

Nyugat-magyarországi Egyetem
Geoinformatikai Kar

Prediktív régészeti modellek magyarországi alkalmazhatóságának lehetőségei

SZAKDOLGOZAT

Konzulens:

dr. Végső Ferenc
főiskolai docens
Stibrányi Máté
régész (MNM-NÖK)

Készítette:

Mesterházy Gábor Ádám
levelező tagozat
földmérő és földrendező szak
geoinformatika szakirány

Székesfehérvár
2011



NYUGAT-MAGYARORSZÁGI EGYETEM GEOINFORMATIKAI KAR

8000 Székesfehérvár, Pirosalma u. 1-3.

✉ 8002 Székesfehérvár, Pf. 52.

☎ +36 22 516 520 Fax: +36 22 516 521

<http://www.geo.info.hu> Email: geoinfo@geo.info.hu

TÉRINFORMATIKA TANSZÉK

Levelező tagozat, Földmérő/földrendező szak

Térinformatika szakirány

Szakdolgozat száma: /2011

Mesterházy Gábor Ádám
szakdolgozati feladata

A szakdolgozat címe: Prediktív régészeti modellek magyarországi alkalmazásának lehetőségei

A feladat leírása: A dolgozat célja megtervezni és elkészíteni egy térinformatikai adatbázist, bemutatni az adatbázis elemzési lehetőségeit és lehetséges felhasználási területeit.

1. Dolgozza fel a témához kapcsolódó hozzáférhető hazai és esetleg külföldi szakirodalmat! Indokolja miért szükséges ilyen irányú kutatás Magyarországon!
2. Mutassa be a vizsgált terület régészeti vonatkozásait és határozza meg az ehhez tartozó prediktív modell előállításának követelményeit! Fogalmazza meg az erre épülő térinformatikai alkalmazás funkcionális modelljét!
3. Készítse el a régészek munkáját segítő térinformatikai adatbázist a munkaterületen! Munkájához használja fel a meghatározott meglévő térképi és nyilvántartási adatokat! Vizsgálja meg az indikátorok optimális súlyozásának kérdését!
4. Mutassa be és dokumentálja a felépített adatbázis használatát régészeti elemzés céljára! Modellje ellenőrzéséhez folytasson referenciaterületeken régészeti terepbejárást! Adjon javaslatot az alkalmazás használatára a gyakorlati munkában és a továbbfejlesztésre!
5. **Beadandó munkarészek:**
 - műszaki leírás,
 - az adatbázisok digitális formában,
 - a modell működésének grafikus és szöveges munkarészei.

Beadási határidő: 2011. május 23.

Tanszéki konzulens: dr. Végső Ferenc docens

Külső konzulens: Stibrányi Máté régész

Székesfehérvár, 2010. október 15.

Dr. Szepes András
tanszékvezető



Dr. Mélykúti Gábor
dékán



NYILATKOZAT

Alulírott **Mesterházy Gábor Ádám** (neptun kód: XXXXXXXXXX) jelen nyilatkozat aláírásával kijelentem, hogy a

Prediktív régészeti modellek magyarországi alkalmazásának lehetőségei című

szakdolgozat

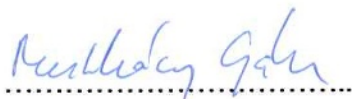
(a továbbiakban: dolgozat) **önálló munkám**, a dolgozat készítése során betartottam a szerzői jogról szóló 1999. évi LXXVI. tv. szabályait, valamint az egyetem által előírt, a dolgozat készítésére vonatkozó szabályokat, különösen a hivatkozások és idézések tekintetében¹.

Kijelentem továbbá, hogy a dolgozat készítése során az önálló munka kitétel tekintetében a konzulenszt illetve a feladatot kiadó oktatót **nem tévesztettem meg**.

Jelen nyilatkozat aláírásával tudomásul veszem, hogy amennyiben bizonyítható, hogy a dolgozatot **nem magam készítettem**, vagy a dolgozattal kapcsolatban szerzői jogsértés ténye merül fel, a Nyugat-Magyarországi Egyetem megtagadja a dolgozat befogadását és ellenem fegyelmi eljárást indíthat.

A dolgozat befogadásának megtagadása és a fegyelmi eljárás indítása nem érinti a szerzői jogsértés miatti egyéb (polgári jogi, szabálysértési jogi, büntetőjogi) jogkövetkezményeket.

Székesfehérvár, 2011. május 23.



Mesterházy Gábor Ádám

¹ 1999. évi LXXVI. tv. 34. § (1) A mű részletét - az átvevő mű jellege és célja által indokolt terjedelemben és az eredetihez híven - a forrás, valamint az ott megjelölt szerző megnevezésével bárki idézheti.

² 36. § (1) Nyilvánosan tartott előadások és más hasonló művek részletei, valamint politikai beszédek tájékoztatás céljára - a cél által indokolt terjedelemben - szabadon felhasználhatók. Ilyen felhasználás esetén a forrást - a szerző nevével együtt - fel kell tüntetni, hacsak ez lehetetlennek nem bizonyul.

*„Far better an approximate answer to the right question,
which is often vague, than an exact answer to the wrong question,
which can always be made precise.”*

(John Tukey)

Köszönetnyilvánítás

A szakdolgozat készítése során rengeteg segítséget és támogatást kaptam. Elsősorban Családomnak és Kedvesemnek köszönöm kitartó támogatásukat, segítségüket és bizalmukat nem csak a szakdolgozat készítése alatt, hanem tanulmányaim teljes ideje alatt.

Hálával tartozom dr. Végső Ferenc tanár úrnak, a konzulensi tisztség elvállalásáért, és türelméért.

Köszönet illeti Stibrányi Mátét, kollegámat, elsősorban a témafelvetésért, a kitartó támogatásért és a nyitott ajtóért, amin bármikor beléphettem.

A hasonló cipőben járó Padányi-Gulyás Gergellyel folytatott beszélgetések, ötletek, megoldási javaslatok, tervezések nélkülözhetetlenek voltak a szakdolgozat elkészítésében.

Az ellenőrző terepbejárásban nyújtott segítségéért, Koller Melinda, Török Ágnes és Kovács Ferenc lekötelezettje lettem.

Pásztor Lászlót, az MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézet munkatársát és Kisfaludi Júliát, a Kulturális Örökségvédelmi Hivatal dolgozóját az adatszolgáltatásban nyújtott segítségéért és bizalmáért szükséges kiemelnem.

1	Információs forradalom a régészetben, a prediktív modellek kialakulása	2
2	A sárréti kistáj természetföldrajzi jellemzői	6
2.1	Geomorfológia	6
2.2	Vízrajz.....	8
2.3	Éghajlat	8
3	Adatelemzési lehetőségek fejlődése, a bizonyítékok súlya módszer	10
4	A prediktív régészeti modellek adattartalma, elemzési lehetőségei	14
4.1	Régészeti kutatások adatai	14
4.1.1	Terepbejárás, a hazai kutatások eddigi eredményei	15
4.1.2	A hazai régészeti kutatások és a régészeti topográfiai térképek.....	17
4.1.3	A régészeti lelőhelyek nyilvántartása, az adatok jellemzői, átalakítások..	19
4.2	Vízrajz.....	22
4.3	Talajtan	27
4.4	Domborzat	28
4.5	Írásos források, régi térképek	36
4.6	Környezet- és felszínborítás változásának meghatározása	37
4.7	Az adatbázisból kinyert adatok.....	40
5	A modellek optimalizálása, megbízhatósága, eredményei	42
5.1	Az ArcSDM beállításai, a posteriori valószínűség kategorizálása, megbízhatóság kérdése	42
5.2	Az elkészített modellek és jellemzőik	45
5.3	A modell ellenőrzése	52
5.3.1	A fülei és polgárdi ellenőrző terepbejárás	54
6	A modellezés tanulságai, lehetséges irányai	56
7	Felhasználók, adatvédelem, bővítési lehetőségek.....	58
8	Prediktív régészeti modellezés bevezetési terve Magyarországon	60
9	Összegzés	62
10	Irodalomjegyzék	64
11	Ábrák jegyzéke.....	69
12	Mellékletek	70

1 Információs forradalom a régészetben, a prediktív modellek kialakulása

A régészeti lelőhelyek azonosítása jelenleg az előzetes műszaki és természettudományos vizsgálatokon és főként a terepbejárásokon alapul Magyarországon. Ezek során olyan területeket kutatnak a tájban, melyek emberi megtelepedésre alkalmasak, illetve ahol egykori emberi megtelepedés nyomai valószínűsíthetőek. A prediktív régészeti modell célja ugyanez, azonban nagyobb léptéke, eltérő módszerei és korlátai másfajta - főként elméleti - felkészültséget igényel.

Prediktív modellezés alatt a régészetben azokat a térinformatikai alkalmazásokat értjük, amelyek „egy térségben a régészeti lelőhelyek és leletek helyszínét próbálják meghatározni mintavétel, vagy az emberi viselkedés alapvető jellegzetességeit vizsgálva”.¹

Az 1960-as években az Észak-Amerikában kialakuló „újrégészeti” irányzat² célja a természettudományok bevonása a régészeti kutatásokba. Ide köthető a C¹⁴-es radiokarbon kormeghatározás³, talajmágnésesség-mérés,⁴ ultrahangos vizsgálatok,⁵ mikroszkópos vizsgálatok,⁶ röntgensugaras vizsgálatok,⁷ termolumineszcens vizsgálatok,⁸ légifotózás,⁹ fotogrammetria,¹⁰ stb. A prediktív modellek alapjait az „újrégészet” irányzata rakta le,

¹ Verhagen 2007 13. „Predictive modelling is a technique that, at a minimum, tries to predict „the location of archaeological sites or materials in a region, based either on a sample of that region or on fundamental notions concerning human behaviour”

² Fő szempontja, hogy a régészetet, mint tudományágat nem csak a leletek illetve az emberi viselkedés és szokások szempontjából vizsgálja, hanem természettudományos vizsgálatokat bevonva. Ma processzuális régészetként ismert.

Bővebben ld.: http://www.mmsi.org/ir/22_01/davies.pdf 2011.05.18.

³ A módszer alapja, hogy az instabil 14-es tömegszámú szén (C¹⁴) atomok (radiokarbon) folyamatosan keletkeznek a felső légkörben a nitrogénatomokból a kozmikus sugárzás neutronjai hatására. A keletkezett szén gyorsan szén-dioxiddá oxidálódik és bekerül a szénkörforgásba a fotoszintézisen és a táplálékláncon keresztül. Aránya mindaddig állandó az élőlényekben, amíg anyagcserét folytatnak (vagyis amíg élnek). Haláluk után a C¹⁴ mennyiség és vele együtt a sugárzás intenzitása kb. 5600 éves felezési idővel csökkenni kezd, amiből pontos – időintervallumon belüli – korhatározás végezhető.

⁴ Geofizikai kutatások, földradar és fémkeresővel végzett kutatások.

⁵ Főleg folyó- és tengermedrek kutatásában.

⁶ Csizsolatokból anyagösszetétel meghatározása, mely nyersanyaglelőhelyekhez kötheti a leleteket.

⁷ Fém tárgyak esetében korrózió alatti mintázat meghatározása, anyagösszetétel.

⁸ Kerámiák esetében használatos, alapja, hogy az égetés során a radioaktív izotópok bomlásából származó energia az edényben elraktározódik, és ezt a kerámiát újramelegítve a „bentragadt” energia fény formájában felszabadul, ami mérhető.

⁹ A mezőgazdasági művelésű területek esetében a növényzet növekedési üteme eltérő bolygatott és nem bolygatott – régészeti értelemben – talaj esetén, ami megmutatkozik a növényzet színében. Ezért a megfelelő időben készített légifotó lelőhelyek azonosítását teszi lehetővé.

¹⁰ Épületekonstrukcióknál, 3D-s képek előállításánál

településhálózati kutatásokkal, ahol megállapították, hogy a települések elhelyezkedését környezeti tényezők befolyásolják, illetve az 1970-es években a településhálózatok kvantitatív elemzésével és a régészeti jelenségek térbeli elhelyezkedésének vizsgálatával. A tényleges prediktív modellek az 1970-es évek végétől jelentkeztek – egyelőre főként – igény szinten, az 1980-as évek a módszertan kidolgozásával és az első tanulmányok megjelenésével teltek. Az 1990-es évek informatikai robbanásával párhuzamosan kezd jelentős mértékben fejlődni és elterjedni a prediktív régészeti modellezés, Amerikában és Nyugat-Európában.¹¹

Párhuzamosan az „újrégészettel” megjelentek a nagy területeket érintő régészeti kutatások – „nagyberuházások” – melyek ekkor nagyrészt autópálya-építésekhez kötődtek, ahol az addig kis területekre koncentráló és dokumentációjában is ehhez igazodó régészeti módszerek már nem nyújtottak megfelelő pontosságot, átláthatóságot és sebességet. 1992-ben a máltai egyezmény keretein belül vállalták az aláíró államok a régészeti lelőhelyek komplex védelmét, ami egyben azzal járt, hogy pusztulásuk előtt kötelezően megelőző feltárással kell dokumentálni azokat. Emiatt azonban a régészet korábban ismeretlen kihívások elé került. Az informatika fejlődésével lehetőség nyílt arra, hogy előbb térinformatikai módszerekkel, majd statisztikai és térbeli elterjedési vizsgálatokkal bevonják a GIS¹² alkalmazásait a régészeti kutatómunkába. Mivel ezek a vizsgálatok komoly anyagi befektetést igényeltek, elsősorban a fejlettebb és módosabb államokban terjedtek el, az 1990-es évek kezdetétől.¹³

Az első modellek konkrét, gyakorlati örökségvédelmi kérdésekre próbáltak választ adni a már ismert lelőhelyek alapján, később merültek fel az emberi megtelepedés jellegzetességeit alapul vevő modellek. Ezek alapján két fő irányvonal alakult ki, az induktív és a deduktív prediktív modellezés, melynél a különbséget a már meglévő régészeti adatok felhasználása jelenti. A deduktív esetben probléma, hogy a modellt felépítő adatbázis nem tartalmaz referencia adatokat – ti. a meglévő régészeti adatokat, így nagyobb hibaszázalékkal dolgozik.¹⁴ Éppen ezért az induktív modellek terjedtek el szélesebb körben.

A prediktív régészeti modellek mindig is heves vitát¹⁵ váltottak ki tudományos körökben, és mivel az utóbbi 20-30 év fejlesztés – az ellenzők, kritikusok szerint - nem

¹¹ Verhagen 2007 14-15.

¹² Földrajzi Információs Rendszer – A dolgozatban GIS-ként használom.

¹³ Verhagen 2007 14-17.

¹⁴ Verhagen 2007 154-155.

¹⁵ Whitley 2003

hozta meg a várt eredményeket, a prediktív modellek szerepét főként a régészeti kutatások kezdeti fázisaiban látja, ahol a régészek munkáját segítik.¹⁶ A fő negatívumok Philip Verhagen gyűjtése alapján az alábbiak:¹⁷

- hiányos régészeti adatokat használ
- a környezeti indikátorokat elfogultan választja ki, és előtérbe helyezi a digitális domborzatmodelleket
- a kulturális tényezők hatását nem használja fel a környezeti tényezők kiválasztásánál és a régészeti adatoknál
- figyelmen kívül hagyja a táj természeti változásait

A prediktív régészeti modellek Nyugat-Európában és Amerikában már elterjedt kutatási módszernek számítanak, Hollandiában olyannyira, hogy az egész országra érvényes prediktív modell együttes (IKAW) negyedik generációs változata¹⁸ a közigazgatási eljárások alapját képezi. A holland modell szerint négy övezetre osztották fel az ország területét, melyek a régészeti lelőhelyek előfordulásának valószínűségét (magas, közepes, alacsony, nagyon alacsony) mutatják meg. E kategóriákhoz kapcsolódnak a kötelező régészeti feltárás, szakfelügyelet és lelet-bejelentési kötelezettségek. A kategóriákra bontás – melynek módszerei a későbbiekben kerülnek ismertetésre – alapvető célja, hogy a régészetben kevésbé jártasak is egy térkép megtekintésével a beruházást megelőzően számolhatnak a régészeti feltárások várható költségbeli és időbeli vonzataival. A rendszer hátránya régészeti szempontból az, hogy az alacsony, illetve nagyon alacsony kategóriában esetlegesen előforduló lelőhelyeken nem szükséges az építést megelőzően régészeti kutatásokat végezni, csak a munkálatok során előkerülő leleteket kell bejelenteni. A modellek teljesítménye így döntő hatású a régészeti örökségvédelemben. (én lábjegyzetben ideírnám a jelenlegi magyar szabályozást, ami még gyengébb, hiszen csak a nyilvántartott lelőhelyeken kell ezt megtenni)

Talán már csak kutatástörténeti jelentőséggel bír, de mindenképpen megemlíteném, hogy a 2001. évi LXIV. törvény készítése során is felmerült a prediktív régészeti modellek hazai használatának gondolata. A tervet elvetették, azonban a 2001.

¹⁶ Kammermans 2010 275.

¹⁷ Verhagen 2007 17.

¹⁸ Kamermans et al. 2009 34., Deeben 2008.

évi LXIV. törvény „régészeti érdekű terület” kifejezése¹⁹ a prediktív modellektől származtatható.²⁰

A magyarországi prediktív régészeti modellek létrehozása még gyerekcipőben jár, éppen ezért nem lehet más a dolgozat témája, mint, hogy a külföldi eredmények magyarországi alkalmazásának lehetőségeit vizsgálja. Két tanulmány jelent meg eddig magyarországi példájú prediktív modellezésről, egy Somogy megyei,²¹ illetve egy a Zsámbéki-medencéről,²² illetve egy prediktív modellezéshez készült adatgyűjtés Borsod-Abaúj-Zemplén megyéből.²³ Továbbá jelenleg is készül egy szakdolgozat a Budapesti Műszaki Egyetemen a Sárvíz prediktív modelljéről.²⁴

Nyugat-Európa és Észak-Amerika 20-30 éves előnyét azonban hasznunkra fordíthatjuk, a kidolgozott modelleket, módszereket átvéve, illetve megvizsgálva és a magyarországi lehetőségekhez igazítva.

A szakdolgozat készítése során az ArcGIS szoftver 9.3-as szoftver 60 napos ingyenes változatát használtam, illetve a Geoinformatikai Kar ArcGIS szoftverét, kiegészítve különböző beágyazódó szkriptekkel, eszközökkel.

¹⁹ 2001. LXIV. törvény 7.§ 17.

²⁰ Wollák Katalin szíves szóbeli közlése

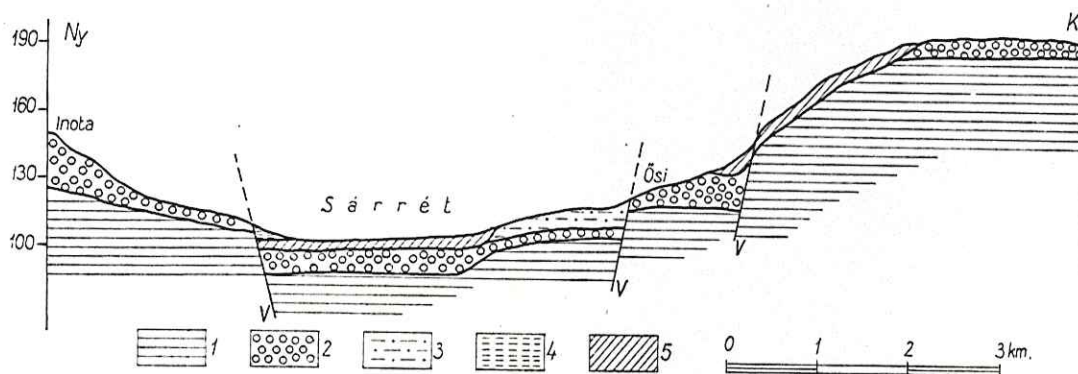
²¹ Fekete 2008 147-156.

²² Padányi-Gulyás 2010 1-6.

²³ Fischl 2008.

²⁴ Padányi-Gulyás 2011.

Sárrét ÉNy-i oldalán hordalékkúpokat emeltek félköríves alakban Csórtól Bánta-pusztáig. A törmelékkúpok helyzete a Bakony lábánál és a Sárrét ÉNy-i oldalán már arra utal, hogy az összegyűlő víz már egy mélyebb területre folyhatott. Ennek bizonyítéka, hogy a törmelékkúpokat felépítő dolomitokat a Sárrét többi részén nem találták meg. A medence mai formája az óholocénban alakult ki, amikor már a medence középső és keleti fele süllyedt meg leginkább. E mozgással kapcsolatos a Séd folyó medrének kialakulása is, hiszen ezen utolsó süllyedést a Berhidai medence már nem követte, és 20-40 méterrel magasabban maradt. A Séd ekkor „hagyta el” fűzfői völgyét, és kezdte meg eróziós-akkumulációs tevékenységét a Sárréten (2.2 ábra).²⁷



44. ábra. A Sárrét szelvénye Ósinél
1 – pannon rétegek, 2 – törmelékkúp-kavics, 3 – iszapos homok, 4 – kavicsos lejtőtörmelék, 5 – homokos, iszapos lejtőtörmelék

2.2. ábra A Sárrét szelvénye Ósinél (Ádám et al. 1959 127)

A Fűzfő-küngösi-táblarög napjainkra már szintén szigetszerűen kiemelkedő tábla. A terület átlagos magassága 180 és 193 méter közé esik, peremterületei morfológiailag tagoltak, változatos felszíni képet mutatnak. Az ópleisztocén korszak folyamán a területet a Bakonyból érkező, jellemzően ÉNy-DK-i irányú, DNy-on távozó vízfolyások formálták, és részben fel is szabdalták. Az újpleisztocén folyamán a megsüllyedő Balaton árok és Berhidai-medence miatt magasabb helyzetű táblaröggé formálódott tovább.²⁸

A Polgárdi-táblarög a Nyugat-Mezőföld legmagasabb, 190-230 méterre kiemelkedő táblaröge. Jelentős vetődések É-ra a Sárrét felé és K-re a Sárvíz völgye felé találhatóak, Ny-ra és D-re a határok nem húzhatóak meg ennyire pontosan. A táblarög két nagy részre osztható, így a belső erodált és részben feltöltött magasabb helyzetű síkságra és a hozzá tartozó változatos morfológiai képű peremekre. Hasonlóan a Fűzfő-küngösi-táblaröghöz ezt is pusztította a Bakonyból lefolyó vizek eróziós hatása, amely itt már inkább felületi, mint vonalas pusztítást végzett, azonban az ÉNy-DK-i irányú árok ezen a területen is megjelennek. A környező Berhidai-medence és a Sárrét

²⁷ Ádám et al. 1959 227-235.

²⁸ Ádám et al. 1959 117-122.

fokozatos süllyedése azt eredményezte, hogy a táblarög északi oldalán a Séd folyásiránya ÉNy-DK-iról Ny-K-ire váltott.²⁹

2.2 Vízrajz

A sárréti kistáj fő vízfolyása a Séd folyó, amely a környező kisebb patakok, folyók vizét összegyűjti és a Sárvízen keresztül a Dunába juttatja (2.3- ábra). Napjainkra már a Sárrét területéről nagyrészt csatornákkal vezetik le a vizet, teljesen átformálva a táj eredeti képét.

Vízfolyás neve	Hossza (km)	Vízgyűjtő területe (km ²)
Séd	55	513
Péti-víz	7	60
Inotai-víz	6,5	113
Csákány-árok	5,5	32
Hidegvölgyi-víz	10	50
Gaja	60	631
Nádor-Malom-csatorna	15	92

2.3. ábra A Sárrét vizei³⁰

A Mezőföld területén a csapadék kisebb része folyik csak el a folyóvizekben, összességében csak 10-15%, nagyobbik része elpárolog, illetve a talajba szivárog. Ezért is különösen fontos a réteg- és talajvizek szerepe a Mezőföldön. Állandó vízforrásként ezek felszíni előbukkanásai sem számottevőek, nagyban ki vannak szolgáltatva a lehulló csapadék mennyiségének. A talajvizek ásott kutakkal azonban megfelelően hasznosíthatóak, ezek különösen a háta közötti erodált laposokon és a nem löszösödött helyeken igen közel vannak a felszínhez. Ellenben a 160-200 méter magas háta alatt jellemzően 40-60 méterrel jelentkezik a talajvíztükör.³¹

2.3 Éghajlat

A kistáj mérsékelt hűvös és mérsékelt meleg típus határán fekvő száraz éghajlatú. Az évi napsütés 1980 óra körüli, nyáron 800 óra, télen 200 óra. Az évi középhőmérséklet 9,6 °C, nyári félév 16,4 °C. Évente 187 napon át a napi

²⁹ Ádám et al. 1959 122-131

³⁰ MKK 2010 104. alapján

³¹ Ádám et al. 1959 321.

középhőmérséklet meghaladja a 10 °C-t. A fagymentes időszak 184-200 nap évente a földrajzi és domborzati viszonyoktól függően. A nyári hőmérsékleti maximum 34 °C körül alakul, a téli minimumoké -15 °C körül. Évi csapadékösszeg 550-580 mm, ebből a vegetációs időszakban 320 mm esik. Éves szinten 35 hótakarós nappal számolhatunk 20-22 cm-es hóvastagsággal. Az uralkodó szélirány É-ÉNy-i, az átlagos szélsébség 2,5-3 km/h.³²

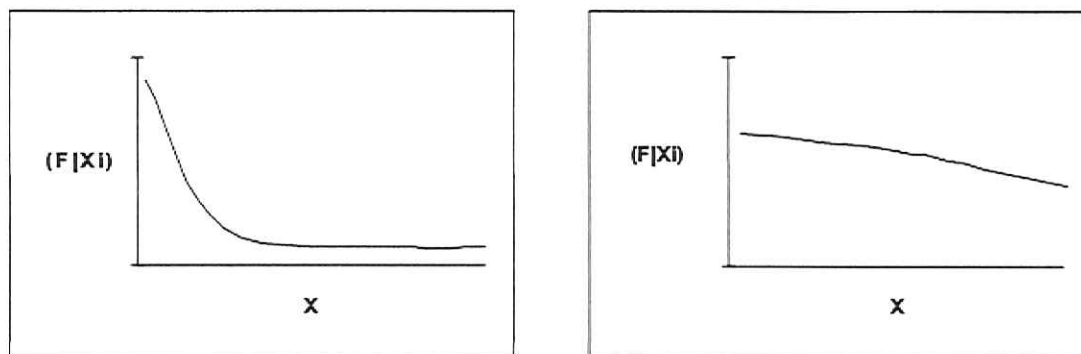
³² MKK 2010 103-104.

3 Adatelemzési lehetőségek fejlődése, a bizonyítékok súlya módszer

A prediktív régészeti modell esetében az elmúlt 20-30 évben többféle adatelemzési módszert fejlesztettek ki. Maga a technika, azaz az egyes fedvényeken meghatározott – az emberi megtelepedés szempontjából előnyös területek – értékek átlapolása nem változott, csak az értékeket meghatározó módszer.

A prediktív modellezés kezdeti éveiben alakult ki a *binary addition* vagy *Boolean overlay* (kizárásos modell) módszer.³³ A még 2-byte-os rendszerben kezelt adatokat minden egyes fedvényen – vízrajz, talajtan, domborzat, stb... - újraosztályozták 0 és 1 értékkel annak megfelelően, hogy régészeti lelőhelyek előfordulása az adott fedvényen adott adattartalomnál valószínű-e vagy sem. A fedvényeken szereplő 0, 1 értékek összeadásával – átlapolásával – kialakult egy összesítő térkép, ahol 0 és n (n az összes fedvény száma) közötti egész számok jelentkeztek. Ahol az összesített érték magas volt, ott a régészeti lelőhelyek előfordulási valószínűsége is magas lett, ahol alacsony, ott alacsony. A módszer előnye és egyben hátránya, az pedig éppen az egyszerűsége.

A *weighted binary addition*³⁴ (súlyozott kizárásos modell) azzal, hogy nem csak a két érték (0,1) választható, súlyozhatóvá válik. Például, a víztől való távolság fontosabb a



3.1. ábra Függvénykapcsolat a régészeti lelőhelyek a fedvények adattartalma között
(Ejstrud 2003 11.)

lejtőkategóriánál. Az egyes fedvények adattartalma – pl. víztől való távolság – és a régészeti lelőhelyek közötti függvénykapcsolat összehasonlíthatóvá válik. A különböző fedvények 0 és 1 értékeit a w_n súly értékeivel összeszorozva végezhető el az átlapolás.

³³ Ejstrud 2003 128.

³⁴ Ejstrud 2003 128-129.

