

# Vegetáció térképezés és mikroklíma elemzés nagy felbontású légifelvételek segítségével

RS&GIS - 2011 / 1. Gulyás Gábor

**Kulcsszavak:** Távérzékelés, RGB felvételek előfeldolgozása, osztályozása, erdőgazdálkodás, vegetáció térképezés.

**Összefoglalás:** A magyar erdőgazdálkodás mindig is megpróbálta az adott kor technikai lehetőségeit kiaknázni, saját céljaira felhasználni. Már a XX. század elején, a légi fotogrammetria hazai megjelenésének kezdetén is felismerték, hogy megfelelő anyagi áldozatok meghozatala után a kor színvonalához mért modern technika bevezetése jelentős mértékben hozzájárul hazánk erdőállományának az addigiaknál gyorsabb és pontosabb feltérképezéséhez. „ A megszokott rendszerhez való – sok esetben indokolatlan – ragaszkodás vagy más érzelmi kapcsolat szálait, bizony szétszakítja a haladás győzedelmes ereje.” (FODOR 1935) Az azóta eltelt idő során a légi felvételezésben végbement haladás olyan távlatokat nyitott, melyek kiaknázása a mai kor kutatóira és haladó gondolkodású gazdálkodóira vár. A hagyományos módon, helyszínbemjárással készülő belvíztérképek esetén például már régen bebizonyosodott, hogy számos hibalehetőséget rejtnek magukban. (LICSKÓ 1999) A fotótérképezés esetében is érdemes kihasználni, hogy a távérzékelés az egyre növekvő geometriai felbontás irányába fejlődik. Ez a tendencia pontosabb megfigyeléseket és biztonságosabb lehatárolást hoz magával. (BURAI és TAMÁS 2007) Vizsgálataim során a mai értelemben is modernnek számító nagyfelbontású légi felvételek segítségével végeztem faji- és társulástani szintű elemzéseimet. Ennek során rá szeretnék világítani a digitális vegetáció térképezés egyik legfontosabb előnyére, mely az emberi szubjektivitást próbálja az interpretáció során jelentős mértékben csökkenteni.

## 1. Bevezetés

A Vértes déli részén található Haraszt-hegyi tanösvény szolgált a következőkben ismertetett módszertani kutatás alapjául. A felhasznált légifelvétel felbontása 10 cm/ terepi pixel nagyságú, mely IS2 frame rendszerű kamerával készült, csatornánként 14 bites színmélységgel. A felvételt az Interspect Kft. készítette 2010. június 11.-én. Ez a felbontás már elegendő, hogy növényzeti tekintetben hasznos és új információkat is sikerüljön kinyerni távérzékelési módszerek segítségével. (Bakó 2010) Bár a terület flóra elemei ebben a vegetációs időszakban egységes zöld színárnyalatokban mutatkoznak, a felvétel készítésének az időpontja szándékosan úgy lett időzítve, hogy az egybeessen a MADOP<sup>[1]</sup>-ra jellemző tenyészidőszakkal. (WINKLER 2003) Az Interspect Kft. által szervezett kutatás során (Bakó, Gulyás 2011) az volt a célom, hogy növényzeti értelemben a lehető legtöbbet sikerüljön kihoznom a légi felvételből, kihasználva a felvétel felbontása és dinamikája által nyújtott új lehetőségeket. A jövő egyre inkább a digitális módszerek botanikai kutatásban való kombinált alkalmazása felé mutat, ezért ezeket a nagyfokú automatizálást jelentő lehetőségeket a lehető legnagyobb mértékben próbáltam a kutatás során kihasználni. A digitális vegetációtérképezés egyik legfontosabb előnye, hogy az emberi szubjektivitást az interpretáció során jelentős mértékben csökkenti, viszont az átfogó terepi munka szükségessége a mai napig elengedhetetlen egy komoly elemzés elvégzéséhez. Az egyik legfontosabb cél egy elemzési munka

---

1 - MADOP – Magyar Digitális Ortofotó Program

során, hogy a távérzékelési és terepi munka mennyiségét optimalizáljuk, ezáltal megteremtsük a feltételeket ahhoz, hogy a kutatási időt lerövidítve megfelelő elemzési eredményeket érhessünk el. A vizsgálat további részét a területen található különböző vegetáció típusok egymás melletti mikroklimatikus elemzése jelentette. Ennek során hőmérséklet és páratartalom mérésekkel alátámasztott eredmények segítségével szeretnék a területre jellemző egyedi mikroklimatikus jellemzőkre rávilágítani. A kapott mérési eredmények segítségével már érdemi következtetéseket lehet levonni a helyi domborzati- és köztettani jellemzők és a velük szoros kapcsolatban álló helyi mikroklimatikus tulajdonságok között.

## **2. Módszertan**

A legfontosabb feladat az előfeldolgozási-osztályozási módszertan elkészítése és az elemzésekbe való minél nagyobb arányú integrálása. Ahol ez nem lehetséges ott hagyományos kiértékelést kell alkalmazni.

### **2.1. Vizuális interpretáció**

Az egyes fajok felismerése, ezután pedig az erre vonatkozó információ területi eloszlásának pontos kinyerése az interpretáció (adatértékelés) legfontosabb része. A fajok illetve ezekkel szoros összefüggésben lévő vegetáció típusok elkülönítését a köztük lévő különbségek szabják meg.

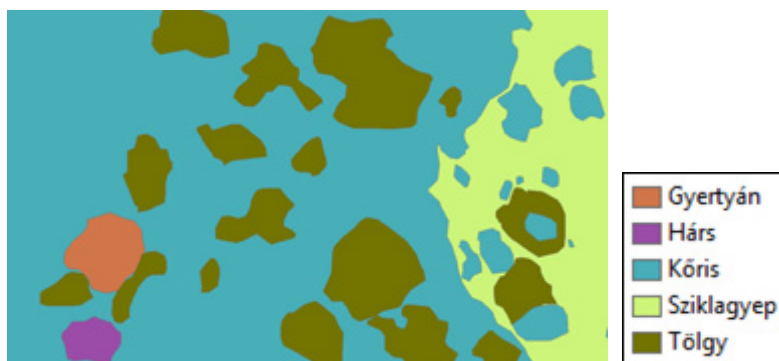
Ilyen különbségek:

- színárnyalatok,
- alakzat,
- kiterjedtség,
- mintázat,
- textúra,
- árnyék/ok hatása,
- illetve ezen egyedi jellemzők kombinációja.

Ahhoz, hogy ezek a tulajdonságok minél inkább láthatóvá váljanak, megfelelő képminőséggel kell rendelkezünk. A tapasztalat azt mutatja, hogy minimum 10 cm terepi pixel felbontású felvétel elegendő ahhoz, hogy kellő elemzési tapasztalat mellett az állományalkotó fajok még heterogén színvilágú részeken is elkülöníthetők legyenek egymástól. 10 cm terepi pixelnél kisebb felbontásnál a pixelméret növekedésével párhuzamosan, nagymértékben csökkennek az elemzési lehetőségeink és az adatbázis pontossága.



1. ábra Vizuális interpretáció eredménye 20 cm felbontáson



2. ábra Vizuális interpretáció eredménye 10 cm felbontáson

Ugyanazon terület (1. ábra) 20 cm,- illetve (2. ábra) 10 cm terepi pixel felbontás melletti vizuális interpretációjából nyert információ halmaz. A nagyobb felbontás nemcsak árnyaltabb, de torzításoktól kevésbé terhelt térkép fedvényt eredményez.

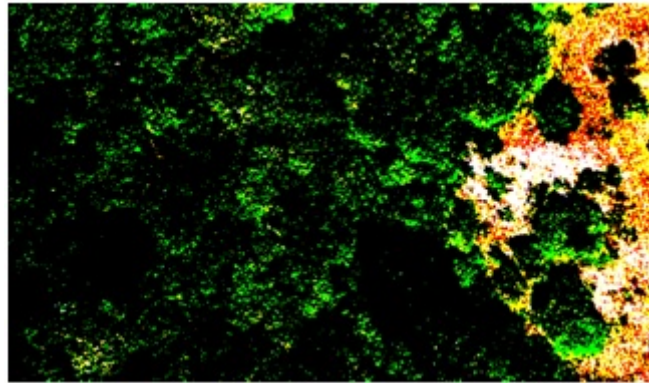
## 2.2. Digitális előfeldolgozási módszertan

A mintaterület növénytani, domborzati és mikroklíma értelemben is nagyon heterogénnek tekinthető. A különböző fás és lágyszárú foltok mellett dolomit kibúvások is tarkítják a területet. Mivel a felvételen található vegetáció típusok színárnyalatban, azaz a szélessávú spektrális reflektancia tulajdonságokban sok esetben nagyon közel esnek egymáshoz, ez jelentősen korlátozza a hagyományos szélessávú spektrális osztályozáson alapuló elemzési lehetőségeket. Első lépésként arra törekedtem, hogy a nagyobb kategóriákat digitális előfeldolgozás során sikerüljön egymástól elválasztanom. Ezt úgy valósítottam meg, hogy az egyedi kategóriákra külön-külön dolgoztam ki paraméteres előfeldolgozási módszereket, melyek során az adott kategória egyedi spektrális tulajdonságait a lehető legjobban kiemeltem. Ezt követően spektrális algoritmuson alapuló tanítóval végzett (felügyelt) osztályozással készítettem el a kategóriák tematikus térképét vektoros állomány formájában. Osztályozáshoz az ENVI 4.7-es verziójú szoftverét használtam, míg a polygonok kezelését és szerkesztését ArcMap 9.2-vel oldottam meg.

Lágyszárú és fás szárú részek elkülönítése esetén egy nagyon erős kontrasztemelést alkalmaztam. Ennek eredményeként (4. ábra) a két kategória között erős spektrális különbségek jelentkeztek, melyek ennek köszönhetően kedvező osztályozási tulajdonságokat nyertek.

