tájrekonstrukció esetében leggyakrabban a domborzat. Ahogyan korábban már volt róla szó, a domborzat nem változott

olyan mértékben, hogy az a térképen látható legyen, így egy mai domborzatot is lehet használni alaprétégeként.

Az úrsikló program keretében készült egy radaros domborzatfelmérés, az SRTM, amelyet a NASA (az amerikai állami űrügynökség) ingyenesen hozzáférhetővé tett. Az SRTM a sarkvidékek kivételével a Föld nagy részét lefedi, Közép-Európában pedig magasabb hegyláncok sem zavarták a radarjeles magasságmérést, így a Kárpát-medencére vonatkozóan az adat jól használható. Fontos megjegyezni, hogy a domborzat a legnagyobb méretű adathalmaz, így a megjelenítésénél és a tárolásánál is különösen nagy körültekintéssel kell eljárni.

A legtöbb raszteres adathalmaz esetében a tárolt információt jellemzően fényintenzitásként, színértékként értelmezzük, így a megjelenítésük viszonylag egyszerű, a legtöbb esetben a programok automatikusan felismerik a vörös-zöld-kék (RGB) képsávokat (hamisszínes megjelenítés esetén szabadon összepárosíthatók a színtartományok a monitoron ábrázolandó színekkel). A NASA által szabadon rendelkezésre bocsátott domborzati adatok viszont magassági értékeket tárolnak, ahhoz pedig, hogy ez megjeleníthető legyen, ki kell dolgozni egy jelkulcsot, amely a különböző magasságokhoz rendel színeket, és így jeleníti meg a domborzati rasztert. Az így létrejött rétegszínezéses ábrázolás valójában a szintvonalas ábrázolásnak egy alternatív, négyzetrácsos változata. Az egyforma tengerszint feletti magassággal rendelkező területek egy adott színnel lesznek kiszínezve, a különböző területek később pedig akár szintvonalakkal is elválaszthatók egymástól (Klinghammer–Papp–Váry 1983, 207.). A jelkulcsot minden esetben hozzáigazíthatjuk az adott raszteres állományhoz, igaz, az interaktív módosítás bonyolult és nagy számítástechnikai igényű, így ezt érdemes az adatfeldolgozás korábbi fázisaiban kivitelezni. A NASA által közreadott adatok természetesen georeferálva vannak, az adatokat kisebb, egymáshoz illeszthető raszterekben teszik nyilvánossá, az összeillesztésük pedig viszonylag egyszerűen, automatizálva történik, ugyanis a globális koordináta-rendszer könnyű átjárhatóságot biztosít a különböző területek adatai között.

Mivel a globális domborzati adat nem a Kárpát-medencére fókuszált, le kell tölteni az összes szükséges rasztert, hogy a Kárpát-medence egészen kirakható legyen. Ide tartoznak olyan raszterek, amelyeknek csak nagyon kicsi részük esik a Kárpát-medence területére, így sok olyan terület jelenik meg a

térképen, amely nem tartozik a célterülethez, ugyanakkor jelen van azért, mert a letöltendő raszterbe egy részük átnyúlik, emiatt pedig az is előfordul, hogy a jelkulcs kicsit eltér a különböző állományok között, így a térkép nem egységes. Annak érdekében, hogy mindkét jelenség megszűnjön, egyesíteni kell a rasztereket, majd levágni a felesleges területeket. Az így létrejövő raszter nagyobb, mint bármelyik eredeti raszteres állomány, de kisebb, mint a forrásállományok mérete összesen, ugyanis a nem használt adat nincs benne. Ezt követően kell alkalmazni a jelkulcsot, így egységes lesz a térképen.

Annak érdekében, hogy ne egy nagyméretű raszterben legyen a domborzat eltárolva, a jelkulcs alkalmazását követően fel lehet darabolni kisebb raszterekbe, így a betöltés sokkal gyorsabb lesz, ugyanis csak azt a területet fogja betölteni, amelyet a felhasználó éppen megtekint.

Mivel a hegyvidéki területeken mai térinformatikai adatbázisokból importálják az adatokat, így a folyók a fent leírt domborzat alkalmazása esetén pontosan a völgyvonalban futnak, ez egy alapkövetelmény a térképeken, és mivel ezek helye nem változott a 9. század óta, így ez arra az időszakra vonatkozólag pontosnak tekinthető. Az alföldön a domborzati adat szignifikáns terepkülönbségeket nem mutat, így az alföldi folyók esetében mindössze arra kell figyelni a domborzat feldolgozásánál, hogy az alföld szélén lévő folyók a rekonstruált térképen ne csússzanak rá a környező dombokra.