A *logisztikus regresszió*³⁵ elemzéssel jelent meg a fedvények közötti igazi súlyozás lehetősége. A 0 és 1, akár súlyozva, akár nem, csak igen-nem lehetőséget nyújtottak a régészeti lelőhelyek és az egyes fedvények közötti kapcsolat kifejezésére. A szintén dichotóm változós logisztikus regresszió azonban megmutatja, hogy bemeneti változók - a régészeti lelőhelyek és fedvények adattartalma – közül melyiknek van szignifikáns hatása, illetve melyiknek nagyobb a valószínűsége. Tehát már nem a modellkészítő határozza meg a 0, 1 értékeket, hanem regressziós vizsgálaton alapulnak. A dichotóm – jelen esetben is még igen-nem – változók hátránya a régészeti modell esetében az, hogy lelőhely-nem lelőhely elkülönítést tesz, noha nem lehetünk biztosak abban, hogy ami nem lelőhely, az tényleg nem az, hiszen csak azokat a változókat tudjuk vizsgálni, ahonnan már lelőhelyet ismerünk. Annak ellenére, hogy napjainkra már kevésbé alkalmazott modellezési módszer a logisztikus regresszió számítása, az egyes változók alkalmazhatóságának kimutatására azóta is széles körben használják.

A fentiekkel szemben a Bayes-féle valószínűségi elméleten alapuló *Dempster-Shafer elmélet*³⁶ már egészen másképpen szemléli a régészeti lelőhely elhelyezkedését. Nem az a kérdés már, hogy megtelepedtek-e vagy sem, hanem, hogy hol. A módszer alkalmazásakor a régészeti lelőhelyek jelenlétére és hiányára utaló jellemzőkből hipotézist állítunk fel. Így a Dempster-Shafer elmélet esetében a régészeti lelőhelyek hiányára utaló jellemzők gyűjtésénél azokat a területeket írjuk le, melyeket valamilyen okból elkerültek, míg a logisztikus regresszió esetében a „nem lelőhely” kategória tapasztalati úton szerzett eredmény. A régészeti lelőhelyek jelenlétére és hiányára utaló hipotéziseket a Dempster-Shafer elmélet alapján történő összevetésével egy újabb hipotézist kapunk, amely három értéket jelent. Egyrészt egy meggyőződési (*belief*) értéket, amely a jelenlét mellett szóló legkisebb valószínűség az ismert adatokból. Másrészt egy valószínűségi (*plausability*) értéket, amely jelenlét ellen szól. Harmadrészt a fenti kettő különbségéből meghatározható a meggyőződési intervallumot, a bizonytalanság értékét. Utóbbi magas értéke arra mutat, hogy további adatok szükségesek az elemzéshez.

A bizonyítékok súlya³⁷ (*Weights of Evidence*) módszer is a Bayes-féle valószínűségi elméleten alapul. Orvoslásban és bányászatban már széles körben

³⁵ Ejstrud 2003 132-133.

³⁶ Ejstrud 2003 133-134.

³⁷ Nykänen – Salmirinne 2007 254-255.

alkalmazzák az 1980-as évek óta.³⁸ A vizsgálat célja, hogy matematikai alapokon nyugvó magyarázatot, s bizonyítékokat szolgáltatasson, hogy a meglévő elméletek, ismeretek hol szorulnak pontosításra. A prediktív régészeti modell szemszögéből ez annyit jelent, hogy az ismert lelőhelyek és a fedvények között vonható térbeli kapcsolat mennyire szoros és milyen jellegű. A módszer során tanítópontok (training points) segítségével „meg kell tanítani” a programot, hogy milyen talajtani, vízrajzi, stb... környezetben fordulnak elő a régészeti lelőhelyek. Így a tanítópontok – ti. a régészeti lelőhelyek – és a bizonyíték adatok mintázata közötti – pl. egyes talajtípusok, víztől való távolság – kapcsolat kifejezésére súlypárok (W^+ , W^-) határozhatóak meg. Ha több tanítópont fordul elő egy adott talajtípuson, mint egyébként véletlenszerűen kellene, akkor a W^+ értéke pozitív lesz és a W^- értéke negatív. Ha azonban fordított a helyzet és kevesebb tanítópont fordul elő, mint kellene, akkor negatív W^+ értékre és pozitív W^- értékre számíthatunk. Ennél fogva a pozitív W^+ érték arra mutat, hogy kapcsolat van a két bevitt adat – régészeti lelőhelyek, adott talajtípus – között, míg a pozitív W^- érték a kapcsolat hiányára utal. E két érték különbségét számítva,

$$C = W^+ - W^-$$

meghatározható a kapcsolat súlya, mértéke. Az erősebb kapcsolat magasabb különbségértékkel (C) rendelkezik. A $\frac{C}{s(C)}$ hányados, melyet konfidencia értéknek neveznek, amely becslést ad a súlyok számításában lévő bizonytalanságra. A különbségértékek segítségével lehetőség nyílik az egyszerűsítésre és az egyes fedvények adattartalma, a régészeti lelőhelyek elhelyezkedésének szempontjából „kedvező” és „kedvezőtlen” kategóriába sorolható. Ez a lépés gyakorlatilag egy bináris (0,1 érték – igen-nem) térképet hoz létre, a fő különbséget azonban már az jelenti, hogy statisztikai úton kiválasztott és meghatározott paraméterekről van már szó, és nem pusztán az ember által kiválasztott tényezőkről. Éppen ezért a módszer előnye, hogy bármilyen digitális adatállomány és a tanítópontok között kapcsolat kereshető, ezzel új távlatokat nyitva a régészeti lelőhelyek környezeti és egyéb jellemzőinek kutatásában.

³⁸ Arc-WofE 1998 3.

Ahhoz, hogy a régészeti lelőhelyek megjelenésének valószínűsége megjeleníthetővé váljon, szükséges megismerni a priori³⁹ (előzetes) és posteriori⁴⁰ (utólagos) valószínűség értékek fogalmát. Ezek az eddigiekhez hasonlóan viszonyszámok, melyek a tanulópontok és fedvények közötti kapcsolatot fejezik ki. A priori valószínűség értéke a tanulópontok előfordulása a vizsgált területen a bizonyítékok (W^+ , W^-) számítása előtt. A különbségértékek (C) meghatározásával azonban már bizonyítékokkal rendelkezünk a tanulópontok és a fedvények adattartalma közötti kapcsolatra. Ekkor számítandó a posteriori valószínűség értéke, amely az egyes fedvények súlyainak (W^+ , W^-) és az a priori valószínűségi érték logaritmusának összege.⁴¹ Így ahol e különbségértékek/súlyok összege pozitív, ott a posteriori értékek magasabbak a priorinál, és megmutatják azokat a területeket, ahol további régészeti lelőhelyekre kell számítani. E számítási módszer feltételezi, hogy az egyes fedvények függetlenek egymástól.

A modellezés során az egyes alább ismertetendő adatokat, kivágatokat a kistáj és két kilométeres övezetében végeztem. A bizonyítékok súly módszer alkalmazása során azonban már a kivágott, ténylegesen a kistájra méretezett raszteres állományokat használtam fel. Ezek pixelmérete 10x10 méter, ennek oka egyrészt a régészeti lelőhelyek és a használatos domborzatmodell pontossági mérőszámai.

³⁹ A Bayes statisztikában az előzetes valószínűségi eloszlás (prior probability distribution): egy ismeretlen mennyiség, p valószínűségi eloszlása, amely meghatározza p bizonytalanságát, mielőtt még értéke meghatározásra kerülne.

⁴⁰ A Bayes statisztikában egy véletlenszerű esemény utólagos valószínűségi eloszlása (posteriori probability distribution) egy fontos bizonyíték/eredmény megismerése után számított feltételes valószínűség.

⁴¹ Arc-WofE 1998 9.

4 A prediktív régészeti modellek adattartalma, elemzési lehetőségei

A prediktív régészeti modell alapját képező adatbázis felépítése és a benne szereplő adatok minősége és pontossága kulcsfontosságú, hiszen nem várhatunk el pontosabb eredményeket a felhasznált adatokénál.

Az adatbázis adattartalma előtt szükséges kitérni az elvárt és célszerű pontosság kérdésére. Előljáróban annyit szükséges megjegyezni, hogy a régészeti adatok a „legpontatlanabbak” az adatbázisban. Amíg ezek pontossága nem javítható kellő mértékben, a modell elvárt pontosságát is ezekhez kell igazítani. Ugyanakkor az alább ismertetendő modellalkotó elemek között szoros kapcsolat vonható, így az adatok egymást kiegészítve, alátámasztva eredményezik a modellt felépítő adatbázist. A valóságban sincsen ez másképpen. A vízrajz szoros kapcsolatban áll a domborzattal, s formálja azt. Az erózió mértéke a felszínborítottság, a talaj vízgazdálkodási tulajdonságának és a lejtőszögnek a függvénye.

A prediktív régészeti modellezés során az amúgy háromdimenziós felszínhez – melyet napjainkban egyre pontosabban tudunk leírni a műszeres felmérési módszerek fejlődése okán - egy negyedik, időbeli változót is illesztünk. A prediktív régészeti modellezés egyik alapvető kérdése, hogy ezeket az időbeli változásokat milyen pontosan, illetve egyáltalán meg tudjuk-e határozni. Az időbeli változás azonban nem csak a természeti környezet változásának modellezésével határozható meg, hanem a régészeti lelőhelyek elhelyezkedése alapján is. A régészeti lelőhelyek korszakos bontása, és az ismert lelőhelyek elhelyezkedése - közvetve – utalhat a természeti környezet változására.

4.1 Régészeti kutatások adatai

A régészeti feltárás során magát a kutatás tárgyát „megsemmisítjük”, hiszen a feltárás során kiásott vagy elbontott rétegek nem reprodukálhatóak újra. Ennek következtében osztható fel a régészeti lelőhelyek kutatása „romboló” (ásatás) és „nem romboló”⁴² (ásatást megelőző kutatások) módszerre. Napjainkra az utóbbi kategóriába tartozik a földradaros felmérés, légifotózás, talajjellenállás-mérés, levéltári kutatások és a terepbejárás. Utóbbi kettő jelenti eredetileg a klasszikus – „újrégészet” előtti - nem

⁴² destructive illetve non-destructive

romboló kategóriát. Mivel a prediktív régészeti módszer szempontjából a régészeti feltárás– romboló – már csak utólagos ellenőrzésként esik latba, így a nem romboló módszerek bővebb kifejtést igényelnek, különösképpen azért, mert a modellezés során felhasznált adatok nagy része is ilyen felmérésből származik.

4.1.1 Terepbejárás, a hazai kutatások eddigi eredményei

A régészeti módszertan terepbejárásként ismert eljárása során a földfelszínen (pl.: szántásokban) található leleteket – főként kerámiatöredékeket - gyűjtik.⁴³ Ezek sűrűsége, kiterjedése, illetve – napjainkra már - a kapcsolódó műszaki felmérések alapján azonosítanak lelőhelyeket. Egy sűrű erdős terület, beépített városrész, vagy éppen művelés alatt lévő szántóföld esetében legtöbbször ezek a kutatások nem végezhetőek el, így ezek a területek „üres foltok” a régészet számára, egészen addig, amíg tényleges feltárás, vagy a művelési ág megváltozása meg nem történik.

Arról, hogy mit nevezünk régészetileg lelőhelynek, a szakmai álláspontok sem egyöntetűek, a törvényi meghatározás szerint:⁴⁴ „az a földrajzilag körülhatárolható terület, amelyen a régészeti örökség elemei történeti összefüggéseikben találhatók, és amelyet a hatóság nyilvántartásba vett.” Másrészt a jogi definíció másfajta értelmezésében, ahol „régészeti leleteket találni”, kicsit konkrétabban, ahol öt, vagy több lelet került elő.⁴⁵ Az ezredforduló után azonban új szemlélet jelent meg az európai régészeti örökségvédelemben, miszerint komplex módon tájvédelmi jelleggel próbálja kezelni a természetvédelmi és örökségvédelmi értékeket. Így nem csak a – mostani fogalmaink szerinti – régészeti lelőhely igényel védelmet, hanem mindazon „beavatkozások”, amelyeket az ember a tájban valaha elvégzett.⁴⁶

Fontos kérdés, hogy mennyi lelettel számolhatunk a terepbejárások folyamán. A szakirodalom szerint 2-17% között mozog a szántás során felszínre került leletanyag mennyisége, azonban ezek, mint az MRT területeinek „újrajárása” is bizonyítja töredékesednek, aprózódnak.⁴⁷ Érdekes adalék, hogy a 19-20. század fordulójáról számos forrás említ fél, egész edényeket, melyek a szántás során kerültek elő – ezt bizonyítják a

⁴³ „történelmi korok tárgyi emlékeinek és jelenségeinek felderítése és begyűjtése a terepről” Id.: Ilon 2002 34.

⁴⁴ 2001. évi 64. tv 7§ 20.

⁴⁵ Ilon 2002 35. más vélemények szerint 2 db Id.: Verhagen 2007 101.

⁴⁶ Id. Fairclough – Rippon 2002.

⁴⁷ Jankovich 1993 7., Ilon 2002 36.

múzeumi gyűjtemények is – napjainkra azonban már csak igen szerencsés esetben találkozunk 5-6 cm-nél nagyobb darabbal.

A régészeti terepbejárás során a felszínen jelentkező leletanyagra a mezőgazdasági művelés fejti ki a legnagyobb hatást. Különösen fontos, hogy a szántás során a felszíni leletanyag jelentősen nem mozdul el, vízszintes értelemben hozzávetőleg 5 méteres (3000 szántás)⁴⁸ intervallumban, ami lehetővé teszi, hogy a felszíni leletanyag alapján az adott régészeti lelőhely képére következtethessünk.⁴⁹

Három alapvető típusba sorolhatóak a terepbejárások. Extenzívnek nevezzük azokat, melyek egy adott területen minél több lelőhely körülhatárolását célozza meg.⁵⁰ Intenzívnek nevezzük az egy adott forráscsoport, korszak, lelőhely-jelleg vizsgálatát célul kitűző munkákat.⁵¹ Szisztematikusként értelmezzük azon terepbejárásokat, melyeknek célja egy adott területen belül minden fellelhető régészeti lelőhely felderítése.⁵² A kutatások első lépcsőjeként is értelmezhető extenzív terepbejárások kevés szakembert igényelnek, ezért sokkal költséghatékonyabb és elterjedtebb megoldás a másik két módszernél. Pontosabb, célzottabb kutatási területek adatigénye esetén azonban az utóbbi két megoldás célravezetőbb.

További lehetőségként adódik, hogy egy lelőhely felderítése után kisebb részekre osztva azt, meghatározzák a lelőhely egyes részeinek intenzitását. Ennek hátránya azonban az, mint arra már korábban utaltam, hogy a mezőgazdasági munkák mennyi töredéket forgatnak egy adott területen a földfelszínre. Hosszú nyomvonalas létesítmények feltárása közben figyelhető meg a legjobban, hogy a dombtetők felé jellemzően csökken a talaj felső rétegének – a humusznak – a vastagsága. Így, ezeken a helyeken a szántás során – különösen mélyszántás során – magát a lelőhelyet mélyebben is roncsolják akaratlanul, ami nagyobb számú lelet felszínre kerülését eredményezheti, torzítva a lelőhely központjának kutatására irányuló felmérést.

Hollandiában és az Egyesült Államokban a terepbejáráson kívül két további módszer terjedt el a régészeti lelőhelyek meghatározására, a próbafúrás és a kisméretű mintaterületek feltárása. Előbbi esetében egy raszterháló sarokpontjain kézi, vagy gépi fúróval mintát vesznek, utóbbi esetében egy kis területen 1x1-5x5 méteres területen próbafeltárást végeznek. A módszer előnyei, hogy a lelőhelyek meghatározása mellett

⁴⁸ Redman – Watson 1970 280.

⁴⁹ Jankovich 1993 22.

⁵⁰ Jankovich 1993 7.

⁵¹ Jankovich 1993 8. ld. Például a Fejér megyei középkoros templomok kutatását – Stibrányi 2008 189-212.

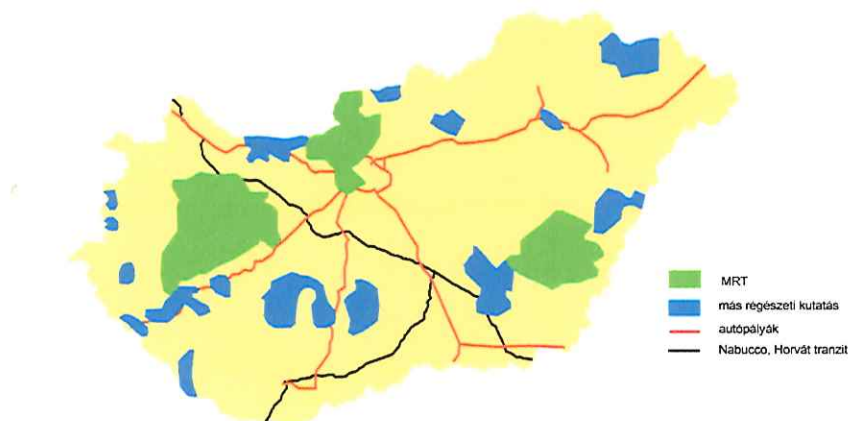
⁵² Jankovich 1993 9.

rögtön a talajszerkezet és a talajrétegződés is meghatározható,⁵³ azonban pozitív mintavétel esetén a lelőhely tényleges kiterjedésének meghatározásához terepbejárás, további mintavétel vagy ásatás szükséges.

A terepbejáráshoz ideális látási viszonyok: szórt fény (felhős ég), száraz, enyhe időjárás, esőverte szántott felszínen éppen kikelt növényzettel, hátunk mögött a nappal. Ennek oka, hogy szórt fényben és éppen kikelő növényzetnél a szín- és formai különbségeket az emberi szem jobban érzékeli, és a leletek is könnyebben észrevehetőek. A szántás kiforgatja a leleteket a felszínre, amit az eső kis mértékben „lemos”, ez száraz időben, könnyebben észrevehető. Ugyanakkor legtöbbször az „ideális” terepbejárási időtől eltérő körülmények között kell folytatni a régészeti lelőhelyek felkutatását. Ennek – és több más tényező összejátszásának – köszönhetően nem minden régészeti lelőhely azonosítható terepbejárással.

4.1.2 A hazai régészeti kutatások és a régészeti topográfiai térképek

Hazai viszonylatban legjelentősebb, a terepbejárásokon alapuló Magyarország Régészeti Topográfiája (MRT) sorozat, melyből tíz kötet készült el, és az ország közel 11%-t fedi le. Kiegészítve ezt egyetemi szakdolgozatokkal, doktori disszertációkkal, és egyéb kutatásokkal állíthatjuk azt, hogy jelenleg az ország 15-20%-n végeztek szisztematikus régészeti terepbejárást. A lelőhelyek azonosítását nehezíti viszont, hogy az MRT terepbejárásait 10-30 évvel később ellenőrzők számos alkalommal már nem találták



4.1. ábra Régészeti terepbejárások Magyarországon (Ilon 2002 alapján kiegészítésekkel)

⁵³ Bintliff 1992 5-20.

a korábban bejelentett lelőhelyeket, vagy éppen újabbakat azonosítottak korábban bejárt területeken.⁵⁴ Meghatározó kérdésként jelentkezik, hogy a terepbejárási kutatásokon felül országos szinten mekkora lelőhelyállományra számíthatunk, illetve ebből mennyit ismerünk. A számítás alapja az MRT által kutatott területek mérete és az ott talált lelőhelyek közötti kapcsolat, ennek alapján km²-ként körülbelül 1-1,5 lelőhellyel számolhatunk. Így összesen, ahogy a szakirodalom többször rámutatott,⁵⁵ 100.000 és 150.000 közé helyezhetjük a hazai lelőhelyek számát. Az elmúlt évek nagy területű terepbejárásai alapján (Nabucco gázvezeték, Somogy megyei topográfia, M6-os autópálya, stb...), az a kép rajzolódott ki, az adott terepbejárás során meghatározott lelőhelyek és az addig ismert lelőhelyek arányából, hogy a lelőhelyek 20-30%-át ismerjük ténylegesen.⁵⁶

A terepbejárások összesített adataiból készül el végül a régészeti topográfiai térkép (4.2. ábra), amelyet napjainkban már digitális adatbázisban is tárolnak. Megmaradt azonban a



4.2. ábra Topográfiai térkép

régi papír alapú nyilvántartás is, ahol az 1:10000-es méretarányú EOTR topográfiai térképeken jelölik a lelőhelyeket, folyamatosan bővítve az újabb terepbejárási eredményekkel. Fontos szempont a régészeti korszakok elkülönítése, ez a terepbejárások

⁵⁴ Stibrányi Máté szóbeli közlése.

⁵⁵ a legutóbb: Wollák 2009

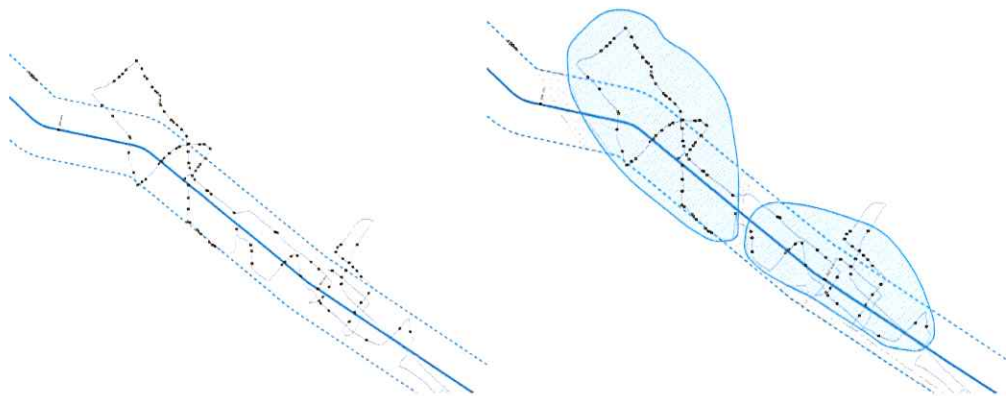
⁵⁶ a számításokat ld Reményi – Stibrányi 2010

során gyűjtött kerámiatöredékek korhatározása alapján történik. A térképi megjelenítés mellett a régészeti topográfia szöveges leírást is tartalmaz, amely a régészeti korszakok, lelőhelyjelleg és a környezet meghatározása mellett egy átfogó kutatástörténeti részt is tartalmaz. A topográfiai térképek azonban nem csak a régészek számára jelentenek fontos fogódzót, hanem a szándékos lelőhelyrongálás, kincskeresés kockázatát is növelik. Éppen ezért fontos a régészeti topográfiai térképek megfelelő méretarányának megválasztása.

4.1.3 A régészeti lelőhelyek nyilvántartása, az adatok jellemzői, átalakítások

A kulturális örökség védelméről szóló 2001. évi LXIV. tv régészeti lelőhely megfogalmazása is külön kiemeli a hatósági nyilvántartás tényét, ezeket az adatokat a Kulturális Örökségvédelmi Hivatal kezeli.⁵⁷

A régészeti lelőhelyek nyilvántartásának vagy adatbázisának pontossági vizsgálatokor szükséges elkülöníteni a kézi GPS használata előtti és utáni terepbejárásokat. Napjainkra a terepbejárásokon legtöbbször kézi GPS helymeghatározó készülékeket használva rögzítik a leletek előfordulását. Az így kialakuló „ponthálót” generalizálva és kissé tágítva határozzák meg a lelőhelyek kiterjedését. Ezek pontossága a GPS típusa, elérhető műholdszám függvényében 2-6 m között változhat, nem beszélve a pontháló generalizálása során bekövetkező hibákról. A fentiek függvényében célszerű tehát egy tágabb 10 m körüli pontossági értéket elvárni, meghatározni (4.3. ábra).



4.3. ábra A GPS alkalmazása a lelőhelyek lehatárolásában

A GPS-technológia elterjedése előtti lelőhely-azonosítások során – így az általam felhasznált összes adatot is - az 1:10000-es topográfiai térképek másolatain jelezték a terepen. A lelőhelyek kiterjedését és helyzetét a környezethez viszonyított becsléssel

⁵⁷ 2001. évi LXIV. tv. 71. § a.

határozták meg,⁵⁸ így ezek „pontossága”, akár 50-100 m körülire is tehető. További problémát jelentett – modellezési szempontból, hogy az egymással – a valóságban csak többnyire részben - átfedő, különböző jellegű és korú lelőhelyeket egy poligonon ábrázolták. Éppen ezért a Kulturális Örökségvédelmi Hivataltól⁵⁹ átvett adatok formailag és szerkezetileg nem voltak alkalmasak prediktív modellezésre, így átalakítást igényeltek. Ennek célja, hogy az egy lelőhely-azonosító szám alatt nyilvántartott lelőhelyek korszak és lelőhelyjelleg alapján elkülönítésre kerüljenek. Mivel az ArcGIS szoftver nem támogatja az egy-több kapcsolat létrehozását (ebben az esetben az adatbázis miatt), így manuálisan, válogattam le a „duplomokat” és az összevonás paranccsal egyesítettem újra a lelőhelyeket jelző poligonokat tartalmazó rétegeket. Ezen átalakítás, az azonos poligonok, illetve a fentebb említett tanulóponrendszer együttes alkalmazása ugyanakkor már azt is jelenti, hogy a több korszakban is megtelepedésre alkalmas területek kiemelésre kerültek. Ennek oka többértű. Egyrészt a bemenő (input) régészeti adatok geodéziai pontossága nem teszi lehetővé, hogy a különböző korú, egymással átfedő régészeti lelőhelyek pontosan elkülöníthetők legyenek. Másrészt azonban a rendelkezésre álló adatokból kiszűrhetőek az olyan területek, amelyek a különböző korszakok jelenléte miatt hosszabb időintervallumban alkalmasak voltak az emberi megtelepedésre. Így az adatbázis egyik legfontosabb elemévé éppen az átfedő poligonok váltak.

korszak	lelőhelyek száma (db)
őskor	176
római kor	116
népvándorláskor	8
honfoglaláskor	2
középkor	363
kora újkor	81
ismeretlen	24

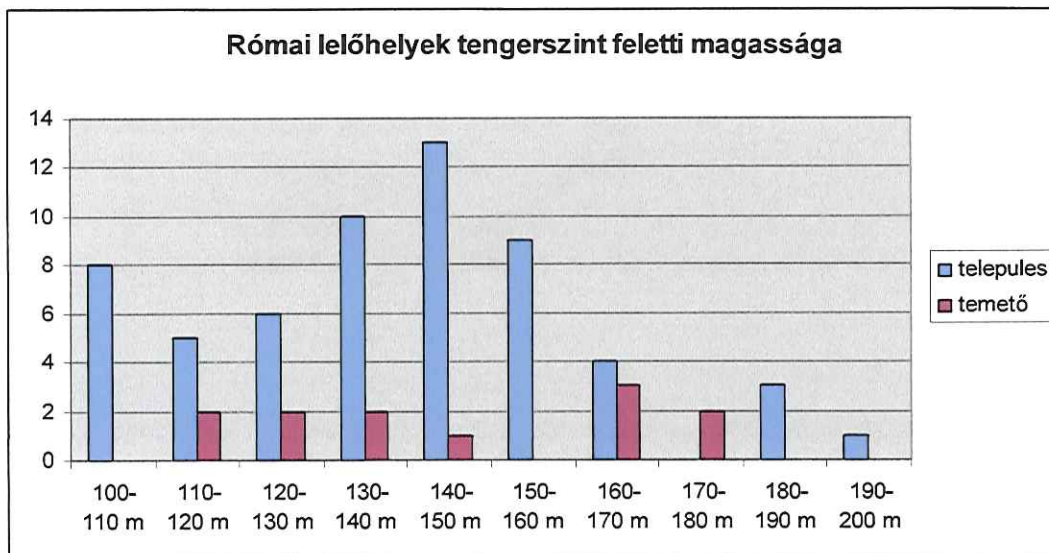
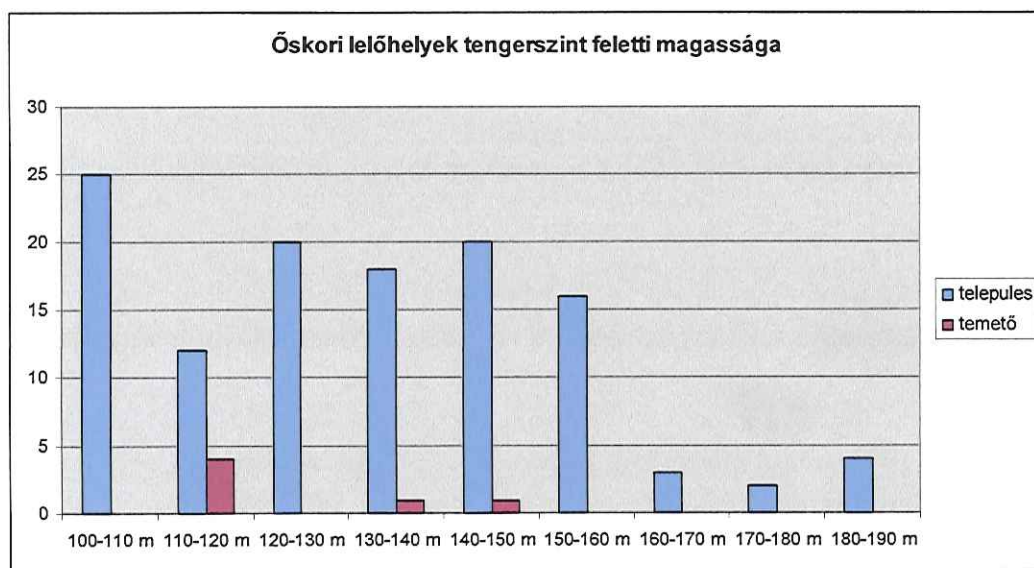
4.4. ábra Régészeti lelőhelyek száma kor szerinti megosztásban a vizsgált területen

Hasonlóképpen elemzési lehetőség a különböző korú régészeti lelőhelyek vizsgálata (4.4. ábra), hiszen így sokkal inkább megfigyelhetővé válnának olyan, az adott „népre” vagy „kultúrára” vonatkozó speciális megtelepedési jellemzők, amelyek a modell

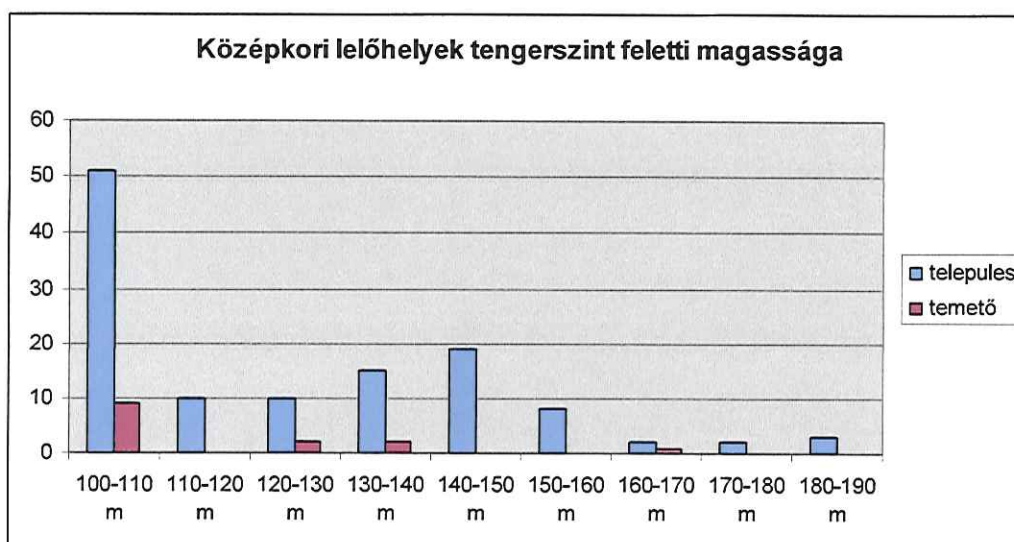
⁵⁸ A földmérés terepbejárási körülmények között nem megszokott, a kézi GPS-ek hoztak változást ebben a kérdésben.