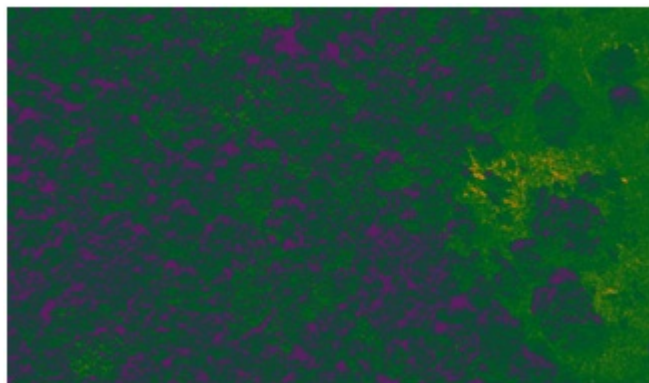


**3. ábra** Az eredeti légi felvétel részlete



**4. ábra** A lágyszárúval borított részek spektrális kiemelésének az eredménye

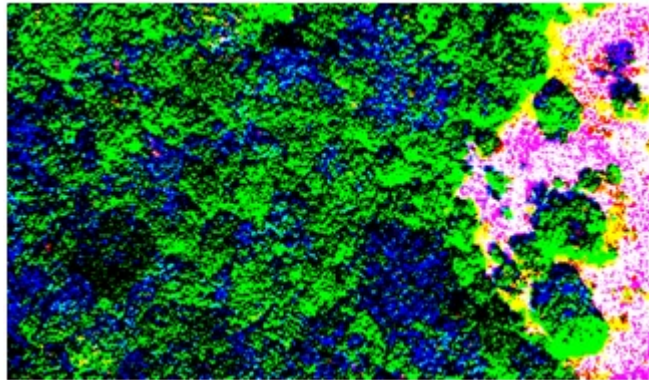
A dolomit karrok kiemelését monokromatikus színátmenet segítségével oldottam meg. Az árnyalatok közül az ibolya-zöld-narancssárga összetételt választottam. Így jól láthatóan, csak a dolomit karrokra korlátozódik a kapott narancssárga színárnyalat (5. ábra). Ezt követően a már ismertetett módon a dolomitos részekre is elvégeztem az osztályozást.



**5. ábra** Narancssárga színárnyalattal kiemelt dolomit karrok

A karsztbokorerdő két fő állományalkotó faja a virágos kőris és a molyhos tölgy. Általánosságban elmondható, hogy a két faj között megfigyelhető némi színárnyalatbeli, reflektancia spektrumbeli különbség.

Módszerem során elsősorban arra törekedtem, hogy ezt a kis különbséget minél jobban felerősítsem. Erős kontrasztemelés és színhelyreállítás követően komoly élénkség- és telítettség emelést hajtottam végre. A kék színt kiemeltem, végül kontrasztkiemelés és keménység beállítás következett. (6. ábra)

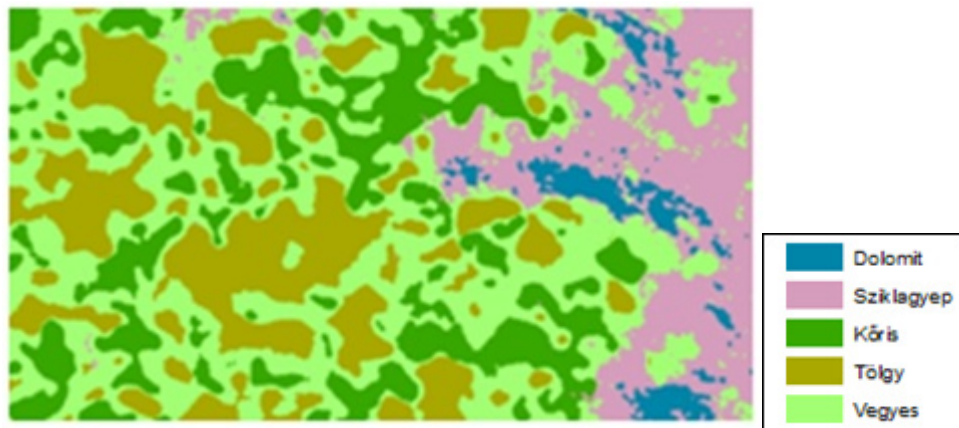


6. ábra Tölgy és kőris kiemelése

A különböző kategóriák poligonjait kivontam egymásból a kategória átfedés elkerülése végett, végül ahol kellett kézzel korrigáltam a poligonokat.

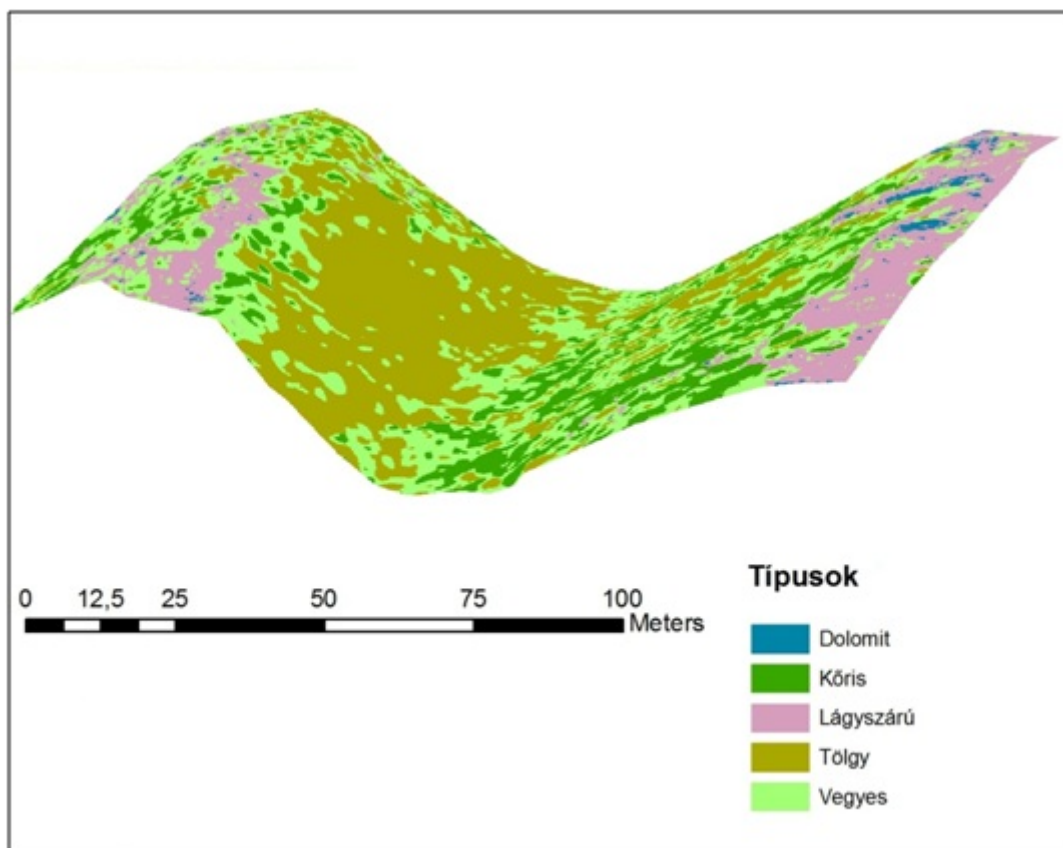
### 3. Eredmények

Megfelelő mintaszám esetén sokkal gyorsabb eredményt tudtam elérni ezzel a módszerrel, mintha vizuális interpretációval végeztem volna a munkát. (7. ábra) A gyorsaság emellett nem megy a pontosság rovására sem, amit a visszaellenőrzések is igazoltak.



7. ábra A végeredményül kapott összevont kategóriák

A kapott fedvényeket ezután a domborzati modellre is interpoláltam (8. ábra), mely amellett hogy látványosan bemutatja az eredményeket, további elemzési lehetőségeket nyújt: kitettség-, árnyékhatás- és lejtésfok elemzéshez.



8. ábra A domborzati interpolálás eredménye

#### 4. Mikroklimatikus vizsgálat

A Vértes klimatikus tulajdonságait jelentősen befolyásolják annak térbeli vonulatai. Lokális mikroklíma szempontjából ezért még bőven van kutatható a területen. (BÉNI és VISZLÓ 1996) A florisztikai kép is követi a helyi mikroklíma változatos eloszlását. Ez a jelenség a tanösvény tekintetében is megfigyelhető, hiszen a kis területen elhelyezkedő különböző vegetáció típusok, mind a helyi mikroklíma változatosára utalnak. Ez a tény arra ösztönzött, hogy műszeres méréseket végezzek különböző kitétségekű területeken, mely mérések tudományosan is alátámasztják a domborzati viszonyok által meghatározott különbségeket. Ezzel együtt pedig a már említett lokális mikroklíma kutatást is előkészítjük.

##### 4.1. A vizsgálat menete

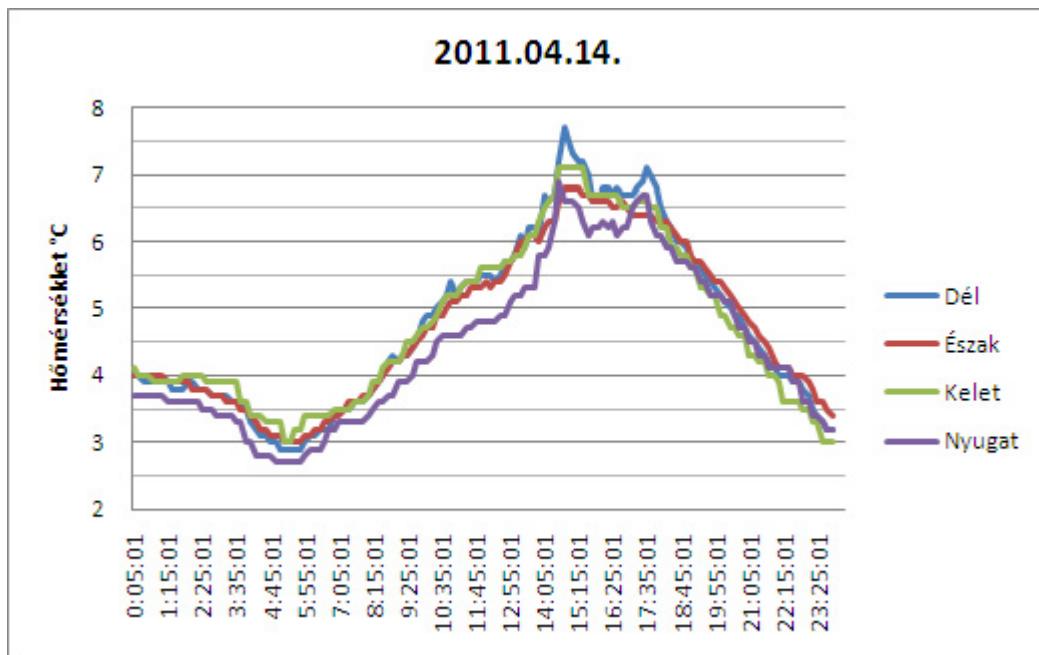
A vizsgálat során 2 darab Voltcraft DL-100T típusú hőmérséklet adatgyűjtőt, valamint 2 darab Voltcraft DL-120TH típusú hőmérséklet- és páratartalom adatgyűjtőt használtam. A beállítások alapján 10 percenként mérték és tárolták az értékeket.