A térképek webes megjelenítése

A térinformatikai adatbázisok elsősorban kifejezetten erre a célra fejlesztett térinformatikai szoftverekben jeleníthetők meg, melyek használatához speciális szaktudásra van szükség, ugyanakkor a tájrekonstrukciós térkép a tágabb közönségnek szól. Annak érdekében, hogy a térképet egy egyszerű felhasználó meg tudja tekinteni, elő kell készíteni egy szoftverkörnyezetet, amely a térképet webes megjelenítésre alkalmassá teszi. Szükség van egyrészt egy megjelenítőre, amely a felhasználó gépén a webböngészőben fut, másrészt egy webserverre, amely elő tudja készíteni az adatokat úgy, hogy a megjelenítő program fel tudja azokat rajzolni a felhasználó webböngészőjében.

Az OpenLayers keretrendszer lehetőséget nyújt arra, hogy olyan webes alkalmazást lehessen készíteni, amellyel a felhasználó webböngészőjében meg tud nyitni a hálózaton keresztül elérhető térinformatikai adatokat. Előnye, hogy szabad szoftver, így nem kell érte semmiféle licencdíjat fizetni. További előny, hogy bármilyen HTML-oldalba beintegrálható, így a felhasználónak a webböngésző kivételével semmilyen szoftvert nem kell telepíteni a térkép megtekintéséhez, webböngésző pedig manapság szinte minden számítógépre fel van telepítve. A térkép integráltató egy olyan webes alkalmazásba is, amelyen egy irányító felület definiálásával a felhasználó meg tudja változtatni a térkép megjelenését, a tájrekonstrukció esetében ez a kezelői felület a rétegek ki-be kapcsolására ad lehetőséget.

A webes alkalmazás lehetővé teszi továbbá, hogy a vektoros rétegeken egyes elemek aktív objektumok legyenek, így ha rákattint a felhasználó, akkor megjelennek az adott elemhez tartozó adatok, melyeket az objektum, illetve a réteg attribútumai között, vagy egy különálló táblázatban tárol az adatbázis. Az utóbbi esetben az attribútumok között kell hogy legyen egy egyedi azonosító szám, amely az adott objektumhoz kapcsolja az adatbázisban lévő adatokat. Ilyen megoldás a tájrekonstrukció esetében a temetőkhöz köthető különböző adatok struktúrája, amelyek táblázatos formában jelennek meg egy felugró ablakban a térképen. Mivel az OpenLayers ezen adatokat egyenesen a böngészőnek adja át, így ezek a térkép mellett külön is megjeleníthetők egy ablakban vagy akár egy külön fülben, vagy új böngészőablakban egy külön lapon. Minden esetben bármilyen olyan adat megjeleníthető, amely egy átlagos webes felületen megjelenhet, így folyószöveg, táblázatok, hyperlinkek, képek, videók, de akár további térképek vagy egyéb interaktív felületek is. Bár ezekre a tájrekonstrukció jelenlegi fázisában nincs példa, de igény esetén használható.

A webes megjelenítés másik oldala a szerver. Természetesen egy hagyományos webservert szükséges, de ezen kívül egy térképszerver feltelepítése is elengedhetetlen, amely a webservert mögött fut. Napjainkban a webservert piac legnagyobb részét nyílt forráskódú szabad szoftverrel üzemeltetik, így ezekre nem kell licencdíjat fizetni, viszont a szerver számítási kapacitása komoly korlátokat jelent a térképek megjelenítésénél, így mindenképpen optimalizálni kell a szerveret annak érdekében, hogy bírja a terhelést és ne álljon le. A szerver egy

Linux alapon futó Apache webservert, amely – mint bármely más webservert – egyszerű weblapokat képes szolgáltatni. Mivel manapság a legtöbb webservert szerveroldali programokat is képes futtatni, így ez – hasonlóan más webserverekhez – kiegészül a PHP- modullal, és adatbázis kezelésre a PostgreSQL adatbázis-kezelővel. Ezzel a konstrukcióval lehetséges hagyományos weblapokat készíteni szerveroldal-szkriptekkel, mely adatbázisokkal is ki tud szolgálni, ugyanakkor térinformatikai adatokat továbbra sem képes továbbítani.