⁵⁹ Kisfaludi Júlia (KÖH Nyilvántartási Osztály) segítségét az adatszolgáltatásban ezúton is köszönöm.

pontosítását és egyúttal ismereteink bővülését eredményeznék. A jelenlegi gyakorlatban – számos esetben a nyomvonalas feltárás következményeként – az általában kapcsolódó régészeti lelőhelyek (pl. a település és temető) szétarabolódnak és csak egyiket vagy csak másikat ismerjük. Azonban ha megfelelő számú ilyen „ideális” település-temető kapcsolat természetföldrajzi viszonyát ismerjük egy korszakban a vizsgált területen, részben a régészeti adatokból, részben a modellből, kereshetővé válik ez a kapcsolat a terepen.⁶⁰ A modell alkalmazási körébe ennél fogva a korszakos bontás alapján ezek a lelőhelyek bevonhatóak, mint modell a modellben.



⁶⁰ Ejstrud 2003 124.



4.5. ábra Korszakos régészeti lelőhelyek tengerszint feletti magassága

Annak ellenére, hogy a sárréti régészeti lelőhelyeken a település – temető kapcsolat számaránya (4.5. ábra) nem kiegyensúlyozott, néhány változás, illetve folyamat követhető. A magas, 170 méter tengerszint feletti magasság mindhárom korszak esetében kevésbé benépesült. Az őskori lelőhelyek 100-160 méter tengerszint feletti magasság közötti viszonylag egyenletes számarányú megtelepedése a római korra főként a 130-160 méter közötti magasságokba húzódik. A középkori lelőhelyek 43 %-a viszont már 100 és 110 méter közé esik. Hasonló folyamat zajlik le a temetők esetében is.

A prediktív régészeti modellek esetében az eddigi kutatások alapján megállapítható,⁶¹ hogy különösen a gyűjtögető-vadászó kultúráknál a legpontosabb. A későbbi korokra vonatkozóan valószínűleg a letelepedés és a kultúraspecifikus jellemzők hatására lesznek „pontatlanabbak” a modellek. Ez azonban már mindenképpen egy hosszabb távú kutatás kérdésfelvetése.

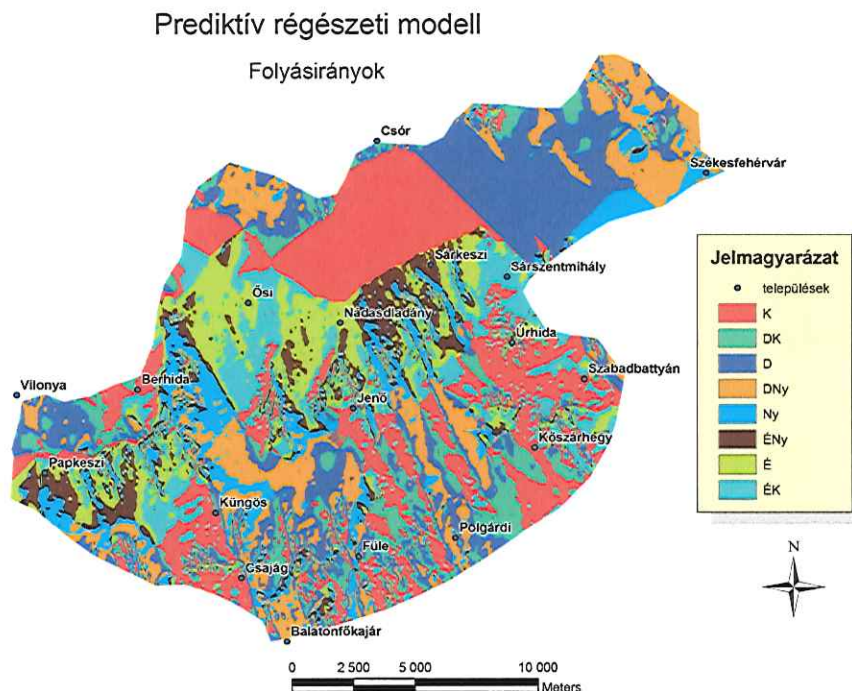
4.2 Vízrajz

Az emberi megtelepedés egyik alapfeltétele a víz közelsége, legyen az folyó- vagy állóvíz. Régészeti értelemben pontos vízrajzi térképhez akkor jutunk, ha figyelmen kívül hagyjuk a régészeti korok⁶² utáni vízrajzi változásokat, azonban beépítjük adatbázisunkba a megszűnt vízfolyásokat. Az újkori változások azonosításában az írásos források és a

⁶¹ Pl. Ejstrud 2003 134.

⁶² Magyarországon a törvényi szabályozás szerint az 1711 után földbe került leletanyag már nem számít régészetinek ld. 2001. évi LXIV. Tv 7. § 16., 18.

korai térképek játszanak fontos szerepet. Az eltérő forrásadottságok, az időigényes kutatások miatt azonban célszerűbb digitális domborzatmodell alapján⁶³ a vízlefolyást vizsgálni, és ezt kiegészíteni, pontosítani az írásos és képi adatokkal.

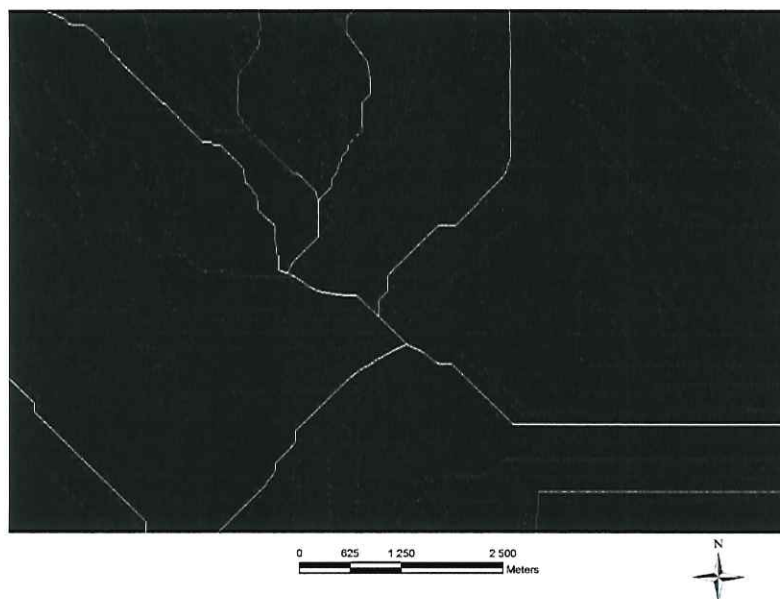


4.6. ábra Folyásirányok a Sárközén

A vízrajz modellezése során ArcGIS szoftver segítségével a kitettség és lejtőkategóriák alapján meghatároztam, hogy a lehulló csapadék az adott területen (mivel rasteres állományról van szó az adott pixelen) milyen irány (melyik környező pixel) felé mozdulna el (4.6. ábra - *flow direction*). Így számíthatóak azok a területek, ahol nagyobb mennyiségű csapadék gyűlik össze (4.7. ábra - *flow accumulation*). E módszer fekete-fehér tónusos ábrázolásának előnye (ahol a sötét részek a lefolyó vizeket, a világos területek a vizet összegyűjtő medreket jelenítik meg), hogy nem csak az összegyűlt víz medrének helyéről nyerhető információ, hanem az összegyűlt víz mennyiségéről is (a számítás alapja az adott pixelre „folyó” pixelek száma). A részletes felbontás miatt azonban kiszűrendőek azok a területek, ahol nem, vagy csak nagyobb esőzések alkalmával gyűlik össze megfelelő mennyiségű víz. Jó támpontot szolgál ehhez a meglévő, nem szabályozott patakok jelenlegi hossza, forrásuk helye. Hasonlóképpen

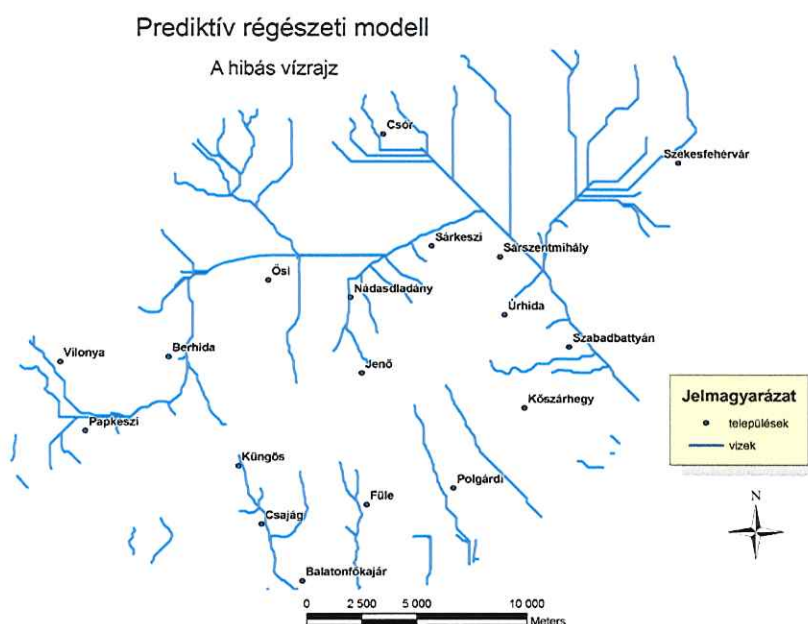
⁶³ A LIDAR-os felméréseket leszámítva jelenleg a legpontosabb a DDM-5, ennek pontossága ± 70 cm országosan. Ld: <http://fish.fomi.hu/termekkhonlap/keret.asp?oldal=terkepek> 2011.05.18.

szükséges ellenőrizni a megszűnt vízfolyások talajterképről származó adataival a vízrajzi vázrajzot.



4.7. ábra Vízmedrek (flow accumulation)

Azonban a terület morfológiai tagoltsága, a Berhidai-medence és a Sárrett megsüllyedt területei a domborzatmodellen közel sík területként jelentkeztek, amely a



4.8. ábra A domborzat végett "hibás" vízrajzi modellezés

folyásirányok, medrek meghatározásánál igen félrevezető információt szolgáltatott. Ennek következtében a geomorfológia fejezetben ismertettekkel ellentétben, illetve a domborzatmodell hiányossága miatt a Sárréten keresztülfolyt a Séd folyó (4.8. ábra). Mindamellett, hogy a Sárrét korábban is vizenyős, lápos, mocsaras terület volt – melyet a környező vízfolyások tápláltak - ezen egyértelmű, a területen keresztülhúzó folyómedrek mindenképpen fiktív információt szolgáltatattak volna.

Éppen ezért a források, folyó- és állóvizek helyzetének ismeretében, így a lelőhelyek víztől való távolságát a MÁFI Földtani Digitális Térképéről kiválasztott egykori folyóvízi üledékes területekhez képest határoztam meg. A prediktív régészeti modellezés során bevett gyakorlat a medertől való távolság övezetgenerálással való meghatározása. Ennek nagyságában a kutatások eltérnek, az adott területen lévő ismert lelőhelyek alapján 300-500 méter⁶⁴ közötti távolságot tartanak megfelelőnek. Ennél pontosabb eredményeket szolgáltat azonban „*cost distance*” (költség – távolság) vizsgálattal meghatározni az A pontból B-be jutás „költségét”, melynek alapját a domborzat – azon belül a lejtőkategóriák fokenkénti beosztásának - függvényében szükséges energia-befektetés adja:

$$v = 6e^{-3,5 \cdot |s+0,05|}$$

ahol⁶⁵ v = gyaloglás sebessége [km/h]

s = lejtőkategória %-ban (magassági változás/vízszintesen változás)

e = természetes logaritmus alapja

Annak érdekében, hogy a lejtőkategóriák a modellezés során általánosan használt fokban legyenek beilleszthetőek, elvégeztem az átszámításokat. Továbbá az egyes lejtőfokokhoz tartozó sebesség értékeket a modellezés alapját képező 10x10 méteres pixelnagysághoz igazítottam és perccé számoltam át. Így meghatároztam az egyes pixeleken való átjutás idejét (4.9. ábra).

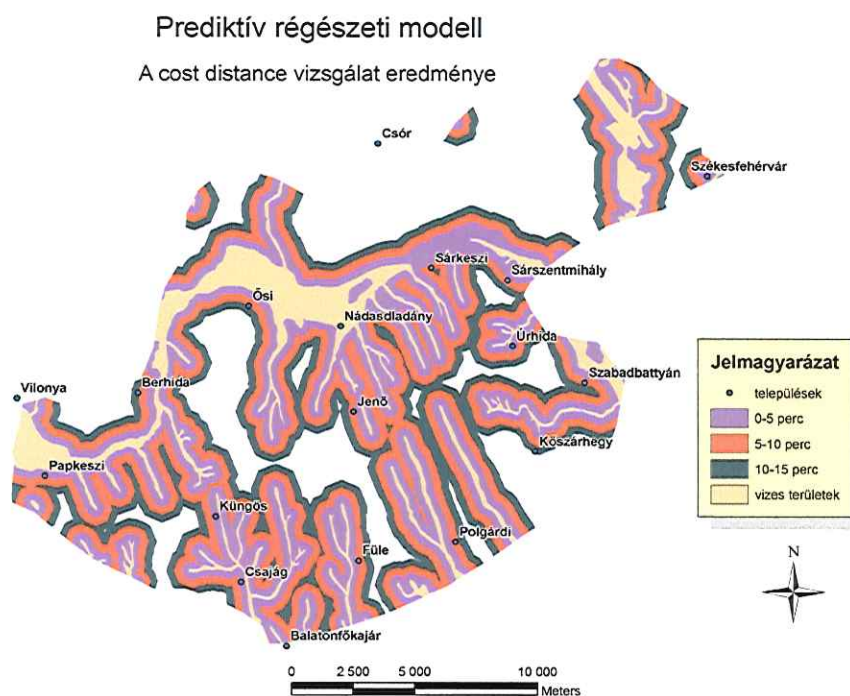
A kapott víztől való távolság értékeket három csoportba osztottam be, melyek közül az egyes kategória jelentkezett minden esetben indikátorként (4.9., 4.10. ábra).

⁶⁴ Padányi-Gulyás 2010 3. illetve Ducke 2010 297.

⁶⁵ Verhagen 2007 177.

kategória	idő	távolság sík terepen
1	0-5 perc	~300 méter
2	5-10 perc	~650 méter
3	10-15 perc	~1000 méter

4.9. ábra A "cost distance" vizsgálat kategóriái



4.10. ábra A "cost distance" vizsgálat eredménye

Távolabb mutat, és a fentiekkel szemben automatizálva már nem megoldható, hogy a feltárt lelőhelyeken, ha egy mélyedésnél közelítőleg azonos tengerszint feletti magasságban érnek véget a vízelvezető árkok, akkor szükséges megvizsgálni további, egyelőre ismeretlen vízfolyás lehetőségét geológiai módszerekkel.⁶⁶ Ez azonban a jelenlegi kutatás kereteit szétfeszítené.

⁶⁶ A 2010-ben Perkáta-Homokbánya régészeti lelőhelyen két helyen is jelentkezett ilyen helyzet, egyik esetben a mélyedés mindkét oldalán azonos tengerszint feletti magasságban értek véget az árkok, másik esetben egy mostani vízfolyás mellett.

4.3 Talajtan

Az eddigi kutatások alapján⁶⁷ talán már nem túlzás tényként kezelni, hogy a talajtérképek igen jól hasznosíthatóak a már megszűnt nagyobb patak-, illetve folyómedrek azonosításához. A hazai elérhető – digitális – talajtani térképek (Digitális Kreybig Talajinformációs Rendszer (DKTR), AGROTOPO, Magyar Állami Földtani Intézet Földtani Digitális Térkép (MÁFI FDT)) közül a Sárrétre vonatkozóan csak a MÁFI FDT használható fel. A DKTR adatai,⁶⁸ így humuszvastagság, talaj alsó rétege, kapilláris vízemelési képességek, stb. mind-mind fontos jellemzők, azonban a sárréti kistájra vonatkozóan kevés a rendelkezésre álló információ az adatok megnyugtató interpolálására.

Továbbá a MÁFI FDT-t statisztikai okokból⁶⁹ egyszerűsíteni szükséges a talajok főbb jellemzői alapján, ezt az egyes földtani kategóriák alapvető összetevő anyaguk alapján tettem meg 9 fő kategóriára osztva a talajtípusokat (4.11., 4.12. ábra). A régészeti modell esetében nincs jelentéstartalom, ha például proluviális-deluviális üledék és deluviális üledék között különbséget teszünk, mert a modell szempontjából a vizes területek határa a mérvadó.

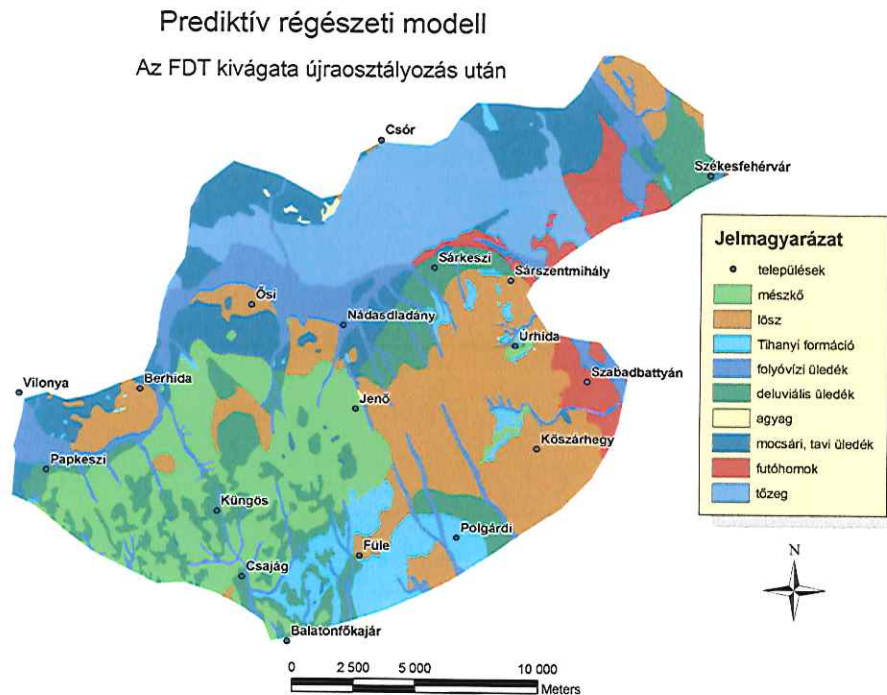
Talajtípus neve	Terület (km ²)
mészkö (Nagyvázsonyi, Szőci, Polgárdi, Szépvölgyi, Iszkahegyi, Buchensteini Formáció)	77.49
löss	511.04
Tihanyi Formáció, Tihanyi és Nagyvázsonyi Formáció	41.87
folyóvízi üledék	415.15
deluviális üledék (proluviális és deluviális)	75.76
agyagos anyagok (Gyulaírártóti, Lovasi, Ősi, Csákvári, Somlói Formáció)	3.11
folyóvízi, mocsári, tavi üledék	66.70
futóhomok	130.50
tőzeg	52.61

4.11. ábra A talajtípusok összevonása, az utána kialakult csoportok

⁶⁷ Stark – Farrell – Mulholland 2008 10. illetve hazai példán Fekete 2008 151, illetve Padányi-Gulyás 2010 3.

⁶⁸ Az MTA TAKI, illetve Pásztor László segítségét ezúton is köszönöm.

⁶⁹ Ejstrud 2003 122.



4.12. ábra Földtani Digitális Térkép kivágata újraosztályozás után

4.4 Domborzat

Egy megfelelő pontosságú digitális domborzatmodell a prediktív régészeti modell alapját képezi. A jelenleg Magyarországra elérhető ingyenes, vagy térítésköteles domborzatmodelleknél – SRTM,⁷⁰ ASTER GDEM,⁷¹ FÖMI DDM-5,⁷² az alábbi pontossági értékek várhatóak el (4.13. ábra):

⁷⁰ <http://photojournal.jpl.nasa.gov/catalog/pia04952> ; <http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/> 2011.05.18.

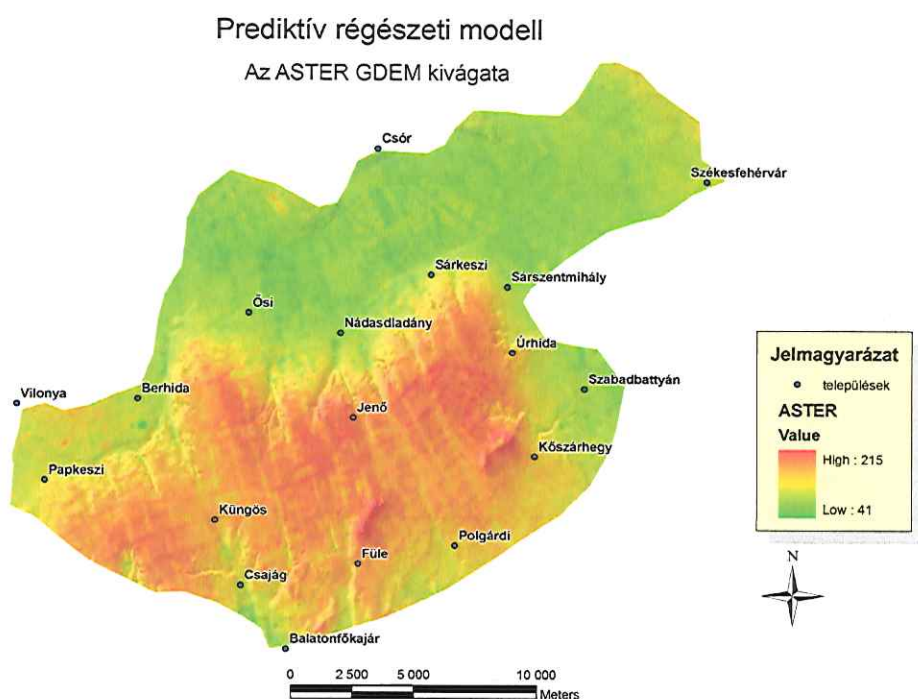
⁷¹ http://www.gds.aster.ersdac.or.jp/gds_www2002/index_e.html 2011.05.18.

⁷² <http://fish.fomi.hu/termekkehonlap/keret.asp?oldal=terkepek> 2011.05.18.

modell	vízszintes pontosság	magassági pontosság
SRTM (i) ⁷³	90/30 m	10 m
ASTER GDEM (i) ⁷⁴	30 m	7-14 m
FÖMI DDM-5 (t) ⁷⁵	70 cm	70 cm

4.13. ábra A domborzatmodellek pontossága

Célszerű lett volna legalább a FÖMI DDM-5-vel dolgozni, azonban a közel fél millió forintos kedvezményes térítési költség miatt az ASTER GDEM ingyenes domborzatmodellt választottam a feldolgozás alapjául. Az N47-E18-as szelvényből kivágtam a kistáj területét 2 kilométeres övezettel, majd feltöltés (*fill*) paranccsal a területen jelentkező „árkokat” eltüntettem és 10x10 méteres pixelnagyságot határoztam meg (4.14., 4.15. ábra).

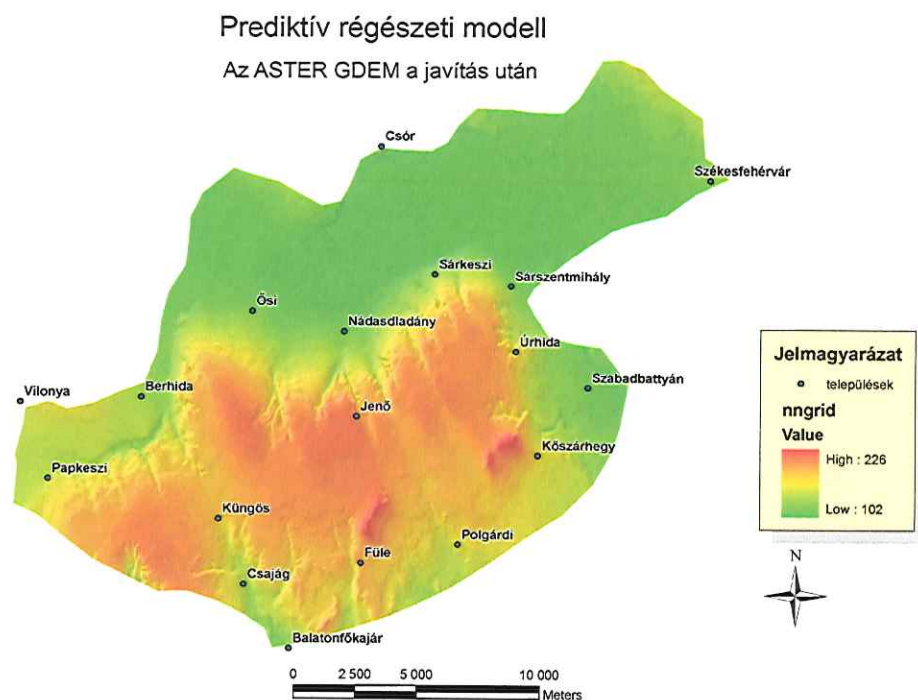


4.14. ábra Az ASTER GDM a kiinduláskor

⁷³ <http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/statistics.html> 2011.05.18.