A kihelyezést úgy valósítottam meg, hogy nagyjából egy mérési magasságban, minél közelebb helyezkednek el egymáshoz a műszerek. (1. táblázat) Az volt a célom, hogy mind a 4 égtájra jusson egy-egy adatgyűjtő, hiszen a domborzati kitétség szemmel láthatóan a legkomolyabb vegetáció eloszlást befolyásoló tényező a területen.

Mérési pont	1.	2.	3.	4.
X	604199	604210	604030	603957
Y	228108	227700	227641	227627
Magasság	279 m	267 m	248 m	247 m
Kitétség	Észak	Dél	Nyugat	Kelet
Lejtőszög	32,5°	34,8°	29,8°	37,1°
Növényzet	Törmeléklejtő erdő	C serszömörccés karsztbokorerdő: nyitottabb	C serszömörccés karsztbokorerdő: zártabb	Vegyes állomány: gyertyán, molyhos tölgy, virágos kőris, cser tölgy

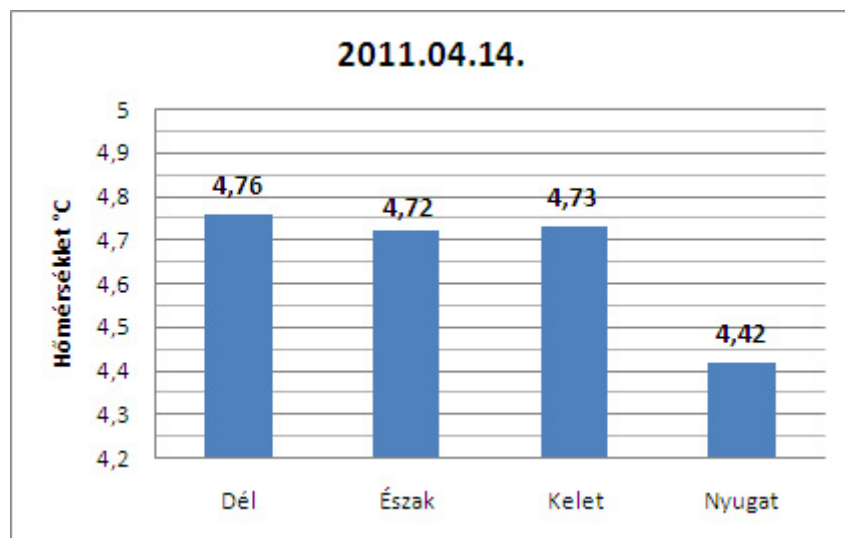
1. táblázat A mérési pontok domborzati tulajdonságai

#### 4.1.1. Hideg tavaszi nap

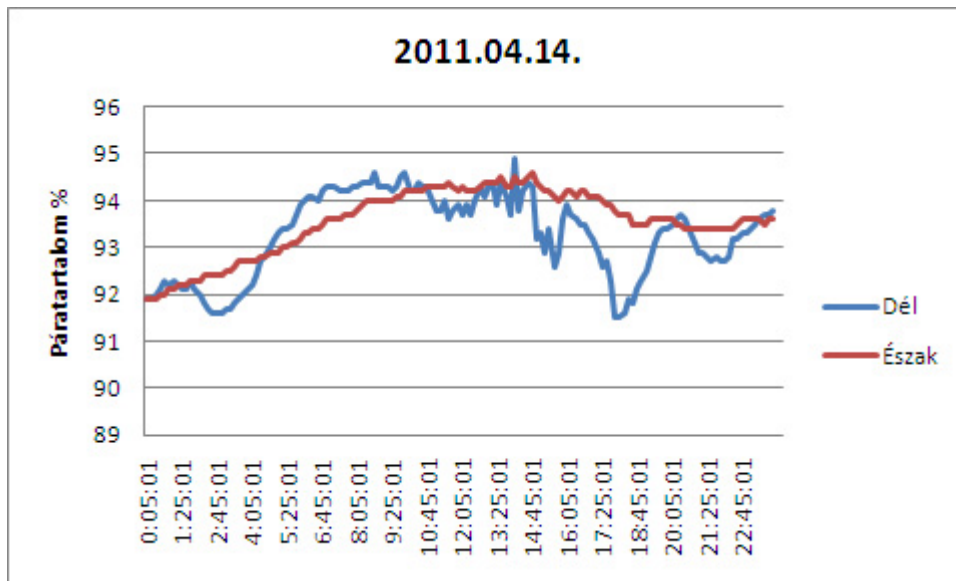


1. diagram Napi hőmérsékletingadozás 2011.04.14.

Ezen a napon egy hidegfront betörés befolyásolta a hőmérsékleteket. Erős napsugárzásnak a mintaterület nem volt kitéve, így jól látható hogy az egyes tagok nagyjából együtt mozogtak. Az kiugró adatok egyedül a nyugati kitétségen figyelhetők meg, melyet az ÉNY-i irányú szél hűtőhatásának a számlájára lehet írni. Az is megfigyelhető, hogy az É-i kitétségű mély völgy egész nap stabil futást produkált. Érdeemes még megfigyelni délutáni időszakot is, ekkor elkezdett szakadozni a felhőzet, mely a K-i és D-i tag kiugrásait eredményezte, ami arra utal, hogy azok szél által védettebben helyezkedtek el.



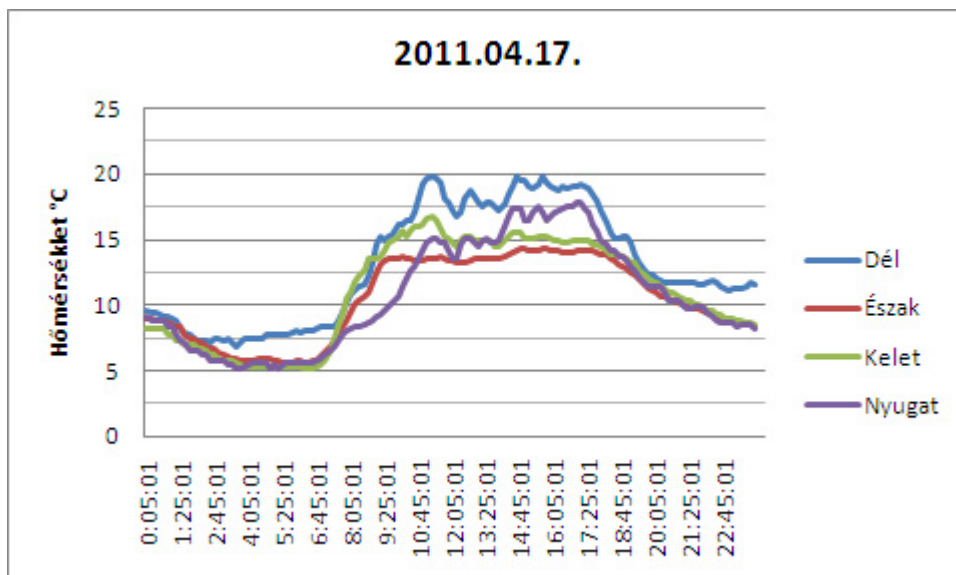
2. diagram Napi átlaghőmérséklet 2011.04.14.-én, mely jól szemlélteti a szél hűtőhatásának a mértékét



3. diagram Páratartalom ingadozás 2011.04.14.

Páratartalom tekintetében az átlagértékben nincs szembetűnő különbség a két típus között. A tagok futása ennek ellenére szembetűnő, hiszen a D-i kitétségen sokkal nagyobb kilengések tapasztalhatók, mint az É-in, annak ellenére, hogy a D-i rész a legszélvédettebb terület ilyen időjárási körülmények között. A délutáni kilengéseket valószínűleg a szakadozó felhőzet mögül kibúvó nap sugarai eredményezték.

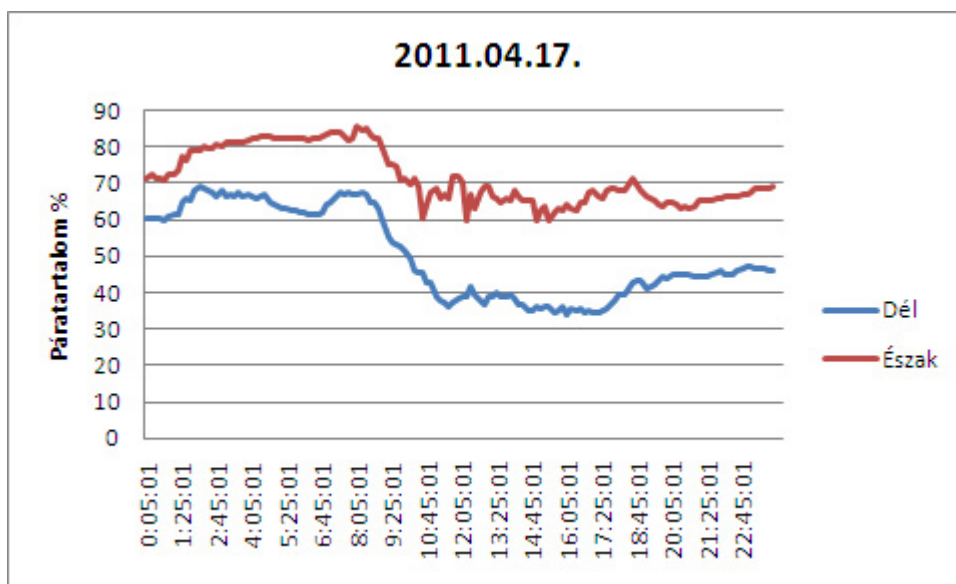
#### 4.1.2. Átlagos tavaszi nap



4. diagram Napi hőmérsékletingadozás 2011.04.17.