Annak érdekében, hogy ezt a korlátot is meg lehessen szüntetni, a szerver kiegészül az úgyszintén szabadszoftver-licenzű QGIS-szerver alkalmazással. Ez az alkalmazás az ismert QGIS térinformatikai szoftvercsomag szerveroldali változata, így ha a QGIS-alkalmazásban készül egy térinformatikai adatbázis, akkor ezzel a programmal könnyen generálható olyan adat, mely a már korábban bemutatott OpenLayers keretrendszerbe meg tud jelenni. Annak érdekében, hogy ez az adatkonverzió minél egyszerűbb legyen, az egész tájrekonstrukció QGIS-ben készül, így sokkal egyszerűbb a weben megjeleníteni a változásokat. Amennyiben a változtatás nem érinti a rétegszerkezetet és a vektoros rétegek jelkulcsát, akkor a változások egy egyszerű mentéssel, majd feltöltéssel megoldhatók. A QGIS- szerver a már korábban említett PostgreSQL segítségével kezeli az adatokat, és a térinformatikai adatbázisok tárolásához használt PostGIS-kiegészítővel van ellátva, mely egyfajta háttéradatbázisként szolgál.

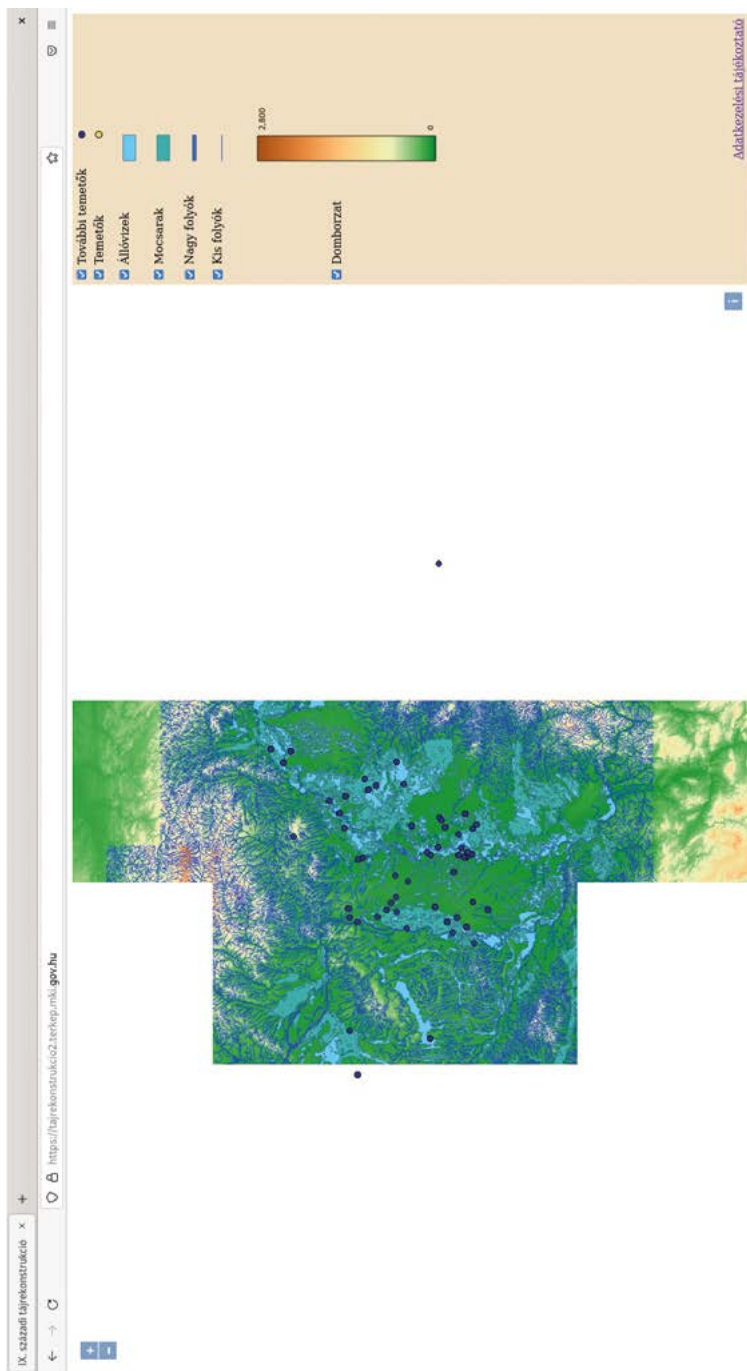
A QGIS-szerver képes raszteres és vektoros adatokat átadni a böngészőben futó kliens alkalmazás részére. A böngészőben betöltött raszteres rétegek bármilyen, a térinformatikai adatbázisban használt raszteres vagy vektoros rétegből vagy azok kombinációjából előállíthatók, ekkor a szerver a QGIS-ben beállított jelkulcs szerint készíti el a raszteres térképet¹ és küldi el a kliensnek. Bár elvileg lehetséges az egész térkép egy nagy képként való elküldése, ennek alkalmazása nem célszerű, ugyanis akkor az oldal betöltése vagy a réteg bekapcsolása esetén a teljes réteget be kell tölteni, így előfordulhat, hogy nagyon lelas-

¹ A raszter egy olyan állomány, amely egy szabályos négyzetrácson minden képkocka adatait tárolja. Leggyakrabban ez az adat a képkocka színe, de előfordulhat, más adat is. Ilyen például a magasságraszter, amely a szín helyett az adott pont magasságát tárolja.