⁷⁴ <http://www.ersdac.or.jp/GDEM/E/2.html> 2011.05.18.

⁷⁵ http://fish.fomi.hu/termekek/honlap/adathaz/termekek/domborzat/DDM5_reszletek.pdf 2011.05.18.

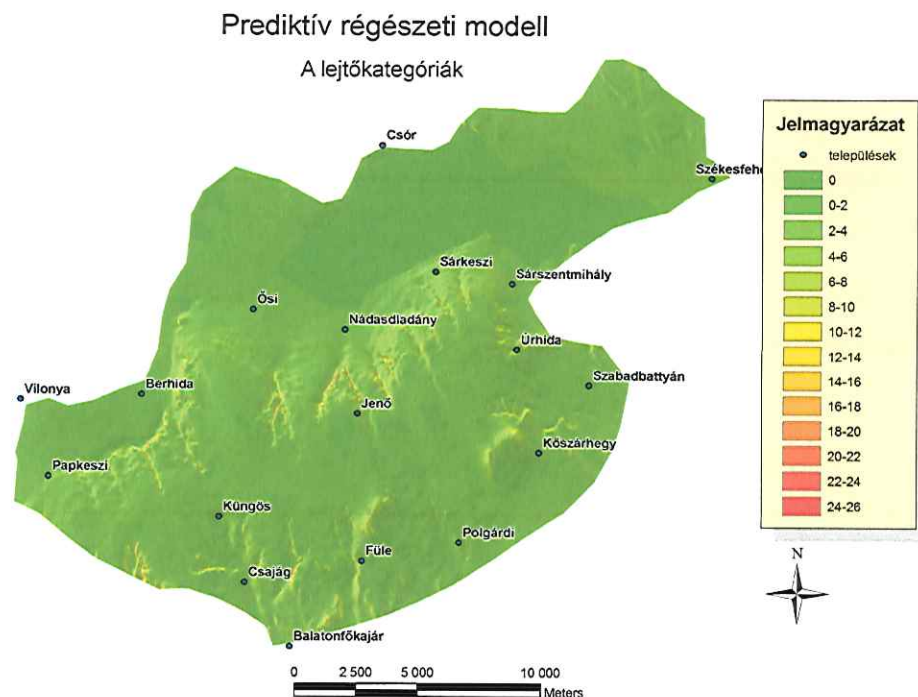


4.15. ábra Az ASTER GDEM a javítás után

A lejtőkategóriák (*slope*) megállapítását indokolja, hogy egy bizonyos lejtés felett egyre kevésbé képzelhető el emberi megtelepedés és mezőgazdasági tevékenység. A Sárrét vonatkozásában 2-8 és 10-12 fok közötti lejtők jelentkeznek jó indikátornak (4.16., 4.17. ábra),

CLASS	AREA	NO_POINTS	W+	W-	CONT	STUD_CNT	GEN_CLASS	WEIGHT
0	61.956	21	-1.433	0.144	-1.577	-7.078	0	-1.433
2	253.367	349	-0.031	0.065	-0.096	-1.025	2	-0.031
4	36.610	105	0.703	-0.120	0.823	7.534	4	0.703
6	8.508	25	0.727	-0.026	0.753	3.673	6	0.727
8	3.194	8	0.567	-0.007	0.574	1.611	8	0.567
10	1.508	3	0.337	-0.002	0.339	0.585	99	-0.046
12	0.737	6	1.747	-0.010	1.756	4.275	12	1.747
14	0.412	0	0.000	0.000	0.000	0.000	99	-0.046

4.16. ábra A bizonyítékok súlya táblázat lejtőkategóriák esetén

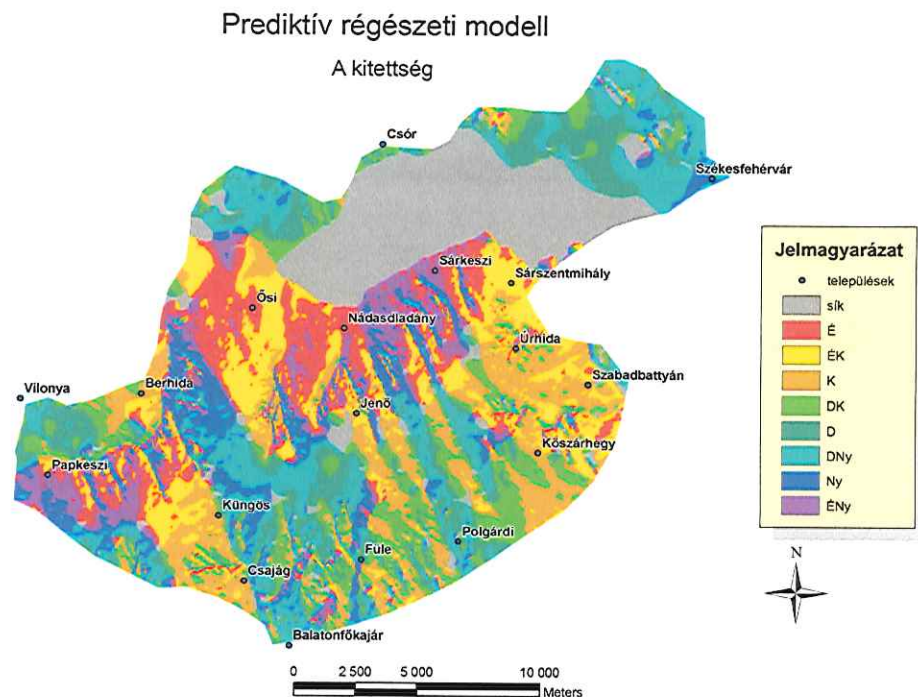


4.17. ábra Lejtőkategóriák a Sárreén

Érdekes módon nem csak a túl nagy lejtőszög jelenti a megtelepedés akadályát, hanem a túl kicsi is. Statisztikai vizsgálatok alapján kijelenthető, hogy a kisméretű – helyi terepi adottságoktól függően - $\sim 0-2^\circ$ közötti lejtők – vélhetően a vízrajzi okok miatt kevésbé kedveltek emberi megtelepedésre. Egy Rajna-vidéki kutatásban⁷⁶ a lelőhelyek 80%-a $2-4^\circ$ közötti, míg 15 %-a $4-6^\circ$ közötti lejtőn helyezkedett el, és a maradék 5%-on a sík és az ezeknél nagyobb szögű lejtők osztoztak.

Az egyes területek kitettsége (4.20. - *aspect*) összesíti az uralkodó szélirány, napos órák száma, hőmérséklet jellemzőit, ezek figyelembe vételével magyarázható, hogy az északi „hűvösebb” oldalon jellemzően kevesebb lelőhely fordul elő.

⁷⁶ Boos et al. 2010 84.

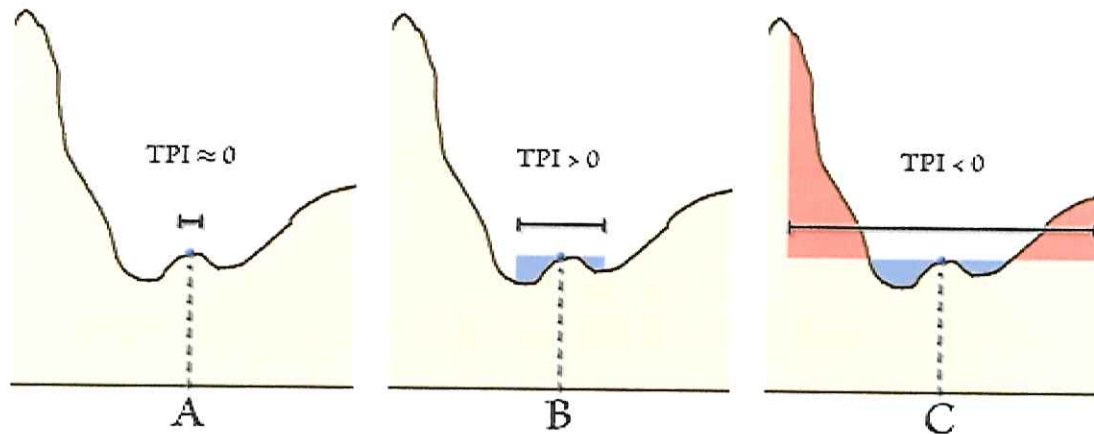


4.18. ábra Kitettség (aspect)

Az eddigi régészeti kutatások alapján lehatárolhatóak olyan bizonyos korú jelenségek, jelenségcsoportok, melyek jellemzően magaslatokon, kisebb dombokon fordulnak elő. Ilyen jelenségcsoport a Duna-Tisza közén a kunhalmok, vagy a középkori templomos helyek nagyobb része. Másrészt ezen magaslatok nagyobb csapadékú időszakban egyúttal a szárazon maradó területeket is jelentik. Így a szűkebb környezetben e helyek – magaslatok - kimutatása is különösen fontossá válik, amelyet az ArcGIS-be épülő Topography Tools 9.3 (TT) kiegészítő modullal határoztam meg.⁷⁷

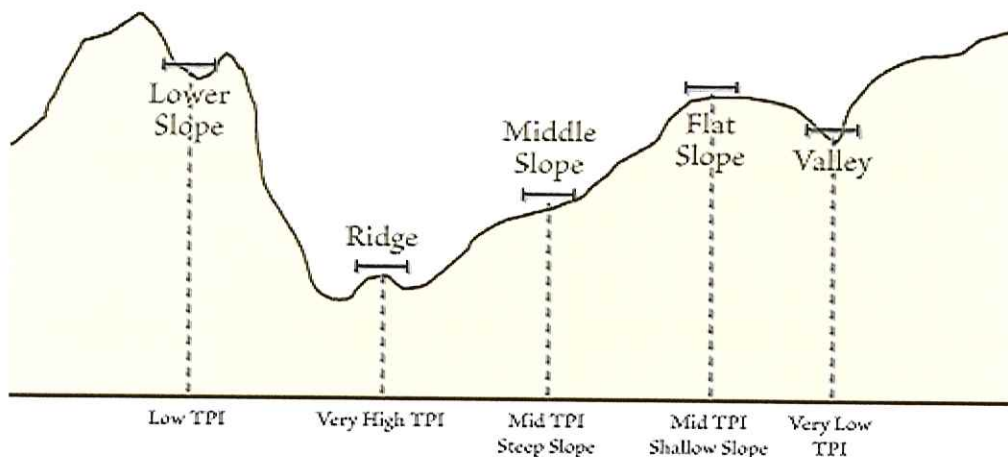
Ennek során az egyes domborzati formák, vagy felszínformák (*landform*) közötti különbséget a magassági adatokból vezettem le. A raszteres domborzati állomány esetén, minden egyes pixel rendelkezik egy hozzá rendelt magassági értékkel. Amennyiben megvizsgáljuk, hogy egy adott pixel körül azonos távolságra lévő cellák milyen relatív magasságban helyezkednek el, illetve milyen lejtőkategóriába tartoznak, meghatározható egy TPI (*Topographic Position Index* – Felszínforma leíró érték 4.19. ábra) viszonyszám. Ennek megfelelően a sík területek 0 körüli (A), a kiemelkedések 0-nál nagyobb (B), és a mélyedések 0-nál kisebb (C) értékkel jellemezhetők.

⁷⁷ <http://arcscrips.esri.com/details.asp?dbid=15996%20> 2011.05.16.



4.19. ábra TPI értékek meghatározása⁷⁸

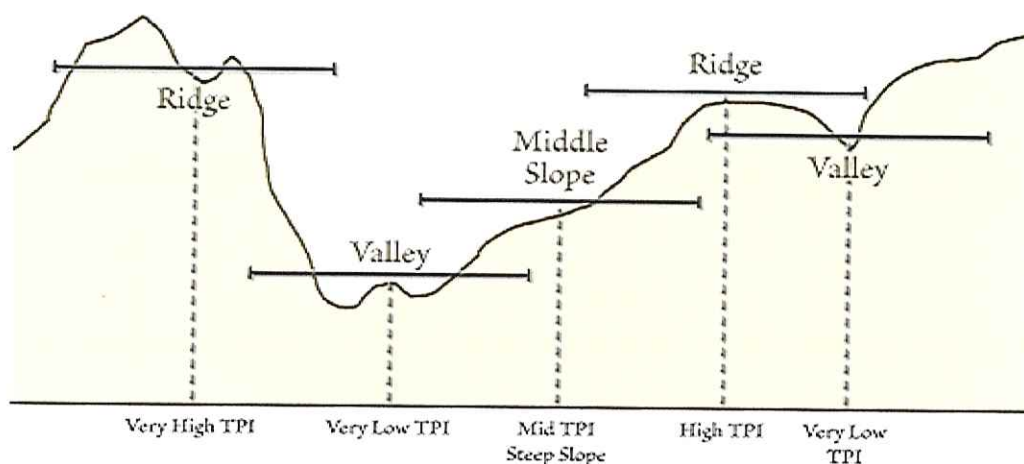
Ahhoz, hogy a domborzati formák (*landform classification*) meghatározhatóak legyenek, két határértéken (azaz egy adott pixeltől való távolságra) szükséges megvizsgálni ezen TPI értéket. A kisebbik távolságot nevezik *Small Neighborhood*-nak (4.20. ábra - SN), míg a nagyobbát *Large Neighborhood*-nak (4.21. ábra - LN).



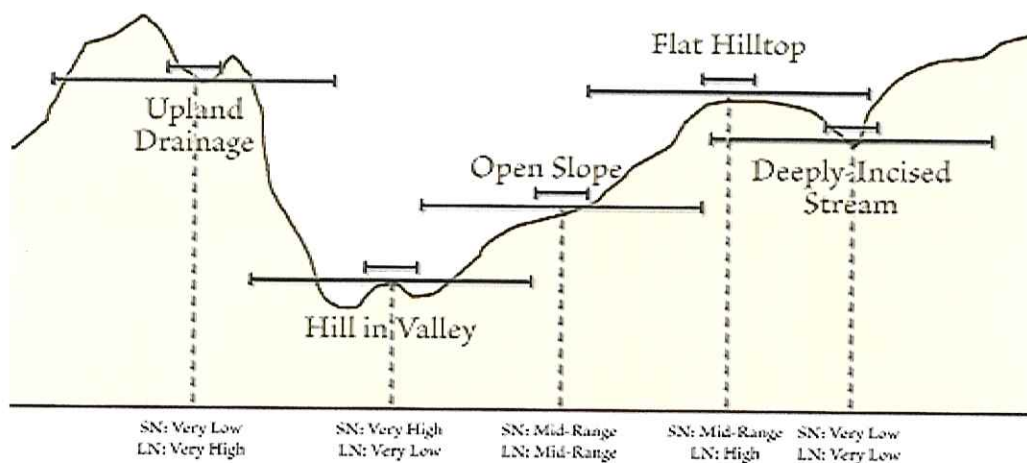
4.20. ábra A "kis távolság (Small Neighborhood)"⁷⁹

⁷⁸ Jenness 2006 5.

⁷⁹ Jenness 2006 7.



4.21. ábra A "nagy távolság" (Large Neighborhood)⁸⁰



4.22. ábra A felszíninformák meghatározása SN és LN alapján⁸¹

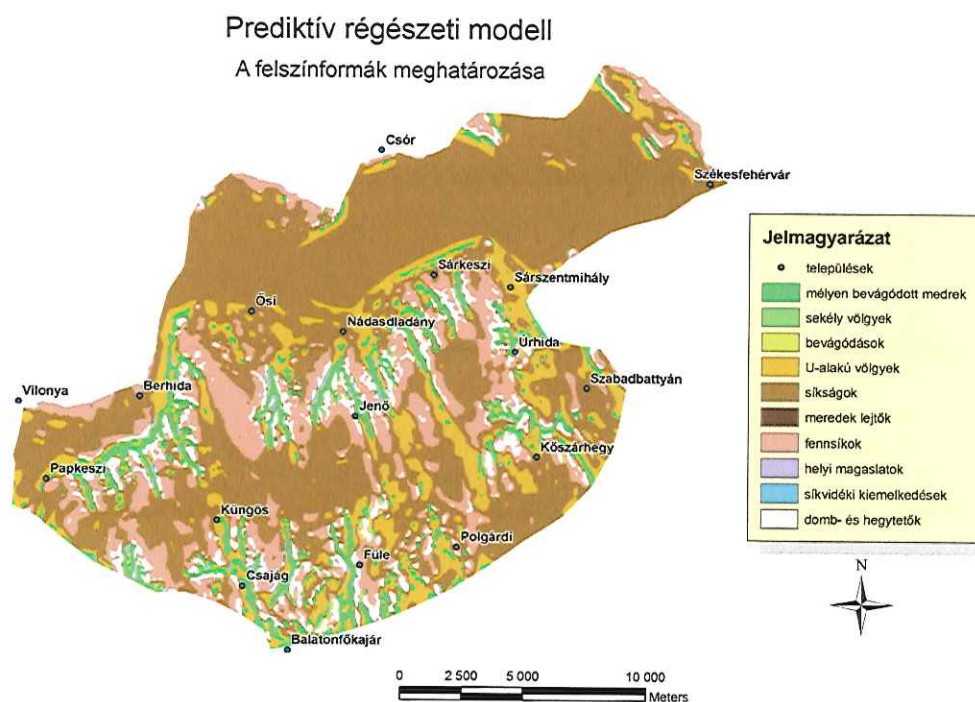
Az SN és LN értékek, a TPI és a lejtőkategóriák alapján 10 jellemző domborzati forma alakítható ki (4.22. ábra):

A domborzatmodell és a régészeti lelőhelyek pontosságát figyelembe véve, többszöri futtatás után találtam meg az ideális távolságokat a felszíninformák meghatározásához, amely 400 és 1000 méteres SN és LS értékeknél mutatott a domborzathoz képest optimális képet. A tesztelés sor mellett egy kis SN értékű fedvény is készítettem, annak érdekében, hogy kis területű magaslatok is meghatározásra kerüljenek. Hasonlóképpen, ahogy minden egyes területre más és más értékek lesznek

⁸⁰ Jenness 2006 7.

⁸¹ Jenness 2006 8.

alkalmazhatóak itt is a völgyek átlagos szélessége, mélysége, és a kiemelkedések vertikális és horizontális értékei jelentenek jó támpontot (4.23. ábra).



4.23. ábra A felszínformák meghatározása (landform classification)

A módszer segítségével továbbá létrehozhatóak olyan további „domborzati formák”, a számítási algoritmusok megváltoztatásával, ahol a régészeti lelőhelyek és a domborzati formák között felállított munkahipotézisek ellenőrizhetők, például völgyoldali teraszos területek. E számítások paraméterezését azonban a vonatkozó terület domborzati jellemzőinek függvényében érdemes meghatározni. Hiszen könnyen belátható, hogy a somogyi dombos, nyírségi buckás, vagy az alföldi közel sík terület más-más paramétereket igényel e kiemelkedések tekintetében is, éppúgy a topográfiai térképek is más alapszint-közt használnak eltérő domborzati viszonyok között.

Hasonlóképpen szükséges azt is vizsgálni, hogy a vízközei régészeti lelőhelyek különböző korokban mennyire követik a vízszint, vagy éppen a folyómedrek változását. Az egyes lelőhelyek tengerszint feletti magassága – bár jó közelítést ad a hasonló természetföldrajzú kistájak használata miatt, de - ebből a szempontból félrevezető is lehet, hiszen a vízfolyás esése torzítja az eredményeket. A vízfolyás és a lelőhely közötti legrövidebb távolság mentén számított magasságkülönbség meghatározása, azonban már jobb közelítést jelent.

A régészeti lelőhelyek tengerszint feletti magasságát (4.5. ábra) már vizsgáltam a számítások során azonban alkalmazásával sérülne a bizonyítékok súlya eljárás egymással kapcsolatban nem álló fedvényekről szóló passzusa. A víztől való távolság és a domborzati formák használata már a tengerszint feletti magasságról is jó adatokat szolgáltat. Különösképpen azért, mert véleményem szerint a települések helyének megválasztásában előrelőbb kérdés a víz közelsége és a „(ár)vízmentes” helyek kiválasztása.

4.5 Írásos források, régi térképek

A korai, 16. század utáni helyi, megyei, illetve országos térképek is forráskritikával kezelendők, sematikus ábrázolásuk, vetületi rendszereik, pontosságuk sok esetben kívánnivalót hagynak maguk után jelenlegi ismereteinkhez képest. Szerepük azonban kiemelt lehet a már megszűnt vízfolyások és az utak azonosításában. A 19. századi folyamszabályozások lehetnek ilyenek, azonban a szükséges levéltári források, vagy térképek nem minden esetben pontosak, vagy egyáltalán nem állnak rendelkezésre.⁸² Régészeti korokra vetítve a 16-19. századi térképek fenntartásokkal alkalmazhatóak, kiegészítve azonban a – vízrajzi, erdősültségi és klimatikus változások kérdésében előremutató – történeti ökológiai kutatásokkal⁸³ fontos adatok nyerhetők ki belőlük. Egy most készülő régészeti doktori dolgozat éppen arra a kérdésre keresi a választ, hogy vonható-e kapcsolat a középkori templomos helyek és utak között, a jelek szerint sikerrel.⁸⁴

A régészet, mint a történettudományok egyik szakterülete, nem hagyhatja figyelmen kívül a történeti forrásokat sem, melyek alátámaszthatják, kiegészíthetik vagy cáfolhatják e térképek adattartalmát. Azonban ezek a történeti kutatások főleg – a jobb forrásellátottságú - korszakokra nyújthatnak támpontot. Kiemelt szerepük van továbbá az utak irányának, helyének meghatározásában, hiszen kevés ilyen régészeti objektumot ismerünk. Tipikus forráscsoportként a határjárásokat, útleírásokat, úti naplókat és a hadileírásokat számíthatjuk ide.⁸⁵

⁸² Petrovszki 2009 28-31.

⁸³ Id. Táj és történelem 2000.

⁸⁴ Stibrányi 2008.

⁸⁵ Határjárások azonosítására ld Mesterházy 2010. 13.

Térinformatikai keretekben gondolkodva a vonatkozó térképes források georeferálása⁸⁶ kulcsfontosságú. A korai, jellemzően vetület nélküli térképek illesztéséhez a jelenlegi és az illesztendő térképen is közös illesztőpontokat szükséges meghatározni. Ezek a gyakorlatban olyan, vélhetően kevésbé változó pontjai a környezetnek, mint például települések, utak, hidak jellemző találkozási pontjai. A második és harmadik katonai felmérés, illetve az EOTR topográfiai térképszelvényeinek referálása mára megoldott probléma.⁸⁷

4.6 Környezet- és felszínborítás változásának meghatározása

A fentebb említett modellrészek több helyen igényelték – volna – a pontos felszínborítás ismeretét. Ennek illusztrálására érdemes kiemelni, hogy a prediktív régészeti modell akár 5-7000 éves távlatban is gondolkozhat, és jelenkori állapotok őskori viszonyokra vonatkozó visszavetítése mindenképpen hibás megoldási kísérlet lenne.

Az 1990-es évektől napjainkig három nagy európai projekt folyt, ennek eredménye lett az ország teljes területére elérhető CORINE⁸⁸ felszínborítottsági adatbázis 1:50000-es és 1:100000-es méretarányokban. A 18. századig visszamenőleg – gyakorlatilag a három katonai felmérés miatt – pontosnak nem nevezhető, de mindenképpen körvonalazható a felszínborítottság változása a Kárpát-medencében.⁸⁹ A 18. század előtti – gyakorlatilag a régészetileg érintett - korszakok egészen más megközelítést igényelnek a térképi ábrázolások hiányában.

A Magyar Tudományos Akadémia Ökológiai és Botanikai Kutató Intézete által 2003 és 2005 között folytatott Magyarország Élőhelyeinek Térképi Adatbázisa (MÉTA) program célja a természetközeli növényzet mai állapotának pontos megismerése volt.⁹⁰ A már korábban kialakított Általános Élőhely-osztályozási Rendszer (Á-NÉR) kategóriáin alapuló feldolgozás során 35 ha-os hatszög alakú területegységenként mérték fel a növényzettel rendelkező területek – így a szántóföldek, települések kivételt képeznek – állapotát. A felépített adatbázis hatszögenként százalékosan tartalmazza a jelen lévő Á-

⁸⁶ Georeferálás: raszteres vagy vektoros térkép (térképszerű ábrázolás) helyi (relatív) koordinátpárjainak kiegészítése földrajzi vagy vetületi koordinátpárokkal. A georeferált térkép (térképszerű ábrázolás) a valós földi tér modelljeként kezelhető, ezáltal könnyen illeszthető GIS (térinformatikai) rendszerekhez.
<http://www.szamterkep.hu/terinformatika.html> 2011.05.18.

⁸⁷ Arcanum 2005., Arcanum 2007.

⁸⁸ <http://www.fomi.hu/corine/>

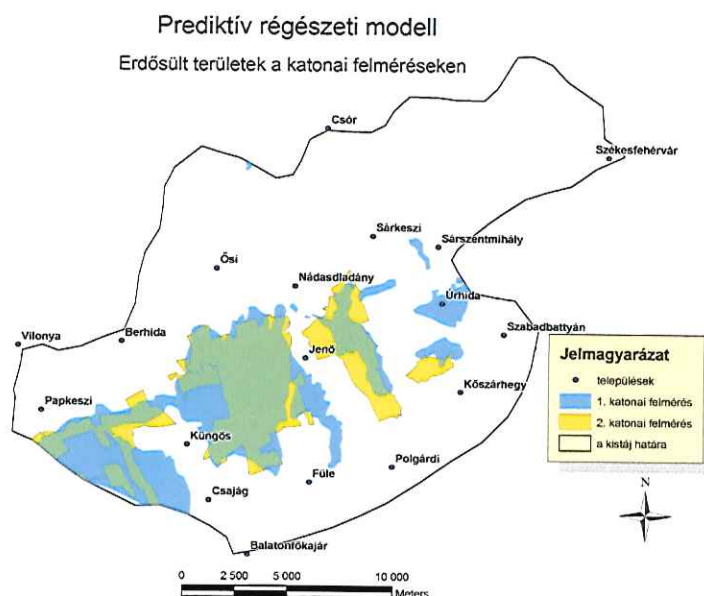
⁸⁹ L.d. Bíró 2006

⁹⁰ <http://www.novenyzetiterkep.hu/?q=magyar/node/53> 2011.05.18.

NÉR kategóriákat, azonban térbeli elterjedést nem rendel hozzájuk. Ezek a természetes növényzeti társulások így a tájban tulajdonképpen egy „ideális” növényzeti elterjedést, vagy más szempontból nézve maradványokat mutatnak. Régészeti célra e kategóriákat (86 darab) szükséges összevonni, hogy olyan indikátor csoportok alakulhassanak ki, melyek a régészeti korok vegetációját mutathatják meg.⁹¹ Az adott talajtípusokon kialakuló adott növényzet fontossága a vizes területek kapcsán szemléltethető a legjobban.

A vízrajzi modell esetében már bemutatásra került, hogy a víz nemcsak az emberi megtelepedés egyik fontos kitétele (víztől való távolság), hanem egyúttal az emberi megtelepedés egyik hátráltatója is (állandó vizes területek – jelen esetben a Sárret). A vizes élőhelyeket kedvelő növényzet éppen ezért kiegészíti a domborzatmodellből levezetett lefolyásmodellt a mocsaras, lápos, vizes élőhelyekkel.

Az erdészeti adatok kapcsán fontos hozadéka a MÉTA felmérésnek, hogy részben kiszűrhetőek a régészeti korok után ültetett erdők. Olyan fajok, mint az akác és bálványfa, melyeket dokumentáltak 1711, azaz a régészeti korok után⁹² telepítettek be Magyarországra, így olyan területeket mutatnak meg többségében, ahol korábban nem állt erdő, vagy megváltozott a faállomány összetétele, melyek így az emberi megtelepedés egyik lehetséges területei (4.24. ábra). Másrészt a felszínborítottság meghatározásakor is



4.24. ábra Erdőgazdálkodás az első és a második katonai felmérésen

⁹¹ Molnár Zsolt, Horváth Ferenc és Bíró Marianna (MTA-ÖBKI) szóbeli közlése

⁹² 2001 LXIV. tv 7§ 19.

felhasználhatóak ezen adatok. Az özönfajok, mint az akác vagy bálványfa megjelenése előtt őshonos fajokkal telepítettek erdőt. A katonai felmérések digitalizálásával, ily módon a telepített erdők nagy része is kiszűrhető szögletes határvonalaik alapján.