Éjjel jól láthatóan egy ideig együtt futnak a tagok. A D-i kitétségen viszont nem csökken 7,5 °C alá a hőmérséklet, aminek nagy valószínűséggel az az oka, hogy az előző napi folyamatos napsütésének

hatására „feltöltődik” hővel az ott található dolomit, és a hővisszatartó képességének köszönhetően éjjel melegebben tartja ezeket a részeket. Az É-i kitettségen egész nap nagyon stabil a hőmérséklet, a kora délelőtti órákban csaknem eléri a napi maximumot, melyet egész nap folyamatosan képes tartani. A K-i kitettség kora délelőtt a leginkább hőnek kitett terület, majd kora délután, mihelyst egyre inkább leárnyékolja azt a domboldal, valamivel nagyobb hőmérsékleten, hasonló stabilitást mutat, mint az É-i kitettségű terület. Jelen adatok ismeretében, feltételezésem szerint a fő vegetációbefolyásolási tényező K és NY tekintetében nem a napi átlaghőmérséklet nagysága, mert ebben nem fedezhető fel akkora különbség a két kitettség között. A nagyobb különbség a napi maximum hőmérsékletekben, és maximum közeli értékek idő intervallumában rejlik. Ez a különbség már magyarázatot adhat társulások közötti növénytani eltérésekre is. A K-i kitettségen a napi maximum 16,8 °C, amit délelőtt ér el és rövid ideig tart csak. A NY-i kitettségen a maximum érték 17,8 °C, melyet 3 órán át képes tartani.

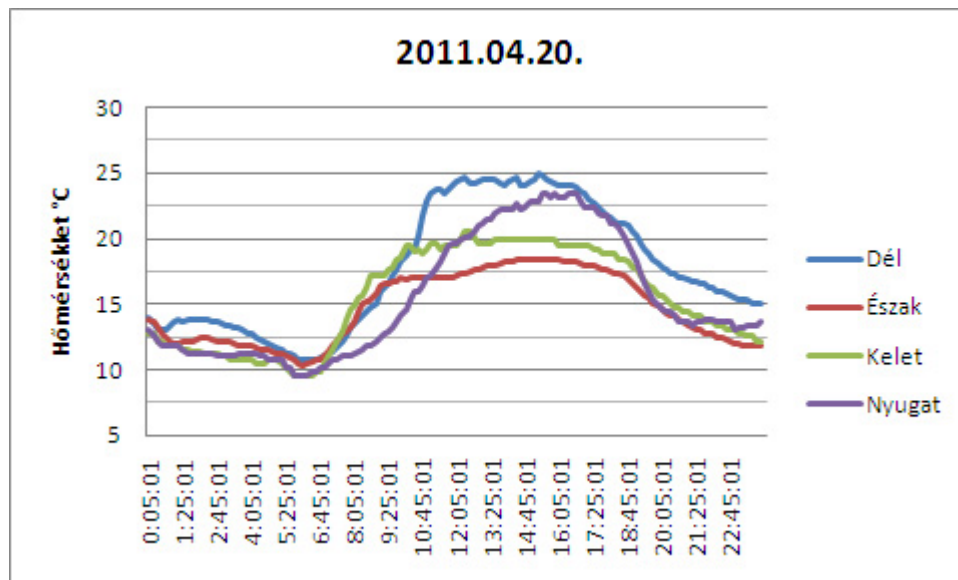


5. diagram Páratartalom ingadozás 2011.04.17.

A páratartalomban nagy különbségek fedezhetők fel a 2 kategória között. Éjszaka az értékek valamelyest közelebb vannak egymáshoz, nappal viszont majdnem 30%-os különbségek is kialakulhatnak. A futásuk ingadozása nagyjából megegyezik, ami azt jelenti, hogy hasonló mértékben reagálnak a nap behatására. Éjszaka az É-i, napközben a D-i kitettség produkál kisebb ingadozást.

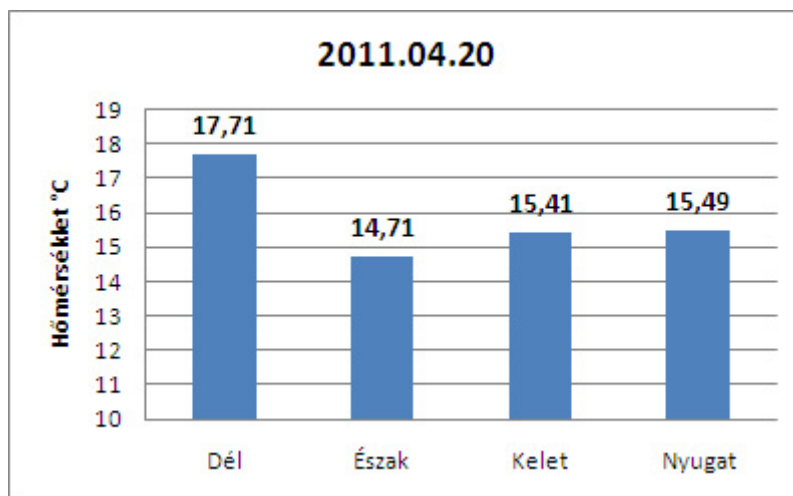
A napi átlag:	Maximum:	Minimum:
<ul style="list-style-type: none"> <li>Dél: 50,3 %</li> <li>Észak: 71,8 %</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dél: 68,9 %</li> <li>Észak: 85,5 %</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dél: 34,1 %</li> <li>Észak: 59,7 %</li> </ul>

#### 4.1.3. Melegebb tavaszi nap



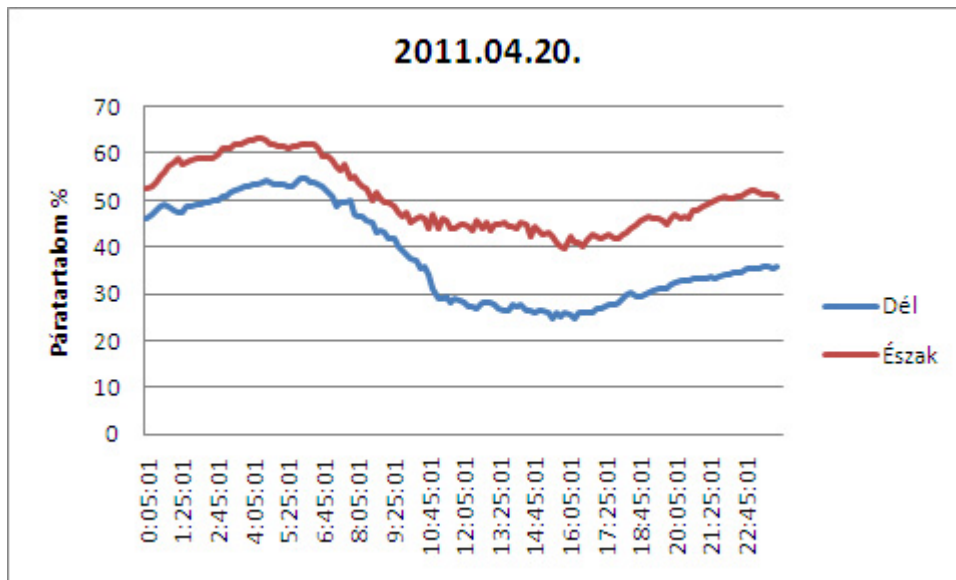
6. diagram Napi hőmérsékletfutás 2011.04.20

Hasonlóan a bemutatott mérési naphoz a D-i kitettségű részekben ismét megfigyelhető a dolomit hővisszatartó hatása. K és Ny között körülbelül délben felcserélődnek a szerepek és a Ny-i részek jóval nagyobb maximumot produkálnak. Az É-i kitettség 9 óra körül beáll egy magasabb szintre, amely napközben csekély mértékben emelkedik, összességében nagyon stabilnak tekinthető. A futás végén, kicsivel éjfél előtt pedig az is látszik, hogy pár nap komolyabb napsugárzás hatására, már a NY-i kitettségen is jelentkezik a hővisszatartó hatás.



7. diagram Napi átlag hőmérsékletek 2011.04.20.

A napi átlag hőmérséklet alakulásában érdemes megfigyelni a D és É között összességében kijövő 3 °C-os különbséget. A déli órákban ez a differencia még magasabb. Akár 7 °C különbség is megfigyelhető, ami jól szemlélteti a domborzati viszonyok markáns mikroklímára gyakorolt hatását. K és Ny tekintetében megint csak nem figyelhető meg jelentősebb különbség, hiszen a napi átlag hőmérséklet különbsége kevesebb mint 0,1 °C. Ha viszont a napi maximum tekintetében szemléljük a diagramot (6. diagram), akkor ismét nagy eltérések jelentkeznek a két tag futása között.