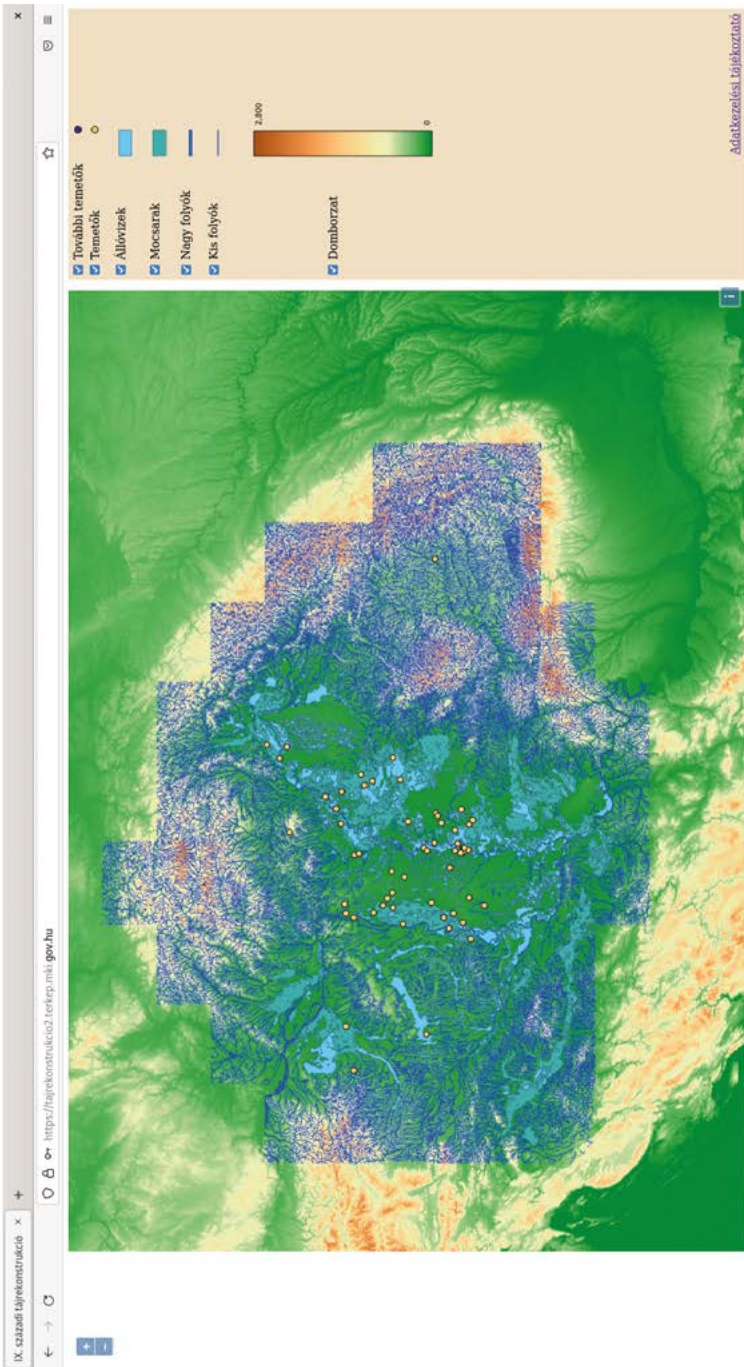
sul a felhasználó gépe. Egy gyengébb teljesítményű gép le is fagyhat ilyen teher alatt, ezért célszerű még a szerveren kisebb, jellemzően 200 x 200 pixeles raszterekre felosztani a képet. Ezek a képek georeferálva vannak, így a kliens oldalon automatikusan összeillesztésre kerülnek, viszont a szerver csak azon képeket küldi meg a kliensnek, amelyeket a felhasználó éppen megtekint. Ha csökken a térkép méretaránya, akkor nagyobb terület jelenik meg, ugyanakkor a szerver arányosan lecsökkenti a képek felbontását, így azok kisebb méretűek is lesznek, ezáltal nem használnak akkora sáv szélességet, valamint erőforrást a kliensen, tehát gyorsabban jelenik meg a térkép, igaz, mozgás esetén előfordulhat, hogy valamennyit várni kell a teljes felbontásra (1. ábra). A vektoros adatok megjelenítésénél ilyen skálázásra nincs lehetőség, ott a teljes réteget be kell importálni az oldal betöltésekor. A réteg ki-be kapcsolása esetén a vektoros réteg a memóriában marad, csak láthatatlanná válik a felhasználó számára. A raszteres rétegeken lévő objektumok ebben a rendszerben nem tehetők interaktívvá, így az attribútumok legfeljebb magán a térképen jeleníthetők meg, és nincs lehetőség arra, hogy az egyes képelemekre való kattintással megjelenjenek felugró ablakokban vagy más böngészőablakban. A fentiekből viszont következik, hogy egy OpenLayers-be megjelenő térképen korlátozott a vektoros rétegek száma és mérete, ugyanakkor szinte végtelen számú, a szerveren található vektoros vagy raszteres réteget lehet elhelyezni a böngészőbe betöltött raszterképre, amelyet ezen a módon, egyesítve küld el a szerver a kliens alkalmazásnak. Az egyes forrásrétegeket ki-be lehet kapcsolni, igaz, ebben az esetben a raszterképet újra kell tölteni, és bár ez lassíthatja a megjelenítést, de cserébe az alkalmazható rétegek száma korlátlan.