A MÉTA alkalmazhatóságának fő akadályát azonban az jelenti, hogy a felmérése alapjaként szolgáló hatszögek nem tartalmaznak térbeli elhelyezkedésre vonatkozó adatot. Az MTA ÖBKI kutatócsoportja által kidolgozott módszer⁹³ azonban a CORINE felszínborítottsági adatbázis és a MÉTA hatszögek átlapolásával lehetőséget kínál a hiányzó adatok meghatározására. A CORINE országos lefedettsége, pontossága mellett a műholdképekről nehezen és csak általános növényzeti kategóriák szerint lehet a kultúrtájat, növényzetet elkülöníteni. Ezzel szemben a MÉTA az ország közel teljes területéről szolgáltat részletes botanikai és tájökológiai adatokat, viszont nem áll rendelkezésre hozzárendelt, pontos térbeli adat. A két adatbázis főként manuálisan, de akár digitálisan is összedolgozható, ami az ország egyes részeire vonatkozóan a CORINE Élőhely Térkép (CÉT) program keretén belül már meg is valósult.

Interdiszciplináris kutatások segítségével meghatározhatóak további főbb „tájékozódási pontok” ezen korszakok vegetációjára. A georégészet,⁹⁴ a környezetrégészet,⁹⁵ a műszaki tudományok,⁹⁶ a történeti ökológia, archaeobotanika és a geológia bevonása azt eredményezte, hogy Hollandiában meghatározható volt a tengerpart változása,⁹⁷ a mediterrán térségben a tengerpartok és folyódelták alakulása.⁹⁸ Hazai viszonylatban Északkelet-Magyarország és a Dunántúl egyes részein végeztek ilyen jellegű kutatásokat.⁹⁹

A környezetváltozás modellezése, mint ahogy ez az egyik fő kritikai érv is a prediktív modellezéssel szemben, kulcsfontosságú. A pontosabb modell érdekében szükséges lenne külön környezeti modellek felállítására különböző régészeti korokra. Az egyes modellek kialakításánál érdemes a 2010-es átdolgozott Magyarország Kistájainak Kataszterét¹⁰⁰ figyelembe venni, ahol a kistájak lehatárolásakor földrajzi szempontok alapján meghatározott homogén téregységeket vesznek alapul. E szemlélet előnye a régészetben korábban alkalmazott települési szintű lebontáshoz képest, hogy magát a környezetet csak a „szükséges” mértékben, a táj változásainak megfelelően osztja fel.

⁹³ Bíró et al. 2010.

⁹⁴ Rape – Hill 2006

⁹⁵ Zatykó – Juhász – Sümegi 2007

⁹⁶ Pollenanalízis, dendrokronológia, oxigén izotópos vizsgálatok, talajmintavételek

⁹⁷ Louwe Kooijmans 1980, és Louwe Kooijmans 1982

⁹⁸ Ld Bintliff 1992.

⁹⁹ Ld. Gál – Juhász – Sümegi 2006, illetve Zatykó – Juhász – Sümegi 2007

¹⁰⁰ MKK 1990.

4.7 Az adatbázisból kinyert adatok

Az adatbázisból származó adatok jelentős része vektoros és/vagy szöveges formátumú (4.25. ábra). Azonban a fentebb ismertetett átalakítások során a bizonyítékok súlya módszer bemenő adataiként már raszteres formátumba kerülnek

Adattartalom	Adattípus	Objektumtípus
vízrajz	vektoros	vonallal, pont
talajtan	vektoros	poligon
domborzat	raszteres (ASPER GDM)	vonallal
régészeti	vektoros és szöveges	poligon, pont
felszínváltozás	vektoros	poligon
régi térképek	raszteres, de vektorizálható. Megjelenítésre nem kerül, információ tartalma a mérvadó	-

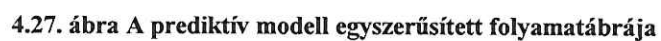
4.25. ábra A prediktív régészeti modell főbb adattartalma adat- és objektumtípus szerint

A bizonyítékok súlya módszer alkalmazása során a fentebb ismertetett adatok közül összesen ötöt használ fel, ezek összefoglalva az alábbiak (4.26. ábra):

Adat	Kategóriák száma
Felszínformák	10
Lejtőkategóriák	13
Kitettség	9
Talajtan	9
Víztől való távolság	3

4.26. ábra A prediktív modell által felhasznált fedvények

Az adatbázis átalakításának folyamatát a 4. fejezetben már széttagoltan ismertettem, az alábbi folyamatábra foglalja össze az eddigi folyamatokat és kapcsolatokat vázlatosan (4.27. ábra).



5 A modellek optimalizálása, megbízhatósága, eredményei

A prediktív régészeti modell, mint döntéstámogató és elemző térinformatikai rendszer, a fentebb ismertetett adatokat külön fedvényekbe rendezve hasznosítja. A fedvények közötti súlyozás kérdését a bizonyítékok súlya módszer alkalmazásával sikerült megoldani. A modell optimalizálásának két fő kérdése így a tanulópontok helyes számarányának megválaszolása és a bevitt adatok pontossága lett. Utóbbi esetében az egyes fejezeteknél ismertettem az adatok javítását szolgáló lehetőségeket.

5.1 Az ArcSDM beállításai, a posteriori valószínűség kategorizálása, megbízhatóság kérdése

A bizonyítékok súlya módszer alapfeltevése, hogy a tanulópontok száma alacsony (maximum százas nagyságrend), ennek ellentéte a bizonyítékok súlya módszer alapjainak megsértését jelenti. Az ArcGIS-be épülő ArcSDM eszköz esetében a tanulópontok maximális száma – még megfelelő 7-8 körüli megbízhatósági értéket (*studentized contrast*) adva – ezer körül található. Azonban a statisztikai kutatásokkal igazolták, hogy a lépték és a tanulópontok jellegétől függően néhány száz pont elegendő a modellezés pontos kivitelezéséhez.¹⁰¹ A tanulópontok számának növelése ugyanakkor a modell teljesítményét is rontja, hiszen a priori valószínűség meghatározása során a pontok száma felhasználásra kerül, így növeli a priori értéket.¹⁰² Ez pedig magával hordozza a posteriori érték alsó küszöbének emelkedését is.

$$\text{priori valósz.} = \frac{\text{területi egység} * \text{tanulópontok száma}}{\text{terület}}$$

A bizonyítékok súlya eljárás során meghatározandó a vizsgált mintaterület nagysága, illetve a megbízhatósági érték konfidencia szintje. A mintaterület nagysága a raszteres állományok pixelnagysága, a 10x10 méter lett. A konfidencia szint meghatározása azonban már összetettebb kérdés. A megbízhatósági értékek

¹⁰¹ Sawatzky et al. 2009 18.

¹⁰² Jayathissa 2010 112.

felhasználhatósága függ ettől, hiszen ha egy kategóriában kevés tanulópont fordul elő, akkor magas konfidencia szint esetében ezek az értékek nem szerepelnek a posteriori valószínűség számításában. Azonban a rossz indikátorok kiszűrése is éppen ilyen fontos tényező, így megbízhatósági érték konfidencia szintjét 80%-ban állapítottam meg.

A bizonyítékok súlya módszer posteriori valószínűség értékeit - a főképpen Európában használatos - négy (magas, közepes, alacsony, nagyon alacsony) lelőhely-előfordulási zónába osztottam be. Ennek alapja az ArcSDM eszközhöz mellékelt posteriori valószínűség beosztása volt (5.1. ábra).¹⁰³

kategória	posteriori valószínűség értéke
nagyon alacsony	0 - 00001
alacsony	0.00001 - 0.0001
közepes	0.0001 – 0.001
magas	0.001-0.099
(egymással összefüggő adatok miatt jelentkező hiba)	(0.1-1)

5.1. ábra A négyzónás rendszer kategorizálása

A négyzónás módszer előnye ott mutatkozik meg, hogy sohasem zárja ki teljesen a lelőhely előfordulását egyetlen területen sem. Mivel a kutatások még nem tartanak ott, hogy teljesen biztos prediktív modelleket állítsunk fel, illetve hazai viszonylatban még csak annak lehetőségét vizsgáljuk, hogy működőképes-e a modell, úgy vélem ez a módszer követendő szemben a főleg a tengerentúlon alkalmazott kétfzónás (lelőhely – nem lelőhely) rendszerrel szemben. Alátámasztja ezt az is, hogy európai viszonylatban sokkal intenzívebb emberi megtelepedésre számíthatunk, mint Amerikában.¹⁰⁴

A modellek eredményeinek értékeléséhez kialakítottam a holland minta alapján¹⁰⁵ egy „pozitív-negatív előrejelző rendszert”, ahol a nagyon alacsony és alacsony, illetve a közepes és magas kategóriákat összevonva a régészeti lelőhelyek előrejelzése szempontjából a negatív és a pozitív zónákat összevontam. Ennek célja, hogy a modell előrejelző teljesítménye pontosabban legyen megítélhető.

¹⁰³ http://www.ige.unicamp.br/sdm/default_e.htm 2011.05.18.

¹⁰⁴ Verhagen 2007 15.

¹⁰⁵ Verhagen 2007 133-134. A módszert kétfzónásnak nevezik, azonban a tengerentúli mintával könnyen összetéveszthető lenne ez a megnevezés.

Két fontos fogalom, illetve mérőszám határozza meg a prediktív modell alkalmasságát. Pontosság (*accuracy*) alatt értendő, hogy milyen százalékban találhatóak meg a magas előfordulási zónában az ismert régészeti lelőhelyek. Precizitás (*precision*) alatt pedig azt, hogy a modell mennyire szűken határozza meg a magas előfordulási zónák területét. A két mérőszám együttesen kell, hogy magas értéket mutasson, hiszen belátható, hogy ha egy pontos, de nem precíz modell esetében az összes lelőhely a magas előfordulási zónába esik, de a közepes és alacsony zónák területe elenyésző lesz. Hasonlóképpen egy pontatlan, de precíz modell esetében csak az ismert régészeti lelőhelyek környéke lesz magas értékű, a többi terület pedig közepes vagy alacsony besorolású.¹⁰⁶ Azonban a két érték közül a pontosság fontosabb, mivel ha nem kerülnek körülhatárolásra a régészeti lelőhelyek, akkor az a modell használhatóságát és a régészeti lelőhelyek épségét veszélyezteti.¹⁰⁷

A prediktív modellek értékelésére és eredményeinek összevetésére több lehetőség is kínálkozik. Ezek egyike a széles körben használatos Kvamme-féle viszonyszám,¹⁰⁸ az alkalmazhatósági érték (*gain statistic*):

$$G = 1 - \frac{p_a}{p_s}$$

ahol p_a – a magas előfordulású területek aránya a teljes területhez képest
 p_s – a magas előfordulású területeken lévő lelőhelyek aránya az összes lelőhelyhez képest

A viszonyszám elfogadható értéke 0,5 feletti, de 0,9 alatti.¹⁰⁹ Utóbbi esetben majd minden lelőhely sikeresen meghatározásra került, az adatbázisok eredendő pontatlansága és a számítások közbeni egyszerűsítések nem teszik lehetővé a 100%-os modell létrehozását. A nagyon alacsony, alacsony és közepes előfordulású területeknek ettől függetlenül lehet negatív alkalmazhatósági értéke, sőt, mivel ezek az értékek fordított arányosságban állnak egymással a magas előfordulások alkalmazhatósági értékéhez képest az alacsony előfordulású területekhez negatív érték kell, hogy társuljon.

¹⁰⁶ Whitley 2003 3.

¹⁰⁷ Verhagen 2007 135.

¹⁰⁸ Kvamme 1988 329.

¹⁰⁹ Verhagen 2007 133-135.

A Kvamme-féle alkalmazhatósági érték azonban különböző modellekre azonos eredményeket is jelenthet. Így például lelőhely terület arányban 60%-30% és a 80%-40% éppúgy 0.5-ös alkalmazhatósági értéket jelent. Ennek kiküszöbölésre szolgál az indikatív érték, amely a fenti jelöléseket használva a $\frac{P_s}{P_a}$ hányados.¹¹⁰

5.2 Az elkészített modellek és jellemzőik

A bizonyítékok súlya módszer alkalmazásakor vizsgáltam a tanulópontok ideális számának kérdését is. Ennek oka, hogy különösen a nagyobb kiterjedésű lelőhelyeknél a korábbiakban ismertetett, vizsgált jellemzők a lelőhely különböző részein eltérőek lehetnek, így a centroid pontok kizárólagos vizsgálata a nagy lelőhelyek esetében félrevezető lehet. Hasonlóképpen igaz ez visszafelé is, ha a nagyobb lelőhelyeket túl sok ponttal határozzuk meg.

A régészeti lelőhelyek területében igen nagy különbségek jelentkeztek, 100-tól 600000 nm²-ig, ezért szükségét éreztem, hogy a valamilyen súlyozás a fentiek ellenére kerüljön a rendszerbe.

Első lépésben az általános, minden régészeti lelőhelyre együttesen kiterjedő prediktív modell elkészítését, másrészt Székesfehérvár, mint város, torzító hatásának mérését végeztem el. A sárréti kistájban ugyanis ez az egyetlen ismert nagyobb város, a középkorban királyi központ, azonban a modellezés során leginkább a „faluszerű”, települések felkutatása volt a cél. Ennek érdekében négy tanulópont fedvényt alakítottam ki a lelőhelyek poligonjai után a székesfehérvári pontokkal és nélkülük valamint a lelőhelyek jellege (telep, temető, templom, vár, bizonytalan) után hasonlóképpen székesfehérvári pontokkal és nélkülük (5.2 ábra).

A két székesfehérvári pontokat tartalmazó modell teljesítménye igen magas, azonban ennek oka, az amúgy is magas előfordulási valószínűségi kategóriába eső Székesfehérvár területén lényegesen több pont található. Ez a Kvamme-féle alkalmazhatósági értéket is nagyban befolyásolja, illetve a pontok eloszlását a négy zóna között. Régészeti szempontból ez a fajta torzítás szintén kerülendő, hiszen a székesfehérvári pontok többsége középkori lelőhelyeket jelent, ezen pontok nélkül készült alapmodellek esetében a jelleg/1 (aljn) modell jobban teljesít, a közepes és magas előfordulású zóna területére jut a lelőhelyek majd 80%-a.

¹¹⁰ Verhagen 2007 134.

4 zónás rendszer

2 zónás rendszer

alps	valószínűség	terület (km ²)	%	pontok száma	%	Kvamme	indikativ érték	terület %	pontok száma	%	Kvamme	indikativ érték
poligon/1	nagyon alacsony	66.75	18.20	12	3.19	-4.70	0.18	72.28	213	56.65	-0.28	0.78
szfv +	alacsony	198.42	54.09	201	53.46	-0.01	0.99					
	közepes	98.20	26.77	149	39.63	0.32	1.48					
	magas	3.47	0.95	14	3.72	0.75	3.94	27.72	163	43.35	0.36	1.56
	össz	366.84	100	376	100			100.00	376	100.00	ratio:	2.00
alpn	valószínűség	terület (km ²)	%	pontok száma	%	Kvamme	indikativ érték	terület %	pontok száma	%	Kvamme	indikativ érték
poligon/1	nagyon alacsony	66.75	18.20	12	4.49	-3.05	0.25	72.28	108	40.45	-0.79	0.56
szfv -	alacsony	198.42	54.09	96	35.96	-0.50	0.66					
	közepes	98.20	26.77	144	53.93	0.50	2.01					
	magas	3.47	0.95	15	5.62	0.83	5.94	27.72	159	59.55	0.53	2.15
	össz	366.84	100	267	100			100.00	267	100.00	ratio:	3.84
aljs	valószínűség	terület (km ²)	%	pontok száma	%	Kvamme	indikativ érték	terület %	pontok száma	%	Kvamme	indikativ érték
jelleg/1	nagyon alacsony	61.44	16.75	15	2.33	-6.18	0.14	44.56	96	14.93	-1.98	0.34
szfv +	alacsony	102.01	27.81	81	12.60	-1.21	0.45					
	közepes	188.65	51.43	422	65.63	0.22	1.28					
	magas	14.74	4.02	125	19.44	0.79	4.84	55.44	547	85.07	0.35	1.53
	össz	366.84	100	643	100			100.00	643	100.00	ratio:	4.58
aljn	valószínűség	terület (km ²)	%	pontok száma	%	Kvamme	indikativ érték	terület %	pontok száma	%	Kvamme	indikativ érték
jelleg/1	nagyon alacsony	56.78	15.48	16	3.07	-4.04	0.20	53.61	109	20.92	-1.56	0.39
szfv -	alacsony	139.86	38.13	93	17.85	-1.14	0.47					
	közepes	154.33	42.07	312	59.88	0.30	1.42					
	magas	15.86	4.32	100	19.19	0.77	4.44	46.39	412	79.08	0.41	1.70
	össz	366.84	100	521	100			100.00	521	100.00	ratio:	4.37

4 zónás rendszer

2 zónás rendszer

alpn2	valószínűség	terület (km ²)	%	pontok száma	%	Kvamme	indikativ érték	terület %	pontok száma	%	Kvamme	indikativ érték
	nagyon alacsony	63.33	17.26	13	4.87	-2.55	0.28					
poligon/1 szfv -	alacsony	171.26	46.69	101	37.83	-0.23	0.81	63.95	114	42.70	-0.50	0.67
	közepes	127.03	34.63	144	53.93	0.36	1.56					
	magas	5.22	1.42	9	3.37	0.58	2.37	36.05	153	57.30	0.37	1.59
	össz	366.84	100	267	100			100.00	267	100.00	ratio:	2.38

4 zónás rendszer

2 zónás rendszer

os0	valószínűség	terület (km ²)	%	pontok száma	%	Kvamme	indikativ érték	terület %	pontok száma	%	Kvamme	indikativ érték
	nagyon alacsony	103.78	28.29	17	10.00	-1.83	0.35	82.05	79	46.47	-0.77	0.57
	alacsony	197.19	53.76	62	36.47	-0.47	0.68					
	közepes	62.12	16.93	75	44.12	0.62	2.61	17.95	91	53.53	0.66	2.98
	magas	3.74	1.02	16	9.41	0.89	9.22	100.00	170	100.00	ratio:	5.26
	össz	366.84	100	170	100							
os5	valószínűség	terület (km ²)	%	pontok száma	%	Kvamme	indikativ érték	terület %	pontok száma	%	Kvamme	indikativ érték
	nagyon alacsony	59.58	16.24	14	3.85	-3.22	0.24	61.17	120	32.97	-0.86	0.54
	alacsony	164.83	44.93	106	29.12	-0.54	0.65					
	közepes	137.76	37.55	216	59.34	0.37	1.58	38.83	244	67.03	0.42	1.73
	magas	4.67	1.27	28	7.69	0.83	6.05	100.00	364	100.00	ratio:	3.20
	össz	366.84	100	364	100							
os10	valószínűség	terület (km ²)	%	pontok száma	%	Kvamme	indikativ érték	terület %	pontok száma	%	Kvamme	indikativ érték
	nagyon alacsony	61.82	16.85	18	3.17	-4.31	0.19	46.48	98	17.28	-1.69	0.37
	alacsony	108.70	29.63	80	14.11	-1.10	0.48					
	közepes	182.17	49.66	373	65.78	0.25	1.32	53.52	469	82.72	0.35	1.55
	magas	14.14	3.86	96	16.93	0.77	4.39	100.00	567	100.00	ratio:	4.16
	össz	366.84	100	567	100							

4 zónás rendszer

2 zónás rendszer

ro0	valószínűség	terület (km ²)	%	pontok száma	%	Kvamme	indikativ érték	terület %	pontok száma	%	Kvamme	indikativ érték
	nagyon alacsony	158.72	43.27	12	10.71	-3.04	0.25	86.46	52	46.43	-0.86	0.54
	alacsony	158.44	43.19	40	35.71	-0.21	0.83					
	közepes	46.11	12.57	51	45.54	0.72	3.62					
	magas	3.57	0.97	9	8.04	0.88	8.26	13.54	60	53.57	0.75	3.96
	össz	366.84	100	112	100			100.00	112	100.00	ratio:	7.37
ro5	valószínűség	terület (km ²)	%	pontok száma	%	Kvamme	indikativ érték	terület %	pontok száma	%	Kvamme	indikativ érték
	nagyon alacsony	78.36	21.36	10	3.76	-4.68	0.18					
	alacsony	191.95	52.32	78	29.32	-0.78	0.56	73.68	88	33.08	-1.23	0.45
	közepes	92.81	25.30	165	62.03	0.59	2.45					
	magas	3.72	1.01	13	4.89	0.79	4.82	26.32	178	66.92	0.61	2.54
	össz	366.84	100	266	100			100.00	266	100.00	ratio:	5.66
ro10	valószínűség	terület (km ²)	%	pontok száma	%	Kvamme	indikativ érték	terület %	pontok száma	%	Kvamme	indikativ érték
	nagyon alacsony	73.40	20.01	15	3.56	-4.62	0.18					
	alacsony	145.51	39.67	70	16.63	-1.39	0.42	59.67	85	20.19	-1.96	0.34
	közepes	135.68	36.99	266	63.18	0.41	1.71					
	magas	12.25	3.34	70	16.63	0.80	4.98	40.33	336	79.81	0.49	1.98
	össz	366.84	100	421	100			100.00	421	100.00	ratio:	5.85

4 zónás rendszer

2 zónás rendszer

ko0	valószínűség	terület (km ²)	%	pontok száma	%	Kvamme	indikativ érték	terület %	pontok száma	%	Kvamme	indikativ érték
	nagyon alacsony	68.67	18.72	13	3.70	-4.05	0.20	73.42	128	36.47	-1.01	0.50
	alacsony	200.66	54.70	115	32.76	-0.67	0.60					
	közepes	86.37	23.54	57	16.24	-0.45	0.69					
	magas	11.14	3.04	166	47.29	0.94	15.57	26.58	223	63.53	0.58	2.39
	össz	366.84	100	351	100			100.00	351	100.00	ratio:	4.81
ko5	valószínűség	terület (km ²)	%	pontok száma	%	Kvamme	indikativ érték	terület %	pontok száma	%	Kvamme	indikativ érték
	nagyon alacsony	62.13	16.94	16	3.19	-4.30	0.19	45.99	69	13.77	-2.34	0.30
	alacsony	106.59	29.06	53	10.58	-1.75	0.36					
	közepes	195.56	53.31	414	82.63	0.35	1.55	54.01	432	86.23	0.37	1.60
	magas	2.56	0.70	18	3.59	0.81	5.15	100.00	501	100.00	ratio:	5.33
	össz	366.84	100	501	100							
k10	valószínűség	terület (km ²)	%	pontok száma	%	Kvamme	indikativ érték	terület %	pontok száma	%	Kvamme	indikativ érték
	nagyon alacsony	50.96	13.89	14	1.60	-7.69	0.12	33.83	64	7.31	-3.63	0.22
	alacsony	73.16	19.94	50	5.71	-2.49	0.29					
	közepes	230.64	62.87	680	77.63	0.19	1.23	66.17	812	92.69	0.29	1.40
	magas	12.08	3.29	132	15.07	0.78	4.58	100.00	876	100.00	ratio:	6.49
	össz	366.84	100	876	100							

A korszakos régészeti modellek (5.3.-5.5 ábra) alapjául ezért a székesfehérvári pontokat nem tartalmazó jelleg/1 (aljn) pontállományt választottam. Ezekből leválogattam a modellezésre –a tanulópontok alacsony száma miatt – alkalmatlan korszakokat, és elkészítettem az őskori, római kori és középkori tanulópont fedvényeket. (Az elkészült modellek a dolgozat végén, a mellékletek között találhatóak – 3.–15. melléklet)

A kisebb számú tanulópont lehetőséget nyújtott arra, hogy a korszakos modellek esetén a tanulópontok optimális számának kérdését tovább vizsgáljam, így a 200000 km²-es lelőhelyek kaptak 5 és 10 pontot, a többi területarányosan, de mindegyik régészeti lelőhely legalább egyet (5.6. ábra).

név	feloldás	pontok száma	pontok száma 200000 km ² = 5	pontok száma 200000 km ² = 10
os0/5/10	őskor	170	364	563
ro0/5/10	római kor	112	266	421
ko0/5/10	középkor	202	501	802

5.6. ábra Régészeti lelőhelyek és a tanulópontok száma

A korszakos modellek mindhárom esetben hasonlóan reagáltak a pontok számának növekedésére. A centroid pontokkal végzett modellezés esetében a pozitív kategóriák 15-25%-os területére esett a tanulópontok 55-65%-a. Az 5 illetve 10 területarányosan elhelyezett pontot tartalmazó korszakos fedvények esetében ugyanez az arány, 40-60%-ra esett a tanulópontok több mint 80 %-a. A pontok számának növelésével tehát, bár a terület is nőtt, de a tanulópontok jelentős többsége a közepes és magas zónába került. Ebből a szempontból a középkori modell teljesített a legjobban, hiszen a tanulópontok több, mint 90%-a a pozitív előrejelző kategóriába esett. E „pontossági változásra” a Kvamme-féle alkalmazhatósági és az indikatív értékek csökkentek így a modellek teljesítménye – és egyúttal precizitása is romlott. Ennek következménye, hogy minden esetben a centroid pontokkal végzett modellezés nyújtotta „statisztikai” értelemben a legjobb értékeket.

Ugyanakkor a közepes zóna minden esetben jelentősen meghaladta a magas előfordulási területek méretét, ami a modell szempontjából kedvezőtlen. A centroid és az 5 pontos vizsgálatok esetén 3% körüli a magas terület aránya, amely mindenképpen alacsonynak számít és csak a 10 pontos területarányos korszakos modellek esetében emelkedik ez az érték 10% fölé, ami már megfelelőnek tekinthető.

Éppen a fenti ellentmondások miatt nehéz megválasztani a tanulópontok ideális számarányát. Látható, hogy a centroid pontokkal készített modellek koncentráltan, kis területen, de csak a tanulópontok kicsit több, mint felét helyezik a magas és közepes zónába. Adott megtelepedési jelleg és korszak kutatása esetén, ahol „pontos” lehatárolás szükséges, mindenképpen célszerű ezt a modell típust választani.

Az egyes régészeti érdekű területek kicsit tágabb, de kevesebb hibát is tartalmazó felosztásához a területarányos tanulópontos módszer alkalmasabbnak látszik.

5.3 A modell ellenőrzése

A modellek ellenőrzésére három forrásból származó adatot használtam fel. Egyrészt a modellezés megkezdése után jutott birtokomba az Archeosztráda Kft 2006-os, Füle és Jenő térségében végzett terepbejárásának eredménye. Másrészt munkámba beépítettem az Eötvös Loránd Tudományegyetem – Bölcsészettudományi Karán a Fejér megyei középkori templomos helyek témában doktori disszertációját író Stibrányi Máté¹¹¹ által bejárt és gyűjtött, a Sárre térségében végzett terepbejárásának eredménye. Ezekon kívül egy egynapos terepbejárást is végeztünk¹¹² Füle és Polgárdi térségében, amely során célzottan, a modell eredményei alapján kerestünk fel magas, közepes és alacsony régészeti előfordulású területeket. Az ellenőrzésre szolgáló adatokat az eredeti adatbázis nem tartalmazta, a templomos helyeknél két esetben középkori régészeti lelőhelyen helyezkedett el a templomos pont, azonban a leírás templomra vonatkozó információt nem tartalmazott. Ezek elkülönítve jelennek meg a táblázatban.

Mivel a modellezés célja elsősorban az általános modell elkészítése volt, másrészt a korszakos modellek igen eltérő képet mutatnak, így az ellenőrzést a székesfehérvári pontokat nélkülöző jelleg/1 (aljn) modellen végeztem el. Kivételt képeztek ez alól a templomos helyek, amelyek biztosan középkoriak, így a ko10 középkori modellen is elvégeztem ezek ellenőrzését (5.7. ábra).

¹¹¹ Az adatok átengedéséért ezúton mondok köszönetet.

¹¹² A terepbejárásban nyújtott segítségért hála illeti kollégáimat: Koller Melindát, Török Ágneszt, Stibrányi Mátét és Nagy Ferencet.

	templomos - alpn modell		templomos - ko10modell		Füle és Jenő terepbejárás 2006	
kategória	db	%	db	%	db	%
magas	3	27.27	1	9.09	1	4.35
közepes	3(+1)	36.36	6(+1)	63.64	15	65.22
alacsony	2(+1)	36.36	1(+1)	18.18	2	8.70
nagyon alacsony	1	9.09	1	9.09	5	21.74
összesen	11	100.00	11	100.00	23	100.00

5.7. ábra A középkori templomos helyek és a 2006-os terepbejárás ellenőrzési eredményei

A templomos helyek, mint speciális, magaslatokat kedvelő jelenségcsoport az általános modellen közepes teljesítményt nyújtanak. Ennek oka, hogy noha a felszínformák csoportosítása során a dombtetők kiemelésre kerültek és ez a csoport minden súlytáblázatban magas előrejelző különbségértéket (C) kapott a végleges modellen azonban több esetben alacsony zónában került. Mivel a másik négy fedvényen rendszerint alacsony, negatív súlyértékek jelentek meg a dombtetőkön. A középkori ko10-es modell esetében, azonban már az ellenőrző pontok 70%-a a magas vagy közepes zónába esett, ami teljes mértékben elfogadható eredmény.