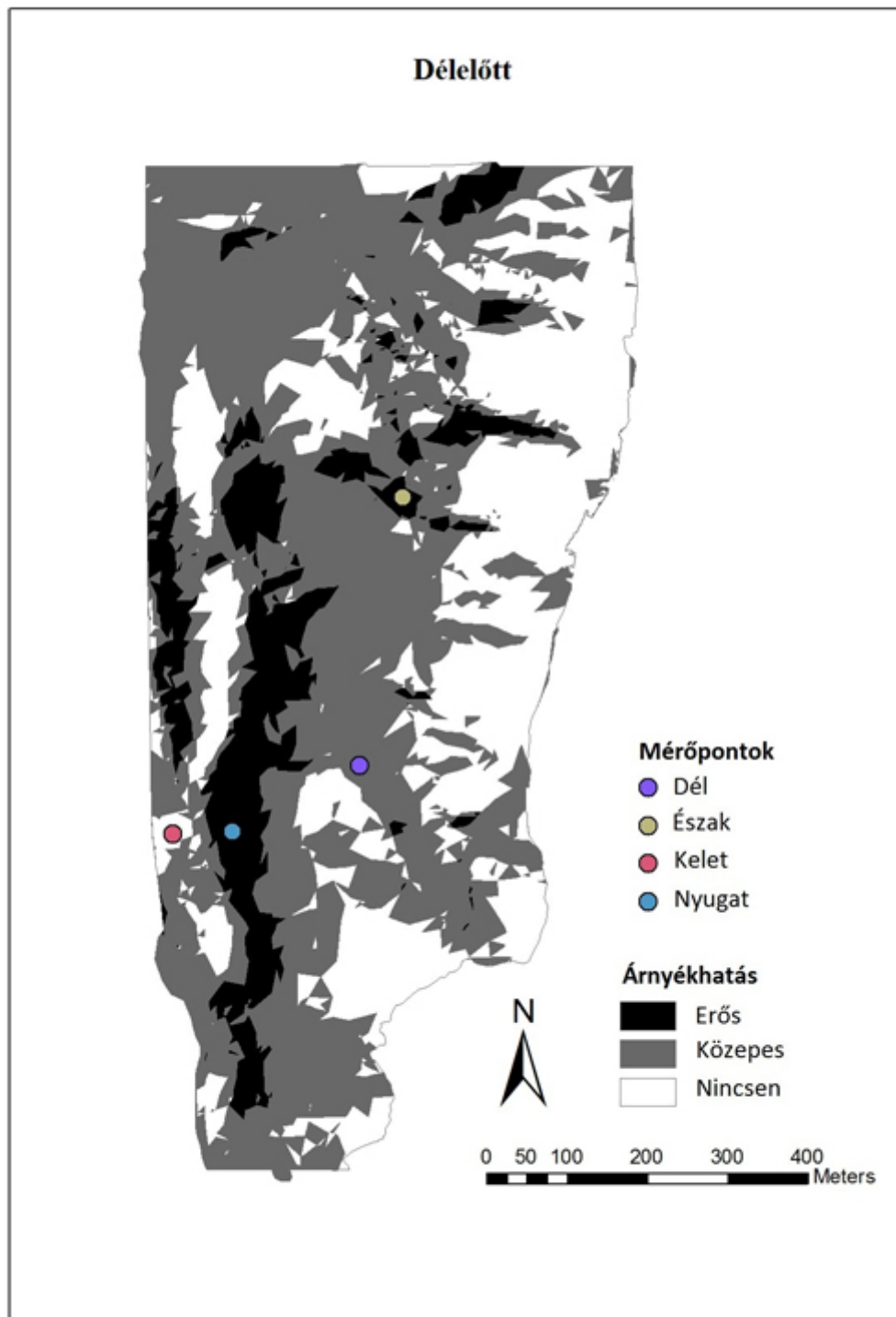


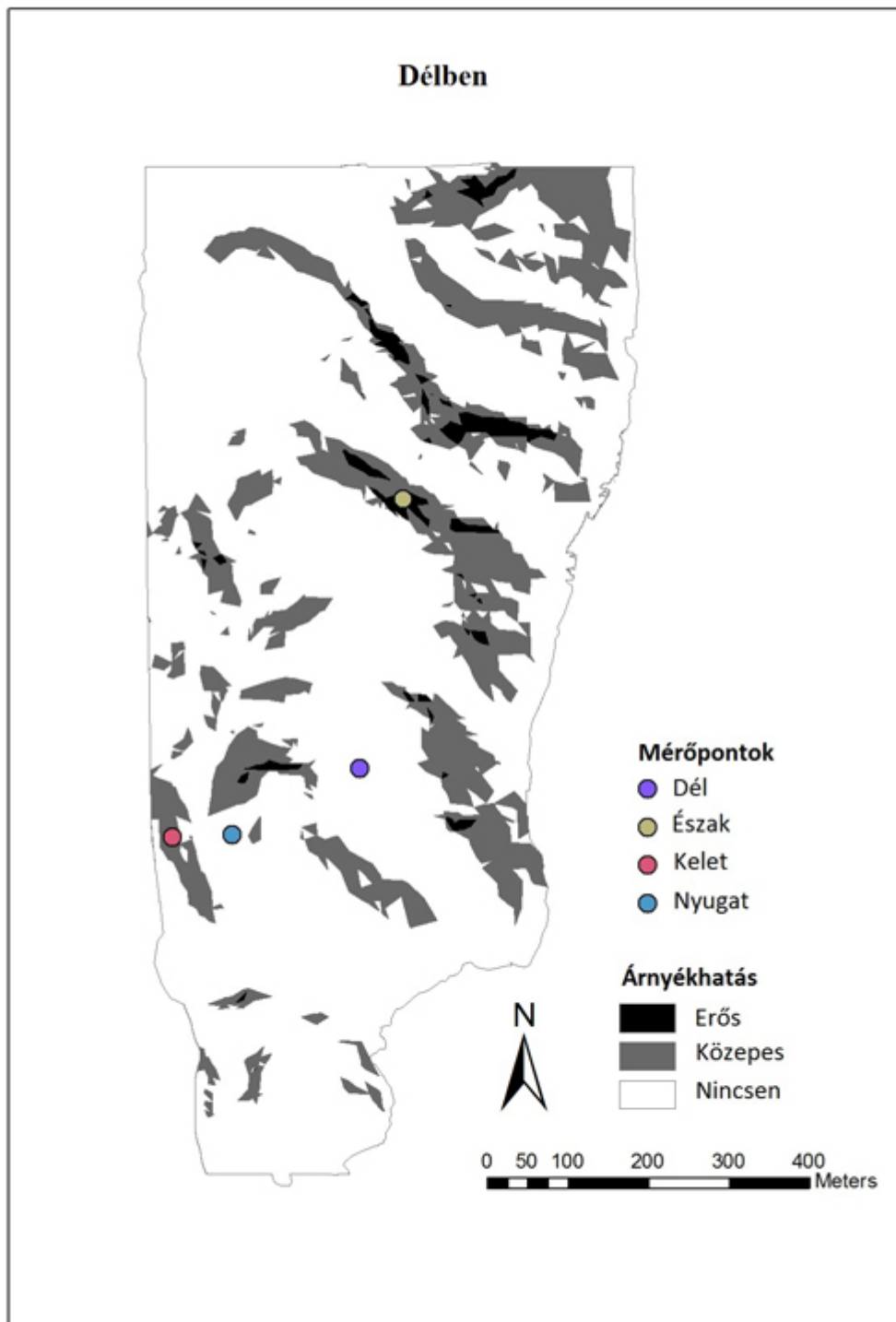
8. diagram Páratartalom ingadozás 2011.04.20.

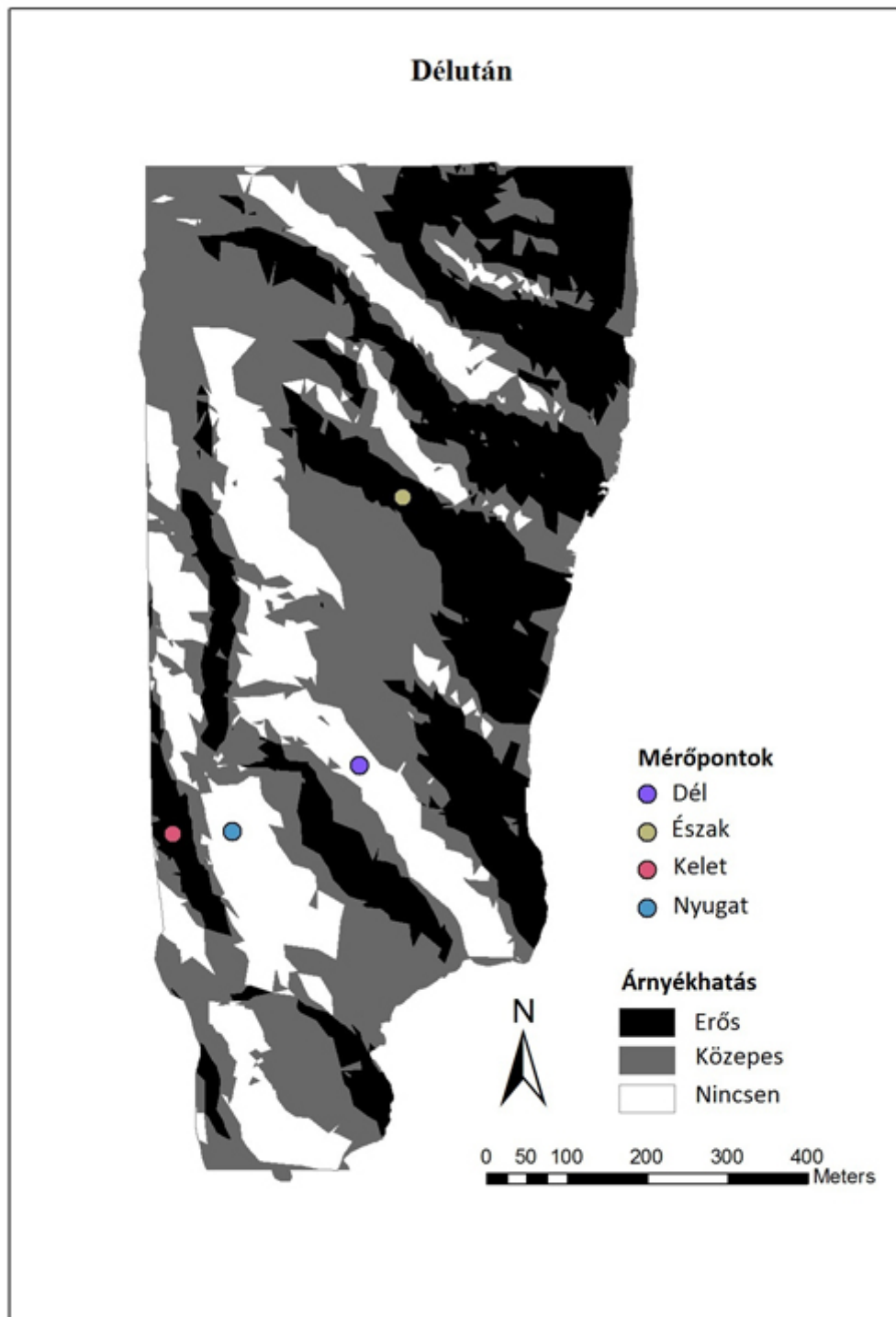
Páratartalom tekintetében nem figyelhető meg akkora különbség az értékek között, mint egy „átlagos áprilisi napon” (4.1.2). Jól látszik, hogy a futások követik egymást, nagyobb léptékű ingadozás pedig egyik tag tekintetében sem figyelhető meg.