A fentiek alapján világos, hogy a webes megjelenítéskor el kell dönteni, melyik rétegeket fogjuk raszteres és melyiket vektoros formában használni. Azokat a rétegeket, amelyek már az eredeti térinformatikai adatbázisban raszteresek, kizárólag raszteresen van lehetőségünk betölteni, így azokon semmilyen interaktív felület nem hozható létre, bár szükség esetén ki lehet egészíteni egy további, vektoros réteggel, amelyen elhelyezünk interaktív objektumokat.

A vektoros rétegeket elvileg minden esetben meg lehet jeleníteni a weben vektorosan is, ennek azonban korlátot szab a felhasználó számítógépében található memória és a számítási, valamint a rendelkezésre álló hálózati kapacitás.



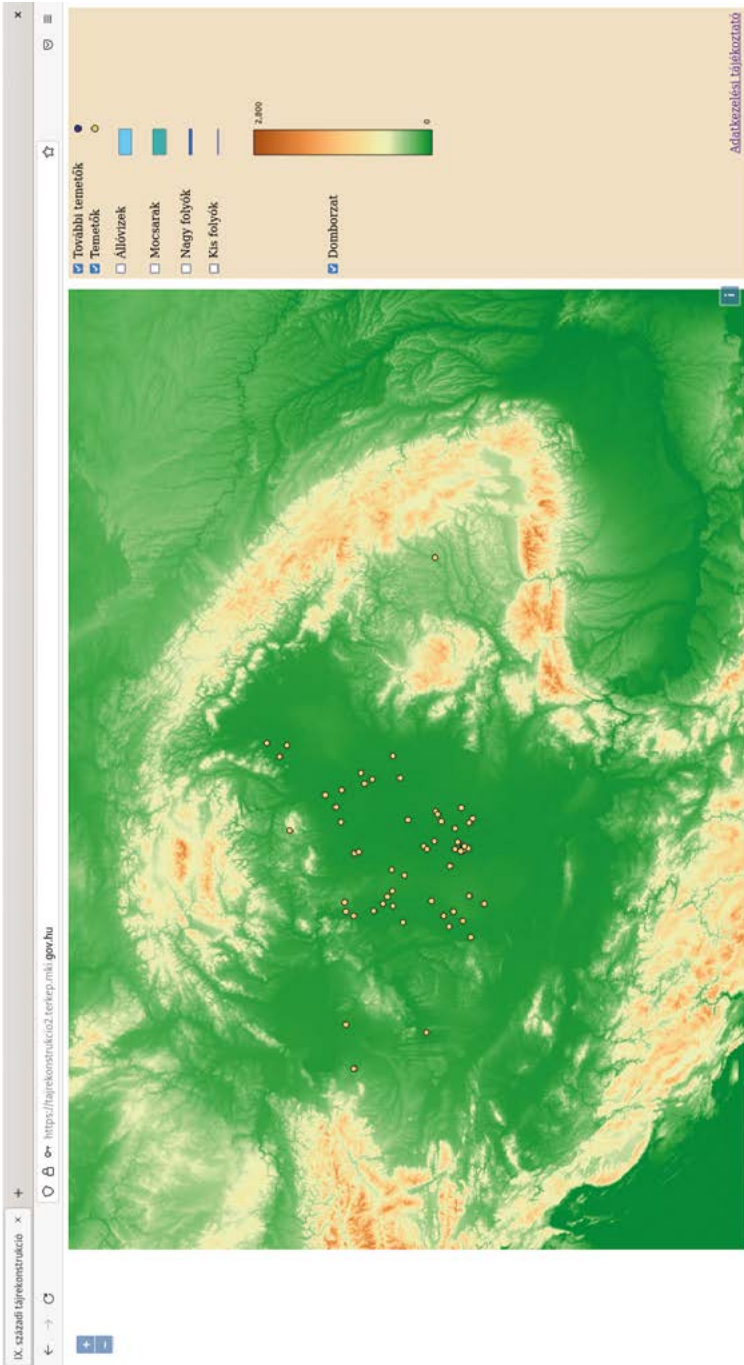
1. ábra. Webes tájrekonstrukciós térkép betöltés alatt. Látszik, hogy a raszteres réteget előre meghatározott kis méretű képkockákból tölti be.