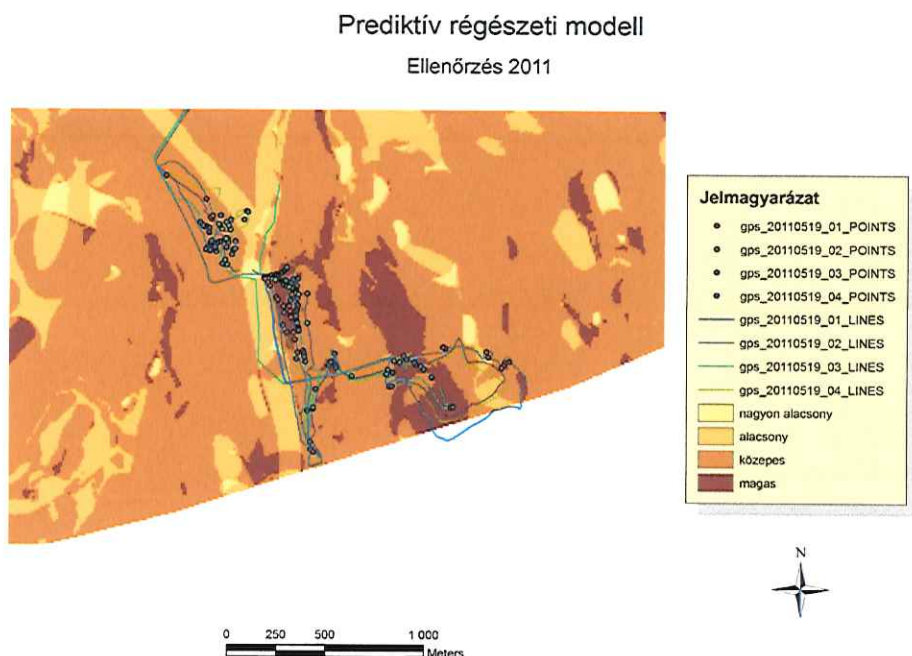
A 2006-os fülei és jenői terepbejárások is hasonló 70%-os eredményt értek el az alpn modellen. A nagyon alacsony kategória 5 pontja (22%) kirívóan magas érték, azonban ezek a lelőhelyek mind egy csoportban helyezkednek el Jenő határában. Az alacsony értékekre jó magyarázatot szolgáltat a sárréti kistáj geomorfológia tagoltsága. A két medence jellegű sík és a két kiemelkedő völgyekkel szabdalta táblarög úgy tűnik ezen a szinten is elkülönítésre kell, hogy kerüljön. Hiszen kivétel nélkül az összes elkészített modellen a Sárrét 50 km²-es területe nagyon alacsony kategóriába esett, azonban ez várható eredmény volt a domborzatmodell pontosságának, valamint a természetföldrajzi és az ismert régészeti adatok tükrében. Ekkora terület pedig az összes hasonló, a táblarög belsejében lévő kisebb, de hasonlóan medence jellegű lelőhely nélküli terület különbség- és megbízhatósági értékét jelentősen lerontotta. A kitettség, felszínforma és lejtőkategória esetében negatív értéket kapott a terület, a víztől való távolság fedvényen nem esett a három övezetbe, egyedül a talajtípus (FDT) kapott pozitív megbízhatósági értéket (5.8. ábra).

	terület (km ²)	pontok száma	különbségérték (C)	megbízhatóság C/s(C)	megfelelő	súly
kitettség	63.91	14	-1.3387	-4.8757	igen	-1.2011
víztől távolság	421.29	36	0.0000	0.0000	nem	0.0000
FDT	61.91	55	0.2453	1.6211	igen	0.1995
felszínformák	204.59	112	-0.5566	-4.4882	igen	-0.2848
lejtőkategória	61.96	14	-1.3008	-4.7378	igen	-1.1697

5.8. ábra A jení ellenőrzési terület súly és megbízhatósági értékei

5.3.1 A fülei és polgárdi ellenőrző terepbejárás

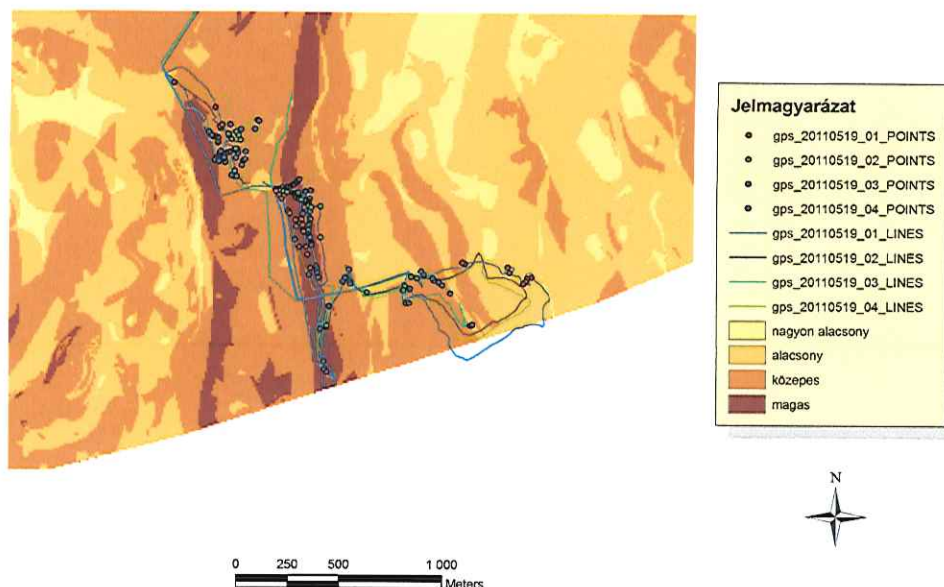
A GPS segítségével folytatott terepbejárás esetében már nem csak konkrét lelőhely poligonokat, hanem a lehatárolás alapját képező kerámatöredékek helyét is ismertem. Füle és Polgárdi térségének kiválasztását továbbá az is indokolta, hogy a két település területe a 2006-os adatokat leszámítva „üres folt”, azaz ismert lelőhely nélküli térség. Az alpn2 és aljn modellt is vizsgáltam, melyek között a különbséget az eltérő felszínforma értékek jelentik. Az aljn modell a nagyobb kiemelkedéseket, míg az alpn2 modell a kisebb kiemelkedéseket emelte ki. Az alpn2 modell a terepbejárás eredményei (5.9, 5.10. ábra) alapján sokkal jobban teljesített, a régészeti lelőhelyek szinte kivétel nélkül a közepes és magas kategóriában helyezkedtek el.



5.9. ábra Az alpn2 modell ellenőrzése 2011-ben

Prediktív régészeti modell

Ellenőrzés 2011



5.10. ábra Az aljn modell ellenőrzése 2011-ben

A modell teljesítménye a kézi GPS alkalmazásával nem fejezhető ki pusztán arányokkal, bár azok igen meggyőzőek (5.11. ábra). Sokkal fontosabb, hogy azok a helyek, ahol a modell magas előfordulást jelzett előre, amúgy a jelenlegi terepbejárás ismereteink alapján potenciális lelőhelynek számítanak-e. Három esetben a modell „nem várt” helyen mutatott ki lelőhelyet és mindhárom ilyen területen pozitív lett a terepbejárás eredménye. Másrészt két területen, mely ideális területnek látszott, de az alacsony zónába esett nem is került elő régészeti lelőhely.

kategória	alpn2		aljn	
	db	%	db	%
nagyon alacsony	0	0.0	0	0.0
alacsony	40	11.4	48	13.6
közepes	208	59.1	213	60.5
magas	104	29.5	91	25.9
össz	352	100.0	352	100.0

5.11. ábra Az ellenőrzés eredménye

További megfigyelés, hogy a területen az előzetes felmérés alapján a szokotthoz képest jóval több újkori kerámia jelentkezett. Ennek hátterében talán az húzódik, hogy a 18-19. századi megtelepedések néhol még szintén a természetföldrajzi és környezeti tényezők megfelelő kiválasztásán alapulnak.

6 A modellezés tanulságai, lehetséges irányai

A modellezés ellenőrzése során kapott pozitív visszajelzések bizakodásra adnak okot a prediktív régészeti modellek magyarországi alkalmazását illetően. Az eredmények kritikai szemlélete azonban elengedhetetlen a hazai kutatás jelen fázisában.

Az ASTER domborzatmodell használata anyagi okokból, mint szükségmegoldás elkerülhetetlen volt. Számos, a tájban lévő kisebb magassági változás felismerése emiatt elmaradt. Jól kimutatható ez a magaslatot kedvelő középkori templomos lelőhelyek esetében. Egy pontosabb és részletesebb domborzatmodell alkalmazása elengedhetetlen a továbbiakban. Különösképpen azért, mert a modell által felhasznált információk nagy része innen származik. A Magyarország Kistájainak Katasztere tájbeosztása megfelelő kiindulási alap a területek lehatárolásához, azonban mint látható volt, előzetesen mindenképpen szükséges az egyes kistajak területének geomorfológiai képét áttekinteni és szükség esetén tovább osztani, vagy éppen összevonni.

A vízrajz esetében hasonlóképpen a folyásirányok meghatározása pontosabb domborzatmodellel jobb lehetőséget szolgáltatna. A MÁFI FDT azonban vízrajzi kérdésekben, a „vizes övezetek” használatában megkerülhetetlen, éppúgy, mint a talajtani kategóriák lehatárolásakor.

A régészeti adatok esetében bemutatott GPS terepbejárási alkalmazása és ennek nyilvántartása véleményem szerint elengedhetetlen, mivel a domborzatmodellek pontosításával ez marad az egyetlen „pontatlan” adatforrás. Különösen a tanulópontok számának növelésével kerül ez a kérdés előtérbe, amelynek fő célja a nagyobb területeken található eltérő fedvényértékek felhasználása és beépítése.

Az elkészült modellek eredményeit szemlélve szembetűnő a magas régészeti érdekű területek kis mérete, illetve a nagyon alacsony zónába sem „kellene”, hogy ismert régészeti lelőhely essen. Mindamellet, hogy prediktív modellezés a lelőhelyek „nagy átlagát” keresi, kivételek ez alól mindig lesznek. Éppen ezért a zónák közötti határok meghúzásán szükséges javítani, különösen a magas területekén, hogy a modellek a pontosság mellett precízek is legyenek. Ennek érdekében szükséges az egyes fedvények kategóriáit akár átalakítani is, teszteléseket folytatni annak érdekében, hogy milyen adatok segítik elő a jobb modellek készítését. Nagy potenciált látok éppen ezért a talajtani adatok további alkalmazásában.

A felhasznált adatoknak előzetes várakozással szemben csak kis része került a modellben ténylegesen felhasználásra. Nagy mennyiségű „passzív”, a bizonyítékok súlya módszer alkalmazása miatt kimaradó adat halmozódik fel ugyanakkor egy prediktív modell készítése során. Semmiképpen sem szabad azonban szem elől téveszteni, hogy ez az adatok is – mint írásos források, vízgyűjtő terület, stb... - mind-mind a modell szerves alkotórészei és ezek nélkül a táj pontosabb megismerése maradna el.

E „passzív” adatok kihagyása azonban hatalmas hiba lenne. A prediktív modellezés során az egykori emberi megtelepedések természetföldrajzi tényezőit vizsgáljuk elsősorban, és ezen „háttér adatok” nélkül az indikátornak választott fedvények kategorizálása nem lenne megalapozott. A környezeti tényezők mellett azonban számolni kell kultúrspecifikus jellemzőkkel is, melyek jelenleg még nehezen körvonalazhatóak a prediktív modell szintjén. A pontosabb korszakos modellek célja hosszútávon éppen ezért a környezeti tényezők alapján ezek a kultúrspecifikus jellemzők egy részének felismerése.

Maga az ArcGIS szoftver kiváló környezetet biztosított a modellezéshez. A beágyazható eszközök és kiterjesztések nagy száma, a látványos – akár háromdimenziós - megjelenítés mind-mind fontos a modellek megalkotásában és megjelenítésben.

Mindenképpen ajánlott az egyes modellek esetében, hogy feltüntetésre kerüljön a modellezés kiinduló helyzete. A terület és az ismert lelőhelyek száma és aránya olyan mérőszámok, amelyeket egyelőre nem sikerült a modell pontosságához kötni, azonban sokat elárulhat egy modelltől, hogy az európai 1-1,5 lelőhely/km² átlaghoz képest honnan indul,¹¹³ illetve milyen eredményeket szolgáltat.

¹¹³ Reményi – Stibrányi 2010. megjelenés alatt

7 Felhasználók, adatvédelem, bővítési lehetőségek

A prediktív régészeti modellek két fő célcsoportja a régészet és a földmunkával járó, és így régészeti munkát igénylő beruházások. A régészeti oldal szerepe egyértelmű, minél több lelőhelyet azonosítunk, annál inkább tudjuk védeni őket az utókor számára, másrészt jobb technikai szinten több eredmény és adat nyerhető ki ugyanabból a régészeti lelőhelyből. Mivel a jelenlegi hazai trend szerint szinte kizárólag beruházást megelőzően végeznek régészeti feltárásokat, a beruházói oldal érdeklődését ilyen modellek után főként a költséghatékonyság mozgathatja. A régészeti feltárások időben elhúzódóak, és költségesek lehetnek, egy jól működő modell esetében azonban a beruházás helye még a döntés-előkészítő stádiumban megváltoztatható egy régészetileg kevésbé érintett területre. A módszer további előnye, hogy adott, matematikailag meghatározott mérőszámokkal és hibaszázalékokkal meg lehet határozni a prediktív modell elvárható pontosságát és megbízhatóságát.

Az adatvédelmi kérdéseknél ugyanazok a kérdések merülnek fel, mint a régészeti topográfiai térképek esetében. Milyen pontosságú térképeket érdemes közzétenni, hogy a régészeti lelőhelyrongálókat már ne vezesse a lelőhelyekre, de a közzétett információ még hasznos legyen. Különösen fontos ez annak tekintetében, hogy a megfelelő prediktív régészeti modell országos szinten akár több tízezer régészeti lelőhely helyét mutathatja meg. Ez már olyan mennyiség, aminek adatvédelme pontos szabályozást követel meg. Megfontolandó azonban továbbá az, hogy a modell nem mutatja meg – geodéziai értelemben – az addig ismeretlen régészeti lelőhelyek helyzetét, hanem egy övezetet határoz meg, amelyen belül adott valószínűséggel fordul elő lelőhely.

Vizsgálandó továbbá, hogy az elkészült modell mindenféle módosítás és finomhangolás nélkül képes-e ugyanolyan hatékonysággal régészeti lelőhelyek kimutatására síkvidéken, dombos vidéken vagy hegységekben. A szakdolgozat tapasztalatai alapján – ha a Sárrét negatív hatására gondolunk a jenői ellenőrző mérések esetében – kijelenthető, hogy mindenképpen már a modellezés kezdete előtt ezeket az elütő természetföldrajzi formákat el kell különíteni. A Magyarország Kistájainak

Katasztere¹¹⁴ a sárréti hiba ellenére még mindig megfelelő kiindulópontnak kínálkozik a táj lehatárolására.

Előremutatóak a kutatások az „alternatív” prediktív modellezés kapcsán is, ahol hasonló megbízhatósággal, de más adatokból építkeznek. Egy spanyolországi modellben¹¹⁵ egy központ, a földminőség, az optimális energiafelhasználás és az ember által egy nap alatt megtehető út ismeretében határozták meg a megtelepedési zónákat. A hagyományos modellekkel szemben problémát jelent, hogy a modell tervezési fázisában jelentős elméleti ismeretet – mint a minimális energiabefektetés, településhálózati vizsgálatok - használ fel.

Végül azt is érdemes figyelembe venni, hogy egy ilyen adatbázis felépítése költséges és hosszadalmas, célszerű tehát a prediktív modellezésen kívül egyéb régészeti szempontú feladatokat köré csoportosítani. A prediktív modell elkészülése után, az annak pontosságát és megbízhatóságát ellenőrző terepbejárások helyszínének kiválasztását nagyban megkönnyíthetné, ha a CORINE felszínborítottság adatbázis alapján csak terepbejárásra alkalmas színhelyeket – például szántóföldeket - választanának ki.

Mivel a modell tartalmazza a talajtani térképeket, ismert nyersanyaglelőhelyek kiválasztása és fedvénybe rendezése hasonlóképpen támogatná a régészethez kapcsolódó interdiszciplináris kutatásokat, amelyek alapján¹¹⁶ számos alkalommal sikerült bizonyítani tárgyak származási helyét anyagösszetételük alapján. Például kerámiákból készített csiszolatok ásványi anyagtartalmát, fémek kémiai összetételét környező vagy távoli nyersanyaglelőhelyekhez lehet kötni, amennyiben összetételük speciális, de legalábbis jellegzetes. Így határozták meg az őskori obszidiánok, várak építőanyagául szolgáló kövek, téglák, a limoges-i zománcozású fémtárgyak, ritka kerámiák, üveggyöngyök származási helyét, melyekből mind-mind kereskedelmi kapcsolatra, közlekedési viszonyokra, stb. következtethet a régészet.¹¹⁷

¹¹⁴ MKK 2010

¹¹⁵ Verhagen 2007 169-191.

¹¹⁶ Mikroszkóppal 2010.

¹¹⁷ Verhagen 2007 29-40., Franck 2008 164-170.

8 Prediktív régészeti modellezés bevezetési terve Magyarországon

A nyugat-európai szakirodalom alapján is látható, hogy a prediktív régészeti modellek pontossága és megbízhatósága még további fejlesztéseket igényel, azonban az eddig elért eredmények arra mutatnak, hogy a módszer mindenképpen használható. Hazai viszonylatban bevezetésének első lépése mindenképpen az, hogy kisebb mintaterületeket, esetleg néhány megyét kiválasztva többféle modellt állítsunk fel. Kínálkozik a közép- és kistájak területe szerinti bontás, ahol közelítőleg hasonló természeti környezetben foglalkozhatunk a régészeti lelőhelyek előfordulásával. A módszer hatékonyságát növelné, ha már ebben a fázisban a környezetrekonstrukciót elősegítő tudományágak képviselőit is sikerülne bevonni a kutatásba. A mintaterületek terepbejárását követően a Kulturális Örökségvédelmi Hivatal, mint a jelenleg hatályos felügyeleti, nyilvántartási szerv láthatná el a prediktív modellek ellenőrzését. Hiszen a különböző, nem a prediktív modellek vizsgálatához tartozó terepbejárások és ásatások eredményei a Hivatalba futnak be. Így idővel elegendő ellenőrző minta után¹¹⁸ látható lenne, mely modelltípusok használhatóak, milyen megbízhatósággal, illetve hol szükséges korrekciót elvégezni. Mindeközben a tudományos körökben is szükséges a módszer előnyeit és hátrányait bemutatni, népszerűsíteni és a prediktív régészeti modelleket a lelőhely-meghatározási tudományágak körébe beépíteni.

Távolabb tekintve a módszer hatékonyságának függvényében ezt követően szükséges már a környezetrekonstrukciót segítő tudományágak képviselőit is bevonni a kutatásba és kidolgozni egy országos modellt. Ahogy fentebb utaltam rá, ez valójában több kisebb, a kistájakon alapuló modell készítését jelenti. Ismét egy hosszabb fázis célja lenne az országos modell hatékonyságának vizsgálata. Pozitív visszajelzés esetén akár a holland mintáig is eljuthatunk, ez azonban még igen távoli, és alapvető kérdéseket vet fel. Úgymint érdemes-e minden ponton követni a holland mintát, illetve milyen védelemben részesítjük az alacsony előfordulású zónába esetlegesen eső lelőhelyeket. Véleményem szerint – bár törekedni kell rá - tökéletes modellt nem tudunk létrehozni, mivel az emberi megtelepedést, illetve az emberi szokásokat csak egy pontig tudjuk

¹¹⁸ Ettől függetlenül a modell ellenőrzésének meg kell történnie.

általánosítani, kivételek mindig lesznek, ahogy az ellenőrzés során ez Jenő esetében is látható volt.

A modellezés, és az egyes részfeladatok tesztelése során több esetben olyan problémákba ütköztem, melyek kifejtésére nem állt rendelkezésre elegendő idő. Ilyen például az árvizek, felszínborítottság, eróziós hatások, tektonikus mozgások, domborzati változások modellezése. Ezek a témák, bár a modell pontosítását eredményezték volna, egy későbbi időpontban, akár cikksorozatként kerülnek terveim szerint feldolgozásra. E részfeladatok jelentenék – az egyenlőre munkahipotézisként létező - pontosabb korszakos prediktív modellek alapjait is egyben. A korszakonkénti domborzatmodellek, és az ezekből levezetett vízrajzi modellek – mint látható volt – nagyban befolyásolhatják a modellek pontossági értékét. Továbbá ezek a korszakos modellek vezethetnek el oda, hogy a régészeti korokra és kultúrákra vonatkozó térbeli mintázatok váljanak meghatározhatóvá vagy megérthetővé.

9 Összegzés

A prediktív régészeti modellek létrehozása és fejlesztése 20-30 éve folyik Nyugat-Európában és Észak-Amerikában. A hazai viszonylatban ez a módszer azonban még nem terjedt el, kialakításra és igazításra szorul, a szakmai elfogadottságról nem is beszélve. Nem lehet azonban eléggé hangsúlyozni, hogy a módszer e hibák ellenére működőképes, és a technikai lehetőségek további javulásával csak újabb lehetőségek nyílnak majd meg előtte.

Az emberi megtelepedés környezeti tényezőinek kategorizálása (hiszen bármennyire is szépítjük a dolgot, valójában a prediktív régészeti modell ezt teszi), bizonyos természeti jellemzők alapján már lehetséges, ahogy a nemzetközi szakirodalom is mutatja. Az elvárt eredményeket a kutatás jelenlegi fázisában azonban még kritikával kell kezelnünk. Egyrészt azért, mert a prediktív modellek pontosságát főként a bevitt régészeti adatok pontossága határozza meg, és a jelenlegi hazai nyilvántartás ez ügyben fejlesztésre szorul. A kézi GPS készülékek alkalmazása a terepbejárásokon éppen ezért is lenne kulcsfontosságú a továbbiakban, valamint a GPS-vel történő felmérés tényének rögzítése a régészeti adatbázisban. Másrészt a modellezés számos pontján a rendelkezésre álló információk mennyisége, minősége, használhatósága miatt egyszerűsítéseket kellett tenni.

Figyelembe véve azonban, hogy a magyarországi topográfiai munkák az elmúlt 40-50 évben az ország területének 13-15%-ról gyűjtöttek szisztematikusan régészeti adatokat, és összességében becslések szerint az ország lelőhelyállományának 20-30%-t¹¹⁹ ismerjük, mindenképpen gyorsabb eredményre számíthatunk a prediktív régészeti modellek használatával és fejlesztésével. Előremutató jelként értelmezhető, hogy a hazai régészet is egyre inkább támaszkodik az interdiszciplináris kutatásokra. Ha ez a tendencia folytatódik, a prediktív régészeti modellek hasznos eredményeket alkalmazhatnak a kutatásokból. Nem elhanyagolható előny továbbá, hogy a modellezés végterméke egy bárki számára érthető, színskódos térkép, amely a régészeti érdekű területeket mutatja meg. Továbbá az alapjaiban bölcsészettudomány köreibe tartozó régészet megbízhatósággal, valószínűségszámítással való számszerűsítése egy újabb lépés a beruházói oldal műszaki igényei és a régészeti adatok pontosítása felé.

¹¹⁹ Reményi – Stibrányi 2010. megjelenés alatt

A prediktív régészeti modellek esetében a fő elvi kérdés, hogy hagyatkozhatunk-e valaha is teljesen egy adatmodellre, legyen az bármennyire is jó, és megalapozott, szemben a hagyományos lelőhely-felderítési módszerekkel, amikor a kulturális örökség megóvásáról, gondozásáról és feltárásáról van szó. Azt gondolom, a két módszer együttes alkalmazása jelentheti a kutatás előrelépését.

A szakdolgozat fő kérdésére tehát, hogy van-e létjogosultsága a prediktív régészeti modellezésnek Magyarországon, a jelen szakdolgozat eredményei alapján határozottan igennel kell felelnünk. Azonban nem szabad elfeledni eközben, hogy számtalan megoldásra váró probléma van még a prediktív régészeti modellezés témakörében. Az út amelyen elindultunk hosszú és rögös, de jó irányba tart.

10 Irodalomjegyzék

- Ádám et al. 1959 dr. Ádám László – Marosi Sándor – dr. Szilárd Jenő_ A Mezőföld természeti Földrajza. Budapest, 1959.
- Arcanum 2004 Az első katonai felmérés — Magyar Királyság. Arcanum, 2004.
- Arcanum 2005 A Második katonai felmérés: Magyar Királyság és a Temesi Bánság. Arcanum, 2005.
- Arcanum 2007 Harmadik katonai felmérés 1869-1887, Osztrák-Magyar Monarchia. Arcanum, 2007.
- Arc-WofE 1998 Arc-WofE User Guide. Weights of Evidence Extension for ArcView and Spatial Analyst.
<http://www.ige.unicamp.br/wofe/documentation/wofehome.htm>
- Bintliff 1992 John Bintliff: Interaction between archaeological sites and geomorphology. In: Cuaternario y Geomorfologia 6 (1992) pp. 5-20.
- Bíró 2006 Bíró Marianna: A történeti térképekre alapuló vegetációrekonstrukció és alkalmazásai a Duna-Tisza közén. Kézirat, PhD értekezés, Pécsi Tudományegyetem. Pécs, 2006
- Bíró et al. 2010 Bíró Marianna – Horváth Ferenc – Bölöni János – Molnár Zsolt: Vegetációs adatbázisok és a CORINE felszínborítási térkép szintézisének módszertani kérdései az Ipoly-vízgyűjtő növényzeti térképe kapcsán. In: Tájökológiai Lapok 8 (2010) pp. 607-622.
- Boos et al. 2010 Sike Boos – Sabine Hornung – Hartmut Mueller: Considering Uncertainty in Archaeological Predictive Modelling: A Case Study in Southern Rhineland-Palatine (Germany). In: Remote Sensing for Science, Education and Natural and Cultural Heritage. Szerk.: Rainer Reuter. Oldenburg, 2010. pp. 81-88.
http://www.earsel.org/symposia/2010-symposium-Paris/Proceedings/EARSeL-Symposium-2010_2-04.pdf
- Bölöni – Molnár – Kun – Bíró 2007 Bölöni János – Molnár Zsolt – Kun András – Biro Marianna: Általános Nemzeti Élőhely-osztályozási rendszer. Kézirat MTA-ÖBKI, Vácrátót, 2007. https://msw.botanika.hu/META/0_publikaciok/Boloni_Molnar_Kun_Biro_2007_ANER_2007.pdf

- Deeben 2008 De Indicatieve Kaart van Archeologische Waarden, derde generatie. Szerk.: Deeben J.H.C. Archeologische Monumentenzorg 155. Amersfoort, 2008.
- Ducke 2010 Benjamin Ducke: Regional Scale Predictive Modelling in North-Eastern Germany. In: Beyond the Artifact – Digital Interpretation of the Past. Proceedings of CAA2004. Budapest, 2004. pp. 296-301.
- Ejstrud 2003 Ejstrud, B. 2003: Indicative Models in Landscape Management. Testing the methods. In: Landschaftsarchäologie und Geographische Informationssysteme: Prognosekarten, Besiedlungsdynamik und prähistorische Raumordnungen. The Archaeology of Landscapes and Geographic Information Systems: Predictive Maps, Settlement Dynamics and Space and Territory in Prehistory. Szerk.: Kunow, J. - J. Müller. Archäoprognose Brandenburg I /Forschungen zur Archäologie im Land Brandenburg 8, Wünsdorf: pp. 119-134.
- Fairclough – Rippon 2002 Graham Fairclough – Stephen Rippon: Europe's Cultural Landscape: archaeologists and the management of change. Brüssel 2002.
- Fekete 2008 Fekete Csanád: Predictive archaeological modelling in Somogy county. In: Somogy Megyei Múzeumok Közleményei 18 (2008) pp. 147-156.
- Fischl 2008 P. Fischl Klára_ Adatbázis a Borsodi Mezőség és a Borsodi Ártér prediktív régészeti lelőhely meghatározáshoz. DVD. Herman Ottó Múzeum, Miskolc 2008.
- Franck 2008 Sara Franck: Spectral and GIS Analysis for Quarry Location in Ancient Messene, Greece. In: Layers of Perception. Proceedings of the 35th International Conference on Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology (CAA), Berlin, April 2–6, 2007. Bonn, 2008 pp. 164-170.
- Gál – Juhász – Sümegi 2006 Gál Erika – Juhász Imola – Sümegi Pál: Environmental Archaeology in North-Eastern Hungary. Budapest, 2006
- Horváth et al. 2007 Horváth F., Molnár Zs., Bölöni J., Pataki Zs., Polgár L. Révész A., Oláh K., Krasser D., Illyés E. (2008): Fact sheet of the MÉTA Database 1.2. Acta Botanica Hungarica 50 pp. 11-34.
- Ilon 2002 Ilon Gábor: A leletfelderítés hagyományos módja. In: A régésztechnikus kézikönyve I. Szerk.: Ilon Gábor. Szombathely, pp. 2002. 28-42.