#### **4.2. Árnyékhatás szimuláció**

A domborzati modell segítségével elvégeztem a júniusi tenyészidőszak napszakonkénti árnyékhatás szimulációját (9. ábra), mely egyrészt visszaigazolja az eddig mért hőmérséklet értékek napi ingadozásának okát, másrészt előrevetíti a júniusra várható körülményeket is.





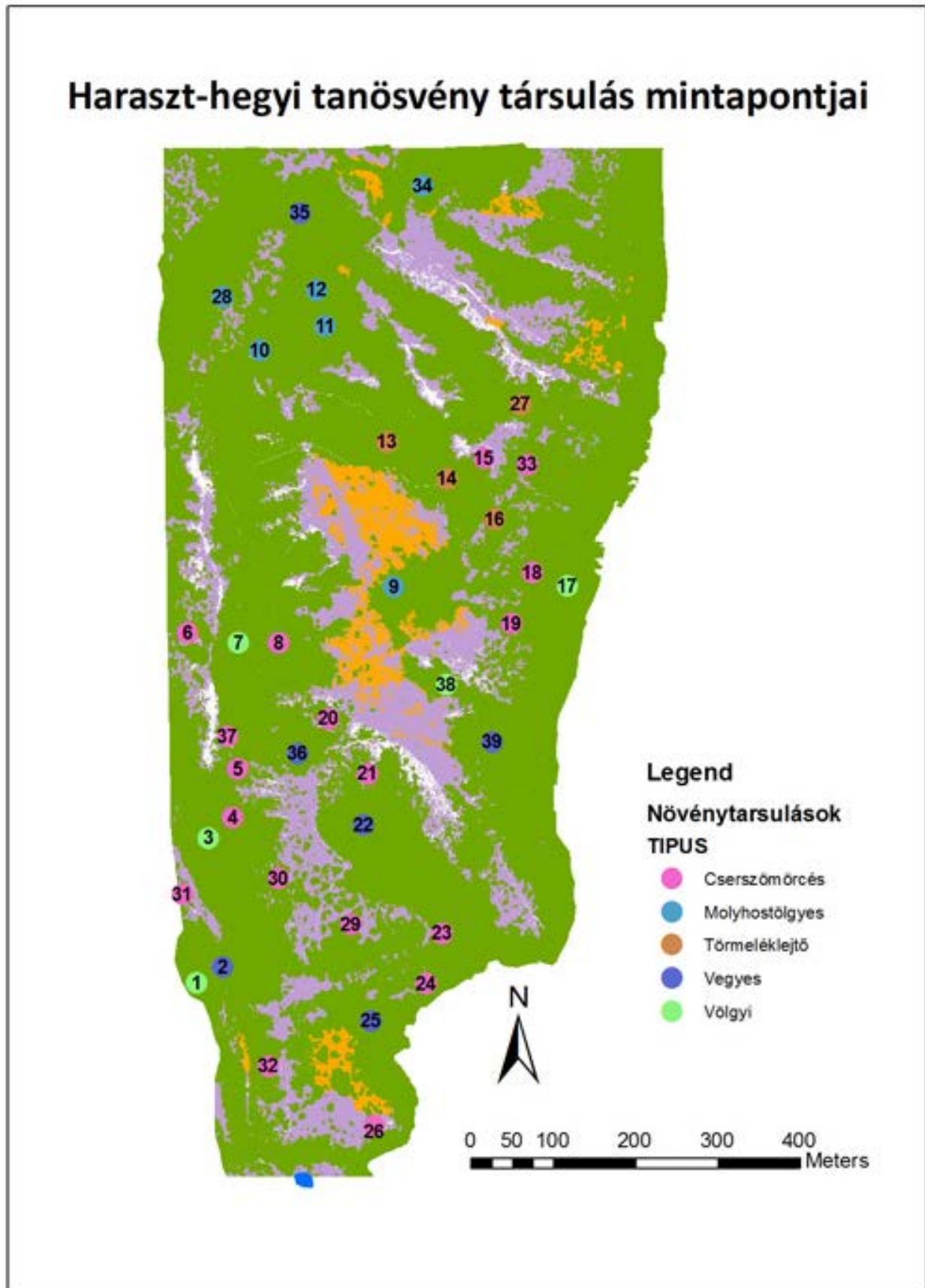


9. ábra Júniusi tenyészedőszak napszakonkénti árnyékhatásai

A vizsgálat bevezető szakasza tehát igazolta a korábbi tapasztalatokat, és a módszert. A pontszerűen értelmezett helyszíni értékeket a távérzékelési úton gyűjtött térbeli adatokkal interpolálva függvény állítható a mintaterület felszíni hőmérséklet adataira. Az előzetes vizsgálati szakasz lezárásával elkezdődhet a növényállomány klímabefolyásoló szerepének vizsgálata az Interspect klímakutatási programjában. Reményeim szerint kellő mintaszám, és tapasztalat alapján archív légifelvételekből származtatott digitális vegetációtérképekből és archivált pontszerű időjárásadatokból következtethetünk majd korábbi mikroklíma állapotokra is. A haraszt-hegyi munka így egyrészt alátámasztani látszik, másrészt módszertannal látja el a 2008-ban indított vegetáció és klímakutatási programot (Bakó 2008)

## **5. Társulástani kategóriák elválasztása**

A mikroklimatikus eredmények kapcsán arra a következtetésre jutottam, hogy a távérzékelte állomány elemzését követően első lépésben megvizsgálom a domborzati jellemzők és az egyes felszínborítás kategóriák kapcsolatát. Ilyen értelemben növénytani szempontból is érdekes lehet például: a kitettség, a hegygerincek árnyékhatása, valamint a lejtési fok. A módszertan lényege az volt, hogy a mintapontokat jelölök ki a különböző társulás típusok alatt, majd statisztikát gyártottam az imént említett domborzati tulajdonságokra. A statisztika alapján meghatároztam azokat a kritériumokat, amik a legjellemzőbbek az egyes típusokra. A kritériumok alapján pedig egyedi fedvényeket szerkesztettem, melyeket később egyesítettem a fás szárú kategóriával.



10. ábra A mintapontok elhelyezkedése a területen

<b>Mintapontok és a hozzájuk tartozó általános domborzati tulajdonságok</b>						
Mintapont	Kategória	EOV (X)	EOV(Y)	Magasság (m)	Lejtőszög (°)	Kitettség
1	Völgyi	603951,40	227464,47	219	10	K
2	Vegyes	603982,90	227483,77	217	10	D
3	Völgyi	603965,33	227640,98	235	24	K
4	Cserszömörcés	603995,60	227665,92	237	30	NY
5	Cserszömörcés	604001,14	227724,69	242	33	NY
6	Cserszömörcés	603940,18	227890,57	259	14	NY
7	Völgyi	604002,54	227878,21	259	25	K
8	Cserszömörcés	604050,72	227878,27	258	31	NY
9	Molyhostölgyes	604191,47	227946,52	300	5	D
10	Molyhostölgyes	604029,33	228234,42	327	7	D
11	Molyhostölgyes	604108,06	228263,36	328	8	K
12	Molyhostölgyes	604097,64	228307,87	330	10	K
13	Törmeléklejtő	604183,03	228122,76	290	38	É
14	Törmeléklejtő	604256,12	228078,19	281	21	É
15	Cserszömörcés	604301,57	228102,69	296	32	D
16	Törmeléklejtő	604314,87	228028,50	271	46	É
17	Völgyi	604403,10	227947,29	219	21	K
18	Cserszömörcés	604359,83	227963,93	252	35	K
19	Cserszömörcés	604334,51	227901,72	259	49	K
20	Cserszömörcés	604112,16	227786,45	276	21	NY
21	Cserszömörcés	604159,95	227719,26	263	30	D
22	Vegyes	604155,04	227657,20	252	17	K
23	Cserszömörcés	604250,78	227525,15	230	26	K
24	Cserszömörcés	604231,17	227463,83	224	18	D
25	Vegyes	604164,25	227418,42	219	11	K
26	Cserszömörcés	604168,38	227291,16	220	19	D
27	Törmeléklejtő	604345,73	228168,59	264	54	É
28	Molyhostölgyes	603982,70	228299,14	332	6	NY
29	Cserszömörcés	604139,13	227536,28	251	14	D
30	Cserszömörcés	604051,52	227591,68	253	26	NY
31	Cserszömörcés	603934,28	227572,36	243	32	D
32	Cserszömörcés	604038,63	227363,64	217	42	NY
33	Cserszömörcés	604353,64	228095,44	274	30	K
34	Molyhostölgyes	604227,38	228434,28	322	8	K
35	Vegyes	604077,29	228401,43	323	25	É
36	Vegyes	604074,71	227743,71	270	40	É
37	Cserszömörcés	603989,03	227764,32	252	35	K
38	Völgyi	604255,73	227827,45	280	16	É
39	Vegyes	604311,77	227757,88	240	33	K

2. táblázat A mintapontok domborzati tulajdonságai

### 5.1. Tetőerdő (Molyhostölgyes)

A mintapontok adataiból hamar kiderült, hogy e vegetáció típus esetén a magasság és a lejtési fok a két legfőbb tényező, ami a területen való eloszlását meghatározza. Így azokat a részeket kellett megkeresnem, amelyek 300 m felett helyezkednek el, emellett kis ( $<10^\circ$ ) lejtési szöggel rendelkeznek. A terepen tapasztaltak teljesen egybeesnek a szakirodalom által meghatározott tulajdonságokkal.