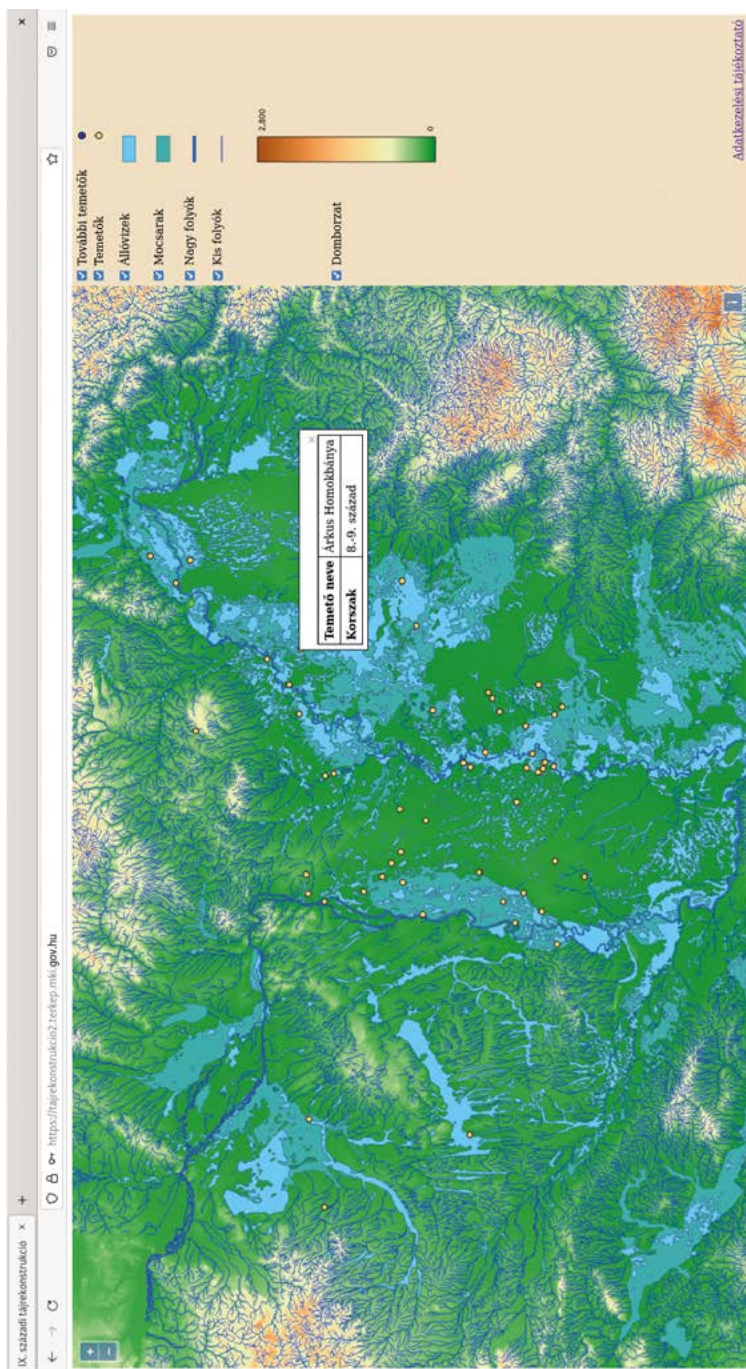
2. ábra. A vízrajz és a domborzat látszik a raszteres rétegen, míg a temetők a vektoros rétegen látszanak.