- Jankovich 1993 Jankovich-Bésán Dénes: A felszíni leletgyűjtés módszerei és szerepe a régészeti kutatásban. Budapest, 1993.
- Jayathissa 2010 Halvithana Jayathissa: Combined statistical and dynamic modeling for real time forecasting of rain induced landslides in Matara district, Sri Lanka – a case study. http://tobias-lib.uni-tuebingen.de/volltexte/2011/5384/pdf/AllChapters_LastPrinted.pdf
- Jenness 2006 Jeff Jenness: Topographic Position Index v 1.2 2006
<http://arcscrippts.esri.com/details.asp?dbid=15996%20>
- Kamermans et al 2009 Archaeological Prediction and Risk Management. Alternatives to Current Practice. Szerk.: Hans Kamermans – Martijn van Leusen – Philip Verhagen. Archaeological Studies Leiden University 17. Leiden, 2009.
- Kamermans 2010 Hans Kamermans: The Application of Predictive Modelling in Archaeology: Problems and Possibilities. In: Beyond the Artifact – Digital Interpretation of the Past. Proceedings of CAA2004. Budapest, 2004. pp. 273-277.
- Kvamme 1988 Kenneth L. Kvamme: Development and Testing of Quantitative Models. In: Quantifying the present and predicting the past: Theory, method, and application of archaeological predictive modeling. Szerk.: James W. Judge - Lynne Sebastian - Jeffrey H. Altschul. Denver, 1988. pp. 325-428.
- Louwe Kooijmans 1980 Dr. Leendert P. Louwe Kooijmans: Archaeology and Coastal Change in the Netherlands. In: Archaeology and Coastal Change Szerk.: F. H. Thompson London, 1980 pp. 106-133.
- Louwe Kooijmans 1982 Dr. Leendert P. Louwe Kooijmans: Archaeology and Geology of the western Netherlands. Excursion guide of the congress on Prehistoric Settlement Patterns Around the Southern North Sea. Leiden, 1982
- Mesterházy 2010 Mesterházy Gábor: Árpád-kori településrészlet Székesfehérvár-Kisfaludon. Kézirat 2010.
- Mikroszkóppal 2010 Mikroszkóppal a régészet szolgálatában. Szerk.: Ilon Pető Ákos – Kreiter Attila Budapest, 2010.
- MKK 1990 Magyarország kistájainak katasztere I-II. Szerk.: Marosi Sándor – Somogyi Sándor Budapest, 1990
- MKK 2010 Magyarország Kistájainak Katasztere. Szerk.: Dövényi Zoltán. Budapest, 2010.

- Nykänen –
Salmirinne
2007 Vesa Nykänen – Heikki Salmirinne: Prospectivity Analysis of Gold Using Regional Geophysical and Geochemical Data from the Central Lapland Greenstone Belt, Finland. In: Geological Survey of Finland 44. pp. 251-269. 2007.
- Padányi-
Gulyás 2010 Padányi-Gulyás Gergely: Prediktív modellezés a Zsámbéki-medencében. http://www.agt.bme.hu/szakm/software/pgg_terinfo_szoftverism_01.pdf
- Padányi-
Gulyás 2011 Padányi-Gulyás Gergely: Régészeti célú prediktív modellezés a Sárvíz völgyében. Szakdolgozat BME, 2011.
- Petrovszki
2009 Petrovszki Judit: Archív térképek használata a környezeti földtudományban: esettanulmány a Körösök vidékéről. In: Geodézia és Kartográfia 2009/2 pp. 28-31.
- Rapp – Hill
2006 Georgia Rapp – Christopher L. Hill: Geoarchaeology – The Earth-Science Approach to Archaeological Interpretation. New Haven – London 2006
- Redman –
Watson 1970 Charles L. Redman – Patty J. Watson: Systematic, intensive surface collection. In: American Antiquity 35 (1970) pp. 279-290.
- Reményi –
Stibrányi 2010 Reményi L. Stibrányi M.: Régészeti topográfia: ugyanaz másként. Budapest, 2010. sajtó alatt
- Sawatzky et al.
2009 Don Sawatzky – Gary Raines – Greame Bonham-Carter: Spatial Data Modeller (SDM): ArcMAP 9.3 geoprocessing tools for spatial data modeling using weights of evidence, logistic regression, fuzzy logic and neural networks. http://www.ige.unicamp.br/sdm/default_e.htm
- Stark – Farrell
– Mulholland
2008 Stacey L. Stark – Dr. Patrice M. Farrell – Dr. Susan C. Mulholland: Methods to incorporate Historic Surface Hydrology Layer in Mn/Model [Phase 4] Using Existing Geographic Information System Data. Final Report Saint Paul, 2008.
- Stibrányi 2008 Stibrányi Máté: A Sárvíz középkori településhálózatának vázlata, avagy a templom és a hozzá vezető út. In: Alba Régia 37 (2008) pp. 189-212.
- Táj és
történelem
2000 Táj és történelem: Tanulmányok a történeti ökológia világából. Szerk: R. Várkonyi Ágnes Budapest, 2000.
- Verhagen 2007 Case studies in archaeological predictive modelling. Szerk.: Philip Verhagen. Leiden, 2007.

- Whitley 2003 Thomas Whitley: Causality and Cross-Purposes in Archaeological Predictive Modelling. CAA Conference in Vienna, Austria April 8-12, 2003.
<http://www.brockington.org/research/papers/Whitley-2003-Causality.pdf>
- Wollák 2009 Wollák Katalin: Listing – precondition of protection? In: Listing Archaeological Sites, Protecting the Historical Landscape. Szerk: A. C. Schut
- Zatykó – Zatykó Csilla – Juhász Imola – Sümegi Pál: Environmental Archaeology
Juhász – in Transdanubia. Budapest, 2007
Sümegi 2007

11 Ábrák jegyzéke

2.2. ábra A Sárrét szelvénye Ösinél (Ádám et al. 1959 127).....	7
2.3. ábra A Sárrét vizei	8
3.1. ábra Függvénykapcsolat a régészeti lelőhelyek a fedvények adattartalma között	10
4.1. ábra Régészeti terepbejárások Magyarországon (Ilon 2002 alapján kiegészítésekkel)	17
4.2. ábra Topográfiai térkép.....	18
4.3. ábra A GPS alkalmazása a lelőhelyek lehatárolásában	19
4.4. ábra Régészeti lelőhelyek száma kor szerinti megosztásban a vizsgált területen	20
4.5. ábra Korszakos régészeti lelőhelyek tengerszint feletti magassága	22
4.6. ábra Folyásirányok a Sárréten	23
4.7. ábra Vízmedrek (flow accumulation)	24
4.8. ábra A domborzat végett "hibás" vízrajzi modellezés	24
4.9. ábra A "cost distance" vizsgálat kategóriái	26
4.10. ábra A "cost distance" vizsgálat eredménye	26
4.11. ábra A talajtípusok összevonása, az utána kialakult csoportok	27
4.12. ábra Földtani Digitális Térkép kivágata újraosztályozás után	28
4.13. ábra A domborzatmodellek pontossága.....	29
4.14. ábra Az ASTER GDM a kiinduláskor	29
4.15. ábra Az ASTER GDEM a javítás után	30
4.16. ábra A bizonyítékok súlya táblázat lejtőkategóriák esetén.....	30
4.17. ábra Lejtőkategóriák a Sárréten	31
4.18. ábra Kitéttesség (aspect)	32
4.19. ábra TPI értékek meghatározása.....	33
4.20. ábra A "kis távolság (Small Neighborhood).....	33
4.21. ábra A "nagy távolság" (Large Neighborhood)	34
4.22. ábra A felszínformák meghatározása SN és LN alapján	34
4.23. ábra A felszínformák meghatározása (landform classification)	35
4.24. ábra Erdőgazdálkodás az első és a második katonai felmérésen	38
4.25. ábra A prediktív régészeti modell főbb adattartalma adat- és objektumtípus szerint.....	40
4.26. ábra A prediktív modell által felhasznált fedvények	41
4.27. ábra A prediktív modell egyszerűsített folyamatábrája	41
5.1. ábra A négyzónás rendszer kategorizálása	43
5.2. ábra Az általános modellek eredményei	46
5.3. ábra	46
5.4. ábra	46
5.5. ábra	46
5.6. ábra Régészeti lelőhelyek és a tanulópontok száma.....	51
5.7. ábra A középkori templomos helyek és a 2006-os terepbejárás ellenőrzési eredményei	53
5.8. ábra A jenői ellenőrzési terület súly és megbízhatósági értékei	54
5.9. ábra Az alpn2 modell ellenőrzése 2011-ben.....	54
5.10. ábra Az aljn modell ellenőrzése 2011-ben.....	55
5.11. ábra Az ellenőrzés eredménye	55

12 Mellékletek

1. A lejtőkategóriák fokra, illetve a távolság időre történő átszámítása
2. A felszínformák meghatározásának kategóriái
3. Az alps modell
4. Az alpn modell
5. Az aljs modell
6. Az aljn modell
7. Az os0 modell
8. Az os0 modell
9. Az os0 modell
10. A ro0 modell
11. A ro0 modell
12. A ro0 modell
13. A ko0 modell
14. A ko0 modell
15. A ko0 modell

1. mellékelet A lejtőkategóriák fokra, illetve a távolság időre történő átszámítása

	lejtő%					lejtő fok				
lejtő%	v	s	t (h)		lejtő%	v (km/h)	fok	s (km)	t (h)	t (perc)
0	5.04	0.01	0.00199		0.00	5.04	0	0.01	0.00199	0.12
1	4.86	0.01	0.00206		1.75	4.74	1	0.01	0.00211	0.13
2	4.70	0.01	0.00213		3.49	4.46	2	0.01	0.00224	0.13
3	4.53	0.01	0.00221		5.24	4.19	3	0.01	0.00239	0.14
4	4.38	0.01	0.00228		6.99	3.94	4	0.01	0.00254	0.15
5	4.23	0.01	0.00237		8.75	3.71	5	0.01	0.0027	0.16
6	4.08	0.01	0.00245		10.51	3.49	6	0.01	0.00287	0.17
7	3.94	0.01	0.00254		12.28	3.28	7	0.01	0.00305	0.18
8	3.81	0.01	0.00263		14.05	3.08	8	0.01	0.00325	0.19
9	3.68	0.01	0.00272		15.84	2.89	9	0.01	0.00346	0.21
10	3.55	0.01	0.00282		17.63	2.72	10	0.01	0.00368	0.22
11	3.43	0.01	0.00292		19.44	2.55	11	0.01	0.00392	0.24
12	3.31	0.01	0.00302		21.26	2.39	12	0.01	0.00418	0.25
13	3.20	0.01	0.00313		23.09	2.25	13	0.01	0.00445	0.27
14	3.09	0.01	0.00324		24.93	2.10	14	0.01	0.00475	0.29
15	2.98	0.01	0.00336		26.79	1.97	15	0.01	0.00507	0.30
16	2.88	0.01	0.00348		28.67	1.85	16	0.01	0.00542	0.32
17	2.78	0.01	0.0036		30.57	1.73	17	0.01	0.00579	0.35
18	2.68	0.01	0.00373		32.49	1.62	18	0.01	0.00619	0.37
19	2.59	0.01	0.00386		34.43	1.51	19	0.01	0.00663	0.40
20	2.50	0.01	0.004		36.40	1.41	20	0.01	0.0071	0.43
21	2.42	0.01	0.00414		38.39	1.31	21	0.01	0.00761	0.46
22	2.33	0.01	0.00429		40.40	1.22	22	0.01	0.00817	0.49
23	2.25	0.01	0.00444		42.45	1.14	23	0.01	0.00877	0.53
24	2.17	0.01	0.0046		44.52	1.06	24	0.01	0.00943	0.57
25	2.10	0.01	0.00476		46.63	0.98	25	0.01	0.01015	0.61
26	2.03	0.01	0.00493		48.77	0.91	26	0.01	0.01095	0.66
27	1.96	0.01	0.00511		50.95	0.85	27	0.01	0.01181	0.71
28	1.89	0.01	0.00529		53.17	0.78	28	0.01	0.01277	0.77
29	1.83	0.01	0.00548		55.43	0.72	29	0.01	0.01382	0.83
30	1.76	0.01	0.00567		57.74	0.67	30	0.01	0.01498	0.90
31	1.70	0.01	0.00588		60.09	0.61	31	0.01	0.01626	0.98
32	1.64	0.01	0.00608		62.49	0.57	32	0.01	0.01769	1.06
33	1.59	0.01	0.0063		64.94	0.52	33	0.01	0.01927	1.16
34	1.53	0.01	0.00653		67.45	0.48	34	0.01	0.02104	1.26
35	1.48	0.01	0.00676		70.02	0.43	35	0.01	0.02302	1.38
36	1.43	0.01	0.007		72.65	0.40	36	0.01	0.02525	1.51
37	1.38	0.01	0.00725		75.36	0.36	37	0.01	0.02775	1.67
38	1.33	0.01	0.00751		78.13	0.33	38	0.01	0.03058	1.83

39	1.29	0.01	0.00777		80.98	0.30	39	0.01	0.03379	2.03
40	1.24	0.01	0.00805		83.91	0.27	40	0.01	0.03744	2.25
41	1.20	0.01	0.00834		86.93	0.24	41	0.01	0.04161	2.50
42	1.16	0.01	0.00864		90.04	0.22	42	0.01	0.0464	2.78
43	1.12	0.01	0.00894		93.25	0.19	43	0.01	0.05192	3.11
44	1.08	0.01	0.00926		96.57	0.17	44	0.01	0.05831	3.50
45	1.04	0.01	0.00959		100.00	0.15	45	0.01	0.06575	3.94

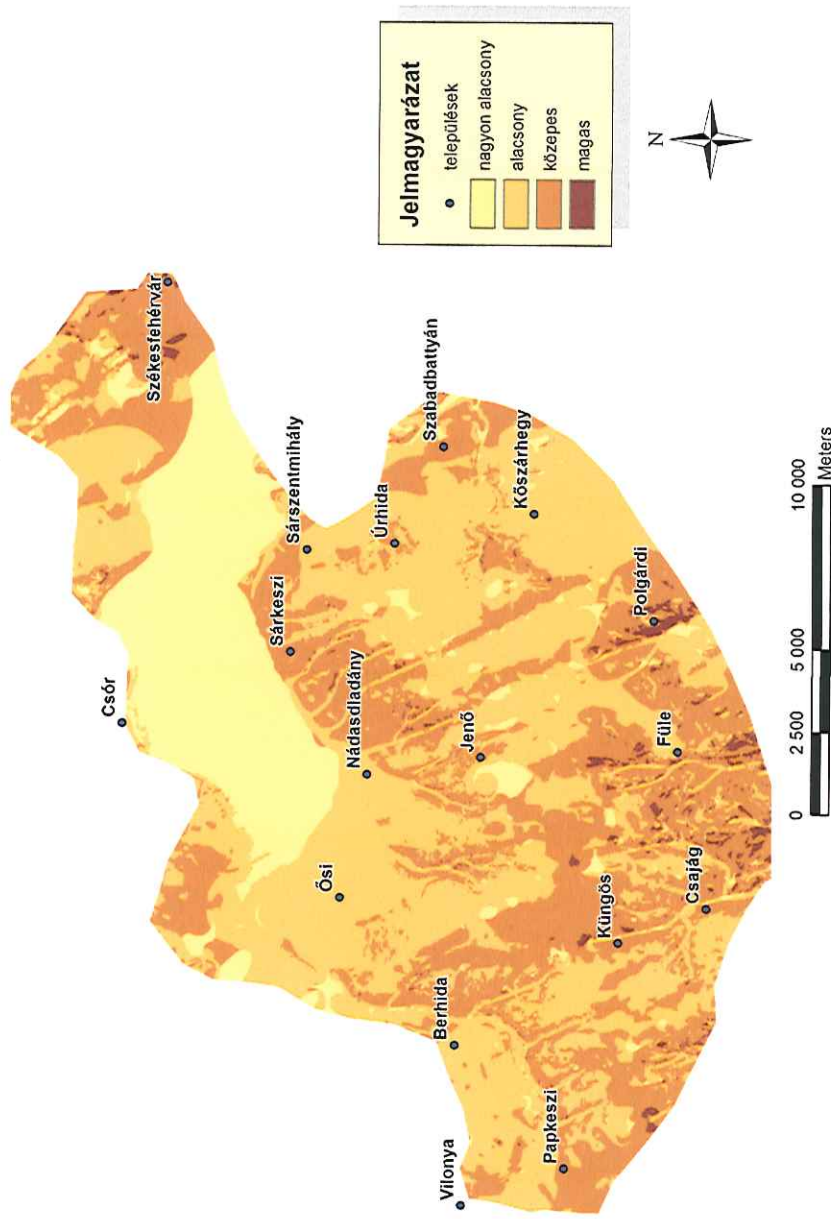
2. mellékelet A felszínformák meghatározásnak kategóriái¹

Domborzati forma	Feltétel
Kanyonok, mélyen bevágódott medrek (<i>Canyons, Deeply Incised Streams</i>)	SN: $TPI \leq -1$ LN: $TPI \leq -1$
Árkos metsződések közepes nagyságú lejtőkön, sekély völgyek (<i>Midslope Drainages, Shallow Valleys</i>)	SN: $TPI \leq -1$ LN: $-1 < TPI < 1$
Hegyvidéki bevágódások, felvizek (<i>Upland Drainages, Headwaters</i>)	SN: $TPI \leq -1$ LN: $TPI \geq 1$
U-alakú völgyek (<i>U-shaped Valleys</i>)	SN: $-1 < TPI < 1$ LN: $TPI \leq -1$
Síkságok (<i>Plains</i>)	SN $-1 < TPI < 1$ LN: $-1 < TPI < 1$ Lejtőkategória $\leq 5^\circ$
Meredek lejtők (<i>Open Slopes</i>)	SN $-1 < TPI < 1$ LN: $-1 < TPI < 1$ Lejtőkategória $\geq 5^\circ$
Fennsíkok (<i>Upper Slopes, Mesas</i>)	SN: $-1 < TPI < 1$ LN: $TPI \geq 1$
Helyi kiemelkedések völgyben, magaslatok (<i>Local Ridges/Hills in Valleys</i>)	SN: $TPI \geq 1$ LN: $TPI \leq -1$
Síkvidéki kiemelkedések, kisebb háta (<i>Midslope Ridges, Small Hills in Plains</i>)	SN: $TPI \geq 1$ LN: $-1 < TPI < 1$
Domb- és hegytetők, gerincek (<i>Mountain Tops, High Ridges</i>)	SN: $TPI \geq 1$ LN: $TPI \geq 1$

¹ Jenness 2006 10.

Prediktív régészeti modell

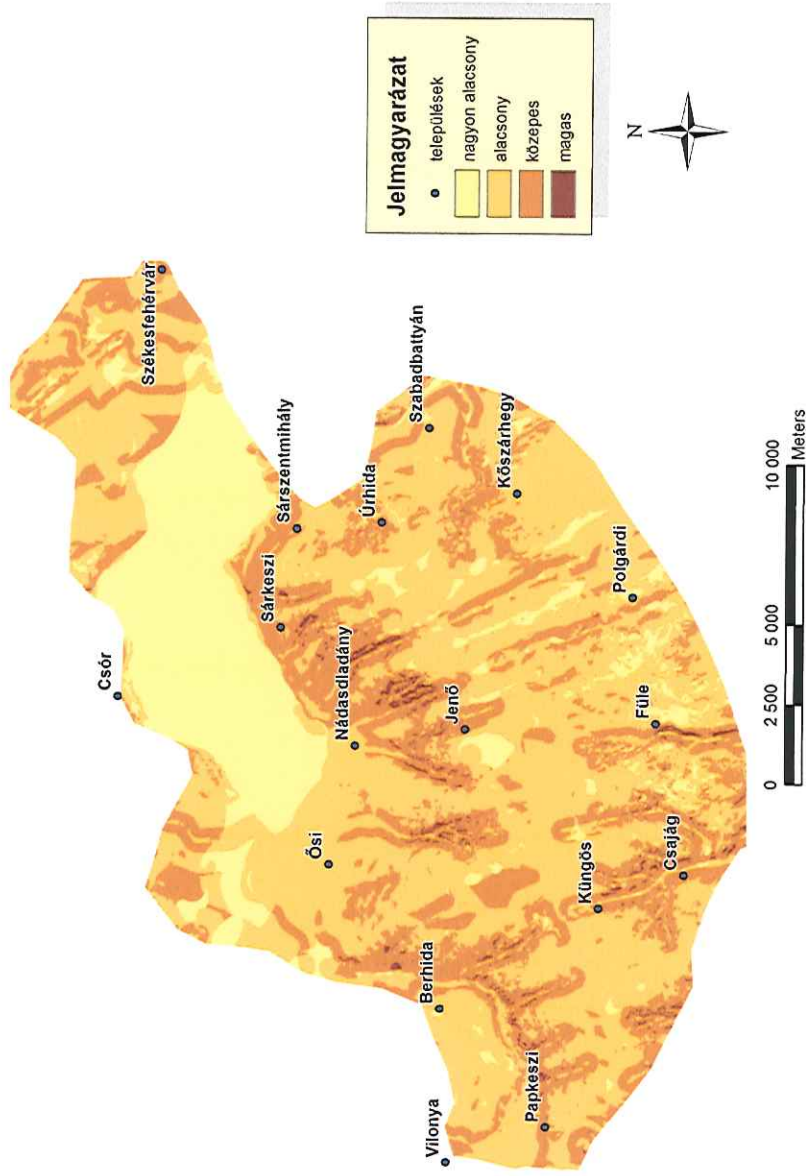
alps - alap, poligon alapú, székesfehérvári pontokkal



3. melléklet Az alps modell

Prediktív régészeti modell

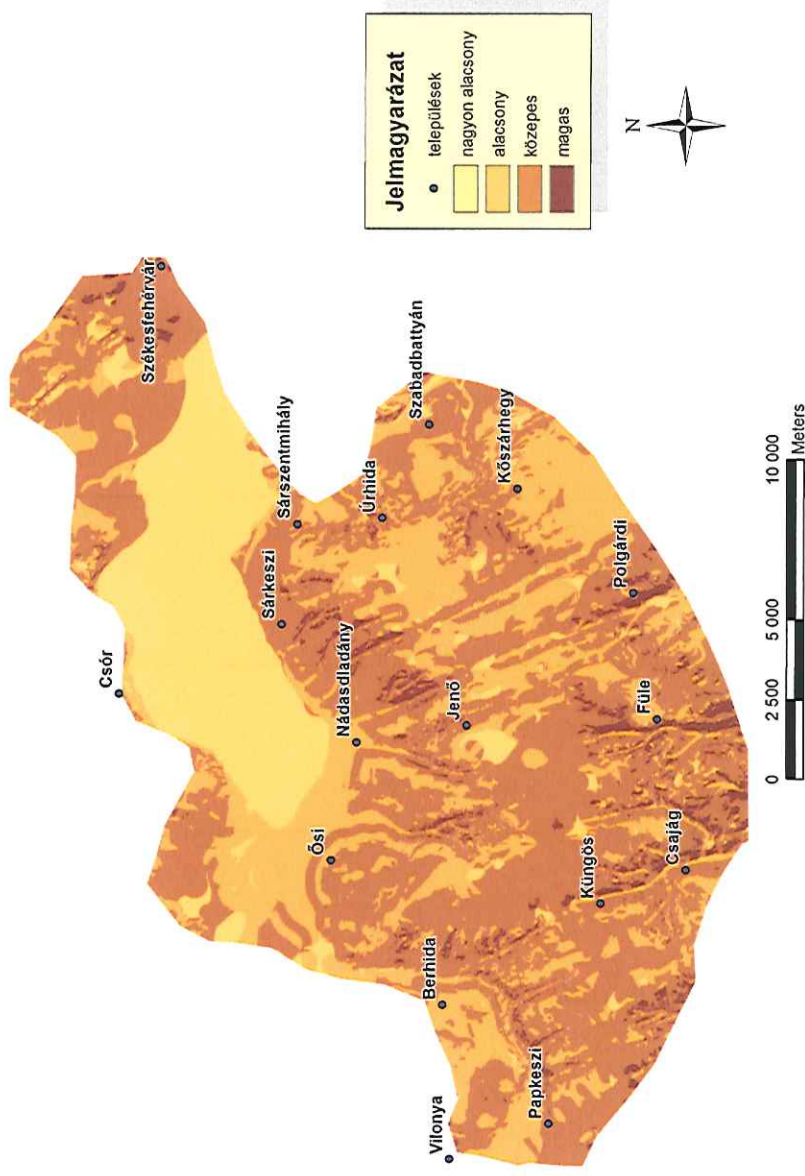
alpn - alap, poligon alapú, székesfehérvári pontok nélkül



4. melléklet Az alpn modell

Prediktív régészeti modell

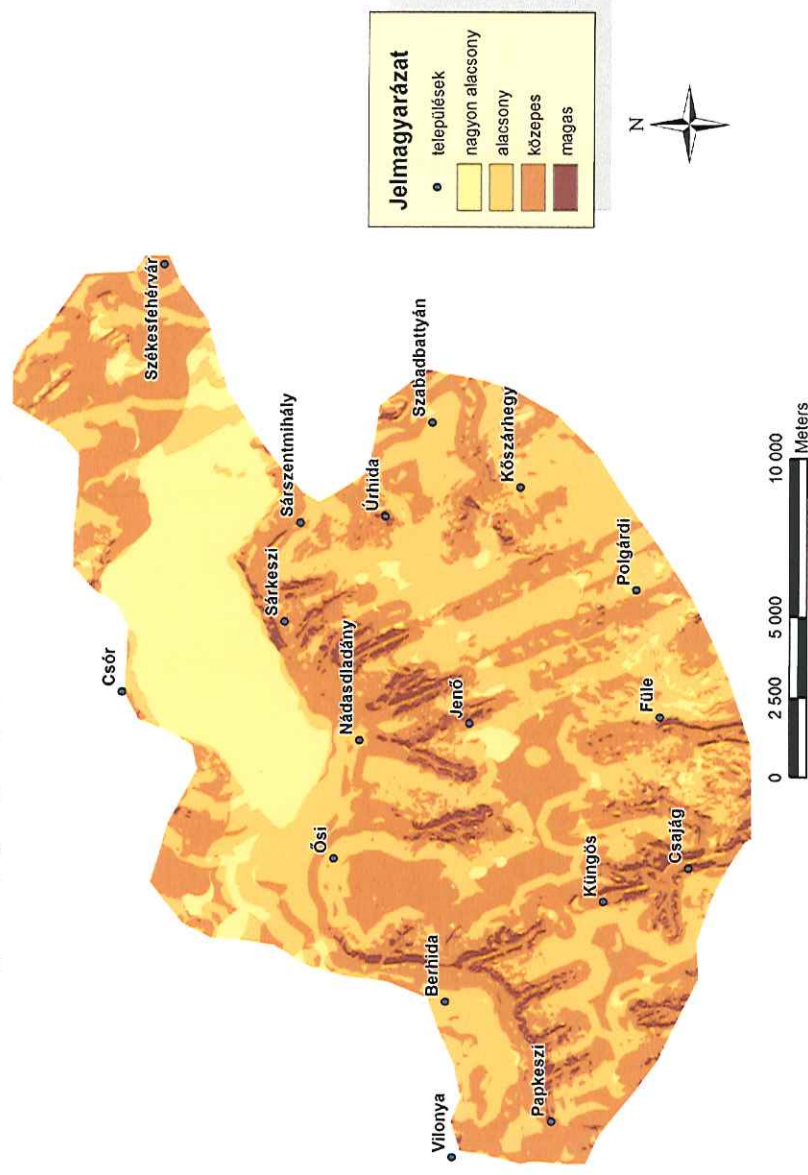
aljs - alap, jelleg alapú, székesfehérvári pontokkal