11. ábra Tetőerdő

## 5.2. Keleti kitettségű vegyes részek (Völgy)

Fő domborzati sajátossága, hogy keleti kitettségű mélyebb völgyekben jelenik meg elsősorban, melyet nem csak a terepi tapasztalatom, hanem a mintapontok is alátámasztottak. A mintapontok segítségével megkerestem azokat a völgyeket, amelyek számításba jöhettek és az elkészített kitettség térkép segítségével lehatároltam a megfelelőnek ítélt területeket.



12. ábra Keleti kitettségű vegyes állománykép

### 5.3. Törmeléklejtő erdő

Ilyen típusú társulások olyan körülmények között alakulhatnak ki, ahol egész nap kiegyenlített klimatikus körülmények uralkodnak. Ezt a tényt a mikroklimatikus méréseim is alátámasztották, ahol az É-i kitettségű mérési pontom egy ilyen típusú vegetációban volt elhelyezve. Ebben az esetben olyan részeket kellett figyelembe vennem, melyek északi kitettségű mély völgyek, és egész nap szinte folyamatos árnyékhatásnak vannak kitéve. Ezért a kategória fedvény előállításához a kitettség-, lejtőszög valamint az árnyékhatás térképemet is felhasználtam.



23. ábra Tipikus törmeléklejtő hárssal

#### 5.4. Cserszömörcés karsztbokorerdő

A mintapontokból gyorsan kiderült, hogy a vegetáció eloszlás fő domborzati befolyásoló tényezője az erős NY-i és D-i kitettség. A mikroklimatikus mérések, valamint a déli- és délutáni árnyékhatás szimuláció (9. ábra) is bebizonyította, hogy ezeken a területeken jelentkezik legerősebben a napsugárzás hatása. Ezt a hőmennyiséget csak ez a típusú vegetáció képes elviselni. A 18. és 19. mintapont lóg ki egyedül ebből a kategóriából, ugyanis ez a 2 mintapont K-i kitettségű árnyékosabb részeken található. Ami azt jelenti, hogy a kategória kialakításhoz a magasabb hegyoldalak tetőhöz közeli részét is figyelembe kellett vennem.

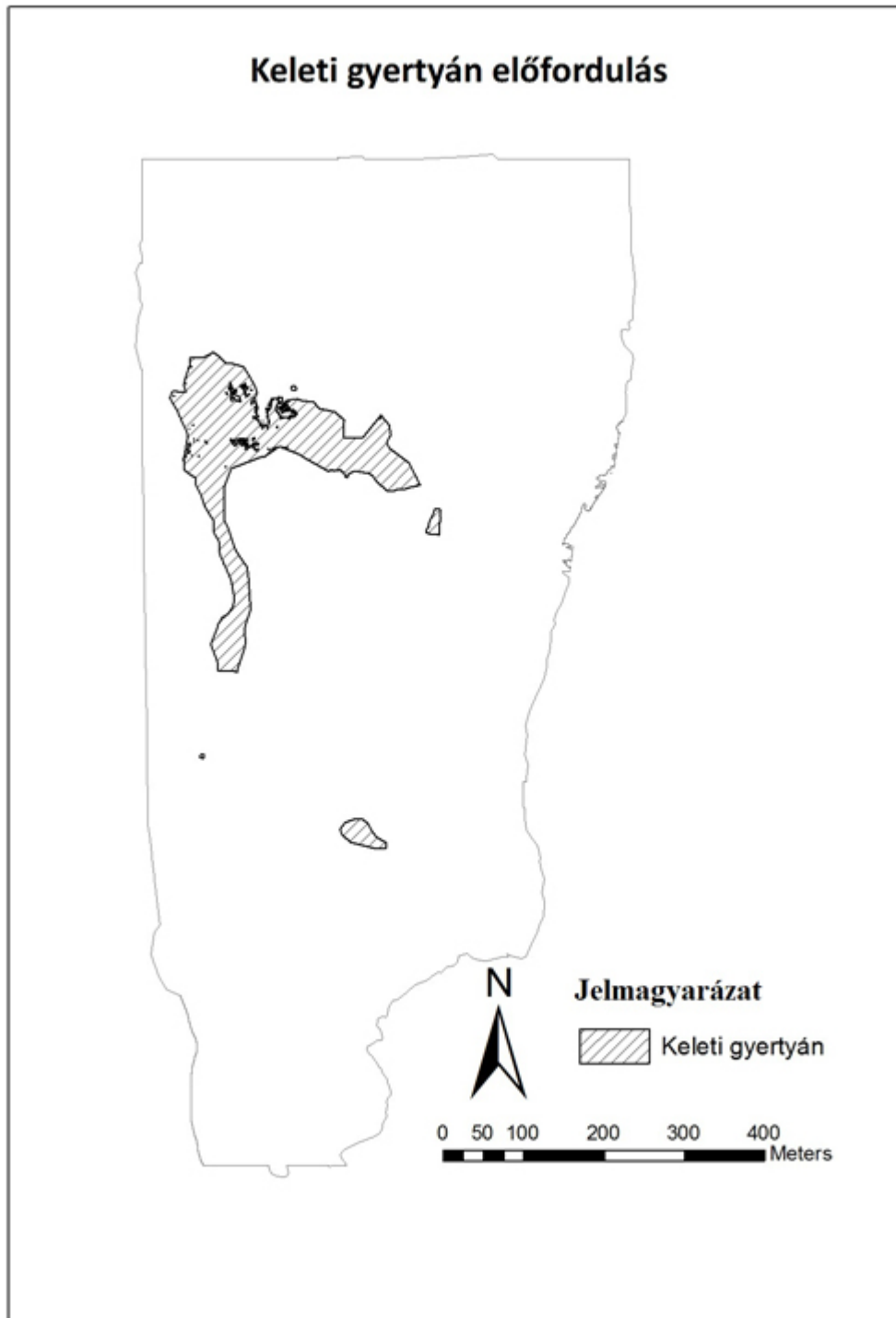


14. ábra Cserszömörcés karsztbokorerdő őszi aspektusban

Azok a részek melyek egyik kategóriába sem estek bele az átmeneti részek közé soroltam.

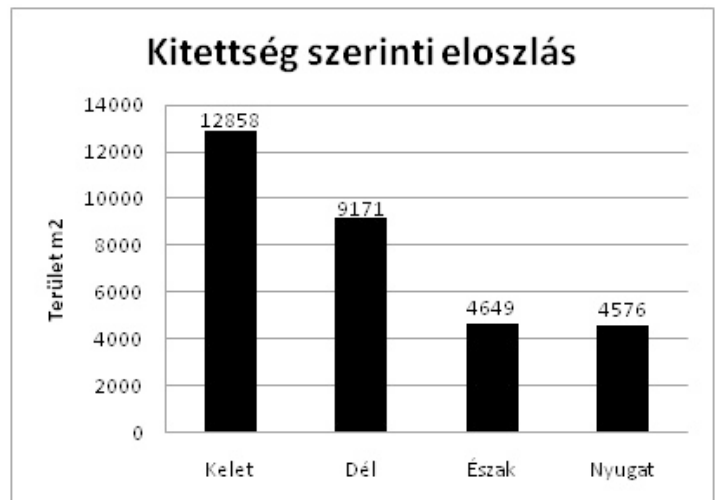
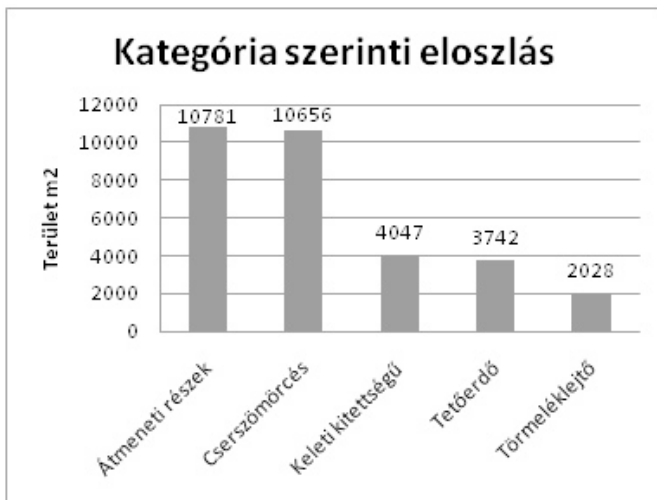
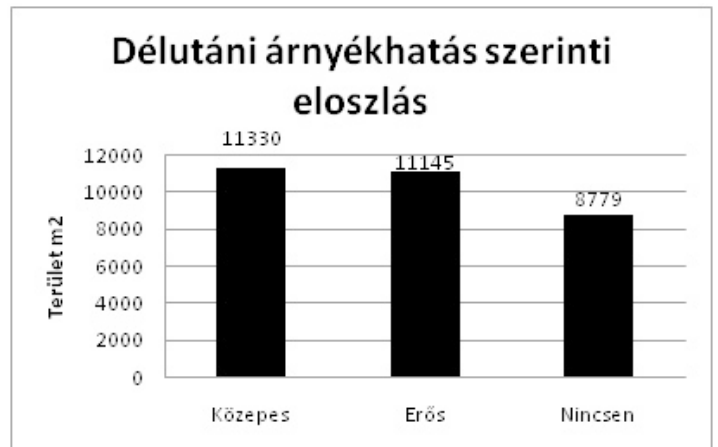
### **5.5. Keleti gyertyános karsztbokorerdő**

A keleti gyertyánt második lombkorona szintben való elhelyezkedése miatt nem lehet vegetációs időszakban készült légifelvételek segítségével pontosan lehatárolni. Országos jelentősége miatt fontosnak tartottam a területen való pontos feltérképezését, ugyanis ilyen jellegű kutatásról nem voltak eddig információim. GPS segítségével végeztem el a pontos lehatárolást, minden olyan területet körüljártam és rögzítettem, ahol képviseltette magát a faj. Ennek segítségével lehetőségem nyílt megvizsgálni a szakirodalom által leírt tényeket.