Tekintettel arra, hogy a tájrekonstrukció egy nyilvánosan elérhető térinformatikai adatbázisnak van szánva, abból kell kiindulni, hogy a széles körben használt számítógépek közül a leggyengébb teljesítményű gépeken is működni kell, ezért kizárólag azokat a rétegeket kell vektorosan elérhetővé tenni, amelyeken interaktív pontokat szeretnénk. Sajnos vannak olyan rétegek, amelyek esetében nincs választási lehetőség, ugyanis a méretük miatt nem célszerű azokat vektorosan megjeleníteni (2. ábra), így raszteres réteggé átalakítva jelenítjük meg. Az ilyen rétegek esetében nincs arra lehetőség, hogy interaktív felületeket hozzunk létre, annak ellenére, hogy a forrásadatbázisban vektoros rétegek, és minden elemükhöz rendelhető egy vagy több attribútum. Ezek az attribútumok a térképen viszont megjeleníthetők, és a raszteres réteg újratöltése esetén ki-be kapcsolhatók (3. ábra). A ki-be kapcsolás történhet egy, a kezelőfelületen található ikonnal, vagy a pillanatnyi nagyítás függvény is lehet. Lehet továbbá a kettő kombinációja is: csak akkor jelennek meg, ha elérünk egy minimális nagyítást és a funkció be van kapcsolva a kezelőfelületen. Ha interaktív felületet is akarunk a réteghez kapcsolni, akkor lehetséges egy további vektoros réteg létrehozása, amely akkor jelenik meg, ha bekapcsoljuk az alapréteget a raszteres rétegen. Arra viszont nincs lehetőség, hogy egy nagyobb méretű állomány, például a vízrajz esetén bármelyik folyóra kattintva megjelenjenek az adatok a folyóról, ugyanis ehhez a réteget vektoros formátumban kellene betölteni az OpenLayers-be, ez pedig ilyen kiterjedt elemszámú, nagyfelszínű adatrétegek-nél nehezen kivitelezhető.

Míg a vízrajz a mérete miatt általában nem tölthető be vektoros formátumban, a temetők állománya már sokkal kisebb, így ezen a rétegen bármelyik temetőre kattintva megjelenik egy felugró ablak, amelyben megjelennek a temetőkről az adatok. Amikor a vektoros adatok beérkeznek a webböngészőhöz, a jelkulcsot nem küldi el a kliensnek, így azt egy külön adatbázistáblában vagy külön állományban kell definiálni. Fontos, hogy ez esetben a jelkulcs QGIS-ban történő változtatásai nem fognak megjelenni a webes alkalmazásban, ott a jelkulcselemeket újra a réteghez kell igazítani, ugyanakkor a módosítás böngészőben, interaktívan is elvégezhető. A tájrekonstrukciós projektben például a temetőket bemutató rétegen a jel színe megváltozik, ha a felhasználó az egeret fölé viszi, így könnyebben láthatja, hogy ez egy aktív felület, amelyre ha rákat-



3. ábra. A raszteres réteg kizárólag a domborzattal. A vízrajz kikapcsolásakor a teljes raszteres réteget újra kell tölteni, ugyanis míg a térinformatikai szoftverben, így a szerveroldalon ezek külön-külön rétegekben vannak, addig a kliensen futó alkalmazásban egy rétegen jelennek meg.



4. ábra. A vízrajz és a domborzat betöltve a raszteres rétegen. Ezekén túl a temetők is megjelennek egy külön vektoros rétegen. Valamennyi réteget be kell importálni az oldal betöltésekor, függetlenül attól, hogy éppen látható-e vagy sem, így a ki-be kapcsolásuk gyorsan meg tud történni, ugyanakkor az összes vektoros réteg mérete erősen korlátozott. A vektoros rétegen lévő pontszerű jelek (sárga pontok a térképen) interaktívak, így kattintással megjeleníthető a temetők neve és kora. A táblázat tetszőlegesen bővíthető, viszont a réteg összes elemén egységes struktúrájú kell hogy legyen.

tint, akkor bizonyos paraméterek módosíthatók. Rákattintás esetén megjelenik egy táblázat a temetők adataival (4. ábra).

A fentiekből látható, hogy mind a raszteres, mind pedig a vektoros adatok megjelenítésének vannak előnyei és hátrányai, viszont mivel a raszteres rétegnek csak azt a részét tölti be, amelyet éppen láthatunk, ezért ezeken több adatot lehet elhelyezni, mint a vektoros rétegeken, melyeket teljes méretükben húz be a rendszer, mikor betölti a weblapot. A vektoros rétegek előnye, hogy interaktív felületek hozhatók létre rajta.