5. melléklet Az aljs modell

Prediktív régészeti modell

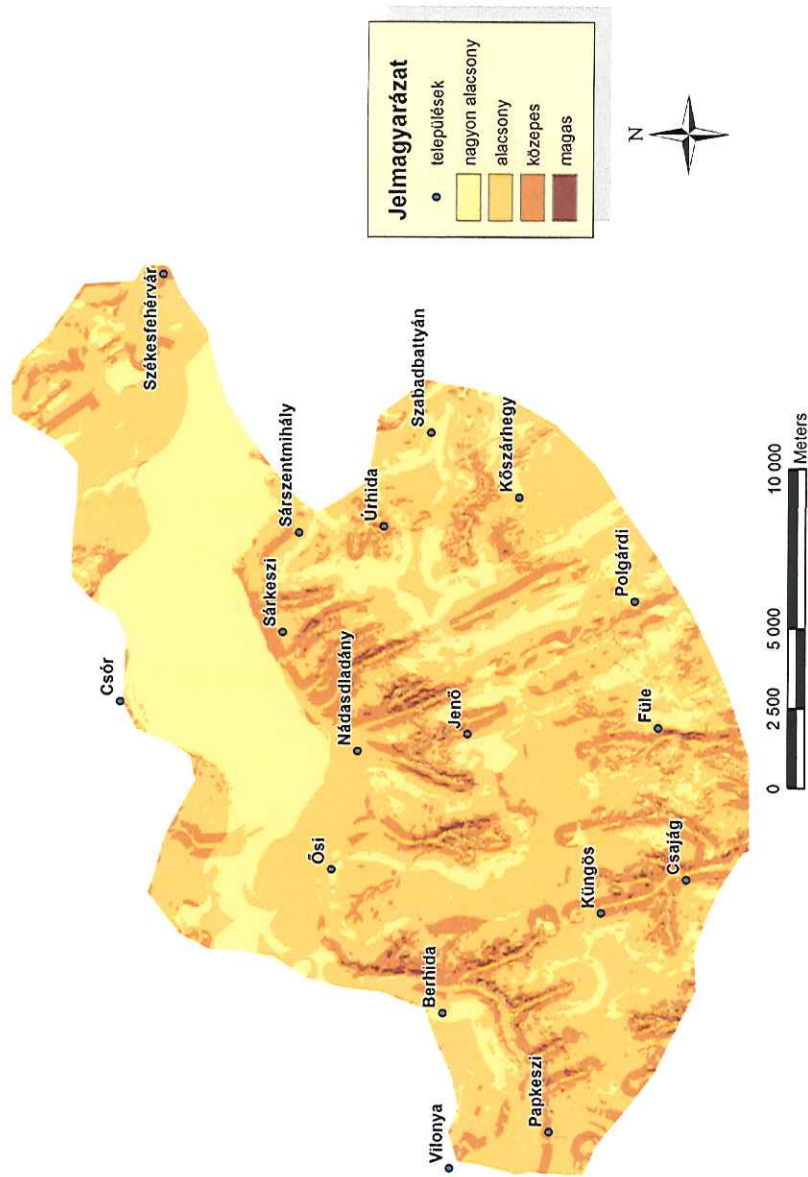
aljn - alap, jelleg alapú, székesfehérvári pontok nélkül



6. melléklet Az aljn modell

Prediktív régészeti modell

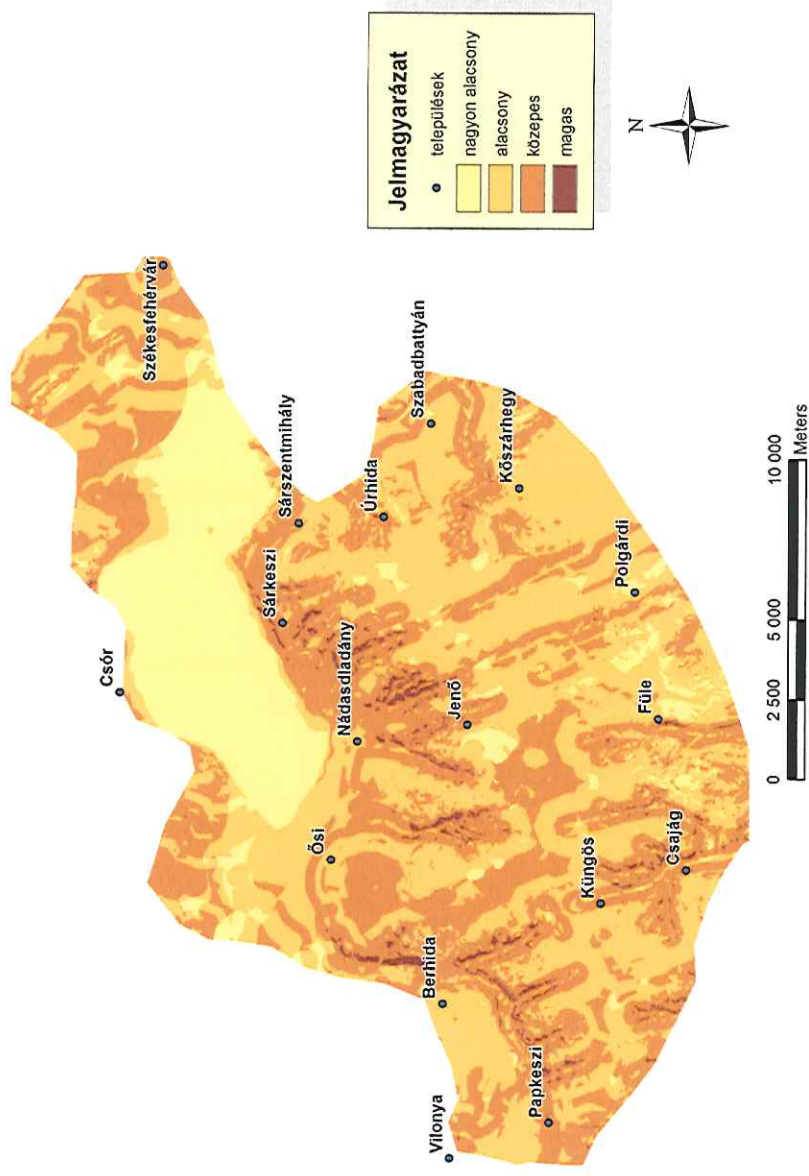
os0 - őskori lelőhelyek centroid pontok alapján



7. melléklet Az os0 modell

Prediktív régészeti modell

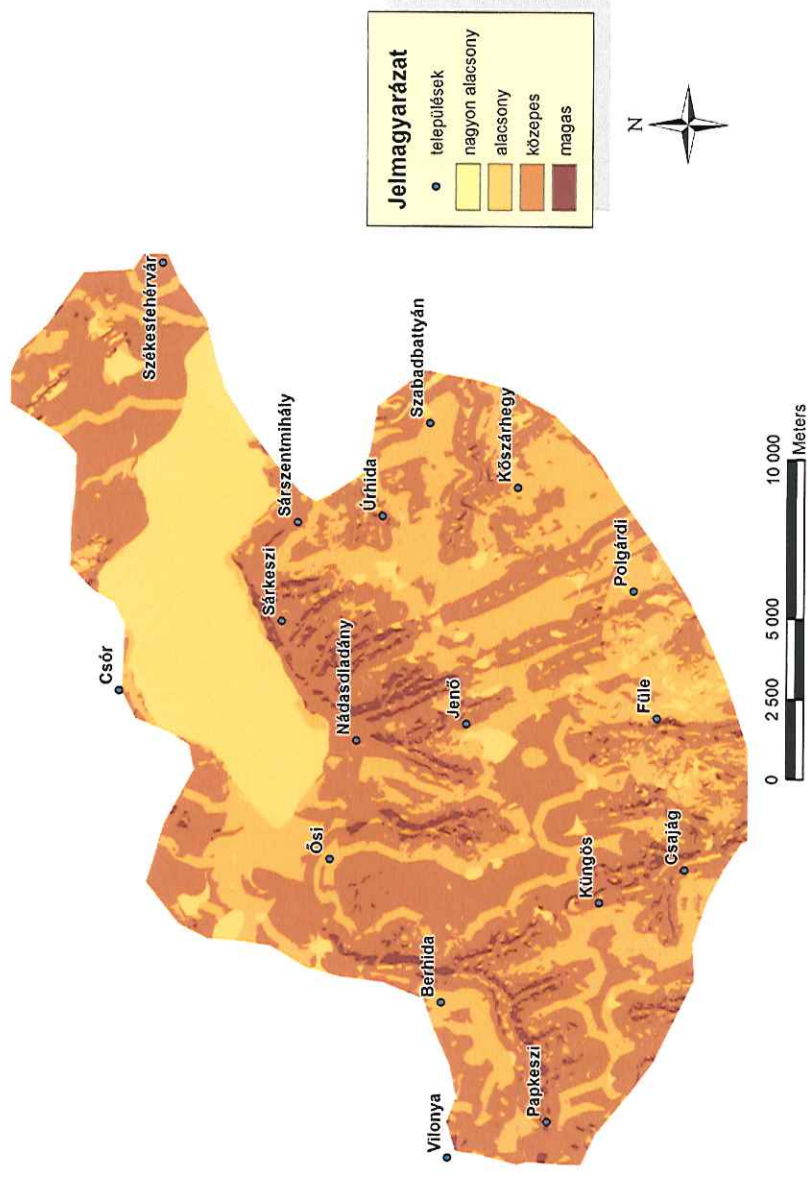
os5 - őskori leőhelyek területarányosan (5) súlyozott pontok alapján



8. melléklet Az os5 modell

Prediktív régészeti modell

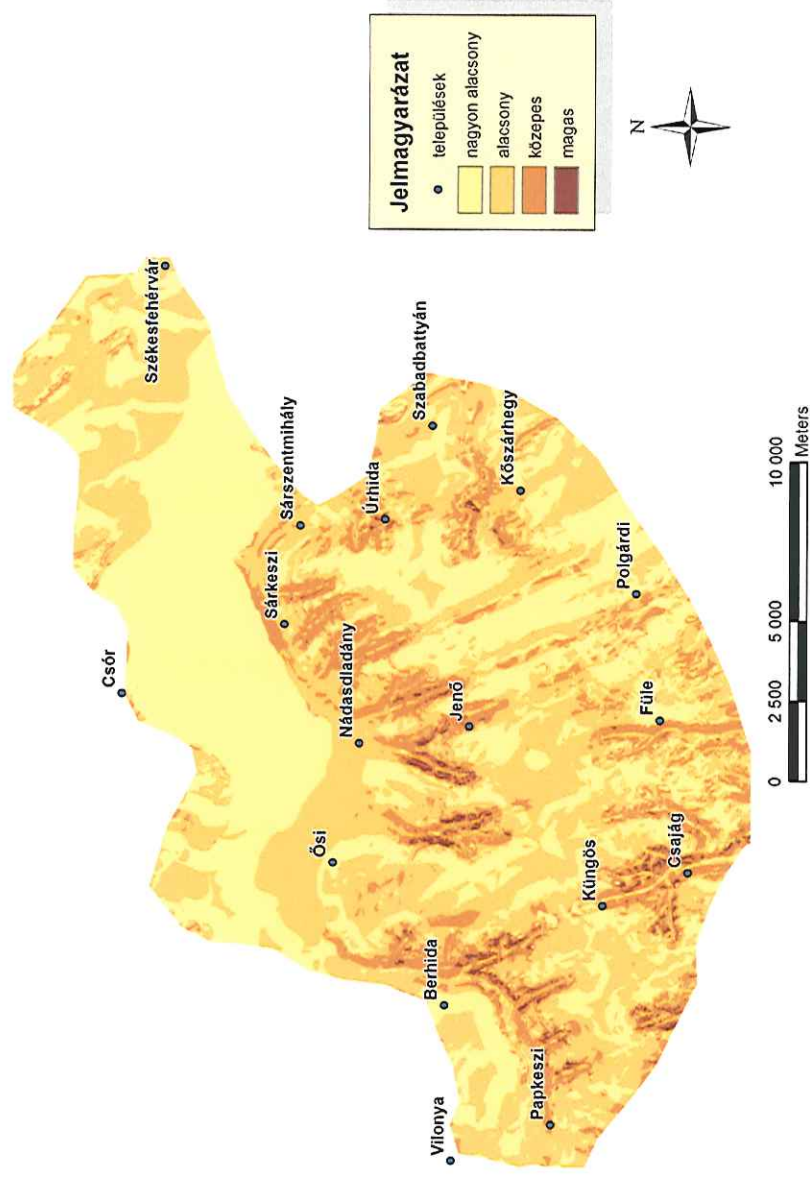
os10 - őskori lelőhelyek területarányosan (10) súlyozott pontok alapján



9. melléklet Az os10 modell

Prediktív régészeti modell

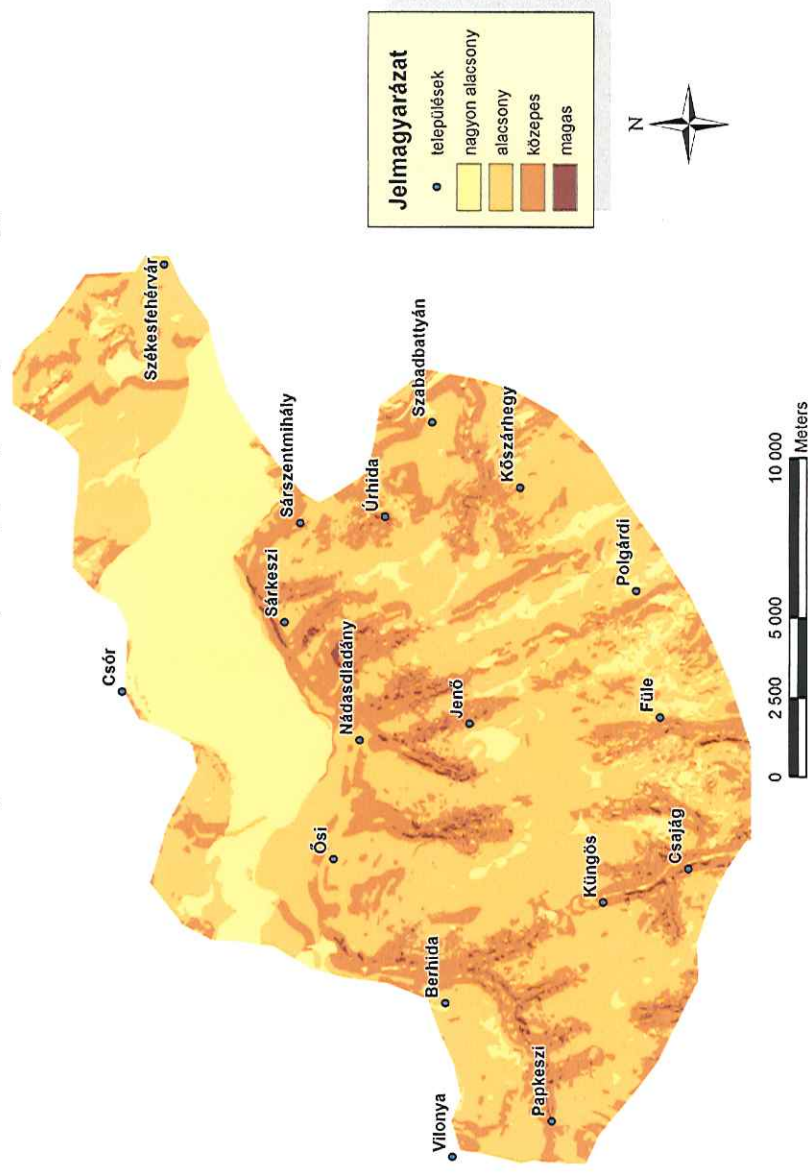
ro0 - római leőhelyek centroid pontok alapján



10. melléklet A ro0 modell

Prediktív régészeti modell

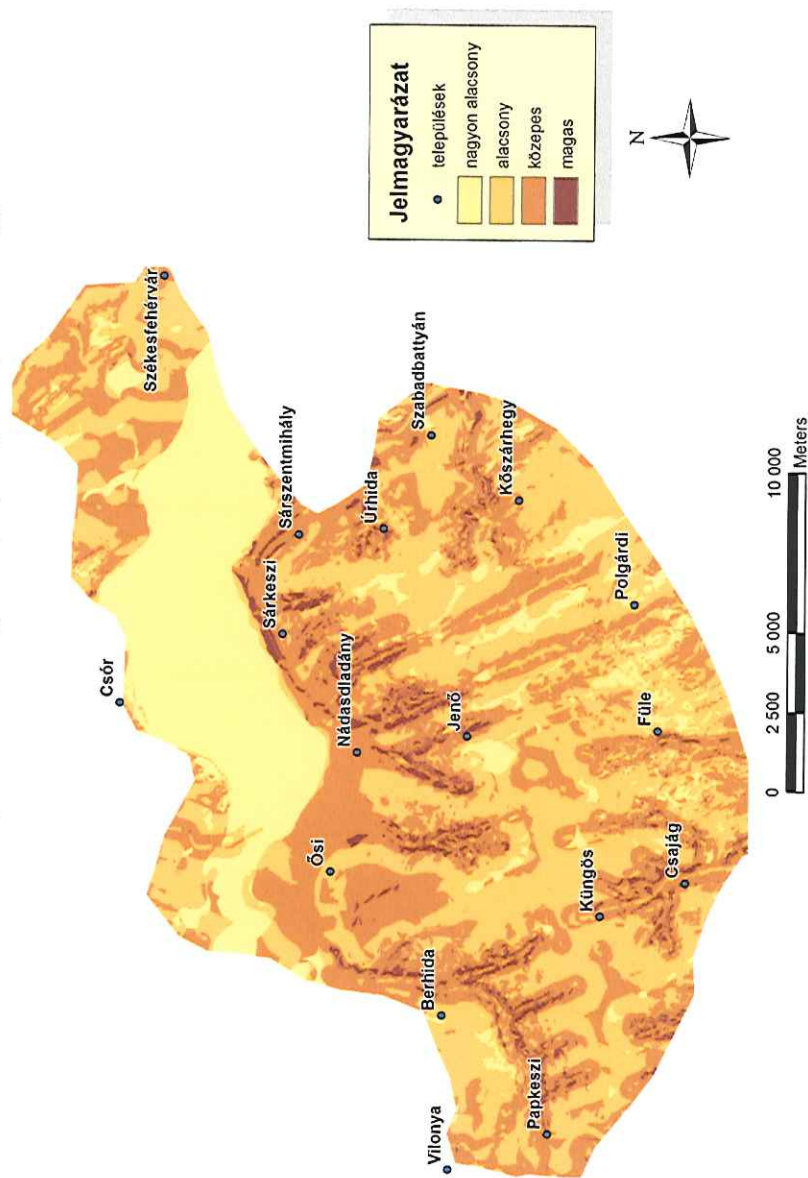
ro5 - római lelőhelyek területarányosan (5) súlyozott pontok alapján



11. melléklet A ro5 modell

Prediktív régészeti modell

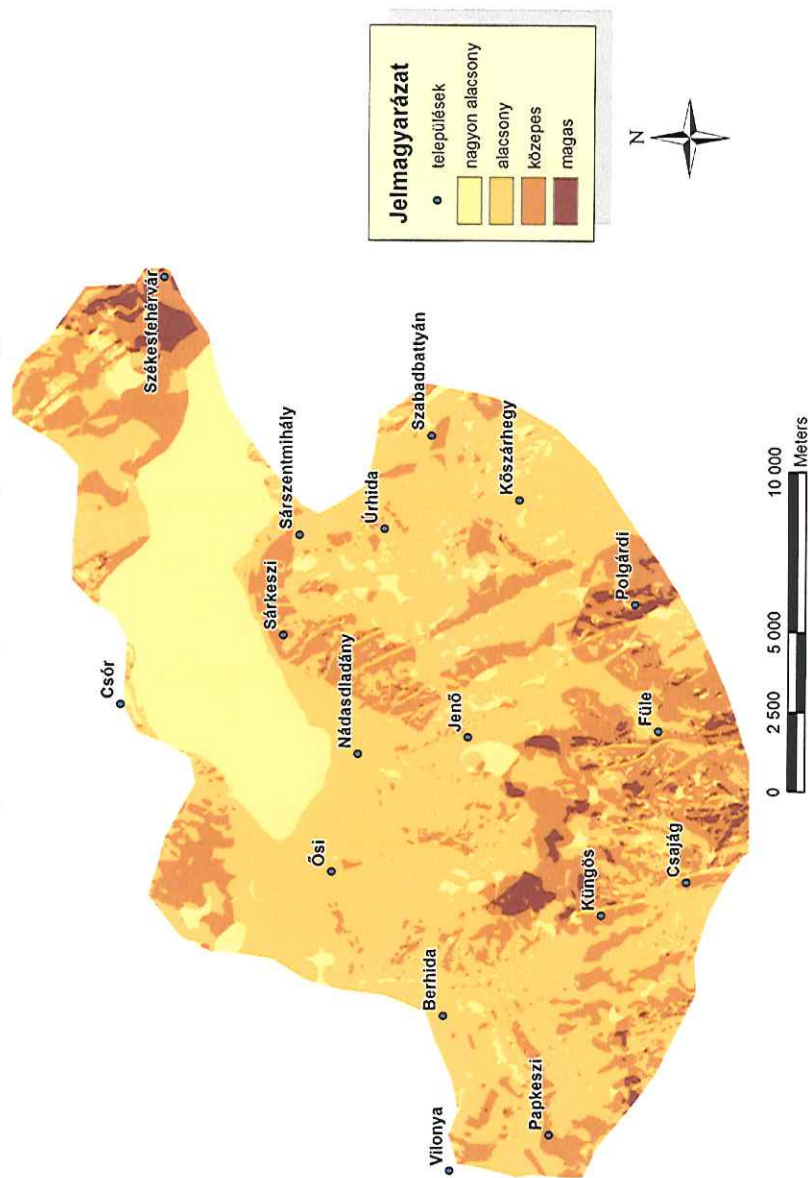
ro10 - római lelőhelyek területarányosan (10) súlyozott pontok alapján



12. melléklet A ro10 modell

Prediktív régészeti modell

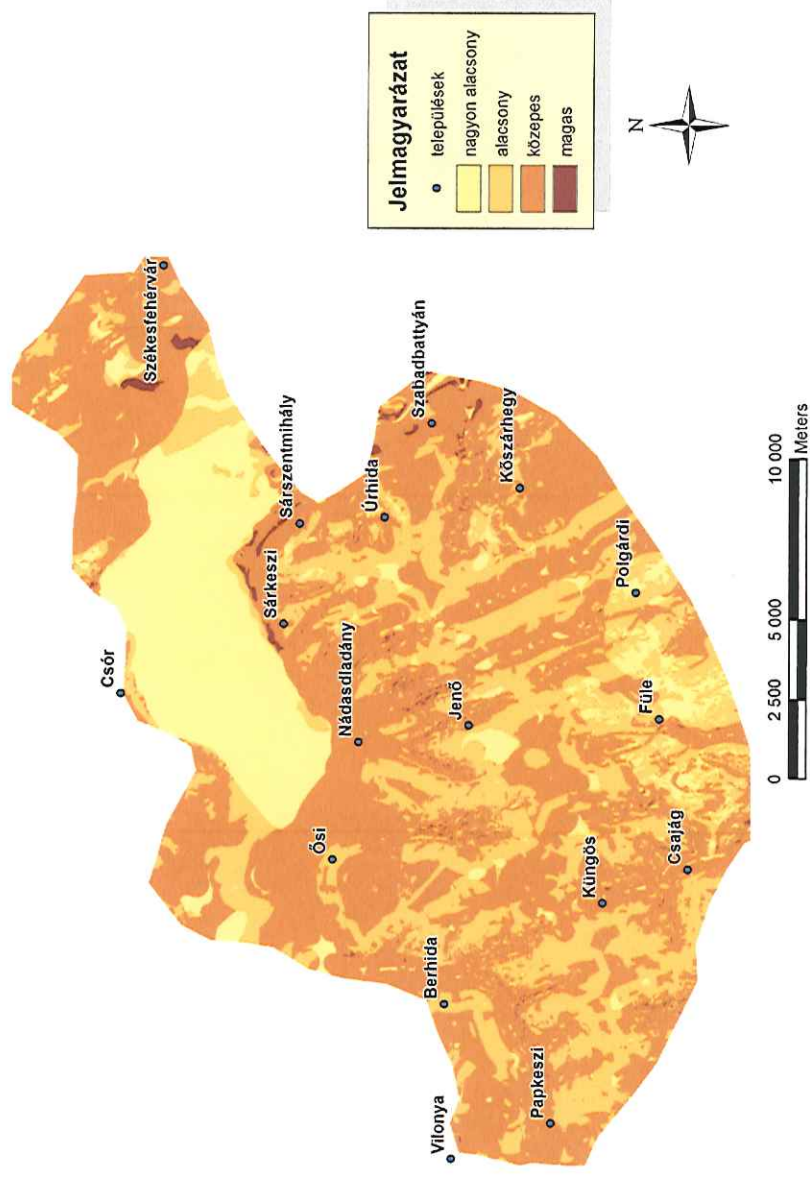
ko0 - középkori lelőhelyek centroid pontok alapján



13. melléklet A ko0 modell

Prediktív régészeti modell

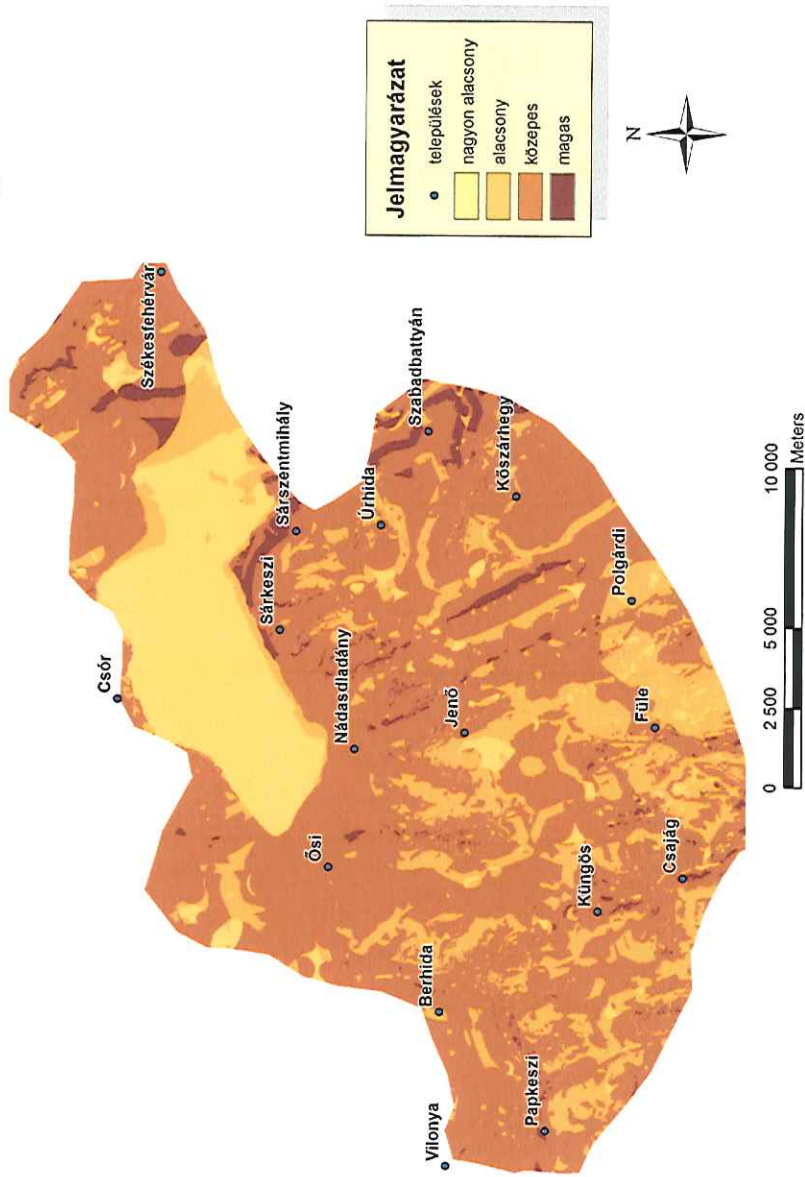
ko5 - középkori lelőhelyek területarányosan (5) súlyozott pontok alapján



14. melléklet A ko5 modell

Prediktív régészeti modell

ko10 - középkori lelőhelyek területarányosan (10) súlyozott pontok alapján



15. melléklet A ko10 modell