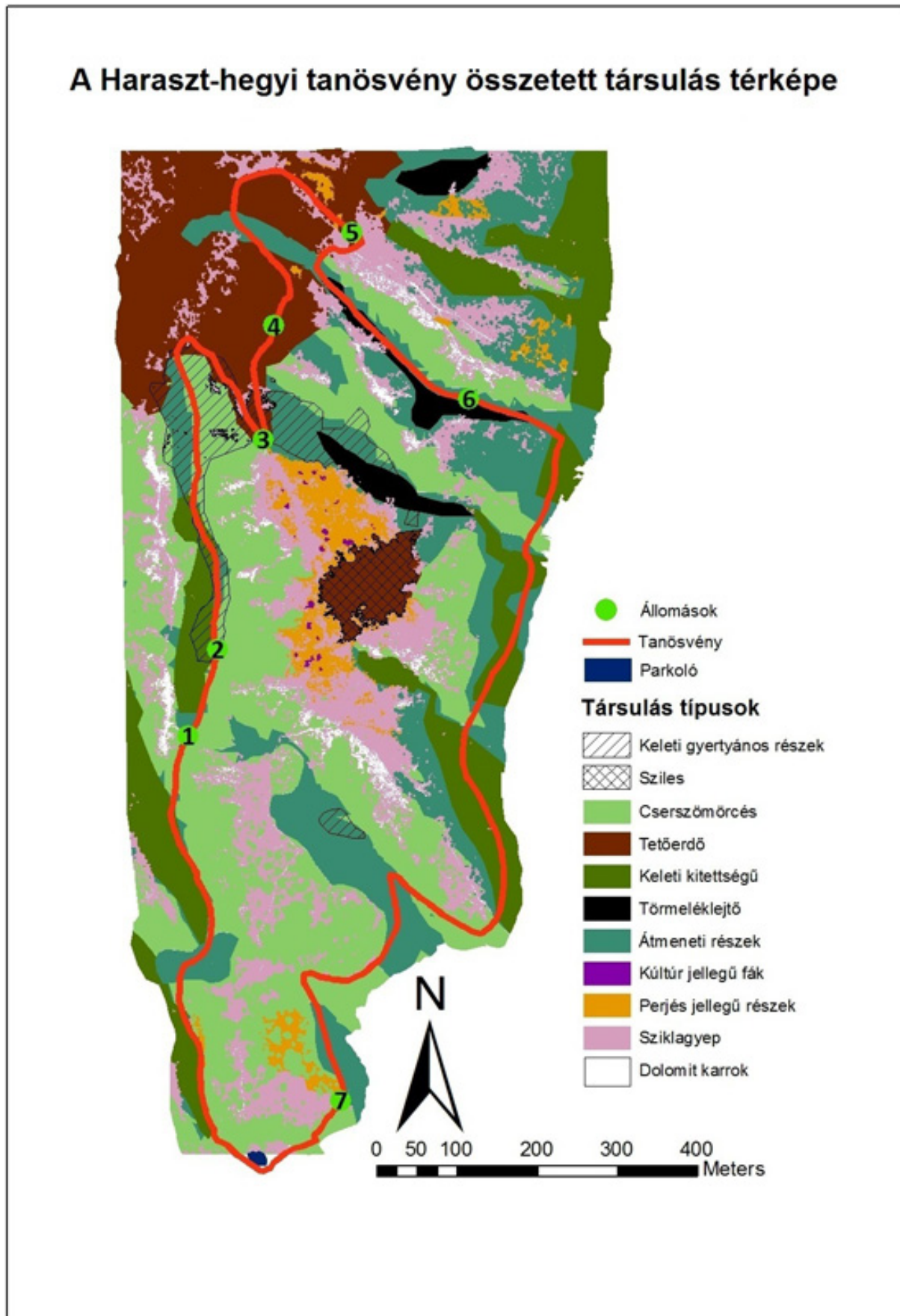


15. ábra Keleti gyertyán előfordulás a területen

A diagramokból hamar kiderül, hogy ugyan a melegebb kitétségű részeket kedveli leginkább, de nem lehet egyértelműen lehatárolni domborzati adatok segítségével a területen való elterjedését. A legérdekesebb információ, ami számomra kiderült az adatokból az a hűvösebb részeken való megjelenését illeti. Ugyanis egy kisebb területen átfedés tapasztalható például a törmeléklejtő erdővel is. Ezt a tényt a terepen is ellenőriztem és meglepetésemre olyan foltokkal is találkoztam, ahol a közönséges gyertyán és a keleti gyertyán egymás mellett nőttek az ég felé. Ezek a tulajdonságok úgy gondolom, jól példázzák e fafaj, különböző típusú klimatikus viszonyokhoz való alkalmazkodó képességének mértékét.



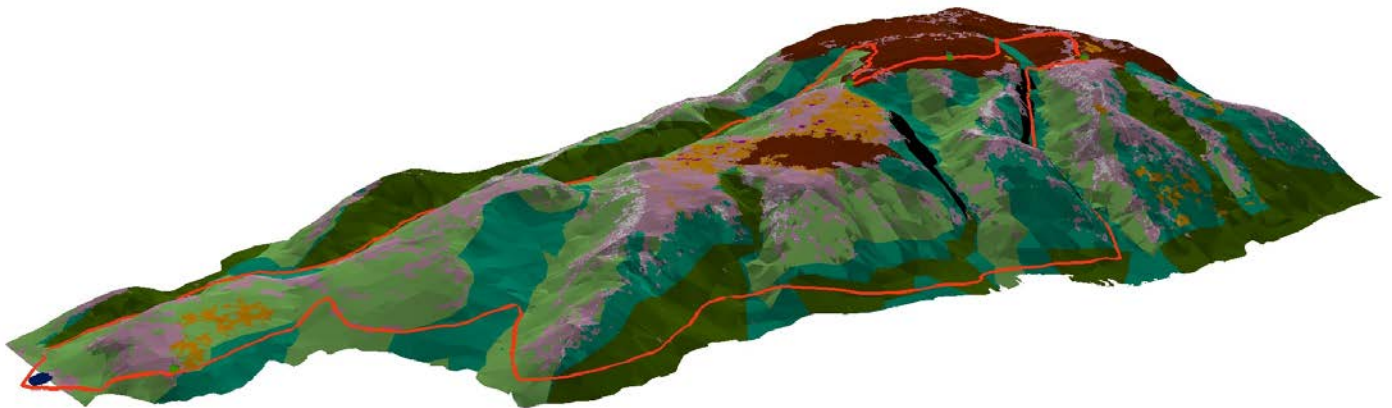
9-12. diagramok Eloszlásdiagramok



16. ábra A kritériumok alapján megszerkesztett összetett társulás térkép

## 6. Háromdimenziós térkép és adatbázis elkészítése

Utolsó lépésként a kutatásból kinyert kategória fedvények segítségével elkészítettem a teljes területre vonatkozó 3 dimenziós vegetáció térképet. (17. ábra) Mely amellet, hogy látványosan bemutatja az elért eredményeket, olyan szemszögből enged betekintést a területre, ami a vetületi térképek által eddig elképzelhetetlen volt. A háromdimenziós térkép által pontosabb képet kaphatunk a területen található vegetáció foltok elhelyezkedéséről, betekintést nyerhetünk akár a völgyekbe is, illetve pillanatok alatt végig "repülhetünk" a tanösvény teljes útvonalán. Így feltárulkoznak előttünk az adott részeken jellemző növénytani és domborzati viszonyok. Mindezek mellett fontosnak tartom még a háromdimenziós állomány multifunkcionalitását is. Az eddigi tapasztalataim alapján úgy gondolom, hogy a kapott eredmények több területen is felhasználhatók, kiaknázhatók. Itt megemlíteném például az oktatási-, bemutatási célokra való felhasználhatóságot. Ráadásul minél látványosabban van egy terület prezentálva annál könnyebb odacsábítani a látogatókat. Napjaink informatikai tárhaza pedig már bőven képes biztosítani azokat a lehetőségeket, hogy egy háromdimenziós állományt weblapba integráljanak és az alap adatok mellett még rengetek információt is hozzácsatoljunk.



17. ábra A tanösvény összetett háromdimenziós társulás térképe

**Felhasznált irodalom:**

BAKÓ G. (2008): A klímaváltozást gyorsítja az őshonos növényzet eltűnése, vizsgálati útmutató, Szent István Egyetem, Gödöllő

BAKÓ G. (2010): Multispektrális felvételek alapján készülő tematikus térképek minősége, a terepi felbontás és a képminőség függvényében, Tájökológiai Lapok 8 (3): p. 507–522.

Bakó G., Gulyás G., (2011): Légifelvételek költséghatékony osztályozási módszereinek kidolgozása az erdőgazdálkodás és a nemzeti parkok számára, kézirat

BURAI P., TAMÁS J. 2007: Távérzékelési módszerek összehasonlító elemzése mezőgazdasági mintaterületeken, Interdiszciplináris Agrár- és Természettudományok Doktori Iskola, Debrecen. p. 3

FODOR GYULA MAGYAR KIRÁLYI ERDŐMÉRNÖK (1935): A légi fotogrammetria térhódítása s várható jelentősége az erdőrendezési munkálatok szempontjából

LICSKÓ B. 1999: A belvizek légi felmérésének tapasztalatai

BÉNI K., VISZLÓ L. (1996): Egy cseppnyi Magyarország; A Vértes hegység és környéke

WINKLER P. 2003: Magyarország Digitális Ortofotó Programja (MADOP) és DDM modell az ország teljes területére, Térinformatikai Almanach 2003.

## ABSTRACT

The theme of my dissertation is the vegetation- and microclimatic analysis of the Haraszt-hegy Nature Trail executed by high-resolution aerial records. The high-resolution multispectral aerial mapping's biggest advantages are the identification of species, include the possibility of mapping and the precise foundation. High-resolution aerial mapping raises another problem: it gives me very large amount of processable information. This article focuses on the possibilities of automatization of processing. I achieved new results in the preprocessing. Preprocessing not only allows for accurate classification, but it also speeds up the inspection and repair period. Based on our experience I need special preprocessing methods and classification for interpreting the various land cover categories with the best efficiency.

With help of archive and new air photos I have analysed parts of the nature trail retrospectively, during which I have performed calculations about the dynamical changes of vegetation.

The microclimatic research results were put together with relief characteristics, and according to this association I have made combined vegetation map of the examined area. The map was interpolated onto relief model, and I have got the 3D combined vegetation map of the nature trail.

Keywords: preprocessing, remote sensing,, classification, forestry, landscape ecology, land cover mapping, nature conservation