Az adatállományok összeállításakor azt szükséges már az elején eldönteni, hogy melyik rétegeket kívánjuk raszteresen, és mely rétegeket vektorosan betölteni. Először ki kell választani azon rétegeket, amelyek nem tölthetők be vektorosan. Ezek azon rétegek, amelyek a forrásadatbázisban is raszteresen vannak tárolva, továbbá azon, a forrásadatbázisban lévő vektoros rétegek, amelyek túl nagyok a vektoros megjelenítéshez és mindenképpen raszteres formátumba kell átalakítani. Ha ezen rétegek közül van olyan, amelyiken mégis szükség van aktív objektumra, akkor készíteni kell egy segédreteget, melyen elhelyezzük azt. Ilyen lehet például egy vízjárta terület, amelyről át szeretnénk adni olyan adatokat a felhasználónak, amelyek a térképen nem férnének el. Mivel technikai okok miatt nincs lehetőség az érintett réteget vektorosan betölteni, létre kell hozni egy másik vektoros réteget, amelyen egy pontszerű jel kerül a vízjárta területre, így arra kattintva megjelenik az információ. Ilyen információ lehet például, hogy az adott terület időszakosan lakott volt, ugyanis nem volt egész évben víz alatt. Ha kiterjedést is akarunk hozzá rendelni és ez nem egyezik meg a vízjárta terület poligonjával, akkor a pontszerű jel helyett természetesen egy poligont is el lehet helyezni a vektoros rétegen, de fontos, hogy a poligonok jelentősen nagyobbak, mint a pontszerű jelek. A poligon színe megváltozhat, mikor rákattint a felhasználó, így kijelölve azt a poligont, amelyről épp adatokat látunk.

Miután megvannak azok a rétegek, amelyeket semmiképpen nem lehet vektorosan megjeleníteni, a maradékból el kell dönteni, melyek azok, amelyeket ténylegesen vektorosan jelenítünk meg. Fontos, hogy a korlát nem az adott réteg méretére vonatkozik, hanem az összes réteg teljes méretére, ugyanis az összes vektoros réteg beimportálódik az oldal betöltésekor, ideértve a láthatatlan

nokat is, ezért főszabály szerint csak azokat a vektoros rétegeket kell vektorosan megjeleníteni, amelyekben aktív felületeket akarunk látni (például a temetők). Az összes többi rétegből a szerver a felhasználó beállításai alapján legenerálja a raszteres réteget, majd elküldi azon területek kivágatát a kliensnek, amelyeket a felhasználó éppen meg kíván tekinteni, így kerül feldolgozásra a temetőket bemutató vektoros réteg is.

Összegzés

A 9. századi tájrekonstrukció egy komplex feladat, amely azzal kezdődik, hogy különböző történeti adatok alapján megközelítő becsléseket készítünk a 9. századra vonatkozóan. Mivel a rendelkezésre álló források korlátozottak, a támpontok alapján elsősorban azt tudjuk csak meghatározni, hogy a tájak későbbi korokban leírt arculatai, felszínborításai közül melyik illik nagyobb valószínűséggel a vizsgált korszakhoz.

A feladat másik része a térkép megjelenítése. Bár a papírtérkép megjelenítése elvben lehetséges, azzal csak közvetlenül a projekt lezárása előtt érdemes foglalkozni, ugyanis egy papírtérkép aktualizálása csak a térkép újryomásával lehetséges, és ameddig közelítést végzünk, a térkép folyamatosan változik, így nem érdemes papírra kinyomtatni a digitálisan megszerkesztett anyagot. A webes megjelenítés sokkal rugalmasabb, folyamatosan frissíthető és több adat megjeleníthető rajta, ugyanakkor nagyfokú körültekintést igényelnek az adatkezelés technikai megoldásai. A projekt végén természetesen a webes és a nyomtatott változat megjeleníthető publikációként.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- Elek 2006.** Elek István: Bevezetés a geoinformatikába. ELTE Eötvös Kiadó. Budapest 2006.
- Klinghammer – Papp-Váry 1983.** Klinghammer István – Papp-Váry Árpád: Földünk tükre a térkép. Gondolat Könyvkiadó. Budapest 1983.
- Rácz 2001.** Rácz Lajos: Magyarország éghajlattörténete az újkor idején. JGYF Kiadó. Szeged. 2001.
- Rácz 2022.** Rácz Lajos: A 9. századi vízrajzi alaptérkép kalibrációja éghajlattörténeti adatok, valamint az első katonai felmérés országleírása alapján. Belső használatra szánt dokumentum.

